

JAHRGANG 1970



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

HEFT
71

Herausgeber:
Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt a. M.

Für den Inhalt verantwortlich:
Dipl.-Ing. Ernst Uhlig, Frankfurt a. M.

Schriftleitung:
Gerard Blaauw, Frankfurt a. M.

Druck und Klischees:
Georg Stritt & Co. und August Osterrieth,
Frankfurt a. M.

Lichtbilder:
Jochen Schade, Frankfurt a. M.

NACHRICHTEN

DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

JAHRGANG 1970 · HEFT 71 · SEITE 1-64



Professor Dr.-Ing. Josef Lennertz

Prof. Dr.-Ing. Josef Lennertz
65 Jahre

Professor Dr.-Ing. Lennertz, der mit der Entwicklung einer modernen, mit Flachreed- und Multireed-Kontakten als Schaltmitteln ausgestatteten Vermittlungstechnik in der internationalen Fachwelt bekannt geworden ist, vollendet am 1. November 1970 sein 65. Lebensjahr. Der Würdigung seines Werkes und seiner Persönlichkeit sind diese Zeilen gewidmet. Das Wesen dieses Mannes mit der Ausstrahlungskraft nach so vielen Seiten, gleichzeitig aber auch der Schlüssel zu seinem Erfolg, liegt in der glücklichen Verbindung wissenschaftlichen Suchens und Erkennens mit dem verantwortungsfreudigen Einsatz der gewonnenen Erkenntnisse als Unternehmer. Studium und Lehre an der Hochschule, unternehmerische Aufgaben in der privaten Wirtschaft, die Mitarbeit an der Lösung organisatorischer und technischer Probleme einer großen staatlichen Verwaltung, das alles hat sich bei Professor Lennertz ineinander verwoben und seine Persönlichkeit geprägt. Die Kristallisationspunkte seines Wirkens waren — und sind es noch heute — Aachen und Frankfurt, dazwischen liegen als wesentliche Stationen Berlin und Köln.

Jean Josef Lennertz, in Brüssel geboren, Schüler und Student in Aachen, graduierte bereits mit 24 Jahren zum Diplom-Ingenieur und wechselte sofort über in die Praxis. Er wurde Technischer Leiter in einem Aachener Unternehmen und

ging 1932 in den Postdienst. Die Planung und der Ausbau großer Fernmeldeeinrichtungen reizten ihn nicht nur als technische, sondern auch als organisatorische Aufgabe. Der junge Postrat und spätere Ministerialrat im Reichspostministerium wurde mit dem Aufbau eines Sondernetzes für die Olympischen Spiele 1936 beauftragt und befaßte sich im Kriege mit den Fernmeldenetzen zunächst in besetzten Gebieten, später in zerstörten Gebieten Deutschlands.

Als nach dem Kriege Bonn als »provisorische Bundeshauptstadt« aufgebaut wurde, war Professor Lennertz Mitglied der Direktion der OPD Köln, zuletzt als Vizepräsident. Seine Erfahrungen im Aufbau von Sondernetzen setzte er auch hier wieder ein, um der Regierung in Bonn und allen ihren Ministerien möglichst rasch zu den notwendigen nachrichtentechnischen Mitteln zu verhelfen. Die Fernmeldeeinrichtungen einer noch größtenteils zerstörten kleinen Stadt mußten zum Nachrichtenzentrum einer Bundeshauptstadt gestaltet werden.

In all dieser Zeit kam der Austausch von Theorie und Praxis nicht zu kurz. Im Jahre 1939 folgte die Promotion an der Technischen Hochschule in Berlin zum Thema »Messungen von Wartezeiten im Fernverkehr mit Hilfe einer Speicherkunstschaltung und Untersuchung der Sekundärverluste bei Wartezeitverkehr«. Im Jahre 1953 erhielt Professor Lennertz Lehraufträge am Institut für Verkehrswissenschaften

Am farbigen Abglanz
haben wir das Leben.
(Faust 1. Teil)

der Universität Köln und am Institut für elektrische Nachrichtentechnik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. In Aachen habilitierte er sich dann im Jahre 1954. Die Ernennung zum außerplanmäßigen Professor folgte 1958.

Das Jahr 1958 bedeutete nicht nur in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit einen besonderen Markstein, sondern auch in seiner Berufslaufbahn eine bedeutsame Wende. Professor Lennertz trat als Leiter der Entwicklung in die Gesamtgeschäftsleitung der TN-Gesellschaften ein und wußte seine Kollegen in der Führungsspitze dieser Unternehmensgruppe davon zu überzeugen, daß die Zukunft in einer Technik liege, die einen Reedkontakt in einem gasgefüllten Glasröhrchen als Schaltmittel verwendet. Die große Aufgabe war von ihm selbst gestellt. In ihr lag Risiko und Chance.

Heute ist die Aufgabe der Entwicklung eines elektronisch gesteuerten Vermittlungssystems mit Reedkontakten in den Sprechwegen gelöst. Die mit dem Namen von Professor Lennertz verbundene Multireed®-Vermittlungstechnik hat international Anerkennung gefunden. Ob bei der Deutschen Bundespost, bei der Postverwaltung in Australien oder Finnland, bei einer Universität in den USA oder in seiner Geburtsstadt Brüssel, überall wird diese von Professor Lennertz konzipierte Vermittlungstechnik als ein großer Wurf bezeichnet.

Bei solchen Erfolgen fehlt es nicht an Ämtern, Plaketten und Auszeichnungen:

- 1966 Berufung in den Aufsichtsrat der Ernst Leitz GmbH in Wetzlar;
- 1967 Verleihung der Medaille »mens agitat molem« der Technischen Hochschule Aachen;
- 1968 Bestellung zum persönlich haftenden Gesellschafter der Telefonbau und Normalzeit Lehner & Co.;
- 1968 Verleihung der Oskar-von-Miller-Plakette des Deutschen Museums in München;
- 1969 Berufung durch den Herrn Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen Georg Leber in die Kommission zur Vorbereitung einer Unternehmensverfassung der Deutschen Bundespost.

Bürde und Dekorum sind größer geworden. Der innere Mensch hat dadurch nicht gelitten. Aus dem passionierten Sportler ist ein begeisterter Jäger, aus dem Bildrestaurator und Landschaftsmaler ein Freund aller Musen geworden, der sich beim Klavierspiel entspannt. Unternehmer und Hochschullehrer, Ratgeber für Bestehendes und Initiator neuer Entwicklungen, Jäger auf einsamer Pirsch und humorvoller Freund der Geselligkeit — wir wünschen noch viel Freude und reiche Ernte aus einem breit angelegten Leben.



B e h r

Stand und Tendenzen in der Nebenstellentechnik

von Karl-Ludwig Plank

DK 654.152.7:621.395.2

Die Aufgabe der elektrischen Nachrichtentechnik ist es, Informationen mit Hilfe elektrischer Größen zu übermitteln. Sie bedient sich dabei der Mittel der Umformung, Übertragung und Vermittlung. Im wesentlichen wird die Übermittlung der Nachrichten auf zwei Wegen betrieben. Es handelt sich dabei einerseits um die Rundspruchtechnik, bei der eine Nachrichtenquelle Nachrichten ausstrahlt und geeignete Nachrichtenempfänger im Ausstrahlungsbereich der Quelle fallweise die Nachricht völlig unkontrolliert empfangen können. Dieses Verfahren ist insbesondere bei der drahtlosen Nachrichtentechnik verbreitet, und in diesem Falle müssen Nachrichten, die nur ein einziger Empfänger übermittelt bekommen soll, in geeigneter Form verschlüsselt werden, um die Allgemeinheit vom Empfang dieser Nachrichten auszuschließen. Ein zweites wichtiges Verfahren der Nachrichtentechnik ist das Herstellen von Verbindungen zwischen definierten wählbaren Teilnehmern. Dieses Verfahren setzt eine funktionsfähige Vermittlungstechnik voraus. Die Übertragungstechnik stellt die erforderlichen Mittel zur Verfügung, um die Nachrichten über den Einflußbereich einer einzelnen Vermittlung hinaus austauschen zu können.

Die erste Phase eines Nachrichtensystems, an das eine Vielzahl wählbarer Teilnehmer angeschlossen werden kann, stellt ein sternförmiges Netz dar, wobei sich im Mittelpunkt die Vermittlung befindet und an den Enden der Strahlen die Nachrichtenquellen und -senken angeordnet sind (Bild 1). Erst in der zweiten Phase der Entwicklung eines Nachrichtensystems zu einem Nachrichtennetz verbindet man die Vermittlungen miteinander durch Übertragungswege. Im Zuge der Weiterentwicklung eines solchen Netzes werden dann die Übertragungswege in einer

Netzebene miteinander vermascht und zwischen den Ebenen bilden die Übertragungswege sternförmige Konfigurationen (Bilder 2 und 3). Derartige Nachrichtennetze für die Verkehrsformen Fernsprechen und Telegrafie – insbesondere Fernschreiben und Gentex – sind inzwischen weltweit vorhanden und werden derzeit für den Selbstwählferrdienst bis in die interkontinentale Ebene vervollständigt.

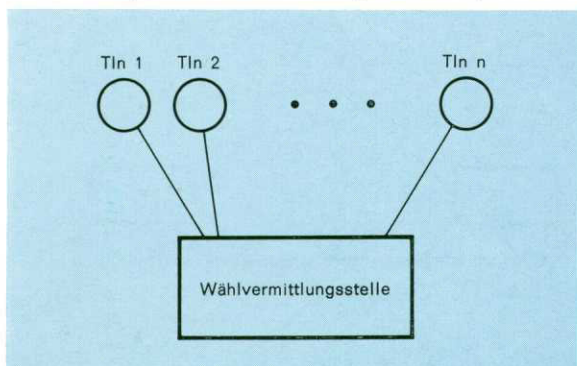
In fast allen Ländern sind von den Postverwaltungen bzw. Trägern des Fernmeldeverkehrs Nebenstellenanlagen zugelassen. Insbesondere in der Bundesrepublik Deutschland hat die Nebenstellentechnik einen erheblichen Anteil an dem gesamten Verkehrsaufkommen der Fernmeldetechnik [1]. Nebenstellenanlagen bilden gemeinsam mit den angeschalteten Endeinrichtungen ein ausgeprägtes sternförmiges Netz, von dem in der Regel nur ein Verbindungsbündel zum öffentlichen Netz besteht. Darüber hinaus sind Querverbindungsleitungen möglich. Infolge dieses sternförmigen Netzes kann man Nebenstellenanlagen als repräsentativ für Vermittlungen im Endverkehr ansehen. Daher sind Nebenstellenanlagen prädestiniert für die Einführung neuer Vermittlungstechniken und neuer Dienste. Da die Nebenstellentechnik, insbesondere in der Bundesrepublik Deutschland, eine Angelegenheit des öffentlichen Fernmeldedienstes und privater Unternehmen ist, ist die Vielfalt der technischen Lösungen bei Nebenstellenanlagen größer als bei Vermittlungseinrichtungen im öffentlichen Netz. Diese Randbedingungen lassen eine Analyse der Entwicklung und Tendenzen der Nebenstellentechnik als geeignete Basis für eine Untersuchung der Einführung neuer Techniken und neuer Dienste in der gesamten Fernmeldetechnik erscheinen.

Stand der Nebenstellentechnik

Stand der angebotenen Dienste

In Deutschland existiert eine postalisch und privat betriebene Nebenstellentechnik seit dem 1. 1. 1900. Zu diesem Termin wurde durch kaiserlichen Erlaß [2] die Möglichkeit gegeben, private Fernmeldeeinrichtungen an das öffentliche Fernsprechnetz anzuschließen. In der nunmehr 70jährigen Geschichte dieses Zweiges der Vermittlungstechnik hat die Entwicklung von handbedienten Anlagen über die Wählerhauszentralen zu einer sehr komfortablen Technik geführt [3]. Basis dieser Technik sind auch heute im wesentlichen noch Systeme mit Wählern und Relais, obwohl in den vergangenen Jahren in steigendem Umfange halb- und quasielektronische Systemkonzepte in der Nebenstellentechnik Eingang gefunden haben [4, 5]. Man kann dennoch bereits

BILD 1 Anfangsphase in der Entwicklung eines Wahlsystems



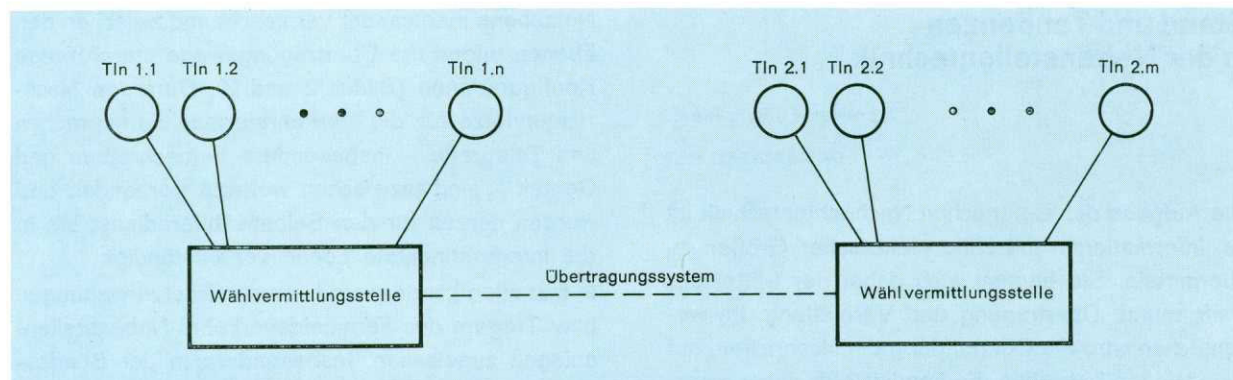


BILD 2 Wählsystem mit zwischengeschaltetem Übertragungssystem

zum gegenwärtigen Zeitpunkt bei der überwältigenden Mehrheit der Anlagen in Relais- und Wählertechnik von einer hochkomfortablen Technik sprechen.

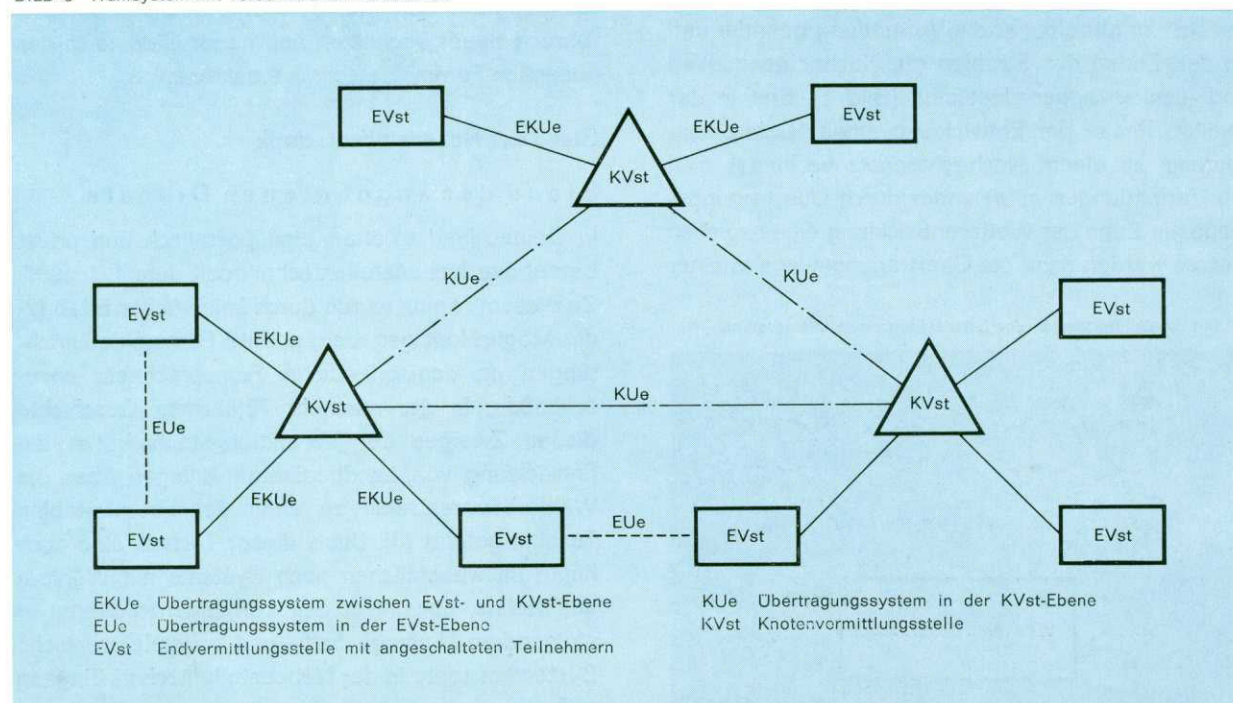
Herausragende Marksteine der Nebenstellen-Vermittlungstechnik sind die frühen zwanziger Jahre mit der Einführung der Selbstanschlußtechnik im Nebenstellenwesen für Internverkehr und das Jahr 1930, in dem die erste Nebenstellenanlage mit Durchwahl zugelassen wurde. Damit waren wichtige Leistungsmerkmale einer zeitgemäßen Nebenstellentechnik eingeführt, die in den folgenden Jahren insbesondere auf den Gebieten der Durchwahl und der Gebührenerfassung weiter verfeinert wurden. Die Einführung von Teilnehmerberechtigungen und verkehrseinschränkenden Einrichtungen im Zusammenhang mit der Einführung des Selbstwählerdienstes im

öffentlichen Netz ist ein weiterer Markstein in der nebenstellentechnischen Entwicklung.

Daneben sind insbesondere die Servicemöglichkeiten an den Bedienungsplätzen der Vermittlungen augenfällig und für den Benutzer von Bedeutung [6]. Erwähnt seien hier nur die Möglichkeiten des Besetztlampenfeldes, der Zielwahl, der Tastenwahl mit Wahlumsetzer, des Kettengesprächs und der Abfragekonzentration.

Im Hinblick auf die dem Nebenstellenteilnehmer angebotenen Servicemöglichkeiten seien besonders der Schnellruf innerhalb der Nebenstellenanlage, die Codewahl als Kurz-Wahlverfahren von der Nebenstellenanlage ins öffentliche Netz hinaus, die Tastenwahl, die Konferenzschaltung und das Laut-Freisprechen erwähnt. Auch der Direktruf ist von Bedeutung, mit dem bevorzugte Nebenstellenteil-

BILD 3 Wählsystem mit verschiedenen Netzebenen



nehmer durch Tastendruck zunächst einmal den Bedienungsplatz herbeirufen und alle weiteren Verbindungsvorgänge von dort erledigen lassen können.

Stand der Technik

Nebenstellenanlagen haben Zugang zum öffentlichen Netz und werden deshalb im Sinne der Nachrichtentechnik als Teil des öffentlichen Nachrichtennetzes angesehen. Dementsprechend sind die Leistungsmerkmale und die Erweiterungsmöglichkeiten durch Verordnungen geregelt. Im Vordergrund steht hierbei in der Bundesrepublik die Fernsprechordnung. Betrachtet man Nebenstellenanlagen, so lassen sich zunächst drei wichtige Typen unterscheiden:

Handbediente Einrichtungen, bei denen das Bedienungspersonal die Vermittlungsvorgänge abwickelt. Reihenanlagen, die im Sinne der oben erwähnten Vermittlungen eine eigenständige Rolle spielen und durch eine Kettenstruktur beschrieben werden können.

Die eigentlichen Wählvermittlungen, bei denen die Selbstanschlußtechnik mit der sternförmigen Struktur des Netzes verbunden ist.

In jüngster Zeit ist eine Tendenz festzustellen, auch kleinere Anlagen immer mehr als Wählvermittlungen zu gestalten. Bei den Wählvermittlungen steht die Wählertechnik z. Z. noch im Vordergrund aller fertigungstechnischen Realisierungen. Diese seit Beginn dieses Jahrhunderts für Vermittlungsanlagen konzipierte Wählertechnik wurde ständig verbessert, so daß sie heute noch die Realisierung aller allgemein erlaubten Dienste gestattet. Hohe Betriebssicherheit in Verbindung mit rationellen Fertigungsmethoden gewährleisten dabei eine Perfektion in Nebenstellen- und Amtsvermittlungstechnik, wie man sie kaum in einem anderen Zweig der elektrischen Nachrichtentechnik wiederfindet. Diese Vorteile werden unterstützt durch über Jahrzehnte erarbeitete und gesicherte klare Projektierungsrichtlinien und ein geschultes Wartungspersonal, das alle Erwartungen in die Betriebssicherheit der Fernsprechvermittlungstechnik erfüllt.

In den letzten Jahren kommen in steigendem Umfang Vermittlungseinrichtungen in Koppelfeld-Technik zum Einsatz. In diesem Fall werden die Wähler durch räumlich oder zeitabhängig gesteuerte Koppelfeldvielfache ersetzt, die ihrerseits durch ein zentrales Steuersystem in die zum Herstellen der Verbindungen geeignete Konfiguration gebracht werden. Man spricht in diesen Fällen von elektromagnetischen, teilelektronischen bzw. vollelektronischen Vermitt-

lungssystemen – abhängig davon, inwieweit man in den Systemen Schaltmittel der Elektronik verwendet. Ein wesentlicher Fortschritt mit vielen betrieblichen Vorteilen – auch zum Einsatz in luftverseuchten Gebieten bzw. atmosphärisch behafteter Luft – ist die Koppelfeldtechnik mit geschützten Kontakten. Hier haben sich in den Koppelfeldern die Vierfachkontakte als wirtschaftlich und betrieblich konkurrenzfähig bewährt. In kleineren Anlagen wird diese Koppelfeldtechnik durch einstufige Koppler, in größeren Anlagen aus mehrstufigen Kopplern mit Zwischenleitungen – Linksystem – gebildet, wobei in kleineren Anlagen wegen der geringen Verkehrshäufigkeit und der einfachen Wartung durch Kräfte, die die klassische Technik beherrschen, die Relaissteuerung besonders betont ist. Dagegen verfügen die großen Anlagen über eine elektronische Steuerung. Diese Vermittlungssysteme – ob magnetisch, teil- oder vollelektronisch gesteuert – sind wartungsmäßig nicht mit den einfachen Mitteln der Wählertechnik zu behandeln und erfordern einen hohen Ausbildungsstand des Wartungspersonals. Es lassen sich aber hier in gleicher Weise wie in anderen Techniken durch Einlegen von Testkabeln elektronische Prüfeinrichtungen schnell anschalten, so daß die Fehlerortung in kurzer Zeit möglich ist. Mit dem Vordringen elektronischer Bauteile in die zentralen Steuerwerke solcher Vermittlungen wird häufiger die Frage aufgeworfen, inwieweit diese Steuerungskonzepte auch eine Erweiterung der Leistungsmerkmale von Nebenstellenanlagen erlauben, wie sie z. B. bei der Formatumsetzung im Datenverkehr angestrebt werden. Es ist heute nur sehr schwer übersehbar, inwieweit solche Vorstellungen in der Zukunft tatsächlich Bedeutung erlangen werden. Aus diesem Grunde sind ein gründliches Studium aller Tendenzen und ein sorgfältiges Abwägen der gegebenen technischen Möglichkeiten sowie der klar erkennbaren Entwicklungen beim Konzipieren moderner Systeme von elementarer Bedeutung.

Tendenzen der technischen Entwicklung innerhalb der Nachrichtentechnik

Die überschaubare zukünftige Entwicklung der Nachrichtentechnik wird durch die Datenverarbeitung und die Bestrebungen der Digitalisierung von Nachrichtensystemen beeinflusst werden. Die Datenverarbeitung wird dabei auf zweierlei Weise in das Geschehen der Nachrichtentechnik eingreifen können:

Forderungen nach Datenfernverarbeitung und Übertragung beeinflussen die Gestaltung der Nachrichtennetze mit wählbaren Quellen und Senken.

Die Datenverarbeitung selbst wird ein Element zur Steuerung von Nachrichtensystemen.

Insgesamt kann man durch den Einfluß von Datenverarbeitung und Digitalisierung eine Steigerung der Aufgaben und Intelligenz der Systeme erwarten. Wesentliche Randerscheinungen werden dabei die Einführung breitbandiger Nachrichtensysteme bis hinauf zur Videotechnik auf der einen Seite und die Einführung vierdrätiger Nachrichtensysteme für gerichtete Datenflüsse bis zum Teilnehmer auf der anderen Seite sein.

Technologisch ist die Einführung von Halbleitern und Mikroschaltungen innerhalb der Nachrichtentechnik in einem wesentlich breiteren Rahmen als bisher zu erwarten. Schwerpunkt dieser Entwicklung sind die Bestrebungen, vollautomatisierte bzw. weitgehend automatisierbare Fertigungsmethoden bei den Herstellern derartiger Systeme einzurichten. Es wird in diesem Rahmen von Bedeutung sein, die Entwicklung integrierter Mikroschaltungen sowohl auf monolithischer Basis als auch auf Schichtbasis – Dünnschicht- und Dickschichtschaltungen – zu verfolgen. Ergänzend hierzu werden die Verfahren der Druckschaltungstechnik zu verbessern und in ihrer Ausführungsform noch zuverlässiger zu gestalten sein.

Tendenzen in der Nebenstellentechnik

Allgemeiner Einfluß der Datenverarbeitung

Es besteht in Fachkreisen Einmütigkeit darüber, daß auch in der Nebenstellentechnik vor allem die Datenverarbeitung auf die künftige Gestaltung von Vermittlungen Einfluß nehmen wird, wobei man jedoch deren Anteil erstaunlich unterschiedlich bewertet. Es ergeben sich theoretisch vielfältige und interessante Lösungen, denen jedoch häufig Einschränkungen durch die technischen Gegebenheiten der bestehenden Netze und die Vorschriftenwerke der Fernmeldeverwaltungen auferlegt sind. Es muß auch berücksichtigt werden, daß die Schaffung neuer Nachrichtennetze langwierig und kostspielig ist und nicht innerhalb eines Jahrzehnts auf breiter Ebene wirksam werden kann. Schließlich ist zu beachten, daß die vielfach vorgeschlagene Integration von Datenverarbeitungseinrichtungen und Steuerungseinrichtungen für Sprechwegevielfache nicht ohne weiteres realisierbar ist.

Schwerpunkt der gegenwärtigen Diskussion ist die Frage, ob der Schaffung eigener Datennetze oder der Abwicklung des Datenverkehrs über vorhandene Nachrichtennetze der Vorzug zu geben ist. Hierbei ist insbesondere an das öffentliche Fernsprechnet

gedacht, das schon sehr weit verbreitet ist und für den Gelegenheitsdatenverkehr optimale und wirtschaftliche Lösungen bieten würde. Ein Datennetz wäre dagegen zumindest in einer Anfangsphase vor allem für schnellen Datenverkehr bei hohen Verkehrswerten wirtschaftlich. Es ist aber zu beachten, daß die Versuche der Integration von Nachrichtensystemen mit digitalen Verfahren in etwa dem gleichen Zeitraum ohnehin dazu führen könnten, daß Daten- und Fernsprechnetze wiederum in der Übertragungsebene miteinander verwachsen würden. Die Schaffung eigener Netze würde sich dann u. U. durch die technische Entwicklung von selbst erledigen. Es scheint im gegenwärtigen Zeitpunkt daher zweckmäßig zu sein, dem Datenverkehr auf Fernsprechnetzen zumindest zunächst einen gewissen Raum zu geben, daneben aber für ausgesprochene „Vielsprecher des Datenverkehrs“ ein möglicherweise weitmaschiges Datennetz mit wenigen Netzebenen zur Verfügung zu stellen, um entsprechende Wünsche, insbesondere auf dem Gebiet des sehr schnellen Datenverkehrs zwischen Computern, realisieren zu können.

Übertragungsfähigkeit des Sprechwegevielfaches

Das Sprechwegevielfach muß in Zukunft in weit stärkerem Maße als bisher an unterschiedliche Forderungen anpassungsfähig sein, wodurch die Kopplanordnungen und Verbindungssätze, Teilnehmerschaltungen und Übertragungen in ihrer schaltungs-technischen Konfiguration bestimmt werden.

Dem Wesen nach wird ein Sprechwegevielfach der Zukunft vierdrätig sein müssen im Hinblick auf bessere Übertragungseigenschaften und die Forderungen nach möglichem Vollduplex-Datenverkehr. Solange das öffentliche Netz dieser Forderung noch nicht überall bis in die Ausläufer des Netzes folgen kann, sollte die Vierdrätigkeit – wo technisch und wirtschaftlich sinnvoll – in Zukunft in Nebenstellenanlagen für verschiedene Nachrichtenbelange vorgesehen werden. Die Vierdrätigkeit wird auch der technischen Gegebenheiten des Video-Fernsprechverkehrs wegen Vorteile bieten. Hierbei spielt insbesondere der Gedanke an eine Verflechtung zwischen Vermittlungstechnik und Übertragungstechnik eine wichtige Rolle. Die Entscheidung für zwei- oder vierdrätige Zugänge sollte erst da fallen, wo auch die Eigenschaften der Endapparatur im Hinblick auf die Vermittlung festgelegt sind, d. h. in der Praxis in den quasi peripheren Einrichtungen des Vermittlungssystems, wie beispielsweise Teilnehmerschaltungen und Übertragungen.

Eine weitere Forderung besteht darin, daß zukünftige Sprechwegevielfache einschließlich der Übertragungen und Verbindungssätze gleichstromdurchlässig sein sollen, um insbesondere den Datenverkehr auf kurzen Entfernungen – dies gilt speziell für Nebenstellenvermittlungen – zu ermöglichen. Wird die Gleichstromdurchlässigkeit realisiert, so können im Verkehr zwischen Endstellen und Computer die aufwendigen Signalumformer, z. B. die sogenannten Modems, dort entfallen, wo sie nicht aus Übertragungs- und Störspannungstechnischen Gesichtspunkten unumgänglich sind. Die Forderung nach Gleichstromdurchlässigkeit bestimmt erheblich die Gestaltung der Verbindungssätze bzw. legt deren Wegfall nahe. Außerdem sind geeignete Teilnehmerendeinrichtungen und -übertragungen erforderlich, das Speiseproblem der Teilnehmeranschlüsse ist erneut zu betrachten.

Schließlich muß ein System in Zukunft bandbreitenvariabel sein. Häufig wird gefordert, daß Vermittlungen für schnelle Datenflüsse bzw. Fernsehtelefonie geeignet sein sollten. Dies können moderne Koppelvielfache meist erreichen, jedoch sind die Mehraufwendungen in den Gestellkabeln, Teilnehmerschaltungen, Übertragungen usw. erheblich, sobald die Datenflüsse eine Bandbreite fordern, die man nur über Koaxialleitungen abwickeln kann. Unter diesen Umständen wäre es nicht wirtschaftlich, grundsätzlich breitbandige Vermittlungen zu bauen, um auch einen solchen Verkehr abwickeln zu können. Vielmehr wird man breitbandige Koppler als Zusätze an vorhandene Vermittlungen anschließen und den Mehraufwand für die entsprechenden Sonderverkabelungen usw. nur für solche Teilnehmer durchführen, die auch entsprechende Signalflüsse haben. Prinzipiell muß jedoch die Steuerung eines zukunfts-sicheren Systems in der Lage sein, getrennte Koppler für schmal- und breitbandige Sprechwegevielfache gleichzeitig zu steuern.

Ein weiterer Gesichtspunkt möge demonstrieren, wie bedeutsam eine angepaßte Sprechwegedurchschaltung sein kann, wenn die Breitbandigkeit nicht ohne Mehraufwand zu erreichen ist. Viele Zukunftsschätzungen gehen davon aus, daß möglicherweise bereits in einigen Jahren die Informationsmengen des Datenverkehrs in den verfügbaren Nachrichtennetzen größer sein können als diejenigen, die im Fernsprechverkehr übertragen werden. Nimmt man an, daß der Datenverkehr deutlich steigende Tendenzen für die Zukunft aufweist, so wäre die Aufteilung der Flüsse auf die verschiedenartigen Leitungen für die Vermittlungstechnik von Bedeutung. Unter der Annahme einer deutlich steigenden Datenmenge ergeben sich Schätzungen, die in etwa

Verkehrsart	1970	1980	1990
Gleichstromdatenverkehr	< 1%	< 10%	10–20%
Wechselstromdatenverkehr	< 2%	< 15%	15–25%
Breitbanddatenverkehr	< 0,1%	1%	2–5%
Fernsprechverkehr	~ 100%	70–80%	~ 60%

TABELLE 1 Geschätzte prozentuale Aufteilung der Leitungen in Vermittlungsnetzen auf die verschiedenen Nachrichtenträger

die Tabelle 1 widerspiegelt. Wir erkennen in dieser Tabelle unter der Rubrik Gleichstromdatenverkehr bis 3 kHz, daß im Jahre 1970 1% der Leitungen mit dieser Verkehrsart belastet sind. Hierbei handelt es sich insbesondere um Fernschreib- und Gentexverkehr. Für das Jahr 1980 ist mit einer Verzehnfachung derartiger Leitungen zu rechnen, wobei hier insbesondere dem schnellen Gleichstromdatenverkehr in Nebenstellenanlagen Bedeutung zukommt. Im Jahre 1970 ist jedoch der Datenverkehr über Leitungen, die mehr als 3 kHz Bandbreite aufweisen, vernachlässigbar gering, insofern man den Verkehr in Nebenstellenanlagen und öffentlichen Netzen betrachtet. Es sei betont, daß diese Tabelle militärische und ähnliche Sondernetze nicht berücksichtigt, da hierüber Informationen und Zukunftsschätzungen verständlicherweise nicht zugänglich sind. Als Erkenntnis bleibt, daß mit dem herkömmlichen Band nach CCIF von 300–3400 Hz und Anschlußmöglichkeit für Gleichstromdatenverkehr praktisch 100% aller Leitungen in dieser Technik geschaltet sind; dies entspricht auch dem tatsächlichen Stand. Für das Jahr 1980 ist mit einem Anwachsen des Gleichstromdatenverkehrs auf etwa 10% aller Leitungen zu rechnen. Der Wechselstromdatenverkehr hat zu diesem Zeitpunkt mit einem Maximum von 15% zum Gesamtverkehrsaufkommen beizutragen, soweit Leitungszahlen betrachtet werden. Für den schnellen Datenverkehr oberhalb 3 kHz sind zu diesem Zeitpunkt etwa 1% aller Leitungen geeignet. 70–80% der Leitungen werden weiterhin Telefonverkehr, d. h. reinen Fernsprechverkehr führen. Unter diesen Annahmen kann festgestellt werden, daß selbst bei um ein Vielfaches größeren Informationsmengen für Datenverkehr – verglichen mit Fernsprechverkehr – im Jahre 1980 noch immer 98–99% aller Leitungen schmalbandigen Verkehr führen werden. Unter dem Begriff schmalbandig sei dabei eine Bandbreite von maximal 4 kHz verstanden. Wird nun das Jahr 1990 in Betracht gezogen, so lassen auch dort die Schätzungen erwarten, daß über 90% des Verkehrs auf schmalbandigen Leitungen durchgeführt wird, je-

doch reduziert sich die Zahl der Leitungen, die Telefonverkehr führen, auf etwa 60%. Die breitbandigen Leitungen, die für 1990 in dieser Schätzung 5 bzw. 2% ausweisen, würden jedoch zu diesem Zeitpunkt mehr als 70% der gesamten Informationsmengen übertragen. Diese Aufstellung zeigte deutlich, daß die Vermittlungstechnik bis zum Ende dieses Jahrhunderts nach allen Marktschätzungen und nach den heute übersehbaren Tendenzen bei mehr als 90% aller Zugänge mit sogenanntem schmalbandigen Verkehr rechnen muß. Grundlage hierfür sind die Überlegungen, die sich aus den Gegebenheiten der bestehenden Netze und den Möglichkeiten der jetzt geplanten Vermittlungs- und Übertragungssysteme ergeben. Ein verstärkter Einsatz schneller Datenkanäle im öffentlichen Netz zwingt zur Installation geeigneter Kabelnetze und dürfte mittelfristig auf große technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten stoßen. Ein Optimismus in dieser Richtung ist aus heutiger Sicht kaum zu rechtfertigen. Die Nebenstellentechnik mit ihrem begrenzten Kabelnetz muß dagegen in der näheren Zukunft auch schnelle Datenströme vermitteln können.

Es wird häufig diskutiert, innerhalb von Vermittlungen Einrichtungen anzuordnen, die Datenformate abändern. Eine solche Abänderung würde z. B. darin bestehen, elektrische Kenngrößen, die einem Datenverarbeitungsgerät optimal angepaßt sind, in elektrische Kenngrößen anderer Art umzuformen, die Übertragungsmedien oder anderen Datenverarbeitungsgeräten optimal angepaßt sind. Es scheint zweifelhaft, ob es zweckmäßig ist, derartige Einrichtungen – sog. Formatumsetzer – tatsächlich in die Vermittlungen einzubeziehen. In der Regel erlaubt die Struktur des Datensystems die eindeutige Zuordnung derartiger Übersetzungseinrichtungen zu den Eingängen der Datengeräte bzw. den vermittlungsseitigen Ausgängen zu Übertragungssystemen. In diesem Fall sind aber die Übersetzungseinrichtungen als Anhängsel der Vermittlungen zu betrachten und nicht als deren Bestandteil. Signalisierungsverfahren für den Verbindungsaufbau und konstruktive Gestaltung unterliegen aber den Forderungen der Vermittlungstechnik. Erst dort, wo sich ausgeprägte Datennetze mit verteilten Verarbeitungseinrichtungen und vielfach verteilten Schnittstellen zu Übertragungssystemen zu bilden beginnen, kann die Einbeziehung solcher Formatwandler oder deren Übersetzerschaltungen in den Kern der Vermittlungen zweckmäßig sein.

Einer solchen Entwicklung auf dem Vermittlungssektor steht jedoch die deutliche Tendenz der datenverarbeitenden Technik entgegen. Diese ist be-

strebt, möglichst hochleistungsfähige zentrale Einrichtungen, wie Datenbanken, zu schaffen, zu denen von vielen Stellen aus Zugänge möglich sind. Geht man von einem zentralen Verarbeitungsgebilde aus, so werden die Übersetzerschaltungen zweckmäßig an die Schnittstelle zwischen Datenverarbeitungsanlage und Vermittlungseinrichtung in Form von übertragungsähnlichen Gebilden angeordnet. In diesem Fall können die Schnittstellen in der Verkehrsrichtung zur Datenverarbeitungsanlage mehr als vierdrähtig für den wechselseitigen Verkehr (Vollduplex) bzw. mehr als zweidrähtig für den gerichteten Verkehr ausgelegt werden. Dann können auch optimale Bedingungen für den Verkehr zwischen Datenverarbeitungsanlage und Übersetzerschaltung geschaffen werden.

Die Betrachtung von Übersetzereinrichtungen bzw. Formatwandlern im Einsatz an der Schnittstelle zwischen Vermittlungssystem und nachgeschaltetem Nachrichtennetz führt zu analogen Ergebnissen. Die Begründung für diese Ergebnisse liegt darin, daß in einem solchen Fall jeder Verbindung gewisse ProgrammROUTINEN vorangesetzt werden müssen, die für den Verbindungsaufbau im Nachrichtennetz Bedeutung haben. Diese ROUTINEN können nur Schaltungen zugeführt werden, die den einzelnen Übertragungsleitungen fest zugeordnet und den speziellen Bedingungen auf diesen Leitungen angepaßt sind. Als Beispiel sei an dieser Stelle nur auf die Unterschiede solcher ROUTINEN bei ankommendem und abgehendem Amtsverkehr mit Durchwahl bzw. ohne Durchwahl hingewiesen. Die Vielfalt vorhandener Querverbindungsübertragungen kann hier nur angedeutet werden. Die Einbeziehung der datentechnischen Formatwandlung in die Übertragungssätze an der Übergangsstelle von Vermittlungen zu Nachrichtennetzen scheint zwingend und zweckmäßig.

Steuerung von Sprechwegevielfachen mit Mitteln der Datenverarbeitung

Die Sprechwegevielfache und einige Randgebiete der Vermittlungsaufgabe werden in modernen Systemen in vom Sprechweg klar trennbaren Einrichtungen gesteuert. Diese Trennung ist bereits zum Kennzeichen moderner Systemkonzepte geworden. Solche Steuereinrichtungen haben Aufgaben, wie sie typisch für die Prozeßsteuerung allgemeiner Art sind. Es liegt daher auch nahe, zumindest in der ersten Phase der Entwicklung von neuen Vermittlungseinrichtungen derartige Steuervorgänge

tatsächlich durch Prozeßsteuergeräte zu simulieren bzw. handelsübliche Prozeßsteuergeräte entsprechend zu programmieren.

Eine Analyse der von Vermittlungssteuerungen durchzuführenden Aufgaben ergibt drei große Aufgabenkomplexe:

Primäre Aufgaben

Hierzu zählen Auf- und Abbau von Verbindungen mit erstrebten Eigenschaften durch das Sprechwegevielfach von Eingang zu Ausgang des Vielfachs. Weiterhin ist es eine primäre Aufgabe der Steuereinrichtung, den Verbindungszustand während der Phase des Nachrichtenaustausches aufrechtzuerhalten und einen belegten Nachrichtenweg in der Vermittlung vor Doppelbelegung durch einen anderen Verbindungswunsch zu schützen, damit die stehende Verbindung nicht abgehört werden kann.

Sekundäre Aufgaben

Hierzu zählt insbesondere die Vereinfachung aller Bedienungsvorgänge sowohl vom Bedienungsplatz als vom Teilnehmer her. Diese Vereinfachung wird häufig auch als Erhöhung des Fernsprechkomforts bezeichnet. Wichtige Leistungsmerkmale, die in den Bereich der sekundären Aufgaben fallen, sind für Nebenstellenanlagen: Schnellruf, Zielwahl und Codewahl. Eine weitere sekundäre Aufgabe ist die Erfassung von Gesprächskosten durch dezentrale und zentrale Verfahren. Schließlich verdient die Aufgabe der Formatwandlung speziell für Verbindungsauf- und -abbauroutinen Erwähnung. Diese Aufgabe besteht darin, z. B. Tastenwahlverfahren in Nummernschalterwahlverfahren für den Übergang von Nebenstellenanlagen ins öffentliche Netz umzusetzen.

Tertiäre Aufgaben

Während die primären und sekundären Aufgaben im wesentlichen für Verbindungsauf- und -abbau und Aufrechterhaltung des Verbindungszustandes mit mehr oder weniger Bedienungskomfort von Bedeutung sind, ist der dritte Aufgabenkomplex im wesentlichen zugeschnitten auf die Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit des Systems. Entsprechend gehören in diesen Komplex z. B. die Kontrolle der Einrichtungen auf ordnungsgemäßes Arbeiten sowie die automatische Fehleranalyse und Ersatzschaltung von Baugruppen, sobald ordnungsgemäßes Arbeiten der Vermittlungsanlage nicht mehr gewährleistet ist. Schließlich könnte in die

Gruppe für tertiäre Aufgaben in der Zukunft auch die Umsetzung von Datenformaten in Verbindung mit den Sprechwegevielfachen einbezogen werden, wie es weiter oben bereits angedeutet wurde. Eine Untersuchung der Arbeitsbedingungen für jeden der drei Aufgabenkomplexe führt dabei zu dem Ergebnis, daß die primären Aufgaben Grundlagen des Vermittelns überhaupt sind. Diese primären Aufgaben sind fest umrissen und hoch strukturiert. Es sind während der Lebensdauer der Vermittlung nur geringfügige Wandlungen im Aufgabengebiet zu erwarten. Auf der anderen Seite wird im Vergleich zu anderen Datenverarbeitungseinrichtungen eine extrem hohe Betriebszuverlässigkeit gefordert. Da moderne Vermittlungssysteme sich auch in wirtschaftlicher Hinsicht mit bereits vorhandenen Einrichtungen zu messen haben, wird darüber hinaus hinsichtlich der Kosten ein ökonomischer Rahmen festgesetzt, der weit unter dem kleiner Betriebscomputer liegen kann, soweit die Nebenstellentechnik betroffen ist. Im Rahmen der primären Aufgaben steht einer geringen Gefahr erforderlicher Umprogrammierungen die Forderung nach großer Betriebszuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit gegenüber. Ein solcher Aufgabenrahmen läßt die Anwendung von Festprogrammen, die entweder verdrahtet oder in einer vergleichbaren Technologie ausgeführt sind als optimale Lösung erscheinen. Beachtet man darüber hinaus, daß der primäre Aufgabenkomplex als Minimalausstattung jeder Vermittlungseinrichtung zuzuordnen ist, so kann gesagt werden, daß für den Ausbaubereich der Nebenstellentechnik in der Grundausstattung das Festprogramm die optimale Lösung auch in der überschaubaren Zukunft darstellen wird. Dieser Lösung kommt darüber hinaus die Technologie hochintegrierter Halbleiterschaltungen entgegen, die ein Festprogramm über beachtliche Programmkomplexe geradezu fordert.

Während sich also für primäre Vermittlungsaufgaben das Festprogramm für die Zukunft in steigendem Umfange durchsetzen kann, wird bei den sekundären Aufgaben die Anpassungsfähigkeit der Leistungsmerkmale an die Kundenwünsche im Vordergrund stehen. Da es dem Kunden überlassen ist, insbesondere die Aufgabe der Adressenumformung für Schnellruf, Ziel- und Codewahl in einfacher Weise und häufig durchzuführen, erscheint hier eine variable Speicherprogrammierung – ähnlich der Computertechnik – am Platze.

Für den Komplex der tertiären Aufgaben bieten sich – da hier die Variabilität noch größer ist als auf dem Gebiet der sekundären Aufgaben – die

variablen speicherprogrammierten Einrichtungen an. Die Störungskontrolle und Überwachung muß nämlich dem jeweiligen Ausbauzustand der Einrichtung angepaßt werden. Besonders große Variabilität wird allerdings erst dann erforderlich sein, wenn durch Formatumsetzung die gesamte Leistungsskala der Datenübertragung einschließlich Zufügen von Redundanz für Übertragungswege bzw. Wegnahme von Redundanz für andere Aufgaben erforderlich wird. In diesem Fall ist eine Voraussage über den Umfang der variablen programmierbaren Speicherkapazität gegenwärtig nahezu unmöglich, wenn beispielsweise redundanzvermindernde Maßnahmen für die Fernsehbildübertragung über weite Strecken oder ähnliche Zukunftsaufgaben in die Betrachtung einbezogen werden.

Der Einführung dieser modernen Steuermittel in die Vermittlungstechnik stehen im wesentlichen zwei Probleme im Wege: Kostenstruktur und Betriebssicherheit.

Was die Kostenstruktur betrifft, so ist es schwierig, diese modernen Steuermittel an die Gebührevorschriften der Fernmeldegebührenordnung der Deutschen Bundespost anzupassen, da nach Datenverarbeitungsgesichtspunkten aufgebaute Vermittlungen eine völlig andere Kostenstruktur haben als beispielsweise Vermittlungen der herkömmlichen Nachrichtentechnik.

Die Betriebssicherheit, wie sie von der Vermittlungstechnik her gefordert werden muß, ist bei Rechner-einrichtungen der gegenwärtigen Technologie noch nicht in jedem Fall gewährleistet. Deshalb werden die datenverarbeitenden Einrichtungen bei Vermittlungen meist doppelt eingesetzt, vielfach sogar dreifach. Dadurch jedoch entfernt sich vor allem bei kleineren Anlagen ein rechnergesteuertes System in den Kostenrelationen weit von den Vorstellungen der bisherigen Vermittlungstechnik. Es muß also entweder versucht werden, die Betriebssicherheit ganz erheblich gegenüber dem bisher Erreichten zu steigern oder aber die Kosten durch geeignete Maßnahmen so zu senken, daß in Zukunft die Verdoppelung bzw. Verdreifachung von etwa 50 Teilnehmern an wirtschaftlich vertretbar ist. Die Grenze, bei der z. Z. die Wirtschaftlichkeit bei Duplikationen erreicht ist, liegt etwa bei mehreren tausend Teilnehmern und läßt sich nur allmählich auf die für Nebenstellenanlagen oft geforderte Größenordnung von 50 Teilnehmern reduzieren.

Entwicklung der Teilnehmerstationen

Der Zwang, moderne Systeme und Systemkonzeptionen zu entwickeln, resultiert aus der Forderung

nach einer rationellen Fertigung auf dem Vermittlungssektor, einer einfachen Wartung, einer höheren Betriebssicherheit und weiterhin aus der Forderung nach geringem Platzbedarf und Stromverbrauch für die Vermittlung. Im Vordergrund aller Forderungen steht der Wunsch nach einem höheren Fernsprechkomfort im weitesten Sinne. Hierbei verdient die Entwicklung der Endeinrichtungen beim Teilnehmer besondere Beachtung, denn hier sollen sich die Vorteile moderner Vermittlungen voll auswirken.

Ein Ausgangspunkt dieser Entwicklung dürfte der Tastenwahlfernsprechapparat sein, mit dem sich schon jetzt beim Internverkehr innerhalb einer Nebenstellenanlage der Verbindungsaufbau erheblich beschleunigen läßt. Derartige Tastenwahlanlagen sind in der Bundesrepublik bereits vereinzelt in Betrieb. Ausgehend von diesem Tastenwahlapparat liegt es nahe, die tonfrequenten Signale des Tastenwahlverfahrens auch für die Eingabe von Daten in Rechner zu benutzen. Auf diesem Wege erhält man eine sehr wirtschaftliche Dateneingabe-einrichtung für solche Teilnehmer in einem Daten-system, die nur gelegentlich von den Möglichkeiten des Datenverkehrs Gebrauch machen wollen und deren Verkehrsaufkommen hauptsächlich beim Fernsprechen liegt. Die Antwort wird über Sprachausgaben beim Rechner gegeben. Eine Weiterentwicklung der Tastenwahlstation ist das Datentelefon, bei dem man über die Tastatur Daten in den Rechner eingeben kann und zusätzlich in der Teilnehmerstation eine numerische Anzeige der Ergebnisse vom Rechner her vorgesehen ist. In beiden Fällen besteht bereits eine einfache Form einer Kommunikation zwischen Fernsprechteilnehmer und Rechner. Derartige Einrichtungen erscheinen bereits in absehbarer Zukunft auf dem Markt.

Ein anderer Ansatzpunkt für die Entwicklung von datengerechten Teilnehmereinrichtungen ist in den Fernschreibgeräten bekannter Bauart zu sehen. Unter zusätzlicher Benutzung tonfrequenter Signale läßt sich das Fernschreibgerät zu einem Datenterminal weiterentwickeln, das ebenfalls eine reguläre Kommunikation zwischen Mensch und Rechner ermöglicht. In diesem Fall erscheint ein bedrucktes Blatt Papier als Ergebnis – ein Verfahren, das auch Laien den Verkehr mit dem Rechner erheblich vereinfacht. Analog zur Weiterentwicklung des Fernschreibgerätes als Datenterminal im Nebenstellen-netz ist dann die Einschaltung von Loch- und Stanzsystemen für Lochkarten und Lochstreifen vorstellbar.

Eine wesentlich erhöhte Freizügigkeit im Fern-

meldekomfort wird jedoch erst das Fernsehtelefon im Zuge seiner zukünftigen Wandlung ermöglichen. In der ersten Phase, deren Anfänge derzeit zu vermerken sind, steht der Verkehr zwischen Fernsprechteilnehmern im Vordergrund. In diesem Fall können sich die beiden an einem Telefongespräch beteiligten Teilnehmer auch gegenseitig sehen. Es sind darüber hinaus – auch in der von TN vorgestellten Konzeption eines Fernsehtelefons – schon Vorschläge gemacht worden, durch Spiegel das Blickfeld so beweglich zu machen, daß die Bildübertragung von Akten, Schecks oder Zeichnungen möglich ist. In einer zweiten Phase wird unter Umschaltung sog. Formatwandler und Eingabetastaturen das Fernsehtelefon wahlweise für den optischen Verkehr zwischen zwei Endstellen eingesetzt oder als Datengerät für den Verkehr zwischen Rechnern und Fernsprechteilnehmern nutzbar gemacht. Hier bietet sich der Ansatz für ein echtes Kommunikationszentrum der Zukunft, wenn vorgesehen wird, daß über bestimmte Rufnummern beispielsweise auch innerbetriebliche Informationen, Überwachungen und ähnliches mehr abgewickelt werden können. Unter diesen Umständen gewinnt das Fernsehtelefon – zunächst für die Nebenstellentechnik – eine erhebliche Bedeutung. Allerdings muß Klarheit darüber bestehen, daß der Einsatz der Fernsehtelefonie für Teilnehmer-zu-Teilnehmer-Verkehr über öffentliche Netze in Europa kurzfristig nicht zu erwarten ist. Hier ist nur der Einsatz des Fernsehtelefons als Datensichtgerät unter Benutzung von Formatwandlern und Modems mit Zugang zum öffentlichen Netz in Betracht zu ziehen.

Schlußbetrachtung

Technische Lösungsmodelle für wichtige Leistungsmerkmale zukünftiger Nebenstellenvermittlungen liegen vor. Die Anliegen der Datentechnik gegenüber Vermittlungseinrichtungen werden die Leistungsmerkmale zukünftiger Anlagen mitbestimmen. Die Teilnehmermerkmale werden beherrscht von weiteren Komfortwünschen beim Verbindungsaufbau und der Verbesserung der Übertragungsmerkmale während des Verbindungszustandes.

Fernmeldelebens in aller Welt bearbeiten diese Fragenkomplexe. Es ist damit zu rechnen, daß dieses Jahrzehnt einen erheblichen Durchbruch im Hinblick auf die neuen Leistungs- und Bedienungsmerkmale bringen wird. Vielfältige Ansätze zeigen, daß die aufgeworfenen Probleme lösbar sind.

Literatur:

- [1] Lennertz, J., und Einbeck, F.: Einfluß des Ausbaugrades und Benutzungsgrades nachrichtentechnischer Einrichtungen auf die Gesamtwirtschaft. Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen Nr. 535. Hrsg. Staatssekretär Drs. h. c. Leo Brand. Köln und Opladen 1958.
- [2] Amts-Blatt des Reichs-Postamts vom 2. Jan. 1900 und Bestimmungen über Fernsprech-Nebenanschlüsse vom 31. Jan. 1900.
- [3] Telefonbau und Normalzeit 1899–1969. Hrsg. Telefonbau und Normalzeit. Frankfurt am Main 1969.
- [4] Wiedemann, K.: Die elektronisch gesteuerte TN-Nebenstellenanlage III W 6010 mit Flachreed-Kontakten im Sprechweg. TN-Nachrichten (1966) 66, S. 5–10.
- [5] Rüttinger, R., und Silber, M.: Betriebsmerkmale der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kopplern III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 10–15.
- [6] Knoblich, G., und Nickel, H.: Systemaufbau der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kopplern III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 3–9.
- [7] Kannemann, R. D.: Wählscheibe oder Tastatur. Fernmeldepraxis 45 (1968) 8, S. 319–327.

Aufbau und Organisation der Multireed-Fertigung

von Hans-Otto Kullmann

DK 658.5:621.3.066.6

Der Multireed-Kontakt ist ein Bauelement, das die Konzeption und die Systemmerkmale der TN-Nebenstellenzentralen in Multireed-Technik entscheidend beeinflusst hat [1, 2]. Dieser Kontakt, ein integriertes Bauelement mit vier Einzelkontakten im Volumen eines flachen Glasrohres mit für Reedkontakte üblichen Abmessungen, wurde in den TN-Laboratorien konzipiert und bis zur Serienreife entwickelt. Er wird nunmehr seit vier Jahren gefertigt und hat sich in vielen Bereichen der Fernmelde-technik bestens bewährt.

Für die Fertigung dieses Kontaktes in großen Stückzahlen war es notwendig, eine neue Fertigungslinie einzurichten, die Fertigungsorganisation zu planen und zu realisieren sowie die Kontrollmaßnahmen und den personellen Einsatz festzulegen.

Fertigungsorganisation

Die organisatorischen Maßnahmen zur Steuerung des Fertigungsablaufes bestanden im Hinblick auf die hohen Anforderungen an die Qualität der Multireed-Kontakte in einer genauen Festlegung und Abstimmung der einzelnen Fertigungsgänge mit entsprechenden Kontrollfunktionen. Die Zuständigkeiten für die Produktion und die Kontrolle sind dabei – wie bei TN seit vielen Jahren üblich – getrennt. Das Zusammenspiel dieser beiden Bereiche ist so aufeinander abgestimmt, daß in jeder dafür geeigneten Fertigungsstufe Informationen über die Qualität der gefertigten Teile anfallen.

Die Fertigungseinrichtungen sind innerhalb der Fertigungslinie nach dem Durchlaufprinzip angeordnet. Das Material durchläuft Werkzeuge und Vorrichtungen in einem logisch vorgegebenen Weg, wobei Maschinen für die mechanische Bearbeitung und Einrichtungen für das Reinigen der Kontaktbestandteile einander sinnvoll zugeordnet sind.

Die für das Einschmelzen fertig vorbereiteten Glasrohre und Metallteile werden einer Lager- und Kontrollstelle zugeleitet, die die einzelnen Materialchargen den Einschmelzautomaten zuteilt. Die Einschmelzautomaten sind aus Gründen der Sicherheit auf mehrere in verschiedenen Gebäuden untergebrachte Einschmelzräume aufgeteilt.

Die eingeschmolzenen und geprüften Kontakte werden einer in unmittelbarer Nähe untergebrachten

Fertigungslinie zugeleitet und dort zu Bauelementen und -gruppen weiterverarbeitet.

Fertigungsablauf

Mechanisches Bearbeiten der Rohmaterialien

Ausgangsmaterialien für die Fertigung des Multireed-Kontaktes sind Draht aus einer Eisen-Nickel-Legierung mit einem Durchmesser von 0,9 mm für die Herstellung der Metallzungen und Glasrohr aus Weichglas mit einem Durchmesser von 6,7 mm.

Vier Drahtrollen führen der Prägestation das Drahtmaterial zu. Nach einem Richtvorgang werden die Drähte zunächst an beiden Seiten in einem Schweißvorgang mit einem bandförmigen Trägerblech verbunden und sozusagen magaziniert. Anschließend werden die Runddrähte im Bereich des später im Glasrohr beweglichen Teils der Federn in einen rechteckigen Querschnitt geprägt; durch einen Trennvorgang in der Mitte entstehen auf jeder Seite je vier durch das Trägerband verbundene Einzel-federn – die Kontaktzungen des Multireed-Kontaktes. Dadurch lassen sich die Kontaktfedern einer Anschluß-Seite des Multireed-Kontaktes – zunächst noch für zehn Kontakte zusammengefaßt – in größeren Einheiten innerhalb der gesamten weiteren Fertigung handhaben. Die formgebende Bearbeitung der Kontaktfedern ist damit abgeschlossen, so daß nach Durchlauf verschiedener Reinigungsgänge die Oberflächenbehandlung beginnen kann. Das Trägerband wird erst nach dem Einschmelzen von den Federn abgetrennt, zu einem Zeitpunkt also, in dem der Multireed-Kontakt als mechanisch verbundenes Bauelement bereits hergestellt ist.

Die von der Glashütte angelieferten runden Glasrohre werden auf Länge geschnitten, in speziellen Vorrichtungen erwärmt und dann in engen Toleranzen in die flache Form gebracht, wie man sie für den Multireed-Kontakt benötigt. Nach dem Reinigen werden die Glasrohre direkt der Materialbereitstellung für die Einschmelzautomaten zugeführt.

Oberflächenbehandlung

Die Kontaktfedern erhalten an den kontaktgebenden Stellen eine Goldauflage. Dadurch wird eine hochwertige Kontaktstelle mit geringem Übergangswiderstand erreicht. Das Gold wird in einer galvanischen Linie in einem automatisch gesteuerten Prozeß mit sehr engen Toleranzen aufgebracht, wobei man der Reinheit der aufgetragenen Goldschicht besondere Aufmerksamkeit widmet. Die so veredelten Kontaktfedern werden anschließend in einem Diffusionsprozeß in Schutzgasatmosphäre entspre-

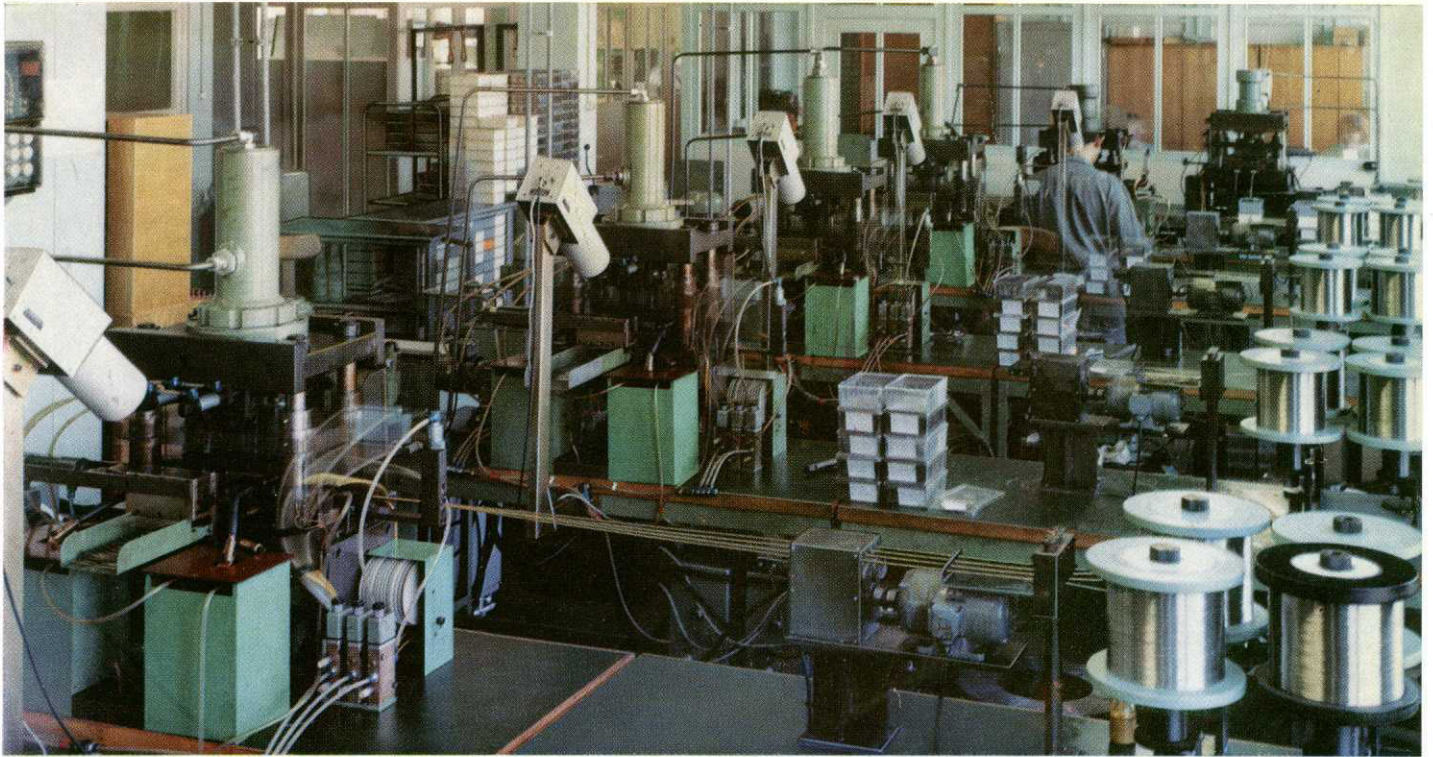


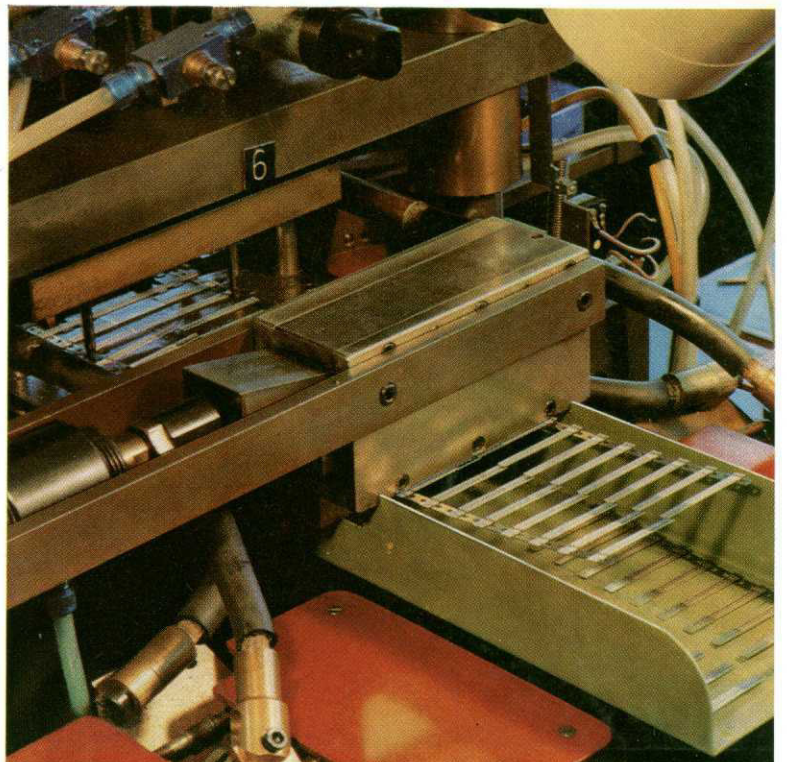
BILD 1 Prägeautomaten für die Federn des Multireed-Kontaktes – Fernsehkameras überwachen ihre Funktion

chend den Anforderungen an die Kontakte beim Einsatz in der Fernsprechvermittlungstechnik so behandelt, daß an den Kontaktstellen eine Gold-Nickel-Eisen-Legierung entsteht und die Kontaktfedern durch die Temperaturbehandlung von inneren Spannungen und äußeren Fremdschichten befreit sind. Danach werden sie an die Materialbereitstellung der Einschmelzautomaten weitergegeben.

Einschmelzprozeß

Dem Einschmelzprozeß kommt bei der Fertigung von Reedkontakten eine besondere Bedeutung zu. TN hat deshalb schon frühzeitig – parallel zu den anderen Entwicklungsarbeiten – mit der Konstruktion geeigneter Einschmelzautomaten begonnen und verfügt heute über ein beachtliches „know how“ in der Technik des Einschmelzens von Reedkontakten. Die Entwicklung des Rundautomaten für das Einschmelzen der Multireed-Kontakte basiert auf den guten Erfahrungen, die TN mit ähnlichen Automaten in der Fertigung des Flachreed-Arbeitskontaktes gemacht hat. Beim Multireed-Einschmelzautomaten sind 15 Einschmelzstationen auf einem Drehteller angeordnet. Eine gemeinsame Eingabe führt den Einschmelzstationen die Glasrohre und die Kontaktfedern – jeweils vier Federn auf einem Trägerband vereint – aus Magazinen zu. Die Eingabestation kuppelt sich während des Vorbeilaufes einer

BILD 2 Auf Magazinierband zu Vierergruppen zusammengefaßt, verlassen die Kontaktfedern die Prägestation



Einschmelzstation an die umlaufende Station an und übergibt das Glasrohr und die zwei Sätze mit Kontaktfedern an die Einschmelzstation. Die Übergabestation löst sich nach diesem Vorgang und kehrt in

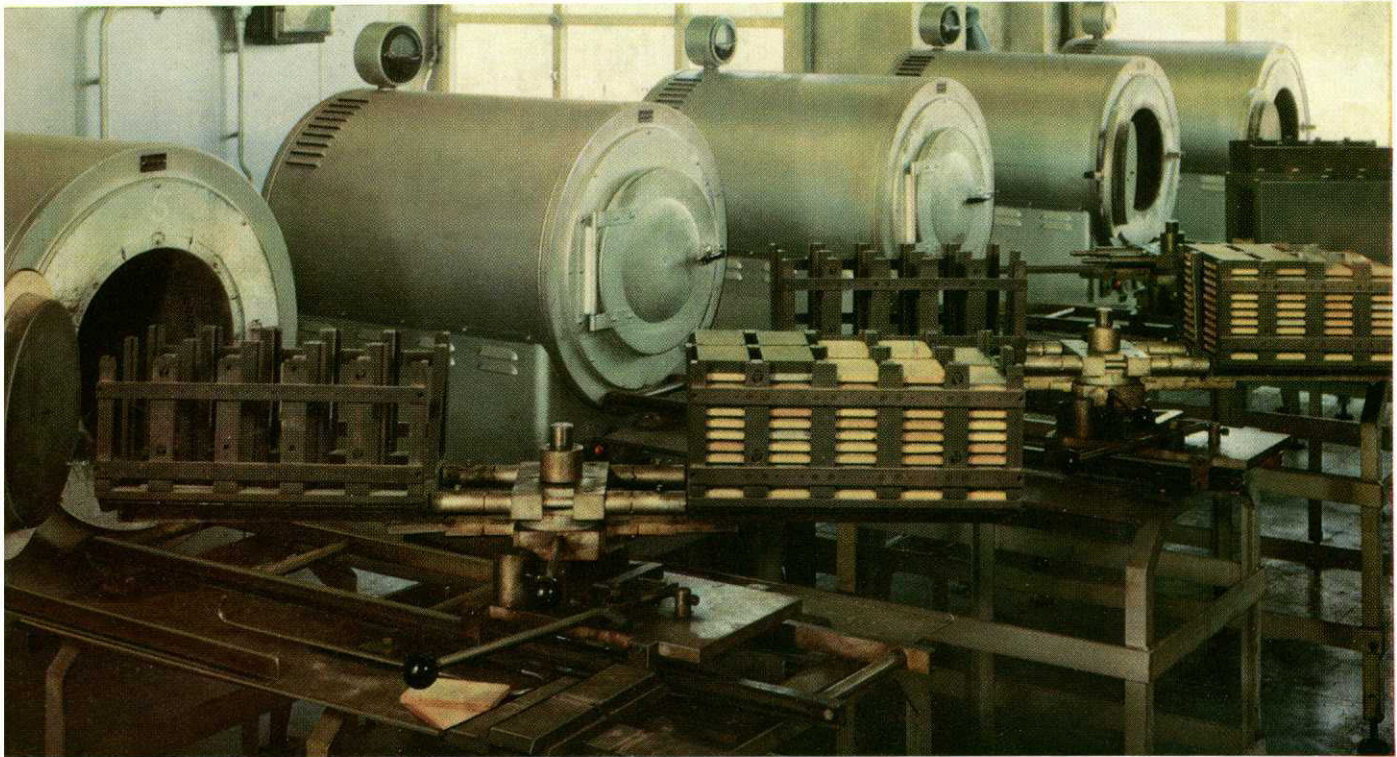
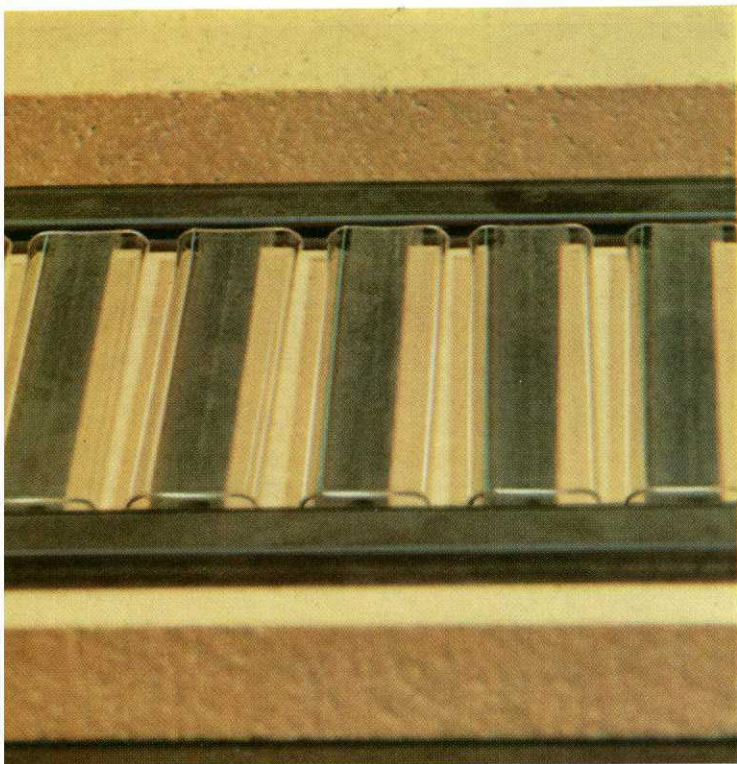


BILD 3 Wärmeöfen für die Herstellung flacher Glasrohre

BILD 4 Fertige Glasrohre in der zum Flachpressen verwendeten Vorrichtung



die Ausgangsposition zurück. In der Einschmelzstation beginnen nun die für das Einstellen und Justieren der Kontaktfedern erforderlichen Arbeitsgänge, nach deren Abschluß das Glasrohr über die

Kontaktfedern gebracht wird. Während des Umlaufes der Einschmelzstation auf dem Automaten wird dann im Schutzgasstrom zunächst die obere, dann die untere Einschmelzstelle hergestellt. Eine besondere Steuerung der für den Schmelzprozeß notwendigen Heizung sorgt für eine kontrollierte Abnahme der Temperatur nach dem Einschmelzen. Restspannungen, welche die Qualität der Glas-Metall-Verbindung beeinträchtigen können, lassen sich so weitgehend vermeiden. Am Ende der Abkühlzone gibt der Rundautomat den Kontakt in einen tellerförmig ausgebildeten Speicher, der die Zuordnung des gefertigten Kontaktes zur Einschmelzstation sicherstellt. Dies ist notwendig, um bei der dann folgenden Übergabe in eine Prüfeinrichtung die dort meßtechnisch erfaßten Daten der jeweiligen Einschmelzstation zuordnen zu können.

Qualitätskontrolle

Ob eine lückenlose Überwachung der angelieferten Materialien hinsichtlich Beschaffenheit, spezifischer Daten, Eigenschaften und Toleranzen im Fertigungsprozeß gelingt, ist vom Aufbau und der Organisation der Qualitätskontrolle für die gesamte Fertigungslinie abhängig. Deshalb entnimmt man vom angelieferten Material Stichproben und prüft diese sorgfältig auf die bestimmenden Einflußgrößen und Toleranzen. Von besonderer Bedeutung ist dabei

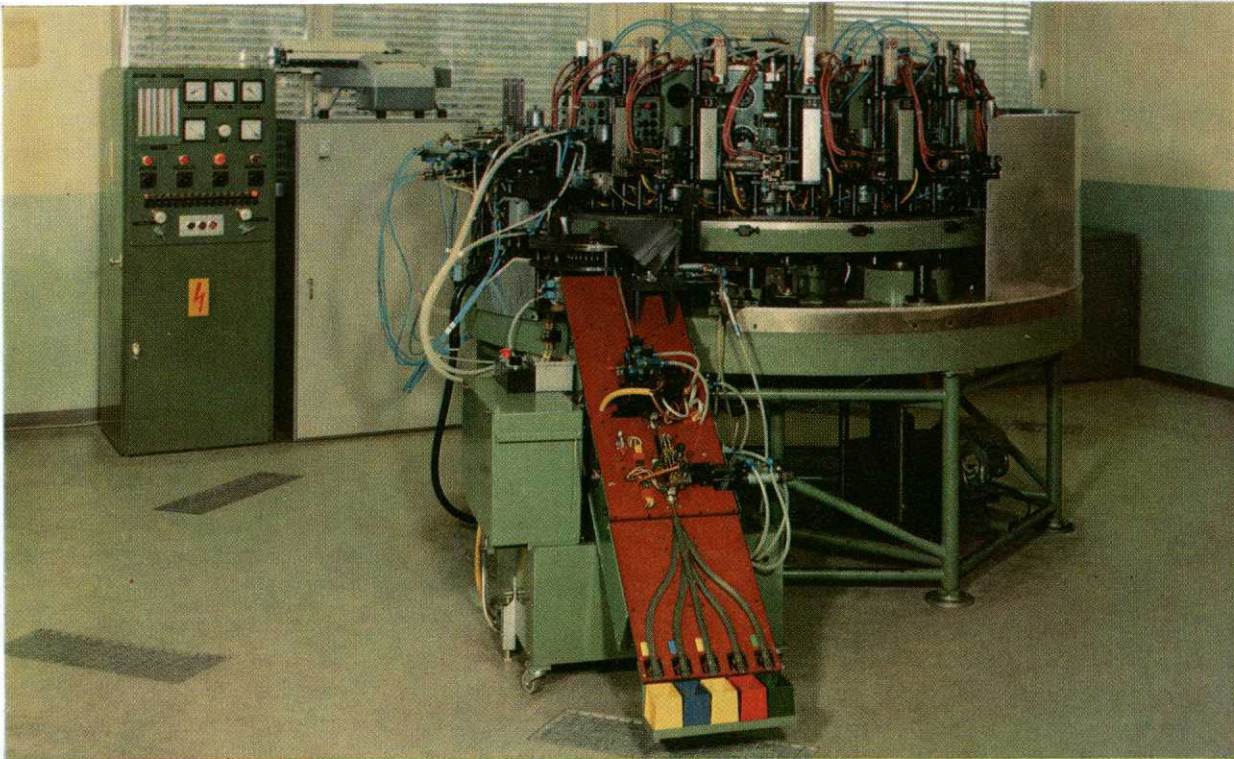
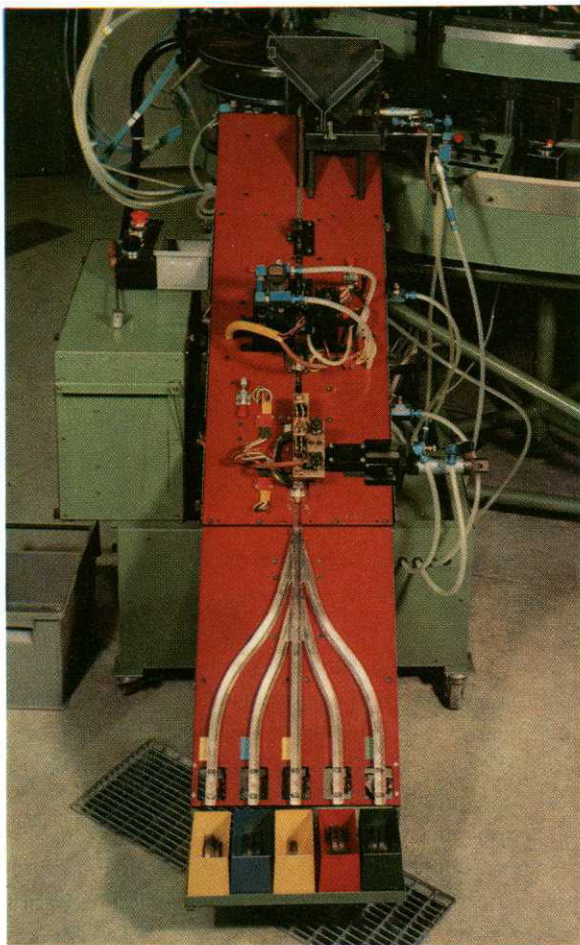


BILD 5 Einsmelzautomat mit Prüf- und Registriereinrichtung. Das Prüfergebn wird für jeden einzelnen Kontakt protokolliert.

BILD 6 Prüf- und Sortiereinrichtung am Ausgang des Einsmelzautomaten



die Verträglichkeit von Glas und Metall beim Einschmelzprozeß, um innere Spannungen in der Einschmelzstelle möglichst gering zu halten. Erst nach erfolgreicher Eingangsprüfung gelangt dann das Material in die Fertigung. Dem Betriebslaboratorium – zuständig für alle labormäßig zu bearbeitenden Aufgaben im Fertigungsbereich – kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Aufgabe zu: Die vorgeschriebenen spezifischen Materialeigenschaften und die festgelegten Daten und Toleranzen müssen mit der Praxis im Produktionsvorgang in Einklang gebracht und Abweichungen daraufhin untersucht werden, wie diese sich auf den fertigen Kontakt auswirken.

Die Kontrolle des in der Fertigung bearbeiteten Materials innerhalb der gesamten Fertigungslinie bezieht sich jeweils auf die einzelnen Chargen. Aus jeder Charge werden Stichproben entnommen und in einem die Charge begleitenden Protokollblatt das Prüfergebn festgehalten. Die Prüfdaten der so kontrollierten und qualifizierten Chargen sind nach jedem Arbeitsgang durch ergänzende Angaben zu vervollständigen. Vor der Weitergabe der Kontaktfedern und Glasrohre an die Einschmelzautomaten steht eine nochmalige Kontrolle, um sicherzustellen, daß die Automaten das angelieferte Material ohne Schwierigkeiten verarbeiten können. Unmittelbar nach dem Einschmelzprozeß mißt eine

Prüfeinrichtung die elektrischen und magnetischen Kenndaten des Kontaktes. Zusätzlich werden in einer mechanischen Kontrolle die äußeren Abmessungen und mit einem elektrischen Meßverfahren die Dichtigkeit geprüft. Ein Drucker registriert das in einem Code klassifizierte Ergebnis dieser Prüfung. Gleichzeitig selektiert eine Sortiereinrichtung die Kontakte nach bestimmten, für die weitere Anwendung wichtigen Kriterien.

Von entscheidender Bedeutung ist der Ausdruck des Meßergebnisses mit der Zuordnung zu der Einschmelzstation, auf der der Kontakt hergestellt wurde. Damit wird für jeden einzelnen eingeschmolzenen Kontakt ein Protokollausdruck geliefert, der in codierter Form die gemessenen Daten beinhaltet.

Das Bedienungspersonal des Einschmelzautomaten ist dadurch in der Lage, tendenzielle Abweichungen von den Soll-Daten schon zu erkennen, bevor die zulässigen Toleranzgrenzen überschritten sind. Diese Rückkopplung ist die Voraussetzung für einen optimalen Betrieb der Einschmelzautomaten bei hohen Produktionszahlen und engen Toleranzgrenzen. Innerhalb der gesamten Fertigungslinie fallen – bezogen auf Materialchargen bzw. auf den einzelnen gefertigten Kontakt – Daten an, die das Betriebslaboratorium statistisch und nach Trendgesichtspunkten auswertet. Die Ergebnisse dieser über längere Zeiträume geführten Beobachtungen liefern wertvolle Hinweise über die Konstanz der Daten und gestatten insbesondere auch eine Aussage darüber, welche Einflüsse bei notwendigen Umstellungen innerhalb der Fertigungslinie – z. B. bedingt durch die ständige Expansion bzw. die Forderung nach Rationalisierung – zu beachten sind.

Um Aufschluß über die Lebensdauer der Kontakte zu erhalten, werden routinemäßig aus bestimmten Kontakt-Chargen Prüflinge entnommen und anhand der in einer FTZ-Norm festgelegten Prüfvorschriften für Reedkontakte getestet. Dabei müssen alle Prüflinge eine bestimmte Lebensdauer bei definierten Lastbedingungen erreichen.

Fertigungseinrichtungen

Die geforderte gleichbleibende Qualität der Multireed-Kontakte erfordert besondere Maßnahmen: einwandfreie Funktion der Fertigungseinrichtungen und Reproduzierbarkeit des Fertigungsablaufes. Dies gilt vor allem für die im Fertigungsprozeß benötigten Maschinen und Vorrichtungen, die ständig überwacht werden müssen. Insbesondere lassen sich anhand der bei Datenänderungen festgestellten Tendenz Abnutzungserscheinungen an einzelnen Werkzeugen und Einrichtungen feststellen. Denn

eine Reparatur bzw. Neuanfertigung muß bereits zu einem Zeitpunkt veranlaßt werden, in dem die Daten der mit diesen Werkzeugen gefertigten Kontakte noch innerhalb der zulässigen Toleranzen liegen.

Bei der Konstruktion der Einschmelzautomaten achtete man darauf, daß außer dem gemeinsamen Antrieb für die Drehbewegung alle weiteren Funktionen für den Einschmelzprozeß dezentral den einzelnen Einschmelzstationen zugeordnet sind. Damit ist die Störungsreichweite auf die einzelne Station begrenzt, die, ohne den Betrieb des Automaten einstellen zu müssen, sich mit wenigen Handgriffen entfernen und austauschen läßt.

Fernsehkameras überwachen die richtige Funktion der Prägeautomaten für die Kontaktfedern. Dadurch ist es möglich, mehrere Prägestationen von nur einer Stelle aus zu überwachen und nur im Notfall die Stationen einzeln zu bedienen.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine definierte Umgebung für die besonders anspruchsvollen Fertigungsvorgänge zu gewährleisten; dies gilt besonders für den Einschmelzprozeß. Die Einschmelzautomaten sind deshalb in voll klimatisierten Räumen mit konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit untergebracht, deren Sauberkeit ständig kontrolliert und das Meßergebnis dafür registriert wird.

Personaleinsatz

Ausbildung

Mehrjährige Erfahrung hat gezeigt, daß für die Mitarbeiter im Bereich der Multireed-Fertigung eine besondere Ausbildung zweckmäßig ist, da Kenntnisse auf mehreren Gebieten notwendig sind. Die Mitarbeiter der arbeitsmäßig zusammengehörenden Teams durchlaufen deshalb eine besondere Schulung, in der sie mit den Einzelheiten des Multireed-Kontaktes und den Besonderheiten seiner Fertigung vertraut gemacht werden. Die praktische Ausbildung findet an besonderen Einschmelzautomaten statt.

Schichteinsatz und Prämiensystem

Die dringend notwendige Erweiterung der Fertigungskapazität für Multireed-Kontakte bedingte den Übergang zum Mehrschichtbetrieb. Dabei wirkte sich neben der längeren täglichen Betriebsdauer auch die eingesparte Anlaufzeit günstig auf das Produktionsergebnis aus. Hinzu kommt, daß die Mitarbeiter eines Teams jeweils gemeinsam einer Schicht zugeteilt sind.

An einem guten Produktionsergebnis sind die Mitarbeiter außerdem noch durch ein Prämiensystem interessiert, das an den Produktionszahlen einwandfreier Kontakte orientiert ist.

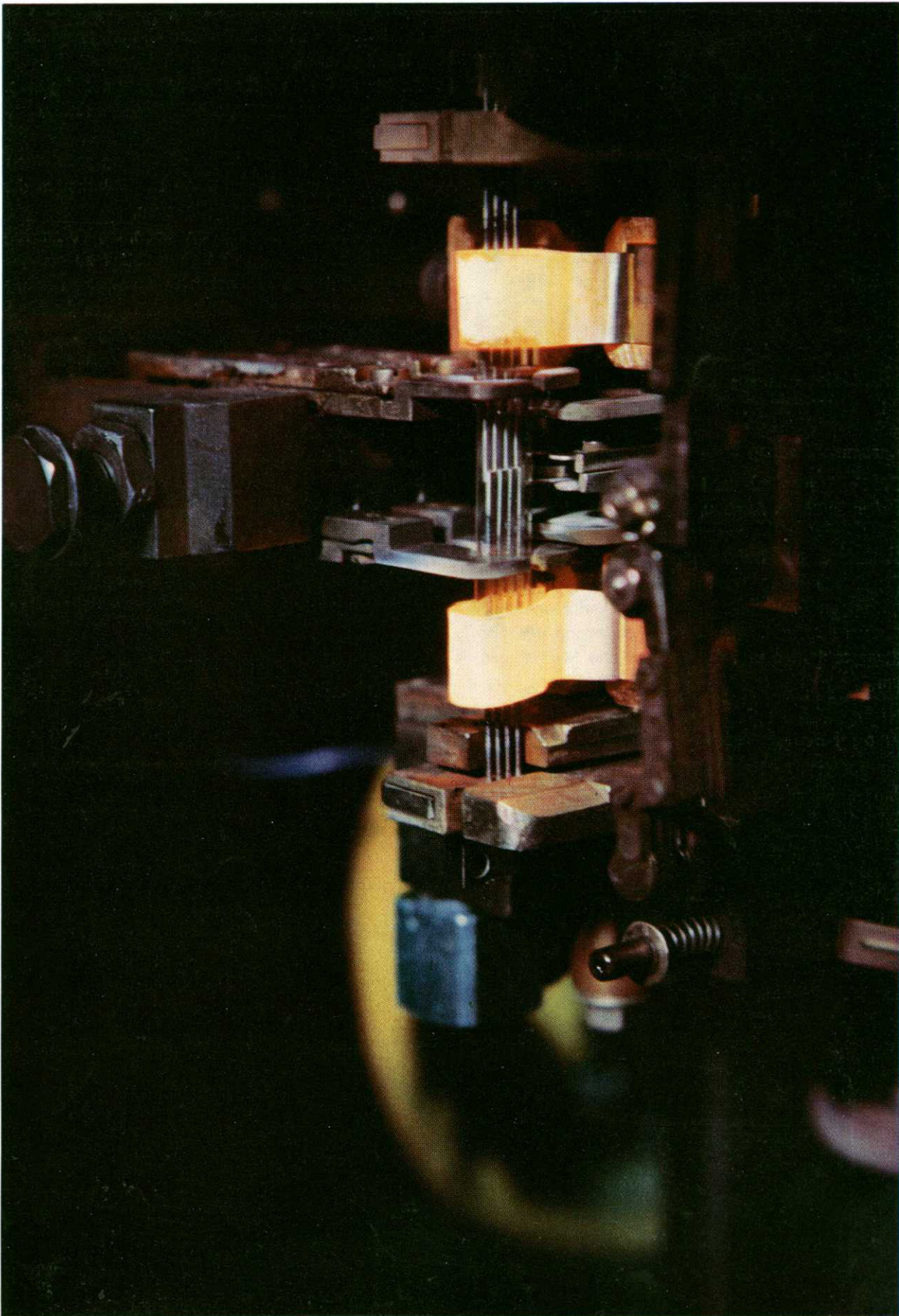


BILD 7 Multireed-Kontakt während des Einschmelzvorganges

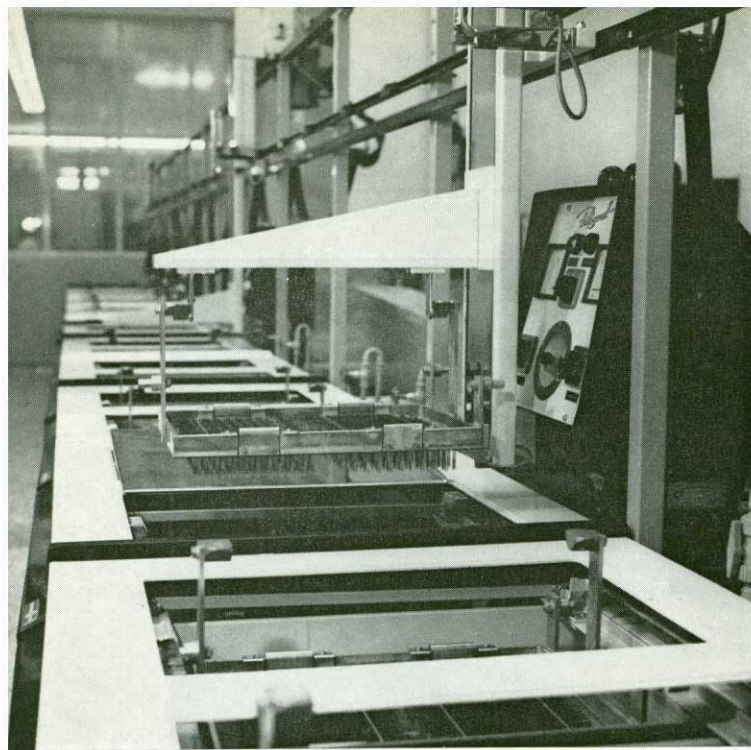


BILD 8 Taktgesteuerte galvanische Anlage zum Veredeln der Kontaktstellen

Zusammenfassung

Die Fertigungsline der Multireed-Kontakte befindet sich ständig im Ausbau, um den Bedarf – bedingt durch den Produktionsanstieg bei Multireed-Nebenstellenanlagen – befriedigen zu können.

Die kontinuierliche Fertigung eines Bauelements mit engen Toleranzen und hohen Qualitätsanforderungen erfordert eine genaue Festlegung des Fertigungsablaufes und organisatorische Maßnahmen, um

die Methoden festzulegen, das Material in den einzelnen Fertigungsstufen zu kontrollieren, die Maschinen für die Fertigung ständig unter den festgelegten Bedingungen einsatzbereit zu halten und nicht zuletzt die Mitarbeiter in dieser Fertigung anzulernen, auszubilden und damit für die Besonderheiten der Multireed-Fertigung zu qualifizieren. Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Verantwortung für den exakten Fertigungsablauf zu delegieren und die Mitarbeiter durch ein von der Produktion einwandfreier Kontakte abhängiges Prämiensystem am Erfolg ihrer Arbeit zu beteiligen. Mit den derzeit vorhandenen Fertigungseinrichtungen wurden bereits mehrere Millionen Multireed-Kontakte hergestellt; weitere Anstrengungen zielen dahin, die Kapazität dieser Fertigungsline auszubauen und die Qualität der Kontakte weiter zu verbessern.

Literatur:

- [1] vom Berge, E.; Gärtner, E.; Gerhard, W.; Kullmann, H.-O.; Wirtz, H.: Eine neue Schutzrohrkontakt-Technik für Nebenstellenzentralen mit Multireed-Kopplern. TN-Nachrichten (1967) 67, S. 2–21.
- [2] Knoblich, G., und Nickel, H.: Systemaufbau der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kopplern III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 3–9.

BILD 9 Fernsehmonitore überwachen die Prägeautomaten



Zeitmultiplexe Sprechwegedurchschaltung

von Wolfgang Schott

DK 621.395.12

Aufgabe einer jeden Vermittlungseinrichtung ist es, den zugehörigen Teilnehmern für eine frei wählbare Dauer einen oder gegebenenfalls auch mehrere Nachrichtenkanäle zum Zweck des Informationsaustausches zur Verfügung zu stellen.

In der Mehrzahl aller Fälle dienen zum Durchschalten der Verbindungen normale Sprachkanäle im Bereich von 300 bis 3400 Hz, deren Eigenschaften – Pegelverzerrungen, Geräuschspannungen, Linearität, Beeinflussbarkeit durch Nebensprechen und Unsymmetrie – in den einschlägigen Richtlinien der Deutschen Bundespost spezifiziert sind; sie werden als bekannt vorausgesetzt. Darüber hinaus bestimmen die Erfordernisse anderer Informationsträger, wie beispielsweise bei der Datenübertragung, die Kanaleigenschaften zukunftsicherer Anlagen. Die wesentlichen Merkmale bestehen hierbei in einer Verminderung der unteren Grenzfrequenz – meist bis 0 Hz –, gegebenenfalls in der Erhöhung der oberen Grenzfrequenz sowie in der Ebnung der Laufzeit. Aus wirtschaftlichen Erwägungen ordnet man dem Teilnehmer immer den Kanal zu, der die gestellten Forderungen optimal erfüllt.

In der Vermittlungseinrichtung werden die Anschlußleitungen der an einer Verbindung beteiligten Teilnehmer über Koppelpunkte verbunden. Die Koppelpunkte bleiben für die Dauer der Verbindung den Anschlußleitungen zugeordnet. Da die Wirtschaftlichkeit einer Vermittlungseinrichtung entscheidend vom Ausnutzungsgrad der verwendeten Schaltmittel abhängt, ist es notwendig, die für die Gesamtheit der Koppelpunkte – das Koppelfeld – erforderlichen Einrichtungen nach den Gesichtspunkten der Mehrfachausnutzung (Multiplex) zu betreiben. Je nach dem Prinzip der Mehrfachausnutzung unterscheidet man zwischen Raum-, Zeit- und Frequenzmultiplex, wobei das letztere lediglich in der Fernübertragung von Bedeutung ist. Im folgenden werden die Eigenschaften und Möglichkeiten der zeitmultiplexen Sprechwegedurchschaltung beschrieben und mit denen räumlicher Koppelpunkte verglichen.

Raumvielfach-Koppelfelder

Seit den Anfängen der Vermittlungstechnik bis in die jüngste Vergangenheit wurden ausschließlich Raumvielfach-Koppelfelder – Schalter, Wähler, Relais-Koppler u. a. – eingesetzt; ihre Durchschaltwege sind räumlich voneinander getrennt.

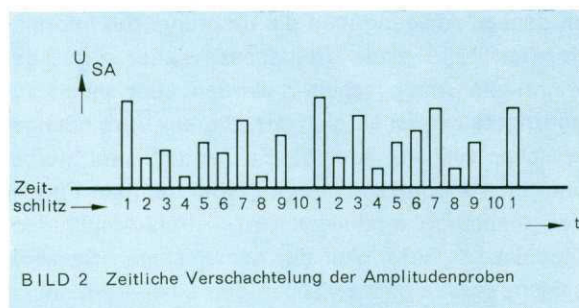
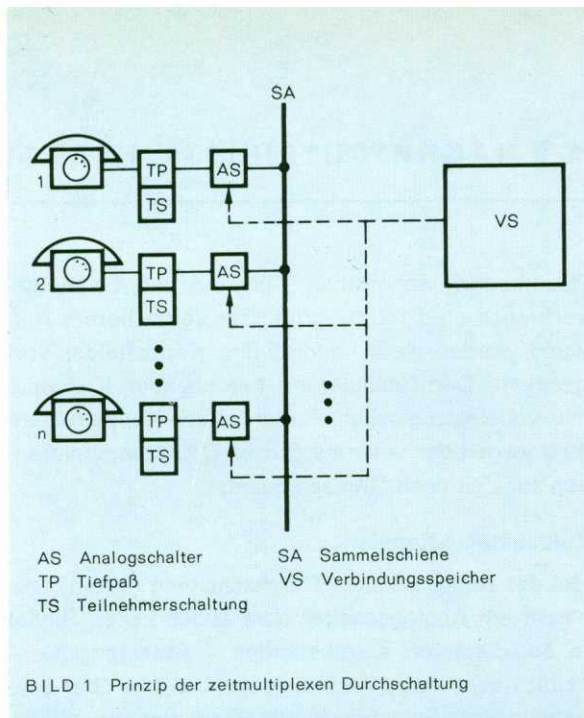
Raumbedarf, apparativer Aufwand und Leistungsverbrauch sind relativ groß. Bei vertretbarem Aufwand werden meist mehrstufige Koppelfelder vorgesehen. Der Realisierung bestehender Konzepte mit vollelektronischen Raumvielfach-Koppelfeldern sind wegen der unvermeidlichen Dämpfungstoleranzen zur Zeit noch Grenzen gesetzt.

Zeitmultiplex-Koppler

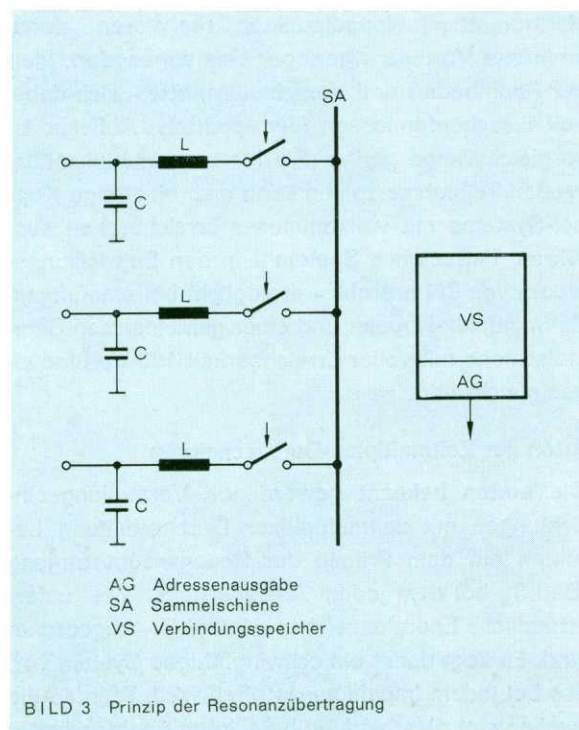
Bei der zeitmultiplexen Durchschaltung (Bild 1) entnimmt ein Analogschalter dem angebotenen Signal in äquidistanten Zeitabständen – Abtastperiode – zeitlich sehr kurze Amplitudenproben, die über eine gemeinsame Sammelschiene einem zweiten, gleichzeitig aktivierten Analogschalter zugeführt werden, an dessen Ausgang man die ursprüngliche Information mit Hilfe eines Tiefpasses wieder zurückgewinnt; die Analogschalter werden über ihnen zugeordnete Adressen aktiviert, die ein Verbindungsspeicher zyklisch ausgibt. Es handelt sich hierbei um einen Modulationsvorgang, bei dem ein Puls in der Amplitude moduliert wird – Puls-Amplituden-Modulation (PAM). Auf der gemeinsamen Sammelschiene lassen sich zwischen den einer Verbindung zugeordneten Amplitudenproben die Proben weiterer Verbindungen übertragen (Bild 2), d. h. bei N gleichzeitig möglichen Verbindungen wird jeder Verbindung ein Zeitschlitz von $1/N$ -tel der Abtastperiode zugewiesen. Im Gegensatz zum Raumvielfach-Koppelfeld sind hier die Durchschaltwege zeitlich getrennt. Dieses Verfahren läßt sich infolge der erforderlichen Schaltgeschwindigkeit nur mit vollelektronischen Koppelpunkten realisieren, deren inhärente Vorteile – geringer Leistungsbedarf, kleiner Raumbedarf und Verschleißfreiheit – sich dabei voll ausschöpfen lassen. Der apparative Aufwand ist vergleichsweise gering. Bis hin zu verhältnismäßig großen Teilnehmerzahlen kann man einstufige Koppelfeld-Systeme mit vollkommener Erreichbarkeit ausführen. Ein solches System – in den Entwicklungslabors von TN erprobt – ermöglicht bei einstufigem Zeitmultiplex-Koppler und einer gemeinsamen Sammelschiene mit voller Erreichbarkeit 100 Verbindungen gleichzeitig.

Arten der Zeitmultiplex-Durchschaltung

Die ersten bekannt gewordenen Vermittlungseinrichtungen mit zeitmultiplexer Durchschaltung beruhten auf dem Prinzip der Resonanzübertragung (Bild 3), bei dem jedem Analogschalter zwei unterschiedliche Energiespeicher – L und C – zugeordnet sind. Es liegt damit ein schwingfähiges System vor, das bei jedem Impuls angestoßen wird. Werden die zwei an einer Verbindung beteiligten Analogschalter

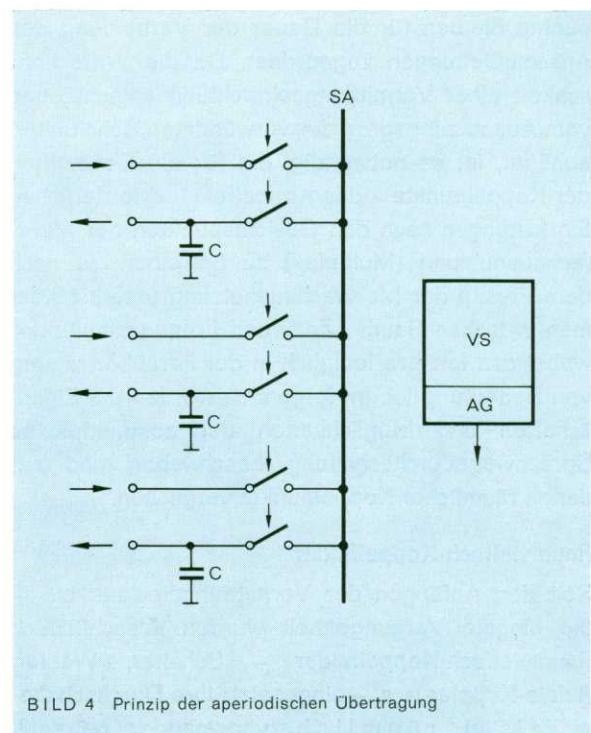


genau für die halbe Periodendauer der entsprechenden Eigenfrequenz geschlossen, so findet ein reflexionsfreier Austausch der in den beteiligten Kondensatoren gespeicherten Ladungen und damit der Spannungen statt. Es handelt sich daher um eine im Idealfall verlustlose Zweidraht-Durchschaltung. Ist



die Durchschaltdauer der Analogschalter jedoch kürzer oder länger, kommt es infolge der Reflexionen zu einer zusätzlichen Dämpfung der zu übertragenden Signale. Die Analogschalter müssen daher bis auf wenige Nanosekunden genau durchgeschaltet werden, was erhebliche Anforderungen an die Konstanz des Steuersignals und an die Toleranzen im Zeitverhalten der Analogschalter bedingt. Bei Temperaturschwankungen ändert sich der Wert der Induktanz, und bei Erweiterungen der Teilnehmerzahl ändert sich der Wert der kapazitiven Reaktanz; beide Effekte beeinflussen die Eigenfrequenz des schwingfähigen Gebildes, wodurch bei konstant gehaltener Schalter-Schließzeit Reflexionserscheinungen entstehen. Die von der Temperatur und vom Ausbau-Zustand der Vermittlungseinrichtung abhängigen Dämpfungsabweichungen der Koppelstrecke lassen sich mit Hilfe von Regelschaltungen ausgleichen. Als kostenintensive Bauelemente beeinflussen die Induktivitäten die Wirtschaftlichkeit des Systems. In jüngster Zeit sind jedoch auch spulenarme Ausführungen bekannt geworden.

Der technische Fortschritt brachte aus den genannten Gründen eine Abkehr von der Resonanzübertragung; zur Zeit geht man immer mehr zu einer aperiodischen Durchschaltung über (Bild 4). Hierbei sind die einem Teilnehmer zugeordneten Nachrichtenströme in zwei Richtungen – ankommend und abgehend – aufgeteilt, wozu zwei getrennte Koppelpunkte – Analogschalter – erforderlich sind. Auch der Zeitschlitz ist in zwei Hälften unterteilt: TIn A → TIn B;



TIn B $\rightarrow$ TIn A. Im Prinzip handelt es sich hier um eine vierdrähtige Durchschaltung. Als Übergang zu zweidrähtigen Anschlüssen dient eine Gabelschaltung, deren Dämpfung man mit einem Verstärker ausgleicht. Bei der aperiodischen Durchschaltung treten die mit der Eigenfrequenz der Resonanzübertragung zusammenhängenden Probleme nicht auf; weitere Vorteile ergeben sich infolge der vierdrähtigen Durchschaltung für Datenverkehr – Vollduplex – und Freisprech-Einrichtungen. Auch die Versuchsanlage von TN ist mit solchen aperiodisch durchschaltenden Koppelpunkten ausgerüstet.

Systemmerkmale

Grundlage aller Pulsmodulationsverfahren ist das Abtasttheorem, dessen wesentliche Aussagen hier kurz wiedergegeben seien:

Ein bandbegrenztes Signalgemisch läßt sich umkehrbar eindeutig durch zeitlich äquidistante Amplitudenproben darstellen, wenn die Abtastfrequenz mindestens das Doppelte der höchsten im Signalgemisch vorhandenen Frequenz beträgt. Zur Demodulation ist lediglich ein Tiefpaß erforderlich, der die im PAM-Spektrum enthaltene Ursprungsinformation (Nachricht) zurückgewinnt.

Beide Aufgaben – Bandbegrenzung des Eingangssignals und Rückgewinnung des Basisbandes – lassen sich zweckmäßigerweise mit demselben Tiefpaß lösen, den man im Falle der aperiodischen Durchschaltung auf der Zweidrahtseite vorsieht. Von entscheidender Bedeutung für den Aufwand ist

hierbei die Wahl der Abtastfrequenz, da ein geringer Abstand zwischen oberer Kanalfrequenz – üblicherweise 3400 Hz – und der halben Abtastfrequenz hohe Anforderungen an die Flankensteilheit des Tiefpasses stellt. Als günstig hat sich hier eine Abtastfrequenz von 10 kHz erwiesen. Bei einer Zeitschlitzbreite von 1 μ s sind damit 100 Verbindungen pro Sammelschiene gleichzeitig möglich. Es ist noch zu bemerken, daß die Rückgewinnung des Basisbandes mit Hilfe eines Tiefpasses einer linearen, passiven Demodulation entspricht, d. h. durch den Demodulationsvorgang selbst werden keine nicht-linearen Verzerrungen verursacht, da eine Rückmischung dabei nicht erforderlich ist.

Durch den Abtastvorgang erfährt das Eingangssignal eine erhebliche Dämpfung, die im wesentlichen auf das Tastverhältnis zurückzuführen ist; beträgt beispielsweise die Breite der Amplitudenprobe 250 ns, so ergibt sich bei 10 kHz Abtastfrequenz eine Dämpfung von 52 dB. Um diese Dämpfungen zu reduzieren, werden vielfach Halteglieder benutzt (Bild 5), welche die jeweilige Spannung bis zum Eintreffen der folgenden Amplitudenprobe konstant halten. An einem solchen Halteglied steht eine treppenkurvenförmige Approximation des Eingangssignals, deren spektrale Grundwelle nicht mehr vom Tastverhältnis auf der Übertragungsstrecke abhängt. Die dazu erforderliche Energie liefert die Gleichstromquelle. Dieses Verfahren bringt jedoch eine verzerrungsfreie Phasenverzögerung mit sich; der Phasen-

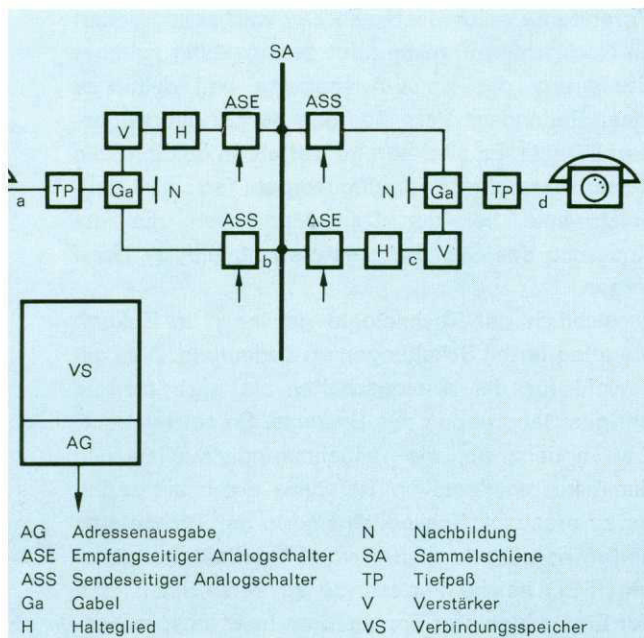


BILD 5 Blockschaltbild des Zeitmultiplex-Sprechweges mit aperiodischer Durchschaltung

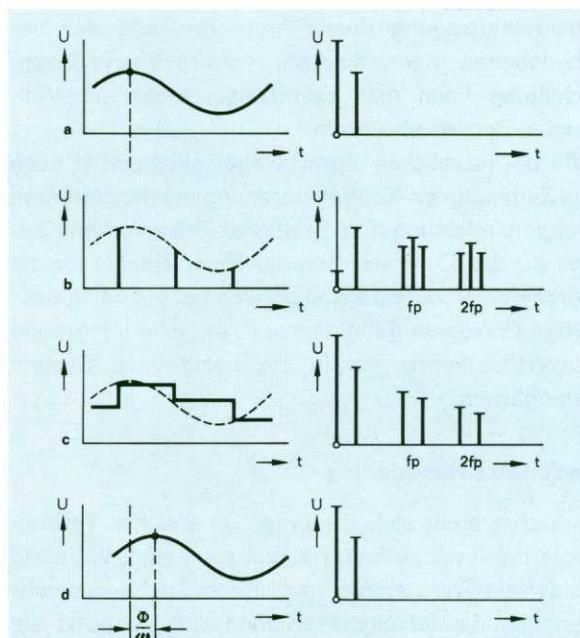


BILD 6 Zeitfunktionen und Amplitudenspektren zur aperiodischen Sprechwegdurchschaltung

winkel, um den die Grundwelle dieses treppenkurvenförmigen Signals gegenüber dem Eingangssignal verschoben ist, ergibt sich zu $\phi = -\pi \frac{f}{f_p}$, wobei f die Signalfrequenz und f_p die Abtastfrequenz darstellt.

Weiterhin tritt eine systematische, frequenzabhängige Dämpfung infolge des Spaltverhaltens auf, die sich aus der Spaltfunktion $\sin \pi \frac{f}{f_p} / \pi \frac{f}{f_p}$ ergibt; so ist beispielsweise die dadurch bedingte zusätzliche Dämpfung bei $f=3400$ Hz und $f_p=10$ kHz etwa 1,9 dB. Ihr Einfluß läßt sich durch ein entgegengesetztes Frequenzverhalten anderer Vierpole reduzieren. Bei der Versuchsanlage geschieht dies durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung in dem auf den empfangsseitigen Analogschalter folgenden Verstärker. In Bild 5 sind die Baugruppen eines Sprechweges mit zeitmultiplexer aperiodischer Durchschaltung wiedergegeben, während Bild 6 die entsprechenden Zeitfunktionen und ihre zugehörigen Amplitudenspektren zeigt.

Übertragung von Signalen für Datenverkehr

Auch bei Systemen mit zeitmultiplexer Durchschaltung kann man eine Gleichstromtransparenz von Teilnehmer zu Teilnehmer erreichen. Diese Eigenschaft gestattet eine wirtschaftliche Datenübertragung ohne Zwischenschaltung aufwendiger Modems, sofern die Geräuschbeeinflussung im Kabelnetz dies zuläßt. Selbstverständlich läßt sich auch innerhalb des Sprachkanals eine tonfrequente Datenübertragung durchführen. Im Falle der beschriebenen aperiodischen, vierdrähtigen Durchschaltung kann man den Datenverkehr im Voll-duplex-Betrieb abwickeln.

Wie bei räumlichen Sprechwegevielfachen ist auch bei Zeitmultiplex-Koppelanordnungen eine getrennte Koppereinrichtung für Breitband-Datenverkehr sowie für das Durchschalten der Video-Kanäle für die Fernsehtelefonie so lange notwendig, bis völlig neuartige Prinzipien gefunden sind, die eine Integration dieser Verkehrsarten in ein homogenes System ermöglichen.

Technische Realisierung

Zunächst stellt sich die Frage, in welcher Technologie die Analogschalter aufzubauen sind. Während Feldeffekt-Transistoren mit ihrem richtungsunabhängigen Leitfähigkeitsverhalten sich zunächst als Wechselstromschalter anbieten, stellen ihre immer noch relativ hohen und vor allem stark mit Toleranzen behafteten Durchlaßwiderstände im einge-

schalteten Zustand sowie die auf kapazitiven Erscheinungen beruhenden ungünstigen Schalteigenschaften gravierende Nachteile dar. Aus diesen Gründen verdienen bipolare Transistor-Schalter den Vorzug. Dabei ist es zweckmäßig, monopolare Amplitudenproben mit nicht verschwindendem Gleichstrom-Mittelwert zu übertragen.

Der Sammelschiene kommt in einem Zeitmultiplex-System zentrale Bedeutung zu; ihre Reflexionserscheinungen prägen in erheblichem Umfang die Nebensprecheigenschaften des Systems. Bei räumlich ausgedehnten Anlagen wird die Sammelschiene meist in Teilstücke aufgeteilt, die über spezielle Breitband-Verstärker miteinander verbunden sind. Reicht die mit einer Sammelschiene maximal erzielbare Verkehrskapazität nicht aus, so werden entweder mehrere Sammelschienen parallel und simultan betrieben, oder man sieht mehrstufige Zeitmultiplex-Koppler vor. Weiterhin läßt sich eine Zusatzdämpfung für Internverkehr bei PAM-Kopplern stark zentralisiert realisieren, im allgemeinen durch eine schaltbare Bedämpfung der Sammelschienen-Signale.

Ausblick

Die geplanten integrierten Weitverkehrsnetze der Zukunft werden mit sehr großer Wahrscheinlichkeit eine Vielzahl verschiedener Informationen in der Form pulsmodulierter Signale (PCM) übertragen. Da die Gewinnung von PCM-Signalen auf PAM-Signalen beruht, bieten sich Vermittlungseinrichtungen mit zeitmultiplexer Durchschaltung als Vorstufe für solche Netze an. Der wachsende Bedarf an Nachrichten-Kanälen führt zwangsläufig zu einer Steigerung der Kanal-Ausnutzung und damit zu einer Redundanz-Verminderung der zu übertragenden Signale. Es sind bereits Verfahren bekannt, die dieser Tatsache Rechnung tragen; so wird beispielsweise bei der Delta-Modulation nur die Änderung des Signalparameters zeitmultiplex übertragen.

Hinsichtlich der Technologie gewinnen in Zukunft die integrierten Schaltungen an Bedeutung. Dies gilt sowohl für die Analogschalter als auch für die übrigen Baugruppen des Systems. So zeichnet sich die Tendenz ab, die teilnehmerindividuellen und damit kostenintensiven Tiefpässe durch aktive Filter zu ersetzen. Schließlich sind in der Technologie und in den Eigenschaften von Feldeffekt-Transistoren (FET) solche Fortschritte zu verzeichnen, daß der Ersatz bipolarer Transistoren bzw. entsprechender integrierter Schaltungen durch FET-Schaltungen abzusehen ist, wodurch sich Volumenbedarf und Leistungsverbrauch weiter erheblich verringern.

Tastenwahl in großen W-Nebenstellenanlagen am Beispiel der III W 6020

von Horst Nickel

DK 621.395.21

Den Fernsprechteilnehmern wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer Verkehrsmöglichkeiten eröffnet. Diese erlauben z. B. dem Fernsprechteilnehmer, selbsttätig – d. h. ohne vorherige Anmeldung beim Fernamt – Verbindungen ins In- und Ausland durch Betätigen des Nummernschalters aufzubauen. Die Fernsprech-Nebenstellentechnik macht diese erweiterten Verkehrsmöglichkeiten denjenigen Teilnehmern nutzbar, die am Verkehrsaufkommen des öffentlichen Fernsprechnetzes den größten Anteil haben.

Im Hinblick auf das zur Zeit von den großen Firmen der Fernmeldeindustrie in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bundespost entwickelte elektronische Wählsystem (EWS) gewinnt die Tastenwahl auch für Nebenstellenanlagen an Bedeutung. Die Deutsche Bundespost hat in Zusammenarbeit mit den zustän-

digen Ausschüssen des Zentralverbandes der elektrotechnischen Industrie Richtlinien erarbeitet, die es gestatten, nach einer Rahmenregelung mittlere und große W-Nebenstellenanlagen in Tastenwahl auszuführen. In dieser Rahmenregelung „Vorläufige Technische Bedingungen für Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl“ sind das Verfahren der Tastenwahl (TW), die Ausstattung der Nebenstellenanlagen und der Tastenwahlapparate festgelegt.

Ausstattung und Funktionsweise großer W-Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl

Mittlere W-Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl unterliegen nach der oben erwähnten Rahmenregelung der Regelausstattung, und alle an die Zentrale angeschlossenen Fernsprechapparate müssen für Tastenwahlbetrieb ausgeführt sein.

Dagegen wurde die Tastenwahl bei großen W-Nebenstellenanlagen in die Ergänzungsausstattung eingegliedert; hier ist es also gestattet, auch Fernsprechapparate mit Nummernschalterwahl (NW) an die Vermittlungseinrichtung anzuschalten. Aus wirtschaftlichen Erwägungen sollen jedoch 100 Ne-

BILD 1 Fernsprechtischapparat Modell E 3 mit Wähltastatur



Taste	Codezeichen		Empfangs-Elemente			
	a-Ader	b-Ader				
1			A			
2			A			D
3			A	B		
4			A	B		D
5			A		C	D
6			A	B	C	
7				B		
8				B		D
9				B	C	
0				B	C	D
X (F2)			A		C	
Y (F1)			A	B	C	D

BILD 2 Einheitscode des Dioden-Erd-Verfahrens

benstellen für dasselbe Wahlverfahren ausgestattet sein. Darüber hinaus kann die Anlage beliebig in TW oder NW mit je 10 Anschlußorganen für Nebenstellen erweitert werden.

Die Tastenwahlverfahren sind so normiert, daß die Schaltkriterien für das Aussenden der Codezeichen – nach dem Dioden-Erd-Verfahren (DEV) oder gegebenenfalls später Mehrfrequenz-Verfahren (MFV) – von allen Vermittlungseinrichtungen aufgenommen werden können, die mit den dazu geeigneten Empfangseinrichtungen ausgerüstet sind. Hierdurch ist eine Austauschbarkeit von Tastenwahl-Fernsprechapparaten in Nebenstellenanlagen aller Fabrikate gegeben, ähnlich wie dies bei Nummernschalterwahl-Apparaten mit dem Impuls : Pausen-Verhältnis von 60 : 40 ms im Geltungsbereich der Deutschen Bundespost der Fall ist.

Die Anordnung der Zifferntastatur – 3×3+1 – im Tastenwahl-Fernsprechapparat zeigt Bild 1. Links und rechts der Ziffer „0“ befinden sich die Funktionstasten. Die linke Funktionstaste X (F2) kann für spezielle Aufgaben, wie z. B. Aufschalten auf besetzten Teilnehmeranschluß oder Fangen von Nebenstellen, verwendet werden. Die rechte Funktionstaste Y (F1) dient zum Einleiten von Rückfragegesprächen und gegebenenfalls zum Anschalten einer Amtsleitung oder für Direktruf zum Vermittlungsapparat bei aufgelegtem Handapparat. Beim DEV-Tastenwahlverfahren geschieht das Aussenden der Codezeichen in der Weise, daß beim

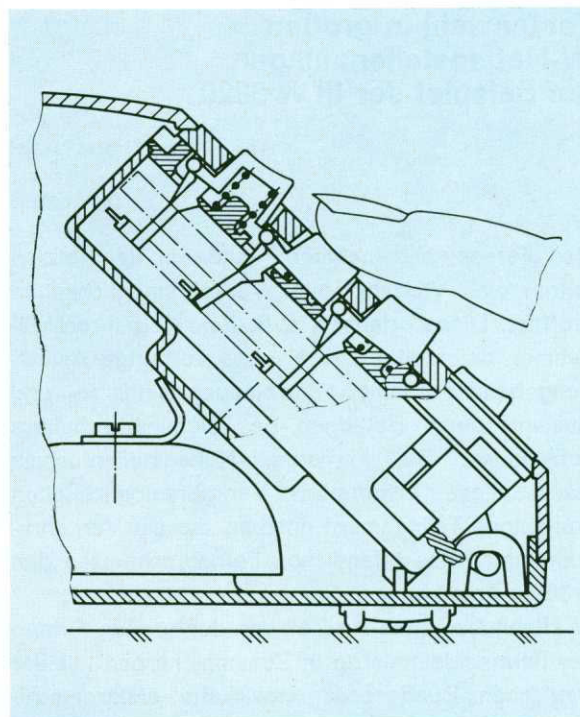


BILD 3 Wähltastatur mit Kipptasten

Betätigen einer Ziffern- oder Funktionstaste der Schleifenstromkreis unterbrochen und Erde direkt oder über Dioden an die a- oder b-Ader oder an beide angelegt wird. Hierdurch sprechen in der Empfangseinrichtung der Nebenstellenanlage die Empfangselemente an (Bild 2).

Die in der TN-Gruppe entwickelte Kipptastatur (Bild 3) hält alle Schaltkriterien exakt ein, die beim Niederdrücken max. 5 ms bzw. beim Loslassen der Tasten 10 ms betragen dürfen [1]. Sie gewährleistet somit bei einer Tastendruckwirkdauer von ≥ 50 ms ein fehlerloses Einspeichern der Codezeichen in die Empfangseinrichtung der Zentrale. Das Schaltkriterium von max. 5 ms beim Niederdrücken der Taste garantiert, daß vor Anlegen des Erdpotentials die Schleife geöffnet ist und die Zifferninformation entsprechend der Codierung feststeht, bevor die Zeichen zur Empfangseinrichtung der Zentrale gesendet werden. Dagegen ist beim Loslassen der Taste in der Zeit von 10 ms das Abtrennen der Erde sowie Zifferninformation von der a- und/oder b-Ader und das Schließen der Schleife sichergestellt. Eine Verfälschung der Wahl unterbleibt dadurch. Die Tastepause zwischen zwei Eingabevorgängen darf die Zeit von 50 ms nicht unterschreiten, so daß eine Tastendruckfolge von 100 ms eingehalten werden muß, um eine einwandfreie Wahl und somit das sichere Auswerten der Codezeichen durch die Empfangseinrichtung nicht zu gefährden.

Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl sowie die voll-elektronisch programmgesteuerte III W 6020 mit Multireed-Kopplern bieten den Benutzern erst dann den vollen Betriebsvorteil, wenn die Anschlußorgane für Amtsleitungen an eine öffentliche Vermittlungsstelle angeschlossen sind, die eine Tastenwahlinformation unmittelbar aufnehmen können und die Verbindung zum fernen Amtsteilnehmer genauso schnell herzustellen in der Lage sind, wie es indirekt gesteuerte Systeme vermögen. Dies wird erst dann möglich sein, wenn das Sprechwege-Netzwerk der Deutschen Bundespost auf das in der Entwicklung befindliche elektronische Wählsystem umgestellt ist. Bis dahin bietet das Tastenwahlverfahren nur im Internverkehr zwischen den Nebenstellen die Vorteile einer schnellen Tasteneinwahl in Verbindung mit dem sofortigen Durchschalten des Sprechwege-Netzwerkes durch die Programmsteuerung. Für den Verkehr zum öffentlichen Fernsprechnetz über die Amtsanschlußorgane oder zu Zweitnebenstellenanlagen über Querverbindungsleitungen – also dem sogenannten Externverkehr – müssen z. Z. noch Wahlumsetzer (WU) eingesetzt werden, welche die Codezeichen der Tastenwahl im Impulsverhält-

nis von 60/40 ms umsetzen und mit Pausen für die Freiwahlzeit von 800 ms nach jeder Ziffernfolge zügig weitergeben.

Multireed-Nebenstellenanlage III W 6020 mit Tastenwahl

Die vollelektronisch programmgesteuerte große W-Nebenstellenanlage III W 6020 mit Multireed-Kopplern (Bild 4) wurde in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Deutschen Bundespost so entwickelt, daß eine nach der Regelausstattung mit Nummernschalterwahl betriebene Anlage durch einfaches Nachrüsten von Leiterplatten zu einem Anlagentyp für Nummernschalterwahl und Tastenwahl oder für reinen Tastenwahl-Betrieb entsprechend der Ergänzungsausstattung ergänzt werden kann [2]. Der im Bild 5 gezeigte Übersichtsplan der großen W-Nebenstellenanlage III W 6020 mit Tastenwahl veranschaulicht den Ablauf des Intern- sowie des Externverkehrs.

Betriebsmerkmale

Das Sprechwege-Netzwerk der III W 6020 ist aus Multireed-Kopplern aufgebaut [3]. Gute Verkehrs-

BILD 4 Große Multireed-Nebenstellenanlage III W 6020 (Türen entfernt)



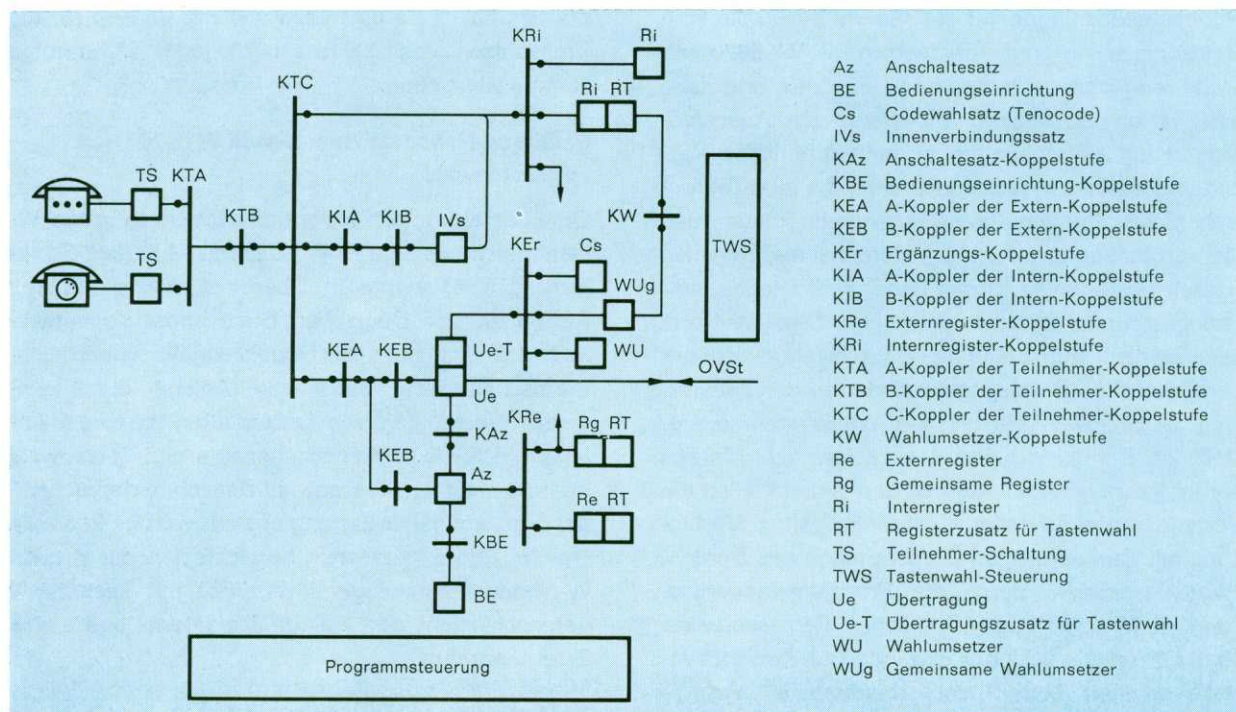


BILD 5 Übersichtsplan der III W 6020 mit Tastenwahl

leistungen bei wirtschaftlichem Koppelaufwand werden durch die mehrstufige Koppelanordnung erreicht; die Koppelstufen sind durch Zwischenleitungen – Linksystem – miteinander verbunden. Die Koppelanordnung besteht aus den Koppelfeldabschnitten KT, KI und KE. Während der Koppelfeldabschnitt KT in drei Stufen KTA, KTB und KTC untergliedert ist und den gesamten Verkehr in interner und externer Richtung aufnimmt, ist der Koppelfeldabschnitt KI in zwei Koppelstufen KIA und KIB unterteilt und dient dem ankommenden Internverkehr. Die Koppelstufen KEA und KEB bilden den Koppelfeldabschnitt KE, über den der gesamte Externverkehr abgewickelt wird.

Die Nebenstellen sind über Teilnehmeranschlußorgane (TS) an die Koppelstufe KTA des Sprechwege-Netzwerkes angeschaltet. Jeder Teilnehmer erhält aus der teilnehmereigenen wahlfesten Aufgangsschaltung den Besetztton. Die wahlfeste Aufgangsschaltung verhindert ein Blockieren wertvoller Verbindungswege und erhöht somit die Verkehrsleistung der Anlage. Weiterhin gewährleistet die wahlfeste Aufgangsschaltung, daß falsches Teilnehmerverhalten, z. B. Betätigen des Nummernschalters oder der Wähltastatur während der Besetztton-Einkopplung, zu keiner Falschwahl führt.

Die Schaltkreise der Teilnehmeranschlußorgane sind so ausgelegt, daß man die Leiterplatte mit den teilnehmereigenen Baugruppen während des Gesprächszustandes der Nebenstelle herausziehen

und durch Einschieben neuer Leiterplatten ersetzen kann, ohne die Gespräche unterbrechen zu müssen. Das hat den entscheidenden Vorteil, daß z. B. als defekt erkannte Schaltkreise oder Bauelemente, die sich auf der Leiterplatte befinden, außerhalb der Zentrale geprüft und gegebenenfalls erneuert werden können, ohne die Nebenstellenteilnehmer durch Austauschen der Leiterplatten stören zu müssen.

An die Koppelstufe KTC sind über den einstufigen Registerkoppler KRi die Internregister Ri und die gemeinsamen Register Rg angeschlossen. Die internen Register dienen ausschließlich den Nebenstellen bei abgehendem Verkehr, während die gemeinsamen Register bei Belegung aller Ri als Überlaufregister sowohl den Teilnehmer- als auch den Rückfrage- bzw. Durchwahlverkehr aufnehmen. Die Register sind in zwei Baugruppen unterteilt. Die erste Baugruppe enthält das Schieberegister für die Aufnahme der Wählimpulse bei Nummernschalterwahl sowie die Speicher für die Zifferninformation und die Bauelemente der Speisestrom- und Freiton-Einkopplung. Sie stellt somit die Register-Grundbaugruppen dar. Die zweite Baugruppe ist der Registerzusatz für Tastenwahl RT. Der RT empfängt die Codezeichen der Tastenwahlteilnehmer (Bild 6). Durch das Abfallen bzw. Ansprechen der Relais I und X mit ihren zugeordneten Kontakten wird bei Tastendruck an der Nebenstelle der Tastenwahlempfang eingeleitet. Das Relais A bewirkt das Anschalten des Codeempfängers an die a- und b-Ader,

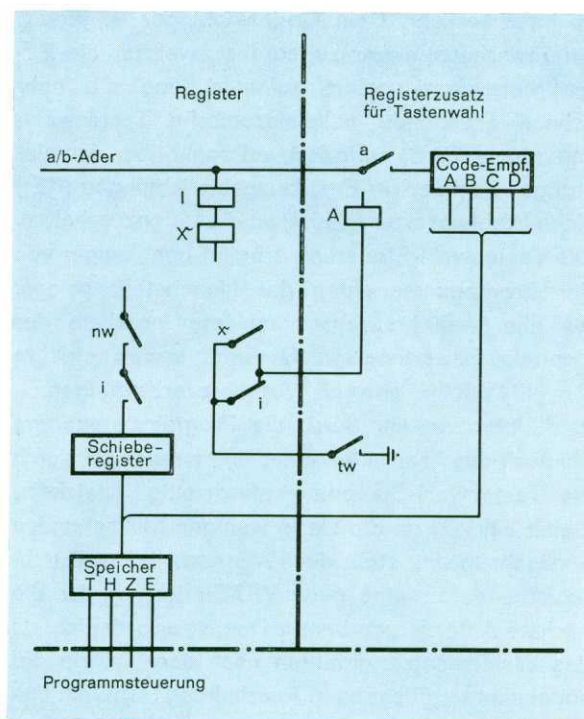


BILD 6 Prinzipschaltbild des Registers mit Tastenwahlempfang

die zu der Nebenstelle führt. Eine Umpoleinrichtung in dem Codeempfänger bewirkt, daß bei der Abfrage der Tastenwahlinformation die Codeaufnahme-Baugruppen A – B und C – D abwechselnd an die a- und b-Ader mit negativem Potential angelegt werden. Entsprechend den betätigten Tasten und den daraus resultierenden Kennzeichen, welche in dem Tastenwahlapparat fest programmiert sind, erkennt der Codeempfänger die ausgesendete Information und übergibt diese dem Speicher des Registers.

Sind an die Nebenstellenanlage neben NW-Nebenstellen auch vergleichsweise wenige Tastenwahl-Nebenstellen angeschaltet, so benutzen die Tastenwahl-Nebenstellen nur die gemeinsamen Register. Dagegen dienen die Register Ri ausschließlich den NW-Nebenstellen. Sind jedoch mehr Tastenwahlteilnehmer an die Vermittlungseinrichtung angeschlossen, müssen einige der Register Ri mit RT ausgerüstet werden. Die Programmsteuerung schaltet die TW-Nebenstellen zuerst auf die Register Ri mit RT und belegt nur im Überlauf die gemeinsamen Register Rg. Des weiteren bewirkt die Programmsteuerung, daß die Teilnehmer der NW-Nebenstellen zuerst die Register für reine Nummernschalterwahl und erst im Überlauf sowohl die internen Register Ri mit RT-Ergänzung als auch die gemeinsamen Register Rg erhalten.

Für die Bemessung der internen Register Ri – für reine Nummernschalterwahl bzw. und/oder Tasten-

Nummernschalterwahl – sowie der gemeinsamen Register Rg ist das Verkehrsaufkommen der Nebenstellen maßgebend. Sie sind so bemessen, daß keine wahrnehmbaren Wartezeiten für die Nebenstellenteilnehmer auftreten können.

Die Innenverbindungssätze IVs werden an die Koppelstufen KTC und KIB des Sprechwege-Netzwerkes angeschaltet. Sie dienen ausschließlich dem Internverkehr zwischen zwei Nebenstellenanschlüssen. Wird eine besetzte Nebenstelle angerufen und ist der Anrufer nicht aufschaltberechtigt, dann überträgt die wahlteste teilnehmereigene Auffangschaltung den Besetztton. Dadurch werden wertvolle Verbindungswege für den Vermittlungsverkehr freigegeben. Ist die Nebenstelle jedoch aufschaltberechtigt, so wird das Sprechwege-Netzwerk zum besetzten Teilnehmer durchgeschaltet und durch Nachwahl oder X (F 2) Tastendruck des Teilnehmers die Aufschaltung vollzogen. Um jedoch beide Schaltkriterien zu erkennen, ist für die TW-Nebenstellenteilnehmer auf der Leiterplatte des IVs ein Codezeichenempfänger erforderlich.

Für eine große W-Nebenstellenanlage mit NW- und TW-Nebenstellen wirft der Externverkehr mehrere betriebstechnische und auch wirtschaftliche Probleme auf. Diese sind besonders zu berücksichtigen, wenn außer Amtsanschlußorganen auch der Anschluß von Übertragungen für Querverbindungsleitungen oder ähnlicher Verbindungseinheiten an die Vermittlungseinrichtung vorgesehen ist. Beim Belegen dieser Übertragungen ist das Anschalten eines WU über eine Koppelstufe erforderlich. Es ist für einen TW-Nebenstellenteilnehmer hinderlich, wenn z. B. durch zu langsames Eintasten der Zifferninformation – mit gegebenenfalls einigen Sekunden Unterbrechung bis zur nächsten Tastenbetätigung – der Verbindungsaufbau unterbrochen wird und es somit zur Auslösung sowie der damit verbundenen Besetzttongabe aus der teilnehmereigenen Auffangschaltung kommt. Wird der Zeitabstand zwischen der Wahl der einzelnen Ziffern zu groß, kann die WU Wahlende erkennen und die Ue abschalten. Nachfolgende Ziffern werden in diesem Fall nicht mehr aufgenommen. Dies könnte man verhindern, indem man jeder Extern-Ue einen WU fest zuordnet, was allerdings die Wirtschaftlichkeit der Tastenwahl in Nebenstellenanlagen beeinträchtigen würde.

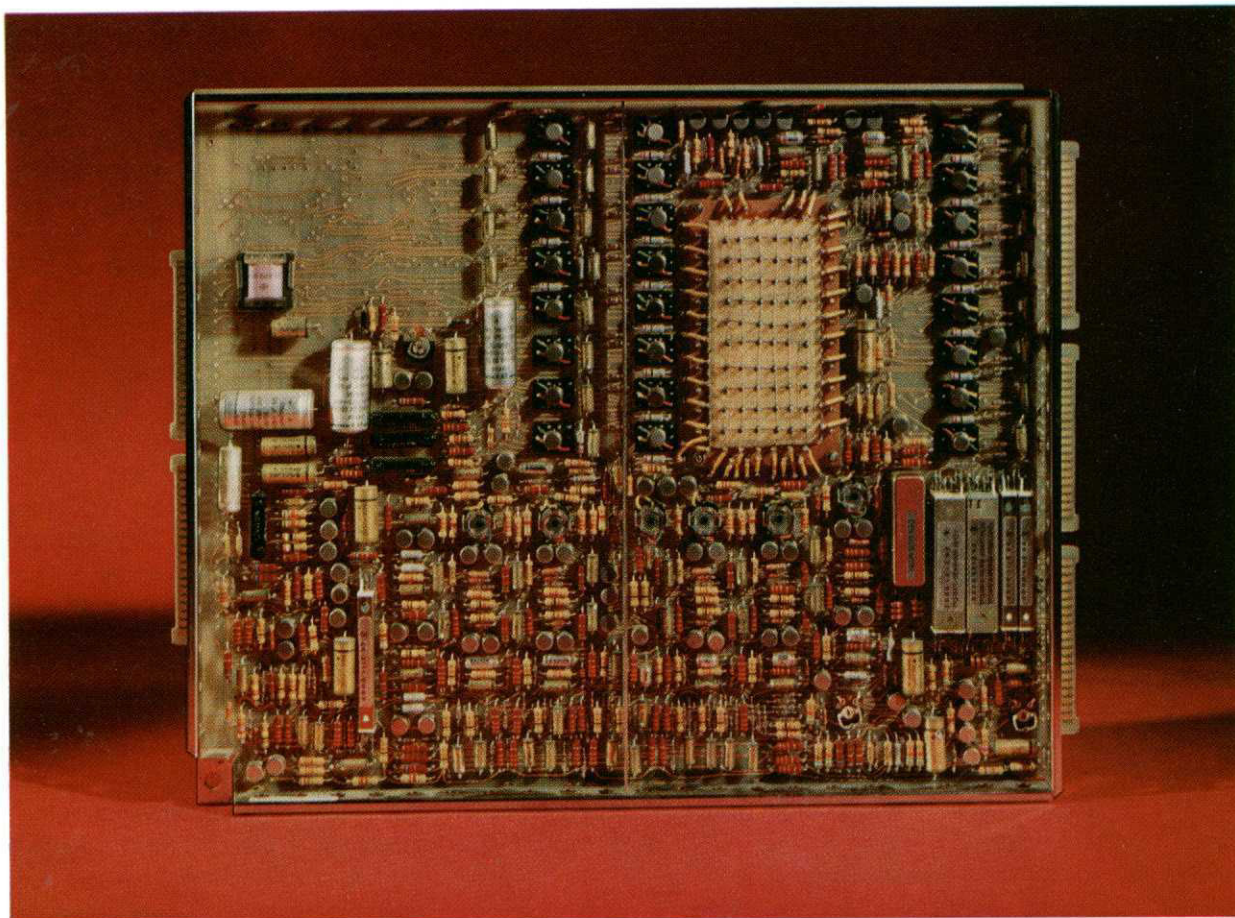
Es zeigt sich also, daß es die ohnehin schon für den TW-Nebenstellenteilnehmer im Externverkehr hinderliche Wahlumsetzung – bei Internverbindungen ist dies nicht der Fall – zu kompensieren gilt, um darüber hinaus dem TW-Teilnehmer einen gewissen

Komfort zu bieten. Für die Multireed-Nebenstellenanlage III W 6020 mit Tastenwahl wurde für den Externverkehr der Tastenwahl-Teilnehmer ein System entwickelt, mit dem die Problematik der Wahlumsetzeranschaltung zufriedenstellend gelöst wurde. Die an das Sprechwege-Netzwerk über die Koppelstufe KEB angeschalteten Übertragungen – Amts-Ue, QUe-, NAL-Ue usw. – werden mit Übertragungszusätzen für Tastenwahl (Ue-T) ergänzt. Die Funktionsbaugruppe Ue-T speichert bei Belegen der Übertragung durch einen TW-Nebenstellenteilnehmer die TW-Berechtigung. Bei Aussenden von Codezeichen durch die Tastenwahl-Nebenstelle werden diese in der Ue-T wahrgenommen und empfangen. Um jedoch eine eventuelle Störung an der Ue-T durch den Revisionsdienst bzw. durch die Prüfeinrichtungen schnell orten zu können, sind die Schaltstromkreise in der gleichen Art ausgelegt wie die des RT (TW-Anlaß, Codezeichenempfang, Umpoleinrichtung).

Der Funktionsablauf bei Eingabe einer Zifferninformation durch die TW-Nebenstelle in die Übertragung und der ihr auf doppeltkaschierten LP fest zugeordneten Ue-T ist der gleiche wie beim Register mit RT

im Internverkehr. Dem Codeempfänger ist jedoch ein Zwischenspeicher zugeordnet, welcher die Zifferninformation codiert aufnimmt und die sehr schnell arbeitende vollelektronische Tastenwahl-Steuerung (TWS) anfordert, um damit über den einstufigen Koppler für Ergänzungseinrichtungen (KEr) einen Wahlumsetzer (Bild 7) an die Ue anzuschalten. Die Tastenwahl-Steuerung arbeitet unabhängig von der Programmsteuerung der Nebenstellenanlage, die alle Verkehrsprogrammabläufe innerhalb der Zentrale bewerkstelligt. Dadurch lassen sich in der III W 6020 sowohl Verkehrsverbindungen – z. B. Internverkehr durch die Programmsteuerung als auch das Anschalten eines WU an eine Ue durch die Tastenwahl-Steuerung gleichzeitig abwickeln. Damit ein WU an die Ue in wenigen Millisekunden angeschaltet ist, stellt die TWS nach jedem Durchschalten sofort eine neue WU-Einrichtung für die nächste Anforderung bereit. Das ist erforderlich, da das Wahlumsetzerverfahren nach dem Prinzip der sogenannten „Fliegenden Anschaltung“ arbeitet. Dadurch erreicht man, daß bei zögerndem Eintasten der Zifferninformation durch den TW-Teilnehmer für jede Ziffernfolge eine neuer WU angeschaltet wird.

BILD 7 Steckbare Leiterplatte des Wahlumsetzers



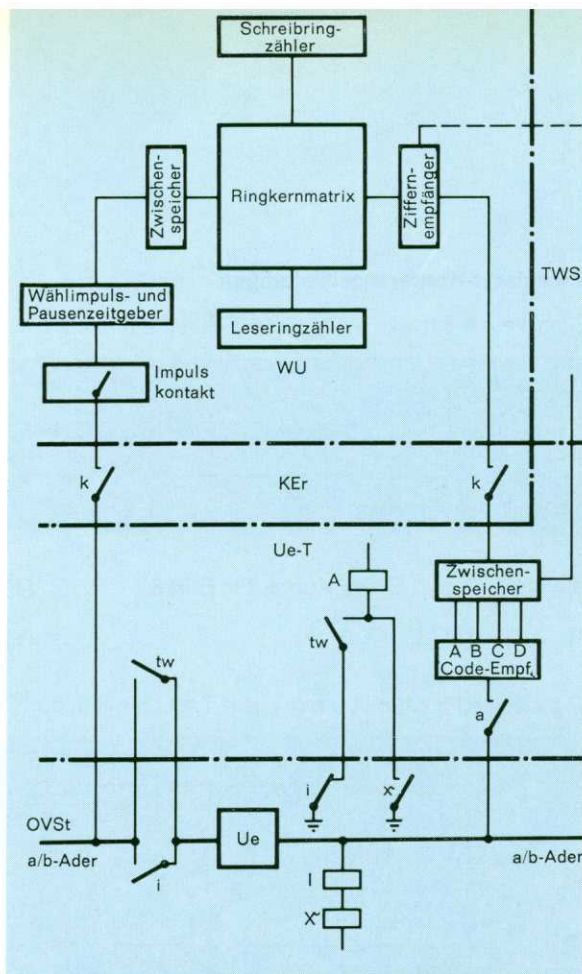


BILD 8 Prinzipschaltbild Übertragungszusatz – Wahlumsetzer

Bei zügigem Eintasten der Codezeichen sendet jedoch ein und derselbe Wahlumsetzer die Ziffernreihe.

In der Prinzipschaltung (Bild 8) ist das Wahlumsetzerverfahren dargestellt. Der WU übernimmt die codierte Zifferninformation aus dem Zwischenspeicher der Ue-T in den Ziffernempfänger, um dann diese – durch den Schreibringzähler gesteuert – in die erste freie Zeile des Ringkernmatrix einzuschreiben. Der Ziffernempfänger wird dabei zur Aufnahme der nächsten Codezeichen frei. Der Leseringzähler veranlaßt das zeilenweise Übertragen der Einspeicherkennzeichen in die Zwischenspeicher. Der Wählimpuls- und Pausenzeitgeber sendet die Wählimpulse durch den Impulskontakt über KEr und Ue zur Ortsvermittlungsstelle oder zu einer anderen Nebenstellenanlage.

Ist an die Vermittlungseinrichtung eine andere Nebenstellenanlage angeschaltet, so gilt es zwischen zwei wirtschaftlichen Ausführungen zu wählen. Beim Verbindungsaufbau zu einer Querverbindungsleitung, bei der die Gegenanlage keinen erneuten Wählton sendet und die dort angeschalteten Nebenstellen mit drei Ziffern ausgewählt werden, ist folgendes Schaltungsprinzip vorgesehen:

Die TW-Information, die zum Verbindungsaufbau in der Ursprungs- und Zielanlage erforderlich ist, wird in das Register der Ursprungsanlage vollständig gespeichert. Bei Erkennen des Wahlendes durch die Programmsteuerung (PS) stellt diese eine OUE

der gewünschten Richtung bereit und baut die Verbindung zu der TW-Nebenstelle auf. Während dieses Programmablaufes wird über den KEr ein gemeinsamer Wahlumsetzer (WUG) an die QUE angeschaltet. Die gemeinsamen Wahlumsetzer unterliegen nicht der Tastenwahl-Steuerung, sondern der Programmsteuerung. Die PS setzt die für den Verbindungsaufbau in der Ziellanlage erforderlichen Zifferninformationen von Parallel- in Seriell-Codezeichen um und schreibt diese vollelektronisch in den WUG ein. Der WUG sendet die Impulsreihen zügig zur Ziellanlage und schaltet sich nach Absetzen der letzten Ziffernreihe frei.

Werden dagegen an die Vermittlungseinrichtung Gegenanlagen angeschaltet, bei denen die Nebensstellen mit mehr als drei Ziffern auszuwählen sind, so ist eine Wahlinformationsübertragung über den Koppler für Wahlumsetzer KW zwischen RT und WUG in der Hauptanlage erforderlich. Der WUG speichert die eingetastete Information der Nst so lange, bis die Verbindung zur Gegenanlage aufgebaut und diese für die Impulsgebung empfangsbereit ist. Bei zögernder Tastenfolge schaltet sich der WUG von QUE und Register mit RT ab. Die weiteren Tastencodezeichen der Nst werden von den WU mit Hilfe der Tastenwahl-Steuerung zur Gegenanlage umgesetzt und ausgesendet.

Durch das Wahlumsetzerverfahren bei der III W 6020 und die nach dem Verkehrsaufkommen der TW-Nebenstelle bemessenen WU ist sichergestellt, daß die Wartezeiten hinreichend kurz bleiben.

Mit dem Übergang zu einem elektronischen Wählsystem im öffentlichen Fernsprechnetz der Deutschen Bundespost gewinnt die Tastenwahl weiter an Bedeutung. Die große W-Nebenstellenanlage III W 6020 mit vollelektronischer Programmsteuerung berücksichtigt diese Gegebenheit, indem bei ihr die Verbindungswege über Multireed-Kontakte durchgeschaltet werden. Für den Nebenstellenteilnehmer bietet sich somit die Möglichkeit, neben dem Nummernschalterwahlbetrieb die Ergänzungseinrichtungen, wie Tastenwahl, Codewahl [4] und die Übertragung von Daten, optimal zu nutzen.

Literatur:

- [1] Rofler, L.: Eine Wähltastatur für Tastenwahl-Fernsprechapparate. TN-Nachrichten (1967) 67, S. 32—34.
- [2] Rüttinger, R. und Silber, M.: Betriebsmerkmale der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kontakten III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 10—15.
- [3] Knoblich, G. und Nickel, H.: Systemaufbau der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kopplern III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 3—9.
- [4] Bernau, H., Fleckenstein, W. und Resch, M.: TENOCODE — die TN-Codewahleinrichtung für große und mittlere W-Nebenstellenanlagen. TN-Nachrichten (1970) 70, S. 22—26.

Betriebsdämpfung und Widerstandsanpassung von Fernsprechkonferenzschaltungen

von Wilfried Kämpfer

DK 621.395.348.4.091.1

Fernsprechteilnehmer können auf verschiedene Arten zu Konferenzgesprächen zusammengeschaltet werden. Um auch in diesen – vom normalen Fernsprechverkehr zwischen zwei Teilnehmern abweichenden – Fällen eine gute Übertragungsqualität zu erreichen, verwendet man im allgemeinen solche Anordnungen, bei denen die durch die Konferenzschaltung hervorgerufene Betriebsdämpfung zwischen den Teilnehmern möglichst gering ist. Außerdem ist es meistens erwünscht, daß an den Teilnehmeranschlußklemmen Widerstandsanpassung herrscht, um Reflexionen zu vermeiden und beim Anschluß von verstärkten Leitungen die Stabilität nicht zu gefährden.

Es werden hier nur solche Konferenzschaltungen behandelt, die einen echten Gegensprechbetrieb gestatten: jeder Teilnehmer kann sprechen und jeder kann jeden hören. Bei den Vierdraht-Konferenzschaltungen wird zusätzlich verlangt, daß zwischen der Sende- und Empfangsrichtung eines Teilnehmeranschlusses im Prinzip keine Übertragung möglich ist.

Im folgenden werden einige Möglichkeiten der Zusammenschaltung mit den dabei auftretenden Dämpfungs- und Widerstandsverhältnissen behandelt. Auf eine Herleitung der Formeln wurde verzichtet. Sie gelten unter der Voraussetzung, daß sich alle an die Konferenzschaltung angeschalteten Teilnehmer bzw. Leitungen im Übertragungsbereich durch einen gleichgroßen Widerstand R darstellen lassen.

Die verwendeten Abkürzungen bedeuten:

n = Gesamtzahl der Konferenzteilnehmer
($n = 2, 3, 4, \dots$)

a = durch die Konferenzschaltung bedingte zusätzliche Betriebsdämpfung zwischen zwei betrachteten Teilnehmern

R = Widerstand eines Teilnehmers bzw. einer Leitung

R_v = Vorwiderstand

R_e = Eingangswiderstand der Konferenzschaltung an den Anschlußklemmen eines Teilnehmers, wenn die restlichen Anschlußklemmen mit R abgeschlossen sind.

Zweidraht-Konferenzschaltungen

Serienschaltung der Teilnehmer

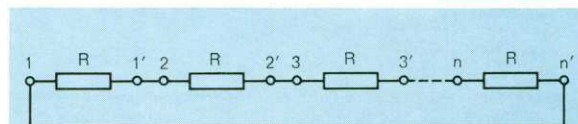


BILD 1 Serienschaltung

$$a = \ln \frac{n}{2} N_p \quad \text{Siehe Kurve 3 in Bild 8.} \quad (1)$$

$$R_e = R \cdot (n - 1) \quad (2)$$

Parallelschaltung der Teilnehmer

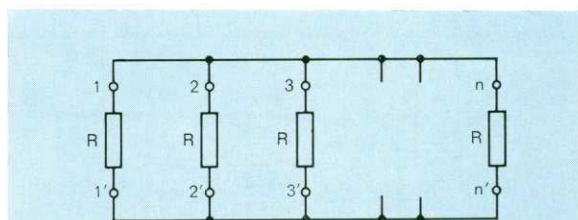


BILD 2 Parallelschaltung

$$a = \ln \frac{n}{2} N_p \quad \text{Siehe Kurve 3 in Bild 8.} \quad (1)$$

$$R_e = \frac{R}{n - 1} \quad (3)$$

Parallelschaltung mit Widerstandsanpassung für einen Teilnehmer

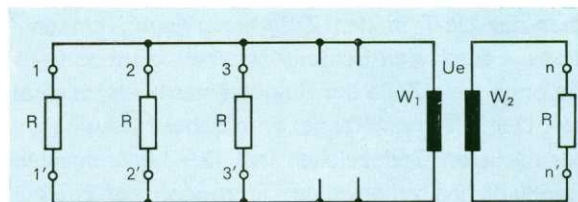


BILD 3 Parallelschaltung mit Übertrager

Für die unmittelbar parallelgeschalteten Teilnehmeranschlüsse gilt:

$$a = \ln (n - 1) N_p \quad \text{Siehe Kurve 4 in Bild 8.} \quad (4)$$

$$R_e = \frac{R}{2n - 3} \quad (5)$$

Der Teilnehmer n ist an seinen Anschlußklemmen nn' angepaßt abgeschlossen:

$$R_e = R \quad (6)$$

Die Betriebsdämpfung zwischen diesem Teilnehmer und einem der unmittelbar parallelgeschalteten beträgt ohne Übertragerverluste:

$$a = \frac{1}{2} \ln (n - 1) N_p \quad (7)$$

Siehe dazu Kurve 1 in Bild 8.

Das Übersetzungsverhältnis des Übertragers U_e ist gegeben durch:

$$\ddot{u} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (8)$$

Einen Teilnehmeranschluß angepaßt und über eine geringere Dämpfung anzuschalten ist z. B. dann vorteilhaft, wenn zwei räumlich getrennte Teilnehmergruppen über nur eine Verbindungsleitung eine Konferenz führen sollen.

Parallelschaltung der Teilnehmer mit Vorwiderständen

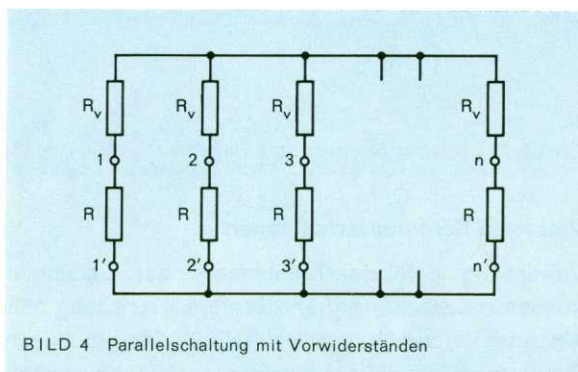


BILD 4 Parallelschaltung mit Vorwiderständen

$a = \ln(n-1)N_p$ Siehe dazu Kurve 4 in Bild 8. (4)

$R_e = R$ (6)

Für R_v gilt:

$$R_v = R \cdot \frac{n-2}{n} \quad (9)$$

Parallelschaltung der Teilnehmer mit Vorwiderständen
– ein Teilnehmer ist über einen Übertrager angeschaltet

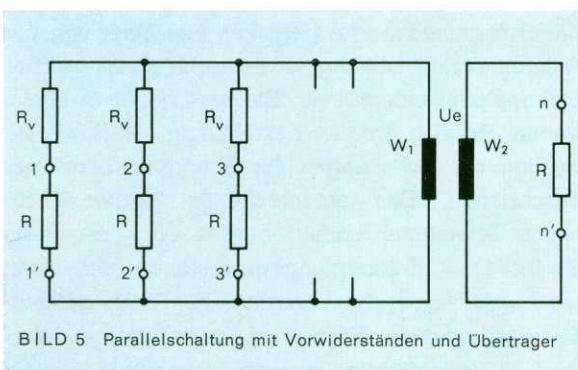


BILD 5 Parallelschaltung mit Vorwiderständen und Übertrager

Zwischen zwei Teilnehmern mit Vorwiderstand beträgt die Betriebsdämpfung:

$$a = \ln(2n-3)N_p \quad (10)$$

Siehe dazu Kurve 5 in Bild 8.

Die Betriebsdämpfung zwischen einem Teilnehmer mit Vorwiderstand und dem mit einem Übertrager

angeschlossenen Teilnehmer beträgt ohne Übertragungsverluste:

$$a = \frac{1}{2} \ln(2n-3)N_p \quad (11)$$

Siehe dazu Kurve 2 in Bild 8.

Für alle Teilnehmer gilt:

$$R_e = R \quad (6)$$

Das Übersetzungsverhältnis des Übertragers U_e ist gegeben durch:

$$\ddot{u} = \frac{W_1}{W_2} = \sqrt{\frac{R+R_v}{R(n-1)}} \quad (12)$$

Die Vorwiderstände bestimmen sich aus:

$$R_v = R \cdot \frac{n-2}{n-1} \quad (13)$$

Hinsichtlich der Anwendungsmöglichkeit dieser Konferenzschaltung gilt das gleiche wie für die weiter oben dargestellte Parallelschaltung mit Widerstandsanpassung für einen Teilnehmeranschluß.

Ideale Konferenzschaltungen

Bei idealen Konferenzschaltungen ist die Betriebsdämpfung zwischen zwei Klemmenpaaren nur durch die Leistungsaufteilung gegeben. Da sich die von einem Teilnehmer abgegebene Leistung gleichmäßig auf $n-1$ Teilnehmer aufteilt, folgt:

$$a = \frac{1}{2} \ln(n-1)N_p \quad (7)$$

Siehe dazu Kurve 1 in Bild 8.

Außerdem ist der Eingangswiderstand in allen Klemmenpaaren

$$R_e = R \quad (6)$$

Ideale Konferenzschaltungen lassen sich außer für den trivialen Fall $n=2$ für folgende Teilnehmerzahlen realisieren:

$n = 6, 10, 14, 18, 26, 30, 38, \dots$

allgemein für $n = 4k+2$ ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$).

Außerdem muß die Bedingung: $n = a^2 + b^2 + 1$

($a, b = 0, 1, 2, 3, \dots$) erfüllt sein. Diese zweite Bedingung ist beispielsweise für $n=22$ und $n=34$ nicht erfüllt. Andere Teilnehmerzahlen erhält man, indem die nächsthöhere mögliche Teilnehmerzahl gewählt wird und die nicht benötigten Teilnehmer durch Ersatzwiderstände dargestellt werden. Für die jeweilige Betriebsdämpfung gilt dann die in Bild 8 dargestellte Treppenkurve.

Bei der praktischen Ausführung von idealen Konferenzschaltungen verwendet man zyklische Netzwerke, welche die Bedingungen der idealen Konferenzschaltung erfüllen [1]. Für die Fälle $n=6$, $n=10$ und $n=26$ ergeben sich verhältnismäßig

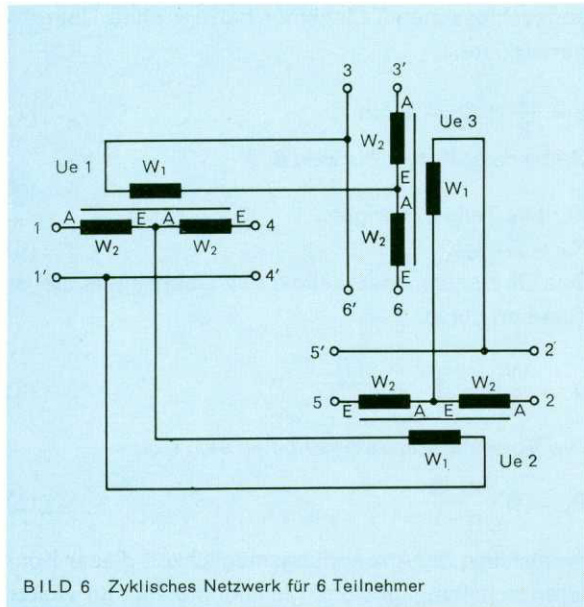


BILD 6 Zyklisches Netzwerk für 6 Teilnehmer

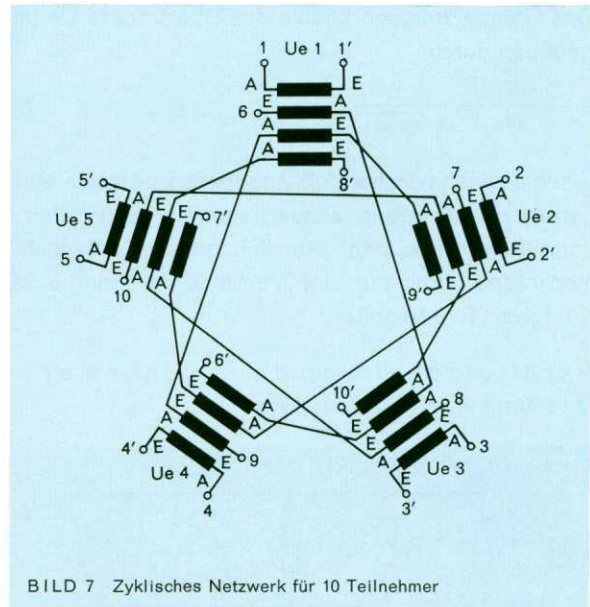


BILD 7 Zyklisches Netzwerk für 10 Teilnehmer

übersichtliche Anordnungen. Als Beispiele werden nachfolgend zyklische Netzwerke für $n = 6$ und $n = 10$ angegeben.

In Bild 6 und in den folgenden Bildern sind der Übersichtlichkeit wegen die Abschlußwiderstände R nicht eingezeichnet.

Das Netzwerk für 6 Teilnehmer (Bild 6) besteht aus drei gleichen Übertragern Ue 1 bis Ue 3. Für das Windungszahlenverhältnis gilt die Beziehung

$$\ddot{u} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{\pm \sqrt{5} - 1}{2} \quad (14)$$

Beide Lösungen $\ddot{u}_1 = 0,618$
und $\ddot{u}_2 = -1,618$

sind möglich, wenn sie jeweils einheitlich bei allen drei Übertragern angewendet werden. Das negative Vorzeichen von $\ddot{u}_2$ bedeutet nicht, daß die Wicklungen W_1 umgepolt werden müssen. Die Polung dieser Wicklung beeinflusst die Schaltung nicht, auch wenn sie bei den drei Übertragern unterschiedlich ist. Werden die Übertragerverluste vernachlässigt, so gilt für die Betriebsdämpfung zwischen zwei beliebigen Klemmenpaaren

$$a = \frac{1}{2} \ln (n-1) = \frac{1}{2} \ln 5 \approx 0,8 \text{ Np}$$

Das Netzwerk für 10 Teilnehmer (Bild 7) besteht aus 5 gleichen Übertragern mit je 4 Wicklungen. Das Windungszahlenverhältnis beträgt 1:1:–1:1 von innen nach außen gezählt. Für die Betriebsdämpfung zwischen zwei beliebigen Klemmenpaaren gilt:

$$a = \frac{1}{2} \ln (n-1) = \frac{1}{2} \ln 9 \approx 1,1 \text{ Np}$$

Hinzu kommt noch ein geringer Anteil durch die unvermeidbaren Übertragerverluste.

Vierdraht-Konferenzschaltungen

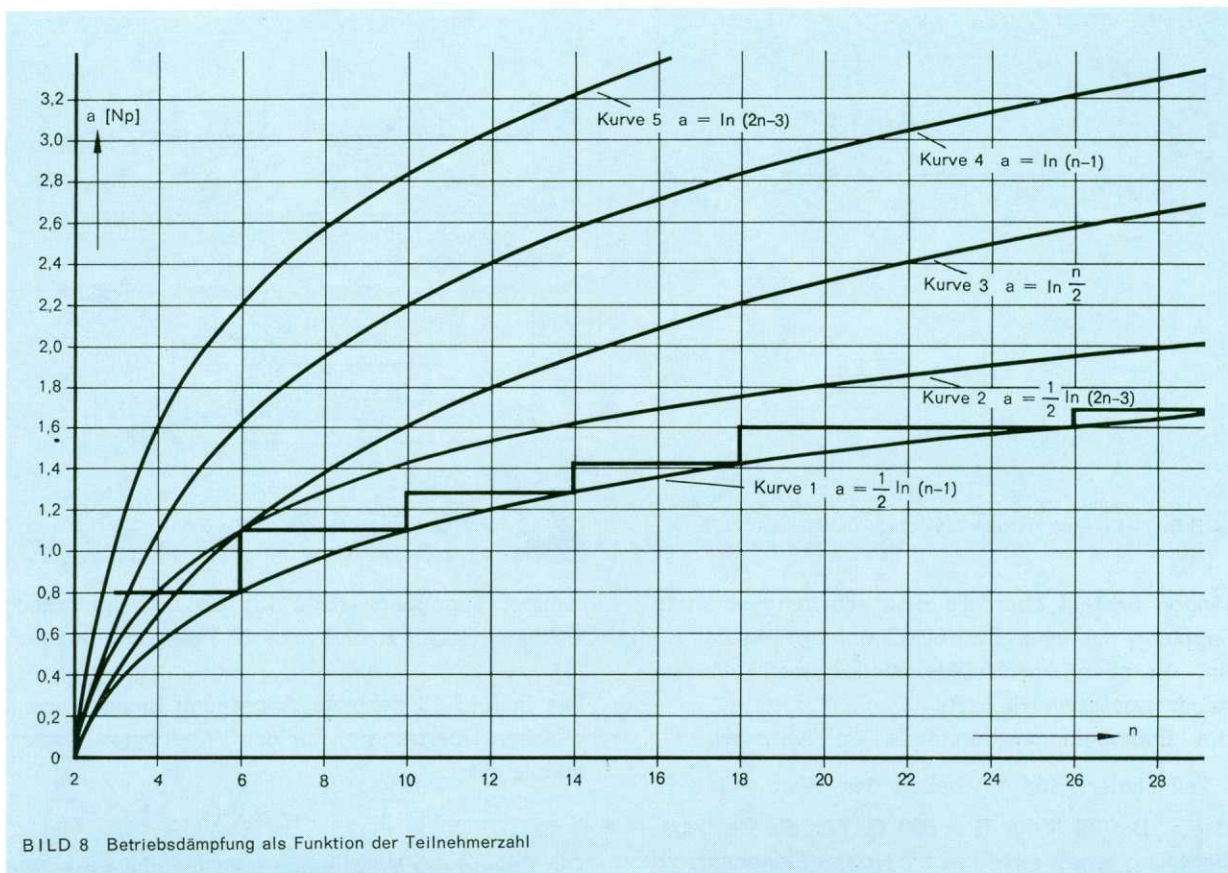
Vierdrähtig geführte Teilnehmer oder Leitungen können mit einer Vierdraht-Konferenzschaltung miteinander verbunden werden (Bild 9). Die bei diesen Schaltungen durch die Konferenzschaltung zusätzlich auftretende Dämpfung läßt sich durch Verstärker in den einzelnen Vierdrahtkreisen wieder ausgleichen, ohne die Stabilität der Gesamtschaltung zu gefährden. Zweidraht-Teilnehmer können über Gabelschaltungen angeschlossen werden.

Die in Bild 9 angegebenen und auch in den folgenden Bildern verwendeten Bezeichnungen $S_1, S_2 \dots S_n$ und $E_1, E_2 \dots E_n$ kennzeichnen die Sende- und Empfangsrichtung der jeweiligen Vierdrahtwege.

Widerstandsnetzwerke

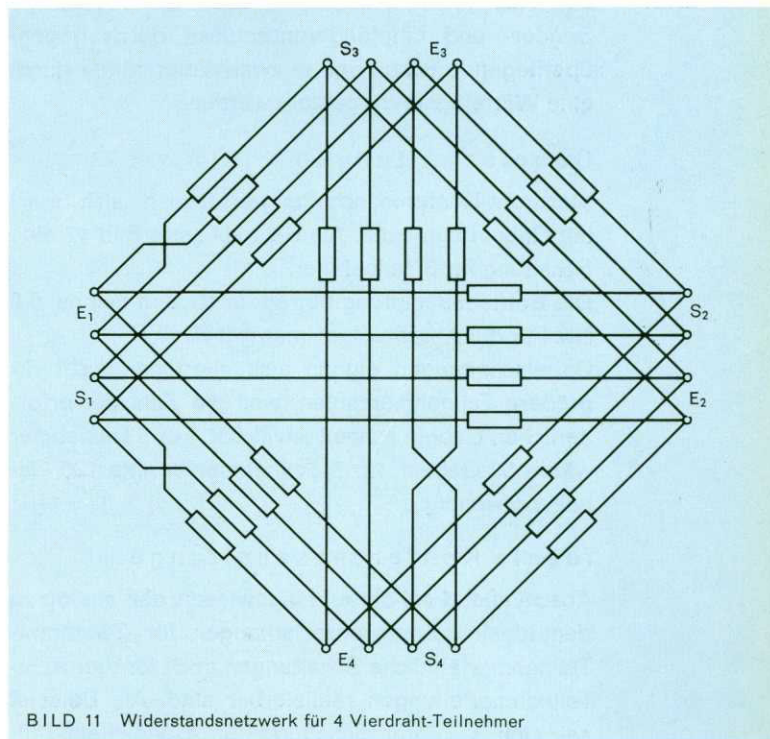
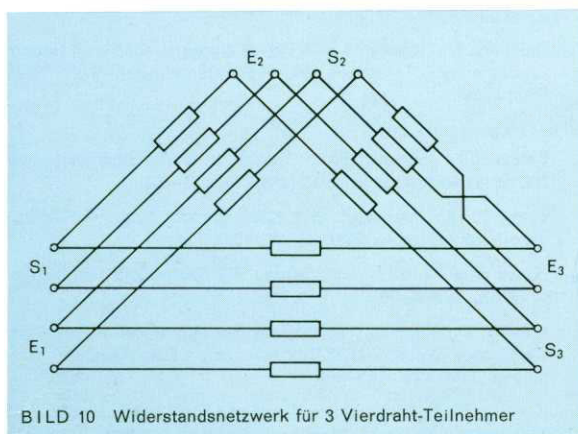
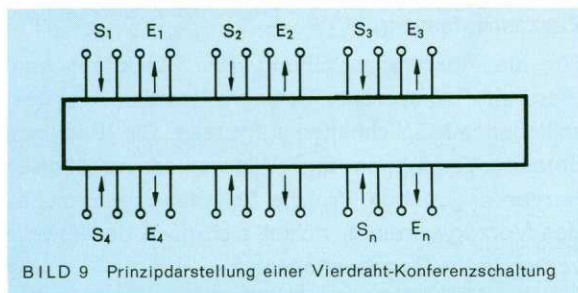
Widerstandsnetzwerke bestehen aus einer von der Teilnehmerzahl abhängigen Anzahl gleich großer Entkopplungswiderstände. Sie sind daher in einem weiten Bereich frequenzunabhängig. Nachfolgend werden die Schaltungen für 3 und 4 Teilnehmer beschrieben. Das entsprechende Netzwerk für sechs Teilnehmer enthält bereits 60 – allgemein $2n(n-1)$ – Entkopplungswiderstände und kann hier nicht angegeben werden. Für noch größere Teilnehmerzahlen können mehrere solche Netzwerke kettenförmig aneinandergereiht werden, wobei man die zusätzliche Dämpfung zweckmäßigerweise durch Verstärker ausgleicht.

Alle in Bild 10 angegebenen Entkopplungswiderstände im Netzwerk für 3 Teilnehmer haben den gleichen Wert, nämlich etwa $\frac{2}{3} R$. Der genauere Wert beträgt 403 Ω statt 400 Ω für den Fall, daß



$R = 600 \, \Omega$ ist. Allerdings kommt es bei diesen Widerständen weniger auf die absolute Größe als vielmehr auf die relative Abweichung voneinander an.

Die Betriebsdämpfung zwischen einem Sendereingang und einem nicht zugehörigen Empfängerausgang beträgt ca. 1,1 Np. Zwischen den Senderein-



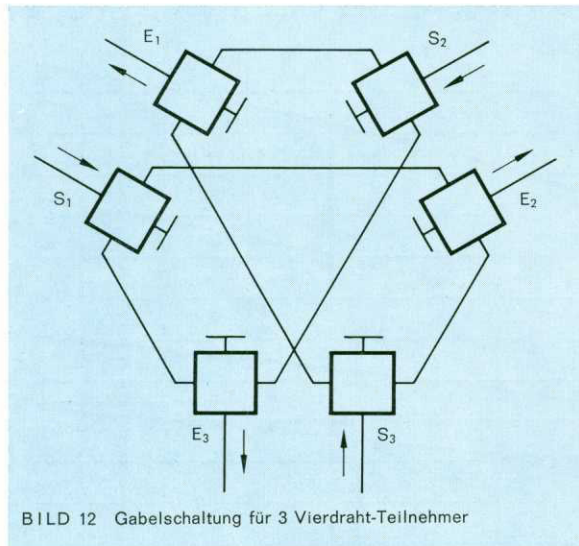


BILD 12 Gabelschaltung für 3 Vierdraht-Teilnehmer

gängen besteht ebenfalls eine schaltungsbedingte Kopplung mit einer Betriebsdämpfung von ca. 2,3 Np. An allen Anschlußklemmen herrscht Widerstandsanpassung ($R_e = R$).

Die Entkopplungswiderstände im Netzwerk für 4 Teilnehmer (Bild 11) haben den Wert $\frac{1}{2} \sqrt{6} R$, also z. B. 735 Ω für $R = 600 \Omega$. Für die Betriebsdämpfung ergibt sich $a = 1,7$ Np. Im Gegensatz zu dem in Bild 10 dargestellten Widerstandsnetzwerk sind die Senderrichtungen hier gegeneinander entkoppelt. Für alle Anschlußklemmen gilt wieder $R_e = R$.

Die in Bild 11 gezeigte Anordnung kann man sich auch als Würfel vorstellen, bei dem zugehörige Sender- und Empfängeranschlüsse durch gegenüberliegende Ecken und je zwei Widerstände durch eine Würfelkante dargestellt werden.

Gabelschaltungen

Vierdraht-Konferenzschaltungen lassen sich auch mit Gabeln aufbauen. Als Beispiel zeigt Bild 12 eine Schaltung für 3 Teilnehmer.

Die Betriebsdämpfung beträgt in diesem Fall ca. 0,8 Np. Für die Anschlußklemmen gilt $R_e = R$.

Gabelschaltungen eignen sich allerdings nicht für größere Teilnehmerzahlen, weil die Zahl der erforderlichen Gabeln schnell anwächst. Für 5 Teilnehmer wären 30 Gabeln, für 9 Teilnehmer bereits 126 Gabeln notwendig.

Ideale Konferenzschaltungen

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß analog zu den idealen Konferenzschaltungen für Zweidraht-Teilnehmer ähnliche Schaltungen auch für Vierdraht-Teilnehmerleitungen realisierbar sind. Als Beispiel sei eine Konferenzschaltung für 4 Vierdraht-Teilnehmer angegeben (Bild 13).

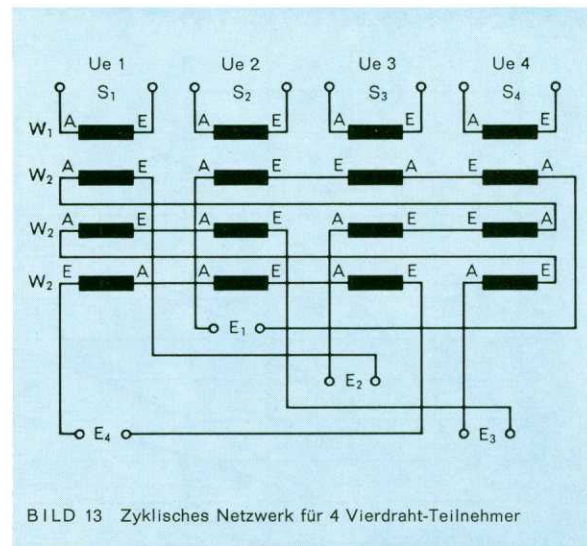


BILD 13 Zyklisches Netzwerk für 4 Vierdraht-Teilnehmer

Es sind aber auch Schaltungen für z. B. 8 oder 12 Teilnehmer möglich [1].

Die in Bild 13 gezeigte Anordnung besteht aus 4 gleichen Übertragern. Für das Windungszahlenverhältnis gilt:

$$\bar{u} = \frac{W_1}{W_2} = \sqrt{3}$$

Die Polung der Wicklungen geht ebenfalls aus Bild 13 hervor. Für die Betriebsdämpfung ergibt sich nach Gleichung (7) $a = 0,55$ Np. Hinzu kommt noch ein durch die Übertragerverluste bedingter Anteil. Für alle Anschlußklemmen gilt die Anpassungsbedingung $R_e = R$.

Zusammenfassung

Für die Konferenzschaltung von Zweidraht- und Vierdraht-Fernsprechteilnehmern werden die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt. Die jeweiligen Betriebsdämpfungen und Widerstandsverhältnisse werden angegeben. Welche Schaltung im Einzelfall den Vorzug verdient, richtet sich nach den jeweils vorliegenden Gegebenheiten.

Literatur:

- [1] Belevitch, V.: Theory of 2n-Terminal Networks with Applications to Conference Telephony. Electrical Communication 27 (1950), S. 231—244.

Weitere Literatur:

- Belevitch, V.: Transmission Losses in 2n-Terminal Networks. Journal of Applied Physics 19 (1948), S. 636—638.
 Ryter, F.: Konferenzplatz und Konferenzschaltung. PTT Technische Mitteilungen 45 (1967), S. 389—392.
 Nüsseler, F.: Abzweigschaltungen. PTT Technische Mitteilungen 47 (1969), S. 380—385.
 Mitchell, D.: General Transmission Considerations in Telephone Conference Systems. IEEE Transactions on Communication Technology (1968) 1, S. 163—167.
 Kuebler, W. P.: A Multiport Telephone Conference Bridge IEEE Transactions on Communication Technology (1968) 1, S. 168—172.

Durchwahlverkehr in Fernsprech-Nebenstellenanlagen

von Andreas Reinhold

DK 621.395.24

Charakteristisch für die Fernsprech-Nebenstellentechnik ist, daß an eine Nebenstellenanlage nicht nur die eigenen Sprechstellen herangeführt sind, sondern auch Hauptanschlüsse der Ortsvermittlungsstelle – die Amtsleitungen – zum Herstellen von ankommenden und abgehenden Verbindungen zum öffentlichen Fernsprechnetz.

Abgehende Verbindungen lassen sich schon seit langem unmittelbar, d. h. ohne Inanspruchnahme der Telefonistin aufbauen. Mit der zunehmenden Erweiterung des Selbstwählerdienstes erweist es sich als sinnvoll, die Vorteile des direkten Verbindungsaufbaues auch bei ankommenden Amtsgesprächen zu nutzen, zumal in vielen Fällen ein ganz bestimmter Nebenstellenteilnehmer gewünscht wird. Deshalb werden für große W-Nebenstellenanlagen – ab 5 Amtsleitungen und 50 Nebenstellen – Amtsübertragungen mit Durchwahlmöglichkeit bis zur Nebenstelle geliefert. TN entwickelte zu den normalen Amtsübertragungen Durchwahlzusätze, die den Aufbau ankommender Amtsverbindungen ohne Einschaltung einer Vermittlungsperson ermöglichen (Bild 1).

Schon heute sind viele große Nebenstellenanlagen mit „Durchwahl“ ausgestattet – eine Entwicklung, die durch den derzeitigen Mangel an Vermittlungspersonal noch verstärkt wird. Je nach Struktur der

Unternehmen entfallen auf den Durchwahlverkehr bis zu 80 Prozent der ankommenden Amtsverbindungen. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß der Inhaber der Nebenstellenanlage mit entsprechenden Maßnahmen für das „Durchwählen“ wirbt, wie z. B. durch Angabe der Nebenstellenrufnummer im Schrift- und Fernsprechverkehr.

Regelung durch die Fernsprechordnung

Der Durchwahlverkehr bis zur Nebenstelle bringt eine Reihe von Besonderheiten mit sich, die entsprechend zu berücksichtigen sind. Wird z. B. eine Nebenstelle angewählt, die gerade durch eine andere Verbindung belegt ist, sind folgende Möglichkeiten denkbar:

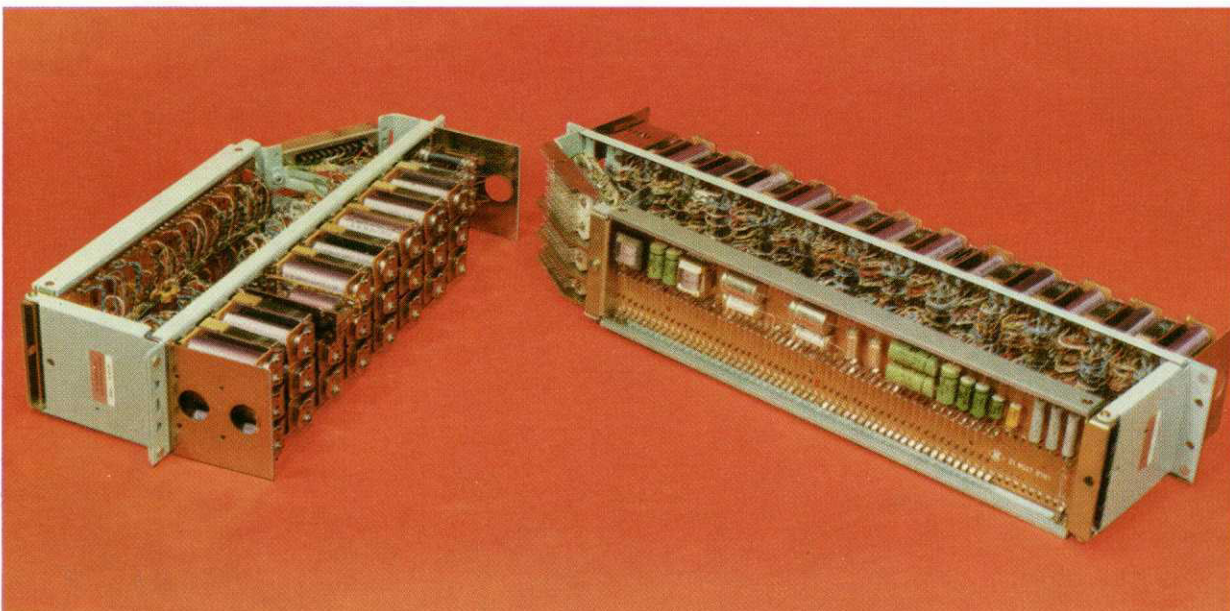
Der rufende Teilnehmer erhält Besetztton übermittelt und muß den Anruf wiederholen.

Dem rufenden Teilnehmer wird eine Ansage eingeblendet.

Man leitet die Verbindung zur Abfragestelle und übermittelt dem rufenden Teilnehmer Freiton.

Dieses Beispiel zeigt die Vielfalt der Lösungsmöglichkeiten, zeigt aber auch die Notwendigkeit einer exakten Regelung, da Nebenstellenanlagen und Ortsvermittlungsstelle mit dem Übergang zur Durchwahl im Kennzeichenaustausch noch enger als bisher verknüpft sind. Die Sprechstellen dieser Nebenstellenanlagen sind im Rahmen des Selbstwählerdienstes sowohl von inländischen als auch von ausländischen Fernsprechteilnehmern direkt erreichbar. Es versteht sich von selbst, daß deshalb nur solche Leistungsmerkmale zugelassen werden können, die nicht zu Mißverständnissen und Fehlverhalten

BILD 1 Steckbarer Durchwahlzusatz und Amtsübertragung der III W 6007 Compact



ten der Benutzer führen. Die Deutsche Bundespost hat in enger Zusammenarbeit mit der Fernmeldeindustrie Vorschriften erarbeitet, die einerseits dem Inhaber einer Nebenstellenanlage genügend Freiheit belassen, die aber andererseits eine einheitliche, für den Benutzer unmißverständliche Betriebsweise gewährleisten.

Durch den Wandel im öffentlichen Fernspreverkehr – Übergang vom handvermittelten Fernverkehr zum Selbstwählfernverkehr – mußten zwangsläufig die Leistungsmerkmale des Durchwahlverkehrs in die Nebenstellenanlage den veränderten Verhältnissen angepaßt werden. So konnten die Besonderheiten entfallen, die in der Vergangenheit dem handvermittelten Fernverkehr dienten.

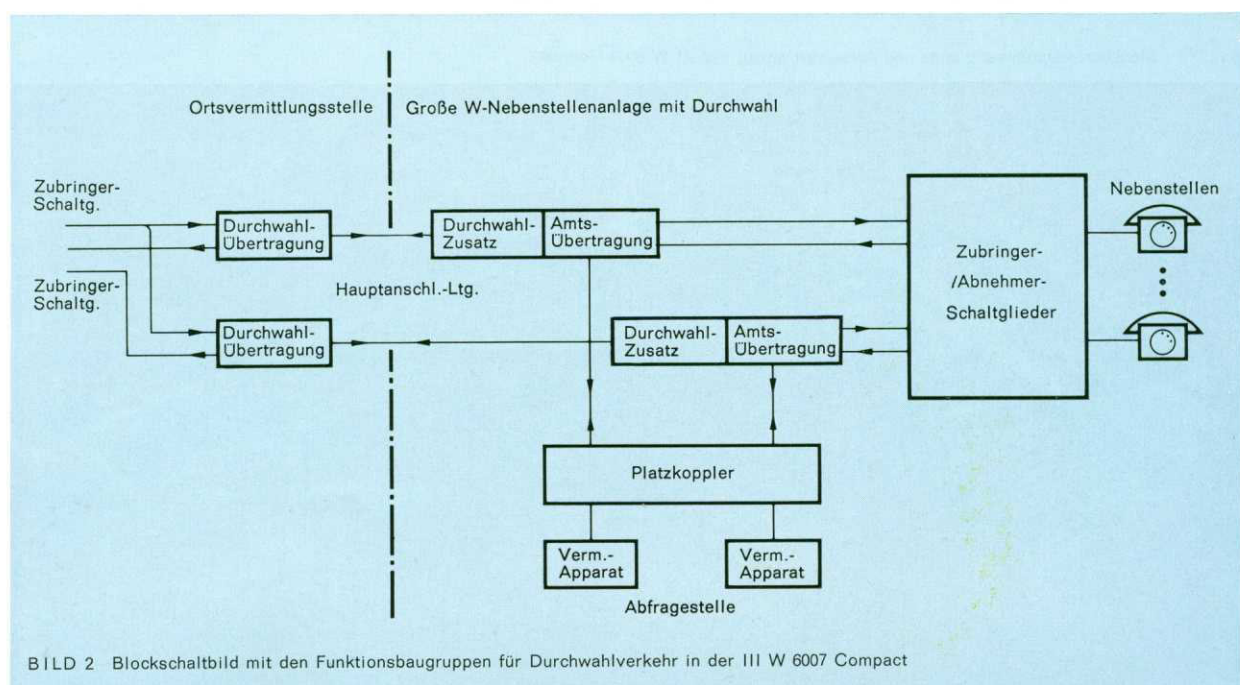
Nach den geltenden Vorschriften unterscheidet man bei den für den Benutzer erkennbaren Leistungsmerkmalen nicht mehr zwischen Fernverkehr und Ortsverkehr. Bei allen ankommenden Verbindungen erhält – gemäß Regelausstattung – der rufende Teilnehmer Besetztton, wenn die angewählte Nebenstelle nicht erreichbar ist, wie z. B. im Besetztfall und bei Erreichen einer nichtamtsberechtigten Nebenstelle. Der anrufende Teilnehmer muß diese Verbindung durch Auflegen seines Handapparates trennen, es fallen aber keine Gebühren an.

Auf Wunsch des Teilnehmers kann, entsprechend den Leistungsmerkmalen der Ergänzungsausstattung, im obigen Fall der Anruf sofort zur Abfragestelle geleitet werden, d. h. anstelle der Nebenstelle wird die Abfragestelle angerufen und der anrufende Teilnehmer erhält dann Freiton. Das Vermittlungs-

personal kann den Anruf entgegennehmen und gegebenenfalls weitervermitteln. Nach dem Abfragen ist das Gespräch gebührenpflichtig. Ebenfalls an die Abfragestelle weitergeleitet werden dann auch in Durchwahl aufgebaute Verbindungen zu freien Nebenstellen, wenn der Teilnehmer sich nicht innerhalb der vorgegebenen Frist meldet.

Kennzeichenaustausch

Das enge Ineinandergreifen der Ortsvermittlungsstelle und der mit Durchwahl ausgestatteten Nebenstellenanlage erfordert zwangsläufig einen umfangreichen Austausch von technischen Informationen zwischen beiden Systemen. Bei diesem Kennzeichenaustausch wird bei Verbindungen von der Ortsvermittlungsstelle zur Nebenstellenanlage bei Ortsverkehr und Fernverkehr unterschiedlich verfahren. Obwohl nach der jetzigen Regelung die Leistungsmerkmale für den Benutzer einheitlich sind, erfordert die Ortsvermittlung z. T. andere Kennzeichen als der Fernverkehr. Die Schnittstelle – Durchwahlübertragung/Durchwahlzusatz – war in technischer Hinsicht Änderungen unterworfen, da sich im Laufe der Jahre im öffentlichen Fernsprechnetze die Systeme dem jeweiligen Stand der Fernmeldetechnik anpassen mußten, um wirtschaftlich und leistungsfähig zu bleiben. Da man ein derart großes Netz nur schrittweise umstellen kann, TN jedoch in allen Bereichen dieses Netzes große Nebenstellenanlagen installiert, muß sich die Nebenstellenanlage den jeweiligen Besonderheiten der Ortsvermittlungsstelle anpassen lassen. In den ein-



zelen Umstellungsphasen des Postsystems wurden nacheinander „alte Kennzeichen (AKZ)“, „Regelkennzeichen (RKZ)“, „Übergangskennzeichen (ÜKZ)“ und „Impulskennzeichen (IKZ)“ angewendet.

Die Umstellung des öffentlichen Fernsprechnetzes ist inzwischen so weit fortgeschritten, daß heute nur noch die Impulskennzeichen (IKZ) von Bedeutung sind. Im wesentlichen bestehen die Impulskennzeichen aus Gleichstromsignalen mit Zeichenlängen von etwa 100 ms Dauer.

Technische Realisierung in der III W 6007 Compact

Die wichtigsten Funktionsbaugruppen für Durchwahlverkehr in der III W 6007 Compact sind: der Durchwahlzusatz, die Amtsübertragung, die Zubringer-/Abnehmerschaltglieder und der Platzkoppler (Bild 2). Der Durchwahlzusatz, an dem die Hauptanschlußleitungen enden, nimmt alle Schaltkennzeichen auf bzw. gibt diese ab und sorgt für einen systemgerechten Austausch mit der Amtsübertragung. Die Zubringer-/Abnehmerschaltglieder stellen die Verbindung zwischen den Amtsübertragungen und den Nebenstellen her. Der Platzkoppler verbindet die Amtsübertragung mit den Vermittlungsapparaten der Abfragestelle. Betrachtet man die Schnittstelle Durchwahlzusatz/Durchwahlübertragung etwas genauer, ergeben sich folgende Betriebsphasen:

Ankommender Ortsverkehr (Bild 3)

Leistungsüberwachung

Da die Hauptanschlußleitung zwei Übertragungen verbindet, die beide von Schaltgliedern belegt werden, ist es zweckmäßig, die Leitung auf ihre

Betriebsbereitschaft zu überwachen und beiden Übertragungen – sie sperren sich ihrerseits gegen Belegungen – zu melden, wenn die Leitung nicht betriebsfähig ist. Man vermeidet dadurch Fehlbelegungen, die nicht zum Ziele führen. Der Durchwahlzusatz bietet in dieser Betriebsphase positives Potential an der a-Ader und negatives Potential an der b-Ader an.

Belegung

Wird die postseitige Durchwahlübertragung von einem Schaltglied belegt, so gibt die Durchwahlübertragung den positiven Belegungsimpuls an die b-Ader. Der Durchwahlzusatz erkennt dies als Belegung und bietet in der Folge negatives Potential über das Wahlaufnahmerelay an der a-Ader an.

Wählen

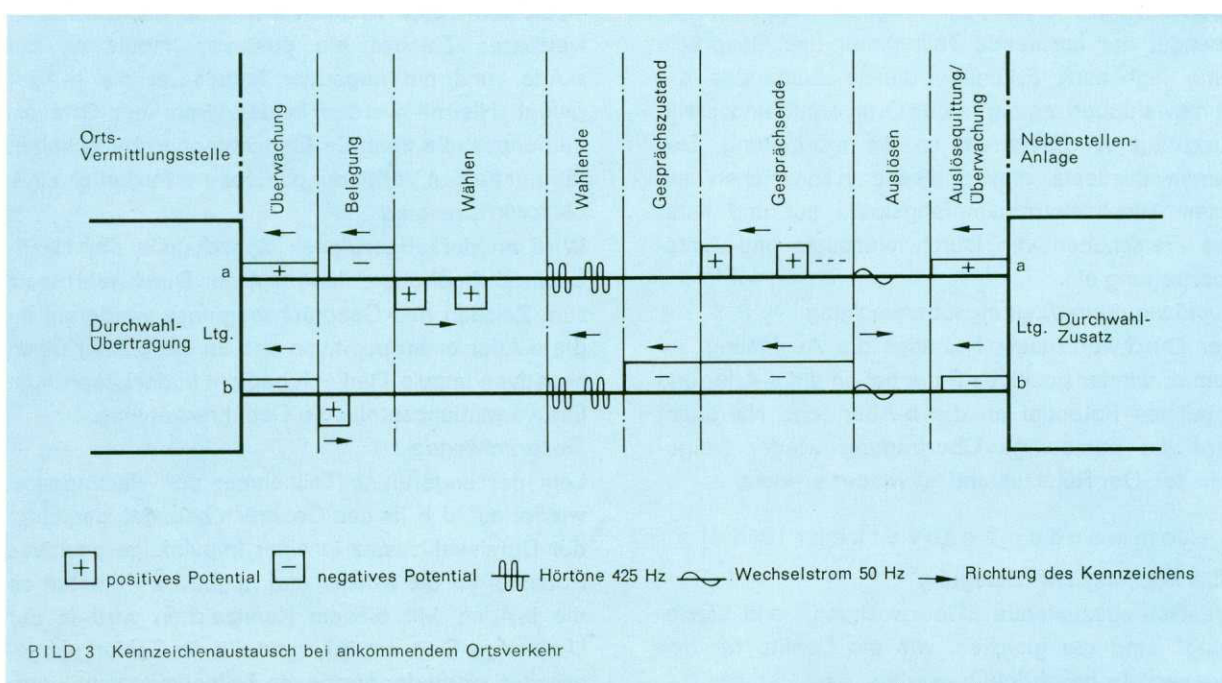
Die Wahlinformation zur Bestimmung des Zieles erhält der Durchwahlzusatz in Form von Impulsen übermitteln. Hiermit werden entweder die Zubringer-/Abnehmerschaltglieder zu der gewünschten Nebenstelle eingestellt, oder nach Wahl der Kennziffer 1 – 1 Impuls – wird die Verbindung über den Platzkoppler zu einem Vermittlungsapparat geleitet.

Wahlende

Je nachdem, ob die gewünschte Nebenstelle erreichbar ist oder nicht – „frei“ oder „besetzt“ – bzw. welche Varianten entsprechend der Regelung geschaltet sind, überträgt der Durchwahlzusatz „Freiton“ oder „Besetztton“.

Gesprächszustand

Hebt der Teilnehmer der angerufenen Sprechstelle den Handapparat ab, dann legt der Durchwahlzusatz





Gesprächsende

Auslösen

Auslösequittung/Leistungsüberwachung

Ankommender Fernverkehr (Bild 4)

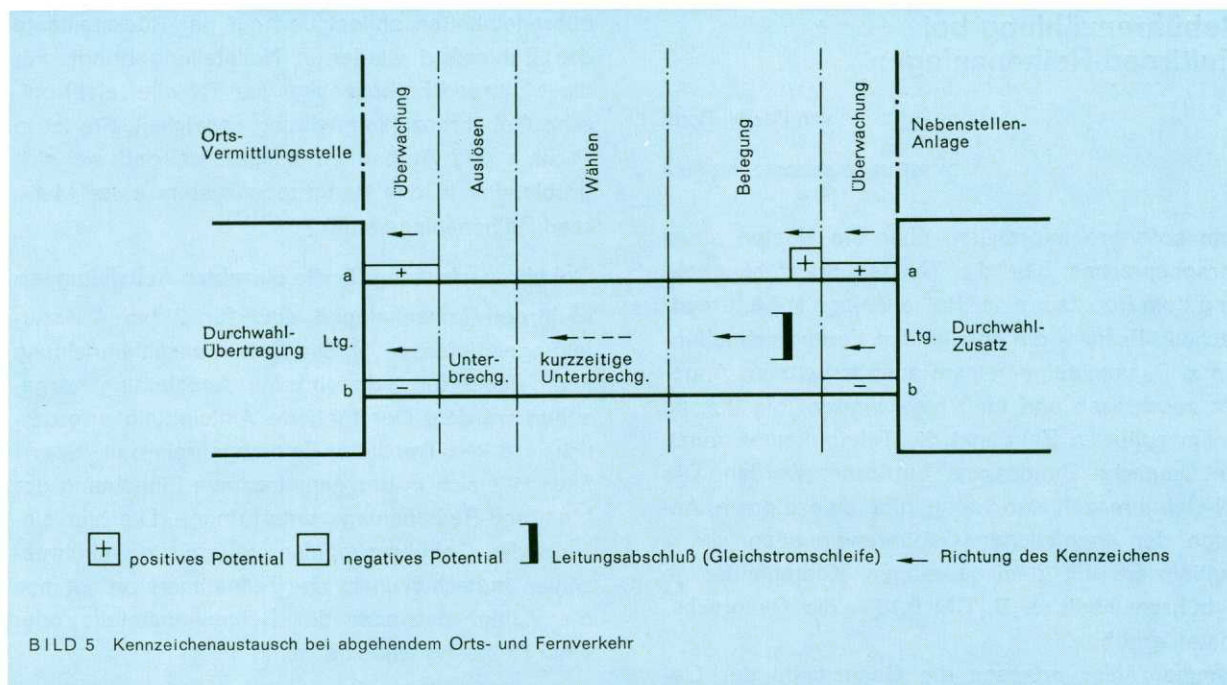
Die Betriebszustände „Überwachung“ und „Belegung“ sind die gleichen, wie sie bereits für den Ortsverkehr beschrieben wurden.

Der Betriebszustand „Wählen“ stimmt ebenfalls mit dem für den Ortsverkehr überein. Zusätzlich bietet die postseitige Durchwahlübertragung in der b-Adr mit dem ersten Wählimpuls einen negativen Impuls an, der im Durchwahlzusatz als „Fernkennzeichen“ bewertet wird. Der Durchwahlzusatz wird „fern-mäßig“ eingestellt.

Wie im Ortsverkehr geschieht das Einblenden von „Freiton“ oder „Besetztton“ je nach Zustand des erreichten Zieles. Zusätzlich wird als elektrisch auswertbares Zeichen ein positiver Impuls an die a-Adre und ein negativer Impuls an die b-Adre gelegt. Hiermit werden in der Ursprungs-Ortsvermittlungsstelle zentrale Einrichtungen abgeschaltet, die nur für den Verbindungsaufbau erforderlich sind.

Wird an der angerufenen Sprechstelle der Handapparat abgehoben, dann legt der Durchwahlzusatz zum Zeichen des Gesprächsbeginnes wiederum an die a-Ader einen positiven und an die b-Ader einen negativen Impuls. Dadurch beginnt in der Ursprungs-Ortsvermittlungsstelle die Gebühreuzählung.

Legt der angerufene Teilnehmer den Handapparat wieder auf, d. h. ist das Gespräch beendet, dann legt der Durchwahlzusatz in einer Impulsfolge positives Potential an die a-Ader und negatives Potential an die b-Ader. Mit diesem Kennzeichen wird in der Ursprungs-Ortsvermittlungsstelle die Zählung abgeschaltet, wenn der anrufende Teilnehmer nicht inner-



halb einer bestimmten Zeit – Minutenbereich – die Verbindung durch Auflegen des Handapparates beendet.

Auslösen und Auslösequittung/Überwachung

Die Betriebszustände „Auslösen“, „Auslösequittung/Überwachung“ sind die gleichen wie bereits für den Ortsverkehr dargestellt.

Abgehender Orts-/Fernverkehr (Bild 5)

Leistungsüberwachung

Der Betriebszustand „Überwachung“ ist der gleiche wie weiter oben beschrieben.

Belegung

Wird die Amtsübertragung von einer Nebenstelle oder der Abfragestelle belegt, unterbricht der Durchwahlzusatz den Betriebszustand „Leistungsüberwachung“ und legt an die a-Ader den positiven Belegungsimpuls. Danach wird die Leitung über einen gleichstromdurchlässigen Übertrager abgeschlossen. In der Ortsvermittlungsstelle wird hiermit die der Durchwahlübertragung zugeordnete Teilnehmerschaltung abgehend belegt.

Wählen

Die Durchwahlübertragung erhält die Wahlinformation zur Bestimmung des Zieles in Form von kurzzeitigen Schleifenunterbrechungen übermittelt. Damit lassen sich über die Teilnehmerschaltung die Abnehmerschaltglieder im öffentlichen Fernsprechnetz einstellen.

Auslösen/Überwachen

Legt der Teilnehmer nach Gesprächsende den

Handapparat auf, wird die Gleichstromschleife unterbrochen und der aufgebaute Weg wieder abgebaut. Der Durchwahlzusatz bietet dann zur Überwachung wieder positives Potential an der a-Ader und negatives Potential an der b-Ader an, wodurch beide Übertragungen wieder belegungsfähig sind.

Zusammenfassung

Die Einführung des Durchwahlverkehrs vom öffentlichen Fernsprechnetz bis zur Nebenstelle schaffte die Voraussetzung dafür, alle Sprechstellen unmittelbar ohne Einschalten des Vermittlungspersonals erreichen zu können. Der anrufende Teilnehmer spart dadurch Wartezeiten und Kosten, da keine zeitraubenden Vermittlungsvorgänge erforderlich sind und bei nicht erreichbarem Nebenanschluß – ohne Weiterleiten zur Abfragestelle – die Verbindung gebührenfrei ist. In der Nebenstellenanlage wird das Vermittlungspersonal erheblich entlastet, wenn man durch entsprechende organisatorische Maßnahmen die Gesprächspartner zum „Durchwählen“ anhält. Dennoch kann in Einzelfällen auf das Vermittlungspersonal der Nebenstellenanlage zurückgegriffen werden. Sowohl in betrieblicher als auch in technischer Hinsicht sind alle Vorkehrungen getroffen, um den Durchwahlverkehr zügig abwickeln zu können. In den nächsten Jahren wird das in der Entwicklung befindliche elektronische Amtssystem zu einer weiteren Zunahme des Durchwahlverkehrs führen. Neben großen Nebenstellenanlagen sollen dann eventuell auch kleinere Baustufen in den Durchwahlverkehr einbezogen werden.

Gebührenzählung bei Multireed-Reihenanlagen

von Friedel Bopp

DK 621.395.123:621.395.22.066.6-213.4

Eine sofortige Information über die Kosten eines Ferngespräches gibt die TN-Gebührenzähleinrichtung dem Benutzer einer Reihenanlage in Multireed-Technik. Er kann die anfallenden Fernspreckgebühren z. B. unmittelbar einem ausgearbeiteten Angebot zuschlagen und muß nicht warten, bis ihm zu einem späteren Zeitpunkt die Telefonkosten durch die Deutsche Bundespost berechnet werden. Die TN-Gebührenzähleinrichtung gibt eine digitale Anzeige der angefallenen Gebühreneinheiten, die – multipliziert mit dem jeweiligen Kostenfaktor je Gebühreneinheit, z. B. DM 0,18 – die Gesprächskosten ergeben.

Summenzähler erfassen die Gesamtzahl der Gebühreneinheiten aller geführten Telefongespräche. Sogenannte Rückstellzähler bieten die Möglichkeit, die Gebühreneinheiten einzelner Ferngespräche zu erfassen, indem man nach Gesprächsende die Ge-

bühreneinheiten abliest und mit der Rückstelltaste das Zahlenfeld wieder in Nullstellung bringt. Für die Multireed-Reihenanlage hat TN eine elektronische Gebührenzähleinrichtung entwickelt. Sie ist in Technik und Aufbau so ausgeführt, daß sie sich problemlos in das Baugruppensystem einer Multireed-Reihenanlage einfügt.

Gebührenerfassung für die einzelnen Amtsleitungen

Multireed-Reihenanlagen sind für 2 bis 4 Amtsleitungen lieferbar [1]. Die Gebührenzähleinrichtung kann dabei für jede einzelne Amtsleitung vorgesehen werden. Der für jede Amtsleitung erforderliche 16-kHz-Transistor-Empfangskreis mit Sperrfilter läßt sich in der gemeinsamen Einrichtung der Multireed-Reihenanlage unterbringen. Die hier einlaufenden Gebührenimpulse steuern die Gebührenzähler. Je nach Wunsch des Teilnehmers ordnet man die Zähler entweder der Reihenhauptstelle oder einer Reihennebenstelle zu.

Gebührenaufschlüsselung für die einzelnen Reihenseiten

Die zuvor erläuterte Gebührenerfassung gibt lediglich einen Überblick über den Gesamtgebührenauf-

BILD 1 Multireed-Reihenapparat mit 2 Summen- und 2 Rückstellzählern



wand, ohne daß festzustellen ist, welcher Gebührenanteil auf die einzelne Reihenstelle entfällt. Eine solche Zuordnung ist jedoch notwendig, wenn die Fernsprechgebühren auf die Kostenträger des Unternehmens aufgeschlüsselt werden sollen. Die Einrichtung zur allgemeinen Gebührenerfassung wurde deshalb durch einen Zusatz ergänzt, mit dem sich die an jeder Reihenstelle angefallenen Gebühreneinheiten feststellen lassen. Reihenstellen, die diese individuelle Gebührenerfassung erhalten sollen, werden über einen Teilnehmerschalter – je Amtsleitung – an die allgemeine Gebührenzähleinrichtung angeschlossen. Die Auswerter und die Gebührenzähler können bei der betreffenden Reihenstelle oder zentral, z. B. bei der Reihenhauptstelle, angeordnet werden.

Schaltungsprinzip

Für die allgemeine Gebührenzahlung ist in der Multireed-Reihenanlage je Amtsleitung ein 16-kHz-Transistor-Empfangskreis vorgesehen. Er nimmt den von der Ortsvermittlungsstelle auf die Amtsleitung gegebenen 16-kHz-Zählimpuls auf. Dieser Zählimpuls läuft über ein Hochpaßfilter, wird gleichgerichtet, verstärkt und bei der allgemeinen Gebührenzahlung unmittelbar dem Magneten des Zählers zugeführt. Die einlaufenden Zählimpulse schalten entsprechend ihrer Anzahl das Zählwerk fort. Ein Tiefpaß riegelt den 16-kHz-Zählimpuls von der Sprechstelle ab.

Bei der individuellen Gebührenerfassung für die einzelnen Reihenstellen wird der gleichgerichtete und verstärkte Gebührenimpuls dem Auswerter und somit dem Zähler des Reihenapparates zugeleitet, von dem aus das Gespräch geführt wird. Der Auswerter ist mit einem Zeitglied ausgestattet, um den Gebührenimpuls eines Ortsgesprächs noch aufnehmen zu können, der erst am Ende eines Gesprächs einläuft.

Baugruppen der elektronischen Gebührenzahlung

16-kHz-Gebührenweiche

Für die allgemeine und für die individuelle Gebührenzahlung ist der 16-kHz-Transistor-Empfangskreis mit Filter erforderlich. Er ist als Becherelement ausgeführt und hat sich bei TN-Nebenstellenanlagen mit Gebührenerfassung schon seit Jahren bestens bewährt.

Auswerter

Zur individuellen Gebührenzahlung ist für jede Amtsleitung und für jeden mit Gebührenerfassung ausgestatteten Reihenapparat ein Auswerter not-

wendig. Die Bauelemente für die Steuerung des Gebührenimpulses sind auf einer kleinen Leiterplatte untergebracht und gut zugänglich angeordnet.

Reihenapparat mit eingebautem Gebührenzähler

Bis zu 4 Gebührenzähler lassen sich in das Bedienungsfeld des Multireed-Reihenapparates Modell R 3 gut übersichtlich angeordnet einbauen [1]. Dieser Apparatetyp ist für Reihenstellen der Ausführung 4/10 mit Mithöreinrichtung vorgesehen.

Gebührenzähleinrichtung – nachträglich installiert

Durch die Zunahme des Selbstwählferndienstes auf interkontinentaler Ebene – z. B. nach USA – gewinnt die sofortige Ermittlung der Fernsprechgebühren wachsende Bedeutung, so daß sich Inhaber von Fernsprechanlagen oft für den nachträglichen Einbau der Gebührenerfassung entschließen. Bei Multireed-Reihenanlagen bereitet dies keine Schwierigkeiten. In einem Gehäuse – in Farbe und Form den TN-Fernsprechapparaten angepaßt – lassen sich max. 4 Gebührenzähler samt den dazugehörigen Leiterplatten der Auswerter unterbringen (Bild 1). Die Anschlußschnur wird auf die Tenofix-Verbinders des Apparatebeikastens aufgelegt und mit dem Leitungsnetz der Reihenanlage verbunden.

Gebührenerfassung für die Außennebenstelle

Die außerhalb installierte Sprechstelle einer Reihenanlage – die Außennebenstelle – ist über 2 Sprechadern mit der Reihenanlage verbunden. Auch sie kann man in die Gebührenzahlung einbeziehen. Für die individuelle Gebührenzahlung ist der zuvor erläuterte Auswerter erforderlich; der Auswerter und der zugehörige Zähler werden jedoch innerhalb der Reihenanlage untergebracht. Die festgestellten Gebühreneinheiten leitet die Reihenhauptstelle dann an die Außennebenstelle weiter.

Zusammenfassung

Die Inhaber von Multireed-Reihenanlagen können somit zwischen zwei Arten der Gebührenerfassung wählen: der allgemeinen und der individuellen Gebührenerfassung. Welcher man den Vorzug gibt, hängt von den Besonderheiten des Einzelfalles ab. Beide Arten gewährleisten eine einwandfreie Kontrolle der Fernsprechgebühren.

Literatur:

- [1] Bopp, F.: Die neuen TN-Reihenanlagen in Multireed-Technik. TN-Nachrichten (1968) 68, S. 12–20.

Warum noch 5 Volt Hörtonspannung?

von Adolf Schmid

DK 621.395.124

Die Tatsache, daß Hörtongeneratoren die 425-Hz-Höröne mit einer Spannung von 5 Volt liefern, obwohl man an den a/b-Adern nur den zehnten Teil benötigt, ist nie ernsthaft in Frage gestellt worden. Durch die Anwendung neuer Bauelemente in der Vermittlungstechnik ist jetzt der Weg frei für eine drastische Reduzierung der 5 Volt Hörtonspannung.

Voraussetzungen

Die Hörtonspannung (425 Hz) soll am Fernsprechapparat ca. 40 mV (-3 Np; -25 dB) nicht unter- und ca. 400 mV ($-0,7$ Np; -6 dB) nicht überschreiten [1]. Diese Werte werden eingehalten, wenn an den Sprechadern – gemessen an $600\ \Omega$ – gemäß CCITT-Empfehlung folgende Sendepiegel [2] anliegen:

2Dr-Schaltglieder: $-0,5$ Np; $-4,3$ dB; 470 mV
4Dr-Schaltglieder: $-1,0$ Np; $-8,7$ dB; 285 mV
Auslands-Üe: $-1,6$ Np; $-13,9$ dB; 156 mV

Die Pegelabweichung an der Sendestelle darf $\pm 0,25$ Np ($\pm 2,2$ dB) betragen. Damit lassen sich Schwankungen in der Ruf- und Signaleinrichtung und die Toleranzen der Ankopplungsglieder erfassen.

Die höchste an den a/b-Adern einzuspeisende Hörtonspannung muß also nur ca. 500 mV betragen.

Hörtoneinspeisung in der bestehenden Technik

Die Bilder 1 bis 4 zeigen einige Beispiele der Hörtoneinspeisung in der herkömmlichen Technik.

Der geforderte Sendepiegel an $600\ \Omega$ wird je nach Einspeiseart durch das Übersetzungsverhältnis, entsprechende Vorwiderstände bzw. geeignete Werte von C erreicht. Dabei geht man von einer 5 V Hörtonspannung aus. Es muß also bewußt ein Spannungsabfall von 4,5 V erzeugt werden. Nur bei der Einspeisung über Relais ist wegen der relativ schlechten Übertragungstechnischen Eigenschaften eine Generatorspannung von 5 V wirklich erforderlich.

Hörtoneinspeisung in einer neuen Technik

Man kann unterstellen, daß bei einer neuen Technik die Einspeisung fast ausschließlich über Übertrager (OLÜ) stattfindet. Schutzrohrkontakt-Relais sind als „Übertrager“ ungeeignet. Gelegentlich wird auch eine „Drossel“ erforderlich sein, jedoch stehen hier-

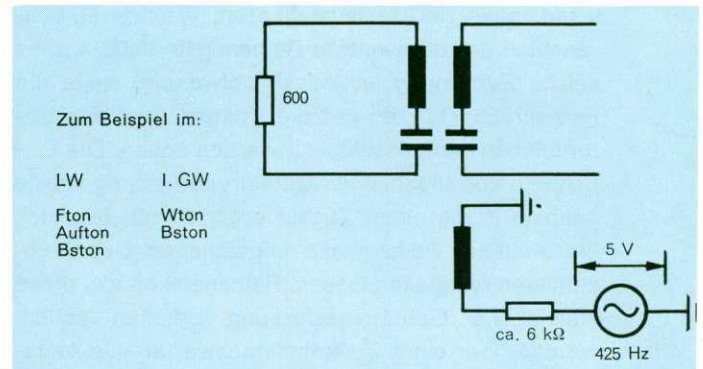


BILD 1 Einspeisung über OLÜ

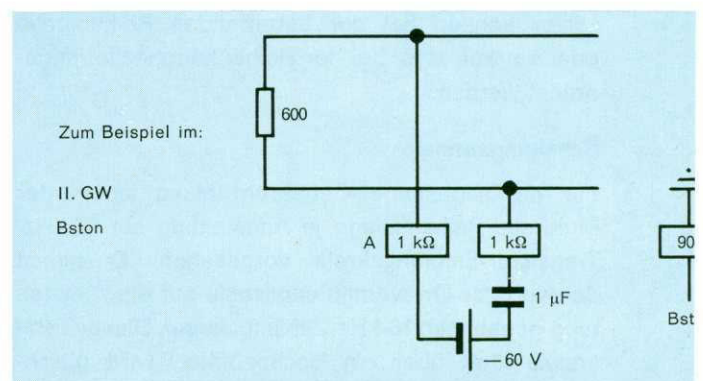


BILD 2 Einspeisung über Relais (Impulsaufnahme)

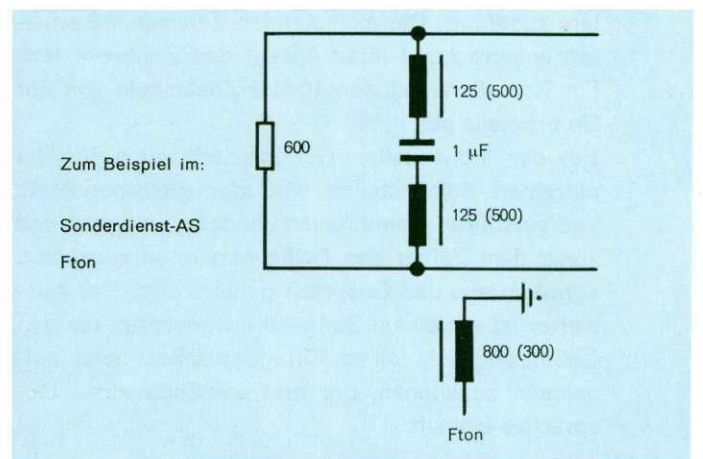
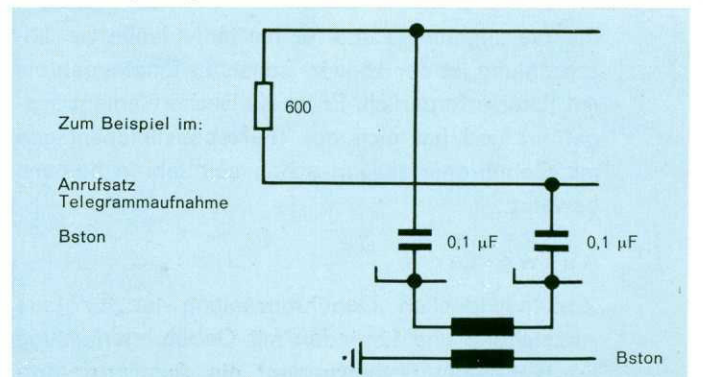


BILD 3 Einspeisung über „Drossel“

BILD 4 Einspeisung über Kondensatoren



für magnetische Bauelemente mit gutem Übertragungstechnischen Wirkungsgrad zur Verfügung, wie z. B. Überträgerbleche und Ferrite.

Nebensprechen über gemeinsamen Koppelwiderstand

Neben der pegelrichtigen Einspeisung müssen die Teilnehmerstromkreise, auf denen gleichzeitig der gleiche Hörton gesendet wird, so gegeneinander entkoppelt sein, daß ein gegenseitiges Abhören der „Raumgeräusche“ besonders auch in den Tonpausen unmöglich ist.

Um eine ausreichende Nebensprechdämpfung zu erreichen, müssen der Innenwiderstand des Hörtongenerators niederohmig sein und die Hörtonwicklungen der Übertrager in den Tonpausen über die Ruf- und Signaleinrichtung (RSM) geerdet werden (Bild 5). Die Nebensprechdämpfung muß entsprechend der FTZ-Vorschrift 13 TV1 bei Besetztton ≥ 5 Np, bei Wählton ≥ 6 Np und bei Freiton $\geq 6,5$ Np betragen, wobei die unterschiedlichen Werte die Länge der Tonpausen berücksichtigen.

Wenn im Ersatzschaltbild (Bild 6) $R_i = 0 \Omega$ oder R_{v1} bzw. $R_{v2} = \infty \Omega$ wird, dann sind die beiden Sprechstellen völlig entkoppelt. Aus Bild 7 ist zu entnehmen, daß bei $R_{v1} = R_{v2} = 5,6 \text{ k}\Omega$ $R_i \leq 50 \Omega$ sein muß, wenn eine Nebensprechdämpfung von 6,5 Np eingehalten werden soll. Ist R_i jedoch $\leq 3 \Omega$, dann braucht R_v nur 1 k Ω zu sein. Es ist also nach einem optimalen Kompromiß zwischen R_i und R_v zu suchen. Über R_v wiederum ist die Generatorspannung festgelegt.

Höhe der Generatorspannung

Die Spannung des 425-Hz-Generators muß gemäß Bild 8 bei Übertragereinkopplung (1 : 1) und $R_v \approx 6 \text{ k}\Omega$ 5 Volt betragen, dagegen bei $R_v = 1 \text{ k}\Omega$ nur 1 Volt. In beiden Fällen ist bei ausreichend guter Entkopplung und Anpassung der Sendepiegel an der a/b-Ader ca. 470 mV ($-0,5$ Np).

Generatorleistung

Bei 5 V Generatorspannung sind je Abnehmer mindestens 5 mVA, bei 1 V dagegen nur 1 mVA bereitzustellen. Bei gleicher Generatorleistung könnten also 5mal soviel Teilnehmer bedient werden.

Stabilisierungsmaßnahmen

Vor allem in speisenden Sätzen soll, solange der Teilnehmer den Handapparat nicht abgehoben hat, für einen „Ersatz-Abschluß“ zur Stabilisierung – Verbesserung der Pfeifsicherheit – der 4Dr-Strecken gesorgt werden. Anzustreben sind mindestens 2 dB

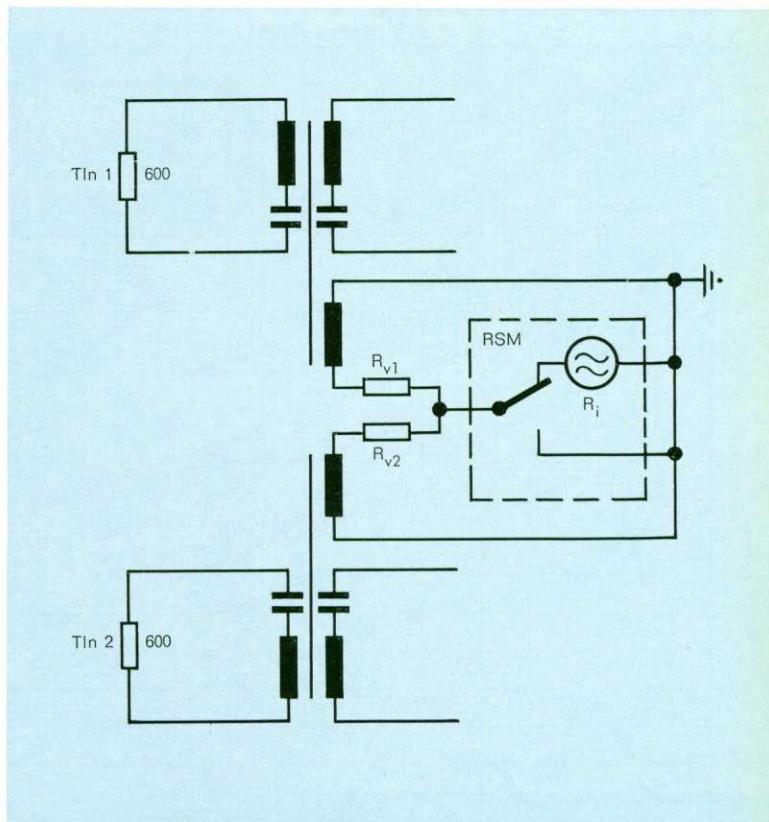


BILD 5 Entkopplung zweier Teilnehmerstromkreise

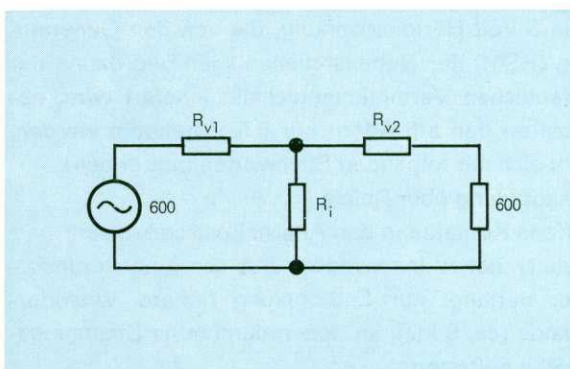
(0,23 Np), und zwar gemessen als Reflexionsdämpfung gegen 600 Ω .

Als Lösung bietet sich an, den Vorwiderstand der Hörtoneinspeisung als Abschluß anzuschalten. Damit vermeidet man zusätzliche Kontakte in den Sprechadern (Bild 9).

Folgende Reflexionsdämpfungen werden erreicht:

R_v	600 Ω	1 k Ω	3 k Ω	6 k Ω
a_{refl}	2 Np	1,2 Np	0,45 Np	0,25 Np
	17 dB	10 dB	4 dB	2,2 dB

BILD 6 Ersatzschaltbild für Nebensprechen über gemeinsame Koppelwiderstände



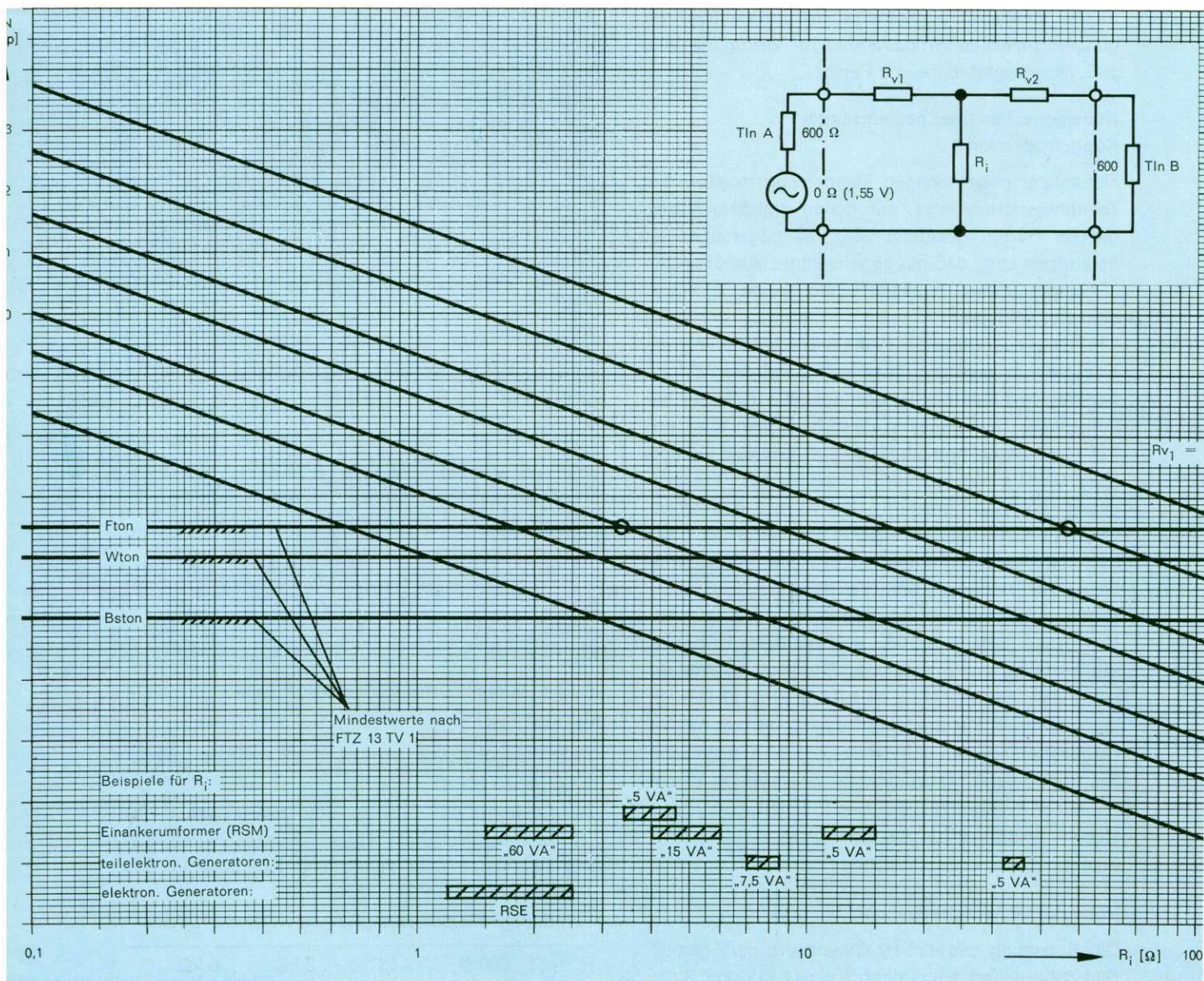


BILD 7 Nebensprechen über gemeinsame Koppelwiderstände

Würde man den Vorwiderstand von 6 auf 1 k Ω reduzieren, dann ergäbe sich also eine Verbesserung der Reflexionsdämpfung von 2 auf 10 dB.

Zusammenfassung

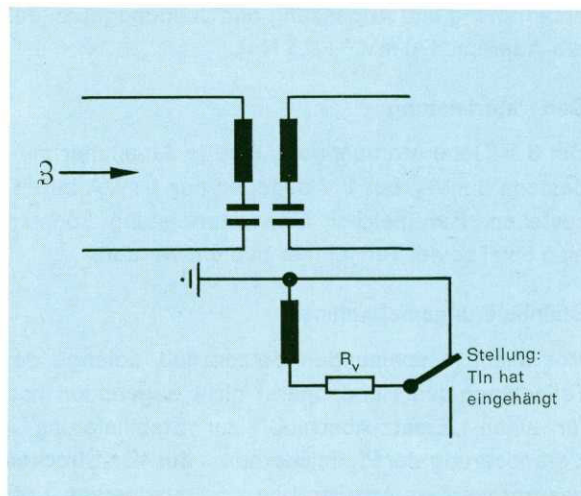
Die 5 Volt Hörtonspannung, die von den Generatoren (RSM) der Nebenstellenanlagen und denen der öffentlichen Vermittlungstechnik geliefert wird, obwohl an den a/b-Adern nur 0,5 V benötigt werden, läßt sich mit folgenden Stichworten begründen:

Einkopplung über Relais

Offene Kontakte in den Anschaltteststromkreisen

Relativ hoher Innenwiderstand der Einankerumformer verlangt zur Entkopplung höhere Vorwiderstände (ca. 6 k Ω), an denen dann hohe Spannungsabfälle auftreten.

BILD 9 „Ersatz-Abschluß“ zur Stabilisierung



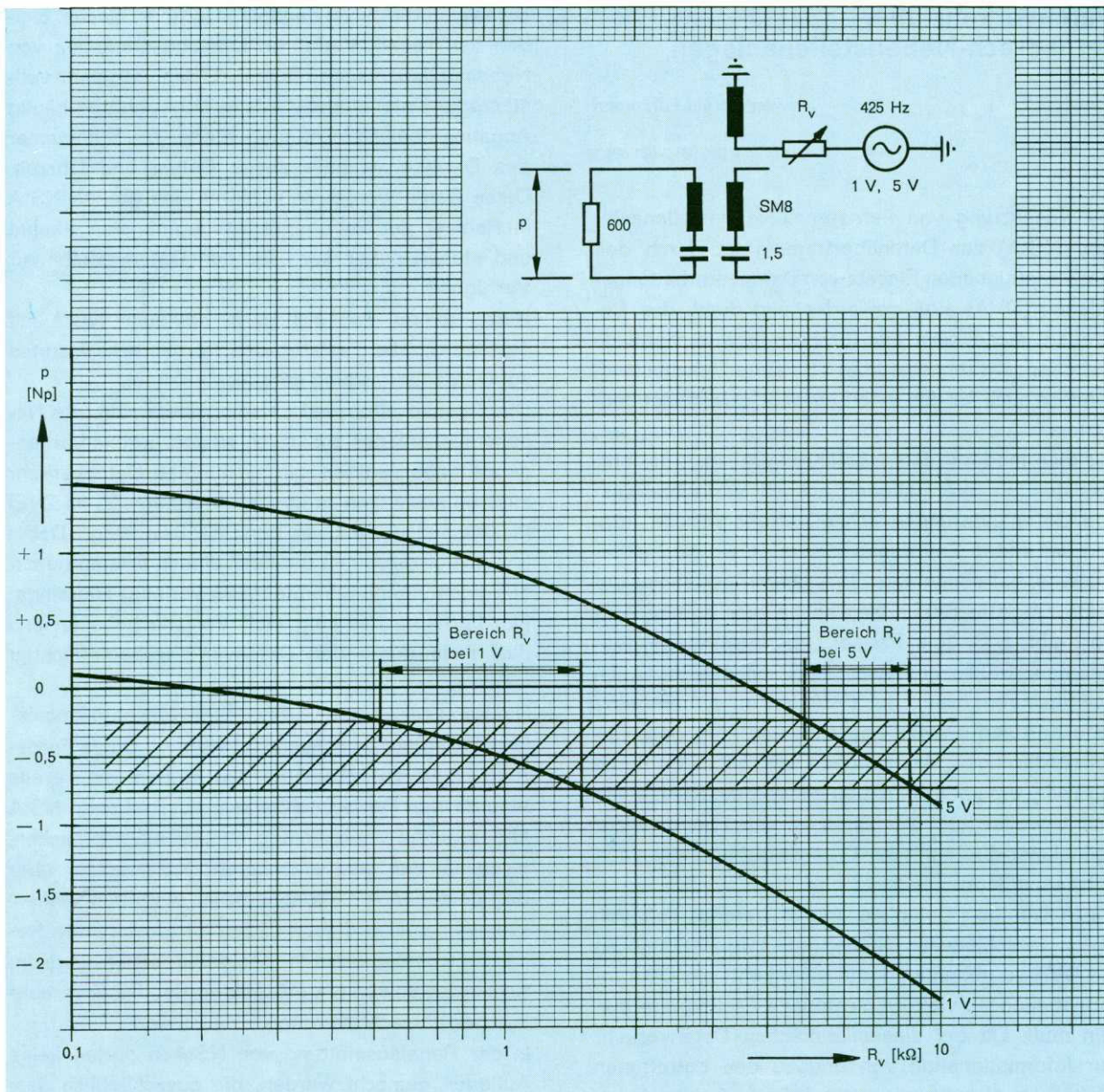


BILD 8 Hörtonpegel bei Übertragereinkopplung

Generatorleistung war in den meisten Fällen unkritisch, da die Größe des Einankerumformers durch die Rufleistung bestimmt wurde.

Bei Fernsprechanlagen in neuer Technik – z. B. Multireed-Technik – sprechen folgende Gründe für eine Reduzierung der Hörtonspannung auf 1 Volt:

Einkopplung nur noch über Übertrager

Keine offenen Kontakte

Innenwiderstand eines elektronischen Hörtongenerators ist einschließlich der elektronischen Takt-schalter ausreichend gering. Dadurch erreicht man auch mit 1 kΩ Vorwiderstand eine gute Entkopplung. Generatorleistung kann reduziert werden.

Einspeisevorwiderstand kann als Abschlußwiderstand mitbenutzt werden.

Hörtonpegel ist bereits auf den Zubringerleitungen

dem Sprachpegel angepaßt. Die Gefahr des Nebensprechens ist damit stark reduziert.

Vorwiderstand kann für Höröne und Ansagen gleich sein.

Literatur:

- [1] Ganitta, E.: Forderungen der Fernsprech-Vermittlungstechnik und der Übertragungstechnik in ihren Wechselwirkungen. VDE-Fachberichte, Bd. 19, 1956.
- [2] FTZ IC Jan. 1960: Vereinheitlichte Höröne.

Datenverkehr über Fernsprech-Nebenstellenanlagen

von Harald Fuhrmann

DK 681.3:621.395.2

Die Ausnutzung von Fernsprech-Nebenstellenanlagen (NStA) zur Datenübertragung ist durch den rasch ansteigenden Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen (DVA) akut geworden und durch das Bestreben, diese nicht nur für betriebswirtschaftliche und/oder wissenschaftliche Belange einzusetzen, sondern auch für das innerbetriebliche Informationssystem.

Für eine moderne Betriebsführung müssen die entscheidenden Informationen schnell verfügbar sein und Datenänderungen schnell erfaßt werden können. Im ersten Fall denke man z. B. an Auskunftssysteme, bei denen eine DVA einem Teilnehmer auf seine Frage in Sekundenschnelle eine exakte Antwort gibt, z. B. über Preise, Lagerbestände, Personaldaten, Stücklisten und vieles andere mehr. Im zweiten Fall müssen der DVA, die u. a. herkömmliche Karteien ersetzt, Lagerab- und -zugänge, Gehaltsänderungen, Bestellungen, ein Teil x wird durch ein Teil y ersetzt usw. mitgeteilt werden. Noch einen Schritt weiter geht der Dialogverkehr, bei dem die Teilnehmer direkt mit der Datenverarbeitungsanlage korrespondieren.

Diese wenigen Beispiele zeigen bereits, daß von vielen verschiedenen Stellen aus Informationen an die DVA zu geben sind und umgekehrt die DVA Informationen an viele verschiedene Stellen übermitteln muß. Da bei diesem einfachen Datenverkehr der Informationsfluß von und zu den betroffenen Stellen im allgemeinen nicht sehr umfangreich ist, empfiehlt sich dafür aus Kostengründen kein eigenes Leitungs- und Vermittlungssystem. Vielmehr erscheint es sinnvoll, das vorhandene Fernsprechnet und die Nebenstellenanlage auszunutzen, zumal dann der Datenverkehr nicht nur auf Teilnehmer-DVA beschränkt bleiben muß, sondern auch ein Untereinanderverkehr zwischen gleichartigen Datenstationen stattfinden kann.

Selbstverständlich ist das heute durch den Einsatz von Postmodems – Parallelmodem D 20 P sowie Serienmodems D 200 S und D 1200 S [1, 2] – ohne weiteres möglich. Es ist aber durchaus nicht immer notwendig, die im allgemeinen digital vorliegenden Daten erst mit Hilfe dieser kostspieligen Einrichtungen in das Sprachband zu transformieren, nur um sie übertragen zu können und sie dann wieder zur Eingabe in die DVA in digitale

Signale zurückzuverwandeln. Darüber hinaus bleiben bei diesem Verfahren Leistungsmerkmale von Nebenstellenanlagen ungenutzt, denn zu einer vollständigen Dateneingabe in eine DVA gehören häufig Angaben über Berechtigungen oder die Rufnummer des Datenteilnehmers sowie Datum und Uhrzeit. Diese Daten werden in mittleren und großen NStA im Rahmen der Gebührenerfassung ohnehin erkannt und stehen daher auch für den Datenverkehr zur Verfügung.

Hinzu kommt, daß sich z. B. bei einer NStA mit Tastenwahl die Tastatur des Fernsprechapparates zur Datenübertragung geradezu anbietet.

Die Eigenschaften und Leistungsmerkmale, die Nebenstellenanlagen zusätzlich zu den bereits vorhandenen haben sollten, um sie für den Datenverkehr sinnvoll ausnutzen zu können, werden z. Z. im ZVEI in Zusammenarbeit mit der DBP festgelegt. Dabei hat sich gezeigt, daß die DBP diesen Fragen durchaus positiv gegenübersteht, sie verlangt allerdings: Der Fernsprechverkehr muß Vorrang behalten und darf nicht durch den Datenverkehr beeinträchtigt werden.

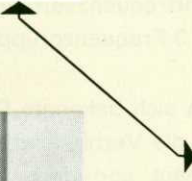
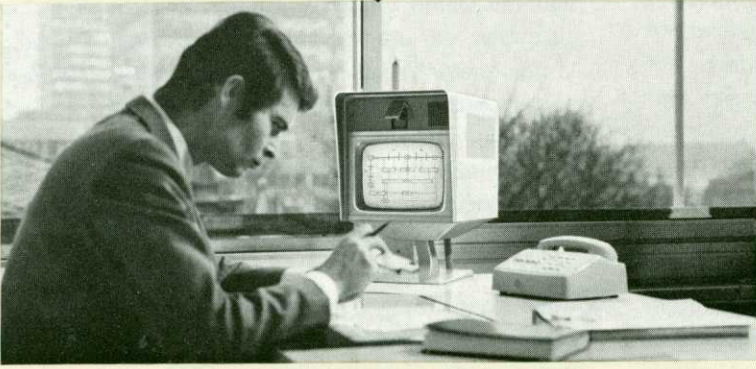
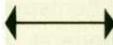
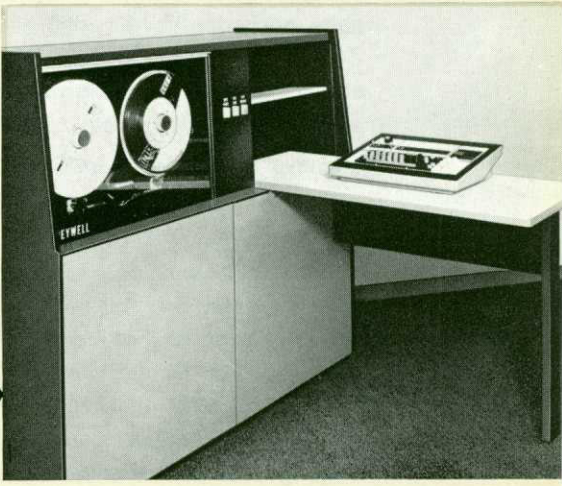
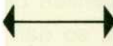
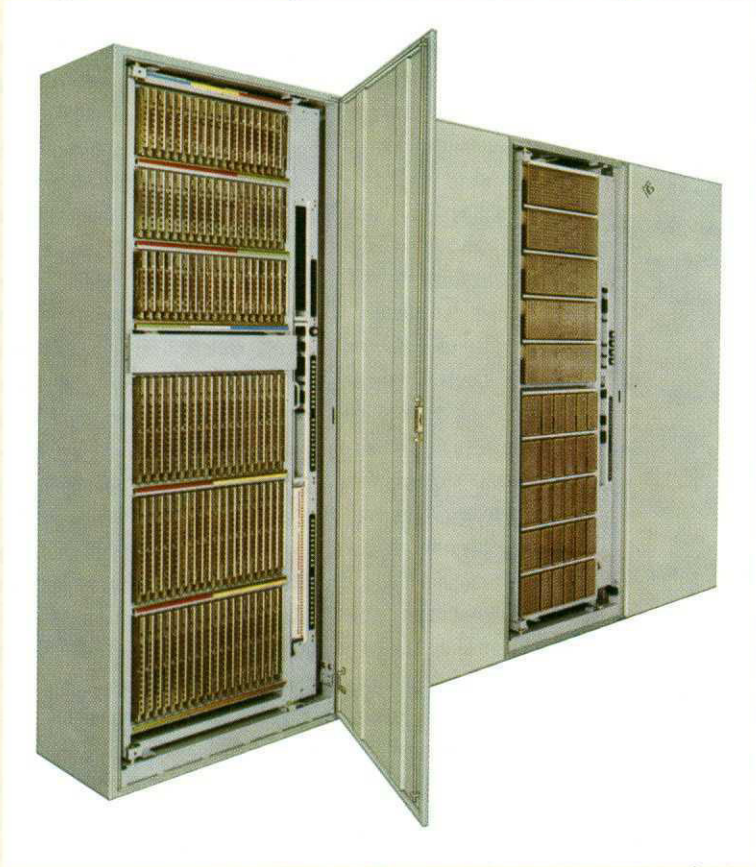
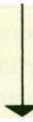
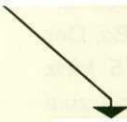
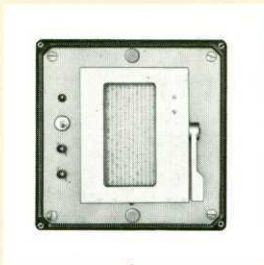
Die Benutzer bereits vorhandener Nebenstellenanlagen dürfen nicht benachteiligt werden. Diese Forderung ist so zu verstehen, daß Firmen, die bereits eine für den Fernsprechverkehr ausreichende NStA haben, keine neue Anlage anzuschaffen brauchen, wenn sie den weitverzweigten Datenverkehr über das bestehende Leitungssystem einführen wollen. Vielmehr soll in diesen Fällen die bestehende Nebenstellenanlage durch geeignete Ergänzungseinrichtungen soweit wie möglich für den Datenverkehr nutzbar gemacht werden.

In der Regelausstattung von NStAen dürfen keine Auflagen gemacht werden, die ausschließlich dem Datenverkehr dienen.

Weiterhin verlangt die DBP im Interesse aller Beteiligten, daß im ZVEI – diese Arbeiten haben bereits begonnen – die Schnittstellen zwischen Datenendstellen bzw. Datenverarbeitungsanlagen und Nebenstellenanlagen eindeutig festgelegt werden, um eine Austauschbarkeit zu gewährleisten.

Leistungsmerkmale für den Datenverkehr

Die wesentlichen Leistungsmerkmale seien im folgenden anhand einiger Beispiele erläutert (Bild 1). Für den einfachsten Fall soll unter Verzicht auf teure Modems ein normaler Fernsprechapparat zur Dateneingabe mit ausgenutzt werden. Die Eingabe geschieht mit dem Nummernschalter bzw. bei Tastenwahlapparaten mit denselben Tasten, die auch für die Rufnummernwahl benutzt werden. Die Übertra-



gungsverfahren sind daher Impulswahlverfahren – also Gleichstromtastung- bzw. bei Tastenwahl das Dioden-Erd-Verfahren. Bei letzterem besteht neben der größeren Bequemlichkeit und schnelleren Eingabe noch der Vorteil, daß z. Z. 12 verschiedene Zeichen von 15 möglichen ausgenutzt werden. Zu einem späteren Zeitpunkt werden auch Tastenwahlapparate verfügbar sein, die nach dem Mehrfrequenzverfahren (MFV) im Code $2 \times \binom{4}{1}$ arbeiten und daher 16 verschiedene Zeichen ermöglichen. Der Parallelmodem D 20 P, der von der DBP zur Datenübertragung über das öffentliche Fernsprechnetz zugelassen ist, arbeitet nach demselben Verfahren, aber mit anderen Frequenzen. Es sind jedoch Bestrebungen im Gange, die Frequenzen bei Parallelmodem und MFV gleichzusetzen, so daß sich dann der Tastenwahlapparat auch direkt zur Datenübertragung über das öffentliche Netz verwenden läßt. Dient der Fernsprecher als Dateneingabestation für Auskunftssysteme, kann die Antwort mit einer von der angesprochenen DVA gesteuerten Sprachausgabe auf den Hörer des Fernsprechapparates gegeben werden und Quittungen durch einfache Hörtöne.

Im Hinblick auf die NStA besteht also die Forderung nach der Gleichstromdurchlässigkeit und die damit verbundenen Probleme für das Auslösen.

In der nächsten Stufe kann der Fernsprechapparat durch ein einfaches Dateneingabegerät, z. B. einen Ausweisleser – eventuell mit Protokolldrucker – ergänzt werden. Sollen die Geräte in Bausteinform ausgeführt werden, ist zwischen Fernsprechapparat und z. B. Ausweisleser einerseits und Fernsprechapparat-Ausweisleser-Drucker andererseits eine einheitliche Schnittstelle zu bestimmen. Je nach dem verwendeten Übertragungsverfahren ist festzulegen, ob der Zeichengenerator im Fernsprechapparat von dem Zusatzgerät mitbenutzt wird oder ob es einen eigenen enthält. Mit dem Mehrfrequenzverfahren könnte man durch Erweitern auf 3 Frequenzgruppen auch Alphawerte übertragen.

Als dritte Anordnung ist eine an sich bekannte Datenendstelle dargestellt, bei der die Verbindung mit dem Fernsprechapparat aufgebaut und dann auf Datenübertragung umgeschaltet wird. Es sei hier aber bemerkt, daß die Datenübertragung nicht nur im Sprachband stattfinden muß, sondern auch durch Gleichstromsignale wie Telex oder GDN (Gleichstromdatenübertragung mit niedrigem Sendepiegel [3]) realisiert werden kann. Die Datenendstelle kann für Senden und Empfangen ausgelegt sein, in einem einfachen Fall mit einer Fernschreibmaschine. Als komfortables Ein-Ausgabegerät sei schließlich

das Fernsehtelefon erwähnt, das für den Datenverkehr mit verwendet wird. Gleichzeitige Sprach- und Datenübertragung ist damit möglich. Die Umwandlung von digitalen Informationen in für das Fernsehtelefon geeignete Videosignale kann zentral in einem entsprechenden Zusatzgerät stattfinden. Zu beachten ist hierbei, daß die zum Betrieb des Fernsehtelefons benötigte Bandbreite im Megahertzbereich liegt. Die Nebenstellenanlage muß dafür die Übertragungstechnischen Bedingungen ebenso erfüllen wie bei der Gleichstromtastung mit 50 Bd. Der TN-Multireed-Koppler erfüllt sie bis über 5 MHz und bietet damit eine wichtige Voraussetzung zum Anschluß des Fernsehtelefons [4].

Eingangs wurde bereits erwähnt, daß es bei dem Datenverkehr mit einer DVA einerseits notwendig sein wird, die Berechtigung der Datenendstelle festzustellen – ein Leistungsmerkmal, das in der NStA bereits seit langem vorhanden ist –, und daß andererseits der DVA die Rufnummer der Datenendstelle bekanntgegeben werden muß, damit diese z. B. einen bestimmten Speicherbereich zuordnet oder zu einem späteren Zeitpunkt eine Antwort geben kann. Dazu könnten neben der Uhrzeit und dem Datum noch andere Zusatzdaten kommen. Mit der Anschaltmöglichkeit einer Ergänzungseinrichtung zur Gebührenerfassung an eine NStA sind die notwendigen Voraussetzungen geschaffen, diese Daten abzugreifen. Sie werden der DVA oder einer anderen gerufenen Endstelle entweder auf der Leitung zugeführt, über die die Datenübertragung zwischen den Teilnehmern stattfindet, oder über einen zentralen Datenkanal. Je nach Anwendungsfall und den von der DVA benötigten Daten kann man auch TN-Codewahleinrichtungen [5] für das Hinzufügen dieser Daten verwenden.

Beim einfachen Datenverkehr, bei dem die Daten wenigstens teilweise manuell eingegeben werden, wäre die DVA infolge der langsamen Eingabegeschwindigkeit unverhältnismäßig lange belegt und damit für gewisse andere Aufgaben blockiert. Es ist daher zumindest für den Datensammelverkehr sinnvoll, die Daten zunächst in einen Zwischenspeicher zu geben, der sie nach dem vollständigen Empfang in geeigneter Weise zur DVA weiterleitet. Der Zwischenspeicher als Ergänzungsausstattung für Nebenstellenanlagen kann dann bestimmte Aufgaben übernehmen, wie Senden von Bereitschafts- und Aufmerksamkeitszeichen, Prüfen auf Steuerzeichen und Zeichenzulässigkeit, Aufnahme von Zusatzdaten, Code- und Geschwindigkeitswandlung, Übertragen der Daten der Gebührenerfassung, Formatprüfung und anderes. Die genauen Bedingungen inklusive der Schnittstellen zur DVA werden eben-

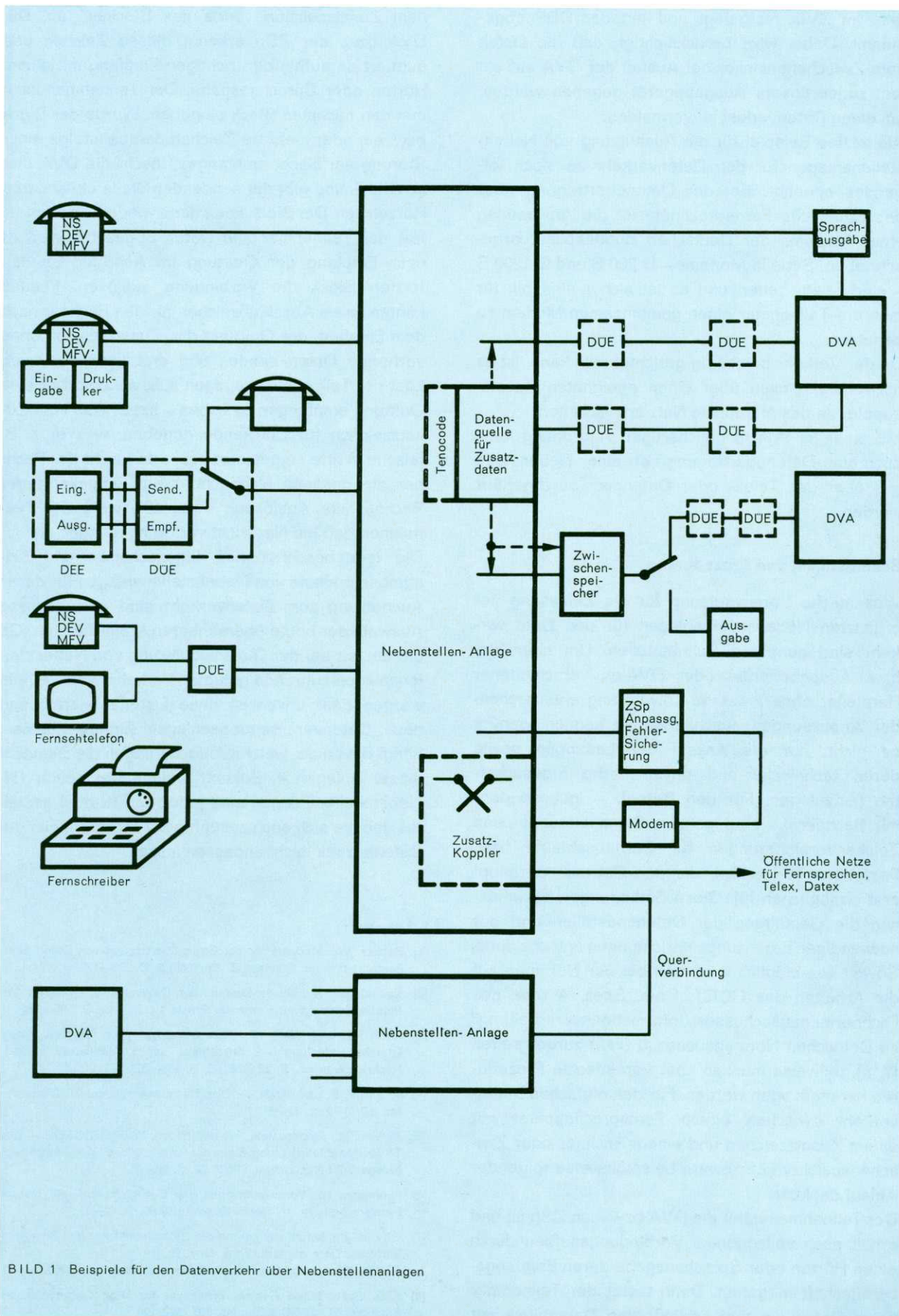


BILD 1 Beispiele für den Datenverkehr über Nebenstellenanlagen

falls im ZVEI festgelegt und mit der DBP abgestimmt. Dabei wird berücksichtigt, daß die Daten vom Zwischenspeicher bei Ausfall der DVA auf ein fest zugeordnetes Ausgabegerät gegeben werden, um einen Datenverlust zu vermeiden.

Als letztes Beispiel für die Ausnutzung von Nebenstellenanlagen für den Datenverkehr sei noch folgendes erwähnt. Bei der Datenübertragung über das öffentliche Fernsprechnetz ist die Anwendung eines Modems der Deutschen Bundespost vorgeschrieben. Serielle Modems – D 200 S und D 1200 S – sind relativ teuer, und es ist sicher sinnvoll, für mehrere Teilnehmer einen gemeinsamen Modem zu benutzen.

Da der Verkehr beidseitig gerichtet sein kann, ist es notwendig, diesen über einen geeigneten Zusatzkoppler an das öffentliche Netz anzuschalten.

Mit einer im Prinzip gleichartigen Anordnung kann auch eine Datenübertragung von einer Nebenstelle aus über das Telex- oder Datennetz durchgeführt werden.

Schnittstellen und Prozeduren

Wesentliche Voraussetzung für die Zulassung der ergänzten Nebenstellenanlagen für den Datenverkehr sind genormte Schnittstellen. Um aber Ein- bzw. Ausgabegeräte oder DVA'en verschiedener Hersteller ohne jeweilige Entwicklung entsprechender Anpassungen anschließen zu können, genügt es nicht, nur die Anzahl der Leitungen sowie deren technische und physikalische Eigenschaften festzulegen. Für den Betrieb – insbesondere mit Rechnern – sind genaue Signalisierungs- und Zeichenvereinbarungen für Betriebsabläufe bzw. Prozeduren zu treffen, die den Betrieb überhaupt erst ermöglichen [6]. Diese Bedingungen beeinflussen die Gestaltung der Datenendstellen und der notwendigen Ergänzungseinrichtungen entscheidend. Soweit wie möglich wird man bei der Normung auf die Arbeiten des CCITT, Com. Spez. A bzw. des Fachnormenausschusses „Informationsverarbeitung“ im Deutschen Normenausschuß (FNI) zurückgreifen [7, 8], teilweise müssen aber vereinfachte Prozeduren herangezogen werden. Für den einfachen Datenverkehr zwischen einem Fernsprechapparat mit einem Zusatzzeichen und einem Rechner oder Zwischenspeicher (ZSp) wäre beispielsweise folgender Ablauf denkbar:

Der Teilnehmer wählt die DVA bzw. den ZSp an und erhält nach vollzogenem Verbindungsaufbau durch einen Hörton oder Sprachausgabe deren Empfangsbereitschaft mitgeteilt. Dann tastet der Teilnehmer seine Daten ein und schließt den Datenblock mit

dem Zusatzzeichen „Ende des Blockes“ ab. Die DVA bzw. der ZSp erkennt dieses Zeichen und quittiert daraufhin den richtigen Empfang mit einem Hörton oder Sprachausgabe. Der Teilnehmer kann nun den nächsten Block eingeben. Wurde der Block bzw. ein oder mehrere Zeichen daraus infolge einer Störung verfälscht empfangen, löscht die DVA diesen Block und gibt der sendenden Stelle ein anderes Hörzeichen. Der Block kann dann wiederholt werden. Hat der Teilnehmer alle Daten abgesetzt, wird er nach Empfang der Quittung im Anschluß an den letzten Block die Verbindung auslösen. Ebenso könnte er als Abschlußzeichen für den Rechner nach dem Empfang der Quittung das Zusatzzeichen ohne vorherige Daten senden und erst dann auslösen. Löst der Teilnehmer dagegen aus, ohne vorher eine Quittung empfangen zu haben – hat er also kein Zusatzzeichen für Blockende gegeben, weil er z. B. falsche Werte eingetastet hat –, so löscht der Rechner die gesamte Nachricht. Wenn umgekehrt der Rechner die Auslösung veranlaßt, weiß der Teilnehmer, daß die Nachricht verlorengegangen ist.

Die hier beschriebenen Eigenschaften und Leistungsmerkmale von Nebenstellenanlagen für deren Ausnutzung zum Datenverkehr sind eine gewisse Auswahl der heute übersehbaren Möglichkeiten. Ob die derzeit bei der Dimensionierung von Nebenstellenanlagen zugrunde gelegten Verkehrswerte erhöht werden oder inwieweit neue Datenendgeräte und neue Datenverarbeitungsanlagen Einfluß nehmen, hängt davon ab, welche Anforderungen die Benutzer dieser Anlagen in Zukunft stellen. Die neuen TN-Nebenstellenanlagen sind jedoch so flexibel gestaltet, daß sie sich auch zukünftigen Anforderungen der Datentechnik leicht anpassen lassen.

Literatur:

- [1] Bacher, W.: Modems für die Serienübertragung von Daten über Fernsprechnetze. Siemens Z. 43 (1969) 3, S. 123–128.
- [2] Kaltenbach, A.: Neuer Modem der Deutschen Bundespost für Parallelübertragung. Computer Praxis 1 (1968) 10, S. 199–210.
- [3] Horst, H. und Lang, M.: Datenübertragung im Ortsnetz durch Gleichstromtastung — Ergebnisse eines Versuchsbetriebes. Nachrichtentechn. Z. 22 (1969) 6, S. 353–363.
- [4] v. Berge, E. und Wirth, A.: Das TN-Fernsehtelefon. TN-Nachrichten (1970) 70, S. 17–21.
- [5] Bernau, H.; Fleckenstein, W. und Resch, W.: TENOCODE — Die TN-Codewahleinrichtung für große und mittlere W-Nebenstellenanlagen. TN-Nachrichten (1970) 70, S. 22–26.
- [6] Fuhrmann, H.: Voraussetzungen und Betriebsabläufe für Datenfernverarbeitung. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 42–45.
- [7] DIN 66 020: Anforderungen an die Schnittstelle bei der Übergabe bipolarer Datensignale. Entw. Nov. 66.
DIN 66 003: Informationsverarbeitung 7 bit Code. Juli 1968.
- [8] ISO: Basic Mode Control Procedure for Data Communication Systems. TC 97/SC 6 Doc Nr. 196, 242, 253.

Dickschichtschaltungen

von Hans Isert

DK 539.23:621.38.049-181.4

Die schaltungstechnischen Vorteile, die sich daraus ergeben, daß auch in der Elektronik – speziell bei monolithischen integrierten Schaltungen – immer weiter miniaturisiert wird, enden dort, wo die Verbindungen zu den weiteren „peripheren“ Schaltungen herzustellen sind. So stößt das Verbinden von MSI*) oder LSI**) mit den weiterführenden Teilen einer mikroelektronischen Schaltung auf Schwierigkeiten, wenn man beispielsweise auf Verdrahtungen übergehen muß, die in Leiterplattentechnik ausgeführt sind.

Hier liegt ein wichtiger Ansatzpunkt für die Schichtelektronik, wie man zusammenfassend die Dünnschichttechnik und die Dickschichttechnik nennt. Diese Techniken sind ein sinnvolles Bindeglied zwischen der Leiterplattentechnik und solchen Bauelementen, die in Form von monolithischen integrierten Schaltungen vorliegen.

Die Schichtelektronik ist jedoch wesentlich mehr als nur eine Verbindungstechnik. Sie kann in manchen Fällen bestückte Leiterplatten oder auch integrierte monolithische Schaltungen ersetzen bzw. sinnvoll ergänzen.

Definition der Dickschichttechnik

Auf einem geeigneten Substrat werden Leiterbahnen, Widerstandsnetzwerke und Kontaktierungsplätze hergestellt, die durch Bestücken mit aktiven oder passiven diskreten Bauelementen zu Funktionsgruppen – Hybridschaltungen – komplettiert werden.

Während die Dünnschichttechnik mit Schichtdicken zwischen 10 und 1000 Å arbeitet, werden für die Dickschichttechnik Schichtstärken zwischen 10 und 30 µm benötigt.

Dienen bei der Dünnschichttechnik bevorzugt reine Metalle oder Legierungen als Ausgangsmaterial, das atomar – zum Teil ionisiert – über die Dampfphase durch Kondensation die gewünschte Schichtbildung bewirkt, so verwendet man bei der Dickschichttechnik siebdruckfähige Pasten, die aus mehreren Komponenten bestehen, nämlich Glasfritte, Metalloxyd und Metall, Bindemittel und Lösungsmittel.

Die nachfolgenden Ausführungen über die Schichtelektronik beschränken sich auf die Dickschicht-

technik, wie sie bislang im Entwicklungsbereich des Hauses TN betrieben wird.

Zum Herstellen von Dickschichtschaltungen werden Leit-, Widerstands- oder Dielektrikumpasten in jeweils getrennten Arbeitsgängen im Siebdruckverfahren mit Hilfe von Präzisions-Siebdruckmaschinen auf Keramiksubstrate aufgetragen. Anschließend werden in einem Einbrennprozeß die Pasten untereinander und mit dem Substrat innig verbunden. Falls erforderlich, sind Leitungskreuzungen möglich, die durch isolierende Zwischenschichten realisierbar sind. Durch anschließendes Bestücken mit diskreten passiven und aktiven Bauelementen entstehen hybride Funktionsschaltungen. Das typische Ablaufschema für einen einfachen Dickschichtbaustein enthält die folgenden Arbeitsgänge:

- Schaltungsentwurf erstellen
- Umsetzen des Entwurfs in ein Layout mit Maßen und Werten
- Herstellen der Originalvorlage (20:1) (Bild 1)
- Film in Originalgröße herstellen (1:20)
- Siebdruckschablone herstellen (Bild 2)
- Substrate reinigen
- Viskosität der Pasten messen und gegebenenfalls einstellen
- Leiterbild drucken (Bild 3)
- Trocknen
- Widerstände drucken
- Trocknen
- Schichtdicken prüfen (Stichprobe!)
- Schichten einbrennen
- Widerstände messen
- Overglaze drucken
- Trocknen
- Overglaze einbrennen
- Widerstände mit Sandstrahl abgleichen
- Substrat tauchlöten
- Bestücken mit diskreten Bauteilen
- Schaltung elektrisch prüfen
- Baustein einkapseln
- Elektrische Endprüfung

Leistungsfähigkeit der Dickschichttechnik

Die Leistungsfähigkeit der Dickschichttechnik läßt sich an den folgenden Daten ermes sen:

Die Widerstandswerte der Leitpasten betragen zwischen 0,1 und 0,01 mΩ/□; werden die Leiterzüge noch zusätzlich tauchgelötet, so erreicht man Werte um 0,001 mΩ/□.

Hier tritt nun die Geometrie des gedruckten Netzwerkes auf. Bei konstanter Schichtdicke und gegebenem spezifischen Widerstand der Paste ist der Gesamtwiderstand einer Schicht nur noch von ihrer Geometrie, das heißt, vom Verhältnis Länge zu

*) MSI = Medium scale integration, monolithische Integration mittlerer Komplexität.

**) LSI = Large scale integration, integrierte Großschaltung. Zusammenfassung vieler Funktionsgruppen auf einem Chip in monolithischer integrierter Technik.

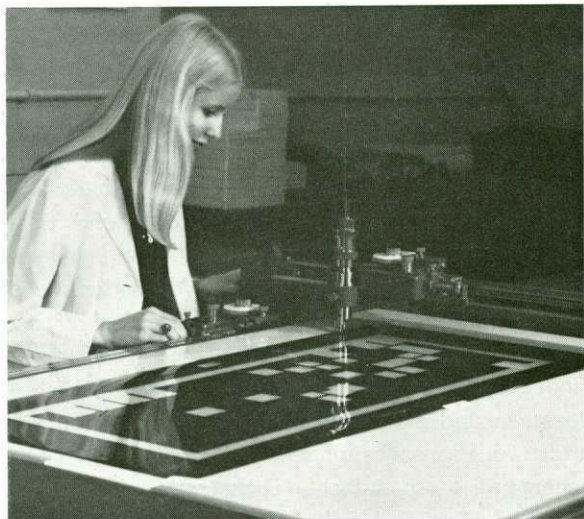


BILD 1 Koordinatograph zum Herstellen der Originalvorlage im Maßstab 20:1

Breite abhängig. Das gilt selbstverständlich auch für Widerstandspasten. Der Wert des Schichtwiderstandes ist normiert auf ein Quadrat, woraus sich auf Grund der geometrischen Konfiguration der jeweilige Widerstandswert errechnen läßt. Umgekehrt erhält man bei bekanntem spezifischen Widerstandswert der Paste und konstanter Schichtdicke den gewünschten Wert für den Widerstand durch eine entsprechende geometrische Konfiguration des zu druckenden Widerstandes.

Mit einer einzigen Widerstandspaste lassen sich durch Variation der Widerstandsgeometrie Widerstände mit Werteverhältnissen bis ca. 1:20 erzielen. Sind auf ein und demselben Substrat die Werteverhältnisse größer als 1:20, so muß eine weitere Widerstandspaste mit anderem spezifischen Widerstand in einem zusätzlichen Druckvorgang aufgebracht werden.

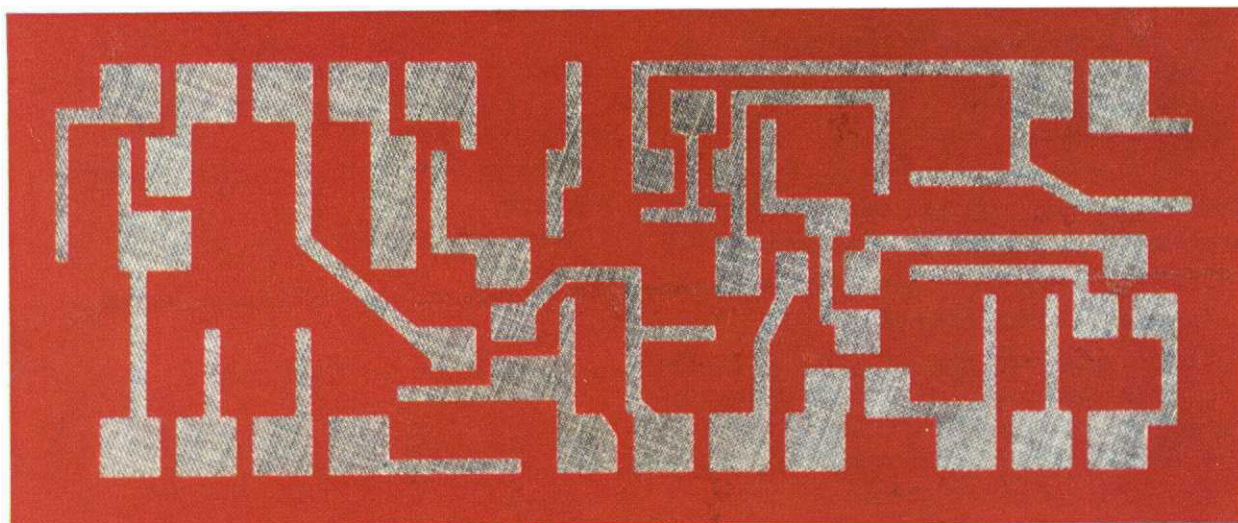
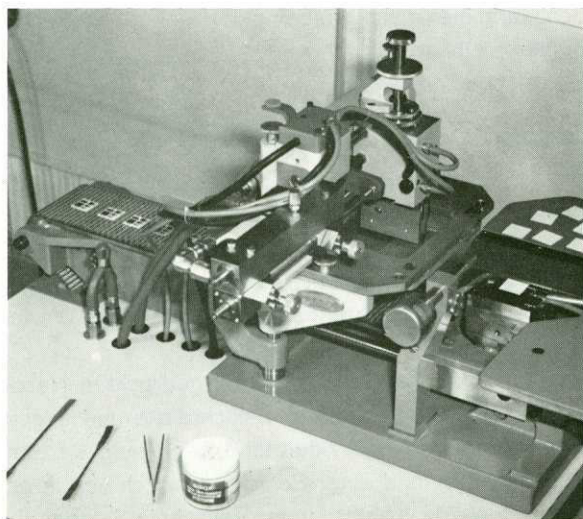


BILD 2 Siebdruckschablone in vierfacher linearer Vergrößerung

BILD 3 Präzisionssiebdruckmaschine zum Drucken der Leiter-, Widerstands- und Dielektrikumsnetzwerke



Das verfügbare Spektrum der Widerstandspasten ermöglicht Widerstandswerte zwischen 1 Ω und einigen M Ω . Es ist jeder beliebige Widerstandswert herstellbar, ohne daß man sich an eine Wertereihe der Widerstände – z. B. internationale E 12- oder E 24-Reihe – anschließen muß. Die Dickschichttechnik bietet damit für die Schaltungsentwicklung einen nicht zu unterschätzenden Vorteil.

Drucktechnisch lassen sich Widerstandswerte mit einer Toleranz von $\pm 15\%$ erzielen. Werden engere Toleranzen gefordert, so sind durch mechanischen Abgleich Toleranzen bis zu $\pm 0,1\%$ möglich.

Wesentlich genauer als die Absolutwerte nach dem Drucken und Einbrennen – ohne Abgleich – sind dagegen die Widerstandsverhältnisse. Sie betragen bei jedem Druck nach dem Einbrennen ca. $\pm 5\%$, so daß man beim Schaltungsentwurf – z. B. für einen Spannungsteiler – weniger Wert auf die Toleranz

der Absolutwerte, als auf die Toleranz der Widerstandsverhältnisse legen sollte. Man spart unter Umständen das Abgleichen, wodurch sich der Preis der betreffenden Dickschichtschaltung verringert.

Der Temperaturkoeffizient der Widerstände liegt zwischen den Temperaturen -55°C und $+125^{\circ}\text{C}$, bezogen auf den Wert bei 25°C je nach Paste zwischen ± 50 und ± 200 ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

Die Langzeitstabilität ist bei $+70^{\circ}\text{C}$ und 10 000 Stunden kleiner als $\pm 0,5\%$.

Bezüglich der Belastbarkeit muß man unterscheiden zwischen derjenigen, die auf die Flächeneinheit des Substrats bezogen ist, und derjenigen, die sich auf die Flächeneinheit des gedruckten Widerstands bezieht. Letztere beträgt maximal 4 W/cm^2 , die Belastbarkeit – bezogen auf die gesamte Substratfläche – sollte dagegen ca. $0,5\text{ W/cm}^2$ nicht übersteigen. Dieser Wert kann stark von den Einbauverhältnissen der Dickschichtschaltung im betreffenden Gerät abhängen.

Der Rauschfaktor der Widerstände ist je nach Pastenart verschieden, er liegt zwischen 0,05 und 3,0 $\mu\text{V/V}$ pro Frequenzdekade.

Kapazitäten lassen sich im Bereich von ca. 10 pF bis 20 000 pF sinnvoll in Dickschichttechnik herstellen. Höhere Kapazitätswerte werden als diskrete Chips in die Dickschichtschaltung eingesetzt.

Das Gebiet der siebdruckfähigen Dielektrikumpasten ist noch relativ jung, so daß verbindliche Angaben über das Temperatur- und Langzeitverhalten gedruckter Kapazitäten noch nicht vorliegen.

Technologie der Dickschichttechnik

Substrate

An das für Dickschichtschaltungen einsetzbare Substratmaterial werden eine ganze Reihe von elektrischen, chemischen und physikalischen Anforderungen gestellt:

- gute thermische Leitfähigkeit
 - große mechanische Festigkeit
 - gute Chemikalienresistenz
 - geringe Wasseraufnahme
 - hohen spezifischen elektrischen Widerstand
 - hohe Durchschlagsspannungsfestigkeit
 - kleine Dielektrizitätskonstante
 - hohe Dichte (keine Porosität)
 - geringe dielektrische Verluste
 - geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
 - geringe Oberflächenrauigkeit
 - keine Welligkeit
 - gute Maßhaltigkeit bis zu 1000°C
- Ferner sollte das Material preiswert und möglichst in allen Formen und Abmessungen lieferbar sein.

Zu den Materialien, die diese Anforderungen mehr oder weniger gut erfüllen, gehören:

Steatit	Saphir
Titandioxyd	Zirkonoxyd
Bariumtitanat	Berylliumoxyd
Forsterit	Aluminiumoxyd

Vor allem Aluminiumoxyd – mit einer Reinheit von 96% – hat sich für die meisten Anwendungen der Dickschichttechnik als optimal erwiesen. Aluminiumoxydsubstrate für die Dickschichttechnik sind praktisch in jeder gewünschten Dicke, Abmessung und Oberflächenrauigkeit erhältlich, die elektrischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften erfüllen fast alle Forderungen optimal. Nicht zuletzt sind Substrate aus Aluminiumoxyd preiswert erhältlich.

Leitpasten

Zum Herstellen elektrisch gut leitfähiger Verbindungen zwischen den Widerständen und den Landeplätzen der diskreten Bauelemente einer Dickschichtschaltung werden siebdruckfähige Pasten verwendet, die fast alle folgenden Forderungen gleichzeitig erfüllen müssen:

- hohe elektrische Leitfähigkeit
- gute Lötfähigkeit
- hohe Ablegierfestigkeit
- gute Nachlötfestigkeit
- gute Thermokompressionsbondfähigkeit
- gute Ultraschallbondfähigkeit
- gut eutektisch auflegierfähig
- alterungsbeständig
- gutes drucktechnisches Auflösungsvermögen
- gute Haftung am Substrat
- glatte Oberflächen
- gute Beständigkeit gegen Mehrfacheinbrennen
- gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Ionenbildung und -wanderung bei Gleichstrombetrieb unter Feuchtigkeitseinfluß

Auch die Leitpasten bestehen aus den vier eingangs genannten Komponenten: Glasfritte, Bindemittel, Lösungsmittel und Metall. Für die verschiedenen Techniken des Lötens oder Bondens haben sich vier verschiedene Metallsysteme als besonders vorteilhaft erwiesen. Systeme auf der Basis Gold, Palladium-Gold, Platin-Gold eignen sich für Widerstandsschweißen, Thermokompressionsbonden, Ultraschallbonden und eutektisches Legieren mit Silizium, während Systeme auf Palladium-Silber-Basis zum Tauchlöten oder Reflowlöten geeignet sind.

Widerstandspasten

Ähnlich wie die Leitpasten sind auch die Widerstandspasten auf unterschiedlichen Metall- bzw. Metalloxydsystemen aufgebaut. So sind Systeme

aus Palladium/Palladiumoxyd, Silber, Thalliumoxyd, Indiumoxyd, Wolfram/Wolframoxyd und aus fast allen denkbaren Kombinationen zwischen Platin, Iridium, Rhodium, Ruthenium, Wismut, Gold, Silber und Niob bekannt.

Durch Variation der leitenden Anteile lassen sich die spezifischen Widerstände der Pasten in weiten Grenzen regulieren. Weitere Parameter, die die Stabilität eines Systems beeinflussen können, sind Teilchenform, Teilchengröße der Glaskomponente, Art und Konzentration des Lösungsmittels und des Bindemittels sowie Form und Zustand der beigefügten Metall- bzw. Metalloxydanteile.

Neben diesen Einflüssen, die weitgehend durch die angelieferten Widerstandspasten gegeben sind, können durch unterschiedliche Druck- und Einbrennbedingungen beim Weiterverarbeiten der Pasten Änderungen der Widerstandswerte und ihrer Stabilität hinzukommen. Je nach Anwendungsfall kommen billigere, edelmetallfreie Widerstandspasten geringerer Qualität oder aber teurere edelmetallhaltige Pasten hoher Qualität zum Einsatz. Auf Grund der in der Fernmeldetechnik geforderten hohen Lebensdauer der jeweiligen Geräte oder Anlagen, die mit Bausteinen in Dickschichttechnik bestückt sind, verwendet TN für Dickschichtschaltungen nur qualitativ hochwertige Widerstandspasten.

Dielektrikumpasten

Bei den dielektrischen Pasten unterscheidet man zwischen solchen mit hoher und solchen mit niedriger Dielektrizitätskonstante. Letztere werden für Leiterbahnkreuzungen – Crossover – und Mehrlagenschaltungen – Multilayer – eingesetzt. Ferner dienen sie als Abdeckpasten zum Schutz von Widerständen gegen Feuchtigkeit und mechanisches Beschädigen. Leiterbahnkreuzungen verursachen parasitäre Kapazitäten, die ca. 1 bis 2 pF betragen, ermöglichen jedoch in vielen Fällen – genau wie Mehrlagenschaltungen – eine Miniaturisierung der Dickschichtschaltungen.

Die Pasten mit hoher Dielektrizitätskonstante – bis zu 1200 – werden für gedruckte Kapazitäten verwendet. Das Herstellen von Kapazitäten in Dickschichttechnik steht jedoch noch am Anfang seiner Entwicklung, so daß sich hierzu bislang noch keine verbindlichen Angaben machen lassen.

Die stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Dickschichtpasten berechtigt jedoch zu der Annahme, daß in absehbarer Zeit auch für Dielektrikumpasten Qualitäten erhältlich sein werden, die mit der Qualität der heute verfügbaren Widerstandspasten vergleichbar sind.

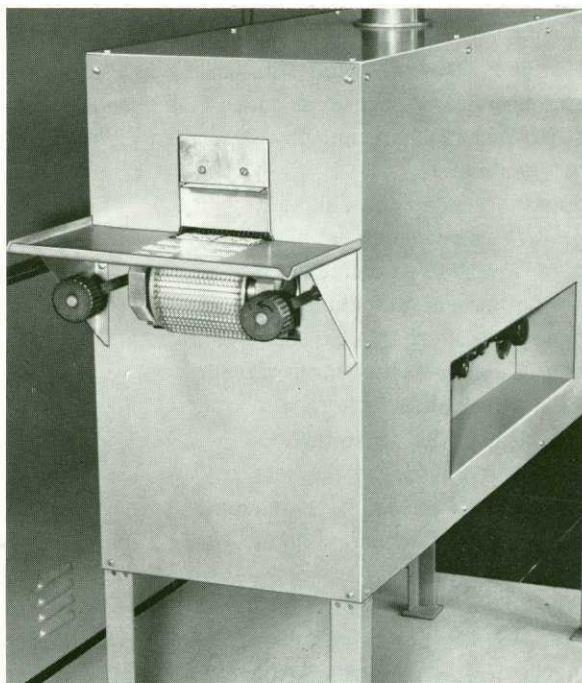
Der Einbrennprozeß

Neben der Zusammensetzung der Pasten, der Genauigkeit der Siebe und der Präzision des Siebdruckvorgangs beeinflusst nicht zuletzt der Einbrennprozeß die Kennwerte von Dickschichtschaltungen. Deshalb kommt diesem Abschnitt des Herstellungsprozesses von Bauelementen in Dickschichttechnik größte Bedeutung zu.

Jeder Schicht, aus welcher Paste sie auch immer bestehen mag, ist neben der eigentlichen Grundkonfiguration vom Siebdruck her das Raster der Siebmaschen eingeprägt. Um eine gleichmäßige Schichtdicke der gedruckten Paste zu erreichen, muß dieses unerwünschte Muster zunächst verlaufen, bevor in einem Trockenvorgang ein Teil der Lösungsmittel durch Verdunsten aus der Schicht ausgetrieben wird. Das Trocknen geschieht zweckmäßigerweise mit Infrarotstrahlen von ca. 1,5 μm Wellenlänge. Strahlung dieser Wellenlänge dringt tief in die Schicht ein und trocknet diese, ohne daß sich auf der Oberfläche eine Haut bildet, die beim nachfolgenden Einbrennprozeß zu Blasenbildung in der Schicht führen könnte.

Dieses Trockenverfahren gestattet außerdem ein sofortiges Durchführen weiterer Druckvorgänge – z. B. verschiedene Widerstandspasten –, ohne daß die erste Schicht beschädigt wird oder diese erst eingebrannt werden muß. Bild 4 zeigt einen Durchlaufofen mit Infrarotstrahlern zum Trocknen der gedruckten Schichten.

BILD 4 Durchlaufofen mit Infrarotstrahlern zum Trocknen der gedruckten Schichten



Beim Einbrennprozeß sind drei verschiedene Methoden zu unterscheiden:

Cofiring, d. h. gemeinsames Einbrennen von Leit- und Widerstandspasten.

Prefiring, d. h. es wird zuerst die Leitpaste eingebrannt, dann nach dem Drucken und Trocknen der Widerstände in einem zweiten Einbrennprozeß die Widerstandspasten.

Postfiring, d. h. es werden zuerst die Widerstandspasten eingebrannt, dann nach dem Drucken und Trocknen der Leitpaste in einem zweiten Einbrennprozeß das Leiternetzwerk.

Die Wahl der Einbrennmethode wird durch die Pastenzusammensetzung bzw. deren optimale Einbrenntemperatur und durch die Art der Montage der diskreten Bauelemente bestimmt.

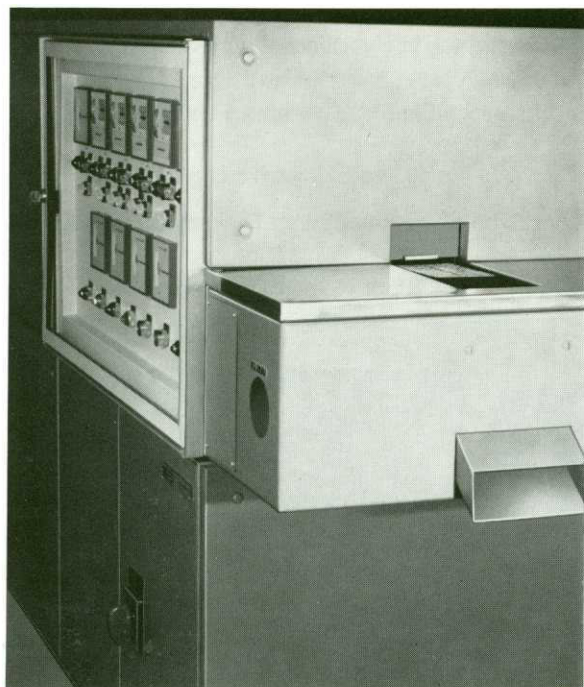
Der Einbrennprozeß gliedert sich in vier Einzelschritte:

Ausbrennen der Lösungsmittelreste und der Bindemittel.

Oxydations- und Reduktionsvorgänge zum Einstellen der gewünschten Kennwerte.

Sintern der Schichten, wobei die Metall- bzw. Metalloxydpartikel innerhalb einer Schicht miteinander und die verschiedenen Einzelschichten durch die jeweilige Glasfritte mit dem Substrat verbunden werden. Definierter Abkühlungsvorgang bis auf Raumtemperatur, bei der die Glas-Keramik-Verbindung getempert wird, so daß die Schicht spannungsfrei mit dem Substrat verbunden bleibt.

BILD 5 Banddurchlaufofen zum Einbrennen der Dickschichtpasten



Das Einbrennen geschieht in einem Banddurchlaufofen, wie ihn Bild 5 zeigt. Der Ofen ist mit sechs voneinander unabhängig regelbaren Zonen ausgerüstet.

Die wesentlichen Ofenparameter sind: Temperaturanstiegsgeschwindigkeit, Spitztemperatur, Verweilzeit des Substrats auf Spitztemperatur, Abkühlungsgeschwindigkeit, gesamte Behandlungszeit, Ofenatmosphäre, Gasdruck im Ofen, Gasströmungsverhältnisse, Verteilung und Geschwindigkeit des Gases, turbulente oder laminare Strömungsart, Eindringmöglichkeit von Außenluft, chemische Reaktionen der Schichten mit der Ofenatmosphäre, den Ausgasungen der Isoliermaterialien, der Ofenmuffel sowie den Ausgasungen des Transportbandmaterials. Alle diese Einflüsse können die elektrischen Eigenschaften der Dickschichtschaltungen verändern. Bei Widerständen können der Absolutwert, der Temperaturkoeffizient, das Rauschen und das Langzeitverhalten beeinflusst werden.

Widerstandsabgleich

Sollen aus schaltungstechnischen Gründen die Toleranzen der Widerstandswerte weniger als $\pm 15\%$ betragen, so können die Widerstände durch Abgleichen in den gewünschten Toleranzbereich gebracht werden. Folgende Abgleichverfahren sind zu unterscheiden:

- Mechanisches Abschleifen
- Funkenerosiver Abtrag
- Spannungsimpuls-Abgleich
- Ultraschall-Abgleich
- Elektronenstrahl-Abgleich
- Laserstrahl-Abgleich
- Sandstrahl-Abgleich

Das Abgleichen durch Sandstrahl ist am weitesten verbreitet. Aus einer automatisch gesteuerten Hartmetalldüse tritt Sand spezieller Reinheit und Körnung aus und trägt Material der Widerstandspaste ab, so daß sich der Widerstandswert auf den gewünschten Wert erhöht. Über Meßspitzen am betreffenden Widerstand wird der Meßwert ständig einer Brücke zugeführt, die das Ventil und den Vorschub der Sandstrahldüse steuert. Mit dem Sandstrahlverfahren können Widerstandswerte nur erhöht, nicht aber verringert werden. Die erreichbare Toleranz hängt außer vom Pastentyp und der Widerstandskonfiguration von den Parametern des Abgleichgerätes ab. Zu den wichtigsten Kenngrößen eines derartigen Gerätes gehören die Vorschubgeschwindigkeit, Düsenform und -abmessung, Sandkörnung und Beschleunigung des Sandes. Mit dem in Bild 6 gezeigten Abgleichgerät lassen sich Toleranzen bis $\pm 0,1\%$ erreichen.

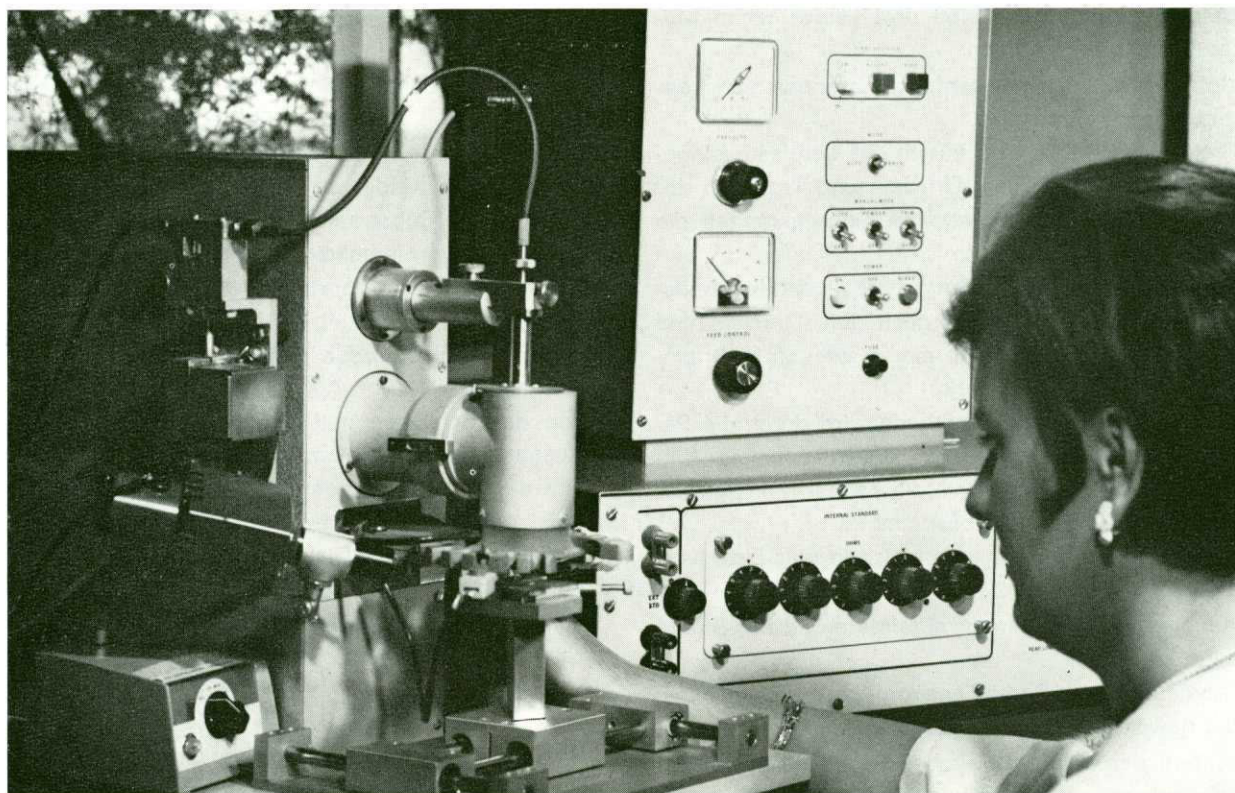


BILD 6 Sandstrahl-Abgleichgerät zum Trimmen von Dickschichtwiderständen

Hybridschaltungen

Zwar läßt sich nahezu jedes diskrete Bauelement in eine Dickschichtschaltung einsetzen, jedoch führen manche Ausführungsformen der diskreten Elemente zu unförmigen Gebilden der fertigen eingekapselten Hybridschaltung.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Bauelemente für Dickschichtschaltungen ist noch sehr im Fluß; es haben sich noch keine allgemeingültigen genormten Abmessungen und einheitlichen Kontaktverfahren herausgebildet.

Verschiedene Hersteller von diskreten Bauelementen haben jedoch Formen ihrer Bauteile entwickelt, die der Schichtelektronik gut gerecht werden, so

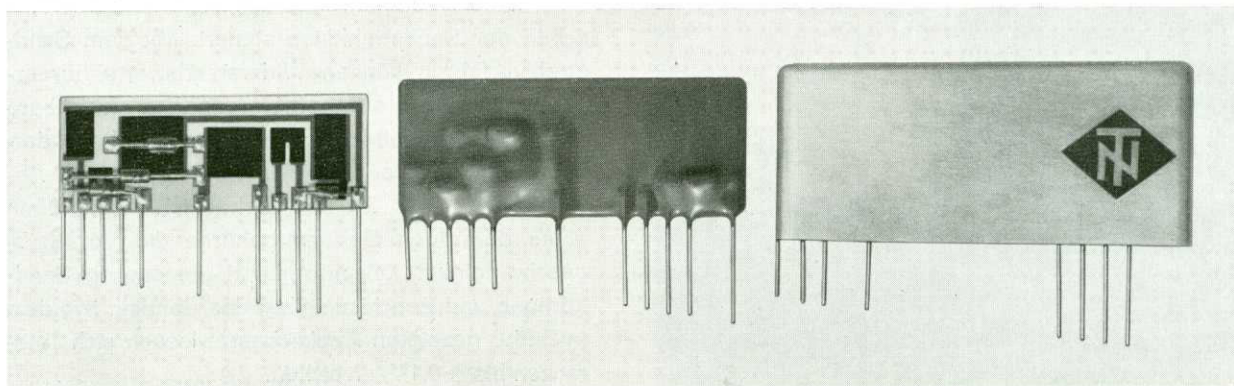
daß diskrete Kapazitäten, Dioden, Transistoren, Induktivitäten oder komplette integrierte monolithische Schaltungen in Bauformen angeboten werden, die sich harmonisch in das Bild und die Abmessungen von Dickschichtschaltungen einfügen.

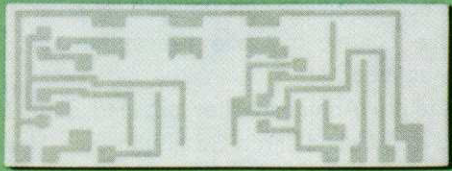
Ferner können ungekapselte, nackte Halbleiterchips – Nudistoren – oder Chips mit integrierter Kapselung – hermetische Glashaut oder Siliziumnitridschicht – in Hybridschaltungen eingesetzt werden, wenn sie anschließend gut gegen äußere mechanische Einflüsse geschützt werden.

Das Kapseln der Schaltungen

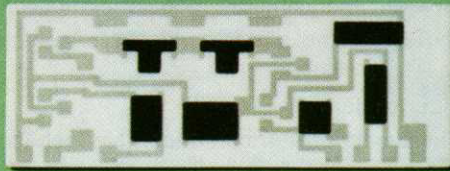
Zum Schutz der kompletten Dickschichtschaltungen

BILD 7 Fertige Dickschichtschaltungen – Links: ungekapselt, Mitte: mit Epoxidharz umhüllt, rechts: im Metallgehäuse vergossen

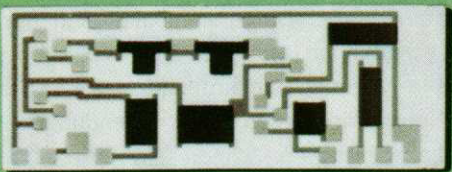




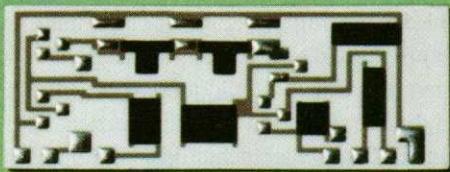
Drucken der Leiterbahnen auf gereinigtem Substrat



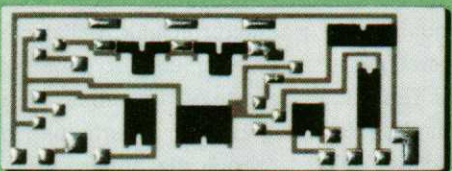
Drucken der Widerstände



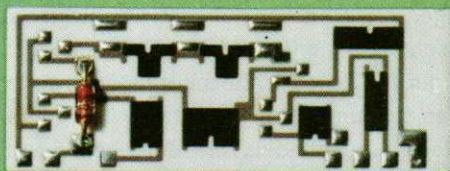
Drucken des Overglaze



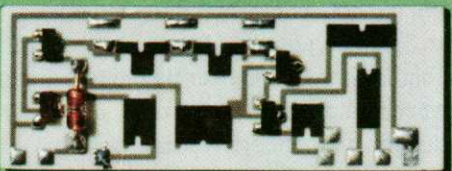
Löten im Tauchbad



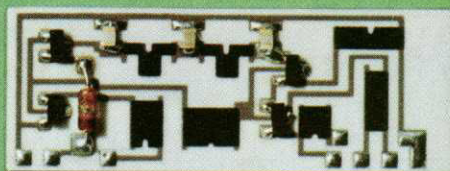
Abgleichen der Widerstände



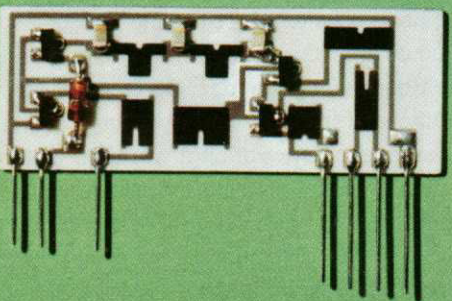
Auflöten der Diode



Auflöten der Transistoren



Auflöten der Kondensatoren



Anbringen der Anschlußdrähte



Kapseln der gereinigten Schaltung

BILD 8 Herstellungsphasen einer elektronischen Hybridschaltung in Dickschichttechnik

gegen schädigende Umgebungseinflüsse können die hybriden Schaltkreise noch durch eine Kapselung umhüllt werden. Je nach Anwendungsfall und Belastung der Dickschichtschaltungen bezüglich Vibration, Temperatur, Feuchtigkeit und Beeinflussung durch Fremdfelder sind die folgenden Maßnahmen möglich:

Tauchen in Lack oder Harz

Vergießen in Kunststoff-Formen oder Metallgehäuse Wirbelsintern

Umpressen mit einem Kunststoff im „Transfer-molding-Verfahren“

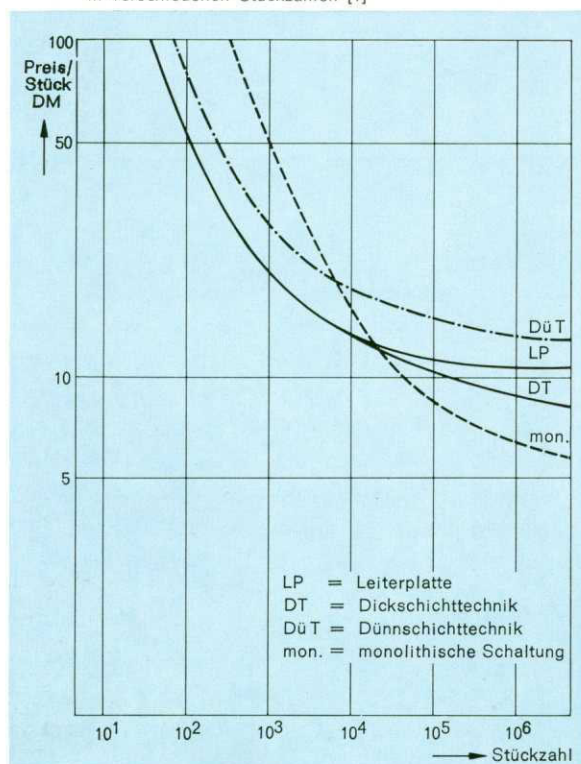
Hermetisch kapseln in Metall- oder Keramikgehäuse

Die Auswahl des Verfahrens zum Kapseln hängt ab von den Ansprüchen, die bezüglich der Lebensdauer unter bestimmten Umweltbedingungen an die gekapselten Hybridschaltungen gestellt werden. Bild 7 zeigt gekapselte Dickschichtschaltungen, die im Wirbelsinternverfahren mit Epoxidharz umhüllt bzw. im Metallgehäuse vergossen sind.

Anwendungsbereiche

Die bisherigen Ausführungen über Dickschichtschaltungen lassen erkennen, daß sich Bausteine dann besonders gut in Dickschichttechnik realisieren lassen, wenn es sich um Leitungsmuster, Widerstands- bzw. RC-Netzwerke handelt, die durch einige diskrete Bauelemente zu einer Funktionsschaltung komplettiert werden können.

BILD 9 Kostenvergleich für eine Schaltung mittlerer Komplexität in verschiedenen Stückzahlen [1]



Dementsprechend wird die Dickschichttechnik auch bei TN eingesetzt.

Für vollelektronische Vermittlungssysteme lassen sich eine Reihe von elektronischen Baugruppen in Dickschichttechnik ausführen, wie positive und negative Gatter, bistabile Kippstufen und Verzögerungsglieder.

Getastete Analogschalter mit und ohne Halteglied sind auf Grund ihrer Schaltung zum Herstellen in Dickschichttechnik prädestiniert. Bild 8 zeigt die verschiedenen Phasen des Herstellens einer elektronischen Hybridschaltung in Dickschichttechnik. Als Dickschichtschaltung bieten sich auch gewisse Widerstands- und Diodenkombinationen der Teilnehmerschaltungen an (Bild 7). Im übrigen wird das weitere Vordringen mikroelektronischer Schaltkreise in Neuentwicklungen den Anwendungsbereich der Dickschichttechnik schnell erweitern.

Im Bild 9 ist ein Kostenvergleich für eine Schaltung mittlerer Komplexität in verschiedenen Stückzahlen dargestellt, wenn diese Schaltung in Leiterplattentechnik, Dünnschichttechnik, Dickschichttechnik oder monolithischer Halbleitertechnik realisiert wird. Der Darstellung ist zu entnehmen, daß je nach Stückzahl jede Technik Preisvorteile gegenüber den anderen Techniken aufweist. Bei der Beurteilung der Dünnschichttechnik ist jedoch die höhere Präzision und bessere Langzeitstabilität gegenüber der Dickschichttechnik und der Leiterplattentechnik zu berücksichtigen.

Wenn es notwendig ist, die Leitungskonfiguration einer Schaltung an die Abmessungen der Elektroden monolithischer integrierter Halbleiterschaltungen anzupassen und wenn die Anzahl der externen Verbindungen vermindert werden soll, um die Zuverlässigkeit einer Funktionsschaltung zu erhöhen, ist es zweckmäßig, diese Schaltung in Dickschichttechnik auszuführen.

Immer dann, wenn von einer elektronischen Schaltung hohe schaltungstechnische Flexibilität, geringes Volumen und Gewicht, Verbilligung, Vereinfachung und Beschleunigung der Geräteentwicklung, -konstruktion, -fertigung und -wartung sowie geringe Änderungskosten verlangt werden, sollte geprüft werden, ob sich eine dickschichttechnische Lösung des Problems finden läßt. Wichtig jedoch ist, daß bereits beim Schaltungsentwurf die Belange der Dickschichttechnik berücksichtigt werden, denn erst dann eröffnen sich deren finanzielle und technische Vorteile ihrem Anwender voll und ganz.

Literatur:

- [1] Osswald, K.: Dickfilmtchnik, Technologie und Anwendung. Der Elektrotechniker 9 (1970) 2, S. 49—56.

Zwischenleitungssysteme in der Nebenstellentechnik

von Gerhard Knoblich

DK 621.395.2

Der Einsatz hochwertiger Flachreed- und Multireed-Kontakte in der modernen Nebenstellentechnik anstelle der herkömmlichen Ovalrelais, Dreh- und Viereckwähler hat die Gruppierung der Vermittlungseinrichtungen und den Verbindungsaufbau stark beeinflusst.

Die besonderen Eigenschaften der Reedkontakte – hohe Schaltgeschwindigkeit, große Betriebssicherheit und hohe Lebensdauer – bedingen einen größeren Aufwand je Kontakt als bei offenen Kontakten. Man mußte daher aus wirtschaftlichen Gründen Vermittlungssysteme entwickeln, bei denen sich mit weniger Koppelpunkten als bisher der Verkehr in gleicher Güte abwickeln läßt.

Bei der direkten Steuerung der herkömmlichen Technik geht der Verbindungsaufbau schrittweise vor sich, d. h. von jeder Wahlstufe wird ein freier Weg zu einem Wähler der nächsten Stufe gesucht und belegt, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob dieser Wähler seinerseits im Augenblick noch freie Verbindungswege zur folgenden Stufe besitzt. Die Steuerung ist bei diesem Verfahren zwar sehr einfach, erfordert jedoch einen relativ hohen Aufwand an Koppelpunkten. Denn in jeder Stufe müssen genügend Wähler vorhanden sein, um die Wahrscheinlichkeit klein zu halten, zufällig einen Wähler zu belegen, der keine freien Ausgänge zur nächsten Stufe mehr erreichen kann.

Anders bei indirekt gesteuerten Fernsprechanlagen. Hier wird über mehrere Stufen hinweg ein freier Weg gesucht und nur dann durchgeschaltet, wenn von einem bestimmten Eingang der ersten Stufe bis zu einem passenden Ausgang der letzten Stufe ein Weg gefunden werden kann. Dadurch lassen sich die noch vorhandenen freien Verbindungsleitungen zwischen den Wahlstufen viel besser kombinieren. Außerdem entfallen die Belegungen von Schaltgliedern, die im Zuge des weiteren Verbindungsaufbaues nicht zum Ziele führen würden. Somit werden durch die indirekte Steuerung die vorhandenen Koppelpunkte besser ausgenutzt und das Sprechwege-Netzwerk von Blindbelegungen entlastet. Die Anzahl der benötigten Koppelpunkte ist also gegenüber dem schrittweisen Verbindungsaufbau trotz gleicher Verkehrsgüte erheblich kleiner.

Die Vorteile dieses als Zwischenleitungssystem – Linksystem – bezeichneten Systems liegen nicht nur

in der Ersparnis von Koppelpunkten. Es gestattet z. B. – vor allem bei Tastenwahl – einen erheblich schnelleren Verbindungsaufbau als ein Schrittschalt-system.

Ein Zwischenleitungssystem besteht aus mindestens zwei Koppelstufen, die sich jeweils aus mehreren Koppelvielfachen zusammensetzen. Jedes Koppelvielfach hat eine bestimmte Anzahl von Ein- und Ausgängen, wobei sich jeder Eingang über einen Koppelpunkt mit einem freien Ausgang verbinden läßt.

Die Ausgänge jedes Koppelvielfachs sind mit den Eingängen der Koppelvielfache der nächsten Stufe über Zwischenleitungen verbunden. „Zwischenleitungen“ sind Verbindungen zweier Koppelvielfache aufeinanderfolgender Koppelstufen, die nur dann belegt werden, wenn sich über sie eine Verbindung zum gewünschten Ausgang der letzten Stufe aufbauen läßt.

Bild 1 zeigt als Beispiel eine dreistufige Zwischenleitungsanordnung. Die erste Stufe besteht aus 5 Koppelvielfachen 5×4 mit 5 Eingängen und 4 Ausgängen, die zweite Stufe aus 4 Koppelvielfachen 5×4 und die letzte aus 4 Koppelvielfachen 4×3 . Jedes Koppelvielfach ist mit allen Koppelvielfachen der nächsten Stufe durch je eine Zwischenleitung verbunden. Denkbar sind auch noch andere Verbindungen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stufen: z. B. von jedem Koppelvielfach führen mehrere Leitungen zu jedem nachfolgenden, oder von einem bestimmten Koppelvielfach sind über Zwischenleitungen nicht alle Koppelvielfache der nächsten Stufe erreichbar.

Bei Systemen mit schritthaltender Durchschaltung ist die Verkehrsleistung leicht zu bestimmen. Weil der Verbindungsaufbau von Wahlstufe zu Wahlstufe

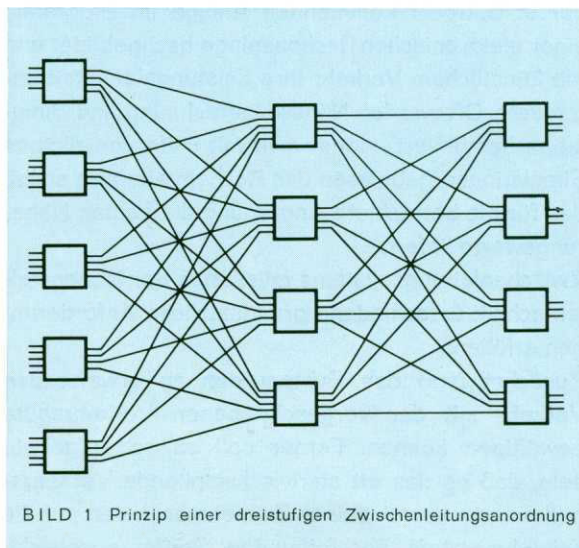


BILD 1 Prinzip einer dreistufigen Zwischenleitungsanordnung

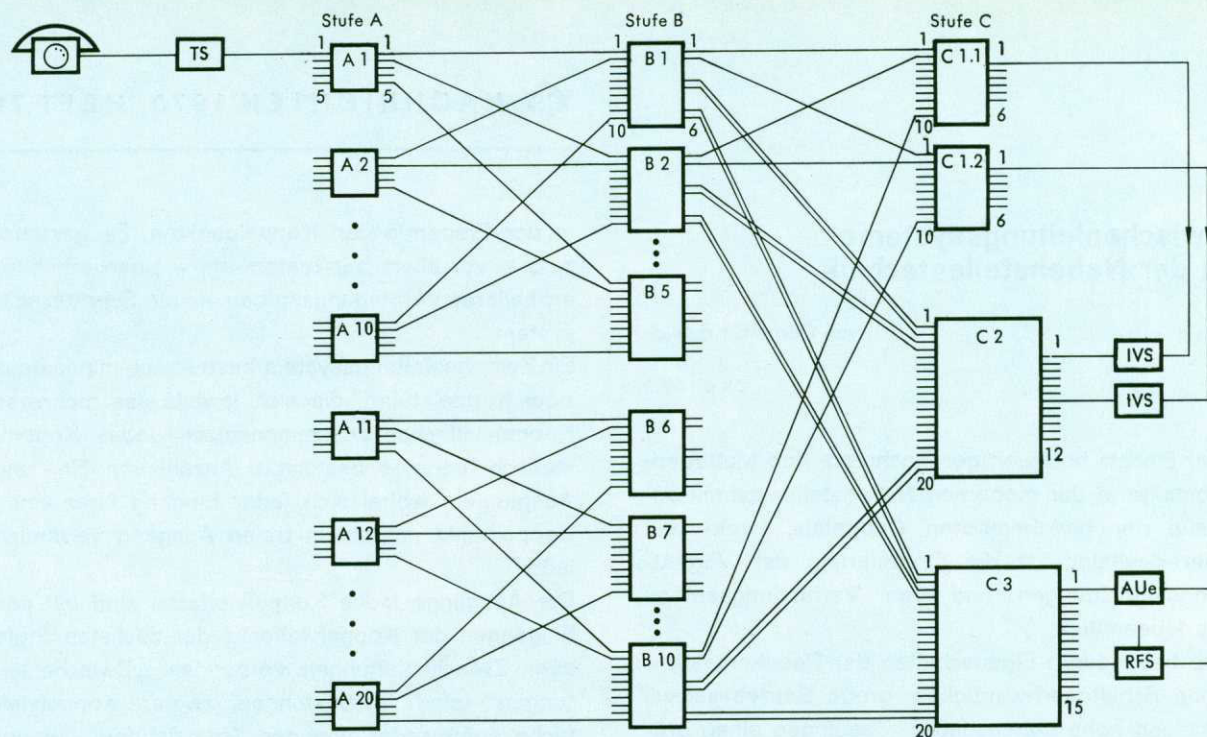


BILD 2 Dreistufige Koppelanordnung der Multireed-Nebenstellenzentrale II G

stattfindet, lassen sich die bekannten Formeln für einstufige Systeme anwenden, die seit langem tabelliert vorliegen.

Bei den Zwischenleitungssystemen sind die Verhältnisse im allgemeinen komplizierter. Eine exakte Berechnung der Verkehrsleistung scheidet wegen des erforderlichen Rechenaufwandes weitgehend aus. Für die meisten Zwischenleitungssysteme, die in der Nebenstellentechnik interessant sind, reicht zur Zeit die Kapazität selbst großer elektronischer Rechenanlagen hierzu nicht aus.

Man hat daher eine ganze Reihe von Näherungsverfahren entwickelt, die für die Praxis sehr gute Ergebnisse liefern. Ferner läßt sich die Leistungsfähigkeit von Zwischenleitungssystemen auch durch „Simulation“ ermitteln. Dabei wird die Gruppierung der in Betracht kommenden Anlage im Programm einer elektronischen Rechenanlage nachgebildet und mit künstlichem Verkehr ihre Leistungsfähigkeit untersucht. Oft werden Näherungsrechnung und Simulation kombiniert, indem man mit Hilfe von einigen Simulationsergebnissen das Rechenverfahren sucht, das für die betrachtete Anordnung die besten Näherungswerte liefert.

Zwischenleitungssysteme müssen in der Nebenstellentechnik verschiedene grundsätzliche Anforderungen erfüllen:

Zunächst muß das System den zu erwartenden Verkehr mit der vorgeschriebenen Verkehrsgüte bewältigen können. Ferner soll es so aufgebaut sein, daß es das oft stark schwankende Verkehrsaufkommen der einzelnen Teilnehmer in den auf die Teilnehmerstufe nachfolgenden Stufen ausgleicht.

Andernfalls könnten bestimmte Zwischenleitungen überlastet und dadurch die Verkehrsgüte beeinträchtigt werden.

Das System soll sich im Rahmen der vorgesehenen Ausbaustufen leicht und möglichst feinstufig erweitern lassen – eine Bedingung, die sich trotz des etwas starren Charakters indirekt gesteuerter Systeme im allgemeinen befriedigend erfüllen läßt.

Hinzu kommen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen: Je nach Anzahl der Stufen und der Form der Koppelvielfache kann man für eine bestimmte Verkehrsgüte sehr unterschiedliche Zwischenleitungssysteme entwickeln, die sich in der Zahl der Koppelpunkte erheblich unterscheiden.

In diesem Zusammenhang stellt sich zusätzlich die Frage nach dem jeweils erforderlichen Aufwand für die Steuerung des Systems. Dieser ist bei Anordnungen mit minimaler Anzahl von Koppelpunkten im allgemeinen höher als bei Anordnungen größeren Umfangs.

Schließlich sollen aus konstruktiven und fertigungstechnischen Gründen die einzelnen Koppelvielfache dieselbe Form besitzen oder aber aus möglichst wenigen verschiedenen Grundbausteinen zusammensetzbar sein.

Es läßt sich im allgemeinen keine dieser Forderungen optimal erfüllen, ohne eine oder mehrere andere weitgehend unberücksichtigt zu lassen. So ist für jede Nebenstellenanlage in der Technik der Zwischenleitungssysteme ein wohlausgewogener Kompromiß zu finden zwischen diesen und anderen Bedingungen, wie z. B. günstige Verkabelung und geringer Raumbedarf.

Die Gruppierungen der indirekt gesteuerten TN-Nebenstellenanlagen sind nach einem einheitlichen Prinzip aufgebaut.

In der schritthaltenden Vermittlungstechnik sind die Nebenstellen im allgemeinen an Wähler angeschlossen, die der Verkehr jeweils nur in einer Richtung durchläuft: Vorwähler oder Anrufer für abgehende Verbindungen, Leitungswähler für ankommende Verbindungen.

Bei indirekter Steuerung ist es vorteilhaft, die teilnehmernahen Stufen so zusammenzufassen, daß die Nebenstellen an ein mehrstufiges Koppelfeld angeschlossen werden, das dem ankommenden und abgehenden Verkehr gemeinsam zur Verfügung steht. Erst danach wird der Verkehr in die verschiedenen Richtungen aufgeteilt. Gegenüber der herkömmlichen Technik lassen sich damit Koppelpunkte, Steuerorgane und Platz einsparen, weil man die teilnehmernahen Koppelstufen besser ausnutzen kann. Grundsätzlich werden die eingesetzten Zwischenleitungssysteme so bemessen, daß die Verkehrsgüte der von Anlagen in Wählertechnik entspricht. Als Beispiele für die den unterschiedlichen Verhältnissen angepaßten Zwischenleitungssysteme in der Nebenstellentechnik seien die Gruppierungen der Nebenstellenanlage II G in Multireed-Technik und der großen W-Nebenstellenanlage III W 6020 erläutert.

Die Nebenstellenanlage II G ist die größte Baustufe der mittleren Nebenstellenanlagen mit einem Mindestausbau für 50 und ausbaufähig bis 100 Nebenstellen. Die Gruppierung einer solchen Anlage muß also in diesem Bereich einfach zu erweitern sein und das für Anlagen dieser Größenordnung typische Verkehrsaufkommen gut bewältigen können. Gerade die mittleren Nebenstellenanlagen und vor allem die Nebenstellenzentralen der Baustufe II G haben in der Praxis oft einen sehr unruhigen Verkehr mit stark wechselnden Verkehrsspitzen in den verschiedenen Teilnehmergruppen zu bewältigen.

Bild 2 zeigt den Endausbau der Gruppierung, für die eine dreistufige Anordnung gewählt wurde. Nach der zweiten Stufe beginnt die Richtungstrennung in abgehenden und ankommenden Internverkehr bzw. Externverkehr. Eine Internverbindung wird zunächst vom rufenden Teilnehmer über das dreistufige System A, B, C1 bis zum Innenverbindungssatz (IVs) aufgebaut und von dort weiter über die drei Stufen C2, B, A zum gerufenen Teilnehmer. Externverbindungen werden über die drei Stufen A, B, C3 zwischen dem Teilnehmer und der Amtsübertragung (AUe) hergestellt.

Die Nebenanschlüsse sind in zwei 50er Gruppen aufgeteilt (A1 bis A10, A11 bis A20). Dadurch konnte

einerseits der Zwischenleitungsaufwand zwischen der A-Stufe und der B-Stufe reduziert werden und andererseits sind ein genügender Belastungsausgleich zwischen den einzelnen A-Koppelvielfachen hinter der B-Stufe und eine gute Ausnutzung der Zwischenleitungen zwischen der B- und C-Stufe gewährleistet. Ferner ergeben sich günstige Möglichkeiten, die Ausbaustufen zwischen dem Mindest- und dem Endausbau entsprechend der geforderten Verkehrsgüte wirtschaftlich zu gestalten. Dennoch ist grundsätzlich jeder Verbindungssatz von jeder Nebenstelle aus erreichbar.

Der Einsatz von insgesamt nur drei Koppelstufen bedingt z. T. relativ große Koppelvielfache in der C-Stufe, um die gewünschte Verkehrsgüte zu erreichen. Bei der Größe der Anlage mit maximal 100 Teilnehmern wäre jedoch ein größerer Aufwand für die zentrale Steuerung nicht mehr sinnvoll, wie ihn eine größere Anzahl von Koppelstufen mit kleineren Koppelvielfachen erfordern würde.

Um den Einfluß einer ungleichmäßigen Belastung der Nebenstellen auf die Verkehrsgüte festzustellen, wurde bei Vollausbau der Anlage – 100 Tln, 12 IVs, 10 AUe – der zulässige Maximalverkehr für die IVs und AUe angenommen. Die Belastung der Teilnehmerkoppler war dabei so verteilt, daß bei einem Verhältnis des Verkehrs y_1 auf A1 zu dem Verkehr y_{20} auf A20 von $y_1 : y_{20} = 1 : 10$ die Belastung von A1 bis A20 linear anstieg. Somit ergab sich für die A- und B-Stufe der ersten 50er Gruppe (A1 bis A10, B1 bis B5) eine erheblich geringere Belastung als für diese beiden Stufen der zweiten 50er Gruppe (A11 bis A20, B6 bis B10).

Der durchschnittliche Verlust im Internverkehr von Nebenstelle zu Nebenstelle verdoppelte sich hierbei gegenüber dem Verlust bei gleichmäßiger Belastungsverteilung, der durchschnittliche Verlust im Externverkehr nahm um weniger als ein Drittel zu.

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Gruppierung der Multireed-Nebenstellenanlage II G auch bei einer in der Praxis äußerst unwahrscheinlichen ungleichmäßigen Belastungsverteilung noch in der Lage ist, das Verkehrsaufkommen auf befriedigende Weise zu bewältigen.

Bei der Baustufe III W liegen die Voraussetzungen für den Aufbau der Gruppierung anders als bei der Baustufe II G. Große W-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W sind von 50 Nebenstellen an unbegrenzt erweiterungsfähig. Die Mehrzahl der im Betrieb befindlichen Anlagen ist ausgebaut für 200 bis 400 Nebenstellen. Ihre Verkehrsverhältnisse unterscheiden sich im allgemeinen vom Verkehr in Anlagen der mittleren Baustufe. Sie ähneln vielfach denen in öffentlichen Ämtern. Wegen der Größe der

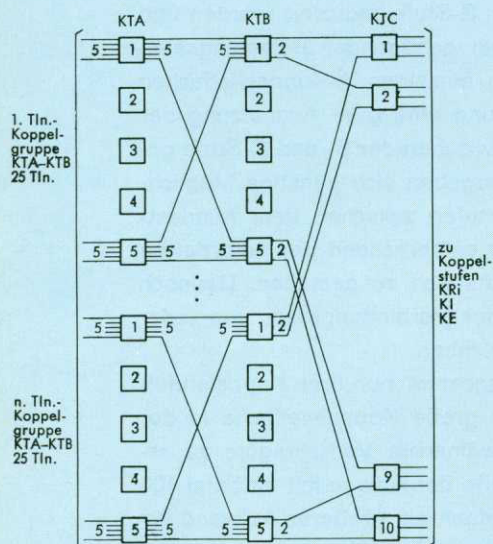


BILD 3 Dreistufiges Teilnehmer-Koppelfeld der III W 6020

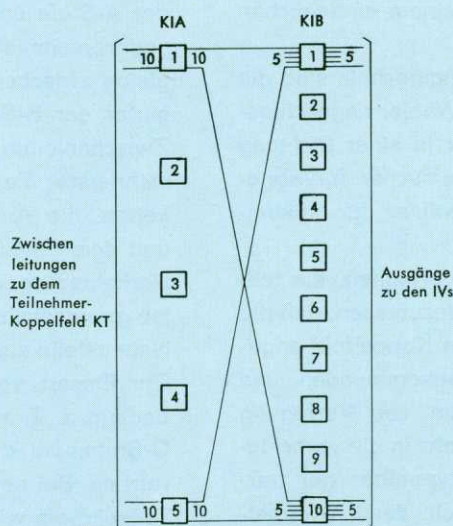


BILD 4 Zweistufiges Intern-Koppelfeld der III W 6020

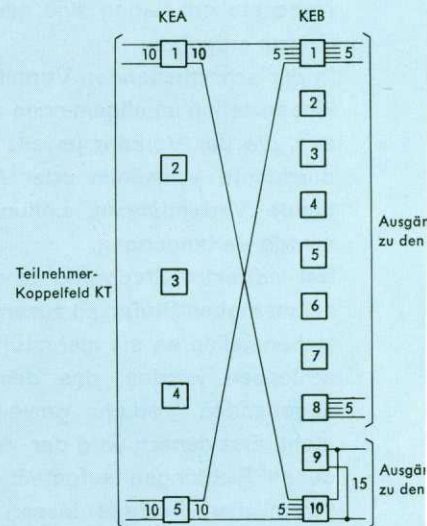


BILD 5 Zweistufiges Extern-Koppelfeld der III W 6020

Anlagen ist ein höherer Aufwand für die zentrale Steuerung vertretbar, so daß man vielstufige Koppelanordnungen verwenden kann.

So verfügt die TN-Nebenstellenanlage III W 6020 über ein fünfstufiges Koppelfeld. Während bei der Baustufe II G das teilnehmernahe Koppelfeld aus zwei Stufen – A und B – besteht, beginnt die Richtungsaufteilung des Verkehrs bei der III W erst nach der dritten Stufe. Man gewinnt hierdurch ein einfach gegliedertes, gut erweiterungsfähiges Teilnehmer-Koppelfeld (Bild 3). Es setzt sich aus Einheiten zu je 25 Teilnehmern (KTA, KTB) zusammen, die in der KTC-Stufe zusammengeschaltet werden.

Der Aufbau einer internen Verbindung geht zunächst dreistufig vor sich, und zwar vom rufenden Teilnehmer über KTA, KTB, KTC bis zu einem IVs. Dann weiter fünfstufig über KIB, KIA (Bild 4), KTC, KTB, KTA zum gerufenen Anschluß. Eine Externverbindung wird fünfstufig zwischen Teilnehmer und AUe über KTA, KTB, KTC, KEA, KEB (Bild 5) durchgeschaltet.

Die Koppelfelder KIA, KIB und KEA, KEB erfüllen die gleiche Funktion wie die großen Koppler C2 und C3 bei der Baustufe II G, doch war hier die Auflösung in zwei Koppelstufen, die sich jeweils aus kleinen Koppelvielfachen zusammensetzen, die weit wirtschaftlichere Lösung.

Schief verteilte Belastungen werden bereits innerhalb der 25er-Gruppen KTA-KTB weitgehend ausgeglichen. Der Ausgleich zwischen den 25er-Gruppen geschieht mit Hilfe der dritten Stufe KTC. Außerdem hat dieses Problem wegen der meist andersgearteten Verkehrsverhältnisse bei

den Großanlagen meist geringere Bedeutung als bei Anlagen der mittleren Baustufen. Wie sich eine ungleichmäßige Belastung auswirkt, sei am Beispiel einer Anlage mit 250 Nebenstellen, 20 IVs und 40 AUe erläutert, die mit dem zulässigen Höchstverkehr belastet ist. Die Verkehrsbelastung der 25er-Gruppen KTA-KTB wird linear ansteigend derart verteilt angenommen, daß sich die Belastung von der 1. zur 10. Gruppe wie 1 : 2 verhält. Die durchschnittlichen Verluste in der Anlage erhöhen sich dann um weniger als ein Drittel gegenüber den Werten bei gleichmäßiger Verkehrsverteilung. Der Einfluß einer derartigen Belastungsverteilung ist also praktisch kaum spürbar.

Liegt eine dauernde schiefe Belastung durch ungünstige Verteilung von Viel- und Wenigsprechern vor, läßt sich wegen der freizügigen Rufnummernzuordnung dennoch ein Ausgleich schaffen. Die Nebenstellen werden zu diesem Zweck so auf die Teilnehmer-Koppelstufe KTA verteilt, daß der Verkehr ausgeglichen ist, ohne daß dadurch Rufnummern geändert werden müssen.

Literatur:

- [1] Pfeil, W.: Die TN-Fernsprech-Nebenstellenzentrale der Baustufe II G in Multireed-Technik. TN-Nachrichten (1968) 68, S. 21–26.
- [2] Knoblich, G. und Nickel, H.: Systemaufbau der großen W-Nebenstellenanlage mit Multireed-Kopplern III W 6020. TN-Nachrichten (1969) 69, S. 3–9.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Professor Dr.-Ing. Josef Lennertz 65 Jahre	1 – 3
2. Stand und Tendenzen in der Nebenstellentechnik von Karl-Ludwig Plank	5 – 13
3. Aufbau und Organisation der Multireed-Fertigung von Hans-Otto Kullmann	14 – 20
4. Zeitmultiplexe Sprechwegedurchschaltung von Wolfgang Schott	21 – 24
5. Tastenwahl in großen W-Nebenstellenanlagen am Bei- spiel der III W 6020 von Horst Nickel	25 – 31
6. Betriebsdämpfung und Widerstands Anpassung bei Fernsprech-Konferenzschaltungen von Wilfried Kämpfer	32 – 36
7. Durchwahlverkehr in Fernsprech-Nebenstellenanlagen von Andreas Reinhold	37 – 41
8. Gebührenzahlung bei Multireed-Reihenanlagen von Friedel Bopp	42 – 43
9. Warum noch 5 Volt Hörtonspannung? von Adolf Schmid	44 – 47
10. Datenverkehr über Fernsprech-Nebenstellenanlagen von Harald Fuhrmann	48 – 52
11. Dickschichtschaltungen von Hans Isert	53 – 60
12. Zwischenleitungssysteme in der Nebenstellentechnik von Gerhard Knoblich	61 – 64

