

JAHRGANG 1965



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

HEFT
63

Herausgeber:
Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt a. M.

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

Schriftleitung:
Gerard Blaauw, Frankfurt a. M.

Graphische Gestaltung:
Max Bittrof, Frankfurt a. M.

Klischees:
Georg Stritt & Co., Frankfurt a. M.

Druck:
Georg Stritt & Co., Frankfurt a. M.

Lichtbilder:
Bell Telephone Laboratories, New York
Kögel, Darmstadt
Schade, Frankfurt a. M.
Suderow, Hamburg
Wolf, München

NACHRICHTEN

JAHRGANG 1965 · HEFT 63 · SEITE 1-48

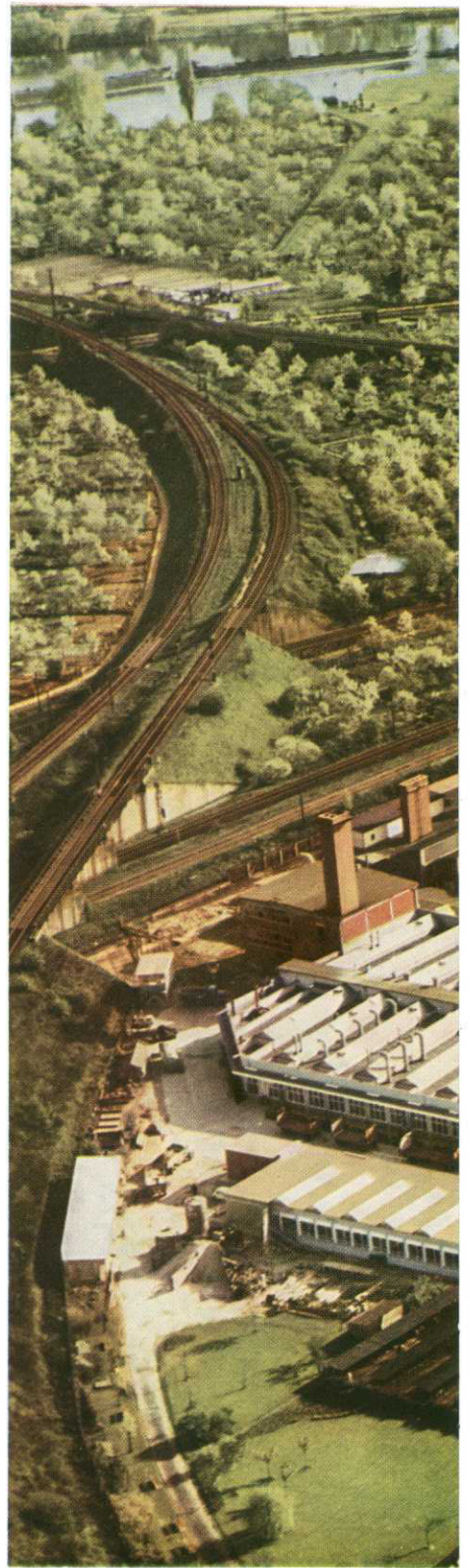
INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 Die Fernmeldeanlagen im Unilever-Hochhaus in Hamburg Von Günther Westphal und Helmut Müller	5-10
2 Verkehrsmeßgerät nach dem c-Ader-Abtastverfahren von Harald Fuhrmann, Friedrich Ahlmaier, Günther Faust und Ludwig Illian	11-18
3 Die neue TN-Sprechkapsel 539 von Herbert Hofmann	19-22
4 „Präzision“, elektronisch überwacht von Hermann Wolf	23-27
5 Die Wähltastatur im künftigen Fernsprechapparat von Karl Wiedemann	28-32
6 Die optimale Ausbildung einer Wähltastatur von Ekkehard vom Berge und Arthur Keßler	33-36
7 50-Hz-Tastenwahl in Nebenstellenanlagen von Ekkehard vom Berge	37-38
8 TN-Rationalisierungsanlagen in der Praxis – ein Erfahrungsbericht von Karl Kögel	39-42
9 TN-Ferreed mit Flachsutzkontakten von Edmund Gärtner	43-48



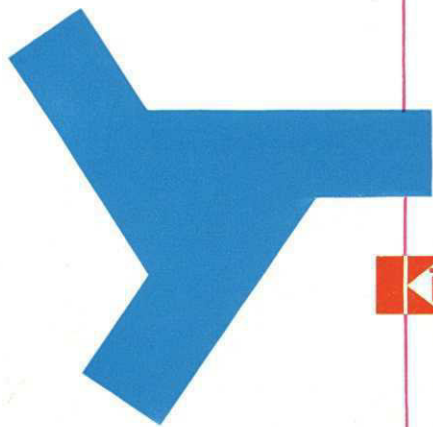


**LUFTAUFNAHME VON WERK II
DER TELEFONBAU
UND NORMALZEIT
FRANKFURT AM MAIN**





Aufnahme Aero-Lux, Frankfurt a. M. – Frei Hess. W. Min. Nr. 345/64



Die Fernmeldeanlagen im Unilever-Hochhaus in Hamburg

von Günther Westphal und Helmuth Müller

DK 621.395.25

Das in Hamburg unter dem Namen „Unilever-Hochhaus“ bekannte Verwaltungsgebäude der Margarine Union G. m. b. H. gehört zu den eindrucksvollen Neubauten der Hansestadt. Das Haus ist ausschließlich für die Büros des Unilever-Konzerns bestimmt und bietet 2000 Beschäftigten der deutschen Unilever-Gruppe Platz. Es ist in einem einzigartigen Stil ausgeführt und ist auf die mannigfaltigen Erfordernisse der innerbetrieblichen Organisation abgestimmt. Der Geschäftsverkehr der zahlreichen in dem Gebäude Beschäftigten untereinander und mit der Außenwelt wird

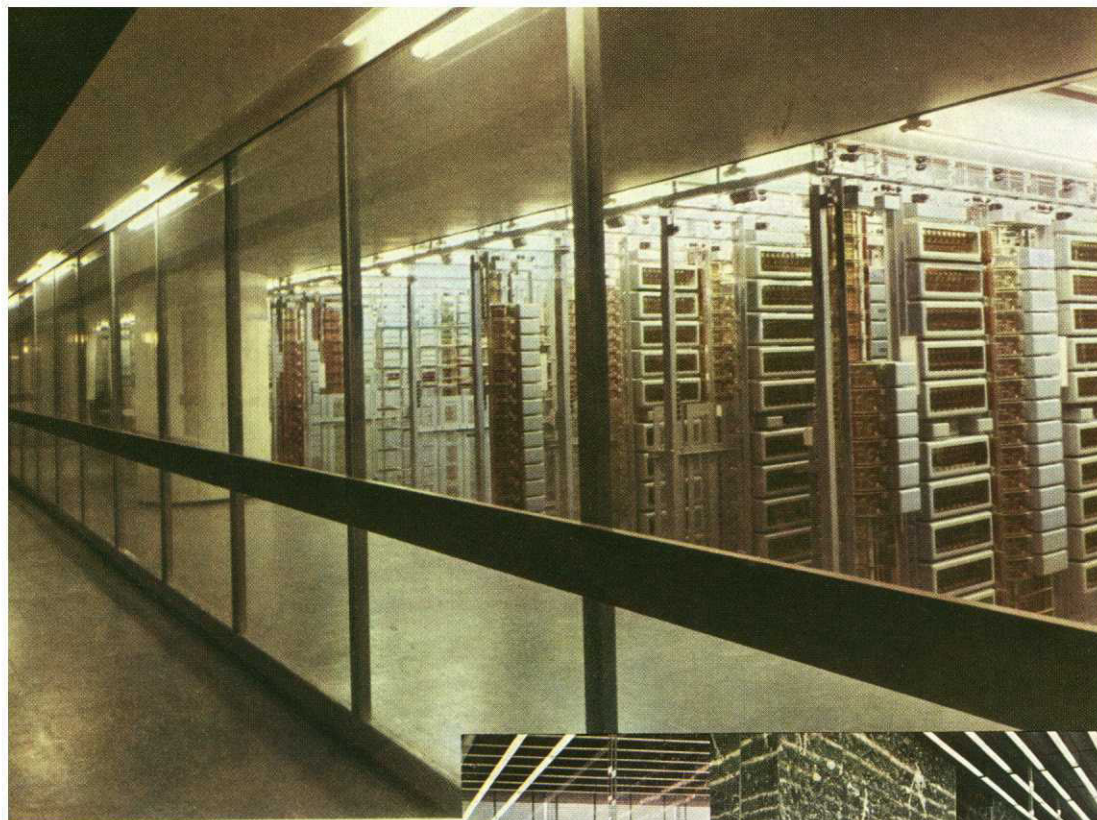


BILD 1

Blick in den Wählersaal der großen Nebenstellenanlage der Baustufe III W



BILD 2

Der architektonisch schön gestaltete Vermittlungsraum

über neuzeitliche leistungsfähige Fernmeldeanlagen abgewickelt. Eine weitverzweigte Uhrenanlage versorgt alle Stellen des Hauses mit einheitlicher Uhrzeit. Mehrere in sich geschlossene elektroakustische Übertragungseinrichtungen vermitteln Durchsagen und Darbietungen aus dem Hause sowie aus dem Ton- und Fernsehrundfunk. Der Sicherheit von Leben und Sachwerten dienen Feuer- melde-, Polizei-Notruf- und Wächterkontrollanlagen. Die Apparate und technischen Einrichtungen für diese Anlagen stammen überwiegend aus der TN-Fertigung. Für den Einbau und das Leitungsnetz war TN federführend.

Fernsprechanlage

Im Unilever-Hochhaus wurde eine TN-Universal-Zentrale der Baustufe III W System 6004 eingesetzt (Bilder 1 und 2). Sie ist vorläufig ausgebaut für

100 Amtsleitungen

1 100 Nebenstellen

110 Innenverbindungswege.

Als Durchschaltelemente dienen Dreh- und Viereckwähler mit Wälzankerantrieb. Der Amtsverkehr wird über 8 Vermittlungsplätze abgewickelt.

Ankommende Amtsanrufe werden durch eine Anrufverteilerschaltung in der Reihenfolge ihres Eintreffens auf 4 Vermittlungsplätze verteilt und

dort zeitgerecht abgefragt. Es stehen 30 ankommende und 30 gemischt geschaltete Amtsleitungen mit Durchwahl zu den Nebenstellen zur Verfügung. Zum Weitervermitteln der Amtsverbindungen zu den Nebenstellen besitzt jeder dieser 4 Vermittlungsplätze 5 Verbindungsreihen. Nach dem Zustandekommen einer Verbindung wird die betreffende Verbindungsreihe sofort freigeschaltet; sie bleibt nur bei Kettengesprächen bis zum Ende belegt. Die Arbeit der Telefonistinnen wird durch die automatische Abfrageeinrichtung sehr erleichtert. Mit diesem Antwortgeber werden immer wiederkehrende Redewendungen von einer besprochenen Magnettonplatte übertragen (Bild 3).

Vier Vermittlungsplätze für den abgehenden Amtsverkehr haben Zugang zu 40 abgehenden und den 30 gemischt geschalteten Amtsleitungen. Davon sind 10 Leitungen Direktverbindungen zum handbedienten Fernamt. Für den Nachtbetrieb ist ein Vermittlungsplatz mit Zugang zu sämtlichen 100 Amtsleitungen ausgestattet (Bild 4).

Alle Vermittlungsplätze sind mit Zahlengebern ausgerüstet, die bei der Wahl ins öffentliche Netz mit der dafür vorgeschriebenen Impulsgeschwindigkeit, bei der Zuteilung von Amtsverbindungen zu Nebenstellen jedoch in „Schnellwahl“, arbeiten. Zur Bedienungserleichterung im abgehenden Amtsverkehr enthalten die Vermittlungsplätze für die Auswahl häufig wiederkehrender Verbindungen Zielwahleinrichtungen, die bis zu 15stellige Rufnummern nach einem einfachen Tastendruck automatisch wählen.

Eine weitere Beschleunigung wird erzielt durch die vereinfachte Zuteilung von Fernverbindungen, die von den Nebenteilnehmern über Meldeleitungen angefordert werden. Nach Auswahl der gewünschten Amtsverbindung drückt die Telefonistin nur noch eine Zuteiltaste; zur rückwärtigen Zuteilung wird der Zahlengeber durch Identifizierung der noch mit der Meldeleitung verbundenen Nebenstelle eingestellt.

Für Zielwahlverbindungen hat die Telefonistin nach Abfragen an der Meldeleitung und Eintreten in eine freie Amtsleitung nur noch die Zielwahltaste und die Zuteiltaste zu drücken und kann dann aus der Verbindung austreten.

Bis zu 40 bevorzugte Nebenteilnehmer können im Direktruf unmittelbar mit einem von 4 Vermittlungsplätzen oder dem Aufsichtsplatz verbunden werden.

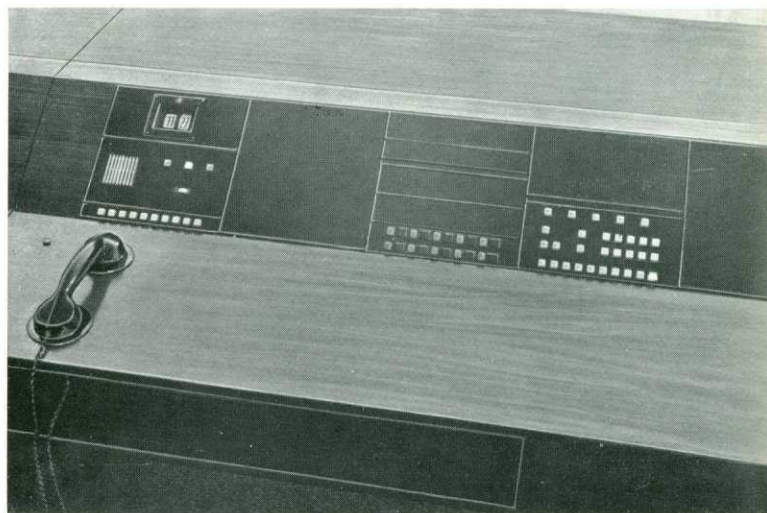


BILD 3 Vermittlungsplatz mit Anrufverteilerschaltung und automatischer Abfrageeinrichtung

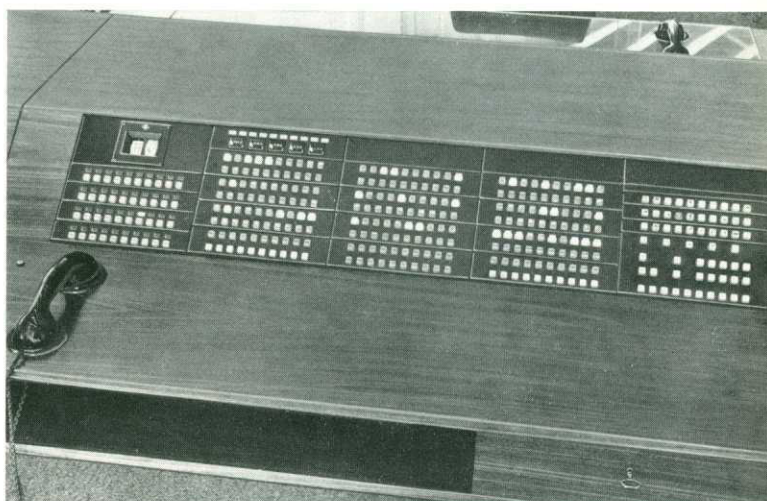


BILD 4 Vermittlungsplatz für den Nachtbetrieb

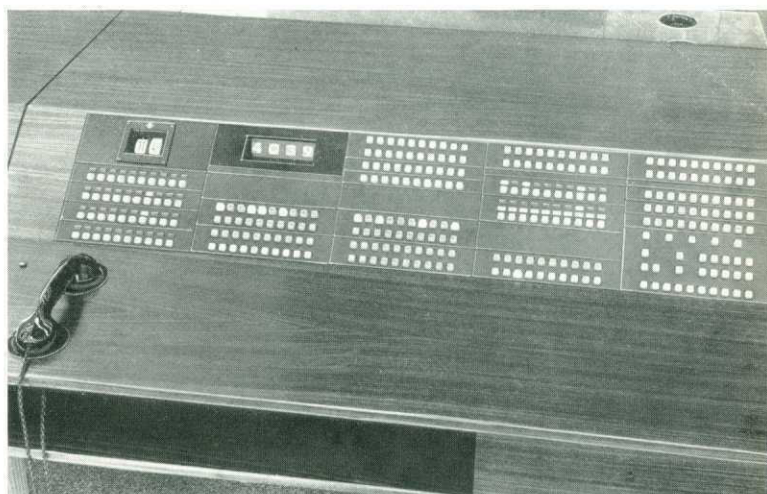


BILD 5 Aufsichtsplatz mit Teilnehmeridentifizierung

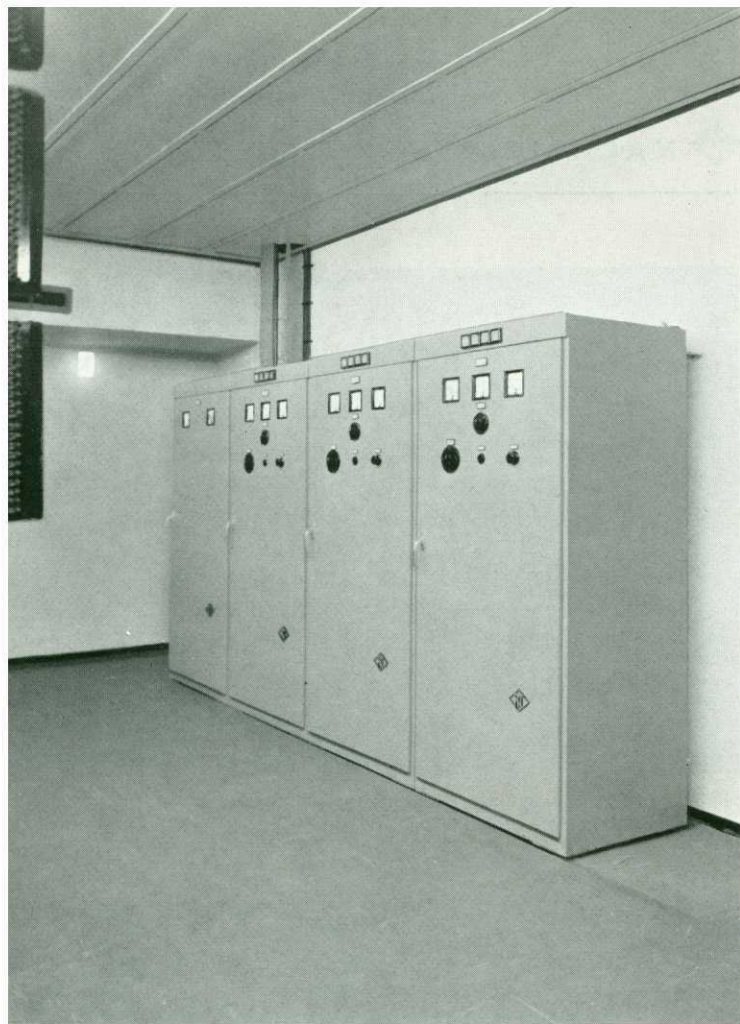


BILD 6

Die Netzspeisegeräte für die Fernsprechanlage

Die Aufsicht überwacht die Betriebsabwicklung und schaltet sich bei Unregelmäßigkeiten ein. Zu diesem Zweck ist ihr Platz mit den notwendigen technischen Einrichtungen ausgestattet. Darunter befindet sich ein Leuchtzahlenfeld zur Identifizierung von Nebenstellenummern, d. h., die Aufsicht kann ohne das Amtsgespräch zu stören feststellen, welche Nebenstelle mit einer bestimmten Amtsleitung verbunden ist. Auch die über die Meldeleitung anrufenden Nebenstellen können schon vor dem Abfragen im Leuchtzahlenfeld identifiziert werden. Beim Abfragen an einer Meldeleitung wird selbsttätig identifiziert (Bild 5). Für den Verkehr zwischen Nebenstellen und Vermittlung sind 16 Meldeleitungen vorgesehen, davon 6 mit Weitervermittlung. Diese dienen besonders dem Verkehr über die 14 Querverbindungen zu anderen Nebenstellenanlagen.

Die Einrichtung für „Zentrale Gebührenerfassung“ ermöglicht die Registrierung aller anfallenden Gesprächsgebühren im Orts- und Selbstwählferndienst. Alle Gesprächsinformationen, wie Zielnummer, Vermittlungsplatznummer, Nebenstellenummer, Gebühreneinheiten, Kalendertag und Uhrzeit,

werden automatisch auf Lochstreifen fixiert. Die so gespeicherten Angaben können zu beliebiger Zeit über eine Fernschreibmaschine oder eine datenverarbeitende Anlage in Klartext übersetzt werden. Außerdem sind einige Vermittlungsplätze mit Rückstellzählern ausgestattet, um den Nebenteilnehmern auf Wunsch sofort die angefallenen Gesprächsgebühren nennen zu können.

Durch das Zusammenfassen von 2 Hörschritten bei den Gruppenwählern konnten 20er Bündel gebildet und somit große Freizügigkeit erzielt werden.

Die Nebenstellen sind in der Hauptsache mit Tischapparaten Modell E 2 und zum Teil mit Chef- und Sekretäranlagen „Pikkolo“ ausgerüstet. Einige Nebenstellen sind für Rufweiterschaltung eingerichtet; ein weiterer Teil ist auf Sammelanschlüsse geschaltet.

Die gesamte Fernsprechanlage wird aus drei 60-Volt-Netzspeisegeräten zu je 50 Ampere versorgt (Bild 6). Bei Netzausfall übernimmt eine Reserve-Batterie mit einer Kapazität von 288 Ah die Speisung.

Fernschreibenanlage

Im Fernschreibraum des Hauses sind 8 Tisch-Fernschreiber aufgestellt. Die als Blattschreiber arbeitenden Geräte sind zum Teil mit Lochstreifensendern und -empfängern sowie mit Zahlengebern zum schnellen Eintasten der Rufnummern ausgerüstet.

Eine Hausrohrpostanlage befördert die abzusendenden und angekommenen Fernschreiben zwischen dem Fernschreibraum im Erdgeschoß und den Büros in den Obergeschossen.

Uhren- und Signalanlagen

Eine Hauptuhr mit einem $\frac{3}{4}$ -Sekunden-Invar-Nickelstahl-Kompensationspendel steuert 30 Nebenuhrlinien mit insgesamt 125 Nebenuhren. Im Schrank mit der Nachstell- und Überwachungseinrichtung sind ebenfalls die Signalschaltwerke für 12 Stromkreise. Die von hier ausgegebenen Signale steuern u. a. Betriebsabläufe im Hause (Bild 7).

Feuer-Nebenmelder-Anlage

Zur Sicherung des Hochhauses gegen Feuer ist eine an der Hamburger Feuerwehrzentrale angeschlossene Feuer-Nebenmelder-Anlage nach dem Stromschwächungsprinzip für 20 Schleifenleitungen ein-

gebaut. Feuer- und Drahtbruchmeldungen werden unterschiedlich und getrennt nach Schleifen auf einem Transparentlampentableau in der Feuermeldezentrale und auf einem Paralleltableau beim Pförtner angezeigt sowie an beiden Stellen akustisch signalisiert. Mit einem Banddrucker werden einlaufende Feuermeldungen nach Meldeort und Uhrzeit registriert. Für die Auslösung des Feueralarms sind 90 Druckknopf-Nebenmelder über das Gebäude verteilt. 8 Schleifenleitungen sind der selbsttätig wirkenden Sprinkler-Anlage zugeordnet (Bild 7).

Wächter-Kontroll-Anlage

Das weitläufige Hochhaus wird nach Betriebsschluß durch Kontrollgänge von Wächtern gesichert. Für ihre Meldungen benutzen sie 40 dafür festgelegte Nebenstellenapparate. Durch Abheben des Handapparates und Wahl einer Kennziffer, die nur den Wächtern bekannt ist, läuft die Meldung in der Zentrale ein und wird dort auf einen Papierstreifen gedruckt (Bild 7).

Polizei-Notruf-Anlage

Der Sicherung der Tresore und Kassen dient eine Polizei-Überfall- und Einbruch-Meldeanlage. Neben selbsttätigen Meldeeinrichtungen nach dem kapazitiven Feldveränderungsprinzip sind Überfallmelder in Form von Fußleisten- und Druckknopfkontakten eingebaut. Ein von diesen Meldern ausgelöster Alarm gelangt selbsttätig zur Polizei-Notruf-Zentrale. Daneben zeigt ein Tableau im Pförtnertisch an, von welcher Stelle der Alarm gegeben wurde.

Elektroakustische Anlagen

Zum Übertragen von Sprache und Musik über Lautsprecher dienen mehrere voneinander unabhängige elektroakustische Anlagen. Die bedeutendste ist die Hausrufanlage, über die von der Fernsprechkzentrale aus mit Vorrang vor anderen Darbietungen Anweisungen im Falle eines Notstandes gegeben werden können. An diese Anlage sind 420 Lautsprecher angeschlossen, die von drei Verstärkern mit einer Ausgangsleistung von 450 Watt gespeist werden.

Drahtlose Dolmetscheranlage

Im Festsaal des Unilever-Hochhauses finden unter anderem Veranstaltungen zur Pflege internationaler Geschäftsbeziehungen statt. Damit die Teilnehmer Vorträgen in fremden Sprachen folgen

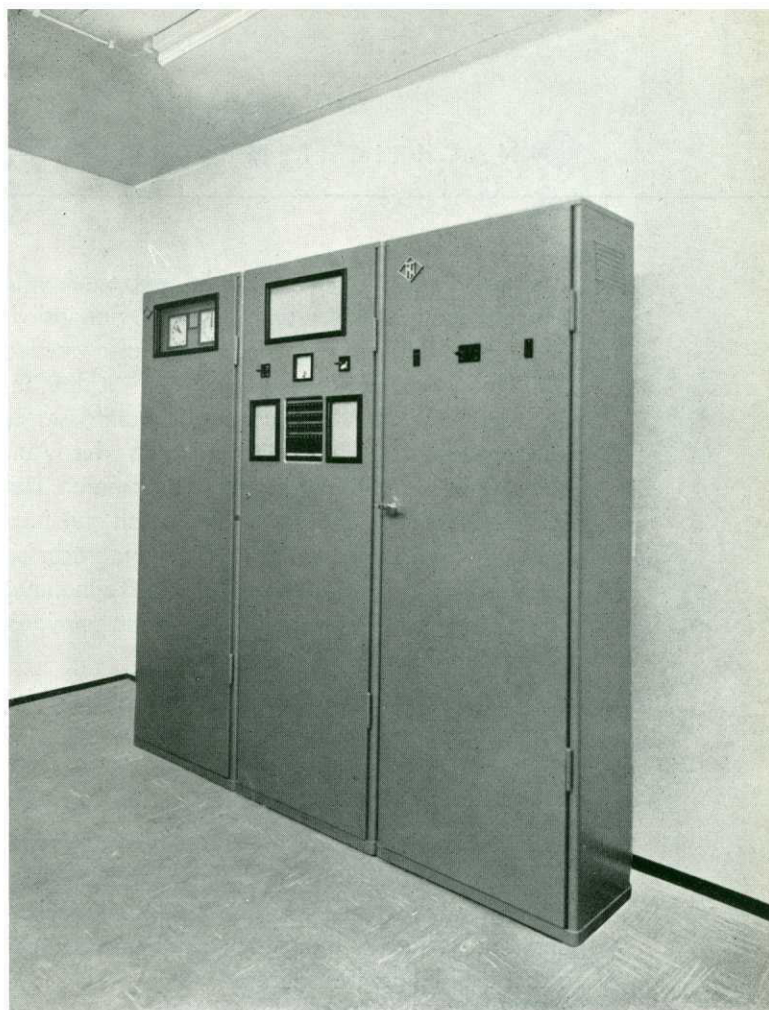


BILD 7

Von links nach rechts:
Uhrenzentrale, Feuermeldezentrale, Wächterkontroll-einrichtung

können, ist eine drahtlose Dolmetscheranlage mit einer Sendeeinrichtung für vier Sprachen sowie 60 Vier-Kanal-Empfängern vorgesehen. Vier Dolmetscherkabinen sind mit Mikrofon-Schalt-pulten ausgerüstet und über eine Wechselsprechanlage mit dem Regietisch verbunden (Bild 8). Über 80 im Saalfußboden eingelassene Steckdosen können Diskussionsmikrofone an die Verstärkerzentrale des Saales angeschlossen werden. Die Sprache der Diskutierenden wird von zahlreichen Lautsprechern im Saal wiedergegeben.

Drahtlose Personensucheinrichtung

Um Personen, die aus betrieblichen Gründen öfters im Hause unterwegs sind, schnell zu erreichen, ist das Haus mit einer drahtlosen Personensuchanlage ausgestattet. Sie besteht aus einer Steuereinrichtung mit Hochfrequenzsender, dessen Signale über einen Verstärker geleitet und von einer um das Gebäude verlegten Drahtschleife ausgesandt werden. Eine Anschalteinrichtung verbindet die Steuereinrichtung mit der Fernsprechwählanlage. Die zu suchenden Personen erhalten tragbare Rufempfänger im Taschenformat. Der Suchende wählt

an einem Fernsprechapparat die entsprechende Kennzahl des Gesuchten und löst damit den individuellen Suchvorgang aus. Die Suchimpulse werden über die Steuereinrichtung und den Schlaufenverstärker auf die den Suchbereich umfassende Induktionsschleife gegeben und von der Aufnahmespule des Rufempfängers übernommen. Der Empfänger spricht an und strahlt einen gut hörbaren Ton aus. Der Gesuchte wählt vom nächsten Fernsprechapparat aus eine für alle Teilnehmer gemeinsame Meldenummer und ist dann unmittelbar mit dem Suchenden verbunden.

Die Anlage ist so eingerichtet, daß gleichzeitig zwei Personen gesucht werden können.

Aufbau des Leitungsnetzes

Der Y-förmige Grundriß des 21 Stockwerke umfassenden Hauses bietet seinen dreieckigen Betonkern als Steigeleitungsschacht für die Stockwerksversorgung an. In jedem Stockwerk sind Durchbrüche zu den drei Flügeln ausgeführt.

Von dem Hauptverteiler des im Keller gelegenen Wählerräumes führen für jedes Stockwerk drei Kabel mit je 100 Doppeladern zu den Geschoß-Hauptverteilern. Daneben besitzt jedes Geschoß zwei Unterverteiler, die über ein 100paariges Kabel mit dem Geschoß-Hauptverteiler verbunden sind. Für Schaltungen von jedem Geschoßverteiler zum darüberliegenden ist je ein 50paariges Ver-

bindungskabel ausgelegt worden. Als Verbindung von den Verteilern zu den Apparatanschlüssen ist dreiadriger formstoffumhüllter Draht verwendet worden. Dafür sind im Fußboden Kanäle aus Stahlblech auf der Eisenkonstruktion befestigt und in Beton gebettet worden.

Die Sonderleitungen für die Feuermelde-, Uhren-, Übertragungs- und Signalanlagen benutzen nicht das Fernsprechnet, sondern sind in besonderen niedrigpaarigen Kabeln geführt.

Aufbau der Wählereinrichtung

Bei der Verkabelung der Wähler- und Relaisgestelle untereinander sind neue Wege beschritten worden. Im Fernsprech-Wählerraum ist unter der Betondecke in einigem Abstand an einer Eisenkonstruktion eine zweite Decke aus schallschlukendem aber leichtem Material „abgehängt“ worden. Zwischen den beiden Decken ist soviel Platz vorhanden, daß sämtliche Kabel für die Gestelle und Vermittlungsplätze mühelos untergebracht werden können. Die Kabel verlaufen von dem jeweiligen Gestell oder Rahmen senkrecht aufwärts, treten in die abgehängte Decke ein und liegen dort auf den an der Eisenkonstruktion befestigten Kabelhaltern. Nur der sichtbare Teil des Kabelbündels ist in der üblichen Weise „genäht“ worden. Im Deckenhohlraum liegen die Kabel lose auf den Kabelhaltern.

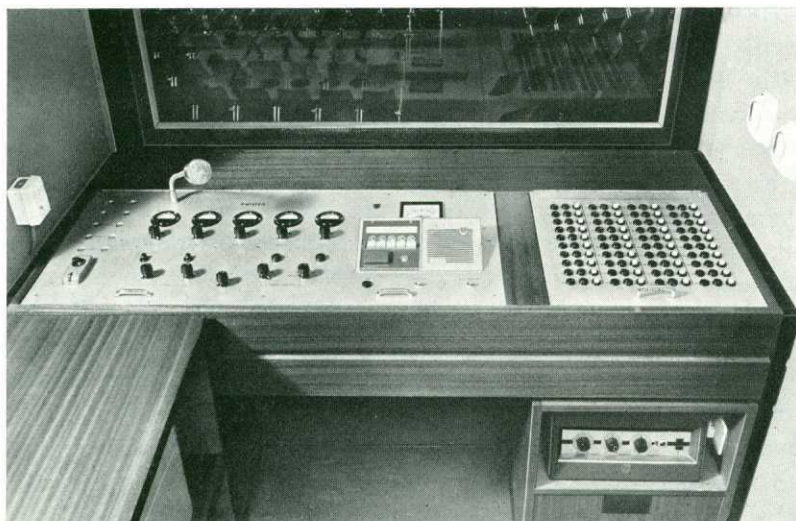
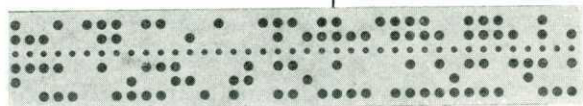


BILD 8

Regietisch der Dolmetscher- und Diskussionsanlage



Verkehrsmeßgerät nach dem c-Ader-Abtastverfahren

von Harald Fuhrmann, Friedrich Ahlmaier,
Günther Faust und Ludwig Illian

DK 621.395.66

1. Einführung

Zur Planung von Fernsprech- und Fernschreibvermittlungsanlagen oder auch zur Planung von Erweiterungen bereits bestehender Anlagen ist es unerlässlich, genau darüber Bescheid zu wissen, welche Verkehrsmenge zu bewältigen ist. Das heißt, man muß die Summe der Belegungen zu jedem Zeitpunkt messen, und zwar aufgeteilt auf die einzelnen Richtungen bzw. die einzelnen Bündel. Der Verkehrswert pro Bündel, gemessen in Erlang (Erl) ergibt sich aus dem Produkt der Anzahl der Belegungen c und der mittleren Belegungsdauer t_m , dividiert durch die Zeiteinheit.

$$y = \frac{c \cdot t_m}{T}$$

Bisher wird zur Ermittlung dieser Größen im allgemeinen das sogenannte Erlangmeter benutzt. Seine Wirkungsweise beruht auf folgendem Prinzip: An jedem Schaltglied wird über einen Kontakt ein Meßwiderstand von 2 kOhm angeschlossen, durch den während der Belegungsdauer ein Strom von 30 mA fließt. Die Registrierwiderstände eines Bündels werden zusammengefaßt und einem Wattmeter zugeführt, von dem dann in gewissen Zeitabständen der aufsummierte Wert abgelesen werden kann.

Dieses Verfahren, so einfach es auch im ersten Moment erscheint, birgt jedoch eine ganze Reihe erheblicher Nachteile.

Wollte man z. B. die Verkehrswerte aller Bündel eines Amtes zu jedem Zeitpunkt feststellen, so müßte jedem Bündel ein solches Gerät zugeordnet

werden, und das sind bei großen Ämtern mehrere hundert. Bedenkt man, daß dabei die Registrierungsverdrahtung zwischen den Schaltgliedern und den Verkehrsmeßgestellen sehr aufwendig wird, der Stromverbrauch weit über 100 Ampere betragen kann und, da in einem Meßgestell nur maximal 12 Erlangmeter untergebracht sind, der Platzbedarf nicht vernachlässigt werden darf, so erkennt man bereits daran die Mängel eines solchen Verfahrens. Weiterhin hängt die Genauigkeit dieser Messungen von der Konstanz und der Genauigkeit der Batteriespannung und der Registrierwiderstände ab, und letztlich muß die Auswertung der Meßergebnisse durch menschliche Arbeitskraft erfolgen.

2. Abtastverfahren

Diese aufgeführten wesentlichen Nachteile sind dadurch bedingt, daß bei der Erlangmetertechnik alle in einem gewissen Zeitraum zu beobachtenden Schaltglieder gleichzeitig gemessen werden. Sie müssen sich vermeiden lassen, wenn man alle Schaltglieder oder Adern, die im Belegzustand ein anderes Potential aufweisen als im Freizustand, nacheinander abtastet, den augenblicklichen Zustand registriert und dies oft genug wiederholt. Man kann dann die belegten Adern pro Bündel in jedem Umlauf zählen und die Ergebnisse in einem Lochstreifen speichern. Wird am Ende eines jeden Zyklus noch eine Datum- und Uhrzeitangabe angefügt, so können die Messungen von einer Rechenmaschine automatisch ausgewertet werden. Voraussetzung dazu ist lediglich, daß dem Rechner vorher mitgeteilt wird, aus wieviel belegungsfähigen Schaltgliedern (oder Adern) jedes Bündel besteht.

Es läßt sich theoretisch nachweisen, daß man genügend genaue Meßergebnisse erhält, wenn jedes Schaltglied alle drei Minuten abgefragt wird, wobei eine mittlere Belegungsdauer von zwei Minuten zugrunde gelegt ist. Die statistische Sicherheit bei einer fünftägigen Meßreihe beträgt dann $S = 95\%$ bei einem Vertrauensintervall von $M = \pm 5\%$ [1].

Der Verkehrswert ergibt sich aus der Formel:

$$y = \frac{c_s \cdot a}{T} \text{ mit } a = 1,5 \cdot t_m$$

dabei ist t_m die mittlere Belegungsdauer, c_s die Anzahl der belegten Schaltglieder in der gemessenen Zeitspanne T .

Zur Erkennung des Belegungszustandes und damit

zum Abtasten eignen sich besonders die c-Adern, weil diese in den meisten Fällen auf Zwischenverteiltern liegen und daher leicht abgegriffen werden können. Im Belegzustand liegt zwischen dieser Ader und Erde eine Spannung zwischen 0 und -5 V , im Freizustand zwischen -48 V und -60 V . (In älteren Ämtern gibt es allerdings auch c-Ader-Typen, auf denen die Potentialverhältnisse für den Belegt- bzw. Freizustand gerade umgekehrt sind.) Da die einzelnen c-Adern eines Amtes zeitlich nacheinander abgefragt werden, reicht es aus, wenn immer nur eine bestimmte Anzahl gleichzeitig über Vielkontaktrelais an ein mehradriges Ringkabel angeschlossen wird, welches seinerseits an das Meßgerät geführt wird. Die Registrierverkabelung ist damit gegenüber der herkömmlichen Methode relativ einfach. Werden weiterhin die Vielkontaktrelais steckbar angeordnet, so läßt sich die vollständige Meßeinrichtung transportabel gestalten und kann, je nach Bedarf, eine Woche in einem Amt, die nächste Woche in einem anderen Amt eingesetzt werden.

Die grundsätzlichen Bedingungen, die ein Verkehrsmeßgerät, welches nach dem c-Ader-Abtastverfahren arbeitet, erfüllen soll, sind im folgenden kurz zusammengestellt:

1. Das Gerät muß sämtliche Bündel einer Vermittlungsstelle erfassen und von der Betriebsspannung unabhängige Meßwerte liefern, und zwar für jedes Bündel getrennt.
2. Die Abtastung der c-Adern muß über hochohmige Widerstände erfolgen, um die Potentialverhältnisse auf den c-Adern nicht nachteilig zu beeinflussen.
3. Innerhalb von 3 Minuten sollen bis zu 6000 c-Adern abgetastet und die Meßergebnisse pro Bündel auf einen Lochstreifen übertragen werden.
4. Nach jedem Meßzyklus müssen genaue Uhrzeit- und Datumsangaben in den Streifen gelocht werden.
5. Das Gerät soll gestörte bzw. unterbrochene Adern feststellen können, wobei zur Erweiterung vorgesehene Reserveadern ausgeschlossen werden müssen.
6. Die Meßeinrichtung soll transportabel sein.
7. Der Uhrzeit- und Datumgeber soll unabhängig von dem eventuell in Ämtern installierten Uhrensystem arbeiten.

Das von TN entwickelte Gerät erfüllt die gestellten Forderungen. Es ist bis auf die Anschalteinrichtung

ausschließlich mit Transistoren bestückt, so daß eine hohe Lebensdauer bei geringstem Wartungsaufwand garantiert ist. Außerdem kann dadurch die Abtastgeschwindigkeit, falls es erforderlich ist, ohne weiteres auf ein Vielfaches erhöht werden, und der Stromverbrauch ist gering.

Die Meßeinrichtung läßt sich in zwei Teile aufteilen, nämlich 1. die Anschalteinrichtungen und 2. das eigentliche Meßgerät.

3. Anschalteinrichtungen

Die Anschalteinrichtungen haben die Aufgabe, die c-Adern zum richtigen Zeitpunkt über ein Ringkabel mit dem Verkehrsmeßgerät zu verbinden. Sie bestehen aus mehreren untereinander gleichen Bausteinen, von denen sich jeder aus einem im Amt fest eingebauten Aufnahmerahmen und zwei steckbar angeordneten FSK-Relaissätzen zusammensetzt (Bilder 1 und 2).

Um die c-Adern an das Abtastgerät anzuschalten, werden 40 Adern (plus 10 für Steuerzwecke) zu

einem Ringkabel zusammengefaßt. Das Ringkabel wird einseitig auf einem Lötösenstreifen im Aufnahmerahmen geführt.

Der Einbau der Anschalteinrichtung erfolgt im allgemeinen bei den Zwischenverteilern unterhalb des untersten – auf der Vorderseite waagerechten, auf der Rückseite senkrechten – Lötösenstreifens. Sie können auf der Vorder- und auch auf der Rückseite angeordnet werden, so daß pro Zwischenverteilerbuch 240 c-Adern erfaßt werden können. Die Verbindung zwischen den c-Adern selber (waagerechter Lötösenstreifen im Zwischenverteiler) und dem Lötösenstreifen der Anschalteinrichtung wird mit Rangierverdrahtung hergestellt.

Wie im Abschnitt 2 bereits erwähnt, können bis zu 6000 c-Adern innerhalb eines Meßzyklus, d. h. innerhalb von 3 Minuten abgetastet werden. Sollen in einem größeren Amt mehr als 6000 Schaltglieder erfaßt werden, muß man u. U. mehrere Zyklen bilden.

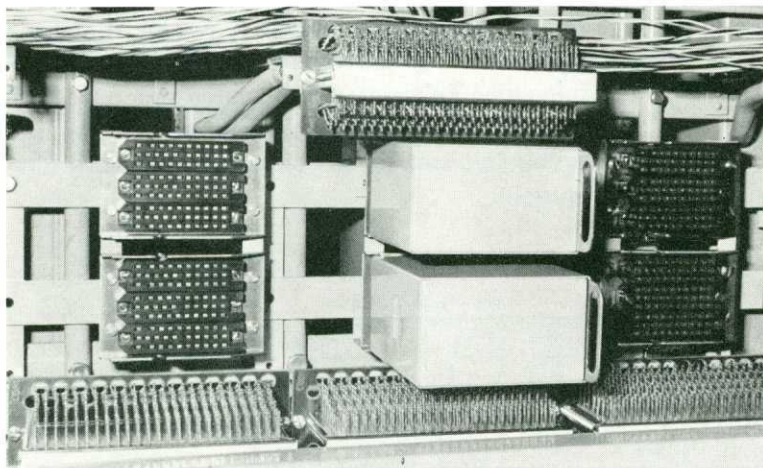


BILD 1

Aufnahmerahmen für 3 Anschalteinrichtungen mit je 120 Abtastpunkten. Auf der mittleren Anschalteinrichtung sind die Relaissätze aufgesteckt.

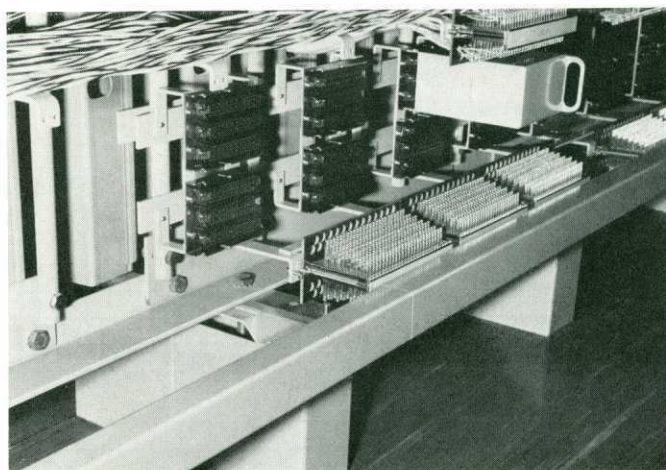


BILD 2

Lage der Anschalteinrichtung auf der Vorderseite eines Zwischenverteilers

Alle Anschalteinrichtungen und somit alle zu messenden c-Adern sind über das Ringkabel in einer Reihe geschaltet. Durch eine geeignete Steuereinrichtung wird dafür gesorgt, daß immer nur die Kontakte der Durchschalterelais mit dem Abtastgerät verbunden werden. Das geschieht, indem 20 Adern des Ringkabels auf je ein Relais einer aus 3 Relais bestehenden Einheit gelegt werden (Bild 3). Die Relais der zwei Relaissätze einer Anschalteinrichtung werden nacheinander in der Reihenfolge A, B, C, D, E, F erregt, wobei die Relais A, C, E in einem Relaissatz und die Relais B, D, F in dem anderen Relaissatz untergebracht sind. Beide Relaissätze sind gleich und können untereinander ausgetauscht werden.

Durch wechselseitige Ausnutzung der 2 x 20 Verbindungsadern werden nacheinander über alle Anschalteinrichtungen die c-Adern der Schaltglieder abgetastet. Die Abtastung erfolgt über einen Geräteeingangswiderstand von mehr als 25 kOhm. Damit ist eine Beeinflussung der c-Adern zwischen den Schaltgliedern ausgeschlossen.

Mit der Einschaltung des Abtastgerätes werden einerseits -60 V an die Relaiskette gelegt, andererseits liegt Erdpotential an der Steuer- bzw. Anlaßleitung IV. Das Relais A ist damit erregt, die Kontakte a_{00} und a_{01} sind geschlossen. Während der Ansprechzeit, die ja einige ms dauert, wird, vom

Verkehrsmeßgerät aus gesteuert, auf die Ringleitungen I und II ebenfalls Erdpotential gelegt, so daß nunmehr auch das Relais B anspricht und damit Relais C vorbereitet. Die Anlaßleitung IV wird anschließend abgeschaltet.

Je 20 Kontakte der beiden erregten Relais verbinden die ersten 40 c-Adern mit dem Ringkabel bzw. dem Meßgerät, welches nun mit dem Zyklus beginnt.

Nach der Abfrage der c-Adern 1-20 wird das Erdpotential von der Ringleitung I abgeschaltet und, um die Abfallzeit von A verzögert, auf die Ringleitung III gelegt, so daß Relais C anzieht. Diese Umschaltung erfolgt also in der Zeitspanne, in der die c-Adern 21-40 abgetastet werden.

Durch zeitgerechtes zyklisches Vertauschen der Potentiale auf den Steueradern I, II und III können nach dieser Methode prinzipiell eine beliebig große Anzahl c-Adern nacheinander abgefragt werden, ohne daß die Anzahl der Leitungen im Ringkabel vergrößert werden muß.

Der Vorbereitungskontakt des letzten Relais einer Anschalteinrichtung (Relais F, Kontakt f_{01}) kann je nach Bedarf mit dem ersten Relais (A-Relais) des folgenden Relaissatzes verbunden sein oder auch über die Steuerader X mit dem ersten Relais des ersten Relaissatzes, so daß ein geschlossener Ring entsteht.

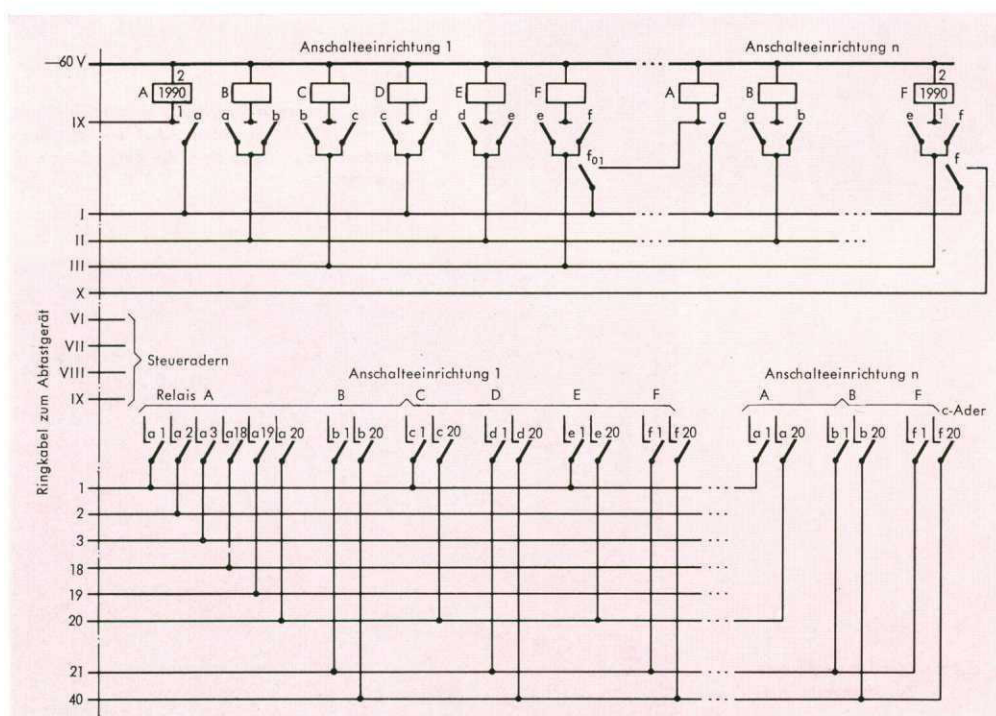


BILD 3

Prinzip der Anschalteinrichtungen

4. Verkehrsmeßgerät

Das Gerät ist derart aufgebaut, daß drei verschiedene Meßreihen durchgeführt werden können. In einem ersten Prüflauf, während dem der Streifenlocher abgeschaltet ist, wird festgestellt, ob alle im folgenden zu messenden c-Adern in Ordnung sind. Das Abtasten einer gestörten bzw. unterbrochenen Ader löst optischen und akustischen Alarm aus. Der Takt wird unterbrochen und die Nummer der Ader und die des zugehörigen Bündels angezeigt. Der Prüflauf setzt sich automatisch fort, sobald die Störung beseitigt ist.

Im Lauf der Messung kann es vorkommen, daß das Gerät eine c-Ader gerade in einem Moment abfragt, in dem eine Verbindung ausgelöst wird, d. h., in dem ein zugeordneter Wähler heimläuft.

Während dieses Zustandes, der bis zu 3 Sekunden dauern kann, können auf der c-Ader alle möglichen Potentialverhältnisse auftreten, es kann also auch „unterbrochen“ vorgetäuscht werden. In diesem Fall wird die Abtastung so lange gestoppt, bis der Wähler seine Ruhelage erreicht hat.

Sind alle c-Adern in Ordnung, erfolgt in einem ersten Meßlauf die Registrierung der Anzahl der belegungsfähigen Adern pro Bündel unabhängig von ihrem Belegungszustand. Die Ergebnisse werden auf einen Lochstreifen übertragen, gefolgt von den betreffenden Zeitangaben.

Daran schließt sich automatisch der zweite Meßlauf an, in dem die eigentliche Verkehrsmessung geschieht. Es wird also die Anzahl der belegten Adern pro Bündel gemessen, und die Werte werden im Lochstreifen registriert. Auch dabei schließen sich nach jedem Zyklus automatisch die Zahlen aus dem Kalenderwerk an. Da innerhalb einer Viertelstunde genau 5 Meßläufe durchgeführt werden (sie werden automatisch alle 3 Minuten ausgelöst), bestehen die Zeitangaben aus folgenden Werten:

1. Nummer des Abtastzyklus innerhalb einer Viertelstunde (einstellig von 0 ... 4)
2. Nummer der Viertelstunde (zweistellig von 00 ... 95)
3. Nummer des Tages der Woche (einstellig von 0 ... 9)
4. Nummer der Woche (zweistellig von 00 ... 51)

Wie im vorigen Abschnitt bereits erwähnt, werden durch die Anschalteneinrichtungen ASE immer 40 c-Adern gleichzeitig über Relaiskontakte auf ein Ringkabel durchgeschaltet, an dem 40 aus Dioden und Widerständen bestehende UND-Gatter $U_1 \dots U_{40}$ angeschlossen sind. Die Torschaltungen werden nacheinander, durch einen 40teiligen Ringzähler Z 40 gesteuert, für je 30 ms geöffnet, so daß das Potential der betreffenden c-Ader über ein ODER-Gatter zur Auswerteschaltung gelangt. Dort wird durch drei voneinander abhängige Schwellwert-

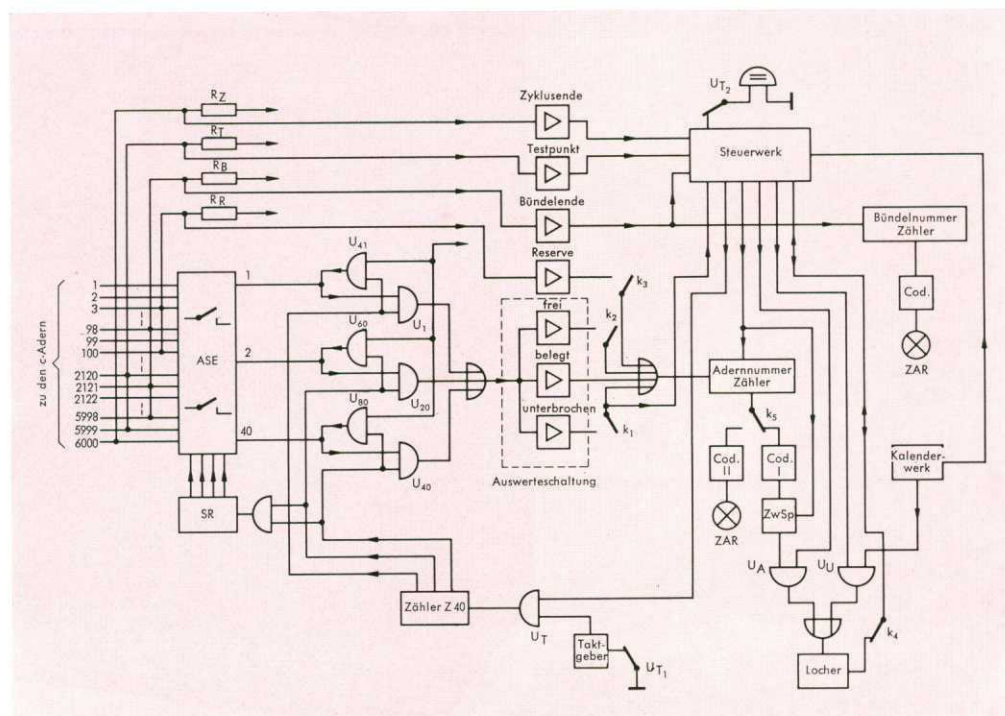


BILD 4

Vereinfachtes
Blockschema
der Meßeinrichtung

verstärker geprüft, ob die Ader belegt, frei oder eventuell auch unterbrochen ist.

Im ersten Prüflauf sind die Kontakte $k_1 - k_3$ geschlossen, k_4 ist geöffnet, so daß die Start-Stop-Steuerung des Lochers abgeschaltet ist; k_5 liegt in der nicht gezeichneten Lage. Unabhängig von ihrem Belegungszustand werden also alle Adern (einschließlich Reserveadern) in einem Adernnummernzähler gezählt. Ein angeschlossener Decodierer mit nachgeschalteten Ziffernanzeigerröhren wandelt die Zahlen von der binären in die dekadische Darstellung um. Der Adernnummernzähler besteht aus zwei Dekaden; die Zahl der Adern pro Bündel ist damit auf 99 begrenzt.

Das Ende eines Bündels wird durch eine allen Bündeln gemeinsame Markierader gekennzeichnet. Der Auftastimpuls aus dem Zähler Z 40, der im allgemeinen das Potential von einer c-Ader durch

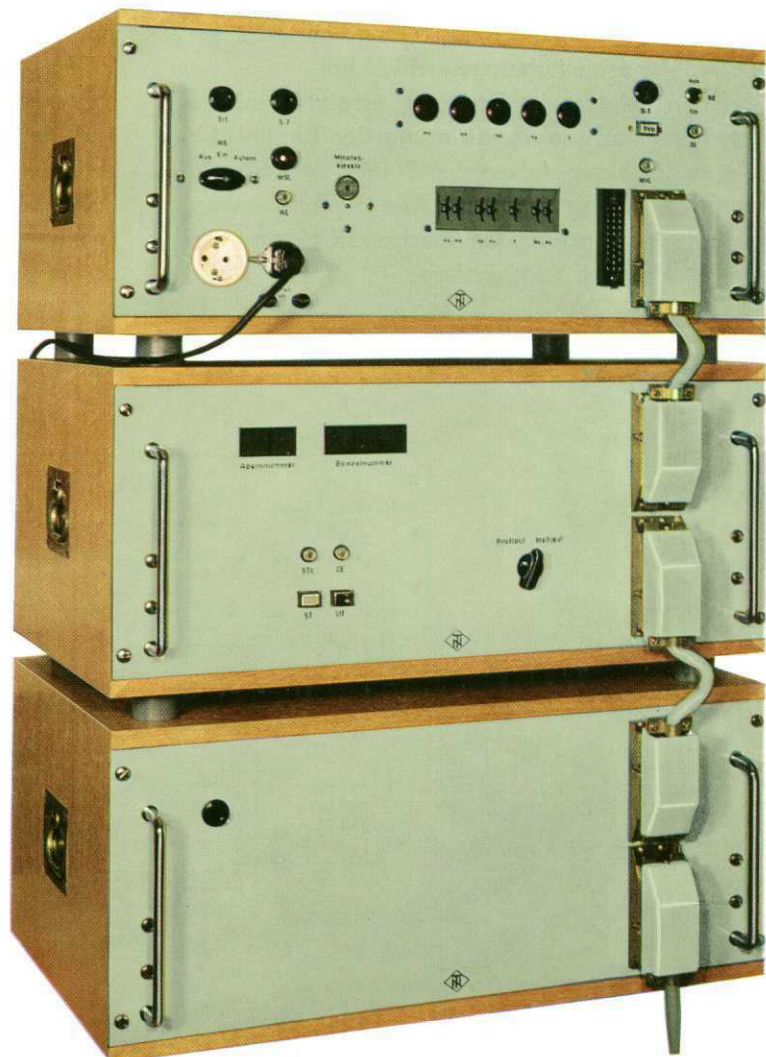


BILD 5
TN-Verkehrsmeßgerät

eines der UND-Gatter $U_1 \dots U_{40}$ auf die Auswerteschaltung durchschaltet, greift in diesem Fall durch eines der Gatter $U_{41} \dots U_{80}$ und einen Kontakt des Anschaltensatzes auf den Widerstand R_B durch. Es wird also rückwärts auf die Markierader ein Strom geführt, der am Widerstand R_B einen Spannungsabfall erzeugt, auf den der „Bündelendeverstärker“ anspricht. Der Adernnummerzähler erhält dadurch einen Rückstellimpuls und der Bündelnummerzähler einen Fortschalteimpuls. An diesem aus 3 Dekaden bestehenden Binärzähler sind, wie auch am Adernnummerzähler, über einen Decodierer Ziffernanzeigeröhren angeschlossen.

Wie aus Bild 4 hervorgeht, werden Reserveadern genauso erfaßt wie die Bündelendemarkierung. Wird eine unterbrochene Ader erkannt, veranlaßt das Steuerwerk das Sperren des Gatters U_T , so daß keine weiteren Taktimpulse auf den Ringzähler Z 40 gelangen können; gleichzeitig erfolgt optischer und akustischer Alarm. An den Anzeigeröhren ZAR kann die Nummer des Bündels und die der Ader in dem Bündel abgelesen werden.

Das Bedienungspersonal kann nunmehr durch Drücken der Taste U_{T1} den Taktgeber abschalten und die gestörte Ader reparieren.

Die Taste U_{T2} ist mechanisch mit U_{T1} gekoppelt, so daß auch der akustische Alarm abgestellt wird. Sobald die Störung beseitigt ist, verlöscht auch das optische Signal, und das Gatter U_T wird wieder entsperrt. Der Taktgeber wird erneut angelassen und die Messung fortgesetzt. Die zeitgerechte Fortschaltung der Anschalteinrichtung übernimmt ein 3stufiges Schieberegister, von dem immer 2 Stufen im Arbeitszustand sind. Die notwendigen Schiebepulse werden von dem 20. und 40. Ausgang des Ringzählers Z 40 abgegriffen.

Wird die letzte Ader, die genauso wie die Markieradern für „Bündelende“ gesondert verdrahtet ist, abgetastet, so spricht der angeschlossene Verstärker für „Zyklusende“ an. Ader- und Bündelnummerzähler werden in die Ruhelage gestellt, das Gatter U_T wird gesperrt, und eine Signallampe ZE (siehe Bild 5) zeigt das Ende des ersten Prüflaufes an. Vor dem Beginn des ersten Meßlaufes, bei dem die Anzahl der belegungsfähigen Adern pro Bündel gemessen werden soll, müssen die Zeitangaben eingestellt werden. Zu diesem Zweck befinden sich auf der Frontseite der Geräte (oberer Kasten) sieben 10stellige Schalter mit Stellenanzeige. Durch Drücken der Taste TVU (Bild 5) werden die eingestellten Zahlen (außer der Nummer der Woche)

in das Kalenderwerk übernommen, welches nunmehr von einer eigenen in das Gerät eingebauten Hauptuhr jede Minute fortgeschaltet wird. Wiederholtes Betätigen der Taste kann die einmal eingestellte Zeit nicht mehr beeinflussen. Die Stellung des Kalenderwerkes kann ständig durch angeschaltete Ziffernanzeigeröhren kontrolliert werden.

Wird nunmehr ein Schalter (Bild 5, mittlerer Kasten) auf „Meßlauf“ gestellt, so folgt bei Anlegen der Betriebsspannung automatisch der erste Meßlauf. Dabei sind die Kontakte k_2 , k_3 und k_4 geschlossen, k_5 befindet sich in der gezeichneten Lage. Die Anzeigeröhren ZAR sind abgeschaltet.

Sobald das Gerät eine Ader mit der Markierung „Bündelende“ abtastet, wird die durch Summieren im Adernnummerzähler gewonnene 2stellige Zahl über einen Codierer in einen Zwischenspeicher ZwSp geleitet. Gleichzeitig startet der Locher, der nun diese beiden Ziffern im Fernschreibcode verschlüsselt innerhalb von 100 ms in den Streifen locht. Während dieser Zeit wird aber bereits die Abtastung der c-Adern fortgesetzt. Lediglich bei mehreren nacheinander folgenden Bündeln mit weniger als 3 Adern muß mit der weiteren Abtastung gewartet werden, bis der Locher die Zahlen aus dem Zwischenspeicher übernommen hat. (Für die Abtastung von 2 Adern werden ja nur 60 ms benötigt, während der Locher aber zum Abstanzen 100 ms braucht.)

Um der Rechenmaschine, die später den Lochstreifen auswerten soll, eine Kontrolle der Meßreihen zu erleichtern, werden nach dem Abtasten einer gewissen Menge von Bündeln automatisch Testzeichen eingefügt. Zu diesem Zweck ist eine besondere Markierader vorgesehen (das Prinzip ist das gleiche wie bei den Adern für Bündelende), durch die, wenn sie abgetastet wird, das Steuerwerk den Locher veranlaßt, das Zeichen „Komma“ in den Streifen zu stanzen. Der Rechner erkennt dann, daß bis zum nächsten Testpunkt die Werte einer bestimmten, aber frei wählbaren Menge von Bündeln erscheinen müssen.

Fällt der Moment der Abtastung einer c-Ader mit dem Zeitpunkt eines Wählerheimlaufs eines zugeordneten Schaltgliedes zusammen, wird dieser Zustand als „frei“ gekennzeichnet.

Mit dem Abtasten der letzten Ader, also der Markierung „Zyklusende“, wird, nachdem die Werte aus dem Zwischenspeicher ZwSp in den Lochstreifen übernommen wurden, das Gatter U_A gesperrt und U_K entsperrt, so daß nunmehr die Daten

des Kalenderwerkes gestanzt werden können. Anschließend folgen zwei besondere Kennzeichen (2mal „Klammer zu“), die das Ende des ersten Meßlaufes anzeigen. Das Abtastgerät wartet nun, bis ein Minutenimpuls aus dem Kalenderwerk einen neuen Zyklus auslöst. (Zu jeder 0., 3., 6., 9. und 12. Minute jeder Viertelstunde.) Es folgt der zweite Meßlauf, der sich alle 3 Minuten wiederholt. Im Unterschied zum ersten Meßlauf werden jetzt allerdings nur die belegten Adern pro Bündel gezählt, die Kontakte k_2 und k_3 (Bild 4) sind also geöffnet, k_4 ist geschlossen. Das Ende des Zyklus wird durch 2maliges Stanzen des Zeichens + gekennzeichnet. Sollen mit dem Gerät innerhalb eines Amtes zwei verschiedene c-Ader-Typen (siehe Abschnitt 2) erfaßt werden, so kann eine Umschaltung des Auswerteverstärkers mittels einer weiteren Markierader veranlaßt werden. Der Aufbau des Lochstreifens ändert sich dadurch nicht. Ein Beispiel zeigt Bild 6.

Elektronische Baugruppen sind im Vergleich mit Relaischaltungen empfindlich gegen Störspannungen, die induktiv oder kapazitiv eingekoppelt werden können oder auch sogar galvanisch über die Stromversorgungsleitungen. Da aber gerade auf den c-Adern bzw. den Markieradern ganze Bündel von Störspannungsspitzen auftreten, wurden an den Eingängen sämtlicher Auswerteverstärker Integrationsglieder mit einer Zeitkonstanten von 6 bis 8 ms angeschlossen, um Fehlmessungen zu verhindern. (Die Breite der gemessenen Störimpulse liegt in der Größenordnung von $10 \mu s$.) Ferner geschieht die Stromversorgung des Verkehrsmeßgerätes über hochstabilisierte Netzgeräte mit Ausnahme des Kalenderwerkes. Dieses bekommt seine Betriebsspannung unmittelbar von der Amtsbatterie zugeführt. Dadurch ist es möglich, daß der erste Meßlauf (und damit auch der zweite) durch eine Schaltuhr zu irgendeinem Zeitpunkt ausgelöst wird, der mit der Stellung des Kalenderwerkes übereinstimmt. Das kann z. B. von Interesse sein, wenn die

Messungen nur während der Hauptverkehrszeiten durchgeführt werden sollen. Die einzelnen Stromkreise werden getrennt überwacht und signalisiert. Fällt eine Sicherung aus, so wird im Amt Alarm gegeben.

Zu dem Gerät gehört ferner noch ein Prüfstecker, der anstelle des Ringkabels angeschlossen werden kann. Er besteht aus einer Anzahl nachgebildeter, fest verdrahteter c- und Markieradern, so daß die Funktion des Gerätes jederzeit nachgeprüft werden kann. Eventuell auftretende Fehler durch defekte Bauteile können leicht beseitigt werden, da diese generell auf steckbaren Karten angeordnet sind.

Die Kodierung der Meßwerte im Fernschreibalphabet ist nicht zwingend. Es kann z. B. ebenso gut ein 2-aus-6-Kode benutzt werden, damit die Meßwerte auch gesichert über längere Leitungen übertragen werden können. Das Umstellen von einem Kode in einen anderen wird einfach durch Austausch einiger Karten ausgeführt.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß der Einsatz des Gerätes nicht nur auf Vermittlungsanlagen beschränkt ist. Vielmehr können damit z. B. auch Notruf- und Alarmanlagen, Feuermeldeanlagen, Datenübertragungsanlagen, kurz, alle Einrichtungen, bei denen eine Vielzahl von Adern überwacht werden sollen, mit Protokoll (Lochstreifen) kontrolliert werden.

Literatur:

- [1] Wortmann, H.: „Moderne, für die Auswertung durch Digitalrechner geeignete Verkehrsmeß- und Registrierverfahren“, Fernmeldepraxis 40 (1963) Heft 22 und 41 (1964) Heft 2.

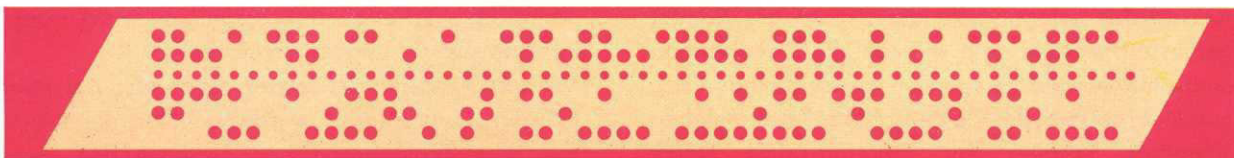


BILD 6

Beispiel eines Lochstreifens

Die neue TN-Sprechkapsel 539

von Herbert Hofmann

DK 621.395.34

Die Erfindung des Kohlemikrofons liegt über 80 Jahre zurück. Viele Jahre an Forschungs- und Entwicklungsarbeit waren notwendig, um das von den Erfindern angegebene Prinzip des Wandlers „Widerstandsänderung eines Kohlekontaktes durch Schallschwingungen“ in der neuzeitlichen Sprechkapsel technisch nahezu vollendet auszunutzen. Heute wird sie als Fließbandprodukt von vielen Herstellern gefertigt und in den Fernsprechanlagen des In- und Auslandes praktisch ausnahmslos verwendet.

Der Grund für den weltweiten Einsatz der Kohlesprechkapsel liegt in ihrem einfachen Aufbau und in der wirtschaftlichen Herstellung. Das Kohlemikrofon, dessen Übertragungsmaß infolge seiner Verstärkereigenschaft sehr günstig ist, trägt wesentlich dazu bei, daß beim Fernsprechen verhältnismäßig große Entfernungen ohne zusätzliche Verstärker überbrückt werden können. Andere Wandler-systeme, wie magnetische und dynamische Mikrofone in Verbindung mit Transistorverstärkern, haben in Sonderfällen Bedeutung gewonnen; ihr hoher Preis läßt aber eine universelle Verwendung nicht zu.

Die Entwicklungsarbeiten während der letzten Jahre in unserem Haus hatten zur Aufgabe, gewisse prinzipbedingte Eigenschaften der Sprechkapsel, die sich auf die Sprachübertragung qualitätsmindernd auswirken können, auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Es wurde eine im Vergleich zu der bisher bekannten und bewährten TN-Sprechkapsel völlig neue Ausführung geschaffen (Bild 1); sie entspricht den von der Deutschen Bundespost herausgegebenen „Technischen Vorschriften für Fernsprechkapseln“ und wurde nach Prüfung durch das Fernmeldetechnische Zentralamt der DBP zum Einsatz in Haupt- und Nebenstellen zugelassen.

Leistungsmerkmale der neuen TN-Sprechkapsel

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Leistungsmerkmale der TN-Sprechkapsel 539 gegeben.

Die **Sendebegzugsdämpfung (SBD)** ist das Maß für die vom Fernsprechapparat an die Anschlußleitung abgegebene tonfrequente Sendeleistung, wenn die Sprechkapsel im Handapparat mit einem

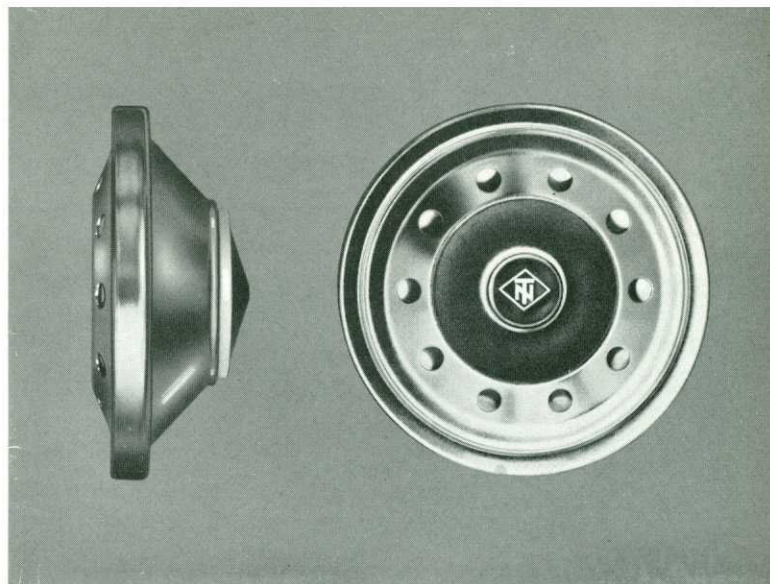


BILD 1

Die neue TN-Sprechkapsel 539

genormten Schalldruck beaufschlagt wird. In Deutschland und in anderen Ländern wird die Messung am objektiven Bezugsdämpfungsmeßplatz (OBDM) vorgenommen, im Ausland ist z. T. noch das subjektive SFERT-Verfahren üblich. Die TN-Sprechkapsel wird in folgenden Lautstärkegruppen entsprechend den Einteilungen der DBP geliefert:

Gruppe I SBD = + 0,9 bis + 0,5 N

Gruppe II SBD = + 0,5 bis + 0,1 N

Diese Angaben beziehen sich auf den früher üblichen langen Handapparat. Wird die Kapsel in dem kurzen Handapparat verwendet, wie er bei neueren Fernsprechapparaten gebräuchlich ist, dann vermindert sich die Sendebegzugsdämpfung um etwa 0,4 N.

Der Frequenzgang einer qualifiziert arbeitenden Sprechkapsel soll frei von Resonanzspitzen oder Einbrüchen sein und über den für eine einwandfreie Fernsprechverständlichkeit durch den vom CCITT festgelegten Frequenzbereich von 300 bis 3400 Hz eine gleichmäßige Übertragung gewährleisten (Bild 2). Vorteilhaft ist der leichte Anstieg der Kurve, weil er der Dämpfungszunahme von Kabelleitungen mit der Frequenz entgegenwirkt. Aus Übertragungstechnischen Gründen wird die Sprechkapsel so ausgelegt, daß ihre Dämpfung ober- und unterhalb des genannten Frequenzbereiches merklich ansteigt. Zu den physikalisch bedingten Eigenschaften einer Kohlesprechkapsel, welche die Übertragungsgüte herabsetzen können, zählt die Lagenabhängigkeit, d. h. der Einfluß des Winkels, unter dem der Teilnehmer den Handapparat während des Sprechens hält. Infolge der optimalen geometrischen Abmessungen von Kohlekammer und Elektroden ändert sich die Begzugsdämpfung der TN-Sprechkapsel 539 beim Drehen in irgendeine beliebige Lage um weniger als 0,8 N. Bild 3 zeigt in einem Polarkoordinaten-

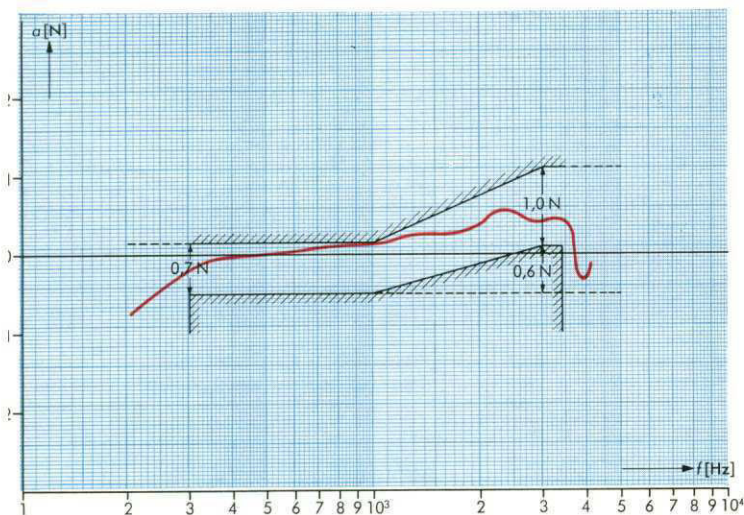


BILD 2

Frequenzgang der TN-Sprechkapsel, gemessen am objektiven Bezugsdämpfungsmeßplatz (Toleranzfeld nach Vorschrift der DBP)

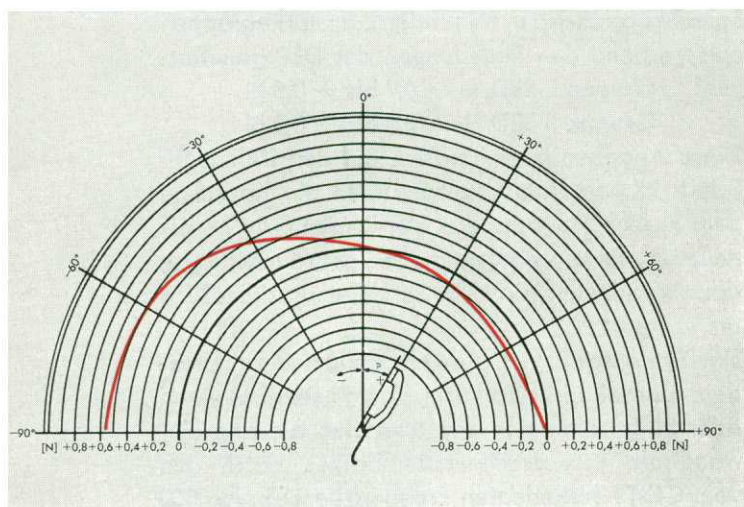


BILD 3

Verlauf der Dämpfungsänderung, bezogen auf die Änderung der Lage des Handapparates

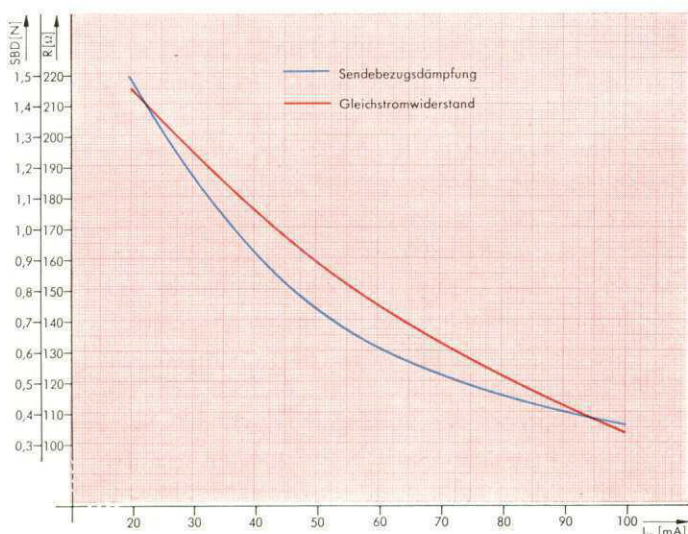


BILD 4

Sendebezugsdämpfung und Gleichstromwiderstand in Abhängigkeit vom Speisestrom des Apparates (Gruppe I)

diagramm den Verlauf der Dämpfungsänderung. Nicht lineare Verzerrungen und Eigengeräusche, die vom Schalldruck und von der Lage der Kapsel abhängen, sind sehr gering. Als Maß dient der Oberwellenanteil oberhalb 6 kHz bei Beschallung mit einer periodisch durchlaufenden Meßfrequenz von 200 bis 4000 Hz. Die an der TN-Sprechkapsel gemessenen Werte dieser Modulationsfremdspannung liegen entsprechend dem Prüfverfahren der DBP unter 5 mV.

An die elektro-akustische Stabilität neuzeitlicher Sprechkapseln werden hohe Forderungen gestellt; so ändert sich zum Beispiel die Bezugsdämpfung der TN-Sprechkapsel bei normalem Schalldruck in Abhängigkeit von der Zeit um weniger als 0,2 N und bei vermindertem Schalldruck um weniger als 0,5 N.

Der Gleichstromwiderstand liegt während des Betriebes mit dem üblichen Apparate-Speisestrom von etwa 50 mA bei 150 Ohm im Mittel; er kann zwischen 80 und 250 Ohm variieren.

Weitere wesentliche Merkmale der TN-Sprechkapsel 539:

Die Bezugsdämpfung ist von der Luftfeuchtigkeit nahezu unabhängig, ihre maximale Änderung beträgt $\pm 0,2$ N.

Die Funktionsfähigkeit bleibt innerhalb des Temperaturbereichs von -20 bis $+50^\circ\text{C}$ vollständig erhalten.

Die hohe Lebensdauer ist bei Dauerversuchen von über 100 000 Einzelbenutzungen unter Beweis gestellt worden.

Konstruktive Einzelheiten

Die genannten Leistungsmerkmale der TN-Sprechkapsel 539 sind das Ergebnis vieler Versuchsreihen und der Auswertung langjähriger Erfahrungen im Bau von Kohlemikrofonen. Die gewonnenen Erkenntnisse führten zu der im Bild 5 im Schnitt gezeigten Sprechkapselkonstruktion.

Der massive Aufbaukörper A gibt der Membran M und der Kohlekammer eine stabile mechanische Verbindung und macht die Kapsel unempfindlich gegen die Einwirkung äußerer Kräfte. Er ermöglicht gleichzeitig, die vom Speisestrom am elektrischen Widerstand der Kohlegrießstrecke erzeugte Wärme gut abzuleiten, so daß die Bauteile der Kohlekammer keiner thermischen Veränderung unterliegen; dadurch bleibt die elektroakustische Stabilität erhalten.

Die sphärisch gekrümmten Elektroden wurden

unter vielen untersuchten Elektrodenformen als die günstigste Ausführung ermittelt; sie erzielt die geforderte Bezugsdämpfung bei nur sehr geringer Geräuschneigung.

Die feste Elektrode E₁ ist vergoldet, während die Membranelektrode E₂ je nach Empfindlichkeitsgruppe vergoldet oder als Kohlelektrode ausgeführt ist.

Hinter den aktiven Flächen der Membranelektrode und der netzartig ausgebildeten Gegenelektrode befinden sich Vorratsräume für den Kohlegrieff, die mit dem Raum zwischen den Elektroden – der eigentlichen Modulationszone – in Verbindung stehen und in jeder beliebigen räumlichen Lage der Kapsel zu einem ausreichenden Kontaktdruck der Grieffkörner beitragen. Eine verminderte Abhängigkeit der Bezugsdämpfung von dem Haltewinkel des Handapparates (Bild 3) sowie eine verlängerte Lebensdauer der Kapsel sind die Folgen der Grieffvorratsräume.

Viel Sorgfalt wurde bei der Auswahl der geeignetsten Kohlegrieffart aufgewendet. Korngröße, spezifischer Widerstand und Nachbehandlung nach dem Glühprozeß sind in Verbindung mit einer günstig gewählten und bei der Fertigung genau eingehaltenen Grieffmenge nur einige der gravierenden Eigenschaften, die wesentlichen Einfluß auf die Bezugsdämpfung, den Klirrfaktor und die Lebensdauer der Kapsel haben.

Feuchtigkeitsschutzfolie F und Gummidichtungsring G sichern die TN-Kapsel 539 gegen Einflüsse der Luftfeuchtigkeit. Schwankungen des Luftdruckes

bleiben ohne Wirkung auf die Membran, weil diese mit zwei Druckausgleichsbohrungen versehen ist, die den hinteren Luftraum mit den Räumen vor der Membran verbinden. Gleichzeitig bewirken diese Löcher den gewünschten Abfall der Frequenzkurve im unteren Frequenzbereich unterhalb 300 Hz.

Erwähnt sei, daß auch die Auswahl der verwendeten Kunststoffe großer Erfahrung bedarf, weil einige dieser Materialien infolge Abgabe gasförmiger Bestandteile einen ungünstigen Einfluß auf die Modulationsfähigkeit des Kohlegrieffes haben können.

Die am Schwingvorgang beteiligten Bauteile der Kapsel, insbesondere die Membran mit der Elektrode und die verschiedenen wirksamen Lufträume sind in ihren mechanischen Werten so aufeinander abgestimmt, daß eine gleichmäßige Übertragung des Sprachfrequenzbandes erzielt wird. Die von der Masse und Rückstellkraft der Membran sowie der Steifigkeit des hinteren Luftraumes bedingte Hauptresonanz wird durch die Schaumstoffscheibe S völlig unterdrückt. Diese Scheibe behaftet die über Durchbrüche im Aufbaukörper verkoppelten Luftvolumina hinter der Membran mit einer definierten Reibung.

Die sehr dünne Aluminium-Membran wird mit besonderer Sorgfalt hergestellt und montiert, weil schon geringe mechanische Spannungen zu Einbrüchen in der Frequenzkurve führen können. Bild 7 zeigt das Stanzen und Ziehen der Membran in einem Arbeitsgang.

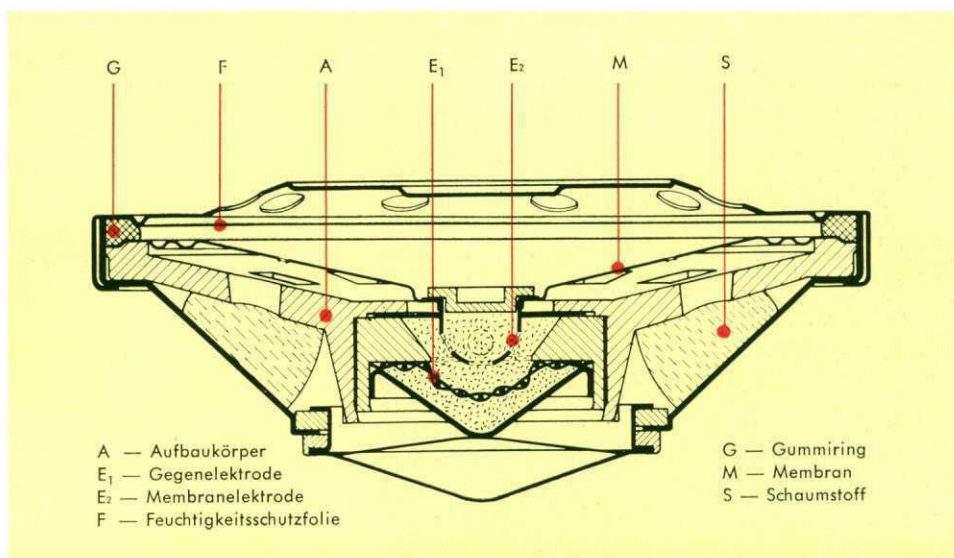


BILD 5

Schnitt durch die neue
TN-Sprechkapsel 539

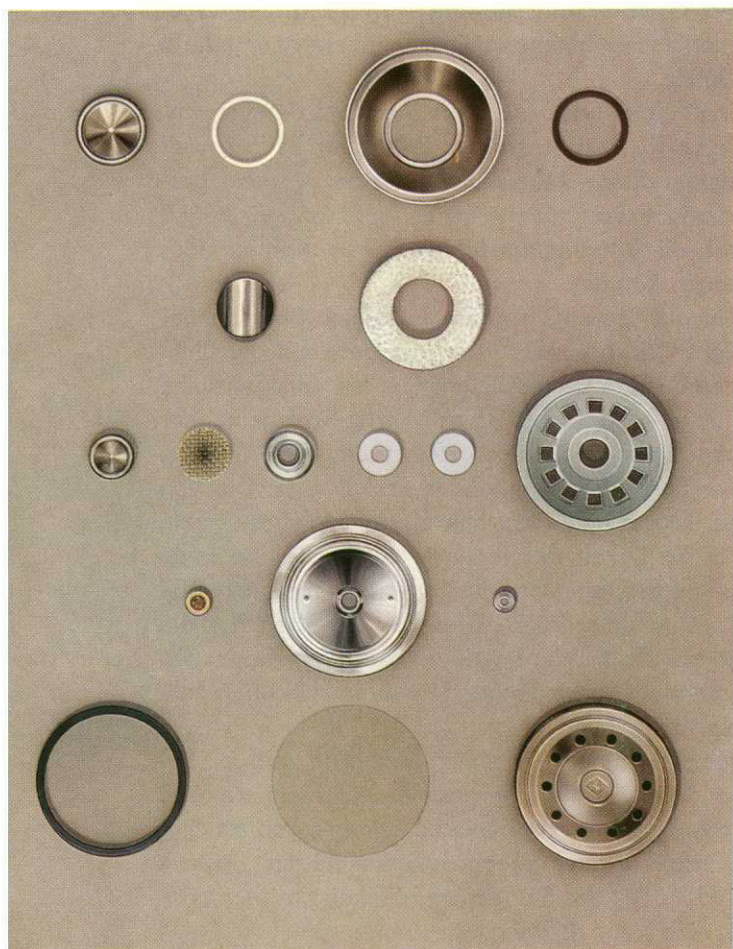
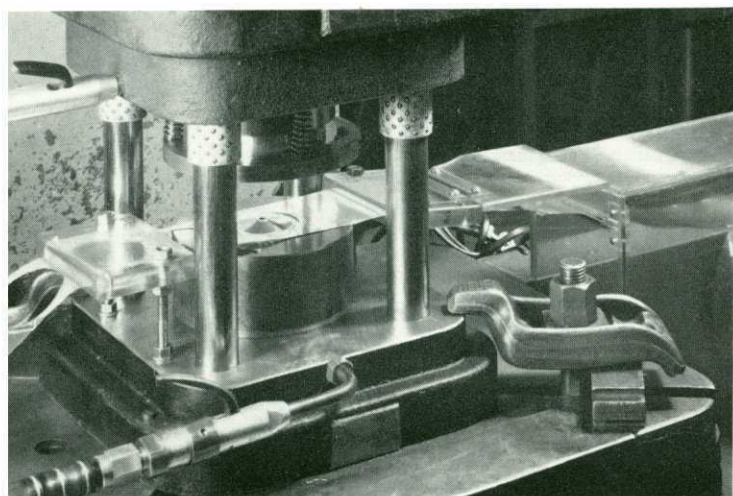


BILD 6
Einzelteile der neuen TN-Sprechkapsel



Prüf- und Meßverfahren

Die elektro-akustischen Eigenschaften der TN-Sprechkapsel 539 wie Bezugsdämpfung, Frequenzkurve und Fremdmodulationsspannung wurden an dem in Deutschland genormten objektiven Bezugsdämpfungsmeßplatz ermittelt. Für die Untersuchung weiterer das Betriebsverhalten der Sprechkapsel beeinflussender Faktoren wie Klimabeständigkeit und Alterungsverhalten wurden z.T. besondere Vorrichtungen gebaut. Bild 8 zeigt als Beispiel eine Dauerprüfmaschine, die in zeitlicher Folge gerafft die Benutzung des Handapparates durch den Teilnehmer nachbildet; die Prüflinge werden wie unter normalen Verhältnissen mit Speisestrom versorgt.

Zusammenfassung

Die TN-Sprechkapsel 539 dient im Fernsprechverkehr einer hochwertigen Übermittlung der Sprache und zeichnet sich u. a. durch einen gut ausgewogenen Frequenzgang, geringe nicht lineare Verzerrungen und nahezu vollkommene Lagenunabhängigkeit aus. Diese Sprechkapsel erfüllt alle Forderungen der Sprechübermittlung, die der heutige Fernsprechbetrieb stellt.

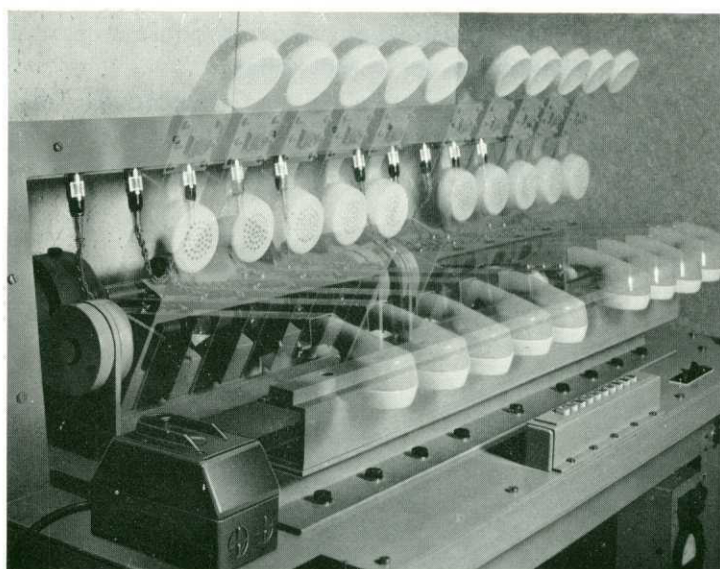


BILD 8
Dauerprüfung im Zeitraffverfahren

BILD 7

Das Stanzen und Ziehen der Membran

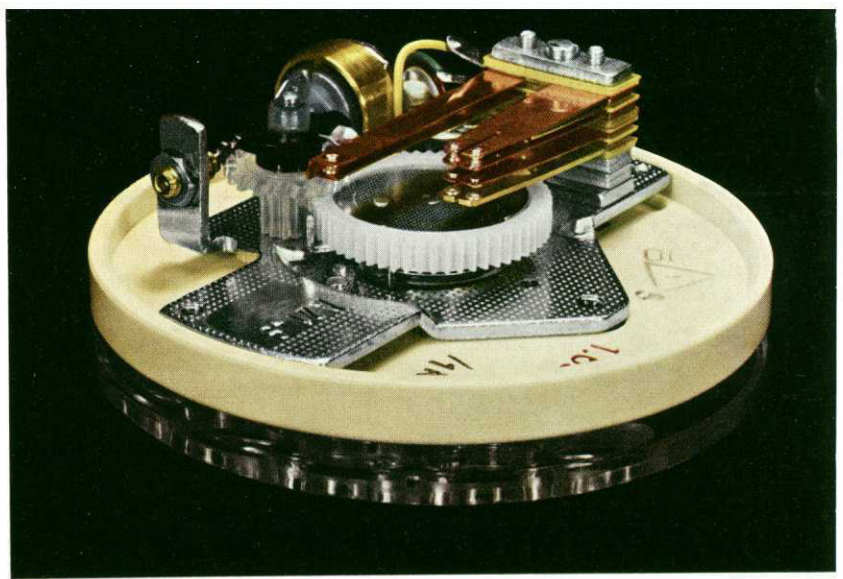


BILD 1

Rückseite des Nummernschalters

„Präzision“, elektronisch überwacht

von Hermann Wolf

DK 621.317:621.395.636.1

Mit der Einführung der Landesfernwahl sind unter anderem auch die Anforderungen an die Genauigkeit der von dem Nummernschalter des Fernsprechapparates abgegebenen Impulsserien gestiegen. Die Deutsche Bundespost hat dieser Tatsache Rechnung getragen durch Einengung der zulässigen Toleranzen für die Ablaufzeit des Nummernschalters und das Tastverhältnis der abgegebenen Impulsserien. Für den Hersteller solcher Nummernschalter ergibt sich damit die Notwendigkeit, für die Endkontrolle ein Meßverfahren zu suchen, das eine gegenüber der zulässigen Toleranzbreite zu vernachlässigende Meßunsicherheit hat, damit er den Toleranzbereich für seine Fertigung nicht über Gebühr gegenüber den Garantiewerten einschränken muß.

Aufbau und Wirkungsweise des Nummernschalters

Der Nummernschalter (Bild 1) besitzt einen Impulskontakt, den sog. nsi-Kontakt, und zwei Hilfskontakte, den nsa-Kontakt, der die Hör- und Sprechrichtung während der Wahl kurzschließt, sowie den nsr-Kontakt, der durch Überbrücken des

nsi-Kontaktes das Spatium erzeugt. Die Funktionen dieser Kontakte in Abhängigkeit von der Zeit sind im Bild 2 dargestellt.

Die Bedingungen für die Kontaktfunktionen lauten:

$$1. \text{ Tastverhältnis } I = \frac{t_{n1}}{t_{n1} + t_{n2}} = 0,615 \pm 0,03$$

$$2. \text{ Ablaufzeit } T_{\text{ges}} = \sum_{n=1}^{n=9} (t_{n1} + t_{n2}) = 900 \text{ ms} \pm 90 \text{ ms}$$

(Von der Deutschen Bundespost ist die Ablaufzeit für 10 Perioden festgelegt. Da die 10. Periode jedoch durch das Schließen des nsr-Kontaktes nicht mehr vollständig ist und deshalb nicht zur Messung herangezogen werden kann, wurde hier die Ablaufzeit für neun Perioden definiert.)

$$3. \text{ nsa-Nacheilen } \varphi = \frac{t_3}{t_{101}} \quad 0 \leq \varphi \leq 0,33$$

Die Energiequelle für den Ablauf des Nummernschalters stellt eine während des Aufzuges gespannte Spiralfeder dar. Zur Festlegung der Ablaufgeschwindigkeit ist eine einstellbare Fliehkraftbremse vorgesehen.

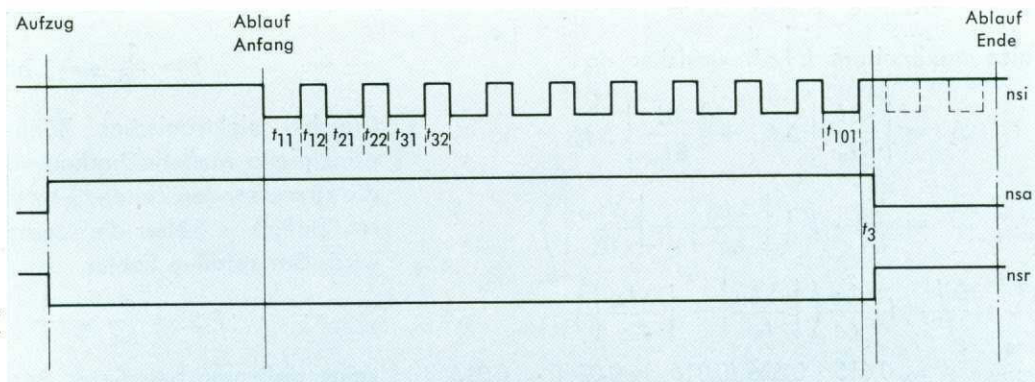


BILD 2

Funktionen der Kontakte in Abhängigkeit von der Zeit

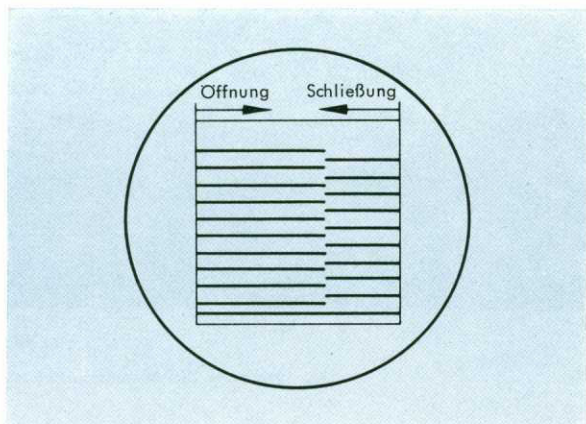


BILD 3

Aufzeichnung der Kontaktfunktionen auf einer Kathodenstrahlröhre

Bisher bekannte Meßverfahren

Von den bisher verwendeten Meßgeräten zur Bestimmung der Qualität von Nummernschaltern ist der Streifenschreiber wohl das verbreitetste Meßmittel. Es werden dabei vom nsi- und nsa-Kontakt je ein Elektromagnet gesteuert, an deren Anker ein Schreibstift befestigt ist. An diesen Schreibstiften wird durch einen Synchronmotor ein Wachspapierstreifen mit konstanter Geschwindigkeit vorbeigezogen. Bei Betätigung der Kontakte erscheinen auf dem Papierstreifen die Kontaktfunktionen in Abhängigkeit von der Zeit. Die Meßgenauigkeit des Verfahrens hängt von der Konstanz des Papiertransportes und von den Eigenschaften der Schreibmagnete ab. Die Meßunsicherheit wird durch die Ablesegenauigkeit auf dem Streifen verursacht. Diese liegt im günstigsten Fall bei $\pm 0,25$ mm, was bei einer Papiergeschwindigkeit von 250 mm/s einer Unsicherheit von ± 1 ms entspricht. Auf solche Art gemessene Öffnungs- und Schließungszeiten des nsi-Kontaktes (Sollwert 61,5 ms bzw. 38,5 ms) sind deshalb um $\pm 1,6\%$ bzw. $\pm 2,6\%$ ungenau.

Das errechnete Tastverhältnis $I = \frac{t_{n1}}{t_{n1} + t_{n2}}$ ist also maximal um $\pm 1,6\%$ unsicher, da

$$\begin{aligned} \Delta I &= \left| \frac{\partial I}{\partial t_{n1}} \right| \Delta t_{n1} + \left| \frac{\partial I}{\partial t_{n2}} \right| \Delta t_{n2} \\ &= \frac{t_{n2}}{t_{n1}} \cdot I^2 \left(\left| \frac{\Delta t_{n1}}{t_{n1}} \right| + \left| \frac{\Delta t_{n2}}{t_{n2}} \right| \right) \\ \frac{\Delta I}{I} &= I \cdot \frac{t_{n2}}{t_{n1}} \left(\left| \frac{\Delta t_{n1}}{t_{n1}} \right| + \left| \frac{\Delta t_{n2}}{t_{n2}} \right| \right) \\ &= 0,615 \cdot 0,626 (0,016 + 0,026) = 0,016 \end{aligned}$$

Bei einer dem Auftraggeber gegenüber garantierten Abweichung von $< 4,9\%$ vom Sollwert des Tastverhältnisses müssen daher die Fertigungstoleranzen bei diesem Meßverfahren auf $\pm 3,3\%$ eingeschränkt werden.

Ein weiteres Verfahren wendet eine stark nachleuchtende Kathodenstrahlröhre zur Aufzeichnung der Kontaktfunktionen in Abhängigkeit von der Zeit an. Dabei wird der Kathodenstrahl für die Dauer der nsi-Öffnung am linken Bildrand beginnend nach rechts abgelenkt, für die Dauer der nsi-Schließung am rechten Bildrand beginnend nach links abgelenkt. Jede neue Auslenkung setzt etwas unterhalb der vorhergehenden ein, so daß sich die einzelnen Linien nicht überdecken. Als Zeitbasis dient der Sägezahn-generator im Ablenkteil des Oszillographen (Genauigkeit ca. $\pm 1\%$).

Haben die Zeiten t_{n1} und t_{n2} ihren Sollwert, dann liegen die Endpunkte zweier benachbarter Aufzeichnungslinien genau untereinander (im Bild 3 dargestellt). Weichen dagegen Ablaufzeit oder Tastverhältnis etwas vom Sollwert ab, so ändern sich auch die Zeiten t_{n1} und t_{n2} und damit die Länge ihrer Aufzeichnungslinien. Da nicht die Zeiten t_{n1} und t_{n2} unmittelbar, sondern ihre Summe und ihr Quotient (in Form der Ablaufzeit und des Tastverhältnisses) toleriert sind, ist stets die zulässige Länge der Linie für t_{n2} abhängig von der Länge der zugehörigen Linie für t_{n1} . Diese Tatsache erschwert die Auswertung der Aufzeichnungslinien und macht die Meßmethode nur bedingt zur Fertigungskontrolle geeignet.

In letzter Zeit wurden Meßverfahren angegeben, die auf elektronischer Zeitmessung beruhen. Dabei wird die Bestimmung der Zeiten t_{n1} und t_{n2} von einem elektronischen Zähler durchgeführt, der für die Dauer der Meßzeiten (t_{n1} bzw. t_{n2}) die Perioden einer Quarzfrequenz zählt.

Der Abstand zweier Perioden dieser Quarzfrequenz beträgt

$$T = \frac{1}{f} \text{ s} = 1 \text{ bit}$$

Die bei elektronischen Zählgeräten gegebene prinzipielle Meßunsicherheit von ± 1 bit hat auf die zu messenden Zeiten t_{n1} bzw. t_{n2} um so geringeren Einfluß, je höher die Quarzfrequenz gewählt wird. Der relative Fehler

$$F_{\text{rel}} = \frac{T}{t_{n1}} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{t_{n1}}$$

zeigt, daß man bei dieser Anordnung durch ge-

eignete Wahl der Quarzfrequenz die Meßgenauigkeit praktisch beliebig erhöhen kann. Bei allen nach diesem Prinzip arbeitenden Geräten ist es bisher jedoch nicht möglich gewesen, die Tastverhältnisse aller Perioden einer Impulsreihe zu bestimmen. Ein Fabrikat gestattet nur die Messung der Werte Σt_{n1} und Σt_{n2} , aus denen man ein mittleres Tastverhältnis errechnen kann. Eine zweite Ausführung ermittelt alle t_{n1} und zeigt die Einzelwerte auf einem Lampenfeld an. Jeder Lampe ist ein bestimmter Zeitbereich zugeordnet. Außerdem wird Σt_{n2} gemessen und auf Grund dieser Messung die Toleranz für die Einzelwerte t_{n1} angezeigt. Im folgenden wird ein Gerät beschrieben, das allen Anforderungen genügt und außerdem eine schnelle und einfache Erfassung der nötigen Meßdaten mit großer Genauigkeit gestattet.

Aufbau und Arbeitsweise eines elektronischen Nummernschalterprüfgerätes

Wie bereits oben erwähnt, ist es möglich, durch elektronische Zählung sehr genaue Zeitmessungen durchzuführen. Es werden deshalb auch in diesem Gerät die Zeiten t_{n1} und t_{n2} durch Zählung der Perioden einer Quarzfrequenz gemessen. Zur Zählung sind drei Zähler vorgesehen, und zwar werden alle Zeiten t_{n1} im Zähler 1, die Zeiten t_{n2} im Zähler 2 und die Zeit $\Sigma (t_{n1} + t_{n2})$ im Zähler 3 gezählt. Zur Ermittlung der Tastverhältnisse ist ein Rechenwerk vorgesehen, das auch die Meßergebnisse auf Einhalten der Toleranzwerte überprüft.

Ein Blockschaltbild der Meßanordnung ist im Bild 4 dargestellt.

Im einzelnen läuft der Meßvorgang wie folgt ab: Am angeschlossenen Nummernschalter wird z. B. die Ziffer Null aufgezogen. Durch den schließenden nsa-Kontakt erhält die Programmsteuerung den Befehl „Messung vorbereiten“. Wenn der Ablauf des Nummernschalters beginnt, dann zählt mit dem 1. Öffnen des nsi-Kontaktes der Zähler 1 die von einem quarzgenauen Impulsgenerator abgeleiteten Taktimpulse, und zwar so lange, bis der nsi-Kontakt wieder schließt. Nach dem Ende dieser Zählperiode steht also im Zähler eine Zahl, die proportional der 1. Öffnungszeit t_{11} ist. Das Schließen des nsi-Kontaktes ist für den Zähler 2 das Signal zum Beginn des Zählvorganges, der so lange dauert, wie der nsi-Kontakt geschlossen ist. In diesem Zeitraum wird der Zähler 1 durch die Programmsteuerung veranlaßt, sein Zählergebnis an das Rechenwerk abzugeben, und anschließend auf Null gestellt. Ist die erste Schließung beendet, dann steht im Zähler 2 eine Zahl, die der 1. Schließungszeit t_{12} proportional ist. Mit Beginn der 2. Öffnung wird wieder Zähler 1 gestartet, der nun die Zeit t_{21} ermittelt. Gleichzeitig wird der Zählerstand des Zählers 2 an das Rechenwerk übertragen und Zähler 2 in die Nullstellung gebracht. Aus den jetzt im Rechenwerk stehenden Werten t_{11} und t_{12} wird durch Addition und anschließende Division das

1. Tastverhältnis $\frac{t_{11}}{t_{11} + t_{12}}$ errechnet. Dieser Wert wird verglichen mit den eingegebenen Soll- und

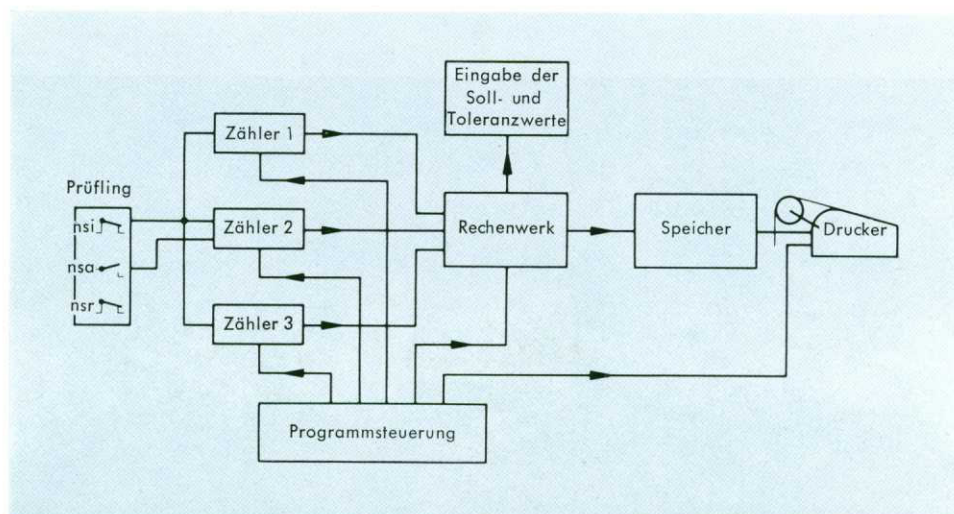


BILD 4

Blockschaltbild des elektronischen Prüfgerätes

Toleranzwerten und mit dem Kennzeichen versehen, ob eine Toleranzüberschreitung vorliegt oder nicht. Rechenergebnis und Toleranzkennzeichen werden anschließend an den Speicher weitergegeben. Der ganze Rechenprozeß ist noch vor dem Ende der 2. nsi-Öffnung abgeschlossen, so daß der nächste anfallende Meßwert t_{21} in das wieder leere Rechenwerk übernommen werden kann. Der beschriebene Arbeitsablauf wiederholt sich für alle neun Impulsperioden. Während der nsi-Schließung wird vom Rechenwerk jeweils der Wert der vorhergehenden Öffnungszeit übernommen, während der nsi-Öffnung wird der Wert für die Schließungszeit in das Rechenwerk übertragen, aus den beiden Werten t_{n1} und t_{n2} das Tastverhältnis errechnet und an den Speicher weitergegeben. Für die 10. Impulsperiode kann kein Tastverhältnis mehr berechnet werden, da sie noch vor ihrem Ende durch die Betätigung der Hilfskontakte abgebrochen wird. Der nach Beendigung der 10. Öffnung im Zähler 1 stehende Wert für t_{101} kann jedoch dazu benützt werden, die dritte Forderung für die Kontaktfunktionen

$$0 \leq \varphi \leq 0,33$$

zu überprüfen. Es fehlt dazu nur der Meßwert für t_3 , der jedoch sehr einfach mit dem Zähler 2 bestimmt werden kann. Der Zähler 2 hat auch nach der 10. – wie nach jeder vorhergehenden – nsi-Öffnung mit der Zählung der Schließungszeit begonnen. Da jedoch diese Schließung nicht mehr beendet wird, würde auch der Zähler 2 nicht mehr gestoppt. Es ist deshalb eine Anordnung vorgesehen, die es gestattet, den Zähler 2 auch durch

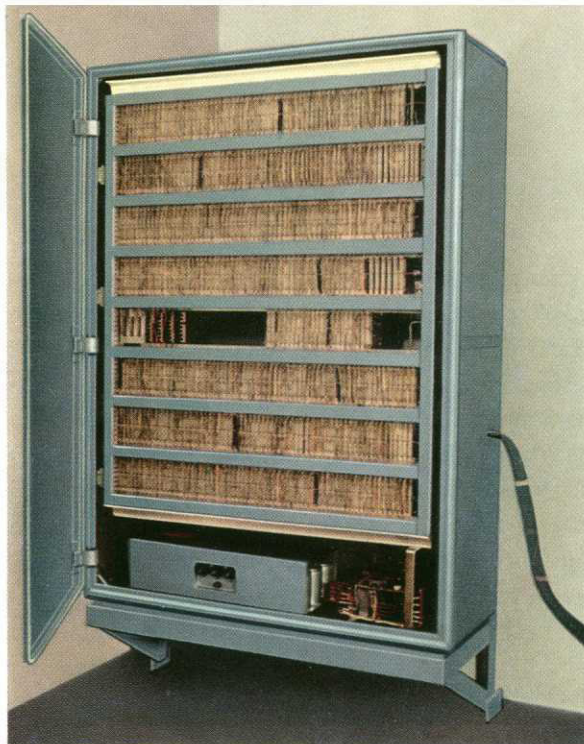


BILD 5

Wandgehäuse mit der Meß- und Rechenelektronik



BILD 6

In einem Schwenkrahmen untergebrachte elektronische Steckbausteine

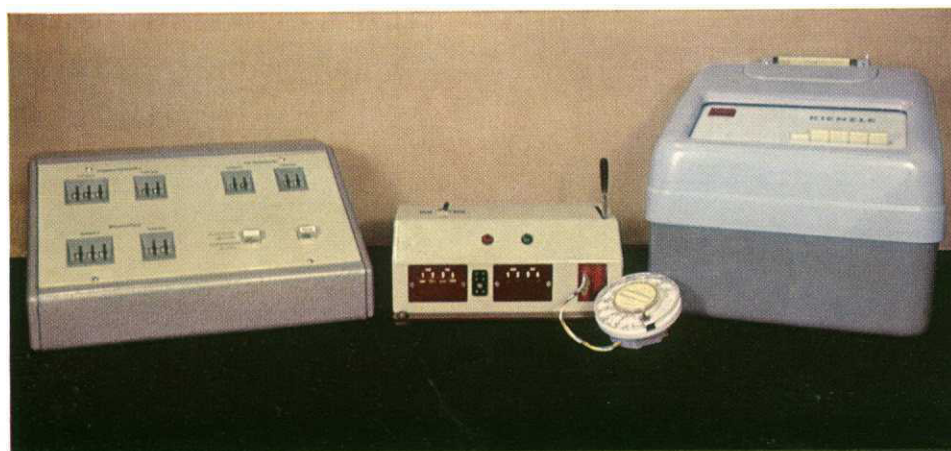


BILD 7

Prüfplatz mit Eingabegerät, Aufnahmeeinrichtung für die Prüfobjekte und Digitaldrucker

das Öffnen des nsa-Kontaktes stillzusetzen. Nach dem Öffnen des nsa-Kontaktes steht daher im Zähler 2 der Wert für t_3 . Aus ihm und dem bereits ermittelten Wert t_{101} läßt sich im Rechenwerk die oben genannte dritte Bedingung überprüfen. Der Wert φ geht nach dieser Überprüfung ebenfalls an den Speicher.

Schließlich ist nur noch die zweite Forderung für die Kontaktzeiten

$$\sum_{n=1}^{n=9} (t_{n1} + t_{n2}) = 900 \text{ ms} \pm 90 \text{ ms}$$

zu überwachen. Zu diesem Zweck ist ein Zähler 3 vorgesehen, der mit Beginn der 1. Öffnung gestartet und mit Ende der 9. Schließung stillgesetzt wird. In ihm steht also unmittelbar der gesuchte Meßwert

$$\sum_{n=1}^{n=9} (t_{n1} + t_{n2}),$$

der wieder im Rechenwerk mit Soll- und Toleranzwert verglichen und in den Speicher übertragen wird.

Zur Anfertigung der Meßprotokolle wurde dem Speicher ein Digitaldrucker nachgeschaltet, der die Meßergebnisse ausdrückt.

Der Drucker besitzt Farbbandumschaltung und kann dadurch die innerhalb und außerhalb der Toleranzgrenzen liegenden Meßwerte durch verschiedenfarbigen Druck unterscheiden. Im Bild 8 ist ein Meßprotokoll abgebildet. In den ersten drei Zeilen des Protokolls stehen die Werte der neun Tastverhältnisse in ‰, in der vierten Zeile steht der Wert für die Ablaufzeit in ms sowie die Zeit t_3 , bezogen auf t_{101} (in ‰).

Meßgenauigkeit des Prüfgerätes

Die Quarzfrequenz bei der Messung der Zeiten t_{n1} und t_{n2} beträgt 8 kHz, 1 bit entspricht also 0,125 ms.

Der maximale Meßfehler wird daher für die Zeiten t_{n1} (Sollwert 61,5 ms) 2,04 ‰, für die Zeiten t_{n2} (Sollwert 38,5 ms) 3,25 ‰ betragen. Man erhält dann für das Tastverhältnis I einen maximalen Fehler von

$$\Delta I_{\max} = \frac{t_{n2}/t_{n1}}{(1+t_{n2}/t_{n1})^2} \cdot \left(\frac{\Delta t_{n1}}{t_{n1}} + \frac{\Delta t_{n2}}{t_{n2}} \right)$$

Mit den angegebenen Zahlenwerten wird

$$\Delta I = 1,25 \cdot 10^{-3},$$

bzw. für den Sollwert $I = 0,615$ der relative Fehler

$$\frac{\Delta I}{I} = 2,04 \text{ ‰}$$

Nimmt man die ungünstigsten Werte für t_{n1} (52,5 ms) und t_{n2} (37,5 ms) an, dann erhält man den größten überhaupt möglichen Wert ΔI . Dieser beträgt

$$\Delta I = 1,4 \cdot 10^{-3}.$$

Der absolute Fehler der Tastverhältnisse wird also im gesamten Toleranzbereich stets $< 1,4 \cdot 10^{-3}$ bleiben.

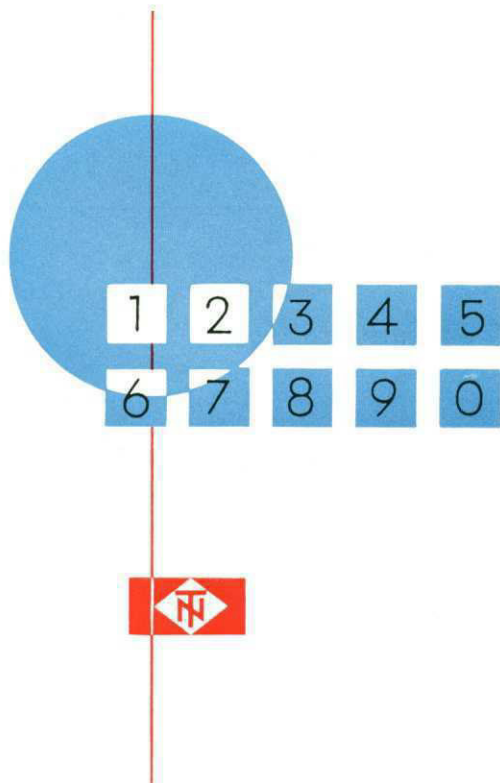
Das Gerät hat in der beschriebenen Weise während eines einzigen Ablaufes des Nummernschalters sämtliche interessierende Meßwerte gesammelt, in die Prüfwerte umgewandelt und auf Toleranz geprüft sowie ein Meßprotokoll angefertigt. Es ist also sehr geeignet, zur Endkontrolle eingesetzt zu werden, da es neben der hohen Meßgenauigkeit auch große Meßgeschwindigkeiten besitzt.

In der vorliegenden Form ist es speziell für die Endkontrolle des Nummernschalters gebaut. Ersetzt man jedoch die jetzt fest verdrahtete Programmsteuerung durch eine Programmsteuerung, die beliebig einstellbar ist (etwa durch Lochstreifen, Magnetband oder ähnliche Eingabegeräte), dann läßt sich die Anwendungsmöglichkeit auch auf andere Aufgaben der Meßwerterfassung und -verarbeitung erweitern.

BILD 8

Vom Digitaldrucker gedrucktes Meßprotokoll

19 2 '65		
19 2 '65	6 1 1	6 1 0
19 2 '65	6 1 5	6 1 0
19 2 '65	6 1 4	6 1 0
19 2 '65	2	8 6 9
19 2 '65		2 4
19 2 '65	6 0 6	6 1 8
19 2 '65	6 0 2	6 1 7
19 2 '65	6 0 3	6 1 8
19 2 '65	1	8 3 6
19 2 '65		1 9
19 2 '65	6 1 4	6 1 1
19 2 '65	6 1 5	6 1 0
19 2 '65	6 1 2	6 0 9
19 2 '65	2	8 8 4
19 2 '65		1 2



Die Wähltastatur im künftigen Fernsprechapparat

von Karl Wiedemann
DK 621.395.636.1

1. Voraussetzung für die Tastenwahl in der Fernsprech-Vermittlungstechnik

Soll eine Fernsprechverbindung ohne das Mitwirken einer „sprachgesteuerten“ Vermittlungsperson zustande kommen, so muß der Fernsprechteilnehmer die Wählinformation durch Schaltkennzeichen an die Vermittlungseinrichtung geben. Solange direkt gesteuerte Schrittschaltwerke oder nach dem Schrittschaltprinzip gesteuerte Wähler den Sprechweg in der Vermittlungseinrichtung durchschalten, ist der Nummernschalter eine geeignete Sendeapparatur für die Wählinformation. Mit ihm erzeugt der Teilnehmer das Impulstelegramm, das von den Schrittschaltwerken in gleicher Form aufgenommen und verarbeitet wird. Daß in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsabschnitten in einigen Fernsprechnetzen die Ausführung des Nummernschalters und das Wählimpulstelegramm abgewandelt wurden, stellt keine Abkehr vom allgemein angewendeten Prinzip dar. Heute ist es durch sinnvolle Kombinationen von elektromagnetischen Bauelementen neuesten Entwicklungsstandes und den elektronischen Bauelementen möglich, indirekt gesteuerte Vermittlungseinrichtungen, in denen die Sprechwege über Schutzrohrkontakte durchgeschaltet werden, wirtschaftlich zu erstellen. In diesen Vermittlungssystemen ist es vorteilhaft, die Übergabe der Wählinformation vom Teilnehmer an die Empfangs-

einrichtung in der Zentrale zeitlich von der Ausführung des Vermittlungsauftrages zu trennen. Im Gegensatz zur Schrittschaltvermittlung arbeitet die teilelektronische Vermittlung optimal, wenn die Wählinformation im jeweils erforderlichen Umfange in kürzester Zeit eintrifft, damit die z. B. im Register zusammengefaßten, zentralisierten Schaltmittel möglichst bald wieder für andere Teilnehmer verfügbar werden. Unter diesen wesentlich veränderten Bedingungen ist das Wählen mittels Tasten, die der Teilnehmer in einer ihm genehmen Zeitfolge niederdrückt, zweckmäßig.

2. Nummernschalter und Wähltastatur

Für die Impulswahl zur direkten Steuerung von Schrittschaltwerken hat sich die mechanisch geregelte Drehbewegung im Nummernschalter als vorteilhaft erwiesen. Mit diesem Prinzip ergab sich für den Fliehkraftregler und für den Unterbrecher des Impulskontaktes eine einfache und betriebssichere mechanische Anordnung. Die Drehbewegung legte die kreisförmige Ausbildung der antreibenden Fingerlochscheibe nahe. In dieser Grundform hat der Nummernschalter eine weltweite Verbreitung gefunden. Hinsichtlich der Zuordnung der Ziffernwerte zu den 10 Positionen entsprechend der vom Nummernschalter erzeugten Impulsfolge und besonders auch hinsichtlich der Beschriftung weichen die einzelnen Typen jedoch beträchtlich voneinander ab.

Die unter konstruktiven Gesichtspunkten günstig zu beurteilende Ausbildung der Fingerlochscheibe erfordert aber für das Aufziehen des Nummernschalters die kreisförmige und damit wenig natürliche Bewegung des Fingers. Daß dem Benutzer des Nummernschalter-Fernsprechapparates diese Drehbewegung zugemutet werden muß, veranlaßte die Apparate-Konstrukteure, den Bedienungsvorgang nach Möglichkeit durch vorteilhafte Anordnung des Nummernschalters im Fernsprechapparat zu erleichtern. So wurde der Nummernschalter seit dem Übergang von der Handvermittlungstechnik zur Selbstanschlußtechnik das den gesamten Aufbau des Fernsprechapparates bestimmende Bauteil. Bei den zahlreichen Versuchen, für die sich zum Teil widersprechenden Forderungen der Formgebung, der Fertigung und des Bedienens einen günstigen Kompromiß zu finden, wurde selbst die für alle Verbindungen so wesentliche Kombination von Gabelumschalter und Handapparat erst in zweiter

Linie berücksichtigt. Dies ist um so unbefriedigender, als bei den ankommenden Gesprächen – also etwa der Hälfte der Verbindungen – der Nummernschalter überhaupt nicht benutzt wird.

Für die besonders häufig vorkommenden Wahlvorgänge an Vermittlungsplätzen wurden aufwendigere, im übrigen aber sehr vorteilhafte Anordnungen entwickelt, die eine einfachere, weitgehend geradlinige Bedienungsbewegung gestatten. Für den Wahlvorgang am Vermittlungsplatz ist darüber hinaus die in der Telegrafie schon früh erhobene Forderung von besonderem Gewicht, daß die Bedienungsperson nicht durch einen von der Apparatur erzwungenen Bedienungstakt unter Zwang gesetzt werden soll. Beiden Forderungen entsprechen die tastengesteuerten Wahlhilfsmittel, die an den Vermittlungsplätzen der Fernsprechämter und der Nebenstellenanlagen inzwischen eine weite Verbreitung gefunden haben. Für die zugehörigen Wähltastaturen wurde vor allem gute Erreichbarkeit durch den Bedienenden verlangt. Hinsichtlich Tastenanordnung und konstruktiver Ausführung der Tasten behaupten sich zahlreiche Ausführungen nebeneinander, wie die Abbildungen zu [9, 10] zeigen, ohne Gegenstand tiefgreifender Diskussionen zu sein.

Nachdem schon zuvor in ausländischen Veröffentlichungen [1, 2, 3, 4, 5] über grundlegende Untersuchungen zur Tastenwahl berichtet worden ist, wird sie nun auch im inländischen Fachschrifttum eingehender behandelt [6, 7, 8, 11, 12]. Neuerdings wird in der Bundesrepublik Deutschland aufgrund von Untersuchungen, die mit einem repräsentativen, naturgemäß aber begrenzten Personenkreis aus-

geführt wurden, sogar ein Normvorschlag für die Wähltastatur zur Debatte gestellt [8]. Einige dieser Veröffentlichungen stimmen darin überein, daß die vorrangige Behandlung, die der Nummernschalter bisher hinsichtlich seiner Anordnung im Fernsprechapparat gefunden hat, nun ohne Einschränkung auch für die Wähltastatur als das Nachfolge-Bauelement übernehmen. Entsprechend dem allgemein anerkannten Entwicklungsgrundsatz, bei grundlegender Änderung einer vorhandenen Technik zu prüfen, ob eine im Laufe der Zeit üblich gewordene Grundform auch unter veränderten Randbedingungen noch sinnvoll ist, soll im folgenden die Wähltastatur im Zusammenhang mit den übrigen Baugruppen des Tastenwahl-Fernsprechapparates eingehender dargestellt werden.

3. Anforderungen an die Wähltastatur

Wartungsmaßnahmen am Fernsprechapparat sind erfahrungsgemäß wegen des damit verbundenen Weges für den Wartungsdienst kostspielig und für den Teilnehmer störend. Für die Wähltastatur ist deshalb eine auf die übrigen Teile des Fernsprechapparates abgestimmte Betriebssicherheit zu fordern, die eine lange Benutzungsdauer ohne besonderen Wartungsaufwand gewährleisten muß. Damit sind komplizierte, durch mechanische Abhängigkeit geschaffene Folgebedingungen für die Tastenkontakte wenig geeignet. Besondere Beachtung verdienen Kontakte im Sprechweg, die auch bei ungünstigen Umwelteinflüssen keine Geräuschquelle bilden dürfen, indem sie bei Erschütterungen ihren Übergangswiderstand verändern. Für die

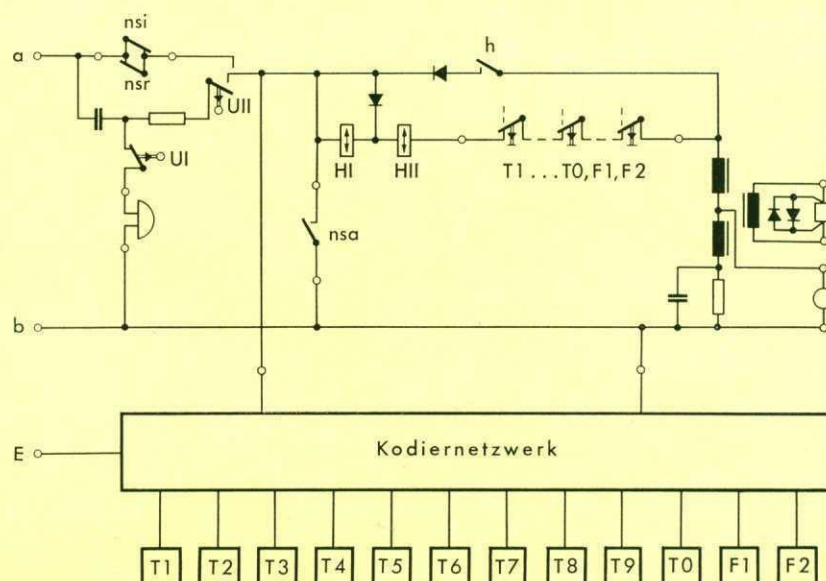


BILD 1

Schaltungsschema
eines Nebenstellenapparates
mit Wähltastatur

Wähltastenkontakte eines Fernsprechapparates, der im Anschluß an Nebenstellenanlagen arbeiten soll, wurde zu diesem Problem eine günstige Lösung in der Weise gefunden (Bild 1), daß die in Reihe geschalteten Ruhekontakte T1...T0 sowie F1 und F2 mit dem Flach-Schutz-Kontakt h überbrückt werden [12].

Das sichere Erkennen der vom Teilnehmer gesendeten Wählinformation in der Vermittlungseinrichtung ist Voraussetzung für das Zustandekommen der gewünschten Verbindung. Die Wähltastatur soll deshalb das richtige Verhalten des Teilnehmers bei der Tastenwahl fördern. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem vollständigen Niederdrücken der Wähltaste für jede einzelne zu wählende Ziffer zu, weil nur dadurch sichergestellt ist, daß alle für die Bildung des Wählkennzeichens wesentlichen Kontaktfedern betätigt werden. Günstig wirkt sich zu diesem Zweck ein Druckpunkt aus, der ohne komplizierte Feder-Mechanik erreicht werden kann, wenn zu Beginn der Tastenbetätigung eine magnetische Haltekraft überwunden werden muß [11]. Damit wird auch dem Betätigen der Tasten im Zeitlupentempo weitgehend vorgebeugt. Die konstruktive Ausführung der Tastatur und das Tastenwahlverfahren sollen auch sicherstellen, daß das Betätigen der Wähltasten während des Gespräches keine störenden Schaltvorgänge zur Folge hat und insbesondere nicht zur Auslösung führt.

Auf weitere grundsätzliche Bedingungen, die eine gute Wähltastatur erfüllen muß, wie hinreichende Größe und gute Beschriftung der Tasten sowie günstiger Abstand der Tasten voneinander, wurde in der Literatur schon mehrfach hingewiesen [5, 7, 8]. Auch die Stellung der Tasten zueinander ist von Bedeutung; da hierzu jedoch zwei Anordnungen vorliegen, die vom Standpunkt der Wählgeschwindigkeit und der Bedienungssicherheit allgemein als gleichwertig anerkannt werden, ist vor einem Entschluß für die eine oder andere Ausführung sorgfältig zu prüfen, welche Rückwirkung die Tastatur auf die Gestalt des ganzen Tastenwahl-Fernsprechers hat.

4. Einfluß der Bedienungselemente auf die Gestalt des künftigen Fernsprechapparates

Der Handapparat in Verbindung mit dem Gabelumschalter und die Sendeeinrichtung für die Wählinformation sind die Bauteile des Fernsprechappa-

rates, deren vorteilhafte Anordnung für das ordnungsgemäße Bedienen von vorrangiger Bedeutung sind. Für weitere Teile, wie Funktionstasten, Wecker, Schauzeichen oder Lampen, kann von Fall zu Fall ein Kompromiß geschlossen werden.

Die Bewegung, die die Hand beim Bedienen einer Wähltastatur auszuführen hat, ist erheblich einfacher als beim Aufziehen der Fingerlochscheibe. Bei der Gestaltung des Tastenwahl-Fernsprechers kann deshalb berücksichtigt werden, daß der sicheren, vom zügigen Abheben und Auflegen des Handapparates abhängigen Betätigung des Gabelumschalters für Einleiten bzw. Beenden eines jeden Gespräches eine nicht minder große Bedeutung wie dem Eingeben der Wählinformation zukommt.

Grundform und Abmessungen des Handapparates weisen heute in aller Welt eine sehr weitgehende Übereinstimmung auf, die durch die naturgegebene Schädelform des Menschen und durch allgemein gültige übertragungstechnische Erkenntnisse begründet ist. Wird der Fernsprechapparat in der Zukunft so gestaltet, daß der Benutzer den Handapparat in der allgemein bevorzugten Querlage sicher ergreifen und auch wieder auflegen kann und daß Gegenstände in der Umgebung des Fernsprechers die definierte Ruhelage des Handapparates nicht unbeabsichtigt beeinträchtigen, so ist eine Grundform anzustreben, die im Grundriß den aufgelegten Handapparat einschließt und deren Längsabmessung durch den Handapparat vorgegeben ist.

Neben Handapparat und 10teiliger Wähltastatur sind nach heutigen Erkenntnissen noch die Funktionstasten – für den Nebenstellenapparat werden allgemein zwei Tasten in Aussicht genommen – als Bedienungselemente vorzusehen. Diese Tasten sollten sich nach Kraft – Weg – Charakteristik möglichst wenig von den Wähltasten unterscheiden, damit gleiche Bedingungen das sichere Betätigen aller Tasten fördern. Der Regler für die Lautstärke des Anruforgans – z. Z. noch überwiegend als Wechselstromwecker ausgebildet – muß ebenfalls von außen zugänglich sein.

5. Folgerungen für die Entwicklung des Tastenwahl-Fernsprechapparates

Nach wie vor sollte sich der Konstrukteur angesichts des an fast allen Arbeitsplätzen und insbesondere auf den Schreibtischen herrschenden Platzmangels bemühen, die für den Fernsprechapparat benötigte Grundfläche möglichst klein zu

halten. Doch ist zu beachten, daß Tasten nicht unter dem Griff des abgelegten Handapparates angeordnet sein sollen, weil sie sonst das sichere Greifen des Handapparates erschweren. Wird der Handapparat jedoch nur mit den Fingerspitzen erfaßt, weil in seiner Ruhelage der Raum für das völlige Umfassen fehlt, so entgleitet der Handapparat bei eiligem Abheben erfahrungsgemäß des öfteren, womit zumindest in Nebenstellenanlagen für das ankommende Gespräch die Gefahr eines unbeabsichtigten Auslösens besteht.

In das Apparategehäuse, das in Richtung des querliegenden Handapparates die größte Ausdehnung besitzt, läßt sich die 10teilige Wähltastatur in der Anordnung zweier Reihen zu je 5 Tasten besonders gut einordnen. Bild 2 zeigt das Modell eines Tastenwahl-Fernsprechapparates, bei dessen Entwurf die vorgenannten Gesichtspunkte berücksichtigt worden sind. In dieser Ausführung sind sowohl Handapparat als auch Wähl- und Funktionstasten vom sitzenden und vom stehenden Benutzer gut zu erreichen und sicher zu bedienen.

Gelegentlich wird gegen die hier gewählte Tastenanordnung mit 2×5 Tasten angeführt, daß sich bei der Tastenanordnung $3 \times 3 + 1$ mehr charakteristische Griffbilder ergeben [8]. Die Entscheidung über die Tastenanordnung sollte dadurch jedoch nicht vorbelastet werden, zumal die Tasten nach allgemeiner Auffassung gut leserlich beschriftet sein müssen und die Fernsprechteilnehmer – unter denen nur in seltenen Fällen Analphabeten zu vermuten sind – es vom Nummernschalter her gewohnt sind, nach Sicht zu wählen. Für das Vermittlungspersonal von Nebenstellenanlagen können solche Griffbilder einige Bedeutung haben. Indessen zeigen die Wähltastaturen an den Abfragestellen der Nebenstellenanlagen verschiedener Fabrikate [9, 10], daß gerade hierfür die Tastenanordnung 2×5 bevorzugt wird. Auch der Vorteil einer kleinen mittleren Griffweite, der der Anordnung $3 \times 3 + 1$ nachgesagt wird [8], wurde bei diesen verschiedenen Fabrikaten nicht als entscheidend angesehen, obwohl er besonders an den Vermittlungsplätzen wegen des häufigen Wählens von Nutzen sein könnte.

6. Möglichkeiten für das Normen von Fernsprechapparateilen

In unserer Zeit, in der die Menschen durch die modernen Verkehrsmittel immer häufiger zu weiten Reisen befähigt werden, sind einheitliche Bedie-

nungsgewohnheiten für das Benutzen des Fernsprechers sehr erwünscht. Der z. B. in [8] erhobenen Forderung, den inzwischen in aller Welt weitgehend einheitlichen Bedienungsablauf für den Aufbau eines Gespräches auch beim Übergang auf die Tastenwahl beizubehalten und kein vom Wählenden zu gebendes Wahlendesignal einzuführen, ist deshalb zuzustimmen.

Wie schon ausgeführt, bestehen für das Normen des Handapparates günstige Voraussetzungen. Mit dem Zusammenwachsen der nationalen Fernsprechnetze wäre eine solche Norm unter dem Gesichtspunkt einheitlicher Übertragungstechnischer Bedingungen sogar sehr erstrebenswert. Den elektroakustischen Wandlern liegen allgemein gültige physikalische Gesetze zugrunde, so daß sich auch der Vereinheitlichung dieser Wandler kaum Schwierigkeiten entgegenstellen dürften.

Für den Nummernschalter hat es bisher keine weltweite einheitliche Lösung gegeben; im Gegenteil haben sich bis heute nach Größe, Beschriftung und Getriebe sowie Kontakthanordnung in den einzelnen Ländern erheblich voneinander abweichende Ausführungen behauptet, ohne daß sich dies für den Ortsfremden als sehr hinderlich erwiesen hätte. Daß in jüngerer Zeit einige Verwaltungen erwägen, die von ihnen bislang stark vertretene alpha-nummerische Beschriftung der Wählscheibe aufzugeben, ist in erster Linie im Zwang zur Erweiterung der Rufnummern-Kapazität bestehender Fernsprech-Ortsnetze und weniger in dem Wunsch nach einem einheitlich aussehenden Fernsprechapparat begründet.

Wenn als Normen das Treffen einer Vereinbarung für die künftig einheitliche, bereits hinreichend bewährte Ausführung z. B. von Fernsprechapparateilen bezeichnet wird, so erscheint es verfrüht, die Wähltastenanordnung für den Fernsprechapparat

BILD 2

Modell eines Tastenwahl-Fernsprechapparates



zu normen. Über Erprobungen im begrenzten Benutzerkreis – begrenzt schon wegen der recht beschränkten Teilnehmerzahl der wenigen in Betrieb befindlichen bzw. vorübergehend in Betrieb genommenen Vermittlungseinrichtungen, die für Tastenwahl eingerichtet sind – ist bisher kein Tastenwahl-Fernsprechapparat hinausgekommen. Wichtiger als eine in allen Einzelheiten weltweit einheitlich ausgeführte Wähltastatur anzustreben oder gar als allein zulässig zu erklären, erscheint zunächst die Aufgabe, eine Wähltastatur zu finden, die sich nicht nur in einen Tastenwahl-Fernsprechapparat für den Hauptanschluß und für den Nebenanschluß, sondern auch in die zahlreichen anderen Apparatetypen, wie Reihenapparate und Fernsprechapparate für Vorzimmeranlagen, einfügen läßt. Angesichts der regionalen Verschiedenheiten dieser Apparaturen, die sich unter dem Einfluß neuer Schaltungsprinzipien mit großer Wahrscheinlichkeit ändern werden, wird es nicht leicht sein, eine Wähltastatur vorzuschlagen, die weltweit anerkannt werden kann; im Handstreich dürfte dieses Problem gewiß nicht zu bewältigen sein. Es muß auch damit gerechnet werden, daß mit einer einzigen Tastaturausführung den zum Teil unterschiedlichen Gegebenheiten für den Fernsprechapparat des Hauptanschlusses, des Nebenanschlusses und der Nebenstelle, die mit einer Vorzimmeranlage oder einem Wahlhilfsmittel für die Wahl ins öffentliche Netz ausgestattet ist, gar nicht entsprochen werden kann.

Es wird nicht als schädlich angesehen, daß die verschiedenen Hersteller von Fernsprechapparaten im Verlaufe ihrer Entwicklungsarbeiten zu unterschiedlichen Ausführungen für einen Tastenwahl-Fernsprechapparat gelangen können. Bezogen auf die Gesamtzahl der Fernsprechanschlüsse wird die Zahl der mit Tastenwahl auszurüstenden Sprechstellen für eine Reihe von Jahren ohnehin nur verhältnismäßig klein sein können, weil die Voraussetzungen für die Tastenwahl in den vorhandenen Vermittlungseinrichtungen zumeist nicht gegeben sind. Wegen der erheblichen Kosten, die bei nachträglicher Umstellung bestehender Ämter – falls eine Umstellung aus Systemgründen überhaupt in Frage kommt – anfallen, können solche Ämter erst nach einer längeren Zeit für Tastenwahl eingerichtet sein. Die Hersteller von Fernsprechapparaten haben somit in Zusammenarbeit mit den Verwaltungen Gelegenheit, während einiger Jahre die von ihnen entwickelten Tastenwahl-Fernsprech-

apparate unter allen interessierenden Einsatzbedingungen im praktischen Betrieb zu erproben und dann nach Auswertung der Ergebnisse Normabsprachen über den oder die am besten befundenen Tastatur-Typ bzw. -Typen zu treffen.

Eine solche Verfahrensweise steht nicht im Widerspruch zur Absicht der Deutschen Bundespost, den Eigentümern von Nebenstellenanlagen die Freizügigkeit gegenüber den Herstellern der Nebenstellenanlagen zu erhalten. Hierfür ist eine wesentliche Voraussetzung, daß die Tastenwahl-Fernsprechapparate der verschiedenen Hersteller an jede für Tastenwahl zugelassene Nebenstellenanlage angeschlossen werden können, was wiederum voraussetzt, daß die Tastenwahl-Kennzeichen – nicht aber die Wähltastatur selbst – für die Nebenstellentechnik möglichst frühzeitig genormt werden. Es besteht die begründete Aussicht, daß die Tastenwahl-Kennzeichen, die dem Übertragen der Wählinformation vom Fernsprechapparat der Nebenstelle zur Nebenstellenanlage dienen, im Bereich der Bundesrepublik Deutschland schon in naher Zukunft genormt werden können. Eine entsprechende Übereinkunft für die Nebenstellentechnik wird auch dadurch erleichtert, daß die Tastenwahl-Kennzeichen der Nebenstellentechnik den vielfältigeren Bedingungen einer Tastenwahl im öffentlichen Fernsprechnetzw nicht vollständig entsprechen müssen.

Literatur:

- [1] Obermann, R. M. M.: The Bridge Marker Key Automatic Switching System. 's-Gravenhage – Algemene Landsdrukkerij 1947.
- [2] Broberg, W.: Some Practical Experiences of Key-Set Telephone Subscriber's Instruments. Tele (1954) S. 25–29.
- [3] Geels, B. H., und Scheffer, N.: Keyset Selection of Telephone Numbers. Philips Telecom. Rev. 17 (1956) No. 1, S. 30–37.
- [4] Meacham, L. A., Power, I. R., und West, F.: Tone Ringing and Push Button Calling. Bell Syst. Techn. J. 37 (1958) S. 339–360.
- [5] Deininger, R. L.: Human Factors Engineering Studies of the Design and Use of Pushbutton Telephone Sets. Bell Syst. Techn. J. 39 (1960) S. 995–1012.
- [6] Etzel, F.: Zur Frage der Code- und Tastaturwahl. NTZ 14 (1961) S. 57–61.
- [7] Oden, H.: Probleme der Tastwahl. NTZ 14 (1961) S. 62–68.
- [8] Oden, H.: Zur Normung der Wähltastatur für Fernsprechapparate. NTZ 17 (1964) S. 197–201.
- [9] Memelsdorff, M., und Wiedemann, K.: Drahtgebundene Fernmelde- und Signaltechnik. ETZ-A 81 (1960) S. 491–498 Bild 1, 3 u. 5.
- [10] Giese, K., Maul, K., und Wiedemann, K.: Drahtgebundene Fernmelde- und Signaltechnik. ETZ-A 83 (1962) S. 460 Bild 7.
- [11] vom Berge, E., und Keßler, A.: Die optimale Ausbildung einer Wähltastatur. TN-Nachrichten (1965) Heft 63, S. 33–36.
- [12] vom Berge, E.: 50-Hz-Tastenwahl in Nebenstellenanlagen. TN-Nachrichten (1965) Heft 63, S. 37–38.

Die optimale Ausbildung einer Wähltastatur

von Ekkehard vom Berge und Arthur Keßler

DK 621.395.636.1

Der Wunsch des Fernsprechteilnehmers, möglichst schnell auf einfache Weise und ohne Beteiligung dritter Personen mit dem Gesprächspartner verbunden zu werden, zwang die Techniker schon früh zur Entwicklung eines brauchbaren Wählverfahrens. In La Porte, Indiana/USA, wurde bereits 1892 mit drei Tasten gewählt (Bild 1) [1]. Mit der ersten Taste schaltete man die Hunderter-, mit der zweiten die Zehner- und mit der dritten die Einerziffern. Für die Wahl der Nummer 157 zum Beispiel wurden nacheinander die Hundertertaste einmal, die Zehnertaste 5mal und die Einertaste 7mal gedrückt. Diese Wählmethode war umständlich; es entstanden viele Fehler, denn der Benutzer mußte nicht nur im richtigen Rhythmus die genaue Impulszahl geben, sondern auch zusätzliche Gedankenarbeit leisten, um den richtigen Stellenwert einer Ziffer zu erfassen. Die Entwicklung des Nummernschalters, dessen grundsätzlicher Aufbau bis heute beibehalten wurde, war daher bereits ein wichtiger Fortschritt.

Der Benutzer eines Fernsprechers verlangt aber nicht nur eine einwandfreie Funktion des Gerätes, sondern er erwartet außerdem ein Höchstmaß an Bedienungskomfort. Es ist deshalb nur eine Frage der Zeit und der Finanzierung, wann der langsame Nummernschalter von einer schnell und leicht zu bedienenden Tastatur verdrängt werden wird.

Leider muß in diesem Fall nicht nur der Teilnehmerapparat mit Nummernschalter gegen einen mit Tastatur ausgetauscht werden, sondern auch die zentralen Vermittlungsstellen müssen für die besonderen Aufgaben der Tastenwahl eingerichtet sein. Deshalb wird die Tastenwahl trotz ihrer Vorzüge erst allmählich im Verlaufe langfristiger Investitionen eingeführt werden können.

Statistischer Vergleich

Im Bild 2 sind die Geschwindigkeiten bei Nummernschalter- und Tastenwahl verglichen [2].



BILD 1

Fernsprechapparat mit Wähltasten aus dem Jahre 1892

Für die Wahl beliebiger 6stelliger Rufnummern ergeben sich statistische Verteilungskurven, aus denen die überlegene Geschwindigkeit der Tastenwahl klar hervorgeht. Das Maximum der Tastenwahl liegt bei 2,25 Sekunden, während die Nummernschalterwahl fast die vierfache Zeit benötigt. Der theoretische Streubereich bei der Nummernschalterwahl liegt zwischen 4,5 Sekunden für das sechsfache Wählen der Ziffer 1 und 14 Sekunden für die sechsmalige Wahl der Ziffer 0.

Bei der Tastenwahl werden für 6 gleiche Ziffern als kürzeste Zeit 0,74 Sekunden benötigt. Die längsten Wählzeiten sind nicht zu definieren, weil sie meist durch Unterbrechen des Wahlvorganges, z. B. Nachschlagen im Telefonbuch, entstehen.

Reihentest über das Wahlverhalten bei Tastenwahl

Es wurden umfangreiche Untersuchungen angestellt [1...6], bei welcher Anordnung der Tasten, bei welcher Tastenform, Form des gesamten Apparates usw. eine höchstmögliche Bequemlichkeit, Schnelligkeit und Fehlerfreiheit der Wahl erzielt wird. In einigen Amtsvermittlungsstellen und Nebenstellenanlagen des In- und Auslandes wurde das Teilnehmerverhalten bei der Tastenwahl untersucht und durch Befragen festgestellt, welche Erfahrungen die Teilnehmer mit dem neuen Wählsystem gemacht hatten und welche Wünsche sie für die Entwicklung neuer Tastenwahlapparate äußerten. Wertet man diese Ergebnisse aus, ist allerdings zu bedenken, daß die zu prüfenden Tastaturen in vorhandene, nicht für den Einbau einer Tastatur vorgesehene Apparategehäuse eingesetzt wurden. Dabei waren verschiedene Kompromisse zu schließen, die das Resultat der subjektiven Beurteilungen häufig verfälschten.

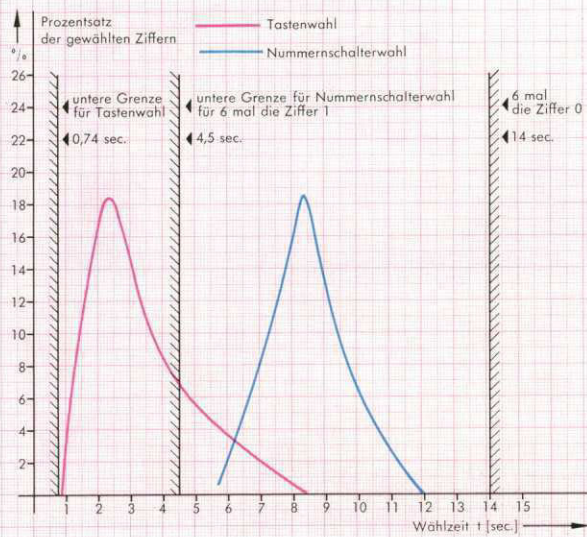


BILD 2 Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten bei Nummernschalterwahl und Tastenwahl

Als Beispiel sei angeführt, daß eine Tastenanordnung $3 \times 3 + 1$ (Bilder 3b und 3c) besser an die für den Nummernschalter vorgesehene Stelle paßt und ein günstigeres Aussehen ergibt als zum Beispiel eine Tastatur mit 2 Reihen zu 5 Tasten (Bild 3a). Eine wissenschaftliche Arbeit [2] klärt das Zusammenspiel von Mensch und Tastatur unter den verschiedensten Gesichtspunkten. Die im Bild 3 gezeichneten Tastenanordnungen wurden von einer hinreichend großen Anzahl Versuchspersonen getestet; drei Tastaturen fanden besonderen Anklang:

- 1) eine Anordnung mit 2 Reihen zu 5 Tasten, beschriftet in der natürlichen Leseweise, also mit Ziffer 1 links oben beginnend (Bild 3a);
- 2) eine Tastatur wie bei den Rechenmaschinen, jedoch mit abweichender Beschriftung (Bild 3b);
- 3) die normale Rechenmaschinentastatur (Bild 3c).

Diese drei Tastaturen wurden nach dem ersten Reihentest noch einmal gesondert geprüft, weil anzunehmen ist, daß man sich bei einer später festzulegenden Norm für eine dieser drei Möglichkeiten entscheiden wird.

Jede Versuchsperson wählte im Test auf den drei verschiedenen Tastaturen je fünf 6stellige Rufnummern. Fünf Rufnummern mehr als dreimal hintereinander wählen zu lassen, erschien ungünstig, weil dabei die Konzentration der Versuchspersonen zu stark abnahm. Um gleiche Voraussetzungen für das Beurteilen zu schaffen, waren die Tastaturen

in einheitliche, neutrale Gehäuse eingesetzt (Bild 4). Sie wurden zyklisch vertauscht, so daß schließlich jede Tastatur mit jeder verglichen werden konnte. Kontrolldrucker zeichneten die getasteten Ziffernfolgen nach benötigter Wählzeit und Fehlerhäufigkeit auf. Dieser Test wurde zweimal täglich, über mehrere Wochen hinweg, mit einem Kreis von 129 Personen aus verschiedenen Berufen wie z. B. kaufmännischen Angestellten, Laborantinnen, Zeichnern, Ingenieuren, Hilfsarbeitern, Putzfrauen und Telefonistinnen durchgeführt. Im Anschluß an jeden Test entschieden sich die Versuchspersonen für die ihrer Meinung nach beste und schlechteste der gerade benutzten Tastaturen; nach der Beliebtheit ergaben sich eine positive und negative Reihenfolge.

Es erwies sich, daß Personen, die beruflich viel mit Tastaturen zu tun haben, wie Telefonistinnen und Stenotypistinnen, erstaunlicherweise nicht auf der Rechenmaschinentastatur (Bild 3c) sondern auf der $3 \times 3 + 1$ -Tastatur (Bild 3b) die höchsten Geschwindigkeiten erzielten. Alle anderen Personen erreichten mit der 2×5 -Tastatur die günstigsten Werte.

Ergebnis der Studie

Zusammenfassend ergibt sich, daß ein kleiner Kreis besonders geübter Teilnehmer die Tastenanordnungen $3 \times 3 + 1$ (Bilder 3b und 3c) bevorzugt, weil sie wegen der geringeren mittleren Griffweite eine etwas höhere Wählgeschwindigkeit zulassen. Dabei würde die Rechenmaschinentastatur zwar eine Vereinheitlichung im Büro bedeuten, aber den Wählenden zu einer sinnwidrigen Leseweise zwingen. Die Mehrzahl der Benutzer eines Fernsprechapparates besteht jedoch nicht aus Vielsprechern. Die 2×5 -Tastatur stellt für sie und damit für den Normalfall die günstigste Lösung dar.

Konstruktive Merkmale einer günstigen Tastatur

Neben der räumlichen Anordnung des Tastenfeldes ist auch der konstruktive Aufbau der einzelnen Taste von Bedeutung. Dabei sind Kraft-Weg-Charakteristik, Oberflächengestaltung, Flächen und Zifferngröße sowie die Farbe zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen. Auf diesem Gebiet besitzt die Schreibmaschinenindustrie große Erfahrung. Die Tasten der neuesten elektrischen Schreibmaschinen gelten als vorbildlich. Es liegt deshalb nahe, diese Erfahrung für die Tastaturen der Fernsprechapparate auszuwerten.

Die Taste soll leicht zu betätigen sein, jedoch nicht

so leicht, daß die Gefahr besteht, die danebenliegende Taste ungewollt mitzudrücken. Beim Tastendruck muß der Teilnehmer einen deutlichen Widerstand spüren und fühlen, daß die Taste korrekt durchgedrückt wurde. Deshalb ist ein leichter Druckpunkt zu Beginn des Arbeitsweges günstig, nach dessen Überwindung die Taste bis zum Anschlag „durchfällt“. Das Kraft-Weg-Diagramm einer idealen Taste hat den im Bild 5 gezeichneten Verlauf.

Die Auflagefläche für den Finger muß genügend groß sein, um den Druck auf die Fingerkuppe kleinzuhalten. Eine Fläche von etwa 13×13 mm ist optimal, doch sind auch größere Maße durchaus brauchbar. Die Tastenkappe sollte wie bei den Schreibmaschinen leicht konkav sein, um die Fingerkuppe zu führen und ein Abrutschen zu verhindern. Die Schrift muß bei einer Höhe von mindestens 4 mm klar und einprägsam sein. Es ist nicht nötig, die Ziffern auf dem Apparategehäuse zu wiederholen, weil die Auswahl der richtigen Taste vor dem Aufsetzen des Fingers abgeschlossen ist. Da der Fernsprechapparat meistens nicht in unmittelbarer Nähe, sondern im Abstand einer Armlänge steht, müssen die Tasten so geneigt sein, daß die Beschriftung gut erkennbar ist; ihr Neigungswinkel darf aber nicht so groß sein, daß der

Apparat durch die Horizontalkomponente des Tastendruckes verschoben wird. Der günstigste Winkel liegt bei $20^\circ \dots 25^\circ$ zwischen Betätigungsfläche und Tischplatte.

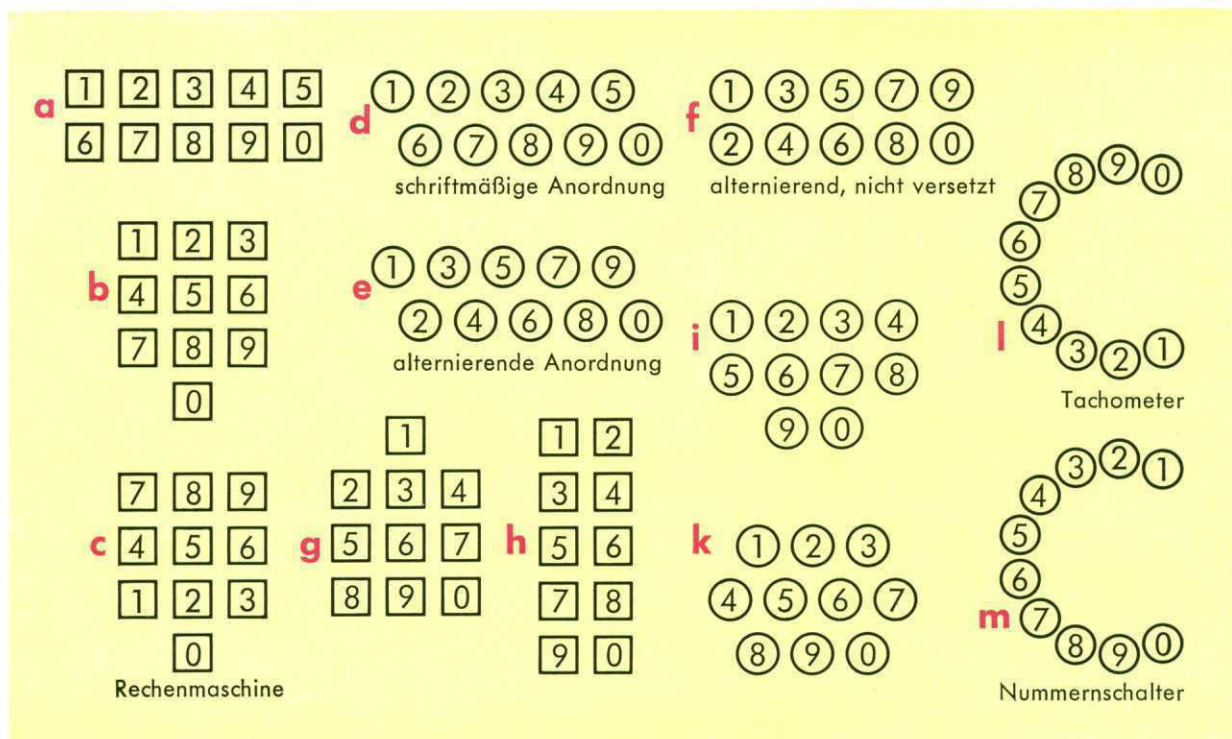
Ein weiteres wesentliches Merkmal ist der Tastenabstand. Zum einen darf er nicht zu groß sein, um keinen Raum zu verschenken, und zum anderen, weil der Teilnehmer sonst beim Tasten mit dem Finger zu große Wege zurücklegen muß. Er sollte aber auch nicht zu gering sein, da sonst leicht zwei benachbarte Tasten gleichzeitig betätigt werden, was zur Falschwahl führen kann. Es hat sich gezeigt, daß der günstigste Abstand zwischen den beiden Tastenkappen etwa 5 mm ist, der Mittenabstand bei einer Flächengröße von 13×13 mm also 18 mm beträgt.

Mit diesen Angaben wurden die wesentlichen Konstruktionsmerkmale einer zweckmäßigen Tastatur umrissen. Die angeführten Optimalwerte sind nicht als zwingende Forderung anzusehen, sondern es muß mit Rücksicht auf konstruktive und wirtschaftliche Gesichtspunkte eine Lösung in der Nähe dieser Werte gefunden werden.

Ein wichtiger Faktor: die Wählzeiten

Neben den bisher beschriebenen Anforderungen an die Konstruktion einer Tastatur interessiert be-

BILD 3 Die untersuchten Tastenanordnungen



sonders das Verhalten des Teilnehmers beim Wählen. Folgende Fragen sind zu beantworten:
Wie schnell kann gewählt werden?
Welche kürzesten Impuls- und Pausenzeiten sind zu erwarten?
Wie verhält sich der Mensch beim Eintasten längerer Ziffernfolgen?
Wie groß ist die Fehlerhäufigkeit?
Die natürlichen Reaktionen des Menschen setzen der Tastgeschwindigkeit Grenzen, die – exakte Tastenbetätigung vorausgesetzt – nicht unterschritten werden können.
Bei 1000 registrierten und ausgewerteten Tastenbetätigungen betrug die Impulszeit (Kontakt geschlossen) im Mittel etwa 100 ms, die Pausenzeit (Kontakt geöffnet) 150 ms. Impuls- und Pausenzeiten waren zu 98% länger als 50 ms. Kürzere Zeiten sind praktisch nur möglich, wenn die Tasten nicht exakt betätigt, z. B. nicht richtig durchgedrückt werden. Die Empfangseinrichtungen für Tastenwahl müssen also Tastzeiten von mindestens 50 ms Dauer sicher auswerten können.
Diese Werte beziehen sich auf einen einmaligen Tastendruck. Die Verhältnisse bei der Wahl einer viestelligen Rufnummer liegen etwas anders, weil es erfahrungsgemäß nicht möglich ist, einer extrem kurzen Impulszeit auch eine extrem kurze Pausenzeit folgen zu lassen.
Die Summe aus Impuls- und Pausenzeit beträgt beim Eintasten einer 6stelligen Rufnummer aus dem Gedächtnis im Mittel 360 ms. Der Minimalwert liegt bei 150 ms. Die angegebenen Zahlen zeigen, daß es für einen geübten Teilnehmer möglich ist, in einer Sekunde drei bis vier Ziffern einzutasten.



BILD 4
Neutrales Gehäuse
mit Versuchstastatur

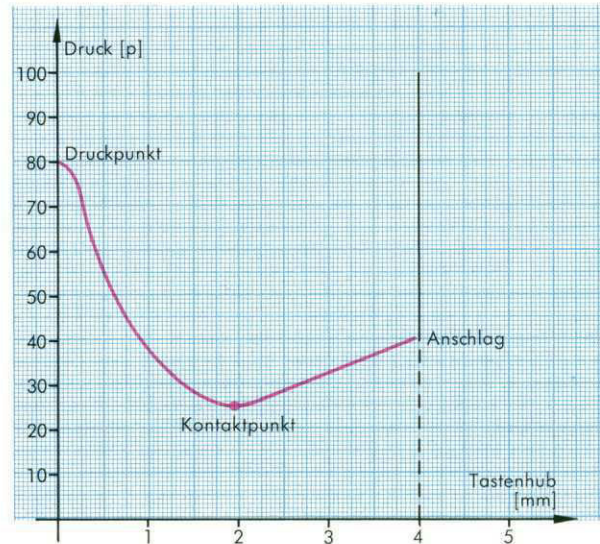


BILD 5
Kraft-Weg-Diagramm einer idealen Wähltaste

Die Fehlerhäufigkeit ist bei der Tastenwahl geringer als beim Wählen mit dem Nummernschalter, weil der Teilnehmer in seinem eigenen Rhythmus tasten kann; durch den Nummernschalter werden ihm Pausen aufgezwungen, die ihn ablenken.

Ausblick

In den letzten fünfzehn Jahren verstärkt sich immer mehr der Trend, den Drehschalter durch Tasten zu ersetzen. Überall wird dieses Bestreben deutlich, angefangen beim einfachen Lichtschalter über die Rundfunk- und Fernsehgeräte bis hin zu modernen Industrieanlagen. Führt man die Tastenwahl in der Fernsprechtechnik ein, setzt man nur eine bereits einmal begonnene und nicht mehr aufzuhaltende Entwicklung konsequent fort.

Literatur:

- [1] Benson, M. L., Crutchfield, F. L. und Hopkins, H. F.: Application of Touch-Tone Calling in the Bell System. Communications and Electronics 82 (1963) 65.
- [2] Kannemann, R.-D.: Untersuchungen über das Teilnehmerverhalten beim Wählen mit Nummernscheiben und Tastaturen. Diplomarbeit TH Aachen 1961.
- [3] Deininger, R. L.: Human Factors Engineering Studies of the Design and Use of Pushbutton Telephone Sets. Bell Syst. Techn. J. (1960) S. 995-1012.
- [4] Faherty, S. L. and Howell, A. S.: A Military 4-Wire Field Telephone incorporating an Electronic Signalling System. Communications and Electronics 79 (1960) 48.
- [5] Oden, H.: Probleme der Tastwahl. NTZ 14 (1961) S. 62-68.
- [6] Albrecht, H.: Die Teilnehmerstation heute und in Zukunft. Technische Mitteilungen PTT (1963) 4, S. 110.

50-Hz-Tastenwahl in Nebenstellenanlagen

von Ekkehard vom Berge

DK 621.395.636.1

Ebenso wie in den Anfangstagen der automatischen Vermittlungstechnik wählt heute der Telefonbenutzer den gewünschten Anschluß mit einem Nummernschalter, den er bei der Wahl der Rufnummer aufzieht und dann mit der vorgegebenen Geschwindigkeit ablaufen läßt.

Die vom Nummernschalter erzeugten Impulse betätigen in der Fernsprechkentrale mechanische Schaltglieder und bauen die gewünschte Verbindung von Wahlstufe zu Wahlstufe auf.

Durch langjährige Erfindertätigkeit und die damit verbundene weitere Entwicklung bietet diese bewährte Technik dem Teilnehmer neben ihrer Zuverlässigkeit und Einfachheit einen normalerweise ausreichenden Bedienungskomfort.

Trotz unbestrittener Vorzüge dieser konventionellen Nummernschalterwahl werden seit einigen Jahren Verfahren für die Tastenwahl entwickelt und erprobt, weil sich herausgestellt hat, daß das Wählen mit einer Tastatur gegenüber der bisherigen Methode klare Vorteile bietet. Einmal ist es leichter und bequemer, eine Taste zu drücken, als durch vielkomponentige Hand- und Fingerbewegungen einen Nummernschalter aufzuziehen; andererseits wird die Wählgeschwindigkeit nicht mehr vom langsamen Ablaufrhythmus der Wählimpulse begrenzt, sondern allein durch die Geschicklichkeit des Teilnehmers.

Die Tastenwahl-Technik ist allerdings nur in Verbindung mit einem Vermittlungssystem vorteilhaft, welches so schnell arbeitet, daß der angewählte Teilnehmer unmittelbar nach dem letzten Tastendruck gerufen wird. Die Anwendung von Tastenwahl in Impulswahl-Zentralen ist deshalb nicht sinnvoll, weil der wählende Teilnehmer nach der schnellen Tastenwahl doch wieder auf den Verbindungsaufbau warten muß.

Bei der Deutschen Bundespost sind heute erst wenige Tastenwahl-Versuchssämter in Betrieb, in denen sie Erfahrungen mit den unterschiedlichen Systemen sammeln kann.

Diese Versuchszentralen werden später vielleicht die Kernpunkte eines allmählich wachsenden Tastenwahlnetzes, jedoch stehen der weiteren Entwicklung die notwendigen hohen Investitionen sehr im Wege.



BILD 1 TN-Nebenstellenapparat für interne Tastenwahl

Die meisten Teilnehmer werden deshalb noch für viele Jahre wie bisher mit dem Nummernschalter zum Amt wählen. Eine Tastenwahl mit dem Vorteil des schnellen Verbindungsaufbaues wird auf lange Sicht nur innerhalb der Nebenstellenanlagen möglich sein. Die Anwendung von interner Tastenwahl, verbunden mit der externen Nummernschalterwahl, ist im TN-Tastenwahl-Nebenstellenapparat (Bild 1) verwirklicht. Bei dieser Lösung kann auf den teuren zusätzlichen Umsetzer, der für die Wahl zum Amt die Tastenwahlinformationen in Impulsfolgen umwandelt, verzichtet werden. Diese wirtschaftliche Lösung ist um so mehr vertretbar, als bei eingehenden Untersuchungen festgestellt wurde, daß von den abgehenden Verbindungen der Nebenteilnehmer nur etwa 20% auf den Amtsverkehr entfallen. Unter den 80% Internverbindungen ist ein hoher Anteil an Kurzgesprächen, bei denen die Wählzeit gegenüber der reinen Gesprächszeit deutlich ins Gewicht fällt. Diese Zeit des Verbindungsaufbaues wird durch die Tastenwahl stark verkürzt, so daß der Teilnehmer gegenüber der Nummernschalterwahl zeitliche Vorteile genießt [1].

Bild 2 zeigt die Schaltung des Teilnehmerapparates. Sie enthält außer der normalen Sprechkreisschaltung des neuen Fernsprechapparates Fe Ap 61 der Deutschen Bundespost den Tastensatz mit vier Kode-Dioden (unten) und ein FSK-Haftrelais H zum Überbrücken der Tastenkontakte T 1 ... T 0 (rechts oben). Diese zum Auftrennen der Schleife benötigten Kontakte werden im Gesprächszustand von dem Edelmetallkontakt h des FSK-Haftrelais überbrückt, so daß keine störenden Geräusche durch die in Serie liegenden Kontakte auftreten können.

Vor der Wahl wird der Kontakt h des Haftrelais durch Umpolen des Speisestromes geöffnet und nach Wahlende geschlossen. Da das Haftrelais zum Halten keinen Strom benötigt, erhält das Kohlemikrofon den vollen Speisestrom.

Die einzelnen Bauteile, wie Tastensatz, Nummernschalter, Erdtaste, Anschlußschnur und Handapparat, sind steckbar mit der gedruckten Schaltung verbunden.

Die Tastenwahlinformation kann vom Teilnehmerapparat zur Nebenstellenzentrale – durch Ausnützung der an der Sprechstelle vorhandenen Erdverbindung – besonders einfach übertragen werden (Bild 3). Über die links gezeichneten Tasten wird Erdpotential, dem Kode entsprechend und zum Teil über Dioden an eine oder beide Sprechadern gelegt. Die Zentrale wertet den Tastendruck durch eine 50-Hz-Wechselspannung aus, die gegen Erde gelegt wird. Vier Kode-Relais, A, B, C, D, erkennen die positiven und negativen Halbwellen

auf beiden Adern und kennzeichnen über eine Kontaktpyramide (aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet) die jeweils gewählte Ziffer. Wird beispielsweise die Taste 6 betätigt, so liegen durch die direkte Erdverbindung an der a-Ader beide Halbwellen, während über die Diode D₃ nur positive Halbwellen auf die b-Ader gelangen. Die Kode-Relais A, B und C ziehen an, schalten die Kontaktpyramide und kennzeichnen den Ausgang 6. Damit ist die Information vollständig übertragen und wird in der Zentrale weiterverarbeitet.

In Labor- und Betriebsversuchen sind mit diesem einfachen Tastenwahlverfahren bereits so gute Ergebnisse erzielt worden, daß nunmehr Versuche im größeren Rahmen gerechtfertigt sind.

Literatur:

- [1] Kannemann, R.-D.: Untersuchungen über das Teilnehmerverhalten beim Wählen mit Nummernscheiben und Tastaturen. Diplomarbeit TH Aachen 1961.

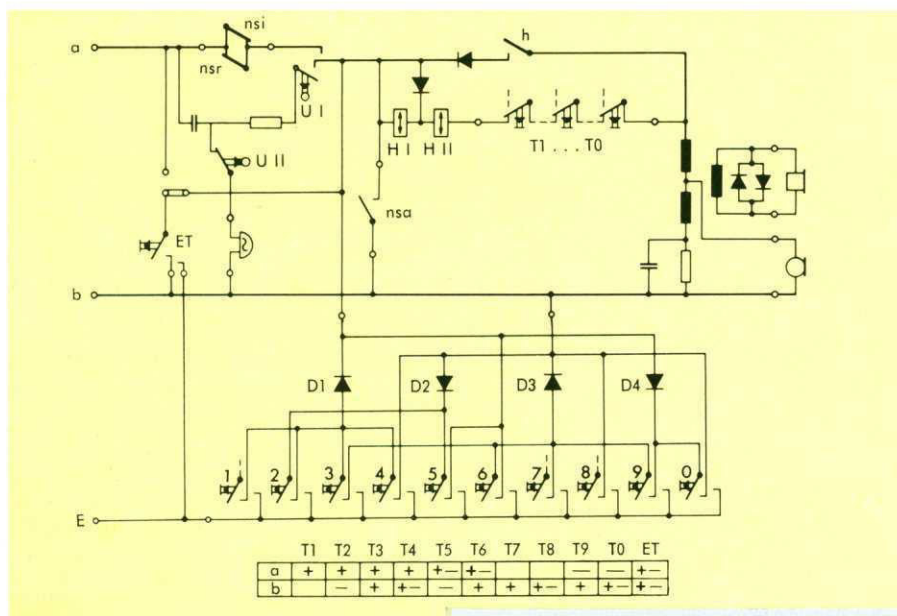


BILD 3
Prinzip der 50-Hz-Tastenwahl

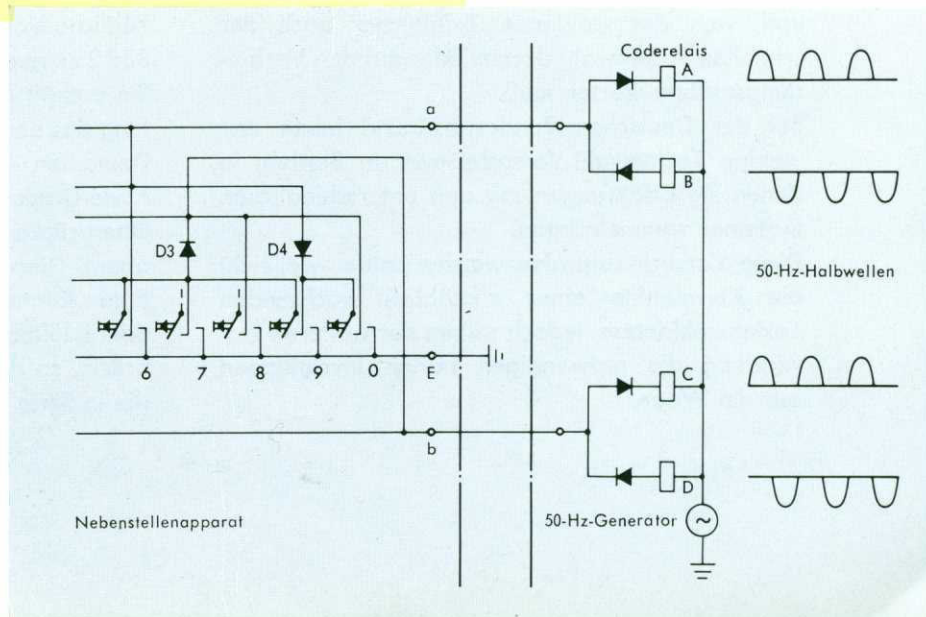
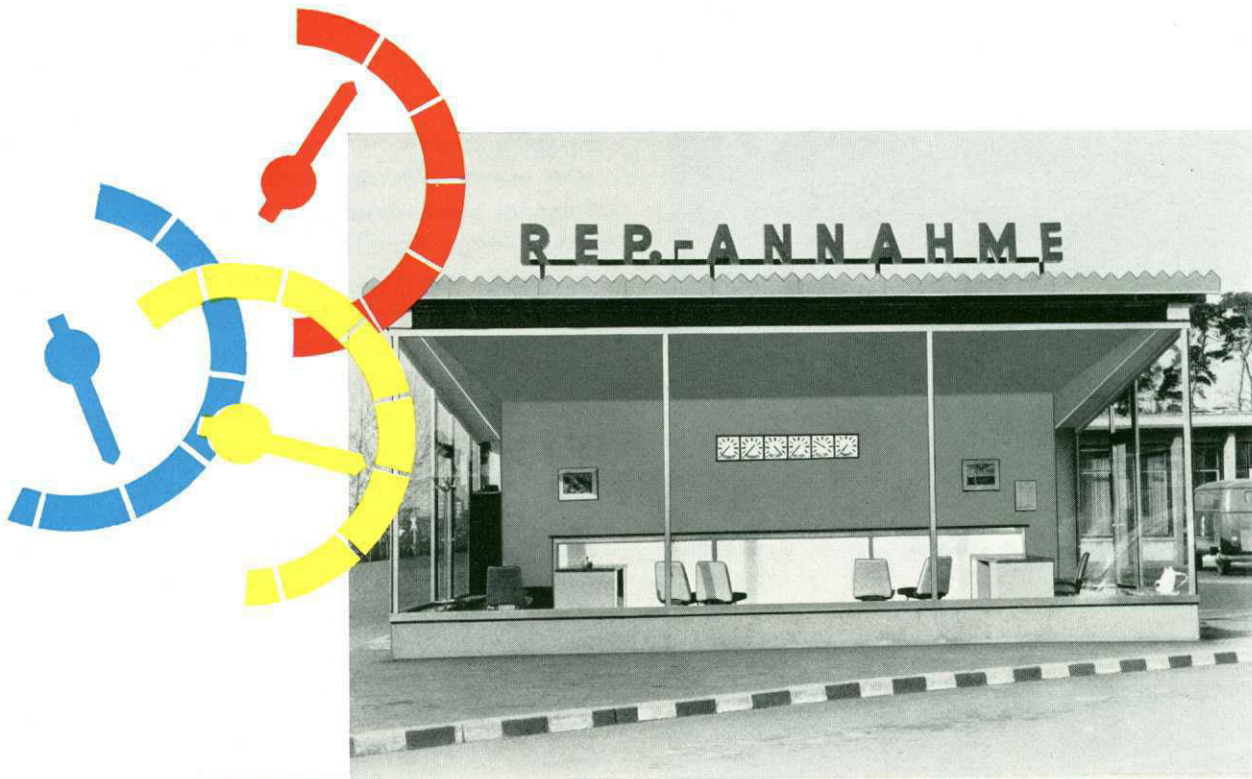


BILD 2
Schaltung des Fernsprechapparates
für interne Tastenwahl



Blick vom Parkplatz in die Reparatur-Annahme. Der Kundendienst-Berater kann bei Auftragserteilung am Kundenfahrzeug die Belegungszeit der einzelnen Abteilungen vom Parkplatz aus beobachten und dort bereits einen Termin nennen.

TN-Rationalisierungsanlagen in der Praxis - ein Erfahrungsbericht

von Karl Kögel *

DK 65.011.42:681.174.6

Durch die ständig zunehmende Motorisierung sieht sich das Kraftfahrzeughandwerk vor immer größere und schwierigere Aufgaben gestellt. Bei steigenden Produktionszahlen der Automobilfabriken und den damit verbundenen Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen ist es bei dem in der Vollbeschäftigung herrschenden Mangel an qualifizierten Arbeitskräften ein großes Problem, die anfallenden Reparatur-, Wartungs- und Pflegearbeiten zu bewältigen. Man baut deshalb moderne Reparaturbetriebe mit ebenso moderner Einrichtung; man gibt den Mechanikern die praktischsten und teuersten Werkzeuge und Hilfsmittel in die Hand; man arbeitet auch in Reparaturwerkstätten im Taktverfahren; man stellt die neuzeitlichsten Prüfstände auf, um zeitraubende Probefahrten zu umgehen, und man arbeitet nach Leistungslohn oder Prämiensystem, um den einzelnen Mann anzuspornen, seine Arbeit so schnell und so gut wie möglich durchzuführen. Es wird also alles getan, um das Fahrzeug des Kunden in den Werkstätten fachgerecht und schnell zu betreuen.

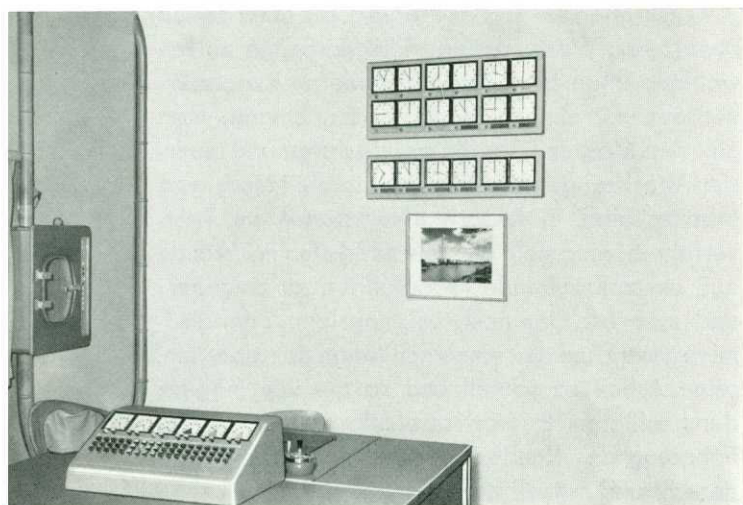
* Herr Kögel ist Betriebsleiter in der Fa. Wiest & Söhne GmbH, Darmstadt.



Das Belegungszeit-Tableau in der Reparatur-Annahme zeigt sowohl dem Kundendienst-Berater als auch dem Kunden an, bis zu welchem Zeitpunkt die einzelnen Reparaturabteilungen belegt sind.



In jeder Abteilung befindet sich neben dem Anzeigergerät ein Regal zum Speichern der eingegangenen Aufträge. Der Abteilungsmeister kann zu jeder Zeit erkennen, wieweit seine Abteilung belegt ist, und außerdem feststellen, aus welchen Einzelarbeiten sich die Belegungszeit zusammensetzt.



Aus dem Zeigerstand der Kapazitätsanzeiger errechnet der Disponent die Belegungszeit der zugehörigen Abteilungen und gibt die Werte über das Steuerpult an die Reparatur-Annahme weiter.

Ein guter Kundendienst ist jedoch nicht nur durch eine teure Werkstattausrüstung und geschultes Personal gewährleistet; er muß durch einen gut organisierten Arbeitsablauf ergänzt werden. Bei den heute immer häufiger vorkommenden Großbetrieben bestehen die organisatorischen Hauptaufgaben darin, die einzelnen Abteilungen zur Sicherung einer reibungslosen Auftragsabwicklung zu koordinieren und die vorhandene meist zu geringe Kapazität so hochprozentig wie möglich auszunutzen. Da sich in der Praxis ergeben hat, daß bei Betrieben mit mehr als 20 produktiven Kräften die menschliche Kontrolle über die Betriebsauslastung bereits schwierig und ab 40 produktiven Kräften fast unmöglich wird, haben namhafte Firmen Organisationsgeräte entwickelt, welche die Betriebsleitung bei dieser schwierigen Arbeit unterstützen sollen.

So hat TN in Verbindung mit der Kundendienstleitung des Volkswagenwerkes vor ca. 2 1/2 Jahren eine Rationalisierungsanlage entwickelt und erstmals in einem Reparaturbetrieb des VW-Großhändlers Autohaus J. Wiest & Söhne GmbH in Darmstadt eingesetzt [1].

Dieser an der Peripherie der Stadt errichtete und 1956 eröffnete Zweigbetrieb umfaßt ein Areal von annähernd 25 000 qm, davon ca. 11 000 qm Werkstatthallen mit 175 Arbeitsplätzen, von denen 80 mit Hebebühnen ausgestattet sind. Die Werkstattausrüstung wird stets auf dem neuesten Stand der Technik gehalten, und es können alle am Kraftfahrzeug vorkommenden Instandsetzungsarbeiten in diesem Betrieb durchgeführt werden.

Zur Reparatur-Belegschaft gehören ca. 130 Gesellen und 60 Lehrlinge, die auf Großreparatur-, Schnellreparatur-, Wartungsdienst-, Aggregate- und Karosserie-Abteilung, Sattlerei und Lackiererei verteilt sind. Jede Abteilung ist einem Meister unterstellt, und sämtliche Abteilungen sind durch Rohrpost und Wechselsprechanlage miteinander und mit Büro und Reparaturannahme verbunden. Daß bei dieser Betriebsgröße eine einwandfreie Auftragsabwicklung auf große Schwierigkeiten stößt, ist leicht verständlich. Eine wesentliche Hilfe bei der Lösung dieser Aufgabe sollte nun der TN-Kapazitätsanzeiger werden. Ob und wieweit er zu einem reibungslosen Reparaturablauf beigetragen hat, darüber soll dieser Erfahrungsbericht Aufschluß geben.

Wenn ein Organisations-Hilfs-Gerät angeschafft wird, welches nicht nur für den Betrieb, sondern

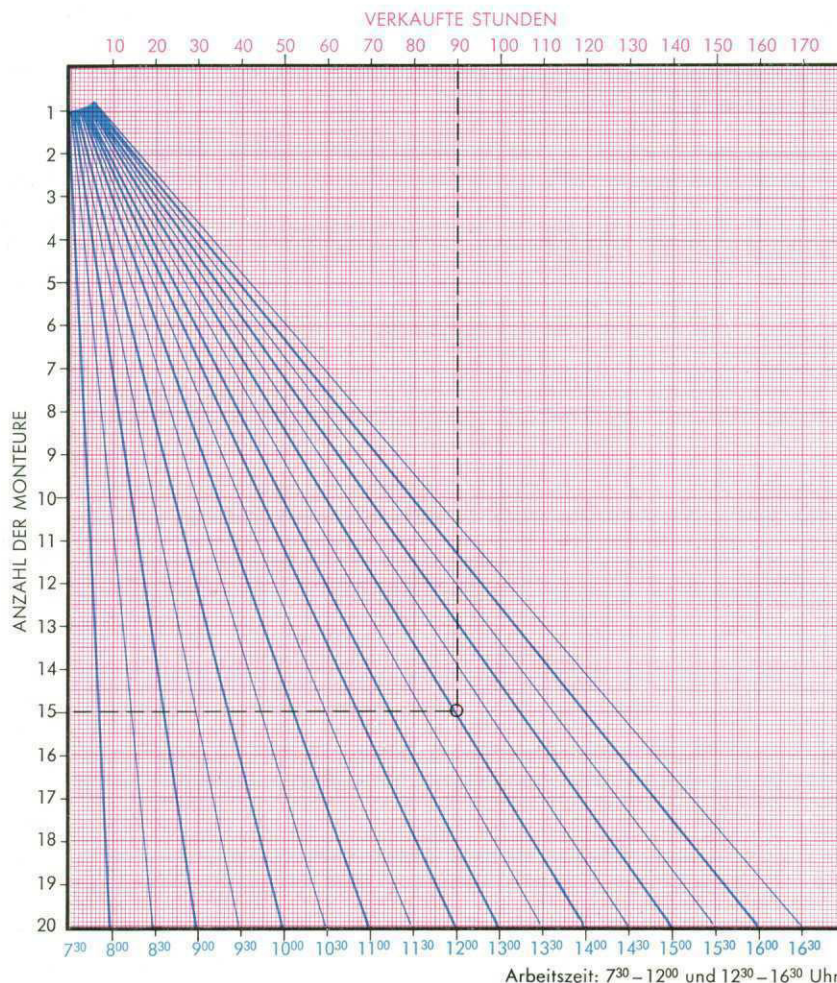
auch im gesamten Anwendungsbereich vollkommen neu ist, so darf man nicht voraussetzen, daß nach der Installation und Inbetriebnahme alles einwandfrei läuft und das Problem somit gelöst ist. Es muß zunächst in die bereits laufende Betriebsorganisation eingefügt werden, und man wird nicht umhin können, dies oder jenes den neuen Möglichkeiten anzupassen. Die Mitarbeiter müssen nach und nach aus ihrem alten Arbeitsrhythmus, der vielleicht schon die Grenze eines unmöglichen Zustandes erreicht hat, herausgeleitet und mit der neuen Organisationsstruktur vertraut gemacht werden. Gerade alte und bewährte Mitarbeiter neigen oft zu der Ansicht, daß man eine bestehende Auftragsabwicklung nicht stören und ändern soll. Es ist sehr schwer, diesen Leuten Fehler in der Organisation, die sie jahrelang für richtig gehalten haben, als Fehler zu beweisen und ihnen zu zeigen, daß die neue Methode die bessere ist. Hinzu kommt die häufige Skepsis gegen alles Neue und die Tatsache, daß jahrelanger Trott eine konservative Einstellung erzeugt und nährt. Um der Anlage zu einem guten Start zu verhelfen, war es erforderlich, daß an die zentrale Stelle, in die Disposition, ein Mann gesetzt wurde, der den ganzen Reparaturablauf lückenlos beherrscht und bei allen Mitarbeitern genügend Autorität besitzt. Dieser Disponent ist so wichtig, daß der Unternehmer sich nicht scheuen sollte, einen seiner fähigsten Leute auf diesen Platz zu setzen. Erst wenn die Disposition einwandfrei läuft und im Betrieb zur Selbstverständlichkeit geworden ist, kann man diese Stelle mit jedem guten und eifrigen Mitarbeiter mit genügenden Kenntnissen besetzen. Der Disponent hat alle Fäden der technischen Betriebsorganisation in der Hand und ist dem Unternehmer, den Meistern, den Kundendienstberatern und den Kunden ein wertvoller Helfer. Er stellt die vorhandene Kapazität der einzelnen Abteilungen fest. Die eingehenden Aufträge werden den jeweiligen Abteilungen angelastet, und das Verhältnis von Kapazität und verkauften Stunden ergibt die Belegungszeit, die er auf dem Tableau in der Reparaturannahme anzeigt. Vor dem Einplanen zieht er von der Richt- oder Vorgabezeit den Erfahrungswert des Prämienprozentsatzes ab, um durch Gutzeiten entstehende Leerlaufzeiten gegen Ende der täglichen Arbeitszeit zu vermeiden. Dies hört sich zwar einfach an und ist auch einfach; aber auch in unserem Betrieb mußte zuvor einiges geschehen. Da war zunächst unser Auf-

tragsformular, jahrelang bewährt und jedermann bekannt. Es war in dieser Form nicht mehr weiter zu verwenden. Die vier Blätter – je eines für den Kunden, die Werkstatt, die Buchhaltung und den Zeitnehmer – waren nicht mehr ausreichend. Die Blattzahl des Auftrages sollte es uns in Zukunft gestatten, jede an der Abwicklung beteiligte Abteilung bereits bei Auftragserteilung über ihre Arbeiten zu informieren. Nach dem alten System erfuhr ein Abteilungs-Meister erst von dem Auftrag, wenn das Fahrzeug mit der Laufkarte bei ihm ankam. Leider kam es früher allzu häufig vor, daß ein Fahrzeug nicht zeitig genug eintraf, um die in Auftrag gegebenen Arbeiten noch termingemäß durchführen zu können. Von nun an wußte man also schon bei Auftragserteilung, welche Arbeiten für die Abteilungen verkauft und eingeplant waren. Da wir jetzt aufgrund des Anzeigentableaus schon bei Auftragserteilung wußten, bis zu welcher Zeit die einzelnen Abteilungen belegt waren, konnten wir den Auftrag, der mehrere Abteilungen zu durchlaufen hatte, auch bei der Gruppe beginnen, die als nächste aufnahmefähig war. Es mußte also eine Rubrik „Durchlaufliste“ auf dem Auftragsformular vorgesehen werden. Der Kundendienstberater (KDB) mußte früher bei Auftragserteilung erst Rücksprache mit den Abteilungs-Meistern nehmen, um einen einigermaßen verbindlichen Termin nennen zu können. Oft genug war eine persönliche Rücksprache des KDB mit dem entsprechenden Meister in Verbindung mit dem Kunden erforderlich. Was dabei herauskam, waren meistens Versprechungen, die nicht gehalten werden konnten; denn der Meister hatte keine genaue Kenntnis davon, wieviel Arbeit bereits für seine Gruppe angenommen worden war. Jetzt, mit dem Tableau in der Annahme, ist das eine einfache Angelegenheit. Der KDB braucht die Annahme zwecks Termingestaltung nicht mehr zu verlassen. Er braucht auch keine Rücksprache mit dem Meister zu nehmen. Für den Termin zeichnet der Disponent allein verantwortlich, denn nur er allein weiß, wie weit die vorhandene Kapazität verkauft ist. Er zeigt die errechneten Uhrzeiten, für Kundendienstberater und Kunden deutlich sichtbar, auf dem Tableau in der Annahme an. Die sich aus Kapazität und Belegung ergebenden Uhrzeiten kann er von einer Tabelle ablesen. Da der Kunde sieht, daß in diesem Betrieb etwas für die Kapazitätsverplanung getan wird, versucht er nur selten, den ihm genannten Termin als ungerecht anzuzweifeln oder

zu ändern. Die KDB und Meister sind dadurch merklich entlastet worden. Die früher mit Rücksprache und Terminfeilschen verschwendete Zeit kann nun viel nutzbringender verwendet werden. Außerdem war vorher die Termingestaltung zu sehr den persönlichen Launen der maßgeblichen Leute ausgesetzt. Ein Meister oder Kundendienstberater der schlechte Erfahrungen mit Terminüberschreitungen gemacht hatte, wurde selbstverständlich für die Zukunft vorsichtiger. Die Folge einer zu vorsichtigen Annahme und Termingestaltung zeigte sich in sehr hohen Leerlaufzeiten. Es konnte also früher ohne weiteres vorkommen, daß der Betrieb noch aufnahmefähig war, während Kundendienstberater und Meister keine Arbeit mehr annahmen.

Wie erwartet, gingen die Leerlaufzeiten nach Inbetriebnahme der TN-Anlage merklich zurück, denn der Disponent hat nun außerdem die Mög-

lichkeit, „Leerläufer“ in stark frequentierte Abteilungen zu versetzen. So konnten wir den Wagendurchgang trotz fast gleicher Belegschaftsstärke und gekürzter Arbeitszeit von 1961 auf 1962 um 5,2% steigern. 1961 wurden von den Anwesenheitsstunden 82% und 1962 95% verkauft. 1961 hatten wir von den Anwesenheitsstunden 6,5% Leerlauf und 1962 nur 2,2%. Diese Zahlen beweisen, daß der richtige Einsatz des TN-Kapazitätsanzeigers die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes positiv beeinflusst; denn der Disponent hat die Möglichkeit, die vorhandene Kapazität fast 100%ig zu verkaufen. Er steuert mit Hilfe dieser Anlage den gesamten Betriebsablauf und sorgt durch das Errechnen und Anzeigen von Kapazität und Belegungszeit für eine hochgradige Betriebsauslastung. Außerdem gibt er dem Kundendienstberater die Gewähr, verbindliche Termine zu setzen und einzuhalten.



Literatur:

- [1] Merlin, G.: Der Kapazitätsanzeiger in einer VW-Werkstatt. TN-Nachrichten (1962) Heft 55, S. 23-26.

Mit Hilfe dieser graphischen Tabelle kann der Disponent die Belegungszeit der einzelnen Abteilungen ablesen und anschließend auf dem Anzeigetableau in der Reparatur-Annahme anzeigen.

Beispiel: Bei einem Personalstand von 15 Monteuren und 90 verkauften Stunden ist die Abteilung bis 14.00 Uhr belegt.



TN-Ferreed mit Flachschtzkontakten

von Edmund Gärtner

DK 621.318.56-213.4

In den vergangenen Jahren ist eine neue Relaisart bekanntgeworden, die wegen ihrer außerordentlichen Vorteile voraussichtlich eine große Bedeutung erlangen wird: das Ferreed [1]. Wie der Name, der sich aus den Abkürzungen für Ferrit und Reed-Kontakt (Schutzrohrkontakt) zusammensetzt, bereits sagt, besteht das Ferreed grundsätzlich aus einer sinnvollen Kombination von Dauermagneten mit Schutzrohrkontakten. Obwohl in Ferreeds neuer Bauart die Ferrit-Dauermagnete durch Magnete aus Legierungsstahl ersetzt sind und außerdem im FSK-Ferreed anstelle der Reed-Kontakte die TN-Flachschtzkontakte [2] verwendet werden, halten wir es für unzweckmäßig, von der Bezeichnung „Ferreed“ abzugehen. Dieser Name hat sich in der Fachwelt bereits eingebürgert, weil er, unabhängig von den verwendeten Bauelementen, ein Relais mit ganz bestimmten Betriebseigenschaften beinhaltet.

Das Ferreed ist, vom Anwender her gesehen, ein Relais mit Hafteigenschaften, d. h., es wird durch einen Stromstoß zum Anziehen gebracht und verbleibt ohne Energieaufwand in der betätigten Stellung. Schickt man einen Stromstoß mit um-

gekehrter Richtung durch das Relais, so fällt es ab. Im Gegensatz zum FSK-Haftrelais [3] werden die Kontakte nicht unmittelbar vom magnetischen Feld der Spule betätigt und dann von den Dauermagneten gehalten, sondern das Spulenfeld polt zunächst die Dauermagnete so um, daß diese in der Lage sind, die Flachsutzkontakte zum Anziehen zu bringen. Durch den Abwurfimpuls werden die Dauermagnete wiederum so gepolt, daß sich ihre Felder in ihrer Wirkung auf die Kontakte gegenseitig aufheben. Die Kontakte werden dann von keinem magnetischen Fluß mehr durchsetzt und öffnen. Der betriebliche Vorteil des FSK-Ferreeds ist darin zu sehen, daß sowohl der Haltestrom als auch ein eigener Haltekontakt eingespart werden können. Die Tatsache, daß über die Kontakte im betätigten Zustand ein zum Anziehen ausreichender magnetischer Fluß verläuft, der bei geöffneten Kontakten verschwindet, verleiht dem Ferreed eine große Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen.

Der prinzipielle Aufbau eines FSK-Ferreeds und der Verlauf der magnetischen Flüsse im betätigten und unbetätigten Zustand ist im Bild 1 dargestellt. Bild 2 zeigt die Einzelteile des FSK-Ferreeds, Bild 3 ein komplettes Relais.

Ein Dauermagnet aus einer Co-V-Fe-Legierung (Magnetoflex 40) mit rechteckiger Hystereseschleife ist mit zwei voneinander unabhängigen Spulen aus backbarem Draht bewickelt und durch sogenannte Streuflußleitbleche, die in der Mitte aufgesetzt sind, magnetisch in zwei Hälften geteilt. Auf diese Weise

werden aus einem Stück Legierungsstahl zwei voneinander unabhängige Dauermagnete gewonnen. Die Stirnseiten der Dauermagnete liegen an Leitblechen, die eine magnetisch leitfähige Verbindung zu den Kontakten herstellen. Um den Übergang des magnetischen Flusses auf die Eisenteile der Kontakte mit einem möglichst geringen Erregungsverlust (magnetischen Spannungsabfall der Ankopplung) zu erreichen, sind die Leitbleche so geformt, daß sie die Glaskörper der Kontakte umhüllen.

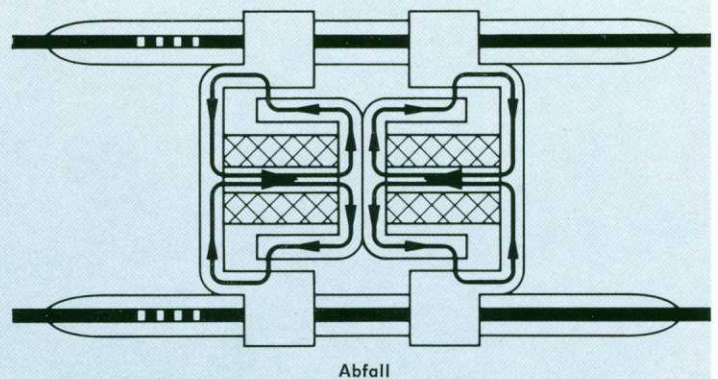
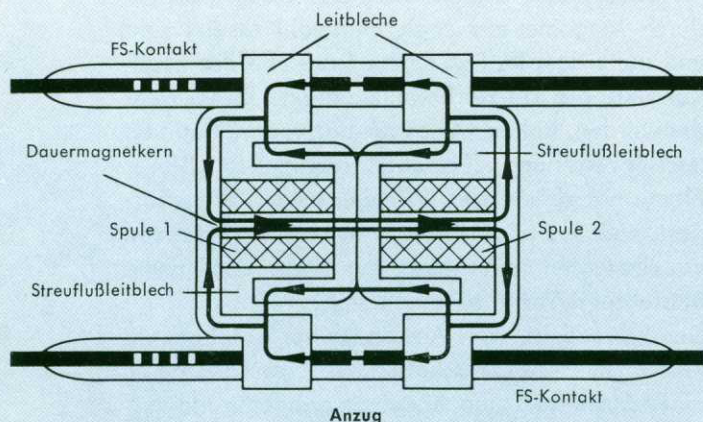
Hier zeigt sich ein wesentlicher Vorteil des Flachsutzkontaktes. Durch die flache Form des Glasröhrchens ist es möglich, mit Leitblechen sehr nahe an die Eisenteile der Kontakte heranzukommen und dadurch einen großflächigen Übergang des magnetischen Flusses bei kleinstmöglichem Luftspalt zu erzielen.

Zwischen den Leitblechen und dem Glasröhrchen ist soviel Luft vorhanden, daß eine Beschädigung der Kontakte als Folge von Verspannungen ausgeschlossen ist.

Das gesamte Magnetsystem ist in ein Gehäuse aus Messingblech eingebaut, das den Dauermagneten in seiner Lage fixiert und die Leitbleche mit Hilfe von Schränklappen an dessen Stirnflächen drückt. Um die Kontakte zum Anziehen zu bringen, gibt man einen Stromstoß auf die Spulen. Bei entsprechender Stromrichtung werden die Dauermagnete so gepolt, daß sie vom Gesamtfluß in gleicher Richtung durchflossen werden. Der Fluß schließt sich über die Kontakte, wobei allerdings

BILD 1

Prinzipieller Aufbau und magnetische Flüsse des FSK-Ferreeds



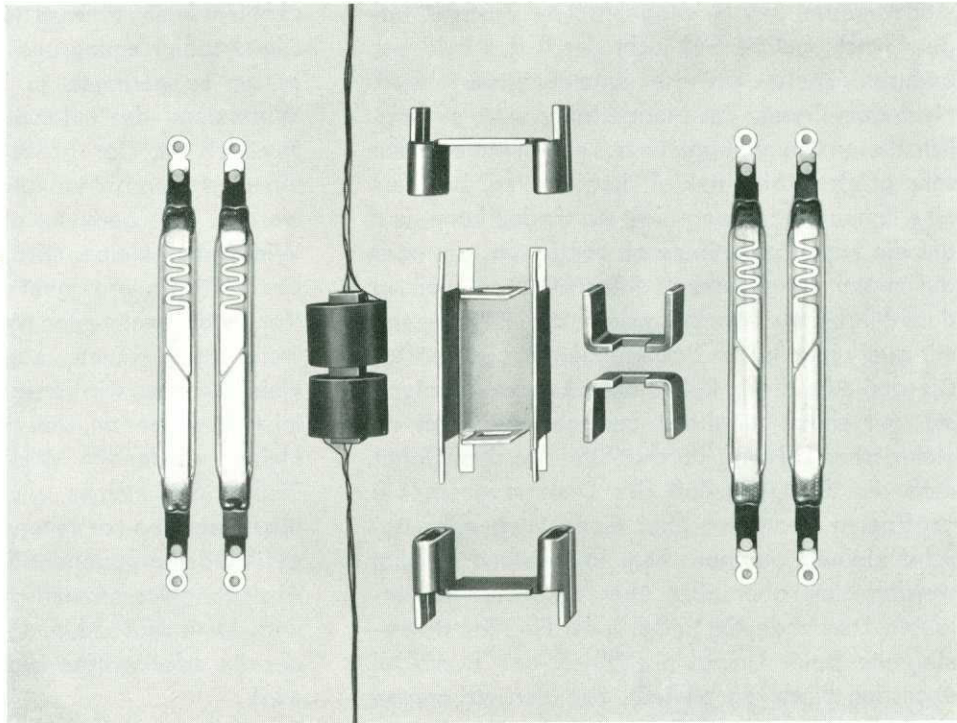


BILD 2

Einzelteile des FSK-Ferreeds

ein Teil des Flusses die Kontakte umgeht und über die Streuflußleitbleche, deren Funktion später erläutert wird, verläuft.

Dieser, wie sich zeigen wird, unvermeidbare Nebenschluß ist nicht schädlich, weil durch entsprechende Dimensionierung der Dauermagnete und des Luftspaltes dafür gesorgt wird, daß die Kontakte von einem zum Anziehen ausreichenden Fluß durchsetzt werden.

Damit das Relais abfällt, ist ein Stromstoß erforderlich, der durch eine der beiden Spulen in umgekehrter Richtung wie beim Anziehen fließt. Hierdurch wird einer der beiden Dauermagnete umgepolt, die Kontakte werden flußfrei und öffnen. Durch die zweite Spule des Dauermagneten, der bei diesem Vorgang nicht umgepolt wird, fließt der Strom in gleicher Richtung wie beim Anziehen. Dadurch soll sichergestellt werden, daß dieser

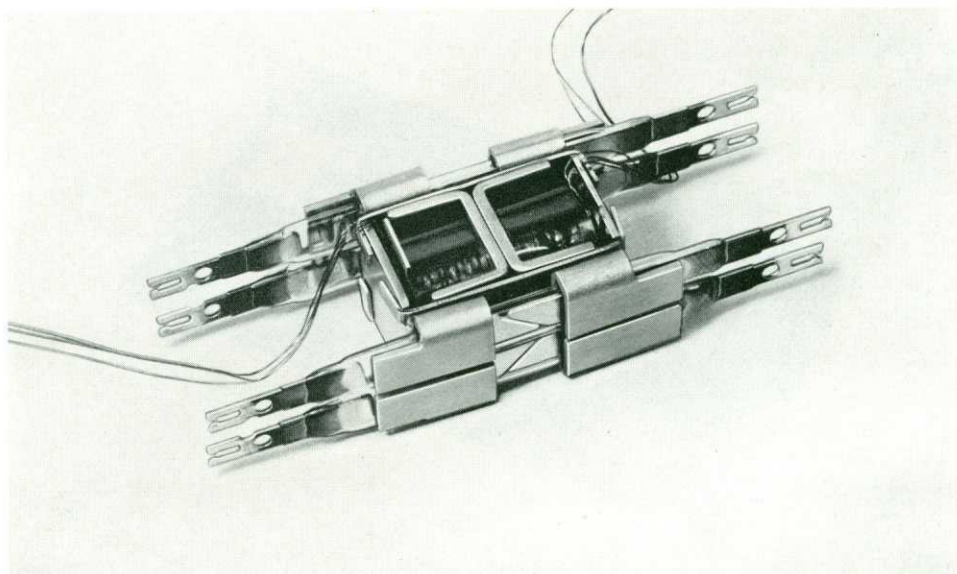


BILD 3

FSK-Ferreed

Dauermagnet seinen magnetischen Zustand ungeschwächt behält und nicht durch das Feld der anderen Spule teilweise entmagnetisiert wird. Nach dem Gesetz des Magnetismus wäre es möglich, diesen Dauermagneten aus einem Material mit sehr großer Koerzitivkraft herzustellen, bei dem eine Entmagnetisierung nicht stattfinden kann, und auf die zugehörige Spule zu verzichten. Um aber die später beschriebene differentielle Steuerung durchführen zu können, wurde das FSK-Ferreed mit zwei umpolbaren Dauermagneten ausgerüstet. Die den Abfall des Relais bewirkende Umpolung soll mit einem möglichst geringen Aufwand an elektrischer Leistung durchgeführt werden. Daher muß der Sättigungsfluß der Dauermagnete bei geöffneten Kontakten über einen Weg mit möglichst kleinem magnetischem Widerstand geleitet werden, darf aber nicht über die Kontakte verlaufen. Dies bedeutet, daß sich der Fluß der Dauermagnete beim Umpolen (Öffnen der Kontakte) über den Streuweg schließt. Aus den genannten Gründen wird beim FSK-Ferreed der Streufluß in Streuflußleitblechen geführt, die auf die Mitte des Dauermagnetkernes aufgeschoben werden und so abgewinkelt sind, daß sie der Rückseite der Leitbleche, durch einen Luftspalt getrennt, gegenüberstehen. Die Größe dieses Luftspaltes ist durch die Stärke der Gehäusewandung fixiert, weil sowohl die Leitbleche als auch die Streuflußleitbleche fest am Gehäuse anliegen.

Die Dimensionierung des Luftspaltes ist das Haupt-

problem beim Entwurf leistungsfähiger Ferreeds. Die Umpolerregung und damit die Umpolleistung ist um so geringer, je kleiner der magnetische Widerstand des Luftspaltes, d. h., je größer der Streufluß ist. Der größere Streufluß muß durch einen größeren Magnetquerschnitt berücksichtigt werden. Dies bedeutet aber, daß der verfügbare Wickelraum kleiner wird, wenn der Gesamttraumbedarf für Dauermagnet und Spule vorgegeben ist. Von einem bestimmten Magnetquerschnitt an, d. h., wenn der genannte magnetische Widerstand zu klein bemessen wird, steigt die erforderliche Umpolleistung wieder an, weil der ungünstige Einfluß des kleiner werdenden Wickelraumes den günstigen Einfluß der kleiner werdenden Umpolerregung überwiegt. Die vorstehende Betrachtung zeigt, daß es für jede vorgegebene Relaisgröße eine optimale Auslegung des magnetischen Luftspaltwiderstandes und, damit verbunden, der Dauermagnete gibt, bei der die erforderliche Umpolleistung ein Minimum wird.

Durch die besondere Führung des Streuflusses, d. h. Ankopplung an die Rückseite der Leitbleche, ist gewährleistet, daß die Kontakte beim Öffnen mit Sicherheit flußfrei werden. Es ist daher nicht erforderlich, die Kontaktluftspalte in die magnetisch neutrale Zone zwischen den Dauermagneten zu justieren; vielmehr können die Kontakte innerhalb weiter Grenzen axial verschoben werden, ohne daß die Funktionssicherheit des Relais beeinträchtigt wird.

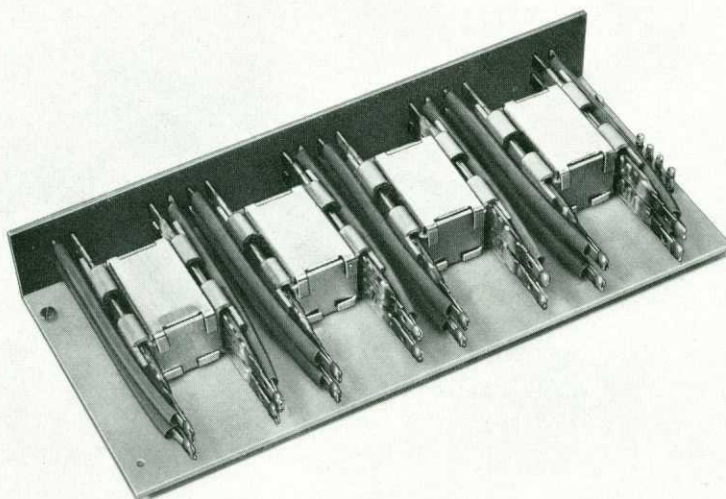


BILD 4

Anordnung des FSK-Ferreeds auf einer Leiterplatte

Wegen dieser vorteilhaften Eigenschaft des FSK-Ferreeds ist es möglich, die Kontakte mehrerer nebeneinander angeordneter Relais in eine senkrecht zur Relaisachse angeordnete Leiterplatte einzulöten und die Magnetsysteme auf einer getrennten Leiterplatte aufzusetzen (Bild 4). Verschiebungen der Kontakte, die infolge der unvermeidlichen Maßtoleranzen in der Anordnung der beiden Platten zueinander auftreten, ebenso wie Verwerfungen der Leiterplatten können aus den genannten Gründen die Funktionssicherheit der Relais nicht gefährden.

Als weitere Besonderheit der gezeigten Anordnung kann gelten, daß die der Verdrahtungsseite abgewandten Enden der Kontakte durch Rückführfedern ebenfalls an die Leiterplatte angeschlossen werden. Dies hat den Vorteil, daß die gesamte Kontaktverdrahtung mit einer einzigen Leiterplatte durchgeführt werden kann. Außerdem ist es möglich, auf einfache Weise durch Lösen von zwei Lötstellen einzelne Kontakte auszuwechseln.

Anwendungsmöglichkeiten für FSK-Ferreeds finden sich u. a. in der Fernsprechvermittlungstechnik, der Fernwirktechnik und der Datenverarbeitungstechnik. Immer dann, wenn eine Information über längere Zeit hinweg gespeichert werden soll oder die Bereitstellung eines Haltestromkreises Schwierigkeiten bereitet, ist es sinnvoll, FSK-Ferreeds zu verwenden. Eine besonders interessante Anwendung ist der Einsatz des FSK-Ferreeds in Koppelfeldern. Solche Anordnungen sind im allgemeinen in Form

einer Matrix aufgebaut, wobei beispielsweise die Zeilen den Eingängen und die Spalten den Ausgängen zugeordnet werden. Ein bestimmter Eingang wird mit einem bestimmten Ausgang verbunden, indem die zugehörige Zeile und Spalte angesteuert wird. Dadurch zieht das am Kreuzungspunkt angeordnete Relais an und stellt die Verbindung her. Mit neutralen Relais aufgebaute Koppelfelder haben den Nachteil, daß immer ein eigener Kontakt des angesteuerten Relais dessen Haltung übernehmen muß und daher der Übertragung von Gesprächen oder Schaltkennzeichen verlorengeht. Hingegen stehen bei Verwendung von Ferreeds alle Kontakte für Übertragungszwecke zur Verfügung. Eine gewisse Schwierigkeit entsteht dadurch, daß nach Beendigung eines Gespräches die Verbindung aufgelöst werden muß. In indirekt gesteuerten Fernsprechvermittlungen müßte demnach die zentrale Steuerung nach Gesprächsende nochmals angefordert werden, um alle am vorhergehenden Gespräch beteiligten Koppelpunkte zurückzustellen.

Man kann diese Schwierigkeit durch Anwendung der differentiellen Steuerung umgehen. Im Bild 5 ist als Beispiel die Spulenverdrahtung eines kleinen Kopplers 2×2 , der mit dieser Steuerungsart ausgerüstet ist, dargestellt. Größere Koppler sind ähnlich aufgebaut, wobei lediglich die Spalten und Zeilen entsprechend erweitert werden.

Jede Spule eines jeden Dauermagneten ist in zwei Wicklungen aufgeteilt. Die Windungszahl der

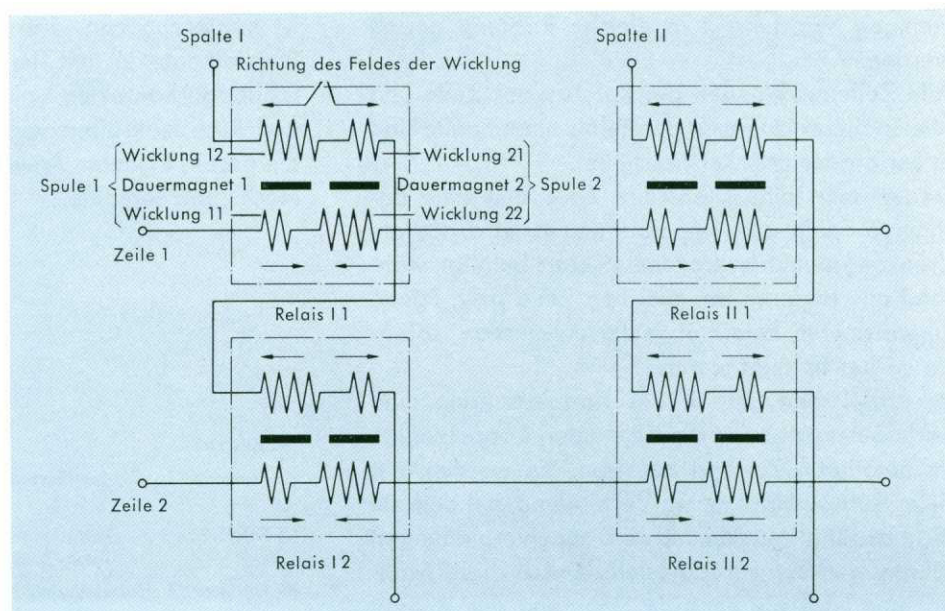


BILD 5
Differentielle Steuerung des
FSK-Ferreeds

ersten Wicklung und damit die erzeugte Erregung ist so bemessen, daß bei Stromdurchfluß eine den Abfall des Relais bewirkende Umpolung des zugehörigen Dauermagnetes erreicht wird. Die zweite Wicklung ist differential zur ersten geschaltet, d. h., die magnetischen Felder beider Wicklungen sind einander entgegengesetzt gepolt. Die Windungszahl dieser Wicklung ist größer als die der ersten Wicklung, und zwar reicht sie aus, bei Stromdurchfluß trotz gleichzeitiger Erregung der Wicklung 1 den Dauermagneten umzupolen, so daß die Kontakte schließen.

Die Spule des anderen Dauermagneten ist ebenfalls in zwei Wicklungen aufgeteilt, wobei die Wicklung 1 des ersten Dauermagneten mit der Wicklung 2 des zweiten und die Wicklung 2 des ersten mit der Wicklung 1 des zweiten Dauermagneten verbunden werden. Die eine dieser Verbindungen wird der Zeilenleitung, die andere der Spaltenleitung zugeordnet. Die magnetischen Felder der miteinander verbundenen Wicklungen sind einander entgegengesetzt gerichtet, d. h., bei Stromfluß durch die Zeilen- oder Spaltenwicklung werden die Dauermagnete so umgepolt, daß das Relais abfällt. Damit die Dauermagnete trotz ungleicher Windungszahl der Wicklungen den gleichen Arbeitspunkt einnehmen, müssen sie mit Sicherheit in das Sättigungsgebiet magnetisiert werden.

Nur wenn sowohl die Zeilenwicklungen als auch die Spaltenwicklungen von einem Strom durchflossen werden, schließen die Kontakte, weil beide Dauermagnete durch die höhere Erregung der jeweiligen Wicklung 2 in gleiche Richtung gepolt werden.

Alle Zeilenwicklungen der Relais einer Zeile und alle Spaltenwicklungen der Relais einer Spalte sind in Serie oder parallel geschaltet.

Steuert man eine bestimmte Zeile und eine bestimmte Spalte des Kopplers an, so wird das am Kreuzungspunkt angeordnete Relais betätigt, während alle anderen der gleichen Zeile bzw. Spalte zugeordneten Relais abgeworfen werden, sofern sie vorher betätigt waren.

Im praktischen Betrieb des Kopplers kann man nach Gesprächsende die beteiligten Koppelpunkte im betätigten Zustand belassen. Sie werden erst beim Aufbau einer neuen Verbindung, bei dem sie nicht benötigt werden und zu Doppelverbindungen führen würden, zurückgestellt. Durch diese Maßnahmen wird die zentrale Steuerung der Anlage

entlastet. Voraussetzung ist, daß der Koppler nach dem „one-at-a-time-Prinzip“ arbeitet, d. h. zur gleichen Zeit immer nur eine Durchschaltung erfolgt.

Die differentielle Steuerung eines Kopplers erfordert mehr Leistung als die einfache Ansteuerung eines Ferreeds, zu der eine Leistung von ca. 5,5 W (bei 48 V ca. 115 mA) pro Spule ausreicht. Bei Auslegung des FSK-Ferreeds für differentielle Steuerung steigt der Leistungsbedarf auf ca. 39 W pro Spule an, weil eine Spule bei gleichem Wickelraum die einfache Anzugserregung und zusätzlich die doppelte Abfallerregung aufbringen muß. Da außerdem alle der angesteuerten Zeile bzw. Spalte zugeordneten Relais halbmarkiert werden, d. h. jedes dieser Relais ca. 39 W benötigt, muß z. B. bei einem Koppler 8 x 8 einer Zeile bzw. Spalte eine Leistung von ca. 310 W zugeführt werden. Das bedeutet, daß der Zeilen- bzw. Spaltenstrom bei 48 V Betriebsspannung ca. 6,5 A beträgt. Dieser Strom scheint auf den ersten Blick sehr hoch zu sein. Da er aber nur für kurze Zeit (ca. 3 ms) fließt, belastet er die Stromversorgung praktisch nicht.

Außerdem ist es zur Vermeidung von Störgeräuschen zweckmäßig, den Stromimpuls nicht direkt der zentralen Stromversorgung zu entnehmen, sondern einem in der Nähe des Kopplers angeordneten Kondensator, der in den Impulspausen mit wesentlich geringerem Strom wieder aufgeladen wird. Die Schaltung des Stromes wird zweckmäßig mit Vierschichtdioden durchgeführt.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß es gelungen ist, ein Ferreed mit vergleichsweise niedrigem Leistungsbedarf zu entwickeln. Besonders ist hervorzuheben, daß beim FSK-Ferreed keine Spezialkontakte mit im Vergleich zu üblichen Schutzrohrkontakten niedrigen Kontaktdrücken und Rückstellkräften verwendet werden, sondern die bereits in vielen Anwendungen bewährten TN-Flachschutzkontakte.

Literatur:

- [1] Feiner, A.: The Ferreed. Bell Syst. Techn. Journal 43 (1964) S. 1-14.
- [2] Bergsträsser, G.: Relais mit Flachschutzkontakten. Nachrichtentechn. Z. 13 (1960) S. 375-378.
- [3] Gärtner, E.: Haftrelais mit Flachschutzkontakten. TN-Nachrichten (1964) Heft 61, S. 49-52.

