

JAHRGANG 1961



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

HEFT
54

Herausgeber:
Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt a. M.

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

Schriftleitung:
Dr.-Ing. Werner Otto, 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:
Aero-Lux, Frankfurt a. M.
Lorenzen, Saarbrücken
Schade, Frankfurt a. M.

NACHRICHTEN

JAHRGANG 1961 · HEFT 54 · SEITE 1-56

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 Der Ursprung des Telefons – 100 Jahre Philipp Reis von Karl Gundlfinger	5 – 8
2 Erdschlußfassung in Mittelspannungsnetzen von Werner Six	9 – 14
3 Fernmeldeanlagen in einem Groß-Kaufhaus von Uwe Lorenzen	15 – 22
4 Meßverfahren zur quantitativen Bestimmung von Mikrovolumen von Horst Herbrich	23 – 26
5 Vorgabezeit-Kontrollanlage im Kraftfahrzeug- Reparaturbetrieb von Günther Merlin	27 – 31
6 Die Diffusion von Gold in einer Eisen-Nickel-Legierung von Hans Isert	32 – 36
7 Teilelektronische Ruf-Signalmaschine von Wilhelm Klay	37 – 42
8 Tonfrequenz-Kontrolle für Uhrenanlagen von Erich Gentsch	43 – 46
9 Elektronische Empfangs- und Sendeeinrichtung für Telegraphiezeichen von Harald Fuhrmann und Fritz Bald	47 – 56



BEDIENUNGSTISCHREIHE DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT BEI DER FEUERWACHE KÖLN-DEUTZ







100 JAHRE

Der Ursprung des Telefons

von Karl Gundlfinger

DK 621.395.3

Am 26. Oktober des Jahres 1861 führte Philipp Reis den Mitgliedern des Physikalischen Vereins in Frankfurt/M. einen Apparat vor, den er Telephon nannte. Damit wurde der Öffentlichkeit erstmalig eine Einrichtung vorgestellt, die es gestattete, ein Schallereignis elektrisch aufzunehmen, über Drähte galvanisch fortzuleiten und es allen Ohren vernehmbar wiederzugeben.

Im großen Vereinssaal, gleich neben dem Eschenheimer Turm, stand der Empfänger des Telephons, und 100 m weiter, im Bürger-Hospital an der Stiftstraße, war der Tongeber hinter geschlossenen Türen aufgestellt.

Vom Physikalischen Verein war die Vorführung angekündigt worden als „Vortrag des Vereinsmitgliedes, Herrn Philipp Reis aus Friedrichsdorf, über Fortpflanzung musikalischer Töne auf be-

liebige Entfernung durch Vermittlung des galvanischen Stroms“.

„Wir bekennen“, so berichteten die Didaskalia, Blätter für Geist, Gemüth und Publicität, „daß diese Andeutung uns vermuten ließ, es müsse hier eine Selbsttäuschung unterlaufen..., allein die Einleitung, vom wissenschaftlichen Standpunkte ausgehend, schwächte unser Vorurtheil mehr und mehr ab, und als wir und alle Anwesenden im Hörsaal nun im Experiment die Melodie eines in dem entfernt gelegenen Bürgerhospital gesungenen bekannten Liedes ganz deutlich vernahmen, da entstand ein allgemeines Erstaunen und die freudigste Überraschung, die sich allseitig laut aussprach“ (1). Als 18jähriger sann Philipp Reis, nach seinem eigenen öffentlichen Zeugnis (2), bereits darüber nach, wie eine Reproduktion der Töne in gewisse Entfernung durch Hilfe des galvanischen Stromes möglich sei. Neun Jahre später, durch seinen Physikunterricht dazu veranlaßt, griff er 1860 die Arbeit wieder auf (3).

Er fragte sich, wie unser Ohr die Gesamtschwingungen der Sprache wahrnehme und versuchte, das Zusammenwirken von Trommelfell und Gehörknöchelchen zu verstehen. Es beschäftigte ihn das Niederfallen des Hammers auf dem Amboß und die Anzahl der Erschütterungen der Gehörflüssigkeit und des Gehörnerves.

Diese Fragen veranlaßten ihn, eine Ohrmuschel aus Eichenholz zu schnitzen und den Gehörgang mit einer Membrane aus Tierhaut abzuschließen.

Hammer und Amboß ersetzte er durch einen zweiarmligen Hebel und eine elastische Metallfeder, an die er elektrische Spannung aus Bunsenelementen anlegte.

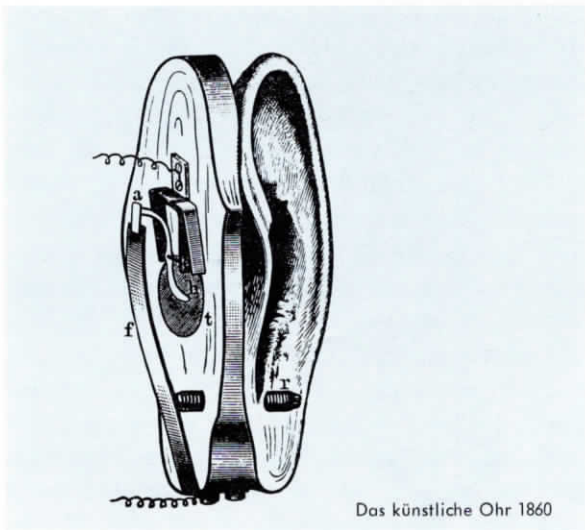
So studierte und probierte er, wie das natürliche Ohr künstlich nachzubilden wäre.

Freunde und Schüler ließ er 1860 in Friedrichsdorf gelegentlich an seinen einfachen Apparaten sprechen und hören.

Zu seinem Vortrag des Jahres 1861 hatte er dem künstlichen Ohr schon die technische Form eines Würfels gegeben. Von Reis selbst stammt die nachfolgende Skizze und die Beschreibung (2):

„An dem Holzwürfel r, s, t, u, v, w, x ist die conische Höhlung a an der Membrane b (aus Schweinsdünndarm) einerseits verschlossen, auf deren Mitte ein stromleitendes Streifchen Platin festgekittet ist. Dieses steht mit der Klemme p in Verbindung. Von Klemme n führt ebenfalls ein dünnes Metallstreifchen über die Mitte der Membrane und endigt hier

in ein rechtwinkelig zu seiner Längsaxe und Breitseite stehendes Platindrähtchen.



Von Klemme p führt ein Leiter durch die Batterie nach einer entfernten Station, endigt dort in eine Spirale von mit Seide umspunnenen Kupferdraht, die ihrerseits in den zur Klemme a führenden Rückleitern mündet."

Wir wissen heute, daß die Platinstreifen hinter der Membrane, solange sie nicht unterbrechen, sondern nur ihren Kontaktwiderstand ändern, tatsächlich als Mikrofon wirken. Nun ist so ein Würfel nur ein halbes Telephon und also nur die eine Hälfte der Erfindung.

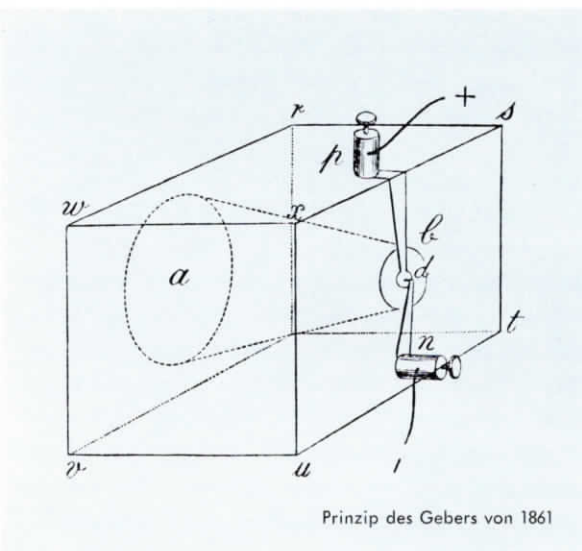
Scheinbar nebenbei gelang Reis auch eine Lösung der zweiten Hauptaufgabe, aus dem gesteuerten Strom wieder Schallwellen zu erzeugen. Er wandte hierzu den Effekt des „galvanischen Tönens“ an, jedoch in einer erst durch ihn aufgedeckten Weise. In den Vereinigten Staaten hatte Page 1837 gefunden (4), daß ein Magnet kurz und leise tönt, so oft eine zwischen seinen Polen hängende Kupferspule aus- oder eingeschaltet wird. Wertheim wies 1848 in Paris nach, daß unabhängig von der Folgefrequenz der Stromgabe stets nur der Longitudinalton des Eisenstabes entsteht, der als Kern in einer Spule steckt. Man wußte durch Untersuchungen von Joule, daß die Ursachen des galvanischen Tönens in einer Längenänderung von etwa $1/720\,000$ stel liegt (5).

Philipp Reis fand heraus, und darin besteht ein oftmals übersehener wesentlicher Teil seiner Erfindung, daß der Eisenstab bei immer rascheren

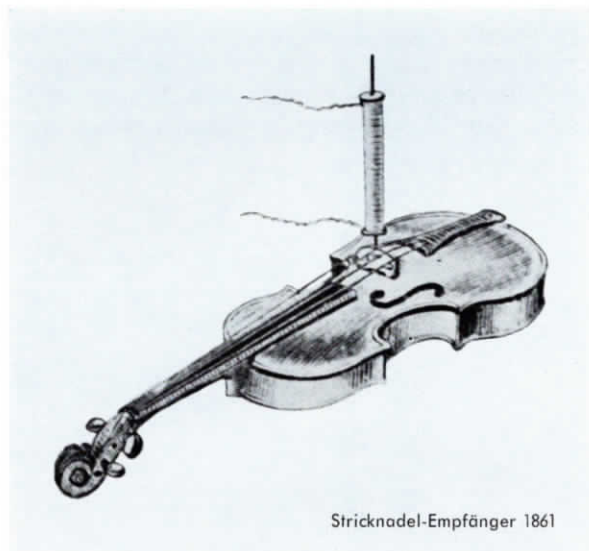
Unterbrechungen nicht nur seinen Eigenton gibt, sondern daß der Stab Töne reproduzieren kann, die der Anzahl der Unterbrechungen gleichen. Den tönenden Stab mit der Spule setzte er zur Lautverstärkung zunächst auf den Körper einer Geige, später auf ein einfaches Resonanzkästchen.

Mit schlichten Worten beschreibt er diesen wichtigen Teil seiner Erfindung so: „Die Spirale der entfernten Station ist ca. 6 Zoll lang, trägt 6 Lagen dünnen Draht und nimmt in ihre Mitte einen Strickdraht als Kern auf, der auf beiden Seiten ca. 2 Zoll vorsteht. Mit den vorstehenden Enden des Drahtes ruht die Spirale auf zwei Stegen eines Resonanzbodens. (Dieser ganze Theil kann natürlich durch jeden Apparat ersetzt werden, mittels dessen man das bekannte „Tönen durch Galvanismus“ hervorbringt)“ (2).

Gestützt auf seine Studien in Büchern über die Physiologie und Physik des Ohres und des Hörens, wohlwissend, wie Helmholtz Vokaltöne künstlich hervorbrachte, geübt im Zeichen und Verstehen von Kombinationskurven mehrerer Töne, erklärte er das Zusammenwirken von Geber und Empfänger: „Werden nun Töne oder Tonverbindungen in der Nähe des Würfels so hervorgebracht, daß noch hinreichend starke Wellen in die Öffnung a treten, so bringen dieselben die Membrane b in Schwingungen. Bei der ersten Verdichtung wird das hammerförmige Drähtchen d zurückgedrängt, bei der Verdünnung kann dasselbe der zurückschwingenden Membrane nicht folgen und der durch die Streifen gehende Strom bleibt so lange unterbrochen, bis die Membrane durch eine neue Verdichtung getrieben, das Streifen (von p) wieder



an b drängt. In dieser Weise bringt jede Schallwelle ein Öffnen und Schließen des Stromes hervor.



Stricknadel-Empfänger 1861

Bei jedem Schließen der Kette werden aber in dem Eisendrahte der entfernten Spirale die Atome voneinander entfernt. Die zurückgelegten Wege werden um so kürzer, je rascher die Unterbrechungen folgen, dafür aber ebenso häufig als diese. Der Eisenstab gibt nicht mehr seinen Longitudinalton, sondern einen Ton, dessen Höhe und Tiefe mit der Unterbrechungszahl in gegebener Zeit entspricht. Das will aber nichts anderes sagen als: der Stab reproducirt den Ton, der dem Unterbrechungsapparat zugeführt wurde.“

Reis sagte offen mit der objektiven Selbstkritik des wahren Forschers: „Versuche ergaben, daß der tönende Stab im Stande ist, vollständige Dreiklänge des Claviers, auf dem das Telephon steht, zu reproduciren und daß endlich derselbe ebensogut Töne anderer Instrumente Harmonika, Clarinette, Horn, Orgelpfeife etc. wiedergibt, vorausgesetzt, daß die Töne einer gewissen Lage von F bis f ca. angehören. Es war bis jetzt nicht möglich, die Tonsprache des Menschen mit einer für Jeden hinreichenden Deutlichkeit wiederzugeben. – Die Consonanten werden größtentheils ziemlich deutlich reproducirt, aber die Vokale noch nicht im gleichen Grade (2).“ Philipp Reis hat zur Schallaufnahme 10 Formen von Gebern erdacht und probiert, sowie zur Schallwiedergabe 4 Formen von Empfängern (6). Hier sind jedoch nur die von ihm 1861 vorgeführten Apparate gezeigt und besprochen.

Mag ihr Effekt noch getrübt und die Wirklage des Gerätes noch schwankend gewesen sein, so hat doch er als erster das verhallende Wort, den verklingenden Schall elektrisch eingefangen, und sein schwingender Stab konnte Melodien und den Laut der Stimme wiedergeben. Etwas technisch Wunderbares hat Philipp Reis damit der Welt im Experiment vorgestellt.

Später haben viele behauptet, sein Telephon hätte nie sprechen können. Gewiß, Reis hat den tatsächlich wirkenden mikrophonischen Effekt am Platinkontakt nicht erkannt, aber man kann mit seinem Würfel sprachgesteuerten Strom erhalten, und man kann mit seiner tönenden Stricknadel hören. Das ist in vielen Nachversuchen bewiesen worden, so bei einem öffentlichen Vortrag von Staatssekretär Feyerabend 1927 in Kiel (7), in einer Untersuchung beim Council of the Institution of Electrical Engineers 1932 (8) und in einem Experimentalvortrag des Verfassers 1952 anlässlich der Eröffnung der Philipp Reis-Sammlung in Friedrichsdorf (3).

Graham Bell und D. E. Hughes haben später andere und bessere Geräte gebaut. Mindestens Hughes kannte die Arbeiten und Modelle von Philipp Reis, denn er führte diese 1865 in Sankt Petersburg dem russischen Kaiser und seinem Hof vor (10). Es bleibt aber Philipp Reis die Ehre, erster zu sein, der „Schallwandler“ zum Geben und Empfangen erfunden und in einem elektrischen Kreis über eine große Strecke verbunden hat. Mit Fug und Recht darf er deshalb als Urheber des Telephons und erster Elektroakustiker bezeichnet werden.

Sein Lebensweg war kurz. 1834 in Gelnhausen, der alten Barbarossastadt, geboren, verlor er früh die Mutter und, bevor er 10 Jahre alt war, auch seinen Vater. 1844 sandte ihn sein Vormund in das Institut Garnier nach Friedrichsdorf. Er lernte leicht und gerne, „Zensura gab ihm gut Geleite“. 1850 mußte er gegen seinen Willen als Lehrling in ein Farbensgeschäft, nahm aber nebenbei Privatunterricht in Mathematik, Latein und Italienisch. Er wollte Lehrer werden. 1855/56 diente er 1 Jahr bei seinem Landesfürsten in Kassel. Später machte er einige Reisen, heiratete und begann 1858 seine Lehrertätigkeit am Institut Garnier.

In seinem Hause arbeitete er am Telephon. Freunde, Kollegen und Zöglinge mußten an dem Kästchen mit der Stricknadel lauschen. Um zu beweisen, daß nicht geraten, sondern verstanden wurde, sprachen die Helfer sinnlose Sätze, wie zum Beispiel: „Die Sonne ist von Kupfer“, was Reis als „die Sonne ist

von Zucker“ verstand, oder „Das Pferd frißt keinen Gurkensalat“, was Reis als „das Pferd frißt...“ verstand (11).

Erst nach soweit geglückten Vorversuchen trat Philipp Reis 1861 an die Öffentlichkeit.

Dreimal sprach er in den folgenden Jahren in wissenschaftlichen Versammlungen. Anlässlich des Fürstentages 1863 in Frankfurt am Main führte man Kaiser Franz Josef von Österreich und König Maximilian von Bayern das Telephon vor. Die ehrenvollste Anerkennung fand er bei dem Treffen der deutschen Naturforscher und Ärzte in Gießen. In vielen physikalischen Kabinetten der alten und der neuen Welt tauchten nun seine Apparate auf, die der Mechanikus Albert baute und zu 8 und 12 Thalern verkaufte. Aber der erwartete Erfolg blieb aus. Reis kränkelte, verlor seine Stimme und starb 1874 im Alter von vierzig Jahren.

Bis zuletzt glaubte er an die Bedeutung und den Wert des Telephons und sagte wenige Tage vor seinem Tode: „Ich habe der Welt eine große Erfindung geschenkt, ändern muß ich es überlassen, sie weiterzuführen (12).“

Die Gebäude, in denen 1861 die erste telephonische Schallübertragung zustandekam, sind abgerissen; ein Kino steht an ihrer Stelle. Nur der alte Eschenheimer Turm blickt herab auf das 1911, fünfzig Jahre nach seinem Vortrag, enthüllte Denkmal von Philipp Reis.

Die Werkstätte des Mechanikers J. Wilhelm Albert am Taunusthor, der die letzten Reistelephone baute und sie „in seinem Magazine zur geneigten Ansicht aufstellte“, ist verschwunden.

Nun fertigt TN seit 1899 Telephone in Frankfurt am Main und trägt dazu bei, daß die Geburtsstunde und der Ursprungsort des vortrefflichsten technischen Mittels menschlicher Kommunikation nicht vergessen werden.

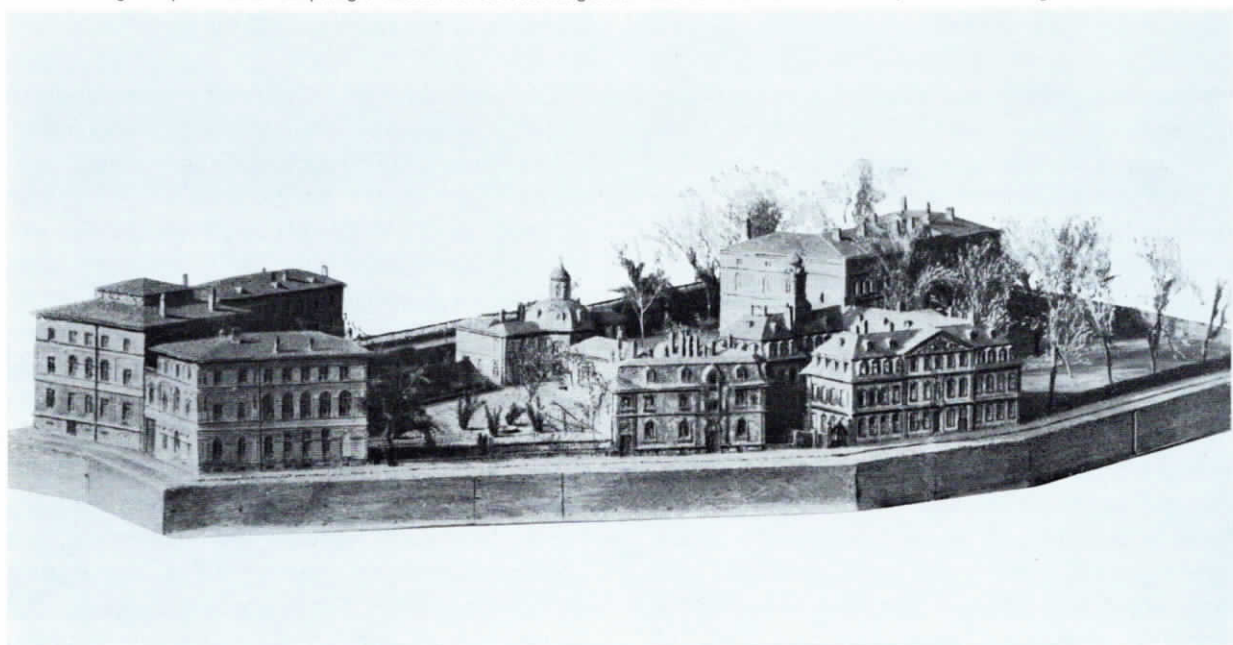
QUELLENANGABE:

- (1) Bericht über die Versammlung der Mitglieder des physikalischen Vereins mit Vortrag von Ph. Reis: Ueber Fortpflanzung musikalischer Töne auf beliebige Entfernungen durch Vermittlung des galvanischen Stroms. Didaskalia – Blätter für Geist, Gemüth und Puplicität Nr. 299 und 300, Ffm. 29. 10. 1861.
- (2) Philipp Reis: Über Telephonie durch den galvanischen Strom. Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main für das Rechnungsjahr 1860–1861. S. 57–64 und 3 Tafeln.
- (3) Curriculum Vitae des Lehrers Johann Philipp Reis in Friedrichsdorf bei Homburg, 29. Juni 1868. Original im Deutschen Museum, München.
- (4) Dr. C. J. Page „Silliman“, American Journal 1837.
- (5) J. P. Joule, Philisoph. Magazin, Febr. 1847; zitiert in: Poggendorf, Ann. Bd. 77, 1849, S. 53.
- (6) Silvanus P. Thompson. Philipp Reis: Inventor of the Telephone, London 1883.
- (7) 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland. StS. Dr. Feyerabend, Elektrotechnische Zeitschrift 1927, S. 905... 916.
- (8) The first Telephone, Post Office, Electrical Engineers Journal, London, July 1932. Übersetzt bei E. Horstmann: 75 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877–1952 (1952).
- (9) 75 Jahre Fernsprecher in Deutschland. Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen 1952, Heft 24, S. 919–926.
- (10) Vortrag von Prof. Hughes, The Electrician, Nr. 879, 1895. Übersetzt bei E. Horstmann a. a. O.
- (11) Brief von H. F. Peter an Silvanus Thompson, (6), S. 127.
- (12) Zum 100. Geburtstag von Ph. Reis. Vortrag von Prof. A. Hahn, 1934. Manuskript im Bürgermeisteramt Friedrichsdorf.

Das Foto von Philipp Reis ist mit freundlicher Genehmigung des Heimat-Museums Gelnhausen abgebildet. Der Namenszug stammt von dem handschriftlichen Curriculum Vitae.

Ort der ersten Telefonverbindung 1861:

Geber im Bürgerhospital rechts – Empfänger im Saal der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, linkes rückwärtiges Gebäude



Erdschlußfassung in Mittelspannungsnetzen

von Werner Six

DK 621.31:621.317.736

Es soll hier eine Einrichtung beschrieben werden, die zur Erfassung von Erdschlüssen vor allem in Mittelspannungsnetzen 5–60 KV dient. Diese Einrichtung läuft bei Eintreten eines Erdschlusses automatisch an und schaltet ein für alle Abgänge gemeinsames Erdschlußrichtungsrelais nacheinander an die einzelnen Abgänge. Die erdschlußbehafteten Abgänge werden gekennzeichnet und am Ende des Suchvorganges örtlich angezeigt oder über eine Fernwirkanlage zu einer entfernten Station übertragen.

Im Normalbetrieb eines Drehstromsystems hat der Nullpunkt Erdpotential (siehe Bild 1a). Der Nullpunkt eines Systems ist der Punkt, gegen den die einzelnen Phasen gleiche Spannung haben. Im Erdschlußfall verlagert sich das Erdpotential auf der erdschlußbehafteten Leiter (siehe Bild 1b). Der Nullpunkt wird nach oben verschoben. Diese Verschiebung des Spannungssystems gibt eine Möglichkeit zum Erkennen eines Erdschlusses. Es werden z. B. 3 einpolige Spannungswandler in das Sammelschienensystem eingebaut, deren Sekundärwicklungen im offenen Dreieck (siehe Bild 2a) geschaltet werden und deren Spannungen sich (siehe Bild 2b) – vektoriell addiert – im Normalbetrieb aufheben, im Erdschlußfall jedoch etwa max. 100 V am Ausgang ergeben. Diese Spannung wird einem Erdschlußmelderelais und dem Spannungspfad des Erdschlußrichtungsrelais zugeleitet. In anderen Anlagen hat man die Wicklungen der beiden äußeren Schenkel eines Fünfschenkelwandlers zu Hilfe genommen.

Als zweite Anregegröße neben der Verlagerungsspannung dient der Summenstrom. Er wird z. B. durch 3 Einphasenstromwandler, deren Sekundärwicklungen parallelgeschaltet sind (sog. Holmgreen-Schaltung) (siehe Bild 3a) oder durch einen Kabelumbauwandler gewonnen. Der Kabelumbauwandler ist ein Stromwandler, der die 3 Leiter des Kabels umfaßt (siehe Bild 3b). Bei gleichbelastetem Drehstromsystem ist die in diesem Wandler induzierte Spannung gleich Null. Er mißt ebenso wie die

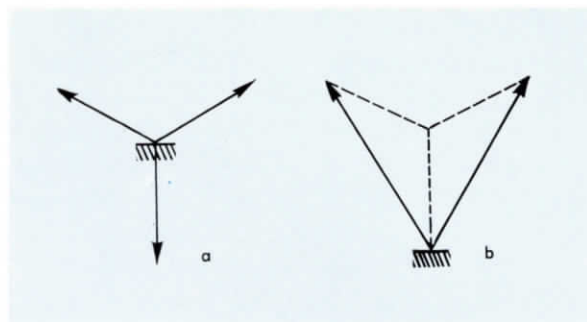


BILD 1a
Spannungsektoren im Normal-
betrieb

BILD 1b
Spannungsektoren
im Erdschlußfall

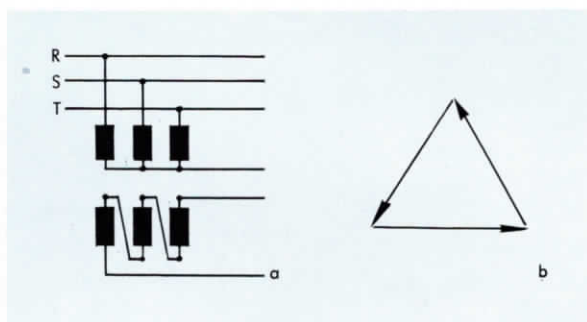


BILD 2a
Spannungswandler mit offener
Dreieckswicklung

BILD 2b
Vektorielle Zusammensetzung der
3 Sekundärspannungen

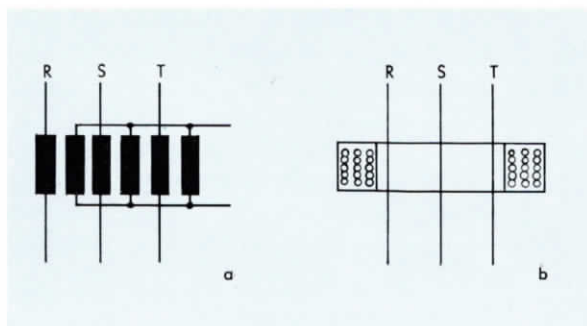


BILD 3a
Stromwandler in Holmgreen-
Schaltung

BILD 3b
Kabelumbauwandler
im Schnitt

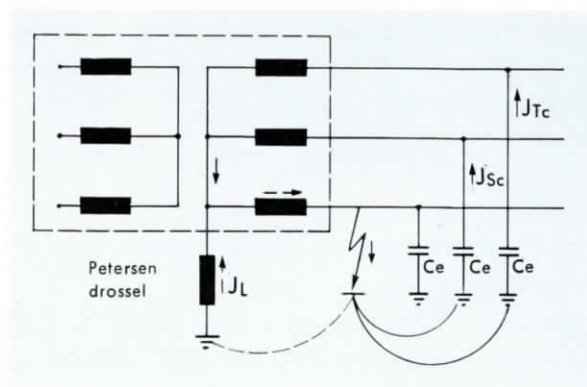


BILD 4
Stromverteilung im kompensierten Netz bei Erdschluß

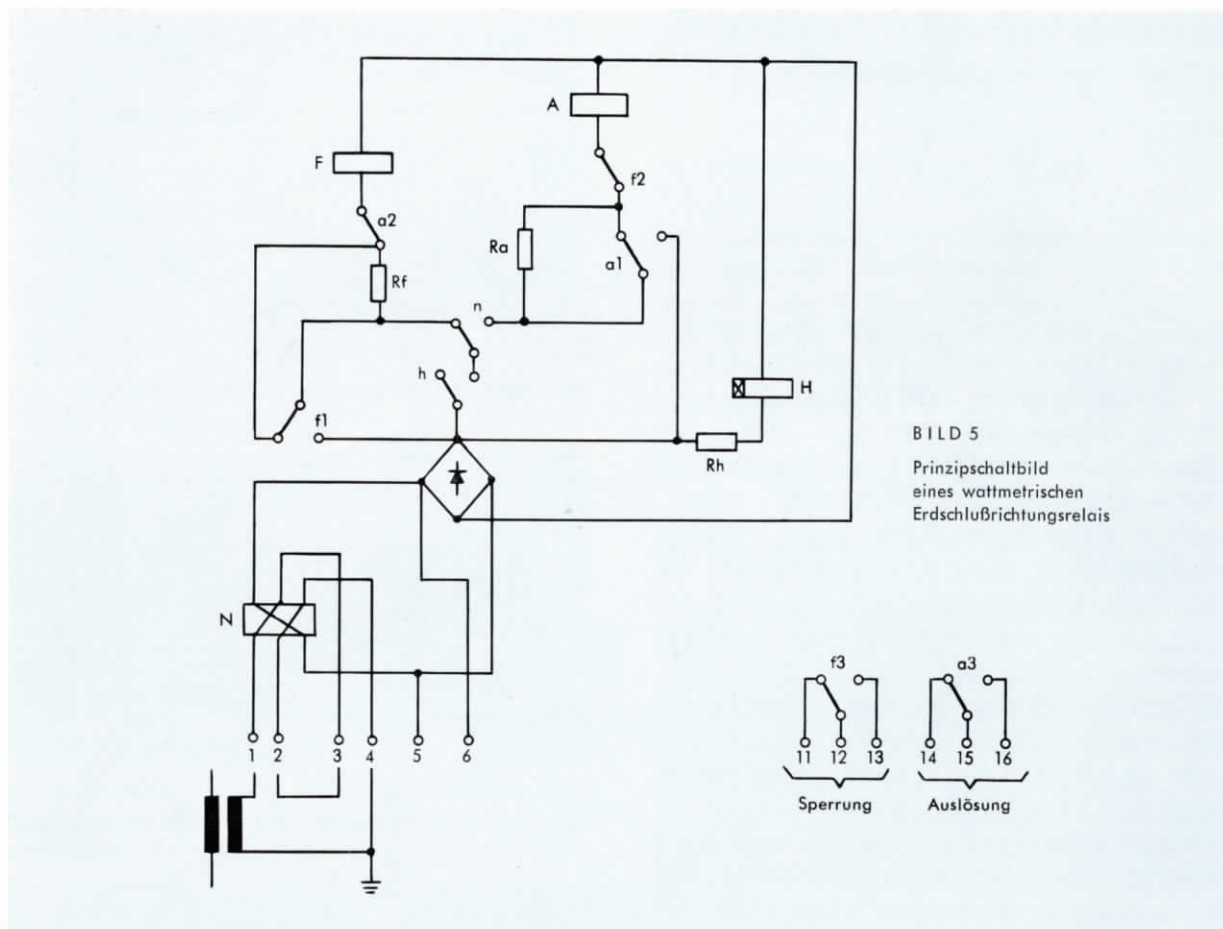


BILD 5
Prinzipschaltbild
eines wattmetrischen
Erdschlußrichtungsrelais

vorgenannte Holmgreen-Schaltung den Summenstrom. Kabelumbauwandler haben gegenüber den Wandlern in Holmgreen-Schaltung Vorteile (reines Niederspannungsgerät, kein Abgleich erforderlich). Der Summenstrom wird dem Strompfad des Erdschlußrichtungsrelais zugeführt.

Im kompensierten (gelöschten) Netz ergibt sich im Erdschlußfall die in Bild 4 dargestellte Stromverteilung. Der kapazitive Erdschlußstrom $I_{Tc} + I_{Sc}$ ist dem induktiven Spulenstrom I_l der Petersen-Drossel entgegengerichtet. Der verbleibende Watt-Reststrom wird zur Anregung des Erdschlußrichtungsrelais verwandt.

Bei einem Netz mit isoliertem Sternpunkt wird die Summe aller kapazitiven Erdströme in einem Erdschlußrichtungsrelais mit blindwattmetrischer Schaltung verarbeitet.

In Netzen mit starrer Sternpunktterdung bewirkt ein Erdschluß Kurzschluß. Es ist in diesem Fall keine Erdschlußfassung im vorerwähnten Sinne erforderlich.

Bei unvermaschten Netzen kann – wenn die Leistungsschalter eine Wiedereinschaltautomatik haben – eine Erdschlußfassung durch Kurzunterbrechung (KU) erfolgen. Eine solche Einrichtung in schwachstrommäßiger Ausführung wurde in den TN-Nachrichten, Heft 53, beschrieben (3).

Das wattmetrische Erdschlußrichtungsrelais ERR

Im Bild 5 ist das Prinzipschaltbild eines wattmetrischen Erdschlußrichtungsrelais zu sehen. Es besteht aus einem empfindlichen, als Dynamometer ausgeführten Richtungsglied N , einem ansprechverzögerten Hilfsrelais H (ca. 0,5 sec), 2 Hilfsrelais F (Sperrichtung) und Auslöseeinrichtung (A) sowie einem Graetz-Gleichrichter G zur Speisung der Hilfsrelais H , F und A . Die Schaltung dieses ERR kann sowohl in $\cos \varphi$ bei kompensiertem Netz als auch in $\sin \varphi$ bei isoliertem Netz ausgeführt werden.

Bei Vorliegen eines Erdschlusses spricht das Relais H nach etwa 0,5 sec an. Der Stromkreis verläuft

vom Plus-Pol des Graetz-Gleichrichters über Widerstand R_H , Relais H zum Minus-Pol. Durch die Ansprechverzögerung von 0,5 sec wird der Richtungsentscheid des Dynamometers N erst dann wirksam, wenn die Ausgleichsvorgänge, die bei jeder Änderung des stationären Zustandes eintreten, abgeklungen sind. Je nach der Lage, die der Kontakt n nach Ablauf dieser Zeitverzögerung eingenommen hat, wird entweder von dem Pluspunkt des Graetz-Gleichrichters über den h-Kontakt, den umgelegten n-Kontakt und den in Ruhe befindlichen a1- und f2-Kontakt das A-Relais oder über den in der anderen Stellung liegenden n-Kontakt und den a2-Kontakt das F-Relais eingeschaltet. Jedes Relais kann sich über einen eigenen Kontakt a1 bzw. f1 und die Widerstände R_A bzw. R_F in einen Haltestromkreis legen. Damit wird gleichzeitig der spätere Anzug des anderen Relais verhindert. Die Relais halten sich in Abhängigkeit von der Hilfsspannung. Durch den Kontakt f3 wird die Sperrung, durch a3 die Auslösung gekennzeichnet.

Das elektronische Erdschlußrichtungsrelais

Im Bild 6 ist die Prinzipschaltung eines elektronischen Erdschlußrichtungsrelais dargestellt. Der von einem Kabelumbauwandler abgenommene

Strom wird zunächst einem Verstärker zugeführt, dessen Ausgang auf einen Phasendiskriminator arbeitet. In diesem wird die Phasenlage des Stromes mit der der Spannung verglichen. Das geschieht in der Weise, daß die beiden Dioden D des Diskriminators während der positiven Halbwelle der Spannung sich öffnen und während dieser Zeit ein Strom über das polarisierte Relais R fließt. Durch die Spannung wird das polarisierte Relais R nicht beeinflusst.

Durch einen Erdschluß im kompensierten Netz wird ein Wirkreststrom mit der Phase 0, beim Netz mit isoliertem Sternpunkt ein kapazitiver Strom mit der Phase 90° auftreten. Je nach der Stromrichtung wird das polarisierte Relais R mit den beiden Wicklungen R_1 und R_2 in dem einen oder anderen Sinne durchflossen und den Kontakt nach links oder rechts umlegen.

Erdschlußsucheinrichtung ESE mittels Schwachstromwählersteuerung

Zur Erdschlußerfassung kann jedem Abgang eines Mittelspannungsnetzes ein Erdschlußrichtungsrelais ERR zugeordnet werden. Um Relais einzusparen, wird oft nur ein gemeinsames ERR eingebaut, das durch einen Handschalter nacheinander an die

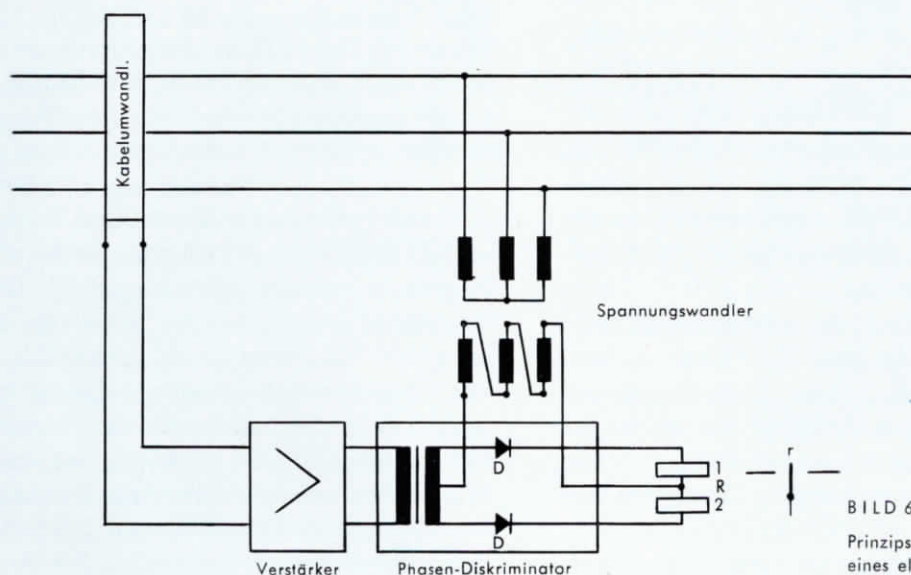
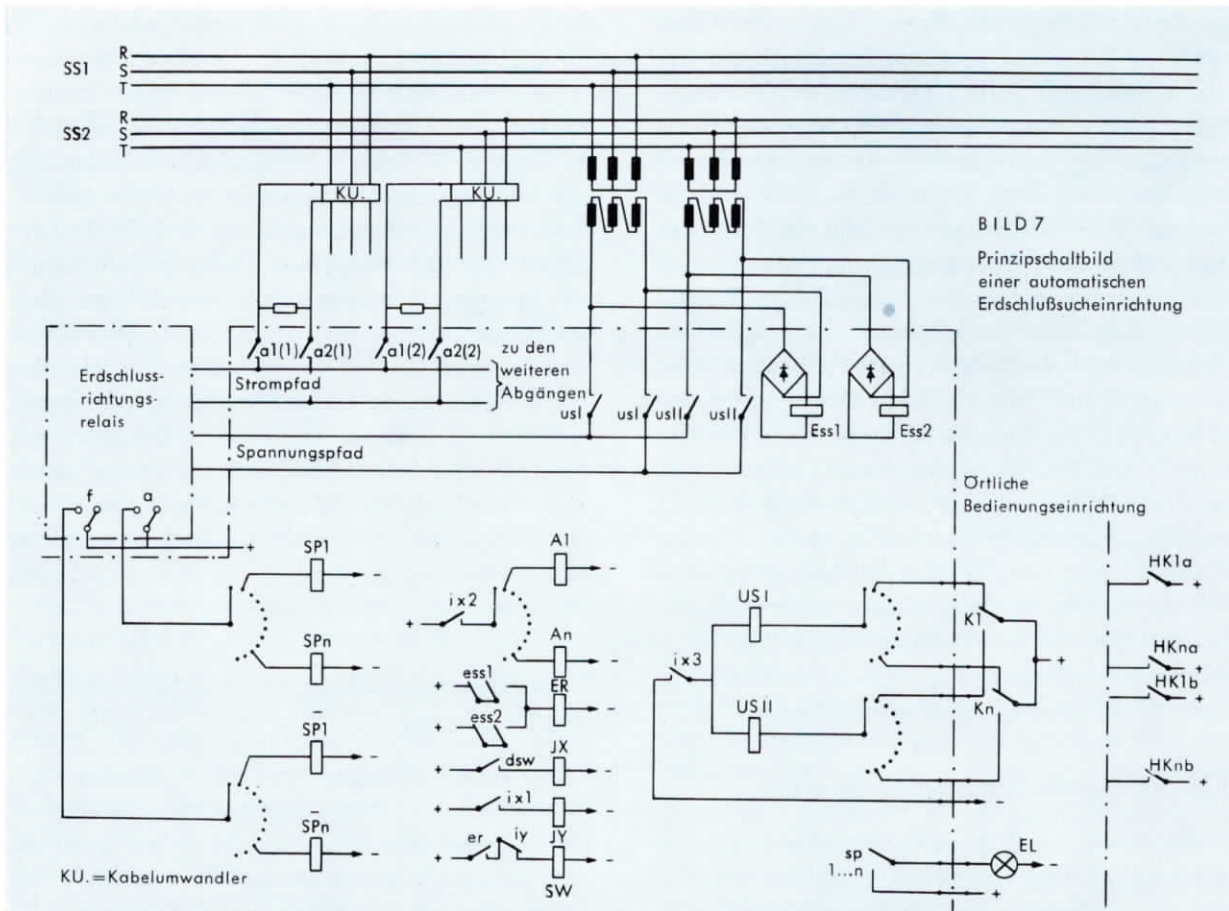


BILD 6
Prinzipialschaltbild
eines elektronischen
Erdschlußrichtungsrelais



einzelnen Abgänge geschaltet werden kann. Dieser manuelle Vorgang wird durch die Erdschluß-Sucheinrichtung ESE mittels Schwachstromwählersteuerung automatisiert.

Bei Auftreten eines Erdschlusses wird durch die Verlagerungsspannung ein Erdschlußmelderelais erregt und dadurch die Wählerapparatur automatisch in Gang gesetzt, die die Summenströme der einzelnen Abgänge nacheinander an den Strompfad des Erdschlußrichtungsrelais anlegt. Dieses kennzeichnet den Erdschluß auch nach seiner Richtung. In der ESE werden die fehlerhaften Abgänge markiert und nach beendetem Suchvorgang entweder örtlich auf einer Tafel mit Flackerlicht angezeigt oder durch eine Fernwirkanlage zu einer vorgeordneten Kommandostation übertragen und dort optisch sichtbar gemacht. Es ist auch möglich, gleichzeitig örtlich anzuzeigen und zu einer entfernten Station zu übertragen. Eine Erdschlußsucheinrichtung der vorbeschriebenen Art soll im Folgenden ausführlicher besprochen werden.

Beschreibung des Prinzipschaltbildes (siehe Bild 7)

Bei einem Erdschluß in der Sammelschiene SS1 spricht das ESS1-Relais an. Es ist so bemessen, daß es auf kurzzeitige Wischer nicht anspricht, sondern nur dann, wenn ein Erdschluß etwa 2–3 sec entsteht. Das Relais ist so ausgelegt, daß es bis zu etwa 30 V noch Fehlstrom bekommt. Durch einen Wischkontakt des ESS1 wird das Einschaltrelais ER erregt. Es geht in Haltung (nicht dargestellt). Über die Kontakte er und iy wird der Suchwähler SW eingeschaltet und macht einen Schritt. Gleichzeitig werden durch den Ankerkontakt dsw das Relais JX und durch ix1-Kontakt das Relais JY angeworfen. Der Ruhekontakt des JY-Relais unterbricht den Wählerstromkreis SW, der Ankerkontakt öffnet, JX und JY fallen nacheinander ab. Der Suchwähler wird so schrittweise fortgeschaltet. Auf dem ersten Schritt des Wählers wird durch ix2-Kontakt das Anschaltrelais A1 erregt, das mit seinen Kontakten a1 und a2 den Stromwandler des Abganges 1 an

den Strompfad des Erdschlußrichtungsrelais schaltet. Durch ix3-Kontakte wird das US I- bzw. US II-Relais zum Ansprechen gebracht. Durch besondere Kippschalter K1 . . . Kn in einer Bedienungsplatte oder durch Trennschalterhilfskontakte HK1 . . . HKn wird entsprechend der Sammelschiene, an der dieser Abgang gerade liegt, das US I- oder US II-Relais betätigt. Die us-Kontakte legen also immer die richtige, zu dem angeschlossenen Strom gehörende Verlagerungsspannung an den Spannungspfad des Erdschlußrichtungsrelais. Liegt auf diesem Abgang ein Erdschluß vor, so wird, je nachdem, ob der Erdschluß von der Sammelschiene weg (Auslöserichtung) oder zur Sammelschiene hin gerichtet ist (Sperrichtung), der Kontakt a oder f des Erdschlußrichtungsrelais umgeschaltet und damit das Speicherrelais SP 1 oder SP 2 erregt. Das Relais geht in Haltung. Durch den sp-Kontakt wird der Erdschluß örtlich in einer Lampe EL angezeigt. Er kann auch durch eine angeschlossene Fernwirkanlage zu einer entfernten Station übertragen und dort angezeigt werden. Wenn der Suchwähler einmal umgelaufen ist, läuft er in Ruhestellung. Bei einem erneuten Erdschluß wird die Einrichtung wieder in Betrieb gesetzt. Die Einrichtung kann

auch durch Betätigung einer nicht dargestellten Taste zu einem Umlauf angereizt oder durch einen Fernsteuerbefehl der Kommandostation zu einem Suchvorgang angeregt werden. Je nachdem, ob ein wattmetrisches oder ein elektronisches Erdschlußrichtungsrelais angeschlossen ist, muß der Impulsgeber der Erdschlußsucheinrichtung (JX-, JY-Relais) auf 1 oder auf 10 Schritte pro Sekunde eingestellt werden. Bei dem elektronischen Richtungsrelais ERR genügt es, wenn der Stromwandler, der durch einen Widerstand abgeschlossen ist, durch a-Kontakte an das ERR angeschaltet wird; bei dem wattmetrischen System muß die Anschaltung mit Folgekontakten erfolgen. Erst nachdem der Wandler an das ERR gelegt wurde, darf der Kurzschluß aufgetrennt werden.

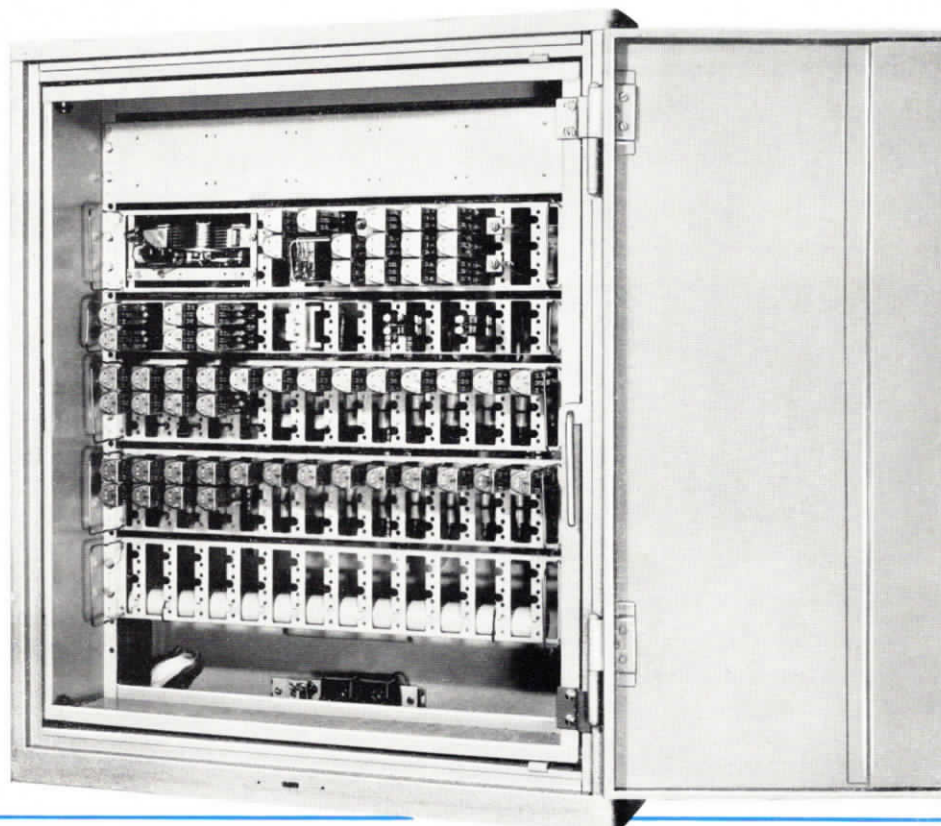
Auf Wunsch kann in der ESE eine sog. Abwurf-einrichtung vorgesehen werden, die den Leistungsschalter des erdschlußbehafteten Abzweiges auslöst. In diesem Fall braucht nicht erst abgewartet zu werden, bis das gesamte Erdschlußbild vorliegt, um die Anlage abzuschalten.

Die Betriebsspannung der Relaiseinrichtung beträgt 24 V.



BILD 8

Relais- und Wähler-anordnung der Erdschluß-sucheinrichtung



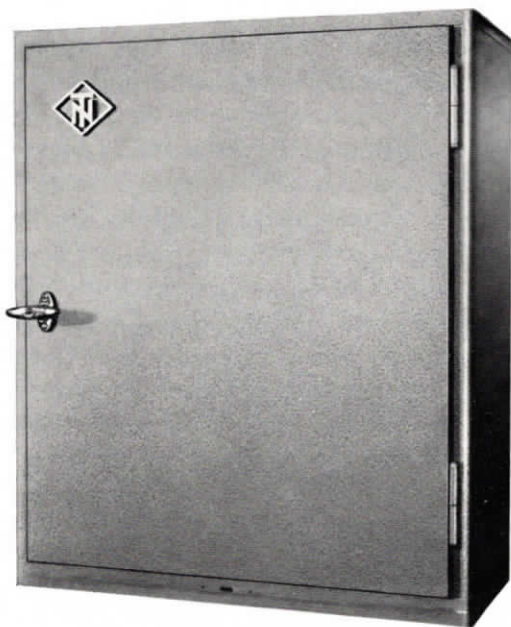


BILD 9
Der geschlossene Relais- und Wählerschrank

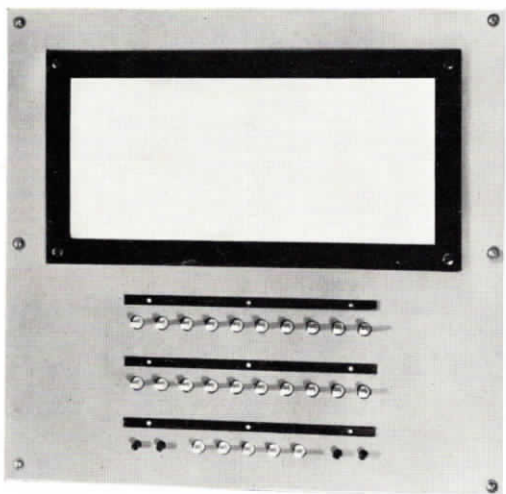


BILD 10
Anzeigeeinrichtung einer örtlichen Erdschlußsucheinrichtung

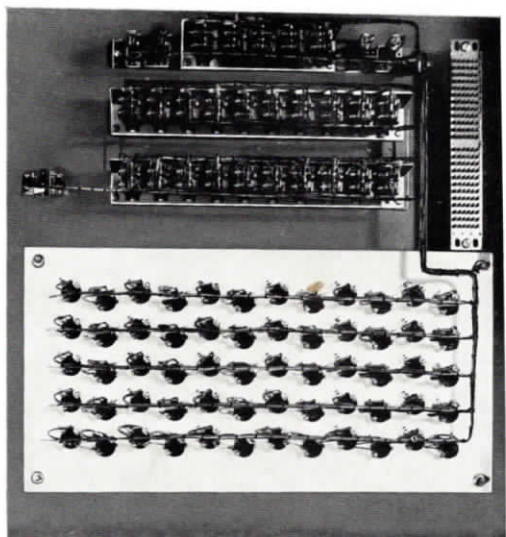


BILD 11
Rückansicht der Bedienungs-
tafel

Konstruktiver Aufbau der ESE

Im Bild 8 ist die Relais- und Wähleranordnung der besprochenen Erdschlußsucheinrichtung zu sehen. In der obersten Schiene erkennt man links den Suchwähler SW und daneben die Relais des gemeinsamen Satzes. In der 2. Schiene sind die Erdschlußmelderrelais E_{SS1} und E_{SS2} sowie die Anschalterrelais für die Verlagerungsspannung angeordnet. Die 3. Schiene enthält die Anschalterrelais A der einzelnen Abgänge (es sind insgesamt 30 Abgänge vorgesehen). In der 4. Schiene sind die Speicherrelais SP für positive Erdschlußrichtung eingebaut. Die Speicherrelais für negative Erdschlußrichtung sind bei dieser ausgeführten Anlage nicht eingebaut. Bild 9 zeigt eine Ansicht des geschlossenen Schrankes.

Die Anzeigeeinrichtung einer örtlichen Erdschlußsucheinrichtung (also ohne Fernübertragung) zeigt Bild 10. Das Tableau ist für die Anzeige von 25 Erdschlußmeldungen ausgelegt. Durch die darunter angeordneten 25 Kippschalter mit 2 sperrenden Stellungen (oben und unten; Mitte = Ruhestellung) können die Zuordnungen der Trennschalter zu den beiden Sammelschienen SS1 und SS2 nachgebildet werden. 4 nichtsperrende Tasten in der untersten Reihe (2 links, 2 rechts) dienen zur Quittierung der angezeigten Erdschlußmeldungen, zur Abstellung des akustischen Signals, das bei Auftreten eines Erdschlusses gegeben wird, und zur Lampenprüfung.

Bild 11 zeigt die Rückansicht dieser Bedienungs-
tafel mit der Verdrahtung.

Wird das Ergebnis der Erdschlußsuche über eine Fernwirkanlage zu einer entfernten Station übertragen, so pflegt man die Erdschlüsse im Blindschaltbild anzuzeigen.

Zu diesem Zweck sind ausleuchtbare Pfeile in den betreffenden Abgängen angeordnet, die beim Einlaufen einer solchen Erdschlußmeldung ausgeleuchtet werden (siehe Bedienungspult St. Hülfe [3]).

LITERATUR:

- 1) Erdschlußfassung und Sternpunktbehandlung in Mittelspannungsnetzen
E. Warrelmann, *Elektrizitätswirtschaft* 57. Jhrg. Heft 17/1958
- 2) Elektronik in der Starkstromtechnik
Elektronik 8. Jhrg. Nr. 10/1959
- 3) Die Funkfernsteuerung St. Hülfe
W. Six, *TuN-Nachrichten* 1961 Heft 53

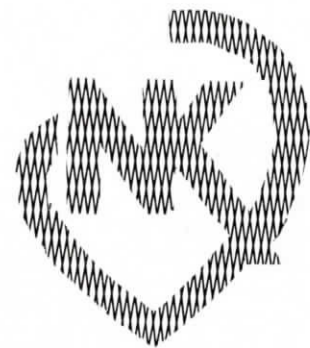


BILD 1

Das Neunkircher Kaufhaus

Fernmeldeanlagen in einem Groß-Kaufhaus

Neunkircher Kaufhaus, Neunkirchen/Saar

von Uwe Lorenzen

DK 654.152

Die Planung eines modernen Groß-Kaufhauses, wie es kürzlich in der Hüttenstadt Neunkirchen/Saar, dem Sitz der „Neunkircher Eisenwerke A. G.“, errichtet wurde, wirft eine Anzahl von fernmelde-technischen Problemen auf, deren sorgfältige Bearbeitung und Lösung unter dem Gesichtspunkt der Rationalisierung des Geschäftsablaufes und der Sicherheit des Hauses unbedingt erforderlich ist. Gilt es doch, einmal schnelle und zuverlässige

Nachrichtenverbindungen innerhalb des Hauses und nach außerhalb zu schaffen und zum anderen die Sicherheit von Leben und Sachwerten in größtmöglichem Umfang zu gewährleisten. Die Privat-Telefon-Gesellschaft m. b. H., Saarbrücken, die saarländische Niederlassung der Telefonbau und Normalzeit Frankfurt/Main, erhielt nach eingehenden Vorbesprechungen den Auftrag, die schwachstromtechnischen Einrichtungen für dieses Groß-Kaufhaus zu liefern und zu installieren.

Als Fernsprechanlage wurde eine TN-Universalzentrale der Baustufe II E mit 5 Amtsleitungen und 50 Nebenstellen eingebaut. Diese Anlage mit Leuchttastenzuteilung bietet ein hohes Maß an Schnelligkeit und Zuverlässigkeit bei der Weitervermittlung von Amtsanrufen. Ein Zahlengeber



BILD 2

Die Fernsprechvermittlung

beschleunigt und erleichtert den Aufbau von Fernverbindungen.

Ihr formschönes und geräuschkämpfendes Stahlschrankgehäuse, welches die erforderlichen Relais und Wähler aufnimmt, und der zweckmäßige und elegante Vermittlungsapparat tragen dazu bei, daß sich diese Apparatur auch äußerlich in die moderne Linie des Kaufhauses harmonisch einfügt. Sperrmitlaufwerke in den Amtsleitungen, die so eingerichtet sind, daß die leitenden Herren des Hauses beliebige Fernverbindungen aufbauen können, während die übrigen Apparate auf das Ortsnetz beschränkt sind und bei Aufbau von Ferngesprächen der Hilfe der Telefonistin bedürfen, sorgen in Verbindung mit Gebührenzählern für eine zuverlässige Erfassung der Gesprächsgebühren.

An Fernsprechapparaten wurde unser in Form und Farbe sehr ansprechendes Modell E 2 sowohl in Wand- als auch in Tischausführung eingebaut, wobei auch die Fahrstühle berücksichtigt wurden, so daß die Fahrstuhlführer in der Lage sind, von der

fahrenden Kabine aus mit den einzelnen Stellen des Hauses in Verbindung zu treten.

Die Direktionszimmer mit den Sekretariaten erhielten unsere bewährten „Pikkolo“ Chef- und Sekretärapparate, welche unerwünschte Anrufe oder Störungen von den leitenden Herren fernhalten. Alle eingehenden Anrufe werden zunächst von der Sekretärin abgefragt und nach Anmeldung zum Chef weiterverbunden. Die Chefapparate haben eine zusätzliche Direktruf Taste zur Telefonzentrale, so daß der Chef, ohne den Hörer abzunehmen, durch einen einfachen Tastendruck die Zentrale erreichen kann. Dort leuchtet dann eine Tastenlampe im Vermittlungsapparat auf, und die Telefonistin leitet nun ihrerseits durch einen Druck auf diese Tastenlampe den Rückruf ein, der immer direkt den Chefapparat erreicht, auch wenn die Rufumschaltung der Chef- und Sekretäranlage alle sonstigen Anrufe zum Sekretärapparat leitet. Wenn also das Anrufsignal im Chefapparat ertönt, so weiß der Chef in jedem Fall, daß die gerufene



BILD 3
Fernsprechapparat
im Aufzug



BILD 4
Vorzimmeranlage
„Pikkolo“





BILD 5
Kunstgewerbliche Nebenuhr



BILD 6
Arbeitszeit-
Registrierapparate

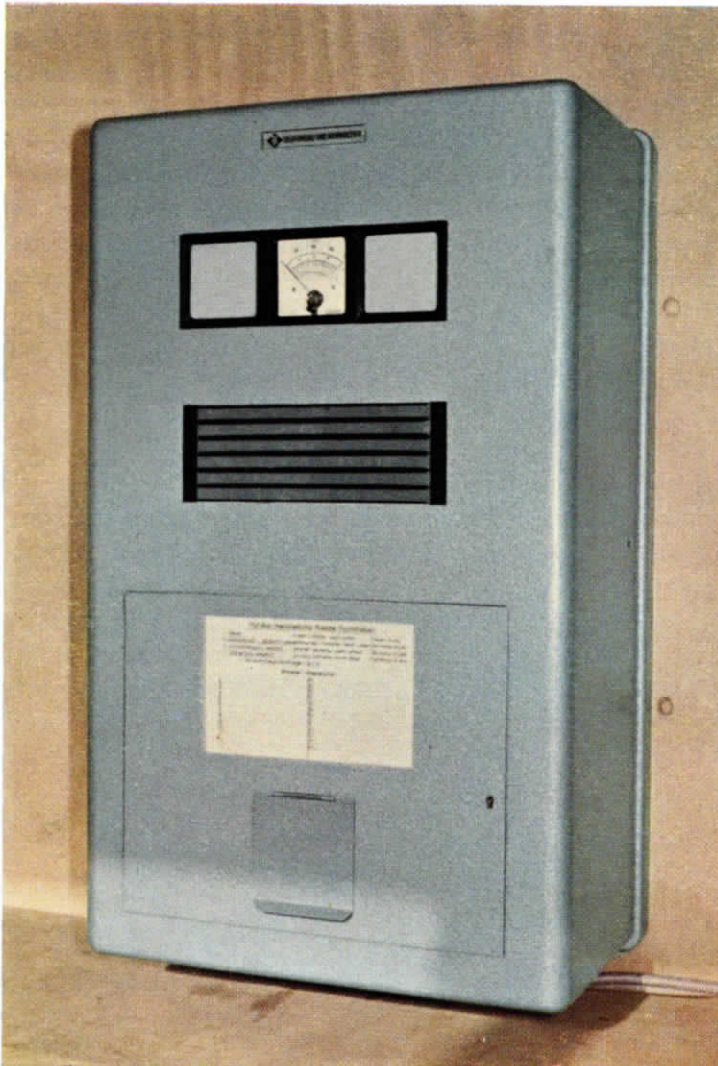


BILD 7
Die Feuermeldezentrale

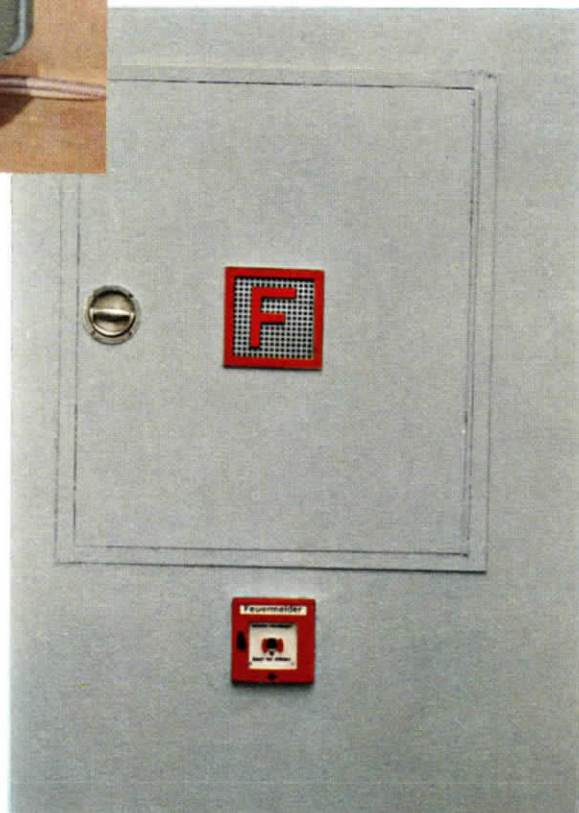
Telefonistin sprechfertig am Apparat wartet, erst dann nimmt er seinen Hörer auf und gibt seine Wünsche durch. Lästige Wartezeiten werden hierdurch vermieden.

Die Stromversorgung der Fernsprechanlage erfolgt durch das im Stahlschrank der Zentrale eingebaute Netzspeisegerät direkt aus dem Lichtnetz, eine Notbatterie sorgt bei evtl. Ausfall des Stroms für die Aufrechterhaltung des Fernsprechverkehrs.

Die TN-Uhrenanlage, deren Hauptuhr im Raum der Fernsprechvermittlung montiert wurde, und deren Nebenuhren in großer Zahl über das ganze Haus verteilt angebracht sind, zeigt nicht nur überall genaue und gleiche Zeit, sie signalisiert auch über drei Signalstromkreise Beginn und Ende



BILD 8
Ein eingebauter
Druckknopf-Feuermelder



der Geschäftszeit und der Pausen, wobei sie automatisch die abweichenden Zeiten des Geschäftsschlusses an verschiedenen Wochentagen berücksichtigt. Arbeitszeitregistrierapparate, in der Nähe der Umkleieräume des Personals angebracht und an die Uhrenanlage angeschlossen, sorgen für eine unbestechliche Erfassung der vom Personal geleisteten Arbeitsstunden und sind somit eine wirkungsvolle Unterstützung der Lohn- und Gehaltsabteilung des Hauses.

Die TN-Feuermeldezentrale, mit 20 Schleifen entsprechend den Sicherheitsvorschriften und der Größe des Hauses ausgebaut, wurde im ständig besetzten Pförtnerhaus montiert. Sie hat eine eigene Stromversorgungsanlage; das dazu gehörige Leitungsnetz ist von dem übrigen schwachstromtechnischen Leitungsnetz völlig getrennt. Bei Feuergefahr wird durch einen der im ganzen Haus verteilt angebrachten Druckknopfmelder ein Alarm ausgelöst, wobei der Pförtner am Aufleuchten der dem Melder zugeteilten Schleifenlampe in der

Zentrale erkennen kann, von wo der Alarm ausgeht. Er leitet in diesem Fall genau festgelegte Sicherheitsmaßnahmen ein, die eine schnelle und wirkungsvolle Bekämpfung der aufgetretenen Gefahr ermöglichen. Ein an beliebiger Stelle des Kaufhauses ausgelöster Alarm der Feuermeldezentrale leitet aber nicht nur die Gegenmaßnahmen des Pförtners ein, sondern schaltet auch automatisch die Be- und Entlüftungsventilatoren im gesamten Komplex des Kaufhauses ab, um jede Zugluft und damit eine Vergrößerung des eventuellen Brandes zu verhindern. Die vorhandene Berieselungsanlage (Sprinkler-Anlage), die ebenfalls an die Feuermeldezentrale angeschlossen ist, läßt bei Auslösung in dieser Zentrale eine Schleifenlampe aufleuchten, so daß der Pförtner erkennen kann, in welchem Stockwerk die automatische Berieselungsanlage in Tätigkeit getreten ist. Außerdem wird ein Schaltkriterium zur Lautsprecheranlage gegeben, damit von dort eine Alarmierung des Hauses erfolgen kann. Alle erdenklichen Möglich-

BILD 9

Eingebauter Deckenlautsprecher





BILD 10

Wandlautsprecher
der elektro-akustischen Rufanlage

keiten wurden berücksichtigt, um die Sicherheit des Hauses, des Publikums und des Personals bei Feuergefahr zu gewährleisten.

Die elektro-akustische Rufanlage, in Zusammenarbeit mit der Firma Telefunken entwickelt, ist recht umfangreich. Sie umfaßt neben der Verstärkerzentrale über 100 im Hause verteilte Lautsprecher, die z. T. in die Decken eingebaut wurden. Anschlüsse für Mikrofone in den verschiedenen Abteilungen des Hauses und die Möglichkeit, in einzelnen Abteilungen, getrennt von den anderen, Sonderprogramme mittels eines Übertragungswagens aussenden zu können, sind ebenfalls vorhanden. Mikrofone mit der Möglichkeit der Sammelschaltung (Kommandoschaltung) wurden in der Telefonzentrale und bei den leitenden Direktoren installiert. Über diese Mikrofone können alle Lautsprecher angesprochen werden, gleichgültig, ob diese in einzelnen Abteilungen abgeschaltet sind oder ein Einzelprogramm abstrahlen. Auch die von der Hauptuhr der Uhrenanlage abgegebenen

Signale für Beginn und Ende der Geschäftszeit und der Pausen werden durch eine Gongschlageinrichtung in Verbindung mit der Verstärkerzentrale über die Lautsprecher ausgestrahlt. Auch die Signalgabe bei Fernalarm erfolgt von der Feuermeldeanlage her über die Lautsprecheranlage. In diesem Fall werden alle sonstigen Programme der elektro-akustischen Rufanlage automatisch abgeschaltet (Vorrangschaltung).

An verschiedenen Stellen des Hauses, besonders jedoch in den Verkaufsabteilungen für Rundfunk- und Fernsehgeräte und in Schaufenstern können Rundfunk- und Fernsehgeräte über Spezialsteckdosen an eine umfangreiche Antennenanlage mit den Wellenbereichen Lang - Mittel - Kurz - UKW und Fernsehen angeschlossen werden, so daß die Programme einwandfrei empfangen werden können. Die Antennenverstärker wurden neben der Telefonzentrale montiert, so daß sie leicht zugänglich sind und ohne Schwierigkeit gewartet werden können.

Kühlvitri-
nen in der Lebensmittelabteilung des Kauf-
hauses nehmen leichtverderbliche Lebensmittel auf.
Es lag nahe, hier durch eine besondere Über-
wachungseinrichtung ständig die Temperaturen in
den Vitrinen kontrollieren zu lassen, damit Ab-
weichungen von der vorgeschriebenen Temperatur-
höhe sofort signalisiert und Abhilfemaßnahmen
eingeleitet werden können. Mit Thermoschaltern
und Anzeigeta-
blos, welche sowohl optisch über
Lampen als auch akustisch über Summer Tempe-
raturabweichungen signalisieren, werden der ein-
wandfreie Betrieb der Kühlaggregate überwacht
und Störungen für jede Kühlvitrine getrennt an-
gezeigt.

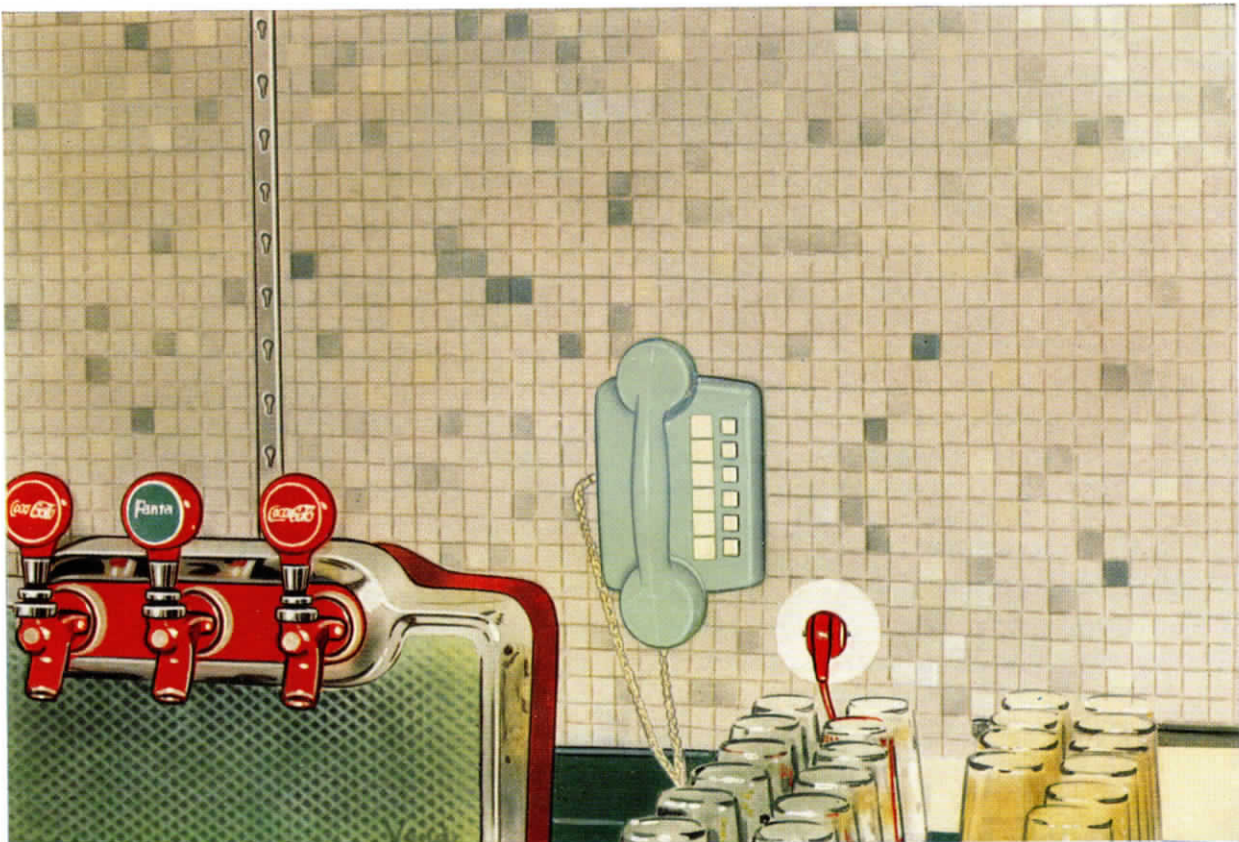
Eine automatische Verkehrssignal-Anlage für ein-
und ausfahrende Kraftfahrzeuge regelt den Ver-
kehr auf der einspurigen Zufahrt zum Parkplatz.
Dabei wird die erforderliche Steuerung der Licht-
signale von den Kraftfahrzeugen durch Überfahren
einer Bodenschwelle selbst vorgenommen. Diese
Bodenschwellen betätigen Kontakte, welche über

eine Relaisschaltung die Farben rot, gelb oder grün
in den Verkehrsampeln zur Einschaltung bringen.
Eine sinnreiche Verzögerungsschaltung sorgt dafür,
daß ein noch in Zu- oder Abfahrt befindliches Kraft-
fahrzeug rechtzeitig die einbahnige Wegstrecke
verlassen kann, bevor das wartende Fahrzeug
grünes Signal erhält.

Naturgemäß konnte im begrenzten Rahmen dieser
Abhandlung nur in großen Zügen auf die einzelnen
fernmeldetechnischen Anlagen eingegangen wer-
den, jedoch wollte die vorliegende Beschreibung
einen Überblick über den vielseitigen Anwendungs-
bereich von Fernmeldeanlagen geben und damit
deren Bedeutung für den rationellen Betriebsablauf
in einem Kaufhaus aufzeigen.

BILD 11

Rapidofon-Hausfernsprecher
in der Kühlvitrine



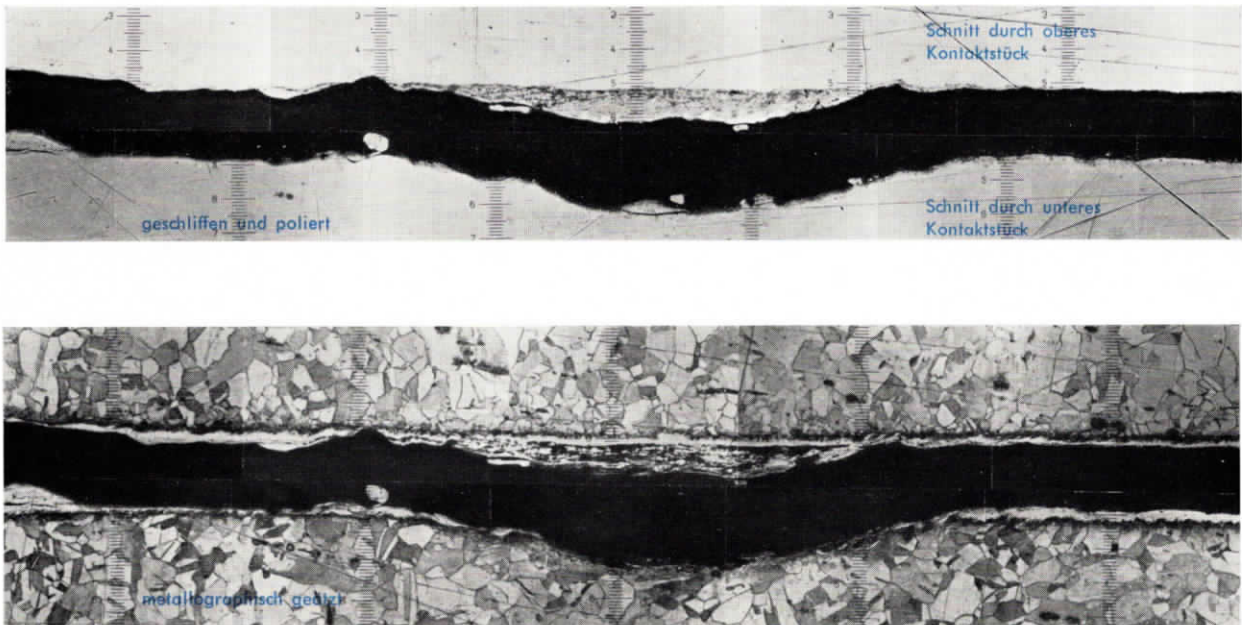


BILD 1

Profilschnitt durch zwei zueinandergehörige Kontaktstücke senkrecht zur Kontaktebene (Mikropanoramaaufnahme).

Volumen Krater: 0,0475 mm³

Volumen Spitze: 0,0285 mm³

Verhältnis des zugewanderten zum abgewanderten Material: 60%

1 Teilstrich = 2,7 μ

Meßverfahren zur quantitativen Bestimmung von Mikrovolumen

von Horst Herbrich

DK 620.1.08

Einführung

Die Lebensdauer technischer Einrichtungen ist begrenzt, da im Betriebszustand und meist auch mit verminderter Geschwindigkeit im Ruhezustand, irreversible Vorgänge ablaufen. Bekannte Beispiele hierfür sind: Der Verschleiß an Lagern und sonstigen Gleitflächen durch spanabhebende und plastische Verformung, der Abbrand und die Stoffwanderung (Krater- und Spitzenbildung) an Kontaktstücken von Schaltgeräten, die Korrosion an Metallteilen (Rost) usw.

Trotz sorgfältiger Planung und Ausführung aller Entwicklungsarbeiten ist die Art und der Umfang der Veränderungen wegen der Vielzahl der vorhandenen Einflußgrößen selten exakt vorausbestimmen. Um die zu erwartende Lebensdauer einer Neukonstruktion zu ermitteln, ist es notwendig, die möglichen Betriebsverhältnisse in zeitraffenden Laborversuchen (Dauerbetriebsprüfungen) nachzubilden. Dies ist jedoch nicht in allen

Fällen möglich. Vielfach wird es erforderlich, die im Verlauf eines bestimmten Zeitraumes ablaufenden irreversiblen Vorgänge großemäßig zu erfassen und auf die zu erwartende Lebensdauer durch Extrapolation zu schließen.

Zur Auswertung von Dauerbetriebsprüfungen gibt es zahllose meßtechnische Verfahren. Sie umfassen einen Bereich von der einfachen visuellen Beobachtung bis zu Messungen mit modernsten elektronischen Geräten. Bei allen Untersuchungen wird auf eine genaue qualitative und quantitative Analyse besonderer Wert gelegt, um Meßergebnisse an verschiedenen Meßobjekten miteinander vergleichen zu können. Dieses Vorgehen ermöglicht die Auswahl des besten Werkstoffes für eine vorgegebene Arbeitsbedingung, wodurch die Lebensdauer günstig beeinflußt wird.

Die quantitative Erfassung mikroskopisch kleiner Veränderungen an technischen Oberflächen be-

reitet hier oft Schwierigkeiten. So ist z. B. das Volumen von kleinen Kratern und Spitzen, wie sie durch Abbrand und Stoffwanderung an Kontaktstücken häufig in Erscheinung treten, mit den bekannten Oberflächen-Prüfgeräten (Tast-, Lichtschnitt-, Interferenz- und Traganteilgeräten) selten oder gar nicht zu bestimmen. Es sollen daher hier an Hand praktischer Beispiele zwei Verfahren beschrieben werden, welche die Vermessung mikroskopisch kleiner Volumen ermöglichen.

Schliffabtragungsverfahren

Durch schliffoptische Untersuchungen läßt sich sowohl die geometrische Form mikroskopisch kleiner Veränderungen wie auch ihr Volumen bestimmen (1).

Bild 1 zeigt als Beispiel einen Profilschnitt durch zwei zueinandergehörige Kontaktstücke, senkrecht zur Kontaktebene. Die Aufnahme ist einer Serie von fünf Profilschnitten entnommen, die zwecks quantitativer Bestimmung der Stoffwanderung im Schliffabtragungsverfahren angefertigt worden sind.

Die Messung wurde in folgender Weise vorgenommen:

Das Untersuchungsobjekt wird in Kunstarz ein-
gebettet und dann so weit abgeschliffen, bis eine
Veränderung der ursprünglichen Bauform zu er-
kennen ist (2). Diese Schliffebene wird photo-
graphiert und mit Hilfe eines Objektmarkierers
(pyramidenförmiger Eindruckkörper mit bekann-
tem Flächenwinkel) gekennzeichnet. Dann wird
eine geringe Schicht abgetragen, bis von der Mar-
kierung nur noch die Pyramidenspitze sichtbar
bleibt. Die danach erhaltene Schliffebene wird
wiederum fotografiert und diese Operation so
oft durchgeführt, bis keine Veränderungen mehr
wahrzunehmen sind. Aus den erhaltenen Raum-
querschnitten und den zugehörigen Höhendifferen-
zen (Eindrucktiefen des Objektmarkierers), gemes-
sen zwischen je zwei Schleif- oder Polierprozessen,
läßt sich dann die Form der Veränderungen, in
Bild 1 eine Kontaktspitze und ein -krater, rekon-
struieren und daraus das Volumen errechnen.

Das Schliffabtragsverfahren hat den Vorteil, daß neben der Vermessung von Raumformen im gleichen Arbeitsgang metallographische Unter-

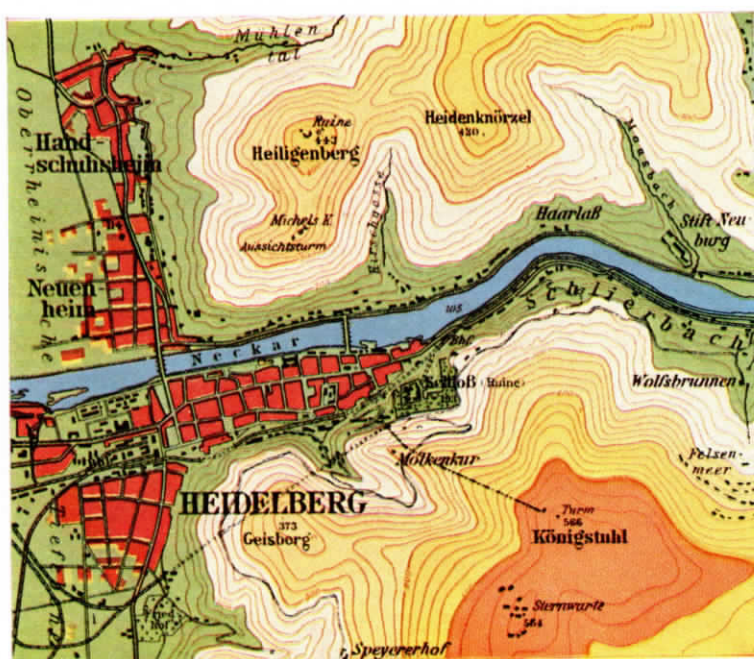


BILD 2

Topographische Geländedarstellung
Maßstab 1 : 50 000

suchungen vorgenommen werden können (siehe Bild 1 unten). Zur Vermessung einer größeren Anzahl von Objekten ist die beschriebene Methode jedoch umständlich und zeitraubend. Hier empfiehlt sich die Anwendung eines zerstörungsfrei arbeitenden Meßverfahrens.

Höhenlinien-Mikroskopie

Höhenlinien, auch Isohypsen genannt, sind Linien gleicher Höhe. Sie dienen der genauen Vermessung und räumlichen Darstellung von Geländen bei topographischen Aufnahmen (Bild 2). Optisch gesehen sind Verschleißstellen an technischen Oberflächen einer geographischen Geländeform sehr ähnlich. Daher bietet sich die Möglichkeit an, die Darstellung und Vermessung von technischen Oberflächen in ähnlicher Weise durchzuführen (Bild 3).

Mit einem rein optischen Meßverfahren lassen sich mikroskopisch kleine geometrische Formen und deren Volumen zerstörungsfrei bestimmen. Das Verfahren gründet auf der Erkenntnis, daß jedes Objektiv eine bestimmte Schärfentiefe hat, inner-

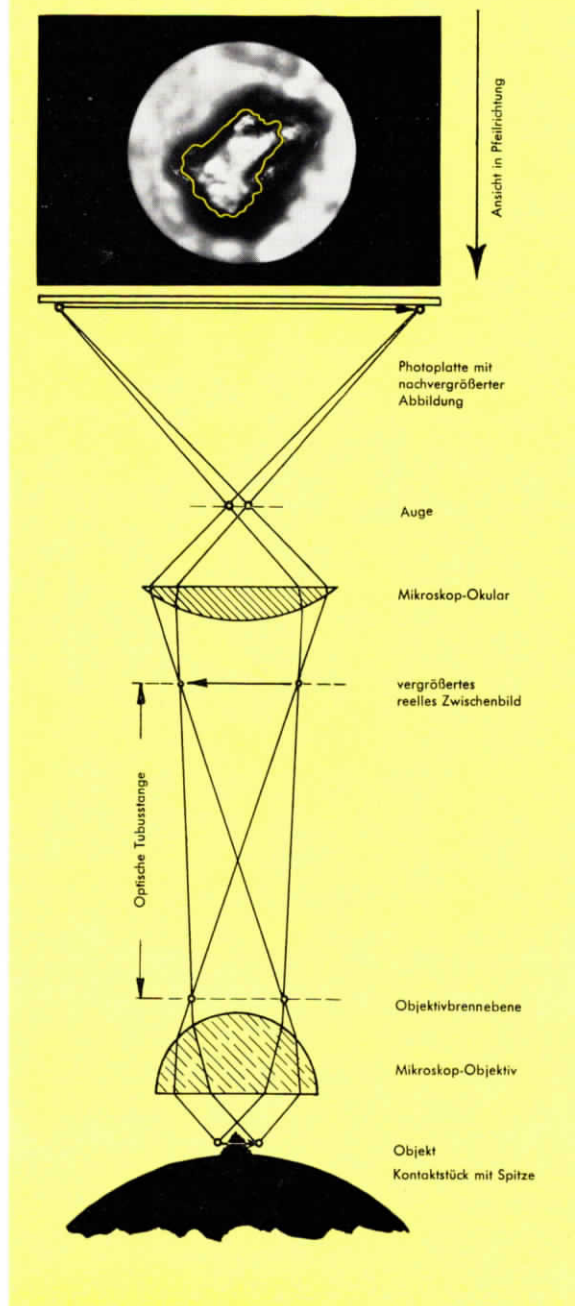


BILD 4

Schematische Darstellung der Versuchsanordnung

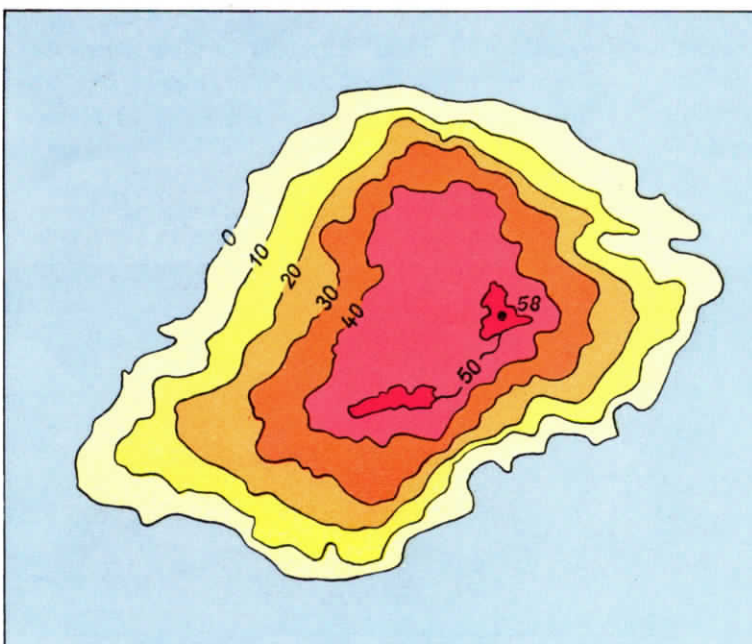


BILD 3

Kontaktspitze mit eingetragenen Höhenlinien
Volumen: $0,0398 \text{ mm}^3$
Vergrößerung: 250 : 1
Angewandte Zahlenwerte in Mikro-Meter

halb der ein Objekt scharf gezeichnet wird. Diese wird durch die feststehenden optischen Gesetze bestimmt (1). Sie beträgt für Mikroaufnahmen unter der Voraussetzung, daß die zulässige Unschärfe einem Sehwinkel von 1' entspricht, bei Betrachtung aus der deutlichen Sehweite von 250 mm:

$$T = \frac{1}{14} \cdot \frac{1}{A \cdot \beta} \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) [\text{mm}]$$

(A = Apertur, β = Abbildungsmaßstab). Aus dieser Formel geht hervor, daß die Schärfentiefe lediglich von der Apertur des verwendeten Objektivs sowie vom Abbildungsmaßstab abhängt. Für ein Objektiv mit A=0,50 und $\beta=320$ beträgt sie T=0,00044 mm = 0,44 μ .

Wenn z. B. ein kegelförmiger Raum von etwa 60 μ Höhe in Richtung der optischen Achse in den Schärfenbereich des mikroskopischen Sehfeldes hineinragt, so wird bei einer Schärfentiefe von 0,44 μ nur ein sehr kleiner Teil der Form scharf abgebildet. Es entsteht eine Markierung, die einer topographischen Höhenlinie sehr ähnlich ist (Bild 4). Durch stufenweise Veränderung des Objekt-Abstandes mit Hilfe eines in tausendstel Millimeter geeichten Präzisions-Triebes [1] und gleichzeitiger photographischer Registrierung der Höhenlinien wird das ganze Objekt optisch abgetastet (Bild 5). Aus den erhaltenen Höhenlinien-Aufnahmen und den zugehörigen Höhendifferenzen läßt sich nun wie im Schliffabtragungsverfahren die räumliche

Gestalt des Objekts rekonstruieren und daraus das Volumen errechnen. Mit Rücksicht auf eine ausreichende Genauigkeit des Verfahrens ist darauf zu achten, daß die Schärfentiefe stets um ein Mehrfaches kleiner ist als die Gesamthöhe der zu messenden Raumform.

Für erhöhte Anforderungen an Bildfeldgröße und Bildebnung ist die Verwendung von Planobjektiven zu empfehlen. In Verbindung mit Großfeldokularen ergeben sie gegenüber den üblichen Objektiv-Okularkombinationen ein bis mehr als doppelt so großes, hervorragend geebnetes Sehfeld [1].

LITERATUR:

- 1) Schuhmann, H., *Metallographie*, Fachbuchverlag Leipzig 1958
- 2) Herbrich, H., *Optische Analyse technischer Vorgänge*, TuN-Nachrichten, Heft 52

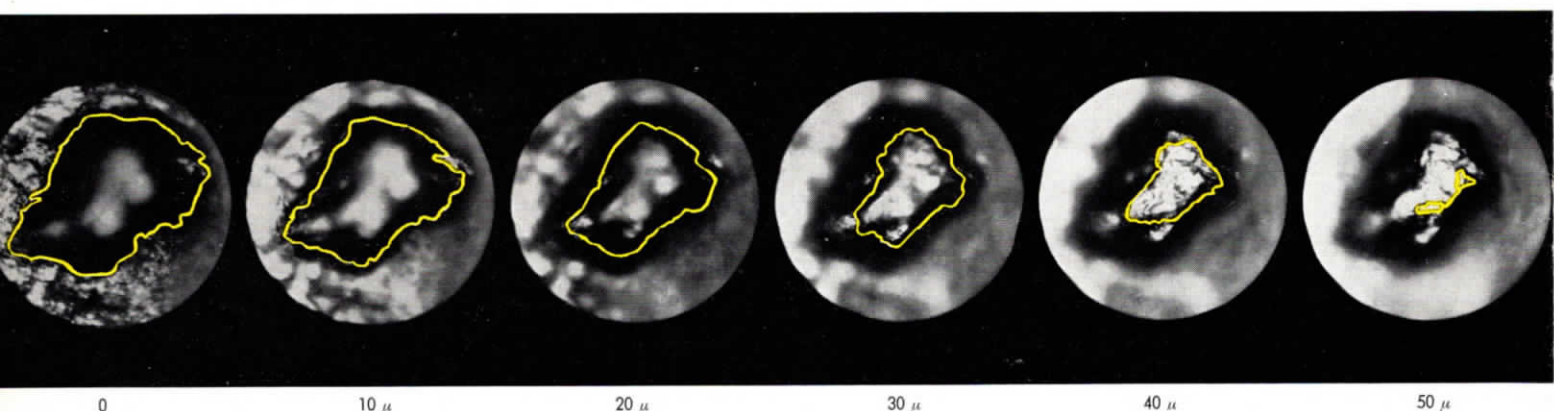
HERSTELLER:

- 1) Ernst Leitz GmbH, Wetzlar



BILD 5

Höhenlinienaufnahmen der Kontaktspitze nach Bild 3. (Aus drucktechnischen Gründen sind die Höhenlinien (Schärfenzonen) farbig markiert.)





Vorgabezeit-Kontrollanlage im Kraftfahrzeug-Reparaturbetrieb

von Günther Merlin

DK 529.781

Wirtschaftlicher Aufschwung und technische Entwicklung der Bundesrepublik finden ihren besonderen Ausdruck in der Motorisierung, die in den vergangenen Jahren in einem unerhörten Maße zugenommen hat. Am 1. Juli 1960 zählte man in der Bundesrepublik 7,1 Millionen Kraftfahrzeuge. Das bedeutet, daß jeder 7. Einwohner motorisiert ist. Diese Zahlen heben die Bedeutung hervor, die das Kraftfahrzeug und alle mit ihm verbundenen Wirtschaftszweige heute als Faktor der Volkswirtschaft gewonnen haben. Neben den Produktionsbetrieben sind es besonders die Wartungs- und Reparaturwerkstätten, welche durch die steigende Kraftfahrzeugdichte vor immer neue, wachsende Aufgaben gestellt werden. Sie dienen der Werterhaltung und ständigen Funktionsbereitschaft des Kraftfahrzeugs. Im Gegensatz zu der Großserien-Fertigung der Automobilfabriken sind ihre Aufgaben, weil ständig wechselnd und unterschiedlichem Arbeitsanfall unterliegend, häufig sehr viel komplizierter. Der Kunde erwartet von seiner Werkstatt, daß erforderliche Arbeiten an seinem Wagen in möglichst kurzer Zeit und zu möglichst geringen Kosten ausge-

führt werden. Der Kundendienst der Vertragswerkstätten bestimmt wesentlich die Bewertung eines Kraftfahrzeugs, ein guter Service stärkt oder begründet sogar das Vertrauen zu einem bestimmten Fabrikat und entscheidet damit auch den Verkaufserfolg. Die Herstellerfirmen bemühen sich daher auch, ihren Vertragswerkstätten bei der Erfüllung der Kundenforderungen durch Vorschläge zur Organisation und Rationalisierung Hilfen zu geben. Für den größten Teil der Reparaturarbeiten an Kraftfahrzeugen bestehen heute festgelegte Zeiten, die von den Herstellerfirmen ausgearbeitet wurden. Dadurch ist es möglich, die Dauer einer Reparatur schon bei Beginn der Arbeit zu bestimmen. Diese Rationalisierungsmaßnahme kann aber nur dann voll ausgenutzt werden, wenn durch vorherige Terminplanung eine reibungslose Wagenfolge garantiert werden kann, nach Möglichkeit verbunden mit einem Überblick über die arbeitsmäßige Belegung des gesamten Betriebes, um unproduktive Leerlaufzeiten auszuschalten, die Verluste für das Reparaturunternehmen bedeuten.

Zur zentralisierten Erfassung der Vorgabezeiten

mehrere oder aller Arbeitsplätze und zu ihrer Überwachung hat TN die Vorgabezeit-Kontrollanlage entwickelt.

Aufgabe der Anlage

Für die Ausführung einer bestimmten Arbeit oder eines Arbeitsganges steht der ausführenden Produktivkraft eine Zeit, die sogenannte Vorgabezeit, zur Verfügung, die aus den Arbeitszeitlisten entnommen wird. Bei Aufnahme der Arbeit stellt eine zentrale Stelle, beispielsweise der Zeitnehmer, diese Zeit auf einer Vorgabeuhr ein, die an dem Arbeitsplatz des ausführenden Monteurs installiert ist. Der Zeiger läuft dann zeitrichtig nach Null ab und zeigt kontinuierlich die Abnahme der Vorgabezeit an.

Die Anlage, die der Rationalisierung dient, bietet folgende Vorteile:

1. Überwachung der Vorgabezeiten.
2. Ermittlung des Zeitgewinns bei Unterschreiten der Vorgabezeiten.
3. Verringerung unproduktiver Leerlaufzeiten, damit Erhöhung des Wagendurchlaufes.
4. Zentralisierte Erfassung der Vorgabezeiten sämtlicher Arbeitsplätze eines Betriebes in einem Leitstand. Dadurch Möglichkeit der Terminplanung.
5. Möglichkeit des Anschlusses elektrischer Uhren (Nebenuhren).
6. Auftragskarten brauchen nicht mehr von den einzelnen Monteuren selbst, sondern können unmittelbar und zentral am Steuerpult gestempelt werden.

Aufbau der Anlage

Die gesamte Anlage setzt sich aus folgenden Einrichtungen zusammen:

1. Die Vorgabeuhren
2. Das Steuerpult
3. Die Steuereinrichtung
4. Zusatzeinrichtungen.

Die Vorgabeuhr

Je nach Organisation der Betriebe wird jedem Arbeitsplatz eine Vorgabeuhr zugeordnet, die an deutlich sichtbarer Stelle an einer Wand befestigt wird. Das Zifferblatt hat einen Durchmesser von 40 cm und besitzt eine 12-Stunden-Einteilung (Bild 1), deren Zählrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn verläuft. Über dem Stundenstrich „6“ bzw. „18“ ist ein farbig ausleuchtbares Transparent in das Ziffer-

blatt eingelassen, das die Nummer des Arbeitsplatzes und den Betriebszustand der Uhr kennzeichnet.

Vom Steuerpult aus, das unten beschrieben ist, wird bei Beginn einer Arbeit die Vorgabezeit auf der Vorgabeuhr eingestellt. Beträgt diese Zeit zum Beispiel 2 Stunden 18 Minuten, so läuft der Zeiger (im Uhrzeigersinn) im Schnellvorlauf auf 2,3 (jeder Teilstrich entspricht 0,1 Stunde oder 6 Minuten). Nun beginnt der Zeiger, sich alle 6 Minuten um jeweils einen Teilstrich rechts herum zu drehen. Die zu jedem Zeitpunkt noch vorhandene Zeit kann zwischen dem Zeiger und der Null direkt abgelesen werden. In diesem Zustand sind die oberen zwei Drittel des Transparentes weiß ausgeleuchtet; die Arbeitsplatznummer ist dabei erkennbar. Ist die Arbeit noch nicht beendet, wenn der Zeiger die Null erreicht, läuft er in das zwischen der Null und der Elf aufgebrachte rote Segment. Zur weiteren Kennzeichnung des Überschreitens der Vorgabezeit beginnt im gleichen Augenblick das untere Drittel des Transparentes rot zu leuchten.

Liegt die erforderliche Vorgabezeit zwischen 11 und 23 Stunden (maximal einstellbare Vorgabezeit), also mehr als ein Umlauf des Zeigers, so gelten für den ersten Umlauf die grünen Stundenziffern von

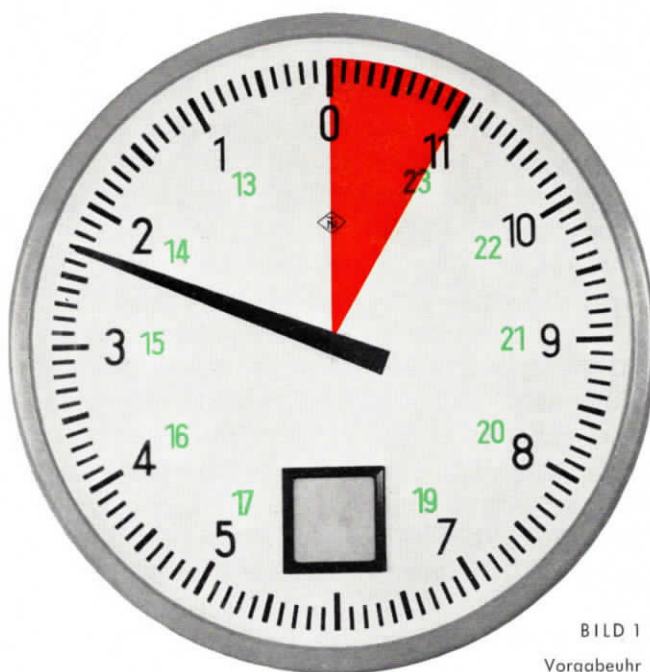


BILD 1
Vorgabeuhr

13 bis 23. Zur Kenntlichmachung dieses Zustandes werden die beiden oberen Drittel des Transparentes grün ausgeleuchtet. Sind die Stunden, die über 11

liegen, verstrichen, wechselt – durch entsprechende Tastenbetätigung – die Farbe des Transparentes von Grün auf Weiß im Steuerpult, das heißt, für den Rest der Vorgabezeit von 12 Stunden gelten die schwarzen Stundenziffern. Während der Zeit, in welcher der Zeiger sich von der 12. zur 11. Stunde der Vorgabezeit über das rote Segment bewegt, leuchtet das rote Transparent nicht auf.

Nach Beendigung eines Arbeitsganges wird die Uhr, ohne daß sie auf Null zurücklaufen müßte, auf eine neue Vorgabezeit eingestellt, oder elektrisch abgeschaltet. Diese Abschaltung kann entweder einzeln für jede Uhr oder für die gesamte Anlage gemeinsam, zum Beispiel bei Betriebsschluß, vorgenommen werden.

Das Steuerpult

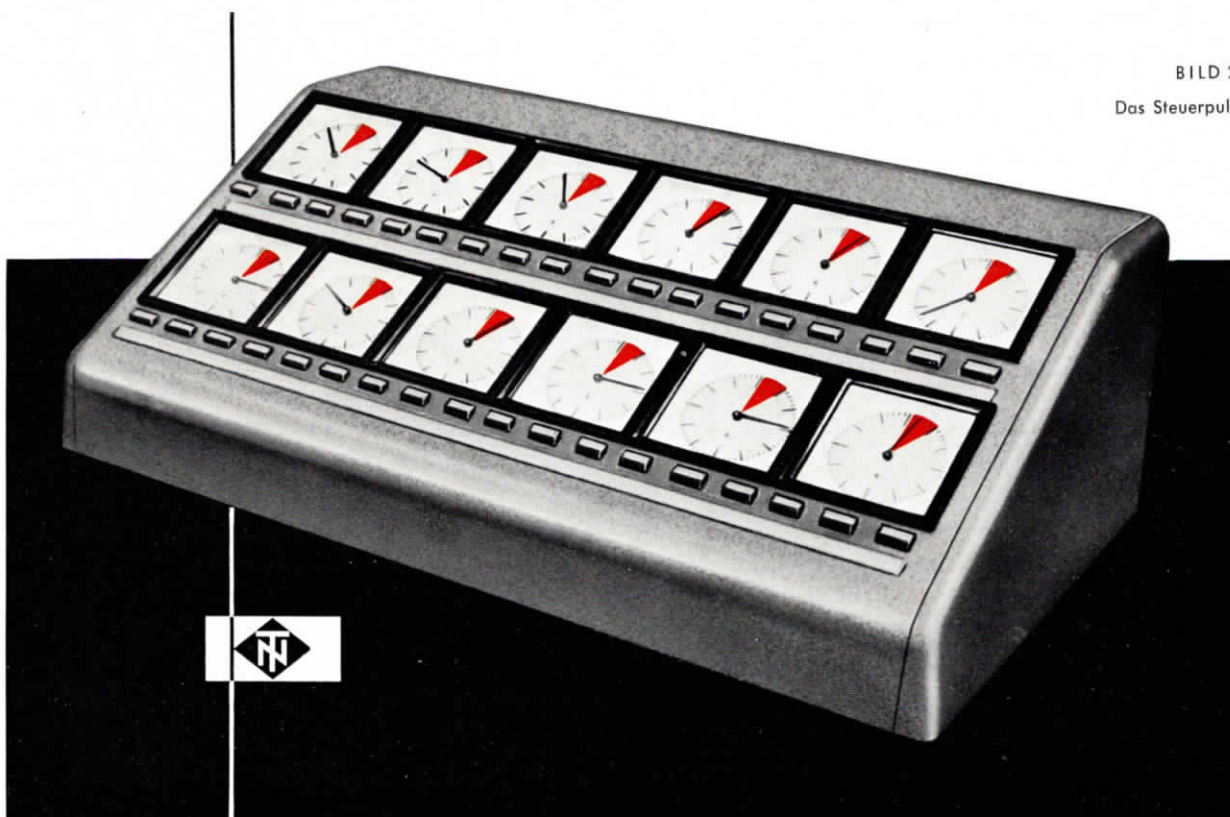
An ein Steuerpult (Bild 2) können maximal 12 Vorgabeuhren angeschlossen werden, entsprechend befinden sich 12 Kontrolluhren im Steuerpult. Zu jeder Vorgabeuhr ist eine Kontrolluhr parallel geschaltet.

Das Steuerpult ist im Leitstand oder an einer anderen zentralen Stelle aufgestellt und wird dort vom Zeitnehmer oder dem Meister, der für den Betriebsablauf verantwortlich ist, bedient.

Die Kontrolluhren sind ähnlich ausgeführt wie die Vorgabeuhren, jedoch ohne Transparente. Jeder Kontrolluhr sind drei sperrende Bedienungstasten zugeordnet. Die erste ist die sogenannte Überhangtaste. Sie wird betätigt, wenn die Vorgabezeit mehr als 11 Stunden beträgt und leuchtet dann gleichzeitig mit dem Transparent in der Vorgabeuhr grün auf bei Betätigung.

Die zweite, die Betriebstaste, schaltet die Vorgabe- und Kontrolluhr an das Schrittschaltwerk der Steuereinrichtung, das die 6-Minuten-Fortschaltimpulse erzeugt. Zur Kenntlichmachung leuchtet bei Betätigung die weiße Tastenlampe auf. Die Betriebstaste soll bei Einstellung einer Uhr immer als erste betätigt werden, da sie die wichtigste Funktion ausübt. Die dritte Taste dient zur Einstellung der Vorgabezeit. Im betätigten Zustand sind Vorgabe- und Kontrolluhr an den Impulsgenerator der Steuereinrichtung geschaltet. Dadurch wird der Schnellvorlauf des Zeigers erzielt. Nach Entsperrern der Vorgabetaste liegen die beiden Uhren automatisch am 6-Minuten-Schrittschaltwerk, da die Betriebstaste bereits gedrückt wurde. Die eingebaute rote Tastenlampe leuchtet beim Überschreiten der Vorgabezeit gemeinsam mit dem roten Transparent in der Vorgabeuhr auf.

BILD 2
Das Steuerpult



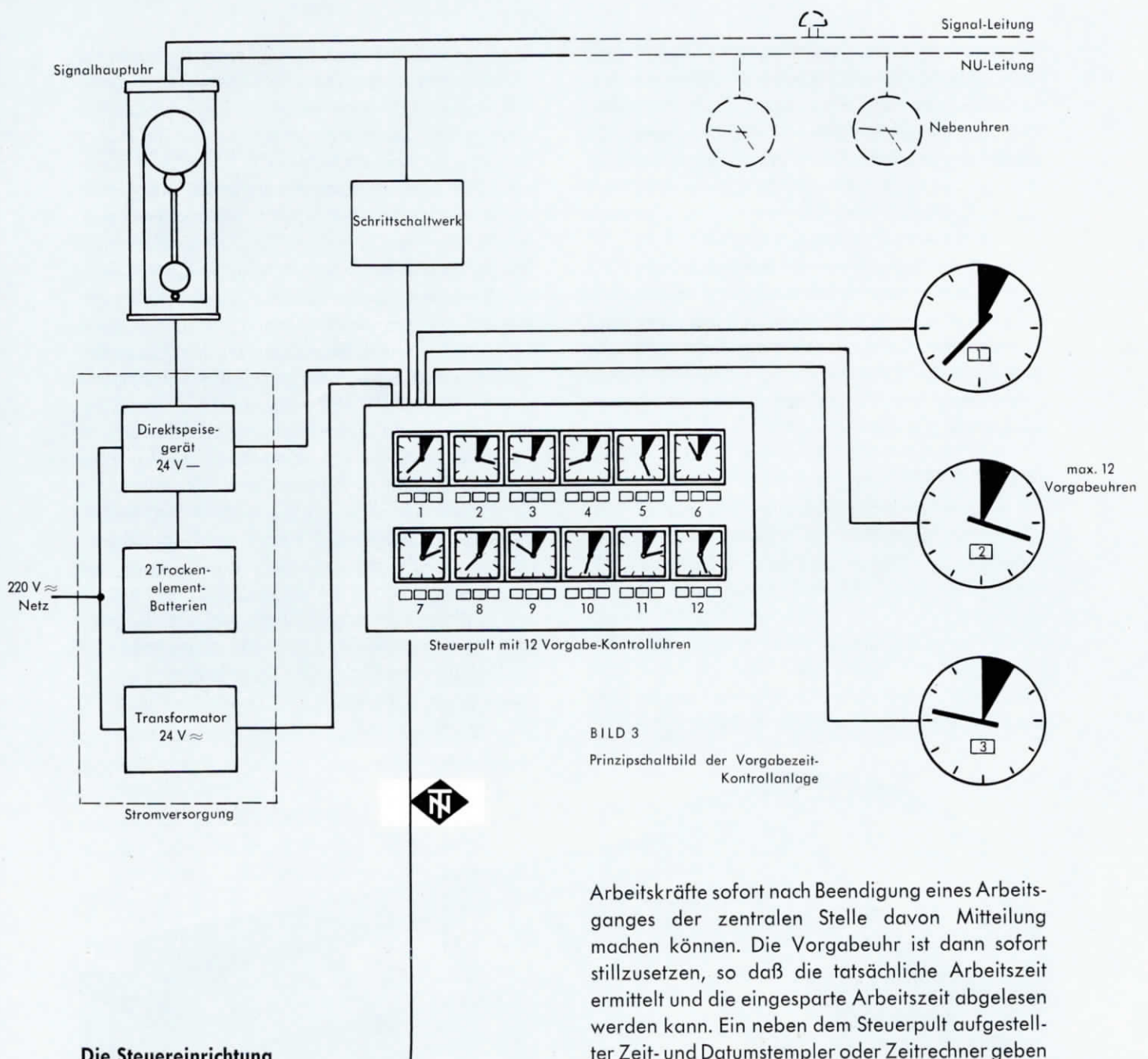


BILD 3
Prinzip Schaltbild der Vorgabezeit-Kontrollanlage

Die Steuereinrichtung

Die Steuereinrichtung besteht aus einer Signalthauptuhr mit Stromversorgung und dem Schrittschaltwerk, das die polarisierten 6-Minuten-Impulse erzeugt. Elektrisch gesteuert wird das Schrittschaltwerk von der Hauptuhr, die gleichzeitig bis zu 30 Nebenuhren einschließlich Arbeitszeit-Registrierapparate und Zeit- und Datumstempelgeräte schalten und akustische Signale auslösen kann.

Zusatzeinrichtungen

Als Ergänzungseinrichtung ist zweckmäßigerweise eine Wechselsprechanlage zwischen den Arbeitsplätzen und dem Leitstand zu installieren, damit die

Arbeitskräfte sofort nach Beendigung eines Arbeitsganges der zentralen Stelle davon Mitteilung machen können. Die Vorgabeuhr ist dann sofort stillzusetzen, so daß die tatsächliche Arbeitszeit ermittelt und die eingesparte Arbeitszeit abgelesen werden kann. Ein neben dem Steuerpult aufgestellter Zeit- und Datumstempler oder Zeitrechner geben dem Bedienenden die Möglichkeit, Reparaturarbeiten unmittelbar auf den Auftragskarten an- und abzustempeln. Dadurch brauchen die produktiven Arbeitskräfte die Karten nicht selbst zu stempeln, die dadurch dem Einfluß von Öl und anderen Verunreinigungen entzogen werden und leserlich bleiben.

Falls keine Wechselsprechanlage vorhanden ist, kann jede Vorgabeuhr mit einem Tastknopf ausgerüstet werden, über den die Uhr vom Arbeitsplatz aus angehalten werden kann. Am Steuerpult beginnt dann die weiße Tastenlampe in der Betriebstaste zu flackern.

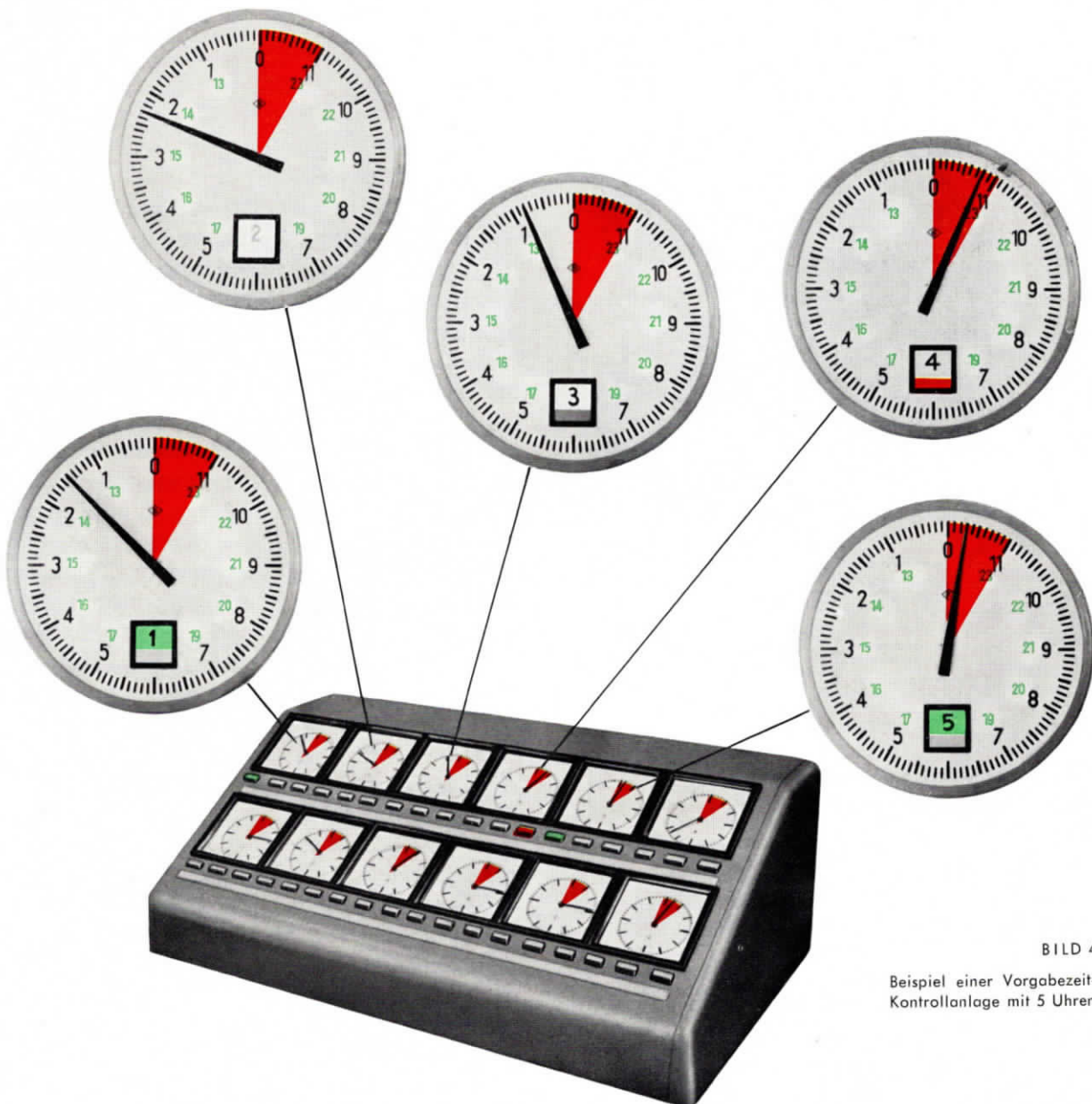


BILD 4

Beispiel einer Vorgabezeit-Kontrollanlage mit 5 Uhren

Beispiel einer Vorgabezeit-Kontrollanlage mit 5 Uhren

Arbeitsplatz 1:

Die Zeigerstellung entspricht einer Vorgabezeit von 13,5 Stunden. Da das Transparent grün beleuchtet ist, sind die grünen Stundenziffern zutreffend.

Arbeitsplatz 2:

Die Uhr ist auf die Vorgabezeit von 2,3 Stunden eingestellt. Das Transparent ist unbeleuchtet, da die Uhr abgeschaltet ist, d. h., die Arbeit wurde unterbrochen oder mit einer Einsparung von 2,3 Stunden gegenüber der vorgegebenen Zeit abgewickelt.

Arbeitsplatz 3:

Hier ist der Zeiger auf eine Vorgabezeit von 0,8 Stunden eingestellt. Die Vorgabeuhr ist an das 6-Minuten-Schrittschaltwerk angeschlossen (normaler Zeitablauf). Die Arbeitsplatzziffer ist weiß beleuchtet.

Arbeitsplatz 4:

Der Zeiger steht auf minus 0,8 Stunden, das heißt,

die vorgegebene Zeit wurde bereits um 48 Minuten überschritten. Die Uhr ist noch angeschaltet, da das Transparent weiß ausgeleuchtet ist. Außerdem leuchtet das untere Drittel des Transparentes rot als zusätzliches Zeichen für die Überschreitung der vorgegebenen Arbeitszeit.

Arbeitsplatz 5:

Hier werden minus 0,3 Stunden angezeigt, jedoch in Verbindung mit der grün beleuchteten Arbeitsplatzziffer und ohne rot beleuchtetes Transparent. Dies bedeutet eine eingestellte Vorgabezeit von 11,5 Stunden (normaler Zeitablauf).

Der Einsatz der Vorgabezeit-Kontrollanlage ist nicht beschränkt auf den Bereich des Kraftfahrzeug-Reparaturwesens. Die Zweckmäßigkeit der Anlage wird sich überall dort beweisen, wo zeitlich vorausbestimmbare Abläufe unterschiedlicher Dauer überwacht und zur Rationalisierung zentral erfaßt werden sollen.



Die Diffusion von Gold in einer Eisen-Nickel-Legierung

Ein Teilproblem der Flach-Schutz-Kontaktfertigung.

von Hans Isert

DK 669.046.552.5

Im Zusammenhang mit der Entwicklung des TN-Flach-Schutzkontaktes war die Diffusion von Gold in Eisen-Nickel-Legierungen von Interesse. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Lebensdauer vom Material der kontaktgebenden Flächen hatten ergeben, daß es im Interesse einer hohen Lebensdauer der Flach-Schutzkontakte erforderlich ist, diese Flächen mit einem speziellen Kontaktmaterial zu belegen. Es zeigte sich, daß eine Schicht aus Gold-Eisen-Nickel, bei der das Gold durch Wärmebehandlung in die Eisen-Nickel-Legierung eindiffundiert ist, unter bestimmten Voraussetzungen ein solches spezielles Kontaktmaterial sein kann, mit dem der Flach-Schutzkontakt Schaltzahlen von einhundert Millionen bis eine Milliarde erreicht! Um diese Wärmebehandlung der Kontaktflächen fertigungstechnisch beeinflussen und überwachen zu können, war es notwendig, die Diffusion des Goldes in Eisen-Nickel-Legierungen näher zu untersuchen.

Überschichtet man eine Lösung von Kupfersulfat mit reinem Wasser und überläßt das Ganze sich selbst, so kann man nach einigen Tagen beobachten, daß sich die zunächst scharfe Grenze zwischen der blauen Lösung und dem klaren Wasser

verwischt hat. Die blaue Farbe des Kupfersulfats ist nach oben – dem Schwerfeld entgegen! – vorgedrungen. Man nennt diese Erscheinung Diffusion. Ihre Ursache ist nicht der Konzentrationsunterschied der miteinander in Verbindung gebrachten Komponenten, sondern die regellose Wärmebewegung der gelösten Ionen. Die Diffusion ist jedoch nicht auf Flüssigkeiten beschränkt, sondern tritt ebenso bei gasförmigen und festen Stoffen auf. Jedes abgeschlossene System, das aus mischbaren Komponenten besteht, strebt dem Ausgleich der Konzentrationen zu. Ist dieser Ausgleich erreicht, so ist die Diffusion nicht etwa beendet, sondern entzieht sich nur wegen fehlender Konzentrationsunterschiede meistens der direkten Beobachtung. Der Nachweis der Diffusion bei völlig ausgeglichenen Konzentrationsunterschieden (Selbstdiffusion) gelingt mit Hilfe radioaktiver Isotope.

Eine der wichtigsten technischen Ausnutzungen eines Diffusionsvorganges in Festkörpern ist die Aufkohlung bei der Einsatzhärtung von Stahl. Hierbei diffundiert Kohlenstoff bei erhöhter Temperatur aus gasförmigem, flüssigem oder festem Material, welches Kohlenstoff abgibt, mehr oder weniger tief in den Stahl hinein und führt zu einer härtbaren Oberflächenschicht des Werkstückes. Jedoch gibt es noch zahlreiche andere Anwendungsgebiete, bei denen man sich der Oberflächenveränderung eines Materials durch Diffusion bedient. Ein solcher Fall soll hier kurz behandelt werden.

Die wichtigste Größe bei der mathematischen Behandlung eines Diffusionsvorganges ist der Diffusionskoeffizient. Die quantitative Betrachtung eines Diffusionsverlaufs führt stets zur Bestimmung des Diffusionskoeffizienten D des gelösten Stoffes. D ist durch die Fickschen Gleichungen definiert und hat die Dimension (Länge)² je Zeiteinheit. Die erste Ficksche Gleichung lautet für den speziellen Fall eines Rohres mit konstantem Querschnitt, in welchem sich eine Lösung befindet, die in Längsrichtung des Rohres ein Konzentrationsgefälle besitzt:

$$m = -q D \frac{dc}{dx} \quad \dots (1)$$

m = Menge des gelösten Stoffes, die je Zeiteinheit durch den Querschnitt q diffundiert

q = Rohrquerschnitt

D = Diffusionskoeffizient

c = Konzentration der Lösung

x = Ortskoordinate

$\frac{dc}{dx}$ = Konzentrationsgefälle

Hierbei wird vorausgesetzt, daß sich die diffundierenden Teilchen in völlig regelloser Wärmebewegung befinden und sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Zur experimentellen Bestimmung von D eignet sich eine Anordnung, die der Gleichung (1) entspricht, nicht sehr gut. Einfacher kann man den Konzentrationsverlauf längs des Diffusionsweges nach einer bestimmten Zeit oder den zeitlichen Verlauf der Konzentration an einer bestimmten Stelle experimentell ermitteln. Aus den so gewonnenen Versuchsdaten läßt sich in Verbindung mit der II. Fickschen Gleichung D berechnen. Die II. Ficksche Gleichung stellt den Zusammenhang zwischen der Konzentration c , der Ortskoordinate x und der Zeit t her.

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad \dots (2)$$

Voraussetzung für ihre Gültigkeit in dieser Form ist die Konzentrationsunabhängigkeit des Diffusionskoeffizienten D . Obwohl dieser Fall eigentlich nur bei Selbstdiffusion vorliegt, kann man für Überschlagsrechnungen – wie sie hier nur durchgeführt

werden sollen – diese Voraussetzung als gegeben annehmen. Die Lösung der obigen partiellen Differentialgleichung zweiter Ordnung führt zu einem Ausdruck, der das Gaußsche Fehlerintegral enthält. Die exakte Berechnung von D bei einer bestimmten Konzentration setzt die Kenntnis der Ausgangskonzentration, der Konzentration nach der Zeit t an der Stelle x und der Temperatur T voraus. Für Überschlagsrechnungen genügt es jedoch oft, mit dem Quadrat der mittleren Verschiebung aller diffundierten Teilchen zu rechnen. Dieses ist definiert durch

$$\bar{x}^2 = 2 D t \quad \dots (3)$$

$\bar{x}$ entspricht etwa der mittleren Eindringtiefe und kann somit häufig geschätzt werden.

Zunächst war weniger der exakte Wert von D_{Au} , als seine Größenordnung wichtig, so daß man sich auf eine Auswertung nach Gleichung (3) beschränken konnte. Dabei wurde die mittlere Verschiebung aller diffundierten Teilchen aus Schliffbildern entnommen, wie sie die Abbildungen 1 bis 3 zeigen. Das Gold wurde in dünnen Schichten auf das Trägermaterial aufgebracht und der Träger sodann

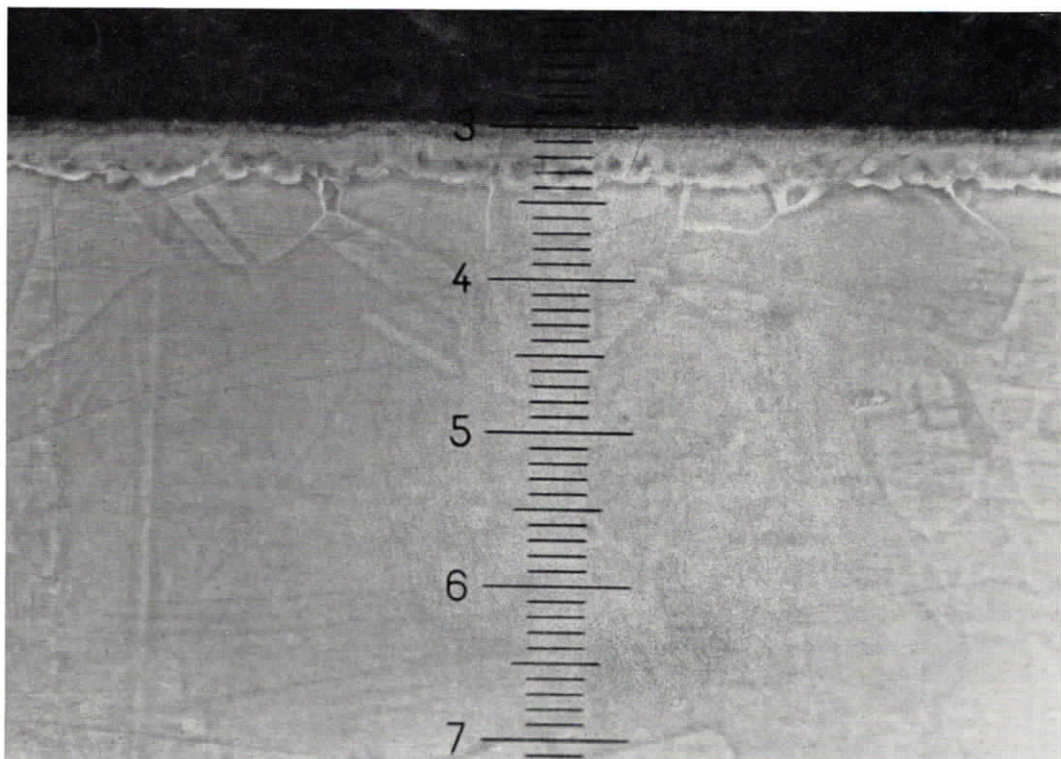


BILD 1 Querschliff durch die Oberflächenschicht eines vergoldeten Fe-Ni-Trägers nach der Diffusion
Mikroskopische Vergrößerung = 500:1 $T = 973^\circ K$ $z_0 = 10,8 \mu$ $d_0 = 6,0 \mu$ $\bar{x}_0 = 4,8 \mu$

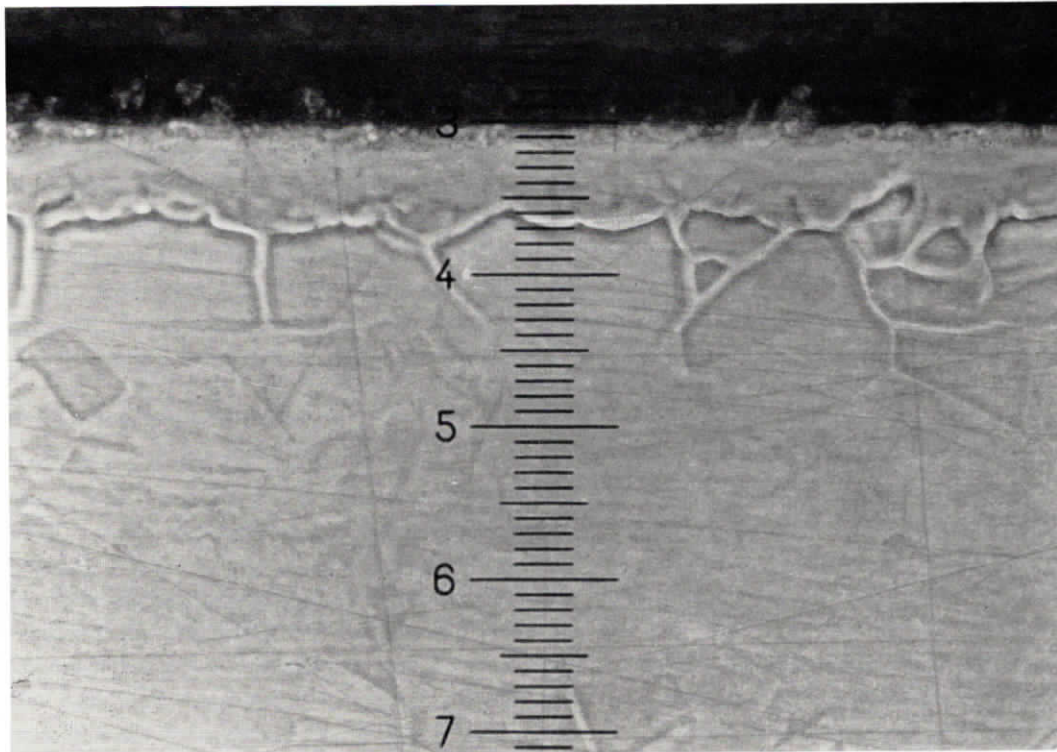


BILD 2 Querschliff durch die Oberflächenschicht eines vergoldeten Fe-Ni-Trägers nach der Diffusion
Mikroskopische Vergrößerung = 500 : 1 $T = 1173^{\circ} \text{K}$ $z_{14} = 17,7 \mu$ $d_{14} = 4,2 \mu$ $\bar{x}_{14} = 13,5 \mu$

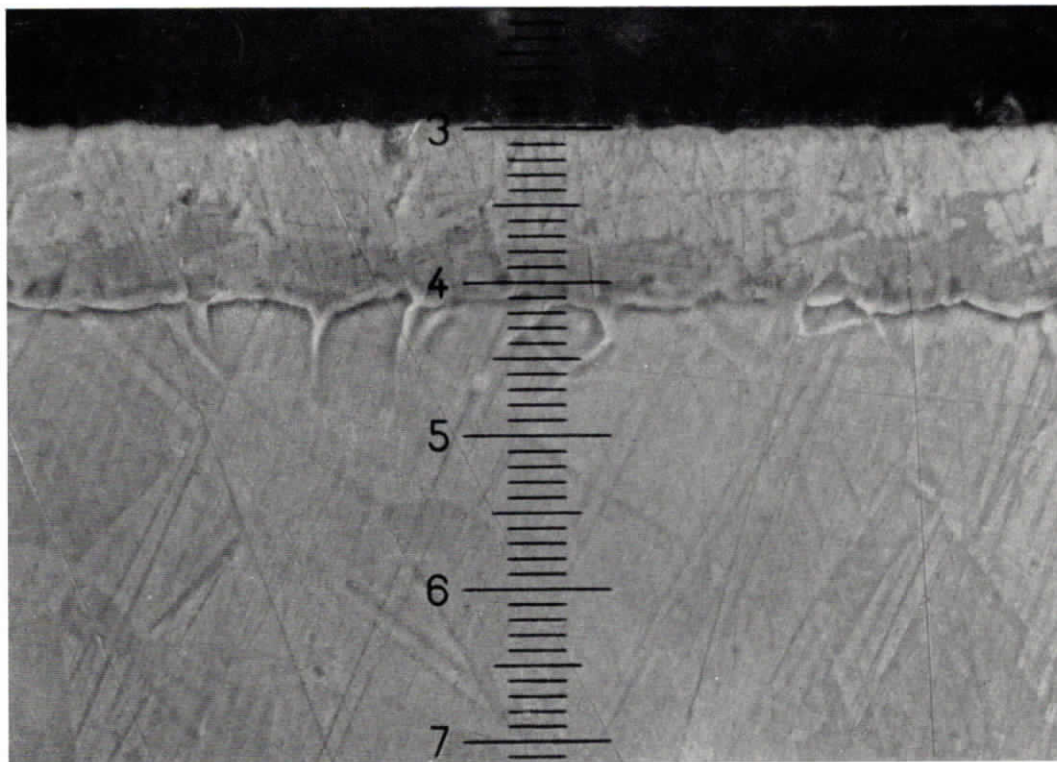


BILD 3 Querschliff durch die Oberflächenschicht eines vergoldeten Fe-Ni-Trägers nach der Diffusion
Mikroskopische Vergrößerung = 500 : 1 $T = 1273^{\circ} \text{K}$ $z_{20} = 29,7 \mu$ $d_{20} = 6,0 \mu$ $\bar{x}_{20} = 23,7 \mu$

erhöhter Temperatur ausgesetzt. Da die Diffusion eine Folge der regellosen Wärmebewegung der diffundierten Teilchen ist, muß der Diffusionskoeffizient temperaturunabhängig sein. Im allgemeinen läßt sich die Temperaturabhängigkeit des Diffusionskoeffizienten darstellen durch

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{RT}} \quad \dots (4)$$

$D_0 = \text{const.}$

$Q = \text{Ablösearbeit cal/Mol}$

$R = \text{Gaskonstante } (\approx 2 \text{ cal/Grad Mol})$

$T = \text{absolute Temperatur}$

Q ist diejenige Arbeit, die aufgewendet werden muß, um ein Mol*) eines bestimmten Stoffes aus dem Gitterverband des Festkörpers „abzulösen“ um es wanderungs- bzw. diffusionsfähig zu machen.

Angaben über die Größe des Diffusionskoeffizienten müssen also stets die Temperatur enthalten, für welche D gilt. Sind andererseits Werte von D für

verschiedene Temperaturen bekannt, so kann man leicht die Konstanten D_0 und Q in Gleichung (4) berechnen. Durch logarithmieren erhält man aus (4)

$$\ln D = \ln D_0 - \frac{Q}{RT} \quad \text{bzw.}$$

$$\log D = \log D_0 - 0,4343 \frac{Q}{RT} \quad \dots (5)$$

Differenziert man (5) nach $1/T$, so ergibt sich

$$\frac{d \log D}{d(1/T)} = -0,4343 \frac{Q}{R} \quad \dots (6)$$

Man trägt die D -Werte logarithmisch über $1/T$ auf und erhält eine Gerade, deren Steigung man bestimmt. Aus der Gleichung (6) ist dann unmittelbar Q zu errechnen, da die linke Seite von (6) der Steigung entspricht und R bekannt ist. Mit diesem Wert für Q kann man aus Gleichung (4) D_0 errechnen.

$$D_0 = D \cdot e^{\frac{Q}{RT}} \quad \dots (7)$$

$T [^\circ \text{K}]$	$1/T \cdot 10^4 [^\circ \text{K}^{-1}]$	$t [\text{s}]$	$Z [\mu]$	$d [\mu]$	$\bar{x} [\mu]$	$D \cdot 10^{11} [\text{cm}^2/\text{s}]$
973	10,28	3 600	5,0	2,0	3,0	1,3
973	10,28	3 600	7,5	4,0	3,5	1,7
973	10,28	3 600	7,8	4,2	3,6	1,8
973	10,28	3 600	9,5	6,0	3,5	1,7
973	10,28	7 200	8,2	4,2	4,0	1,1
973	10,28	7 200	10,8	6,0	4,8	1,6
973	10,28	14 400	7,5	2,0	5,5	1,1
973	10,28	14 400	10,2	4,0	6,2	1,3
973	10,28	14 400	10,2	4,2	6,0	1,3
973	10,28	14 400	12,2	6,0	6,2	1,3
1 073	9,32	3 600	13,6	6,0	7,6	8,0
1 073	9,32	7 200	11,4	2,0	9,4	6,1
1 073	9,32	14 400	20,3	4,0	16,3	9,2
1 173	8,52	3 600	17,7	4,2	13,5	25,3
1 173	8,52	3 600	20,4	6,0	14,4	28,7
1 173	8,52	7 200	21,6	2,0	19,6	26,7
1 173	8,52	7 200	21,6	4,2	17,4	21,0
1 173	8,52	14 400	25,8	2,0	23,8	19,7
1 273	7,85	3 600	27,0	4,0	23,0	73,5
1 273	7,85	3 600	29,7	6,0	23,7	78,3
1 273	7,85	7 200	33,8	2,0	31,8	70,2

$T = \text{Diffusionstemperatur}$

$t = \text{Diffusionszeit}$

$z = \text{Gemessene Eindringtiefe} + \text{Schichtstärke}$

$d = \text{Schichtstärke des Goldes}$

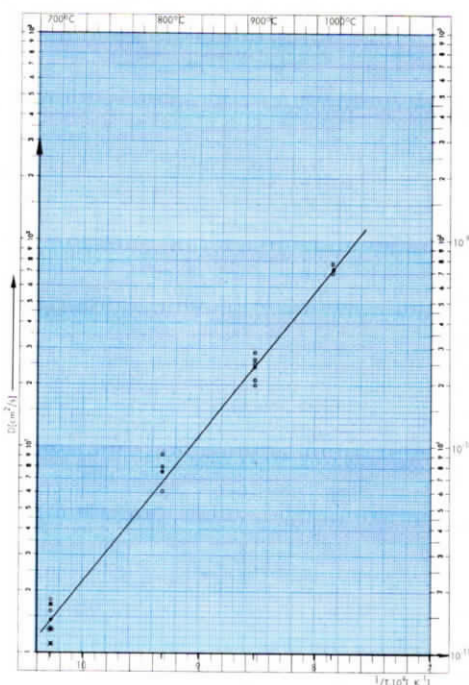
$\bar{x} = \text{Mittlere Eindringtiefe}$

$D = \text{Diffusionskoeffizient}$

Tabelle 1

BILD 4

Graphische Darstellung der Temperaturabhängigkeit des Diffusionskoeffizienten
[$\log D = f(1/T)$]



Die Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der Meßergebnisse und die nach Gleichung (3) errechneten Werte für D. Bild 4 zeigt die graphische Darstellung der log D-Werte über 1/T. Aus der Steigung dieser Geraden errechnet sich nach Gleichung (6) ein Wert für Q von 32130 cal/Mol. Aus Gleichung (7) erhält man für D_0 sodann $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$. Die vollständige Angabe für den Diffusionskoeffizienten und seine Temperaturabhängigkeit lautet somit:

$$D = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-\frac{32130}{RT}} \text{ cm}^2/\text{s} \quad \dots (8)$$

Mit diesem Wert für D kann man nun nach Gleichung (3) für verschiedene Temperaturen und Zeiten die zu erwartenden $\bar{x}$ -Werte errechnen. Tabelle 2 zeigt solche Werte. In Bild 5 sind diese mittleren Eindringtiefen als Funktion der Zeit bei verschiedenen Temperaturen dargestellt. Es taucht nun die Frage auf, inwieweit man ein bestimmtes Temperatur-Zeit-Paar durch ein anderes ersetzen kann, um zu einer gleichgroßen mittleren Eindringtiefe $\bar{x}$ zu kommen, da man in manchen Fällen gern die Diffusionszeit abkürzen möchte, bzw. in einem an-

deren Fall die Temperatur nicht sehr hoch wählen darf, da sonst unerwünschte Gefügeänderungen o. ä. eintreten können. Antwort auf diese wichtige Frage erteilt unmittelbar die Kurvenschar in Bild 5. Man entnimmt diesen Kurven beispielsweise (-----), daß man bei 700°C ein $\bar{x}$ von $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$ erst nach Zeiten > 10 Stunden erreicht, was fertigungstechnisch natürlich nicht erwünscht ist. Dagegen kommt man bei 800°C auf diesen $\bar{x}$ -Wert bereits nach etwa 2 Stunden.

An Hand des Beispiels der Diffusion von Gold in Eisen-Nickel bei der Fertigung von TN Flach-Schutzkontakten sollte kurz gezeigt werden, wie die Erscheinung der Diffusion als technische Werkstoffbehandlung von Metallen Anwendung findet und unter vereinfachenden Annahmen mathematisch behandelt werden kann.

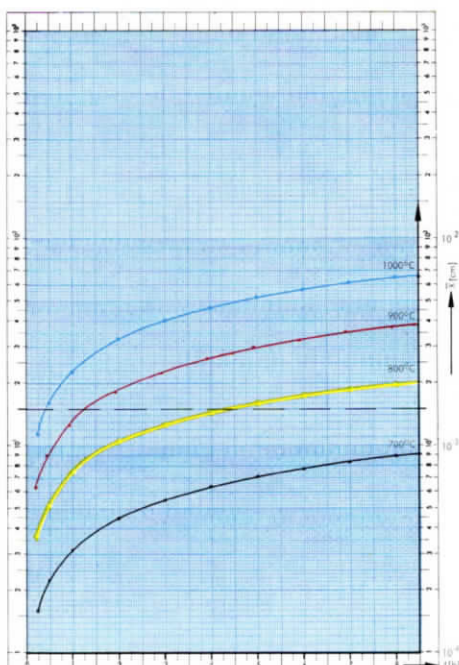
Denkt man ferner an die zahlreichen neueren Bauelemente der Halbleitertechnik (Diffusionstransistor, Siliziumgleichrichter, Solarzellen usw.) deren Wirkungsweise auf der Diffusion beruhen, bzw. deren rationelle Fertigung erst durch Anwendung der

Tabelle 2

t [s]	700° C $\bar{x} \cdot 10^4$	800° C $\bar{x} \cdot 10^4$	900° C $\bar{x} \cdot 10^4$	1000° C $\bar{x} \cdot 10^4$
900	1,59	3,55	6,45	11,55
1 800	2,25	5,02	9,12	16,34
3 600	3,18	7,10	13,29	23,08
7 200	4,50	10,29	18,78	32,63
10 800	5,51	12,29	23,01	39,97
14 400	6,37	14,20	26,56	46,16
18 000	7,12	16,18	29,67	51,61
21 600	7,80	17,39	32,53	56,46
25 200	8,43	18,95	35,14	61,00
28 800	9,01	20,08	37,56	65,29

BILD 5

Mittlere Eindringtiefe $\bar{x}$
als Funktion der Zeit
für verschiedene Temperaturen



Diffusionstechnik möglich wurde, so darf man erwarten, daß der Diffusion als Mittel der gezielten Beeinflussung von Werkstoffeigenschaften ganz allgemein in Zukunft noch gesteigerte Bedeutung zukommen wird.

*) 1 Mol = soviel Gramm eines Stoffes, wie das Molekulargewicht angibt.

Teilelektronische Ruf-Signalmaschine

von Wilhelm Kley

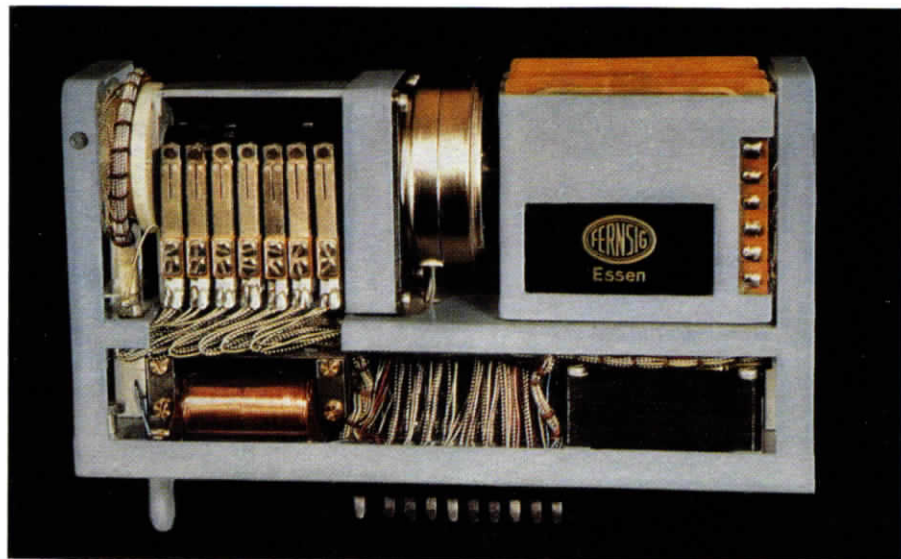
DK 621.395.631

Neuartige Bauelemente, wie Halbleiter, Ferritkerne, Flachschrutkontakte und dgl., ermöglichen es, Fernsprechzentralen mit geringerem Wartungsbedarf zu bauen. Es war nur eine Frage der Zeit, bis vom zentralsten Glied einer Fernsprechzentrale – der Ruf- und Signalmaschine – wartungsfreie Betriebsstunden gefordert wurden, die von den bisher

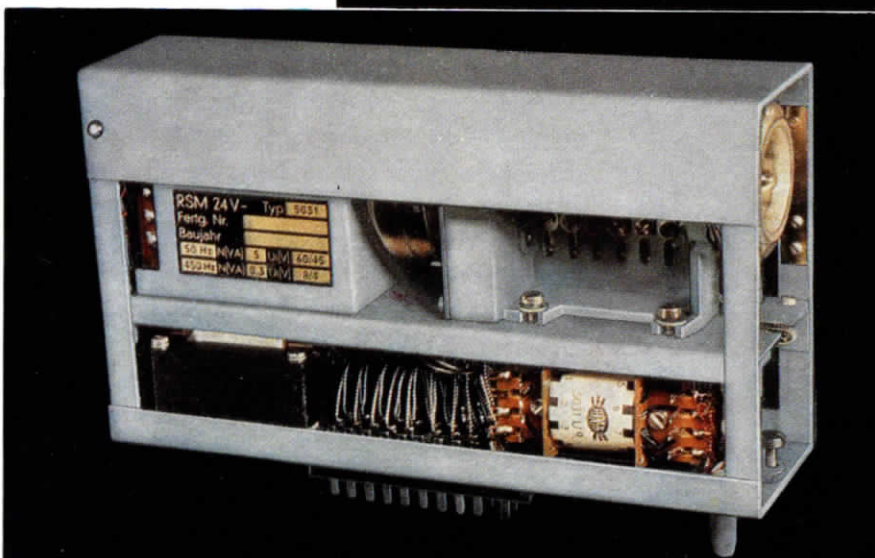
verwendeten Einanker-Umformern nicht mehr erfüllt werden konnten. Die RSM mußte so umkonstruiert werden, daß alle Teile, die einer schnellen Abnutzung unterliegen, durch wartungsfreie Bauelemente mit hoher Lebensdauer ersetzt werden. Diese Maßnahmen sollten jedoch nicht zu einer wesentlichen Verteuerung der RSM führen.

Eine RSM hat in einer Fernsprechzentrale folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Erzeugung der Rufspannung,
2. Erzeugung der Signalspannung,
3. Erzeugung der Ruf- und Signalzeichen.



Ansicht der neuen Ruf-Signalmaschine



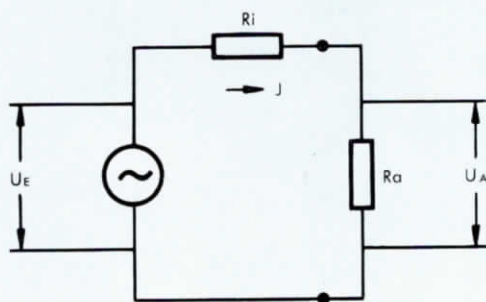
Die Aufgaben 1 und 2 sind mit Transistor-Oszillatoren ohne größeren wirtschaftlichen Aufwand zu lösen. Die Lösung der Aufgabe 3 hingegen würde, wenn man auf jede drehende Bewegung verzichten will, z. Z. wirtschaftlich nicht tragbare Kosten verursachen. Als Kompromißlösung bietet sich hier der Synchronmotor mit kleiner Umdrehungszahl an.

Rufspannungserzeugung bei der RSM Typ 5031

Die Rufspannung speist die Wecker in den einzelnen Fernsprechstationen. Ihre Frequenz beträgt nach einer Verordnung des FTZ 50 Hz. Die Rufleistung muß ausreichen, um gleichzeitig die durch die Verbindungsmöglichkeiten des Fernsprechzentralentyps gegebene Anzahl von Anrufweckern zu betätigen. Diese Forderung bedingt zwangsläufig die Herstellung verschiedener – in ihrer Rufleistung unterschiedlicher – Typen von Rufsignalmaschinen. Für kleine und mittlere Fernsprechnebenstellenanlagen wird z. Z. in der Bauweise als Einanker-Umformer eine Post-Einheitsmaschine mit einer Rufleistung von 2,5 VA bei $\cos. \rho = 1$ verwendet. Die neue RSM sollte so konstruiert sein, daß sie ohne große Änderungen gegen die alte Maschine ausgetauscht werden kann.

Als Folge der im Fernsprechbetrieb auftretenden verschiedensten Belastungen des Rufkreises ändert sich die Rufspannung in ihrer Größe. Diese Änderung soll möglichst klein sein, damit eine gleichmäßige akustische Rufleistung der Anrufwecker gewährleistet ist. Um diese Bedingung besser erfüllen zu können, wurden folgende Überlegungen angestellt:

BILD 1 Ersatzschaltbild des Ausgangsrufkreises
 U_E = Spannung des Generators
 U_A = Ausgangs-Rufspannung am Widerstand R_a



Der Ausgangsrufkreis der RSM ist ein aktiver Zweipol, dessen Ersatzschaltbild in Bild 1 dargestellt ist. Die Ausgangsleistung des Zweipols beträgt allgemein

$$N_a = J^2 \cdot R_a \quad ; \quad J = \frac{U_E}{R_i + R_a}$$

$$N_a = \frac{U_E^2}{(R_i + R_a)^2} \cdot R_a$$

Die max. Leistung des Zweipols ist gegeben, wenn $R_i = R_a$ ist.

$$N_{a_{\max}} = \frac{U_E^2}{4 \cdot R_i} = \frac{U_A^2}{4 \cdot R_a}$$

Die hierbei zur Verfügung stehende Ausgangsspannung beträgt

$$U_A = J \cdot R_a = \frac{U_E}{2 \cdot R_a} \cdot R_a = \frac{U_E}{2}$$

Da U_A bei $R_a = \infty$ gleich U_E ist, beträgt die Änderung der Ausgangsspannung zwischen Leerlauf ($N_a = 0$) und max. Leistung des Zweipols 50%. Um die Forderung nach einer kleinen Änderung zwischen Leerlaufspannung und Ausgangsspannung bei der möglichen, durch die Anzahl der Verbindungssätze der Fernsprechzentrale gegebenen max. Belastung zu erfüllen, wurde für die RSM 5031 eine max. Ausgangsleistung von 5 VA bei $\cos. \rho = 1$ gewählt.

Die erreichte Belastungskennlinie der Maschine 5031 ist in Bild 2 dargestellt. Die Ausgangsleistung ist in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung aufgezeichnet.

Die Frequenz der Rufspannung soll 50 Hz betragen. Während bei den bisher verwendeten RSM die Batteriespannung gleich der Motorspeisespannung war, wird der bei der RSM 5031 verwendete Synchronmotor vom selben Transistor-Oszillator gespeist, der auch die Rufleistung erzeugt. Die Umdrehungszahl des Synchronmotors ist linear abhängig von der Frequenz seiner Betriebsspannung. Um zeitlich definierte Ruf- und Signalzeichen zu erhalten, darf sich die Umdrehungszahl des Motors nur in engen Grenzen ändern. Das heißt aber, daß die Frequenz des Oszillators unabhängig von der Belastung weitgehend konstant sein muß. Das FTZ läßt einen Frequenzbereich von 40 bis 55 Hz zu. Die Frequenzkonstanz des in der RSM 5031 verwendeten Oszillators beträgt $\pm 5\%$.

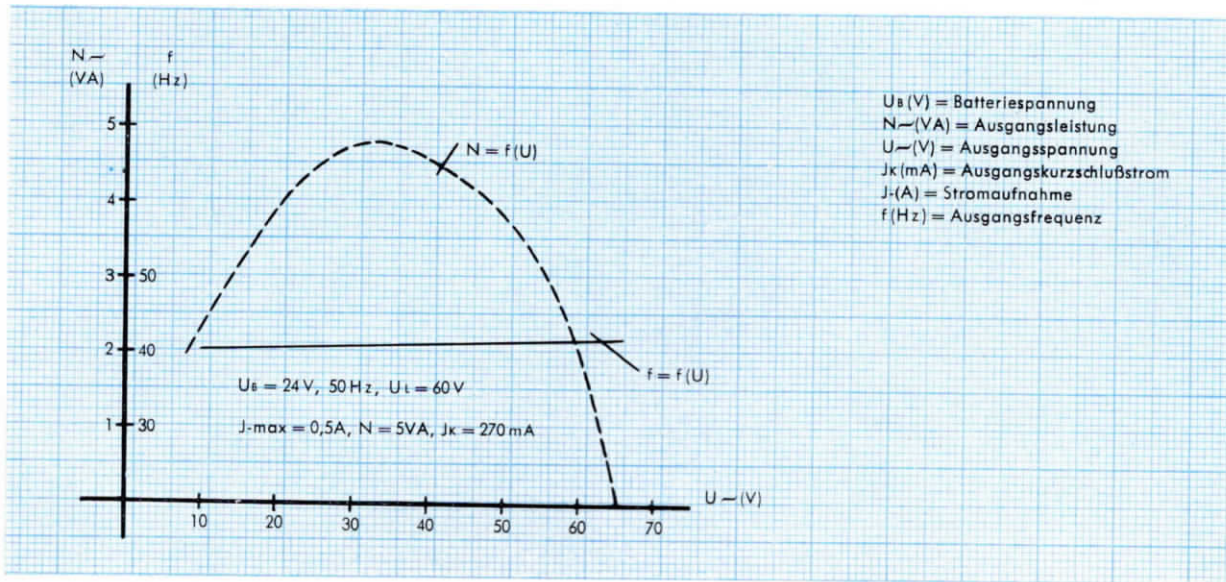
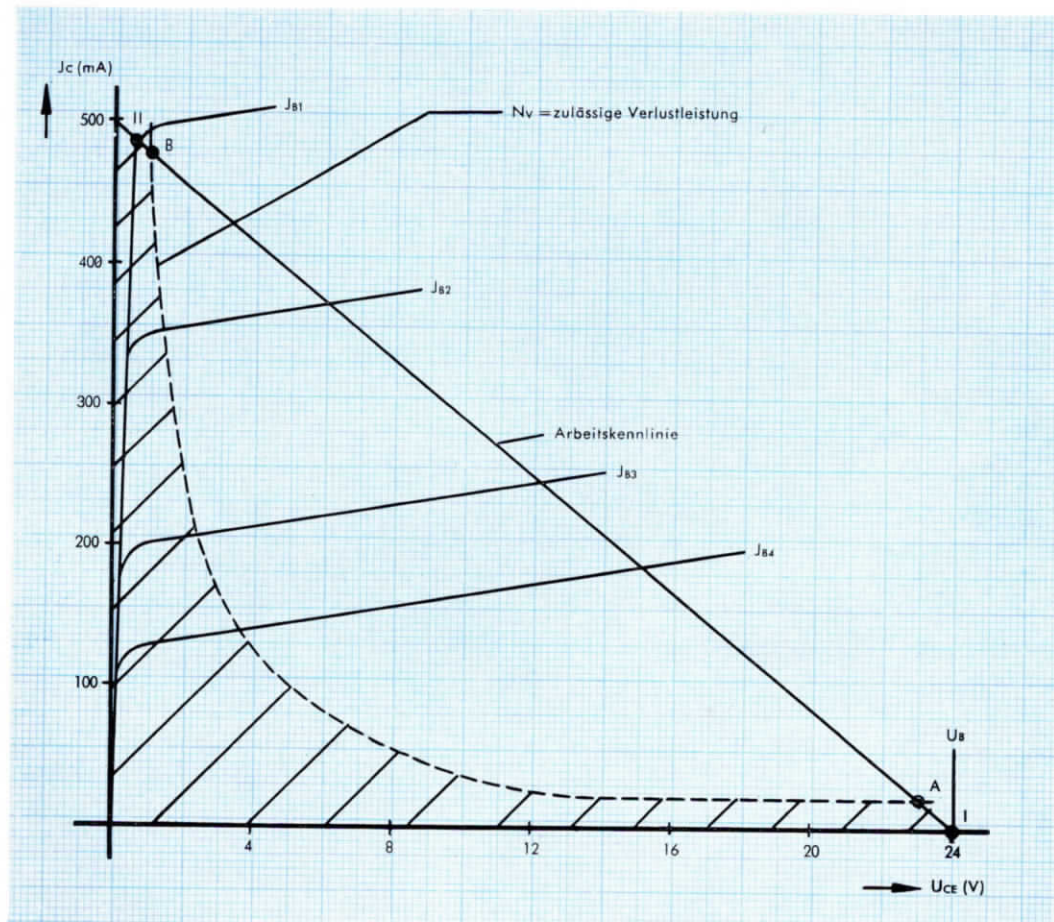


BILD 2 Die Belastungskennlinie der Maschine $N = f(U)$

BILD 3 Kennlinie eines Transistors



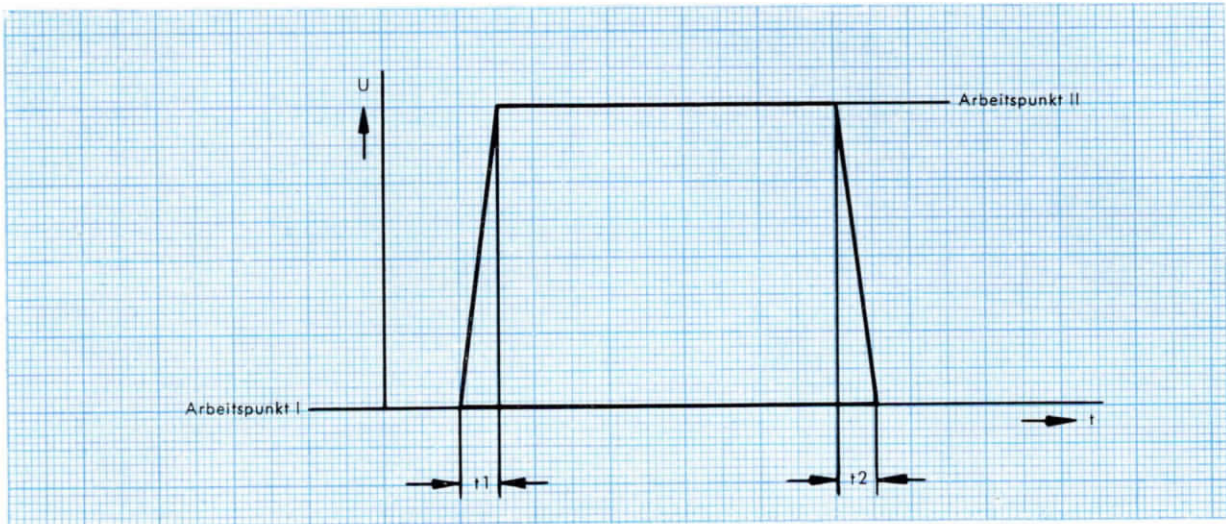
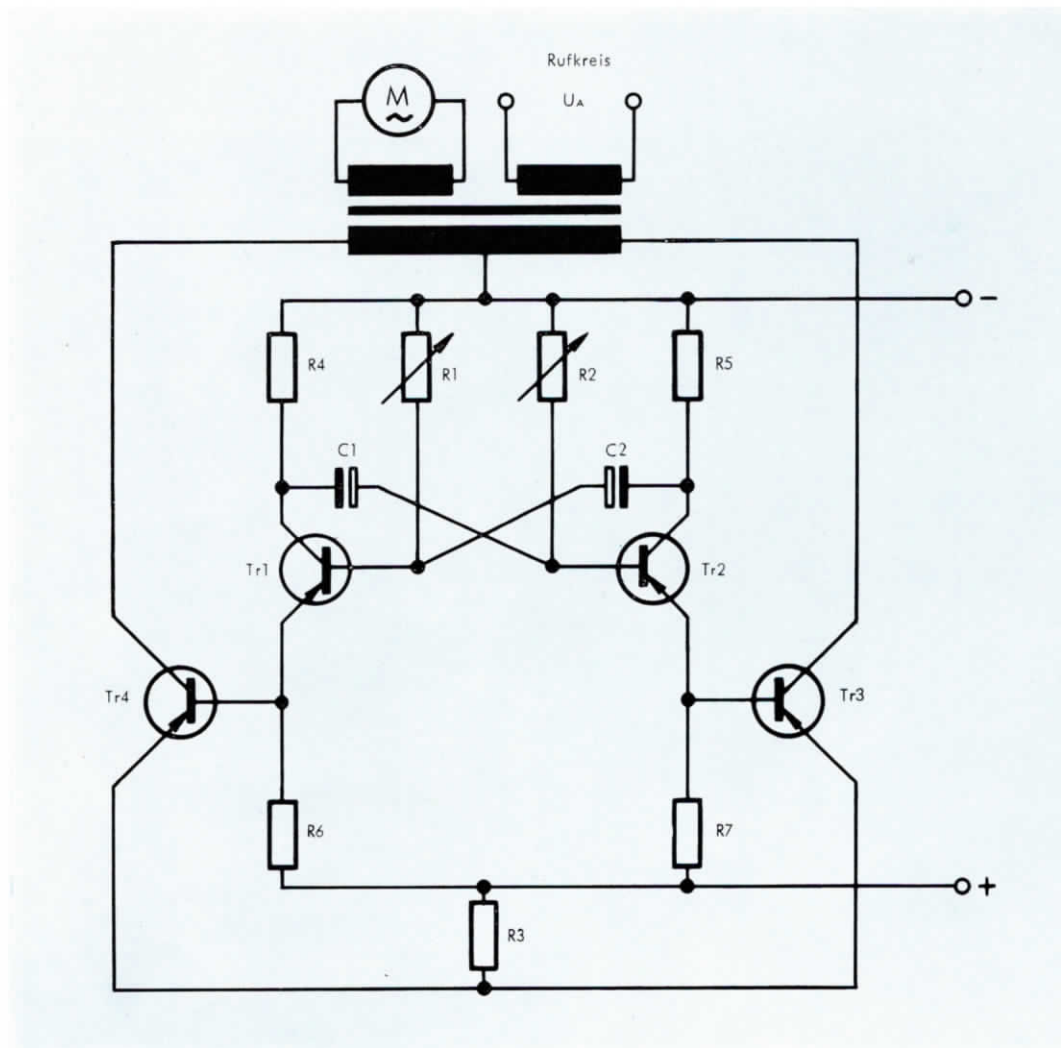


BILD 4 Darstellung der Rechteckimpulse und der Schaltzeit zwischen den Arbeitspunkten I und II

BILD 5 Schaltung des Ruf-Oszillators



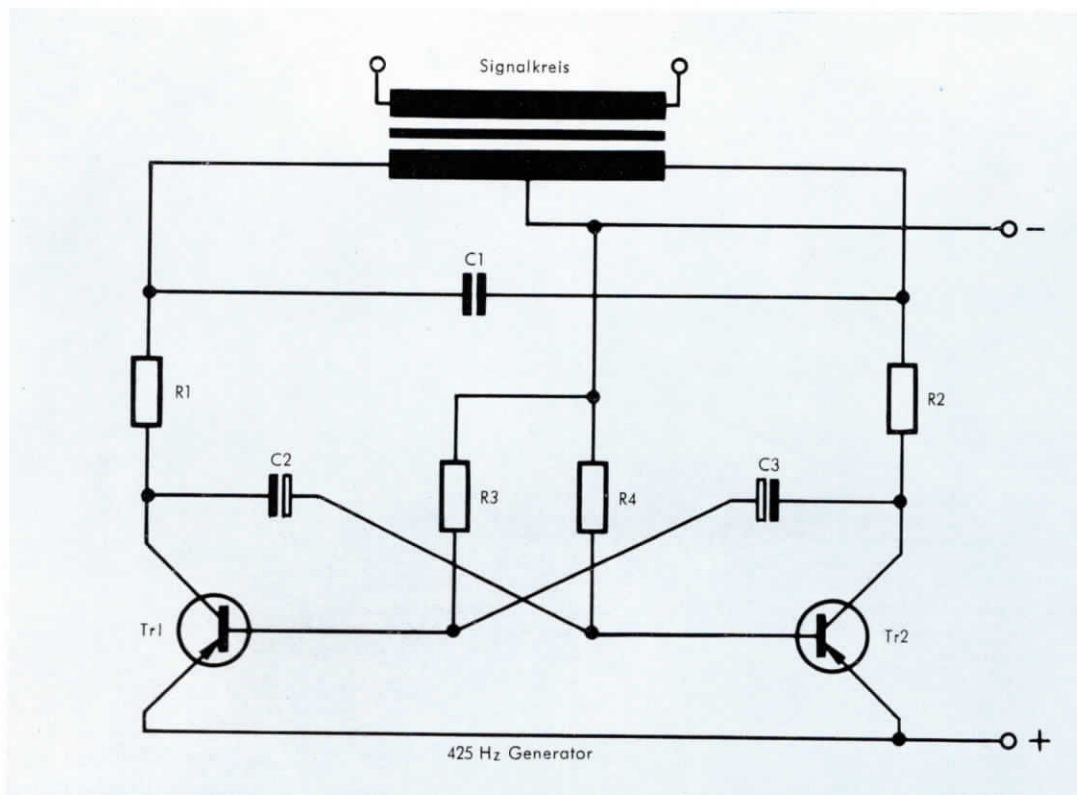


BILD 6 Schaltung zur Erzeugung der sinusförmigen Signalspannung

Als Kurvenform für die Rufspannung wurde die Rechteckform gewählt. Diese hat den Vorteil, daß mit Transistortypen kleiner Verlustleistung eine relativ große Leistung geschaltet werden kann. In Bild 3 ist die Kennlinie eines Transistors J_c über U_{CE} dargestellt. Ferner ist die Verlustleistungshyperbel des Transistortyps in das Diagramm eingetragen. Die max. Leistung, die mit dieser Transistortype geschaltet werden kann, wird erreicht, wenn der Transistor entlang der eingezeichneten Arbeitsgeraden von Arbeitspunkt I nach Arbeitspunkt II und zurück gesteuert wird.

Die Verlustleistung des Transistors beträgt allgemein

$$N_v = U_{CE} \cdot J_c$$

Aus der Kennlinie ist ersichtlich, daß beide Arbeitspunkte, I und II, innerhalb der zulässigen Verlustleistung liegen.

Bei der Durchsteuerung der Arbeitsgeraden wird zwischen den Punkten A und B die Verlustleistungshyperbel überschritten. Die Angabe der Verlustleistung pro Transistortyp ist insofern unbefriedigend, als zur Erwärmung des Kristalls im Transistor eine bestimmte Wärmemenge erforderlich ist.

Diese ist aber abhängig von der Leistung in der Zeiteinheit, d. h., wenn die Zeit entsprechend klein ist, ist die Wärmemenge auch klein. In diesem Fall kann ein Teil der Arbeitsgeraden außerhalb der Verlustleistungshyperbel liegen, ohne daß eine unzulässige Erwärmung des Kristalls auftritt. Es muß also angestrebt werden, daß die Steilheit des Rechteckimpulses groß ist, um die Schaltzeit (t_1 und t_2) zwischen den Arbeitspunkten I und II möglichst klein zu halten (Bild 4).

Die in Bild 5 dargestellte Schaltung des Ruf-Oszillators der RSM 5031 hat eine Schaltzeit von 50 bis 100 μsec . Die Rechteckimpulse werden durch einen astabilen Multivibrator mit den Transistoren Tr 1 und Tr 2 erzeugt.

Mit den Regelwiderständen R 1 und R 2 wird die Frequenz und die Kurvenform eingestellt.

Der Emitterstrom der Transistoren Tr 1 und Tr 2 steuert die beiden Transistoren Tr 4 und Tr 5, welche über den Ausgangstransformator im Gegentakt geschaltet sind. Durch diese Schaltmaßnahme wird die Frequenz des Oszillators unabhängig von der Belastung. Der Spannungsabfall am Widerstand R 3, der wechselseitig durch den Emitterstrom der

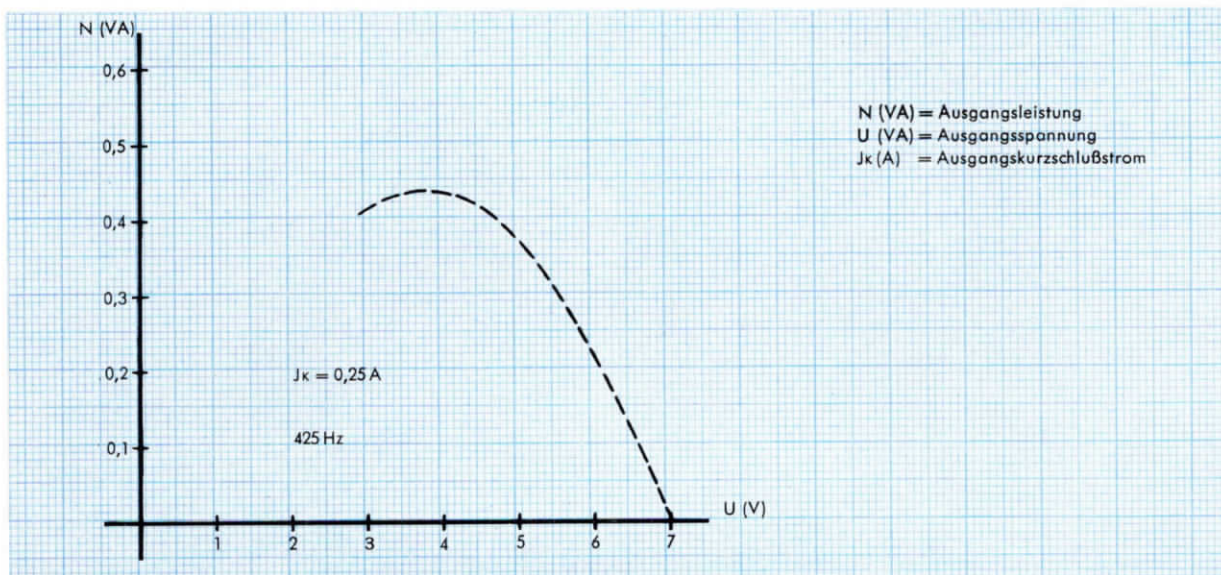


BILD 7 Die Belastungskennlinie der Maschine – Ausgangsleistung über Ausgangsspannung

Transistoren Tr 4 und Tr 3 hervorgerufen wird, erzeugt am jeweils gesperrten Transistor Tr 3 oder Tr 4 eine positive Basisvorspannung gegenüber dem Emitter.

Die Betriebsspannung für den Synchronmotor und die Rufspannung werden von zwei galvanisch getrennten Wicklungen des Ausgangsübertragers abgenommen.

Signalspannungserzeugung bei der RSM 5031

Die Signalspannung dient dazu, die Signale, die den Betriebszustand der Fernsprechzentrale anzeigen, für die Teilnehmer hörbar zu übermitteln. Ihre Frequenz beträgt nach einer Verordnung des FTZ 425 Hz. Die Signalleistung muß ausreichend sein, um gleichzeitig alle Signale gut hörbar wiederzugeben. Die Anzahl der gleichzeitig zu speisenden Teilnehmer ist durch die Verbindungsmöglichkeiten des Zentraltyps gegeben. Die Signalleistung des Generators ist ausreichend groß, so daß eine Differenzierung der Leistung für die einzelnen RSM-Typen nicht notwendig ist. Die Signalleistung bei der RSM 5031 beträgt max. 300 mW bei $\cos \varphi = 1$. Alle Betrachtungen über den aktiven Zweipol bei der Rufspannungserzeugung gelten analog. Die in Bild 6 dargestellte Schaltung erzeugt an der Ausgangswicklung des Übertragers eine sinusförmige Signalspannung. Die Frequenz der Signalspannung ist im weiten Bereich belastungsunab-

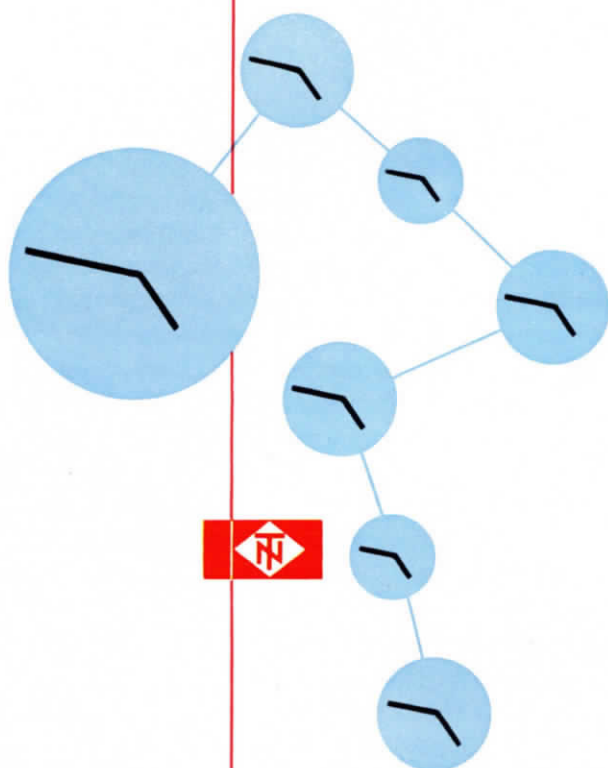
hängig. Auch in dieser Schaltung werden die Transistoren rechteckförmig durchgeschaltet, und erst durch die Kombination von L und C wird eine sinusförmige Spannung erzeugt.

Durch diese Schaltmaßnahmen ist es möglich, mit Transistortypen geringer Verlustleistung eine relativ große, sinusförmige Ausgangsleistung zu erzeugen.

Die Belastungskennlinie – Ausgangsleistung über Ausgangsspannung – ist im Bild 7 dargestellt.

Die Signal- und Rufzeichen und die Anzahl der vom Nockenschaltwerk betätigten Federsätze entsprechen der Posteinheitsmaschine 21731–2/1. Beide Maschinen sind ohne besondere Schaltmaßnahmen und mechanische Änderungen gegeneinander austauschbar.





Tonfrequenz-Kontrolle für Uhrenanlagen

von Erich Gentsch

DK 681.116

Zu einer sicheren Fortschaltung von Nebenuhren durch eine Hauptuhr bzw. Hauptuhren-Zentrale werden polwechselnde Gleichstromimpulse verwendet. Das polwechselnde Fortschalte-System gewährleistet eine sehr wirkungsvolle Selbstregulierung der Nebenuhren, da das gepolte Werk einer Nebenuhr nur auf eine bestimmte festgelegte Impulsfolge anspricht. Jeder Fortstellimpuls muß eine entgegengesetzte Polarität besitzen, um die Zeiger der Nebenuhren fortzustellen. Impulsspaltungen durch prellende Kontakte o. ä. können also gepolte Nebenuhren nicht verstellen, da die gespalteten Impulse als Impulse gleicher Polarität auftreten und nur der erste Impuls eine Fortschaltung der Nebenuhr bewirkt, während alle folgenden Impulse gleicher Polarität wirkungslos bleiben. Das gleiche gilt für Störimpulse, die auf ein Nebenuhrwerk gelangen. Hat der Störimpuls die gleiche Polarität wie der vorangegangene Fortstellimpuls, dann stellt der Störimpuls die Nebenuhren nicht weiter. Besitzt der Störimpuls die entgegengesetzte Polarität, so stellt er die Nebenuhren vorzeitig weiter, der nächstfolgende Fortstellimpuls jedoch hat die gleiche Polarität wie der vorangegangene Störimpuls, so daß die Nebenuhren nicht weitergestellt werden und somit wieder den gleichen Zeit-

stand wie die steuernde Hauptuhr zeigen. Sofern die Nennspannung der Uhren-Anlage einen festgelegten Mindestwert nicht unterschreitet, kann eine Differenz des Zeitstandes zwischen der Hauptuhr und den angeschlossenen Nebenuhren bei dem polwechselnden Impulssystem nicht auftreten, da bei Minuten-Impuls-Betrieb minütlich oder bei Sekunden-Impuls-Betrieb sekundlich eine Selbstkontrolle stattfindet, die eine weitere Überwachung der Nebenuhren überflüssig macht.

Die Selbstregulierung und damit die zeitgerechte Fortschaltung von Nebenuhrwerken kann jedoch durch Leitungsunterbrechung oder Aderschuß der betreffenden Nebenuhrlinie ausfallen. Nebenuhren mit großen Zifferblättern und entsprechend großen Zeigern (Fassadenuhren, Turmuhren, Bahnhofsuhren, Großreklame-Uhren, Leuchtziffer-Uhren usw.) besitzen einen indirekten Zeigerantrieb, bei dem ebenfalls ein gepoltes Nebenuhrwerk durch einen Fortstellimpuls der Hauptuhr betätigt wird, das aber im Gegensatz zu den Nebenuhren mit direktem Zeigerantrieb einen vom Starkstromnetz gespeisten Elektromotor zum Zwecke der Zeigerbewegung einschaltet. Derartige Nebenuhren zeigen der Öffentlichkeit den jeweiligen Zeitstand unter möglichst weitgehender Sichtbarkeit an; sie sind einer Kritik besonders ausgesetzt. Außer durch Leitungsunterbrechung oder Aderschuß kann durch atmosphärische Einflüsse, wie z. B. Wind, Nässe oder Kälte sowie durch Schäden im Getriebe, das die Umdrehungen des Elektromotors auf die Zeiger überträgt, die zeitgerechte Fortschaltung derartiger Nebenuhren ausfallen. Eine sofortige Störungsmeldung in der steuernden Hauptuhren-Zentrale über eine ausgefallene Zeigerfortschaltung kann bei solchen exponierten Nebenuhren besonders wichtig werden, da z. B. bei Verkehrsbetrieben (Bahn, Schifffahrt, Luftfahrt) durch eine stehengebliebene Uhr Störungen und Gefährdungen im Betriebsablauf verursacht werden können.

Für betriebswichtige Nebenuhren wurde von TN eine mit Tonfrequenz arbeitende Überwachung entwickelt. Diese Überwachung erfordert keinen zusätzlichen Leitungsaufwand, da die tonfrequenten Überwachungsimpulse auf der gleichen Leitung wie die polwechselnden Fortstellimpulse übertragen werden. Das Prinzip dieser Überwachung beruht darauf, daß in der zu überwachenden Nebenuhr bei einem Sprung des Minutenzeigers ein Signalkontakt SK (siehe Bild 1) betätigt wird, wobei durch den etwa zwei Sekunden langen

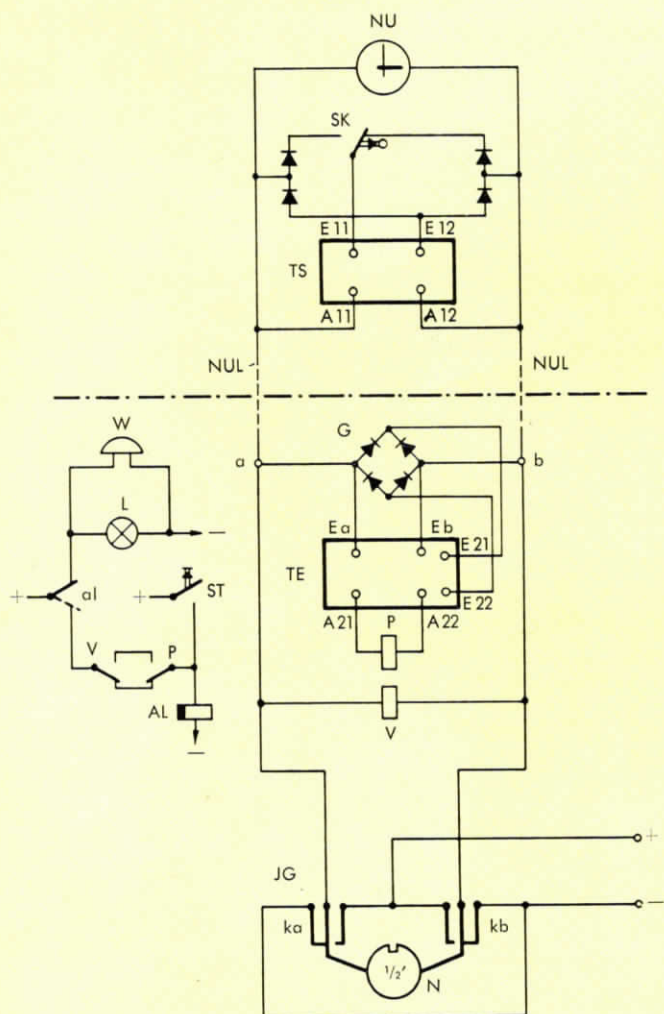


BILD 1
Tonfrequenz-Kontrolle
für wichtige Nebenuhren
(Prinzipialschaltung)

Minutenimpuls gleichzeitig in der Nebenuhr ein Tonfrequenz-Sender gespeist wird, der eine bestimmte Tonfrequenz aussendet, die über die Nebenuhrlinie zur Hauptuhren-Zentrale gesendet wird. Der Tonfrequenz-Sender ist ein Transistor-Schwinger für eine bestimmte Frequenz. In der Hauptuhren-Zentrale befindet sich ein auf die gleiche Frequenz abgestimmter Tonfrequenz-Empfänger, der die von der überwachten Nebenuhr durch den Sender ausgesandte Frequenz empfängt und sie in einen Gleichstromimpuls umwandelt. Der von dem Frequenz-Empfänger abge-

gebene Gleichstromimpuls erregt das P-Relais. Fällt nun die ordnungsgemäße Fortschaltung der Nebenuhr, z. B. durch einen Minutenimpuls aus, so wird der Signalkontakt des Nebenuhrwerkes nicht betätigt: Er bleibt also in der bisherigen Lage. Eine Gleichrichterschaltung verhindert bei der geänderten Polarität des folgenden Minutenimpulses eine Speisung des Tonfrequenz-Senders, da der Signalkontakt infolge der ausgebliebenen Fortschaltung nicht betätigt wurde. Die Speisung des Senders wäre nur dann möglich, wenn der erwähnte Signalkontakt durch die ordnungsgemäße Fortschaltung der überwachten Nebenuhr in seine Gegenlage gebracht worden wäre. In diesem Falle wäre bei der entgegengesetzten Polarität des Minutenimpulses eine Speisung des Tonfrequenz-Senders erfolgt. Da dies aber durch den nicht umgeschalteten Signalkontakt des Nebenuhrwerkes ausbleibt, gelangt auch keine Tonfrequenz auf den Tonfrequenz-Empfänger in der Hauptuhren-Zentrale. Das durch den Tonfrequenz-Empfänger gespeiste P-Relais bleibt stromlos, während das V-Relais durch den Hauptuhrimpuls ordnungsgemäß erregt wird. Durch den umgeschalteten v-Kontakt wird das dauererregte AL-Relais stromlos, das einen optischen und akustischen Alarm auslöst, der das Personal in der Hauptuhren-Zentrale auf den Ausfall dieser gestörten Nebenuhr aufmerksam macht. Das gleiche trifft für eine Leitungsunterbrechung zu, die ebenfalls eine Speisung des Tonfrequenz-Senders bei einem Fortstellimpuls unterbindet und damit eine Störungsmeldung auslöst.

Bei Nebenuhren mit indirektem Zeigerantrieb (Motorzeiger-Treibwerke) wird durch die gepolten Minutenimpulse ein Nebenuhrwerk betätigt, das die zeitgerechte Einschaltung des Antriebsmotors für die Zeigerfortstellung bewirkt. Die Zeigerfortstellung durch den Elektromotor dauert bis zu seiner Abschaltung etwa 5–6 Sekunden. Erst bei der automatischen Abschaltung des Elektromotors wird der Signalkontakt SK betätigt, der die Einschaltung des Transistor-Senders freigibt. Bei Nebenuhren mit Motor-Zeiger-Treibwerken ist der Signalkontakt nicht von der Fortschaltung des Nebenuhrwerkes abhängig, das nur zur Auslösung des Motor-Antriebes dient. Die erst bei der Abschaltung des Motors für den Zeigerantrieb erfolgende Betätigung des Signalkontaktes gibt die Gewähr für eine tatsächliche Fortschaltung der Zeiger.

Der gepolte Minutenimpuls einer üblichen Nebenuhrenlinie ist nach zwei Sekunden Dauer beendet,

so daß eine Tastung des Tonfrequenz-Senders durch den Fortstellimpuls nicht erfolgen kann, da der Signalkontakt SK erst bei Abschaltung des Motors betätigt wird. Aus diesem Grunde werden Nebenuhrlinien mit motorgetriebenen Nebenuhren durch minütlich polwechselnde Dauerimpulse gesteuert. Diese minütlichen Dauerimpulse werden in der Uhrenzentrale durch Uhrenrelais mit starrer Kontaktwippe erzeugt (Bild 2). Diese Maßnahme hat außer der Möglichkeit der Überwachung von motorgetriebenen Nebenuhren den Vorteil, daß auftretende Leitungsunterbrechungen oder Ader-schlüsse auch während der impulsfreien Zeit sofort in der Zentrale als Störungsmeldung registriert werden. Bei Ausfall einer Fortschaltung der über-wachten Motorzeiger-Nebenuhr oder einer Lei-tungsunterbrechung wird durch die ausbleibende Tonfrequenz das ruhestromerregte P-Relais in der Hauptuhren-Zentrale stromlos und kehrt nach einer Verzögerungszeit in seine Ruhelage zurück. Der p-Kontakt heizt ein Thermorelais, das nach einer eingestellten Heizzeit mit Hilfe des AL-Relais eine akustische und optische Alarmmeldung auslöst.

Es ist möglich, auf einer Nebenuhrlinie mehrere Nebenuhren mit Tonfrequenz-Überwachung zu betreiben, da jeder Nebenuhr eine andere Ton-frequenz zugeordnet werden kann. Es können ohne weiteres auf einer Nebenuhrlinie zehn Nebenuhren mit verschiedener Tonfrequenz überwacht werden, wobei jede überwachte Nebenuhr einen Ton-frequenz-Sender mit einer ihm zugeordneten Ton-frequenz besitzt, der auf einen entsprechend abge-stimmten Tonfrequenz-Empfänger in der Haupt-uhren-Zentrale arbeitet. Es wird dann für jeden Tonfrequenz-Empfänger ein gesondertes Über-wachungs-Relais benötigt, das für jede überwachte Nebenuhr eine gesonderte Alarmmeldung aus-lösen kann.

Die beschriebene Möglichkeit der Tonfrequenz-Überwachung kann dahingehend erweitert werden, daß durch zwei unterschiedliche Tonfrequen-zen in Abhängigkeit von der Stellung des Signal-kontaktes in der überwachten Nebenuhr eine Kon-trolluhr in der Uhrenzentrale gesteuert wird. In diesem Falle ist es möglich, den Zeigerstand der überwachten Nebenuhr in der Hauptuhren-Zentrale anzuzeigen. Bei Ausfall der überwachten Neben-uhrr wird der Zeitpunkt der Störung und damit die Zahl der ausgefallenen Fortstellimpulse auf der Kontrolluhr in der Hauptuhren-Zentrale ersichtlich. Bei dieser erweiterten Überwachung wird so ver-

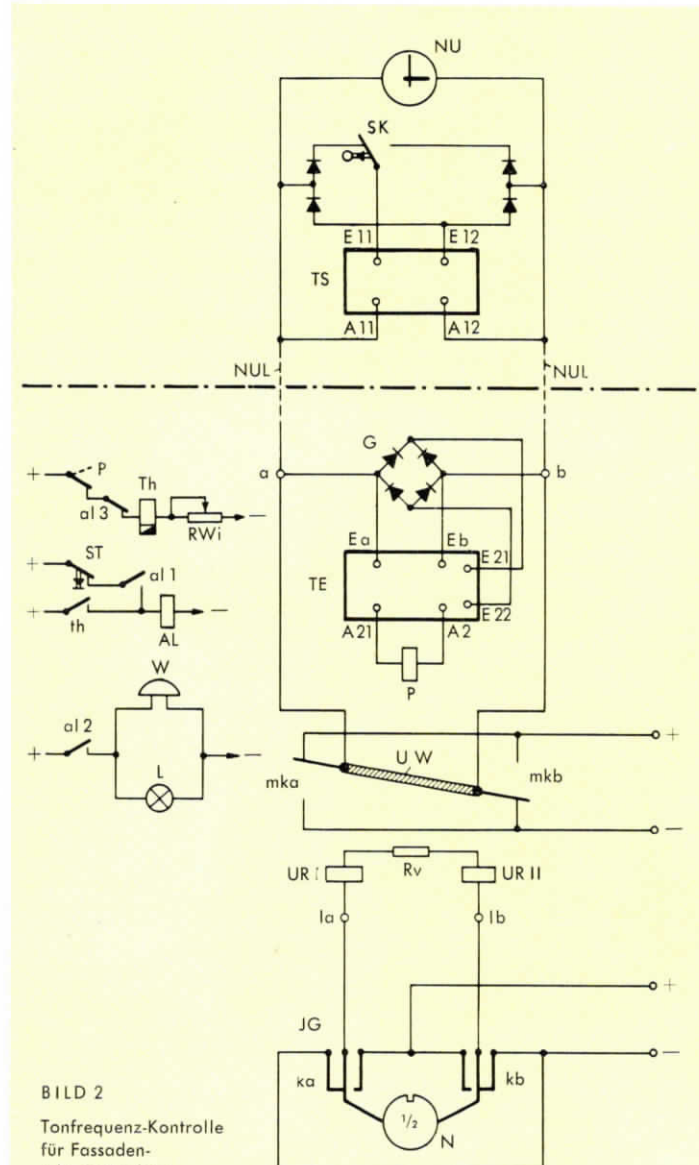


BILD 2
Tonfrequenz-Kontrolle
für Fassaden-
oder Turmuhren
(Prinzipialschaltung)

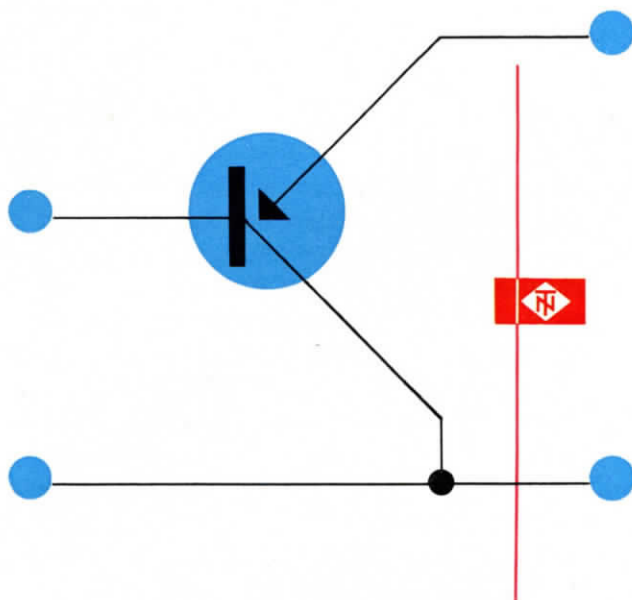
fahren, daß dem Plusimpuls eine bestimmte Ton-frequenz zugeordnet wird, die sich von der Ton-frequenz des Minusimpulses unterscheidet. Es wer-den also von der Nebenuhr entsprechend der Impulsfolge der gepolten Fortstellimpulse abwechselnd zwei verschiedene Frequenzen zu einem Tonfrequenz-Empfänger in der Hauptuhren-Zentrale gesendet. Der Tonfrequenz-Sender ist so eingerichtet, daß durch die Stellung des Signal-kontaktes der überwachten Nebenuhr zwei ver-schiedene Frequenzen getastet werden. Der Signal-kontakt besitzt zwei Kontaktlagen: Die eine ent-

spricht einer Fortschaltung durch einen Plus-Fortstellimpuls, während die Gegenlage des Signalkontaktes nach einem Minus-Fortstellimpuls wirksam wird. Die beiden unterschiedlichen Kontaktlagen werden dahingehend ausgenutzt, daß der Tonfrequenz-Sender bei einer bestimmten Kontaktlage des Signalkontaktes einen zusätzlichen Kondensatorkreis in den Tonfrequenz-Sender schaltet, der eine Verstimmung, d. h. eine unterschiedliche Tonfrequenz erzeugt, die ohne die Zuschaltung des Kondensatorkreises ausbleibt. Damit sind die beiden Tonfrequenzen durch die jeweilige Lage des Signalkontaktes bestimmt. In der Hauptuhren-Zentrale ist ein entsprechend eingerichteter Tonfrequenz-Empfänger untergebracht, der für den Empfang der beiden unterschiedlichen Tonfrequenzen eingerichtet ist. Dabei wird bei Eingang der einem Plusimpuls entsprechenden Tonfrequenz ein Plusimpuls-Relais erregt, das mit seinen Kontakten durch eine entsprechende Polung die angeschlossene Kontrolluhr fortschaltet. Bei Empfang der einem Minusimpuls entsprechenden Tonfrequenz wird das Minusimpuls-Relais erregt, das mit seinen Kontakten einen entgegengesetzten Fortstellimpuls auf die Kontrolluhr in der Hauptuhren-Zentrale bringt. Diese Kontrolluhr besitzt ebenfalls einen Signalkontakt, der bei der Fortschaltung abwechselnd in die eine oder andere Kontaktlage geschaltet wird. Bleibt eine ordnungsgemäße Fortschaltung der durch Tonfrequenz überwachten Nebenuhr aus, so erfolgt auch keine Fortschaltung der Kontrolluhr in der Hauptuhren-Zentrale. Dadurch wird eine akustische und optische Alarmmeldung ausgelöst, wobei gleichzeitig an dem Zeigerstand der Kontrolluhr der Zeitpunkt des Ausfalles abgelesen werden kann.

Die Tonfrequenz-Überwachung für exponierte Nebenuhren läßt sich nutzbringend auch für die Überwachung von Unter-Zentralen und Unter-Hauptuhren verwenden. Bei größeren Uhrenanlagen für große Industrie-Betriebe, städtische Uhren-Anlagen oder Bahnhöfe werden von einer Hauptuhren-Zentrale Unterzentralen oder Unter-Hauptuhren über eine Regulierleitung in Gleichlauf gehalten. Über diese Regulierleitung von der Hauptuhren-Zentrale zur Unterzentrale oder Unter-Hauptuhr kann gleichzeitig eine tonfrequente Überwachung der Hauptuhr-Impulsgebe der Unter-Zentrale oder Unter-Hauptuhr erfolgen. Bei Ausfall der Hauptuhrimpulse in der Unter-Zentrale oder bei der Unter-Hauptuhr wird eine sofortige Störungsmeldung in der übergeordneten Hauptuhren-Zentrale ausgelöst. Diese Überwachung empfiehlt sich, da sich in der Regel bei Unterzentralen oder Unter-Hauptuhren kein Personal befindet und somit ein Hauptuhrenimpuls-Ausfall oder eine andere Störung nicht unmittelbar festgestellt werden kann. Es ist möglich, durch eine zusätzliche Anzahl von Tonfrequenzen nicht nur die Aussendung der Hauptuhrimpulse der Unter-Zentrale zu überwachen, sondern auch den Ausfall der Hauptsicherungen, abnehmende Batteriespannung oder ähnliches als Störungsmeldung anzuzeigen. Bei dieser Tonfrequenz-Überwachung wird parallel zu dem Impulsausgang der Unter-Hauptuhr ein Tonfrequenz-Sender geschaltet, der bei Aussendung eines Hauptuhrimpulses getastet wird und den tonfrequenten Quittungs-Impuls über die erwähnte Regulierleitung zur Hauptuhren-Zentrale sendet, wo ein entsprechend abgestimmter Empfänger die Tonfrequenz aufnimmt. Das Entsprechende gilt auch für Uhrenrelais, die bei großen Uhrenanlagen eine Neueinspeisung für eine größere Zahl von örtlichen Nebenuhren (z. B. in Schulen, Ämtern, Werkstätten o. ä.) vornehmen.

Abschließend seien die Vorteile einer Tonfrequenz-Überwachung für die Fortstellung betriebswichtiger Nebenuhren und für die Überwachung der Hauptuhr-Impulse bei Unter-Zentralen, Unter-Hauptuhren sowie zusätzlichen Uhrenrelais zusammengefaßt:

1. Es sind keine zusätzlichen Adern notwendig.
2. Die Nebenuhr-Linie oder Regulierleitung wird auf Aderbruch oder Leitungsunterbrechung überwacht.
3. Eine Überwachung mehrerer Nebenuhren derselben Nebenuhrlinie ist mit Hilfe verschiedener Tonfrequenzen möglich.
4. Es ist keine besondere Stromversorgung bei den überwachten Nebenuhren erforderlich, da der Nebenuhr-Fortstellimpuls von der Hauptuhren-Zentrale gleichzeitig als Tastimpuls für den Tonfrequenz-Sender ausgenutzt wird.
5. Durch Anwendung zweier unterschiedlicher Tonfrequenzen für eine überwachte Nebenuhr können polwechselnde Überwachungsimpulse nachgeahmt werden, die eine Fortschaltung von gepolten Kontrolluhren in der Hauptuhren-Zentrale ermöglichen.



Elektronische Empfangs- und Sendeeinrichtung für Telegraphiezeichen

von Harald Fuhrmann und Fritz Bald

DK 654.145 : 621.394.341

Zur digitalen Datenübertragung bedient man sich in vielen Fällen des Fernschreibers. Oft ist es aber nicht notwendig, das empfangene Zeichen auf einen Blatt- oder Streifenschreiber zu drucken. Häufig auch erweist es sich als unmöglich, daß an der sendenden Stelle ein Mensch die zu übermittelnden Zeichen auf einer Fernschreibmaschine schreibt. Man denke nur an Datenübermittlung von einer strahlengefährdeten Anlage (Reaktor) aus oder an Übertragungen von einem Satelliten, der entweder die Information selber liefert oder als Zwischenverstärker eine von der Erde empfangene Nachricht regeneriert und weiterleitet. Von dieser Möglichkeit wurde bei dem amerikanischen Satelliten „Courier 1“ Gebrauch gemacht, der von den USA am 4. Oktober 1960 auf seine Bahn um die Erde geschossen wurde (1).

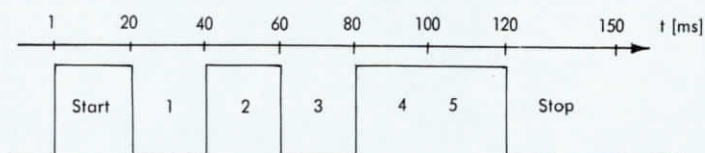
In diesen Fällen benutzt man vorteilhaft elektronisch arbeitende Empfangs-, Sende- und Codier-

einrichtungen. Solche kommen vor allen Dingen deswegen in Frage, weil sie um einige Zehnerpotenzen schneller arbeiten können als herkömmliche Geräte. Außerdem sind sie wartungsfreier und leichter, sie haben eine höhere Lebensdauer und einen geringeren Strombedarf.

Im Folgenden sollen Aufbau und Wirkungsweise einer solchen Einrichtung beschrieben werden:

Ein Telegraphiesignal ist im allgemeinen aus fünf einzelnen Schritten zusammengesetzt, wobei die Zustände „Strom“ und „kein Strom“ bzw. „Zeichenstrom“ und „Trennstrom“ unterschieden werden (2). Folglich gibt es $2^5 = 32$ verschiedene mögliche Kombinationen. (Natürlich ist man für Spezialzwecke nicht auf 5 Schritte beschränkt. Man könnte genauso z. B. 8 Schritte wählen und erhielte dann $2^8 = 256$ mögliche Kombinationen.) Die Dauer eines Schrittes ist in Deutschland auf 20 ms festgelegt, d. h., man arbeitet mit 50 Baud. (Das ist die Anzahl der Fernschreibschritte, die in der Sekunde ausgesendet werden können. Die Einheit Baud ist nach dem französischen Telegraphentechniker Baudot, 1845–1903, benannt.) Zur Synchronisation von Sende- und Empfangsstelle wird zu Beginn eines jeden Telegraphiezeichens noch ein Start- oder Anlaufschritt von ebenfalls 20 ms Dauer hinzugefügt. Um den benutzten Fernschreibmaschinen nach dem Empfang eines Buchstabens genügend Zeit zu lassen, ihre Ruhelage wieder einzunehmen, ist am Ende des Zeichens noch ein „Stopschritt“ von früher 20, heute 30 ms Dauer angehängt. Somit dauert die Übertragung eines einzelnen Zeichens 150 ms, d. h., es können $6\frac{2}{3}$ Zeichen pro Sekunde gesendet bzw. empfangen werden. Im Bild 1 ist ein solches Zeichen dargestellt. Während es auf elektromechanischem Wege erhebliche Schwierigkeiten bedeuten würde, diese Fernschreibgeschwindigkeit wesentlich zu erhöhen, kann bei elektronischen Verfahren relativ leicht der Faktor 10^3 gewonnen werden. Für die folgende Beschreibung wurde eine Dauer von 150 ms pro Zeichen zugrunde gelegt.

BILD 1 Fernschreibzeichen „S“



Codiereinrichtung

Soll ein Telegraphiezeichen gesendet werden, so muß zunächst aus einem der 32 zur Verfügung stehenden Zeichen der dazugehörige Fünfercode gebildet werden. Dies geschieht auf elektronischem Wege durch ein einfaches Diodennetzwerk mit nachgeschalteten 5 Speicherstufen (Flip-Flop-Schaltungen [3]), die vom Sender abgetastet werden. Im Bild 2 ist ein Teil eines solchen, der Schaltung nach äußerst einfachen Netzwerkes dargestellt. Bild 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel. Wird eine der Tasten geschlossen, so wird der dem gewählten Buchstaben zugehörige Fünfercode in die Flip-Flop-Stufen eingeschrieben, wo er bis zur 120. ms des gesendeten Zeichens gespeichert wird. Anstelle der Tasten können auch die im Bild 2 senkrecht gezeichneten Leitungen an 32 verschiedene Meßpunkte einer zu überwachenden Anlage gehen, von denen jeder Punkt nur eine rein digitale Aussage machen kann.

Elektronischer Sendeverteiler

Dem Fernschreibsender fällt die Aufgabe zu, ein Zeichen von der Paralleldarstellung, wie es in den

Speicherstufen des Codierers steht, in eine Serierdarstellung umzuwandeln und auf die Leitung zu senden bzw. einer Funksende-Einrichtung zuzuführen. Das Blockschaltbild einer Ausführungsart ist im Bild 4, das dazugehörige Zeitdiagramm im Bild 5 dargestellt.

Wird bei dem Codierer eine der Tasten gedrückt, so entsteht an dem Widerstand R (Bild 2) ein Spannungsabfall. Dieser wird über ein Differenzierglied der bistabilen Stufe 1 zugeführt, die dadurch in die Arbeitslage kippt und Potential an die Impulsformerstufe 3 legt. Die Schwingungen des Oszillators 2 (gewählt sind 12,8 kHz) werden nun dort in Rechteckimpulse umgeformt und im Teiler 4 auf eine Frequenz von 50 Hz herabgesetzt, derart, daß der erste positive Impuls sofort nach dem Start aus dem Teiler herauskommt. Dieser wird einerseits dem Schieberegister 5 zugeleitet, andererseits über die Leitung b dem einen Eingang des UND-Gatters 11 und des Sperrgatters 12. Da gleichzeitig aus der Kippstufe 1 ein positiver Impuls auf das Gatter 11 gegeben wird, entsteht an der Leitung t ein Impuls, der die Flip-Flop-Stufe 13 in die 2. bistabile Lage kippt und das Gatter 12 sperrt. Dadurch

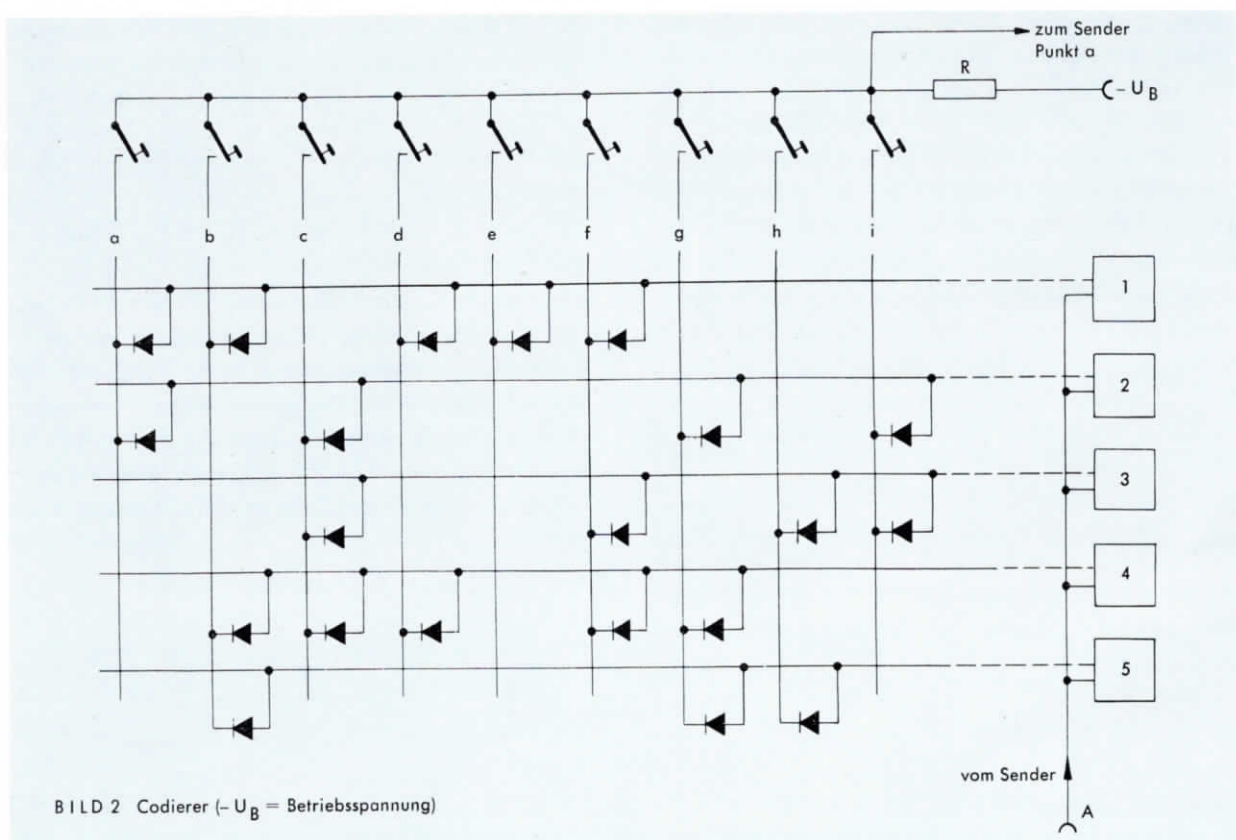
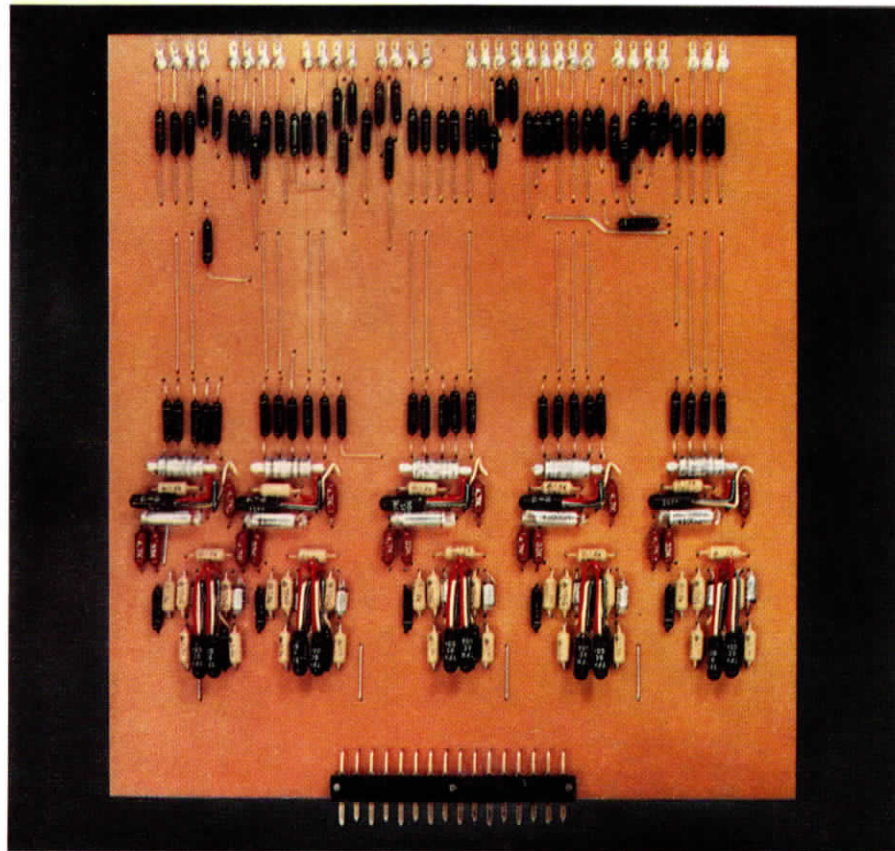


BILD 2 Codierer ($-U_B$ = Betriebsspannung)



BILD 3 Der Codierer



wird der Schalttransistor 14 in den hochohmigen Zustand versetzt und damit die Amts- oder Fernleitung stormlos gemacht. Das entspricht genau dem Startimpuls, wenn als Telegraphiezeichen Einfachstromzeichen gesendet werden sollen. Am Schieberegister bleibt der erste aus dem Teiler kommende positive Impuls wirkungslos. In dem Register befinden sich dann alle Stufen – außer der ersten, die sich in der Arbeitslage befindet (Lage L) – in der Ruhelage (Lage O).

Der 2. positive Impuls aus dem Teiler, der also in der 20. ms nach dem Start kommt, schiebt den Zustand L von der ersten in die zweite Stufe. Der entstehende Ausgangsimpuls gelangt an das UND-Gatter 6. Je nachdem, ob an seinem Eingang von der zugehörigen Speicherstufe des Codierers Potential liegt oder nicht, kann der Impuls aus dem Schieberegister das Gatter passieren oder nicht. Im ersten Fall liegen an beiden Eingängen des Gatters 11 Impulse an, auf der Leitung t entsteht ein Impuls (nicht auf der Leitung z), der dafür sorgt, daß der Transistor 14 weiterhin hochohmig bleibt. Kommt aber aus dem Gatter 6 kein Impuls, so ent-

steht auf der Leitung t auch kein Impuls, wohl aber auf der Leitung z. Dadurch wird die Kippstufe in die Ruhelage zurückgebracht, und der Transistor 14 wird leitend (niederohmig). In der 40. ms kommt der dritte Impuls aus dem Teiler, schiebt das L aus der 2. Stufe des Schieberegisters in die 3. Stufe usw. In der 100. ms wird der letzte der 5 Schritte des Telegraphiezeichens am Gatter 10 abgetastet, und in der 120. ms wird der Zustand L aus der 6. Stufe des Schieberegisters herausgenommen. Gleichzeitig wird über die Leitung b, das Gatter 12 und die Leitung z die Kippstufe in die Ruhelage gestellt (Transistor T 14 ist niederohmig). Der im Schieberegister entstehende Impuls wird ausgenutzt, um die Flip-Flop-Stufe 1, den Teiler 4 sowie das Schieberegister 5 wieder in die Ausgangslage zurückzustellen. Außerdem wird über den Umschaltkontakt D das Zeichen in den Speicherstufen des Codierers gelöscht. Codierer und Sender sind nun zur Verarbeitung des nächsten Buchstabens bereit.

Soll der Sender ein in den Speicherstufen eingeschriebenes Zeichen wiederholt aussenden, so

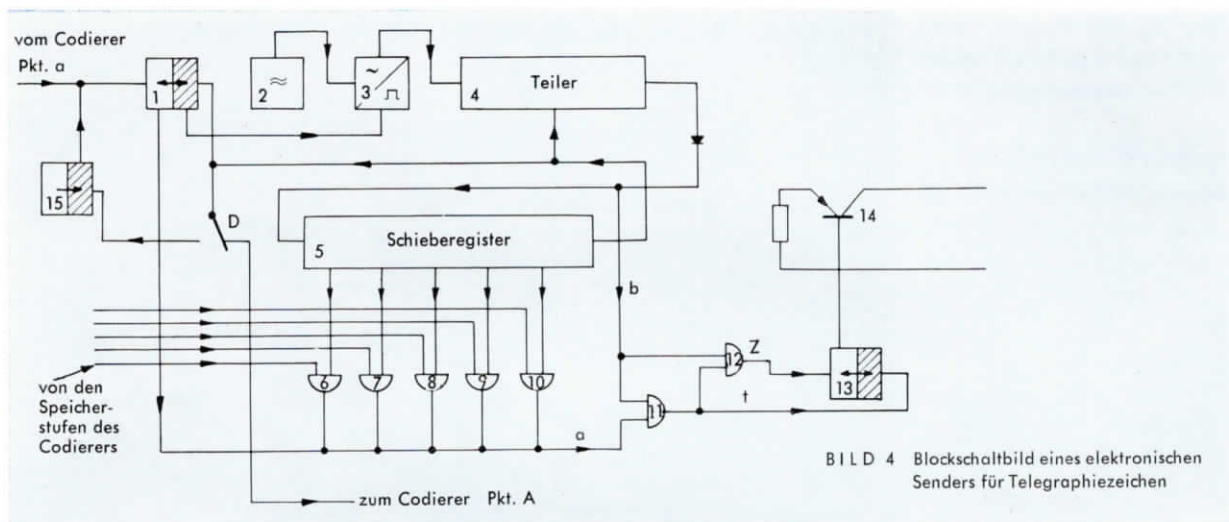
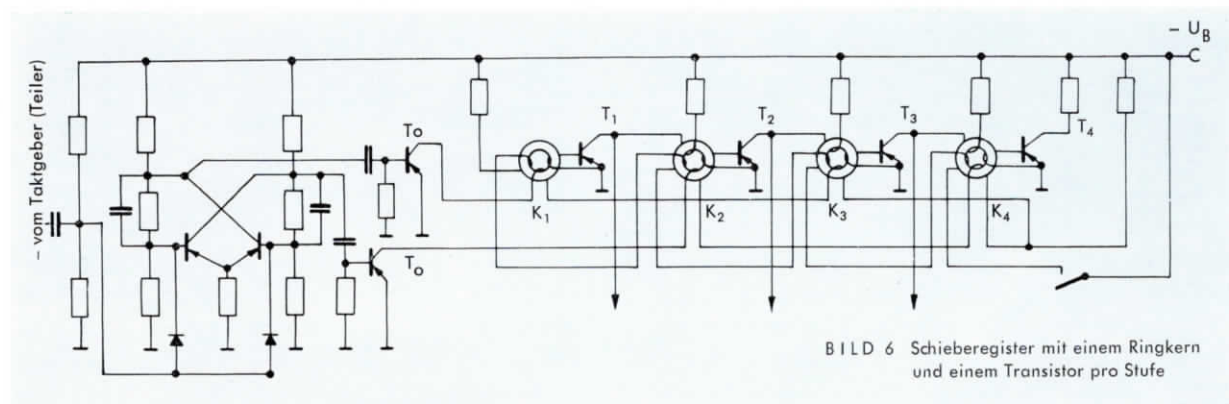
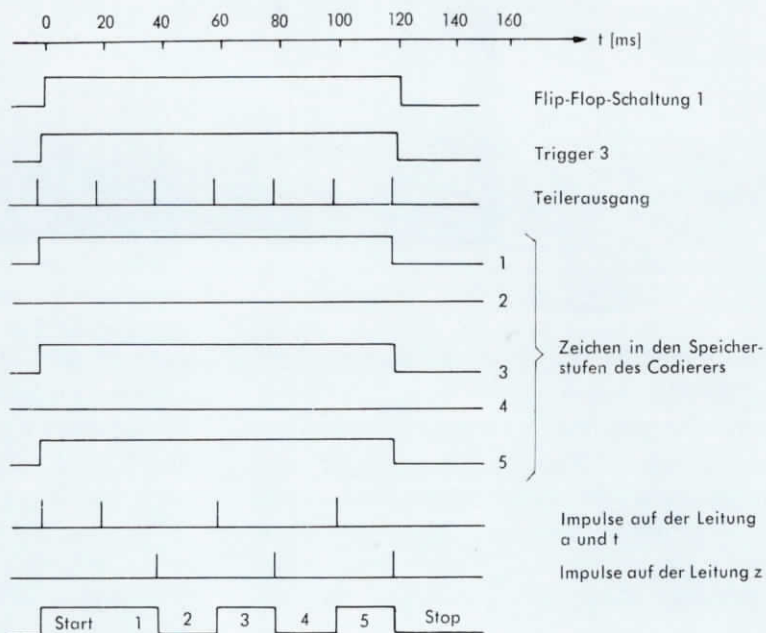


BILD 5

Zeitdiagramm für den elektronischen Sender



muß lediglich der Kontakt D umgelegt werden. Dann wird in der 120. ms eine Verzögerungsstufe 15 angesteuert, die je nach dem, ob man 140-ms- oder 150-ms-Takt senden will, nach einer Zeit von 20 bzw. 30 ms den Sender erneut anreizt.

In einem nach diesem Prinzip aufgebauten Labor-muster wurden nur Transistoren und Ringkerne verwendet. Letztere vor allen Dingen bei den Teilerstufen und dem Schieberegister, dessen Funktion anhand von Bild 6 noch kurz beschrieben werden soll (4).

In der Annahme, daß sich der Ferrit-Ringkern K_1 mit einer rechteckförmigen Hystereseschleife im Zustand positiver Remanenz (Zustand L) und die Kerne $K_2 - K_4$ im Zustand negativer Remanenz (Zustand O) befinden, wird ein Stromimpuls durch den Transistor T_0 den Kern K_1 in die Null-Lage stellen. Es entsteht ein Leseimpuls, der den Transistor T_1 öffnet, dessen Kollektorstrom seinerseits den Kern K_2 in die Lage L stellt. Nun wird ein Stromimpuls durch den Transistor T_0 den im Kern K_2 gespeicherten Zustand in den Kern K_3 schieben usw.

Für ein einwandfreies Arbeiten des Schieberegisters brauchen also lediglich die beiden Transistoren T_0 und T_1 abwechselnd kurzzeitig geöffnet zu werden. Das geschieht, indem man die Flip-Flop-Schaltung durch Impulse vom Teiler (Bild 4) her laufend kippen läßt und die entstehenden Spannungssprünge an den beiden Kollektoren den Treibertransistoren T_0 und T_1 zuleitet.

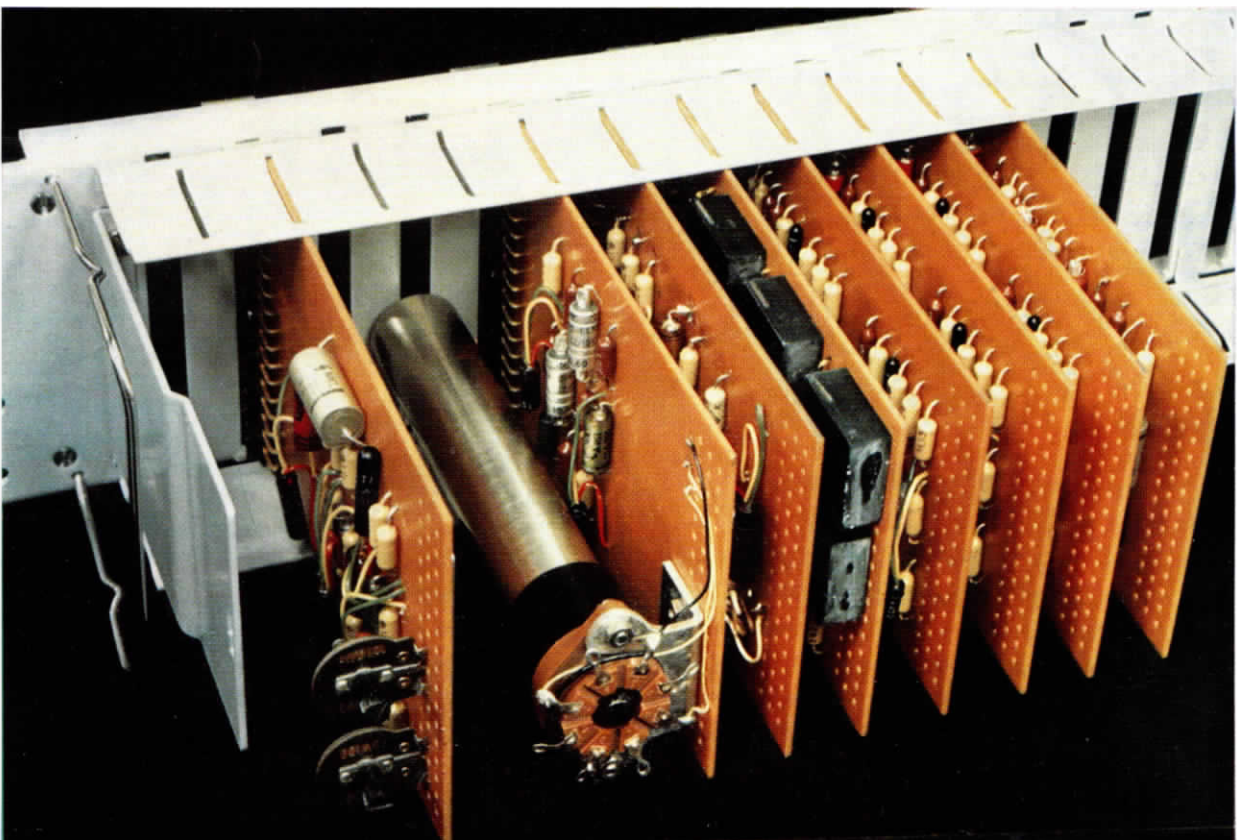
Außerdem ist noch eine Leitung durch die Kerne $K_1 - K_4$ durchgeschleift, die bei Einschalten des Geräts und nach jedem vollendeten Zyklus das Schieberegister in die gewünschte Ausgangsposition bringt.

Elektronischer Empfangsverteiler

Der Empfangsverteiler bzw. Empfänger hat die Aufgabe, ein von außen ankommendes codiertes Zeichen zu empfangen und von der Seriendarstellung in Paralleldarstellung umzuwandeln.

Zur Identifizierung des Zeichens ist es notwendig, daß jeder Schritt auf den Zustand „Zeichen-Strom“

BILD 7 Elektronischer Empfangsverteiler



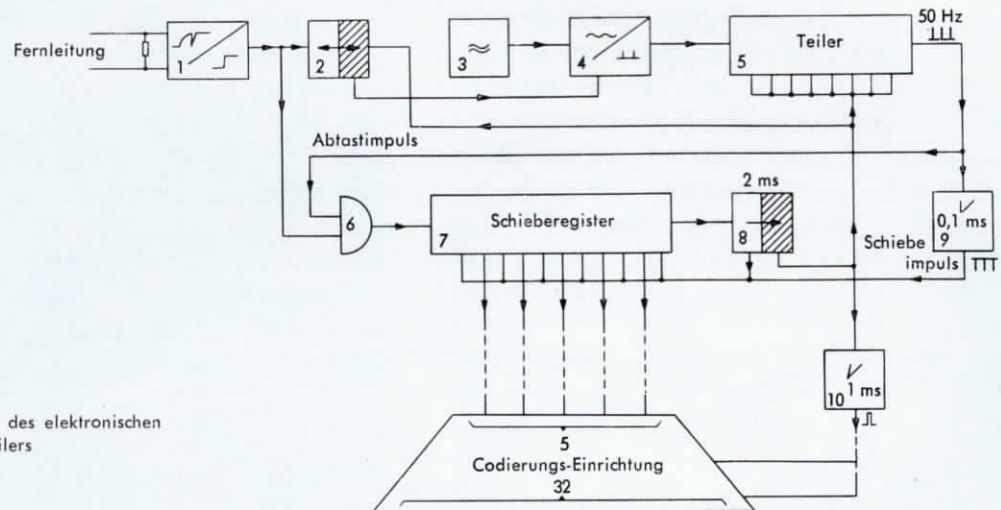


BILD 8
Blockschaltbild des elektronischen
Empfangsverteilers

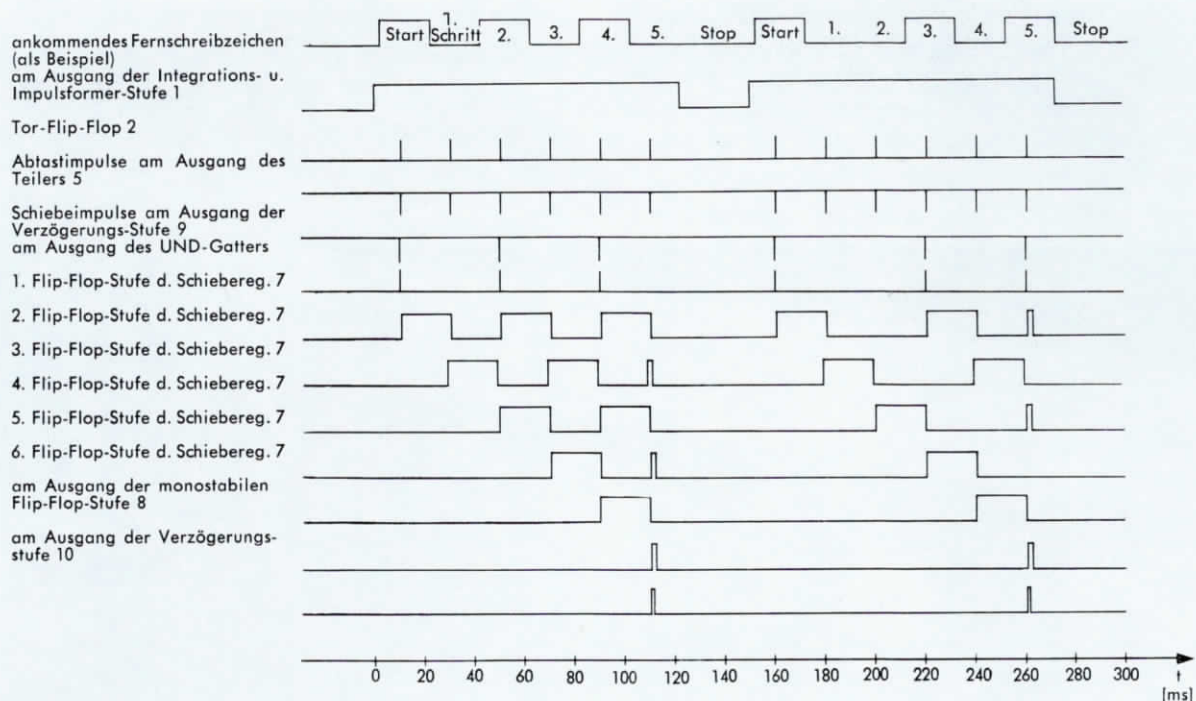


BILD 9 Zeitdiagramm des elektronischen Empfangsverteilers

oder „Trennstrom“ hin abgetastet wird, und zwar in der nominellen Schrittmittle.

Im folgenden wird eine Ausführungsart (Bild 7) eines elektronischen Empfängers beschrieben, dessen Blockschaltbild Bild 8 zeigt. Das dazugehörige Zeitdiagramm ist im Bild 9 dargestellt.

Das zu empfangende Zeichen gelangt über einen rein ohmschen Leitungsabschluß auf eine Integrationsstufe 1 (um kurze Leitungsunterbrechungen

unwirksam zu machen) mit einer nachgeschalteten Impulsformerstufe 1. Von hier kann es praktisch in idealer Form abgenommen werden.

Die Anstiegsflanke des positiven Start-Impulses eines ankommenden Zeichens öffnet das Tor-Flip-Flop 2, das seinerseits Spannung an eine Trigger- und Impulsformerstufe 4 legt. Jetzt kann die vom Oszillator 3 kommende Sinusschwingung (es wurden 12,8 kHz gewählt) in geeignete Impulse um-

gewandelt werden und gelangt auf den Teiler 5. Der Teiler, auf den noch näher eingegangen wird, ist 8stufig und teilt auf 50 Hz herunter. Der erste Impuls kommt 10 ms nach dem Start aus dem Teiler (der nächste 20 ms später usw.) und gelangt als Abtast-Impuls auf das UND-Gatter 6. Das Fernschreibzeichen selbst geht vom Ausgang der Impulsformerstufe 1 auf den 2. Eingang des Gatters.

Da die vom Teiler ankommenden Impulse in der 10., 30., 50., 70., 90. und 110. ms an das Gatter gelangen, fallen sie mit der nominellen Schrittmittel eines jeden Fernschreibzeichens zusammen, solange keine Leitungsverzerrungen wirken. Je nachdem, ob der am 2. Eingang anliegende Schritt ein Stromschritt ist oder nicht, wird das UND-Gatter 6 durchlässig oder nicht.

Die Genauigkeit der Schrittabtastung hängt im wesentlichen von der Konstanz und der Frequenz des Oszillators und von der Breite der Abtastimpulse ab. Da der in der Anordnung benutzte Quarzoszillator bei einer Genauigkeit von 10^{-5} mit einer Frequenz von $12,8 \text{ kHz} \pm 78 \mu\text{s}$ arbeitet, kann die Ungenauigkeit des Einsatzes des 1. Abtastimpulses max. $40 \mu\text{s}$ betragen. Rechnet man noch $10 \mu\text{s}$ für die Breite des Abtastimpulses und sonstige Ungenauigkeiten hinzu, so schwankt der Einsatz maximal um ca. $50 \mu\text{s}$, das sind $0,25\%$ der Länge eines Zeichenschrittes. Das heißt aber, daß im ungünstigsten Fall $-49,75\%$ und $+49,9\%$ Verzerrung verarbeitet werden können.

Eine Steigerung der Genauigkeit ist möglich, wenn man die Breite des Abtastimpulses verkleinert und die Oszillator-Frequenz erhöht. Wählt man z. B. als Frequenz $204,8 \text{ kHz} \pm 5 \mu\text{s}$ und die Breite des Abtastimpulses $1 \mu\text{s}$, so könnte bei der gegebenen Ungenauigkeit von ca. $3,5 \mu\text{s}$ noch minimal $-49,98\%$ und $+49,995\%$ Verzerrung verarbeitet werden, wenn auch hier die Schreibgeschwindigkeit von 50 Baud zugrunde liegt. Bei einer höheren Schreibgeschwindigkeit würde natürlich die Abtastgenauigkeit kleiner werden, wenn man eine nicht noch höhere Oszillator-Frequenz mit den entsprechenden Teilerstufen wählt.

Grundsätzlich kann man die Abtastimpulse auch von einem 50-Hz-Oszillator ableiten, der mit jedem Start definiert anschwingt. Man tauscht jedoch den geringeren Aufwand gegen geringere Genauigkeit ein.

Das UND-Gatter 6 gibt dann einen Impuls ab, wenn an beiden Eingängen positives Potential anliegt. Beim Abtasten des Startschrittes ist das immer

der Fall, und der entstehende Impuls wird in die 1. Stufe des 6stufigen Schieberegisters eingeschrieben. Zeitlich mit dem Abtast-Impuls wird vom Teiler Ausgang her eine Verzögerungsstufe 9 angesteuert, die nach ca. $0,1 \text{ ms}$ einen Impuls abgibt, der als Schiebe-Impuls auf alle Stufen des Schieberegisters wirkt.

Der Impuls, der in der 10. ms in die 1. Stufe des Registers eingeschrieben wurde, wird also in der 10,1. ms in die 2. Stufe weitergeschoben. Sinngemäß wird dann jeweils ca. $0,1 \text{ ms}$ nach der Schrittabtastung und nachdem vom Gatter-Ausgang eventuell ein Impuls in die 1. Stufe eingeschrieben wurde, das Muster im Schieberegister um eine Stufe weitergeschoben, so daß in der 110,1. ms ein Abbild der 5 Schritte des empfangenen Zeichens im Register steht. Dabei ist der 1. Schritt durch die 6. Stufe, der 5. Schritt durch die 2. Stufe markiert. Der erste während des Startschrittes eingeschriebene Impuls wurde in der 110,1. ms von der 6. Stufe des Schieberegisters in eine monostabile Flip-Flop-Stufe 8 weitergeschoben, die ihrerseits sofort eine Verzögerungsstufe 10 ansteuert und sowohl das Tor-Flip-Flop-2 als auch den Teiler 5 in die Ausgangslage zurückstellt. Der Teiler ist damit außer Betrieb gesetzt. – Nach 1 ms gibt die Stufe 10 einen Impuls ab, der auf die im Folgenden noch näher beschriebene Decodierungseinrichtung wirkt. Diese ist mit den Stufen 2–6 des Schieberegisters gleichstrommäßig verbunden und bildet aus dem Muster der 5 Zeichenschritte den zugehörigen Buchstaben bzw. eine Markierung desselben aus 32 Möglichkeiten, die man nun je nach Aufgabenstellung in geeigneter Weise auswerten kann.

Die monostabile Flip-Flop-Stufe 8 verharrt 2 ms in ihrem labilen Zustand. Beim Zurückkippen in der 112,1. ms in ihre Ruhelage gibt sie einen Impuls ab, der dafür sorgt, daß das Schieberegister in seine Ausgangslage zurückgestellt wird. Der Empfänger ist jetzt wieder zur Verarbeitung eines neuen Zeichens bereit.

Statt dem Empfänger einen Decodierer nachzuschalten, kann man die parallele Darstellung des empfangenen Zeichens grundsätzlich auch längere Zeit, z. B. bis zur 110,1. ms des folgenden Zeichens speichern, derart, daß man die Information aus dem Schieberegister über 5 UND-Gatter, 5 Flip-Flop-Stufen und, wenn nötig, von da aus noch 5 Relais zuführt. Dabei geht der Impuls von der Verzögerungsstufe 10 in der 111,1. ms auf je einen Eingang der 5 Gatter. Je nachdem, ob an den

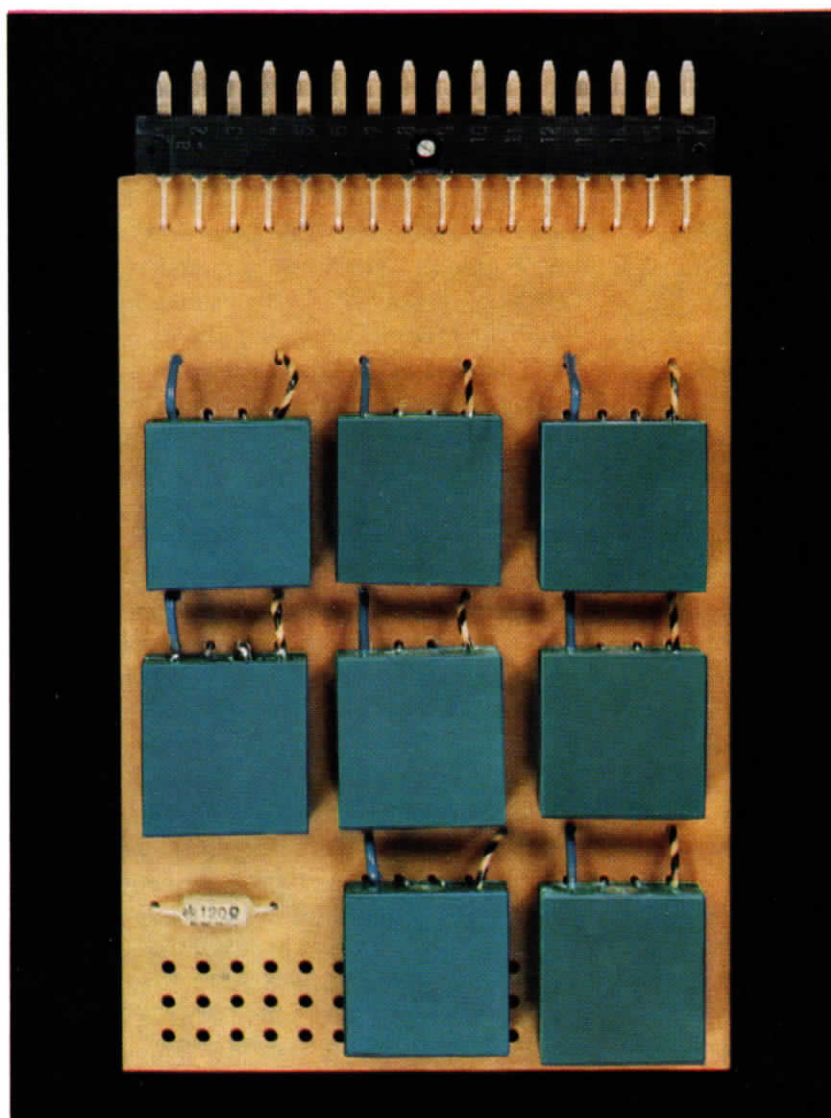
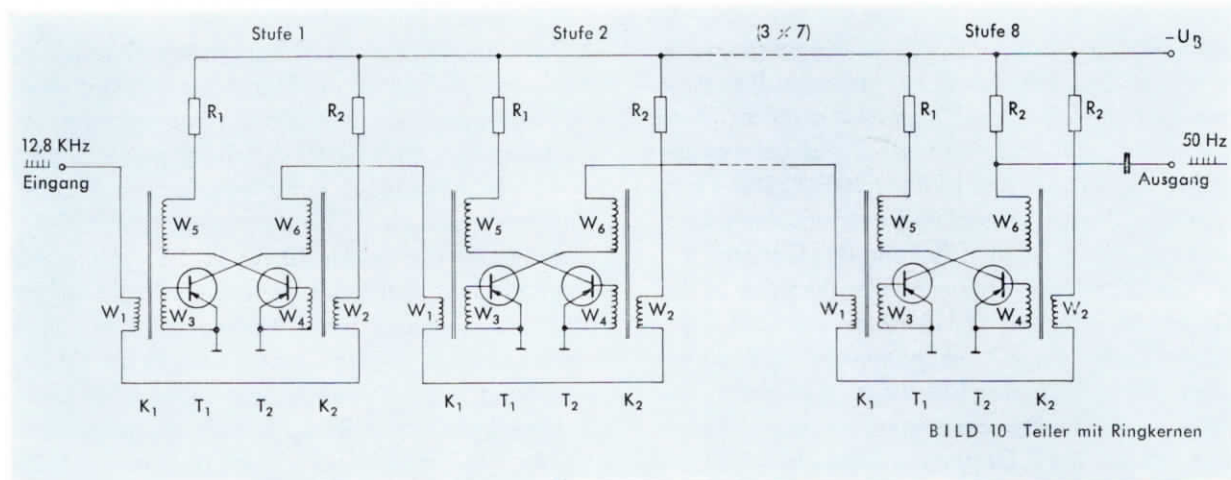


BILD 11
Ausführungsbeispiel eines Teilers

2. Eingängen, die mit je einer Stufe des Schieberegisters verbunden sind, Spannung oder keine Spannung liegt, erscheint an den Gatterausgängen ein Impuls (oder nicht), der die 5 nachgeschalteten Flip-Flop-Stufen in die andere Lage bringt (oder auch nicht).

Wie eingangs bereits erwähnt, kann man mit elektronischen Sende- und Empfangseinrichtungen die Telegraphiergeschwindigkeit relativ leicht um den Faktor 10^3 erhöhen. Man braucht dazu lediglich einen entsprechend höherfrequenten Quarzoszillator einzusetzen und beim Empfänger die Verzögerungszeiten der Stufen 8, 9 und 10 zu verkürzen.

So wurde z. B. bei dem amerikanischen Erdsatelliten Courier I eine Sende- und Empfangseinrichtung angewendet, die mit einer Zeichendauer von $134 \mu s$ arbeitet, d. h. mit einer Schrittlänge von ca. $20 \mu s$. Solche Geräte erlauben dann pro Minute ungefähr 74500 Worte zu senden bzw. zu empfangen (1). Wie bei dem beschriebenen Sender, so wurden auch für das Labormuster des Empfängers als aktive Schaltelemente nur Transistoren und Ringkerne benutzt. Das Schieberegister wurde hier allerdings mit reinen Flip-Flop-Stufen ausgeführt, da hier zur weiteren Auswertung der eingeschriebenen Information eine Gleichstromkopplung gebraucht wird.

Die Teiler im Sender und Empfänger wurden vor allem deshalb mit Ringkernen ausgeführt, weil sich dadurch eine erhebliche Raumeinsparung ergab. Außerdem ist der Leistungsverbrauch eines Teilers mit Ringkernen wesentlich geringer als der eines solchen mit Binär- oder Flip-Flop-Stufen. Das gilt ganz allgemein auch für andere mit Hilfe von Ringkernen aufgebaute Schaltungen, da der Stromquelle hier nur während der Schaltdauer des Kernes Leistung entnommen wird. Das wirkt sich um so günstiger aus, je langsamer die Frequenzen sind, die verarbeitet werden, und je kürzer die Schaltzeit des Kernes ist.

Im folgenden wird die Arbeitsweise des benutzten Ringkern-Teilers beschrieben, der im Bild 10 und 11 dargestellt ist: Jede Stufe des Teilers besteht aus einer bistabilen Multivibratorschaltung mit 2 Transistoren und 2 Ringkernen, die sich in Ruhe im Zustand entgegengesetzter Remanenz befinden. Jeder der Kerne trägt 3 Wicklungen und einen durchgeschleiften Draht, mit dessen Hilfe die Kerne jeweils in ihre Ausgangslage gebracht werden. Die Wicklungen W_1 und W_2 der beiden Kerne liegen in

Reihe mit dem Eingangskreis, W_3 und W_4 im Basis-Emitterkreis je eines Transistors und W_5 und W_6 im Kollektorkreis des jeweils dem anderen Ringkern zugeordneten Transistors, wobei W_5 und W_6 so bemessen sind, daß ihre durch die Kollektorströme erzeugten Magnetfelder entgegengesetzt gerichtet und größer sind als die durch W_1 und W_2 erzeugten. Der Kollektorkreis des einen Transistors ist gleichzeitig der Eingangskreis für die folgende Teilerstufe. Die positiven Eingangs-Impulse, die den Teiler ansteuern, werden mittels eines Ringkerns in einer Impulsformerstufe (Stufe 4, Bild 8) erzeugt, auf die nicht näher eingegangen werden soll. Trifft nun ein Eingangs-Impuls auf den Teiler, so werden W_1 und W_2 für kurze Zeit stromdurchflossen und versuchen, die Kerne in eine definierte Remanenzlage zu bringen, die mit „L“ bezeichnet seien. (Die entgegengesetzte Remanenzlage sei mit „O“ bezeichnet.) Wie oben schon erwähnt, befinden sich K_1 und K_2 in einem Zustand entgegengesetzter Remanenz. Für die weitere Betrachtung sei angenommen, daß sich der Kern K_1 in der Lage „L“ und K_2 in der Lage „O“ befindet. Dann kann K_1 mit dem 1. Eingangs-Impuls nicht in die Lage „L“ gebracht werden, da er sich schon in „L“ befindet; der Kern K_2 dagegen kippt vom Zustand „O“ in „L“. Dadurch wird in W_4 eine Spannung induziert, die T_2 öffnet. Es entsteht also in W_5 ein Strom-Impuls derart, daß er dem noch andauernden Eingangs-Impuls in W_1 entgegenwirkt, diesen überwiegt und dadurch der Kern K_1 in die Lage „O“ kippt. Der dadurch in W_3 entstehende positive Impuls bleibt am Transistor T_1 wirkungslos.

Der 2. Eingangs-Impuls bringt den Kern K_1 wieder in die Lage „L“, der induzierte Impuls in W_3 öffnet T_1 , und der Stromimpuls in W_6 kippt den Kern K_2 kurze Zeit darauf in die Lage „O“; außerdem wirkt er als Eingangs-Impuls für die 2. Stufe des Teilers, da W_6 der 1. Stufe mit W_1 und W_2 der 2. Stufe in Reihe liegt. Die 2. Stufe wird also nach jedem 2. Teiler-Eingangs-Impuls angesteuert, die 3. Stufe sinngemäß nach jedem 4. usw., d. h. am Ausgang jeder Stufe erscheint eine halb so große Frequenz wie an ihrem Eingang.

Decodierungseinrichtung

Nachdem das Fernschreibzeichen empfangen wurde und in Paralleldarstellung im Fünfer-Code in den einzelnen Stufen des Schieberegisters abgebildet ist, kann daraus der dem Code zugeordnete Buchstabe gewonnen werden. Dies geschieht

auf elektronischem Wege in einer Decodiereinrichtung, wie sie auszugsweise im Bild 12 dargestellt ist. Die dort gezeichneten Flip-Flop-Schaltungen entsprechen dann denen des Schieberegisters des Empfängers.

Die beiden Ausgänge der bistabilen Stufe I, II und III liefern die Vorspannungen an die Kathodenseite der Dioden, während die Anodenseiten ihre Vor-

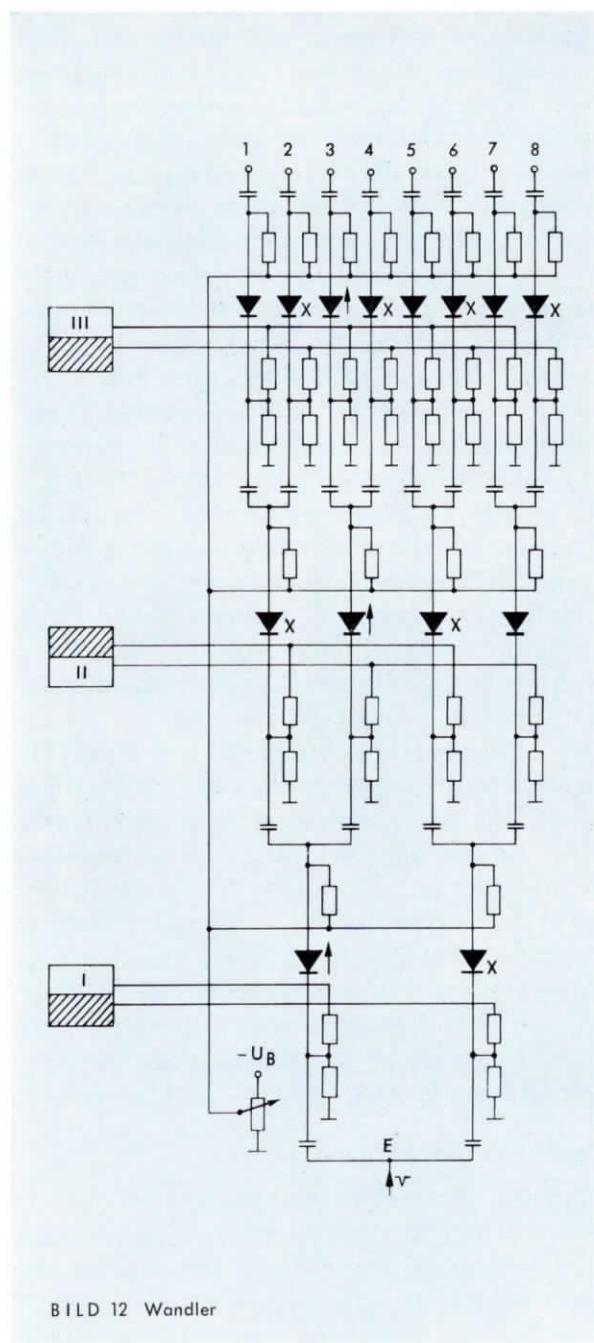


BILD 12 Wandler

spannungen über Spannungsteiler von der Betriebsspannung erhalten. Diese Spannung ist negativer als die Spannung an der Kathodenseite, so daß alle Dioden im Ruhezustand gesperrt sind. Es liegt lediglich an der Hälfte aller Dioden eine geringere Sperrspannung, an der anderen Hälfte eine hohe. Ein negativer Impuls geeigneter Größe am Eingang E bewirkt, daß jeweils eine Diode in jeder Zeile niederohmig wird, so daß an einem der Ausgänge 1–8 ein Impuls erscheint.

Beispiel: Die Flip-Flop-Stufen I bis III mögen sich in der gezeichneten Lage befinden, wobei die gestrichelte Hälfte bedeuten soll, daß der Transistor leitend ist. Dann liegt an den mit einem Kreuz gekennzeichneten Dioden (Bild 12) kathodenseitig die Spannung von ca. $-0,5$ Volt, an den anderen ca. -8 Volt (bei einer Betriebsspannung von -12 Volt). An der Anodenseite sollen z. B. -9 Volt liegen. Ein negativer Impuls am Eingang E, dessen Amplitude zwischen -3 Volt und ca. -7 Volt schwanken kann, kann dann nur den durch Pfeile gekennzeichneten Weg finden. Er erscheint also an Punkt 3. Die Höhe der max. Impulsfrequenz, die noch verarbeitet werden kann, wird hierbei durch die Umladezeiten der Kondensatoren bestimmt, die zur Entkopplung notwendig sind. Der Ausgangsimpuls kann verstärkt werden und auf eine Anzeigevorrichtung oder durch ein Druckaggregat einwirken.

Bei den beschriebenen elektronischen Einrichtungen zum Senden und Empfangen von Telegraphiezeichen wurde je ein Quarzoszillator für den Sender und Empfänger eingezeichnet. Da aber i. a. jede Sendestelle auch eine Empfangsstelle ist, genügt es natürlich, wenn für beide Teile ein gemeinsamer Oszillator benutzt wird.

Literatur:

- 1 Radio mentor, Heft Nr. 11, 1960, Seite 896–899.
- 2 Schiwiek „Fernschreibtechnik“, Ausgabe 2/1942, C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig.
- 3 Volkmann, TN-Nachrichten, Heft Nr. 51, 1960, Seite 11–16.
- 4 W. Six und R. A. Koolhof, Philips Telecommunication Review, Vol. 18, 1957/3, Seite 105–124.

