

Die Telephonstationen heute und in der Zukunft

Autor(en): **Abrecht, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **54 (1963)**

Heft 4

PDF erstellt am: **15.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916456>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Die Telephonstationen heute und in Zukunft

Vortrag, gehalten an der 21. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 17. Oktober 1962 in Lausanne,
von H. Abrecht, Bern

621.395.6

Bekanntlich ist eine Einrichtung, die man zur Ausübung einer Tätigkeit benötigt, der Kritik der Benutzer besonders ausgesetzt. Davon macht auch das Telephon keine Ausnahme. Zur Illustration seien nachstehend einige Ausschnitte aus Presse und Publikumsmeinung erwähnt.

Im Jahre 1958 erschien in verschiedenen Zeitungen eine Notiz, in der behauptet wurde, dass innerhalb der nächsten 5 oder 6 Jahre das Telephon, wie es heute besteht, so veraltet sei wie die Postkutsche. Als besondere umwälzende Fortschritte wurden bezeichnet: Abschaffung der Wählscheibe und deren Ersatz durch eine der Tastatur der Schreibmaschine ähnliche Druckvorrichtung, Wegfall des Ohrenhörers, Ersatz der Glocken durch musikalische Instrumente, Gespräche zu Dritt, Verbindung des Telephons mit Fernsehen.

Die Werkzeugzeitung Geigy, Nr. 3 vom März 1959 führt unter dem Titel «Leiden auch Sie an Telefonitis» u. a. folgendes aus:

«Seit von *Graham Bell* das Telephon erfunden wurde, ist der Fernsprecher wie einige andere technische Installationen zu einem Segen für die Menschheit und zugleich zu einer Erfindung des Teufels geworden. Die Verbindung mit der mythologischen Figur aus der Unterwelt wird beim Telephon durch einige ihr zukommende Attribute schon äusserlich symbolisiert: Die hörnerartige Form des Hörers, die mehr oder weniger zackige Gabel als Auflage, die knarrende oder meckernde menschliche Stimme, während die menschliche Erscheinung selbst meist unsichtbar bleibt, und schliesslich die schwarze Farbe der Telephonapparate, welche von der Verwaltung zur Ausübung der schwarzen Kunst vorgeschrieben wird unter völliger Ignorierung der Tatsache, dass Kunststoffe in allen Farben des Regenbogens schon längst existieren.»

Im Aargauer Tagblatt vom 13. Juni 1962 erschien folgende Notiz:

«Ein grosser Verkaufsschlager scheinen die vergoldeten Telephone zu werden, die eine amerikanische Firma jetzt in Westdeutschland verkauft. Jeder Apparat kostet 400 DM. Er wird mit einem Garantieschein geliefert, der besagt, dass die Vergoldung echt ist. Weil sich bis jetzt 10 000 Kunden für diesen letzten Schrei interessierten, rechnet man mit einem grossartigen Verkaufserfolg.»

Dazu ist zu bemerken, dass europäische Telephonfirmen schon vor einigen Jahren ihren afrikanischen Gästen goldene Telephonapparate zum Geschenk machten.

Im Nebelspalter vom 1. August 1962 schreibt *Bethli* unter anderem:

«Das was bei uns so schwarz und himmeltraurig in der Ecke oder auf dem Schreibtisch steht und sich redlich bemüht, unseren karglichen Kontakt mit der Aussenwelt aufrecht zu erhalten, blüht dort drüben (gemeint ist Amerika) in den zartesten Schattierungen von türkis, hellblau, sonnengelb, weiss, lila oder rosa. Und nun kann man in Amerika in diesem Sommer zum ersten Mal die in den Farbtönen genau zum Telephonapparat passenden Kleider kaufen oder aber Kleider in beliebigen Farben wählen und dann das dazu passende Telephon bestellen.»

Bethli kommt zum Schluss, dass sie wegen der zu erwartenden Konsequenzen lieber den alten schwarzen Telephonapparat behalten möchte, solange sie niemand zwingt, deswegen dauernd schwarze Kleider zu tragen.

Gewisse Leute kritisieren die niedrige Form des heutigen Telephonapparates Mod. 50, indem sie sagen, er sei von einem Lastwagen überfahren worden. Dass das Mikrotelephon den Köpfen der Telephonierenden angepasst werden muss, ist bekannt. Deshalb hat man ja in der Schweiz das längste Mikrotelephon der Welt. Ausserdem muss bei der Gestaltung der Mikrophoneinsprache und der Hörmuschel aus bekannten Gründen auch auf die Hygiene Rücksicht genommen werden. Die Hausfrau schätzt natürlich ein Telephongehäuse, das den Staub abstösst mehr, als ein solches, das ihn anzieht. Die Löcher des Nummernschalters passen oft eher zu einer zarten Damenhand als zum Zeigfinger eines Obermelkers. Es ist unbequem im Bett zu telephonieren, wenn man dazu aufsitzen oder gar aufstehen muss. Anlass zu Reklamationen gibt sehr oft die Lautstärke des Weckers. Vom leisen Rauschen und der Melodie «Üb immer Treu und Redlichkeit» bis zum regulierbaren Sirenengeheul wird alles verlangt. Die Kombination Telephon mit Fernsehen lässt sich natürlich auch verwirklichen. Nur müssen unter Umständen Vorkehrungen getroffen werden, welche hier peinliche Situationen vermeiden helfen.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass das Telephon nicht nur ein Gebrauchsgegenstand ist, sondern auch der Mode unterliegt und deshalb kaum jemals so gestaltet werden kann, dass es allen Leuten passt.

Der heutige Telephonapparat der schweizerischen PTT, Mod. 50, hat sich im allgemeinen gut bewährt. Er gilt heute noch in übertragungstechnischer Hinsicht als einer der besten. Trotzdem kein dringendes Bedürfnis für ein neues Modell besteht, ist dieses Problem von den schweizerischen PTT-Betrieben vor allem im Zusammenhang mit der Netzplanung weiterverfolgt worden. So wurden in den letzten zwei Jahren praktische Betriebsversuche durchgeführt mit sog. transi-

storisierten Stationen, bei denen an Stelle des Kohlemikrophons ein magnetisches Mikrofon tritt. Parallel dazu läuft gegenwärtig ein Betriebsversuch mit Mikrofonkapseln, in denen der Transistorverstärker direkt eingebaut ist. Die damit gemachten Erfahrungen sind ermutigend. Die Benutzer rühmen vor allem die bessere Verständlichkeit besonders bei langen Anschlussleitungen. Den Mehrkosten einer solchen Station steht die geringere Störanfälligkeit der magnetischen Mikrofonkapsel gegenüber.

Die schweizerischen PTT-Betriebe haben nunmehr ein Pflichtenheft ausgearbeitet, das die Bedingungen für den Bau von neuen Teilnehmerstationen enthält. Darin wird in Bezug auf die Formgebung erwähnt, dass diese lediglich praktischen und ästhetischen Gesichtspunkten zu entsprechen hat. Wenn möglich wird eine Kombination Tisch-/Wandstation angestrebt. Eventuell kann aber auf eine neue Wandstation überhaupt verzichtet werden. Auf Grund ausgedehnter Versuche durch die Abteilung Forschung und Versuche wird für das Stationsgehäuse und das Mikrotelefon das Material, nämlich Acrylglas D 1 in den Farben grau und crème, vorgeschrieben. Die Station muss leicht getragen werden können, ohne dass der Anschluss belegt wird. Der Nummernschalter ist nach bisheriger Norm auszuführen.

Das Pflichtenheft enthält ferner Angaben für ein neues verkürztes Mikrotelefon. Vorgeschrieben sind ausserdem die elektrischen Eigenschaften der Station. Auf Grund des Ergebnisses der bereits durchgeführten Versuche ist auch für die neue Station ein magnetisches Mikrofon mit Transistorverstärker vorgesehen, wobei der Verstärkungsgrad in Abhängigkeit von der Leitungslänge bzw. dem Speisestrom variiert. Zur Behebung der Dämpfungsverzerrung der Leitung soll die Pegelregulierung frequenzabhängig gemacht werden. Weitere zusätzliche Bedingungen betreffen die Spannungsfestigkeit, die Anwendung eines über die Telefonleitung übertragenen Frittstromes von 24 kHz sowie die Verwendung der neuen 12-kHz-Gebührenmelder. Die Werte für die Entstörung im Bereich der HF-TR-Frequenzen sind im Pflichtenheft ebenfalls enthalten. Es ist beabsichtigt, in der Station einen neuen Wecker, Mod. PTT, einzubauen, dessen Lautstärke auf einfache Art reguliert werden kann, wobei zu bemerken ist, dass sich im Ausland die Reguliermöglichkeit durch den Teilnehmer selbst nicht durchwegs zu bewahren scheint. Selbstverständlich wird ein minimaler Aufwand beim Unterhalts- und Störungsdienst angestrebt. Deshalb müssen Teile der Station, wie Mikrofonverstärker, Übertrager und dgl. leicht auswechselbar sein. An Stelle der bisherigen Federkontakte der Hörerkapseln tritt ein Schraubanschluss.

In der Vermittlungstechnik wird bekanntlich eine Erhöhung der Verkehrsleistung durch grosse Funktionsgeschwindigkeiten angestrebt. Dazu gehört ein möglichst schnelles Wählen, das die für den Verbindungsaufbau benötigte Zeit herabsetzt und eine bessere Ausnützung von bestehenden Einrichtungen ermöglicht. Übereinstimmend mit verschiedenen Berichten in der Fachliteratur und den Erfahrungen bei manuellen Vermittlungseinrichtungen sowohl in Ämtern, als auch in Hauszentralen erweist sich die Tastenwahl gegenüber der Wählscheibe als sicherer, schneller und bequemer. Sie bedeutet aber nur in Verbindung mit rasch arbeitenden Zentralen ein Gewinn. Schon seit der Einführung des automatischen Telefonverkehrs

wurde an der Entwicklung von Tastenwahlsystemen gearbeitet; trotzdem konnte sich die Wählscheibe bis in die heutige Zeit erhalten. Die Gründe dafür sind leicht einzusehen: die Wählscheibe ist nämlich billig und ihre Impulserien sind einfach zu verarbeiten.

Erst die jüngste Entwicklung der Halbleitertechnik ermöglicht es, wirtschaftlich tragbare und betriebs-sichere Tastatursysteme zu bauen. Ein Mehrpreis gegenüber dem Nummernschalter wird unvermeidlich sein. Dagegen lassen sich gemeinsame Steuerorgane in der Zentrale einsparen.

Auch die schweizerischen PTT-Betriebe haben zusammen mit ihren Lieferfirmen seit langem das Problem der Tastenwahl geprüft und sich nun zu einem praktischen Versuch entschlossen. Der Zweck dieses Versuches ist das Sammeln von Erfahrungen, damit später einmal ein endgültiger Entscheid zu Gunsten eines bestimmten Wahlsystems möglich wird. Die Versuchsanlage wird erstmals an der Landesausstellung 1964 demonstriert. Neben dem binären Impulssystem, das für den erwähnten Versuch angewendet wird, kommen natürlich auch andere Systeme, z. B. die Tonfrequenz- und die Widerstandwahl in Frage. Durch den Versuch ist das endgültige System noch in keiner Weise bestimmt.

Nachstehend werden einige charakteristische Merkmale von drei allenfalls in Frage kommenden Wahlsystemen erläutert.

1. Binäres Impulssystem

Die verhältnismässig langsamen elektromechanischen Auswertorgane der herkömmlichen Zentralen bedingen eine der Ziffer entsprechende Zahl von Impulsen. Sie können nicht verschiedene Impuls- und Pausenlängen verarbeiten. Mittels elektronischer Schaltmittel sowohl im Teilnehmerapparat als auch im Auswerteteil der Zentrale ist eine Änderung des Impulssystems folgendermassen möglich:

- a) Die Impulse und Impulspausen sind wesentlich verkürzt.
- b) Die Impuls- und Pausenlängen sind gut messbar abgestuft, so dass mit einem Impuls und einer Pause verschiedene Wahlkriterien erhalten werden.

Das neue Wahlsystem besteht darin, mit einem Impuls und einer Pause durch 4fache Abstufung der Impulslänge und 3fache Abstufung der Pausenlänge 12 gut unterscheidbare Wahlkriterien zu erzeugen. Die Impuls- bzw. Pausenlängenunterschiede sollen möglichst gross sein, um sehr genaue oder abstimmbare Schaltelemente entbehrlich zu machen. Andererseits ist dieses Bestreben durch die minimale Tastendruckzeit

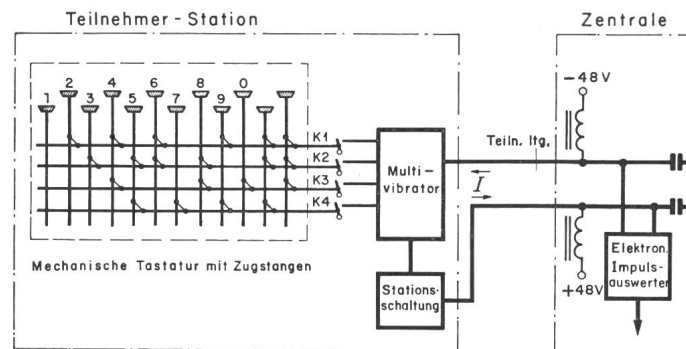


Fig. 1
Tastaturwahl
Prinzip des binären Impulssystems

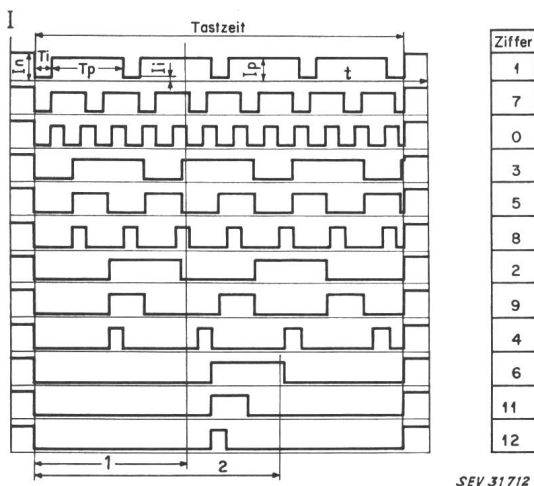


Fig. 2

Tastaturwahl

Multivibrator-Schwingbilder

In Speisestrom im Gesprächszustand; I_i Impulsreststrom; I_p Pausenstrom; T_i Impulszeit = 5, 12, 24, 58 ms; T_p Pausenzeit = 5, 12, 24 ms; 1 minimale Tastendruckzeit der Kriterien 0...9 = ca. 50 ms; 2 minimale Tastendruckzeit der Kriterien 11 und 12 \approx 80 ms

und die minimalen Impuls- und Pausenlängen begrenzt.

Die Bedingung, eine elektronische Schaltung für die Abgabe von 12 Kriterien verschieden einzustellen, erfordert das theoretische Minimum von 4 Kontakten. Die gemeinsame Betätigung dieser Kontakte von verschiedenen Tasten aus ist kein neues Problem und kann über ein Zugschienensystem erfolgen, ähnlich demjenigen eines Fernschreibers.

Die elektronische Schaltung für die Erzeugung von Impulsen und Impulspausen verschiedener Länge besteht aus einem unsymmetrischen, astabilen Multivibrator. Fig. 1 zeigt das stark vereinfacht gezeichnete Prinzip dieses Systems.

In Fig. 2 sind die den einzelnen Ziffern zugeordneten Multivibratorschwingbilder dargestellt. Durch die Messung der ersten Impuls- und Pausenlängen kann auf die betätigte Taste geschlossen werden. Für die Unterscheidung der Ziffern 1 bis 0 ist im ungünstigsten Fall eine Tastzeit von 50 ms erforderlich, für die Ziffern 11 und 12 80 ms. Die Ziffern 11 und 12 werden für die normale Wahl nicht benötigt. Sie finden für Spezialzwecke Verwendung, z. B. die Signalisierung in Hauszentralen oder die internationale automatische Fernwahl.

Die Vorteile dieses Systems liegen in seiner Einfachheit und Robustheit. Auch wird die Wahl durch den Mikrofonstörpegel nicht beeinflusst.

Als Nachteile müssen angeführt werden:

Da es sich um eine Gleichstromwahl handelt, verlangt dieses System galvanisch durchgeschaltete Leitungen oder entsprechende Umformung der Impulse. Das Störgewicht der Rechteckspannung ist wegen der höheren Frequenz grösser als bei der herkömmlichen Nummernschalterwahl, obschon die Impulsamplituden nur un-

gefähr halb so gross sind wie diejenigen des Nummernschaltersystems.

Die Mindesttastzeit von 50 ms ist für geübte Personen hoch. Eine künstliche Verlängerung könnte sich aufdrängen.

Empfänger- und Teilnehmerschaltung müssen drei Schleifenstromstufen unterscheiden können.

- a) Station offen (min. 20 k Ω)
- b) Impulsschaltung, Station hochohmig (ca. 9 k Ω)
- c) Impulsschaltung, Station niederohmig (ca. 1 k Ω)

Die Unterscheidung der Stufen a) und b), die nur um den Faktor 2 auseinanderliegen, ist nicht ohne weiteres möglich.

2. Tonfrequenzsystem

Ein Tastenwahlsystem, das dem binären Impulssystem in übertragungstechnischer Hinsicht überlegen ist, ist die Tonfrequenzwahl.

Um den Aufwand in der Teilnehmerstation möglichst klein zu halten, scheint von vielen Möglichkeiten ein Code-System mit 2 aus 6 verschiedenen Frequenzen, die alle im Bereich der Sprache liegen und deshalb sehr gut übertragen werden können, erfolgversprechend zu sein. Jeder Ziffer sind 2 Frequenzen zugeordnet, die gleichzeitig gesendet werden.

Töne und Geräusche, die über das Mikrofon eintreffen, könnten unter Umständen als Wahlzeichen gedeutet werden und zu einer Falschwahl führen. Um die Sprachsicherheit zu gewährleisten, sind deshalb besondere Massnahmen notwendig.

Fig. 3 zeigt den Ablauf der Wahl. Beim Drücken einer Wahl Taste wird als Vorbereitungszeichen der Schlaufenstrom auf einen sehr kleinen Wert gesenkt, worauf das gleichzeitige Senden der zwei Wahlfrequenzen erfolgt.

Zur Auswertung ist eine Zeit von ca. 15 ms notwendig, also bedeutend weniger als die kürzesten Tastendruckzeiten, die in extremen Fällen etwa 25 ms betragen können.

Die Stationsschaltung enthält einen einstufigen Transistoroszillator, der gleichzeitig auf 2 Frequenzen schwingt und, entsprechend dem gesenkten Schlaufenstrom, einen sehr kleinen Speisestrom in der Grösse von einigen wenigen mA aufnimmt. Die Oszillator-

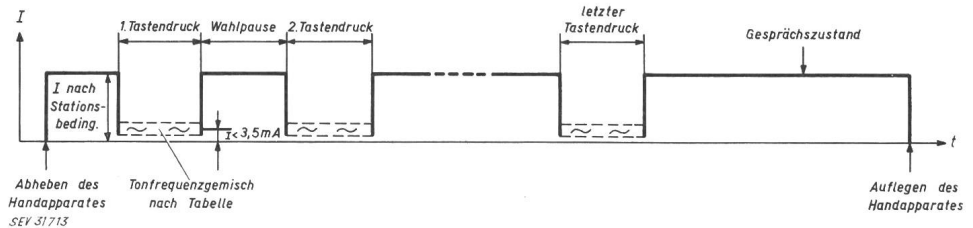


Fig. 3

Frequenz-Diagramm des Tastenwahlsystems mit Tonfrequenz-Code «2 aus 6»

Frequenzcode	Frequenz [Hz]					
	700	860	1060	1310	1610	2000
1	•	•				
2	•		•			
3		•	•			
4		•		•		
5	•			•		
6			•	•		
7			•		•	
8		•			•	
9	•				•	
0				•	•	
11				•		•
12			•			•

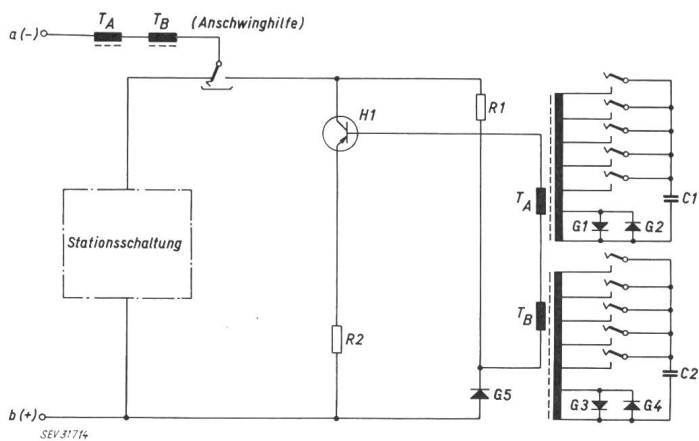


Fig. 4

Tastenwahlsystem mit Tonfrequenz-Code «2 aus 6»
Prinzipschaltung des Oszillators

schaltung (Fig. 4) besteht im wesentlichen aus zwei voneinander getrennten LC-Schwingkreisen und einem einstufigen Transistorverstärker mit Rückkopplung.

Jeder Kreis schwingt für sich, ohne vom Zustand des andern wesentlich beeinflusst zu werden. Die abgegebene Tonfrequenzspannung liegt bei kurzen Leitungslängen und 600-Ω-Abschluss zwischen 300 und 400 mV. Sie kann ausserdem durch eine Stromgegenkopplung bei grossen Leitungswiderständen in gewissen Grenzen erhöht werden, um eine automatische Anpassung an die vorliegenden Verhältnisse zu ermöglichen. Mikrofon- und Tonfrequenzpegel sind von gleicher Höhe, was sich auf die Beeinflussung von benachbarten Leitungen in günstigem Sinne auswirkt.

3. Widerstandssystem

Versuchsweise wurden in Schweden schon im Jahre 1952 in einer Zentrale eine Anzahl Teilnehmeranschlüsse für Tastenwahl in Betrieb gesetzt. Die Entscheidung fiel damals für ein Widerstandswahlssystem. Den Ausschlag gaben die sehr einfachen, billigen und zuverlässigen Teilnehmerstationen. Diese werden an eine Crossbarzentrale angeschlossen, die mit ihrer raschen Arbeitsweise den Anforderungen der Tastenwahl genügt.

Bei diesem System ist jede Zahl durch eine Änderung des Widerstandes der Teilnehmerschleufe charakterisiert. Den Tasten ist ein oder sind mehrere Widerstände zugeordnet, die aus Sicherheitsgründen in beiden Stromrichtungen gemessen werden. Fig. 5 zeigt im Prinzip die Schaltung der Tastatur.

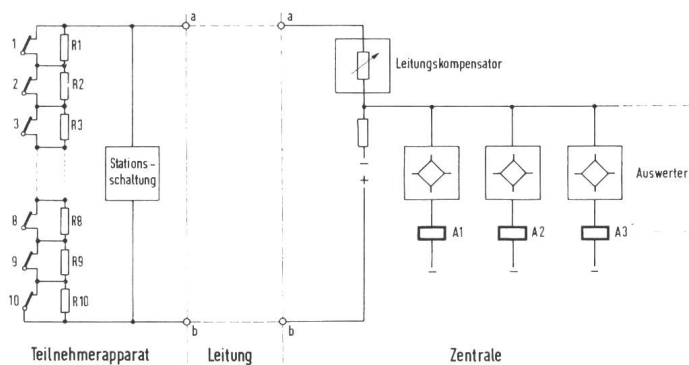


Fig. 5

Prinzip des Tastaturwahl-Widerstandssystems

Den veränderlichen elektrischen Eigenschaften der Teilnehmerleitungen wird dadurch Rechnung getragen, dass zentralseitig bei Beginn der Belegung der Schleifenwiderstand sehr rasch auf einen bestimmten Wert, z. B. 1500 Ω, kompensiert wird.

Die Auswertung der von der Station abgegebenen Wahlinformation erfolgt in der Zentrale mit Hilfe eines Brückenstromkreises, der 10 Zweige besitzt. Die Betätigung einer Wahl Taste bewirkt in einem der 10 Zweige ein Gleichgewicht, das von einem elektronischen Detektor kontrolliert und erfasst wird. Die entsprechende Zahl gelangt in einen Speicher, der seinerseits die Markierung übernimmt. Für den ganzen Vorgang ist pro Ziffer die hoch erscheinende Zeit von 60... 65 ms nötig.

Bei allen drei Systemen sind die Belegungszeiten der Register viel kürzer als bei der Nummernschalterwahl, nämlich 6...7 s gegenüber etwa 11 s der bisherigen Systeme. Diese Zeit dürfte sich noch etwas reduzieren, wenn die Teilnehmer mit der Tastenwahl besser vertraut sind. Damit kann mit einer beträchtlichen Reduktion der Register gerechnet werden.

Nach Berichten aus dem Ausland, besonders aus Schweden, sollen die Versuche die Überlegenheit der Tastenwahl gegenüber der Nummernschalterwahl gezeigt haben. Das System lasse sich sowohl in Bezug auf Betriebssicherheit, als auch auf die Kosten ohne weiteres vertreten.

Es gibt Tastaturwahlssysteme, die erlauben, die Wahlgeschwindigkeit auf einige ms herabzusetzen. Dabei wird die zu wählende Nummer vor dem Abheben des Mikrotelephons an der Station voreingestellt. Im Moment, in dem die gespeicherte Ziffer verarbeitet werden kann, wird vom Amt her ein Auslösesignal abgegeben, das die Aussendung der Wahlinformation in der Station bewirkt. Ein solches System ergibt für die Leitungsbelegung und die Weiterverarbeitung der Daten in den Zentralorganen gute Resultate. Doch ist der Aufwand in der Station derart gross, dass mit dessen Einführung aus wirtschaftlichen Erwägungen vorerhand nicht gerechnet werden kann.

Ähnlich verhält es sich mit einer weiteren Neuerung, nämlich der sprachgesteuerten Nummernwahl. Diese existiert wohl im Laboratorium. Der allgemeinen Einführung stehen aber noch verschiedene Schwierigkeiten entgegen.

Infolge der Verwendung von elektronischen Bauteilen in der Telephonstation drängt sich gleichzeitig die Lösung eines alten Anliegens auf, nämlich die Änderung der heutigen Anrufsysteme, die mit einer Spannung von 70 V und einer Frequenz von 23 bzw. 50 Hz arbeiten und einen Wirkungsgrad von weniger als 1% aufweisen. Mit der Tastaturwahlstation wird daher auch das Anrufsystem nach neuen Richtlinien gestaltet, wobei die objektive Lautstärke des neuen tonfrequenten Rufes dem bisherigen ebenbürtig ist.

Die wechselweise Verwendung von Schaltelementen für das Ruforgan und den Mikrofonverstärker wird angestrebt. Selbstverständlich muss die Möglichkeit bestehen, beim Teilnehmer zusätzliche Wandler zu betreiben.

Adresse des Autors:

Hans Abrecht, Chef der Sektion für Teilnehmeranlagen, Fernmeldedienste, Generaldirektion der PTT-Betriebe, Bern.