

JAHRGANG 1961



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU+NORMALZEIT

HEFT
52

Herausgeber:
Telefonbau + 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:
Schade, Frankfurt a. M.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 T+N bei Neckermann – Eine nicht nur technische Berichterstattung von Curt Richter	5 – 13
2 Bauelemente der Elektronik und ihre Anwendung von Dipl.-Phys. Richard Volkmann	14 – 18
3 Die T+N-Vorzimmeranlage „Pikkolo“ von Friedel Bopp	19 – 26
4 Der automatische Störungsmelder für unbesetzte Schaltstationen von Elektrizitäts-Versorgungsunter- nehmen (EVUs) von Horst Brockschmidt	27 – 30
5 Die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren von Dipl.-Ing. Erich Gentsch	31 – 40
6 Über den Nutzen des Fernsprechers von Dr.-Ing. Werner Otto	41 – 44
7 Strom- und Spannungsgegenkopplung bei Transistoren von Dipl.-Phys. Harald Fuhrmann	45 – 48
8 Die fernmeldetechnischen Einrichtungen des C. Bertels- mann Verlages in Gütersloh von Albert Waack	49 – 54
9 Optische Analyse technischer Vorgänge; Spannungs- optik – Kurzzeitphotographie – Mikrophotographie von Horst Herbrich	55 – 64



EIN BLICK IN DIE VORBILDLICH AUSGESTATTETE LEHRWERKSTATT DER TELEFONBAU + NORMALZEIT FRANKFURT/MAIN







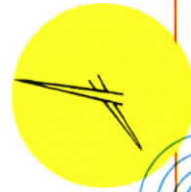
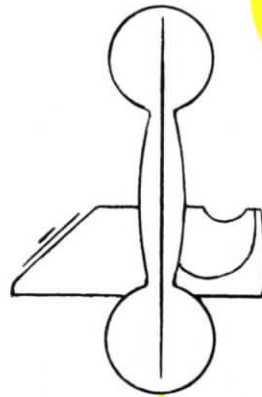
T+N BEI NECKERMANN

Eine nicht nur technische Berichterstattung

von Curt Richter

DK 654.152 : 381.512

„10 Jahre Neckermann“ und das Motto „Neckermann macht's möglich“ kennzeichnen das Warenangebot, welches das große Versandhaus nach 10jähriger Aufbauarbeit seinen Millionen Kunden präsentiert. Die vielseitigen Geschäftsverbindungen der T+N zu diesem Unternehmen während des gleichen Zeitabschnittes brachten von vornherein die Verpflichtung mit sich, die Leistungsfähigkeit unseres Unternehmens bei Einrichtung aller schwachstromtechnischen Anlagen im neu zu errichtenden Versandhaus besonders unter Beweis zu stellen.



Viele Monate vor dem ersten Spatenstich begann daher schon die Projektierung aller Anlagen, die im Rahmen unseres Fertigungsprogrammes für das neue Versandhaus in Frage kamen. Diese Planungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit den Sachbearbeitern des Büros der Architekten Professor Egon Eiermann und Robert Hilgers, Karlsruhe, sowie mit den zuständigen Mitarbeitern des Hauses Neckermann. So konnten die praktischen Erfahrungen, die Kenntnisse der besonderen Betriebsbedingungen, die wir während der vergangenen Jahre sammelten, nutzbringend verwertet und mit den aus der veränderten Betriebslage erwachsenen Forderungen, den neuen bautechnischen Gegebenheiten und den architektonischen Belangen in Übereinstimmung gebracht werden.

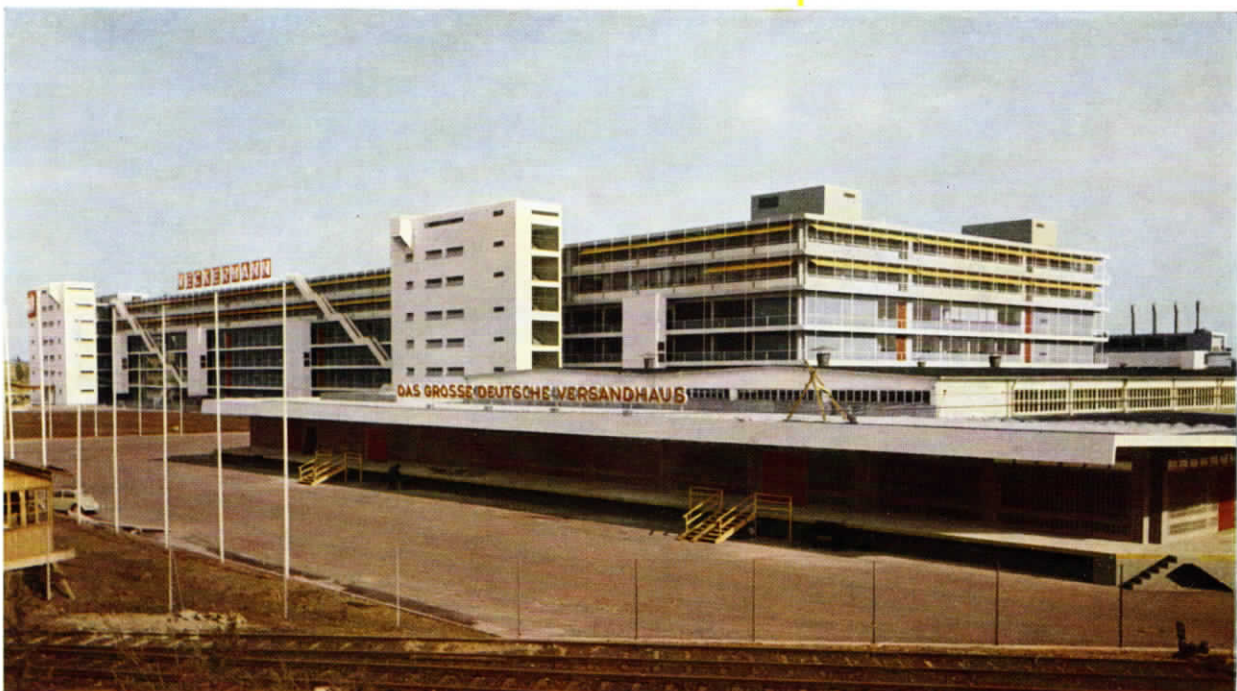


BILD 1 Großversandhaus Neckermann in Frankfurt am Main

Das **Rohr- und Leitungsnetz** wurde von Anfang an so geplant, daß für alle der nachstehend im einzelnen aufgeführten Apparate Anschlußmöglichkeiten an beliebig vielen Stellen innerhalb der Nutzungsflächen von $2 \times 18\,500\text{ m}^2$ für Büro- und Verwaltungsräume und von über $100\,000\text{ m}^2$ für Lager- und Versandabteilungen gegeben waren. Hierbei war das Ziel eine sinnvolle Koordinierung mit allen anderen bei dem Umfang des vorliegenden Projektes beachtlichen technischen Einrichtungen, wie Beleuchtung, Kraftstrom, Klimatechnik, Förderanlagen, Rohrpostanlagen usw. Das Rohr- und Leitungsnetz für alle im nachstehenden Bericht aufgeführten schwachstromtechnischen Anlagen versorgt von einem durch alle sechs Geschosse fallenden Steigleitungsschacht her mit vier längsverlaufenden Hauptsträngen die $280 \times 60\text{ m}$ großen Einzeletagen, wobei diese Stammzüge in allen Etagen an mehreren Stellen querverbunden sind. Die außerordentlich zielklare und großzügig einheitliche Baukonstruktion in Sichtbeton ermöglichte auch für das Leitungsnetz eine übersichtliche Linienführung, erforderte aber andererseits eine

von Anfang an exakt abgestimmte Zusammenarbeit mit dem Rohbau, da hierbei mehrere 10 000 Rohrschutzhülsen für Decken- und Balkendurchbrüche positionsgerecht und maßhaltig eingelegt werden mußten. So wurde jedoch erreicht, daß das Netzsystem in den Büro- und Verwaltungsgeschossen bei 8 in 4 m Abstand längs durch den Bau verlaufenden Zügen von 4 zu 4 m und in den Lager- und Versandgeschossen bei 4 im Abstand von 12 m verlaufenden Längszügen von 6 zu 6 m angefaßt werden kann.

31,5 km Rohr und mehr als 950 km Leitungsader in Kabeln und Drähten kennzeichnen das Ausmaß und rechtfertigen die Behauptung, daß die **Fernsprech-Nebenstellenanlage**, wenn auch als konventionelles, aber unbestritten wichtigstes und unentbehrlichstes Nachrichtenmittel zu betrachten ist. Nicht nur die Mitarbeiter, die im neuen Versandhaus ihren Arbeitsplatz haben, und jene, die noch in Dependancen beschäftigt sind, sondern auch solche, deren Aufgaben in ständigem Kontakt mit Kunden, Lieferanten und Fabrikanten zu erledigen sind, rücken so näher aneinander heran.

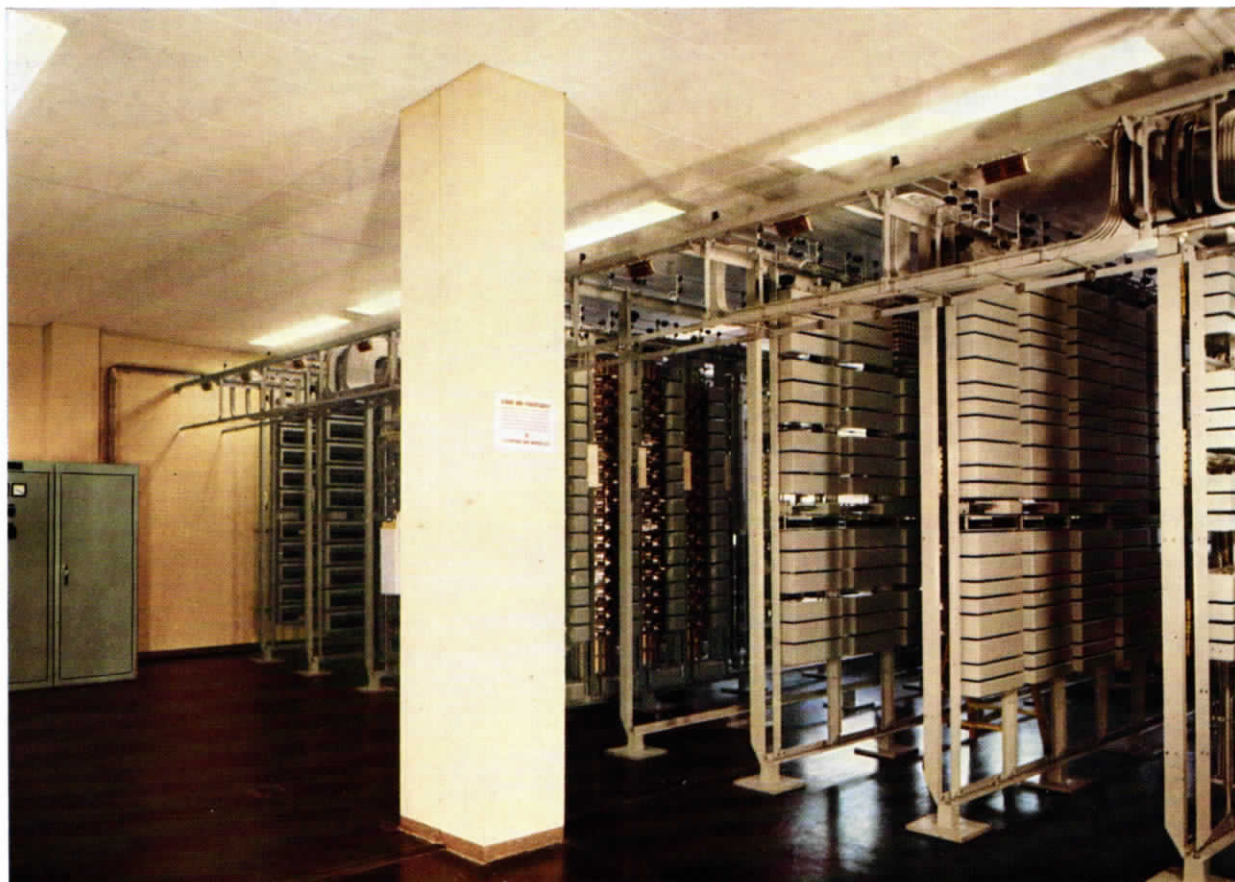


BILD 2 Der Wählersaal der großen Wähl-Nebenstellenanlage

Eine Großwählnebenstellenzentrale der Baustufe III W ermöglicht im Anschluß an 80 Amtsleitungen den Betrieb von z. Z. 600 Nebenstellen, die je nach ihrem Einsatzbereich als vollamtsberechtigte, halbamtsberechtigte oder nichtamtsberechtigte Hausprechstellen geschaltet sind.

Vier moderne Vermittlungsplätze mit allem Komfort, wie Zahlengeber, Zielwahltasten, Kenntlichmachung individueller Direktrufteilnehmer, Gebührenfeststellung usw., übernehmen den Abfrage- und Vermittlungsbetrieb, soweit dies noch für diejenigen ankommenden Amtsgespräche erforderlich ist, bei denen sich der Anrufende nicht der bereits vorgesehenen Möglichkeit bedient, im Anschluß an die Groß-Sammelnummer bis zur gewünschten Nebenstelle direkt durchzuwählen. Die in der Zentrale für alle voll- und halbamtsberechtigten Teilnehmer enthaltene, für den einzelnen Anschluß individuell abzulesende Gesprächsgebühren-Zähleinrichtung ermöglicht es, die Kosten auf die einzelnen Verwaltungs-, Versand- und Lagerabteilungen aufzuschlüsseln.

Während für die Besetzung der Nebenstellen im

allgemeinen die neuen Modelle der T+N-Tisch- oder Wandapparate, Modell „E 2“ Verwendung fanden, ist die große Anzahl spezieller Geräte für die Besetzung bevorzugter Nebenstellen beachtenswert, die z. T. in Sonderausführung geliefert wurden. So finden wir neben der Direktionsfernsprechanlage bei der Geschäftsleitung, wo das DIFAG-10-System mit Fernwahlzieltasten, Schnellverkehrstasten, Direktrufeinrichtung und Freisprecheinrichtung kombiniert ist, Sonderapparaturen mannigfacher Art: große und kleine Chef- und Vorzimmeranlagen, Schnellrufapparate mit 5, 10, 18, ja sogar solche mit 50 und 72 Richtungstasten, mit denen der Abteilungsleiter jeden der ihm zugeordneten Mitarbeiter durch einfachen Tastendruck rufen kann, ohne mit dem Hörer in der Hand warten zu müssen, da nach Meldung des Gewünschten automatisch Rückruf erfolgt. Darüber hinaus ist ein Teil der bevorzugten Teilnehmerstationen mit der neuen T+N-Freisprecheinrichtung ausgestattet, bei der jedes Amts-, Rückfrage- oder Hausgespräch über Mikrofon und Lautsprecher abgewickelt werden kann. Entsprechend den jewei-



BILD 3 Die 4plätzigte Fernsprechvermittlung



BILD 4 Chef-Fernsprecher in Sonderausführung

ligen Betriebsbedingungen sind bei Heizung, Garagen und Tankstelle wasserdichte und explosionsgeschützte Apparate eingesetzt, wie auch tragbare Geräte mit eingebautem Kurbelinduktor für OB-Betrieb verwendet wurden, um eine ständig betriebsbereite Sprechverbindung zwischen Heizzentrale und Trafostation einerseits und den einzelnen Dampfverteilungspunkten und Niederspannungsschaltstellen andererseits zu schaffen. Hierzu wurden Adern der zwischen den einzelnen Stationen ohnehin vorhandenen Schwachstromsteuerskabel mitbenutzt.

Als korrespondierende Anlagen können im Anschluß an die Fernsprechanlage noch die **Wechselsprechanlagen** bei der Geschäftsleitung und im Wirtschaftsbetrieb des großen Casinos angesehen werden.

Den Größenordnungen und Zahlen in bezug auf Raum und Personal entsprechen verständlicherweise auch die Warenmengen. Den allgemeinen Vorschriften zum Schutz von Personen und Sachwerten entsprechend und unter Beachtung der von der örtlichen Branddirektion erhobenen Forderungen wurde eine **Feuernebenmelderanlage** beach-



BILD 5 Sondereinrichtung im Betriebsleitstand

lichen Umfanges eingerichtet. Die bei dem Hauptpfortner etablierte Standtafelzentrale ist für den Anschluß von 140 Schleifen ausgelegt und gibt im Ernstfall durch Kennzeichnung auf einem Lageplantablo sofort Auskunft über die Gefahrenstelle. Durch ein zweites gleiches Lageplantablo bei der Leitstelle der Betriebsorganisation soll erreicht werden, daß schon vor dem Eintreffen der Feuerlöschpolizei innerbetriebliche Maßnahmen getroffen werden können. Neben der üblichen Zusatzeinrichtung für Auslösung des städtischen Hauptmelders gibt die Feuernebenmelderzentrale im Alarmfall die Steuerimpulse für sofortige Stillsetzung aller Transportanlagen und Abschaltung der Aggregate für Be- und Entlüftung, die im Betriebszustand das Gefahrenmoment bei Ausbrechen eines Brandes erhöhen würden. Die für den Weg der Transportanlagen notwendigen Öffnungen in den Brandabschnittsmauern sind durch Stahlschotten verschließbar, während die entsprechenden Deckendurchlässe Regenwandschutz erhielten. Das Schließen der Schotten und das Öffnen der Ventile für die Regenschutzwand wird ebenfalls durch die von der Feuernebenmelderzentrale gegebenen Impulse gesteuert. Für die Auslösung des Alarmes im Gefahrenfall sind an allen hierfür geeigneten Punkten in den Haupttreppenhäusern, Feuerfluchttreppen, in Garagen, Heizkraftwerk und Tankanlagen insgesamt 58 Druckknopf-Nebenmelder installiert. 1754 automatische Melder an den Decken, die auf Übertemperatur ansprechen, sichern die weitläufigen Räume der Lager- und Versandabteilung.

Lagerhallen, die bereits seit einigen Jahren bestehen, wurden durch Einbau von Ventilkontakten in die diese Hallen sichernde Sprinkleranlage in das neue Feuermeldesystem mit einbezogen.

Zu den Melde- und Alarmanlagen mit ruhestromüberwachtem Leitungsnetz kann auch noch eine Notalarmanlage gerechnet werden, die Betriebsunfälle durch unbeabsichtigtes Einsperren von Arbeitspersonal in den umfangreichen Räumen der Tiefkühl- und Gefrieranlagen verhindern soll und die Signalisierung des Notalarms aus Personen- und Lastenaufzügen für den Fall einer Betriebsstörung an diesen Beförderungsmitteln auslöst. Alle zur Lohn- und Gehaltskasse sowie zur Hauptkasse gehörenden Räume sind durch Einrichtung einer Polizei-Notruf- und Überfallalarmanlage gesichert, bei deren Auslösung die Meldung automatisch zur Polizeinotrufzentrale weitergegeben wird.



BILD 6 Feuermelder im Treppenhaus

Elektrische Uhren-, Pausensignal- und Arbeitszeitkontroll-Anlage

Der in den letzten Jahren immer mehr fühlbar werdende Mangel an Arbeitskräften schuf das verbende Wort vom „angenehmsten Betriebsklima“. Hiermit darf aber bei einem Großbetrieb mit mehreren tausend Lohn- und Gehaltsempfängern niemals der Gedanke einer Disziplinlosigkeit in bezug auf die Arbeitszeit aufkommen. Die Tatsache, daß täglich nur zwei Minuten versäumter Arbeitszeit bei einer Belegschaft von 3000 Personen

BILD 7 Wärmemelder in Lagerräumen

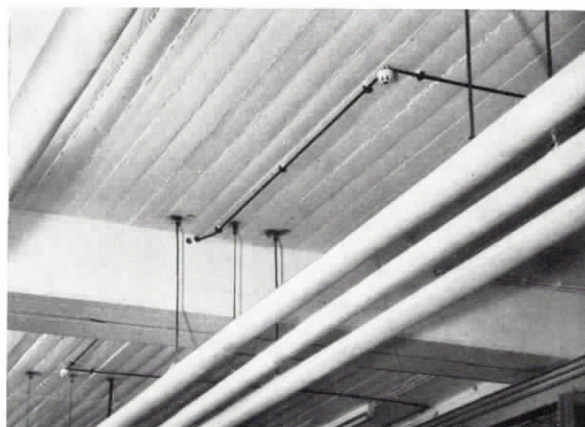




BILD 8 Regenschutzwandanlage



BILD 9 Kunstgewerbliche Nebenuhr

für das Unternehmen einen Verlust von 100 zu Unrecht ausgezahlter Stundenlöhne bedeutet, erfordert weniger Beachtung als vielmehr der Umstand, daß ein Großunternehmen, wie das vorliegende, im wahrsten Sinne des Wortes mit einem „Großgetriebe“ vergleichbar ist.

Hieraus resultiert die Forderung nach einer in allen Betriebsteilen gleichgenauen Zeitansage und Zeitsignalisierung. Von einer Signalthauptuhr in der Nachrichtenzentrale in Minutenimpulsen gesteuert, wurden in allen Betriebsteilen Nebenuhren installiert, von denen der überwiegende Teil in Sonderanfertigung nach Entwurf der Architekten geliefert wurde. Eine nicht weniger wichtige Aufgabe erfüllt die Zentralhauptuhr weiterhin mit Steuerung der Signale zur Kennzeichnung der Arbeitspausen sowie mit gleichzeitiger Fortschaltung der karten-druckenden Arbeitszeitregistrierapparate. Diese altbewährte Methode der Arbeitszeitkontrolle unter Verwendung von Apparaten modernster Konstruktion bietet mit der zeitgestempelten Karte nicht nur ein unverfälschbares Dokument, sondern gleichzeitig eine für weitere Auswertung und Bearbeitung in der Lohnbuchhaltung unentbehrliche Unterlage.

An dieser Stelle soll auch gleich die Betrachtung einer in Anwendung und Aufbau ganz neuen Einrichtung, der **Personalbestands-Fernanzeige**, eingeschaltet werden. Während es allgemein üblich ist, daß die den Betrieb zum Arbeitsanfang betretenden Gefolgschaftsmitglieder ihre Registrierkarte einem Kartenbrett entnehmen, die Zeit stempeln und die Karte dann in einem zweiten nach der Stempeluhr zu passierenden Kartenbrett wieder abstecken, wird hier die Karte mit in den Betrieb genommen und in der jeweiligen Betriebsabteilung in fortlaufender Reihenfolge abgesteckt. Damit erhält der Arbeitsgruppenleiter sofort einen genauen Überblick über seine „Mannschaftsstärke“. Automatische Förderanlagen, die alle Abteilungen im Lager- und Versandbereich durchlaufen, wären unwirtschaftlich, wenn sie „leer“ laufen. Das heißt mit anderen Worten: das Personal, welches zum Beschicken der Förderanlage nach wie vor erforderlich ist, muß dem zu erledigenden Arbeitspensum entsprechend eingesetzt werden. Aufgabe einer zentralen Leitstelle ist es deswegen, die verfügbaren Kräfte vor dem Start der Förderanlagen richtig zu placieren. Die Personalbestandsfernanzeige erleichtert diese Aufgabe. Die Arbeitsgruppenleiter geben mit einer in einem Tischfuß eingebauten

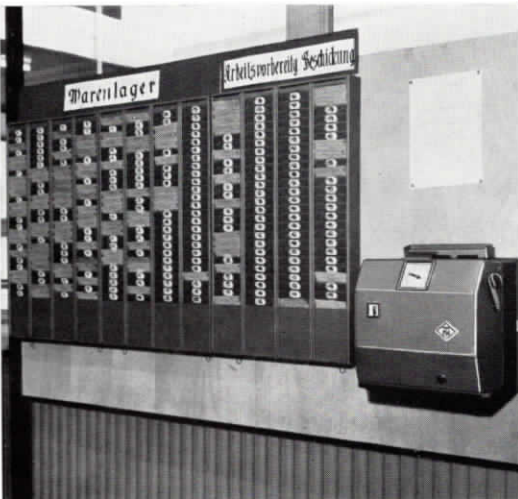


BILD 10 Arbeitszeitkontrolle: Eingang



BILD 11 An der Arbeitsstätte

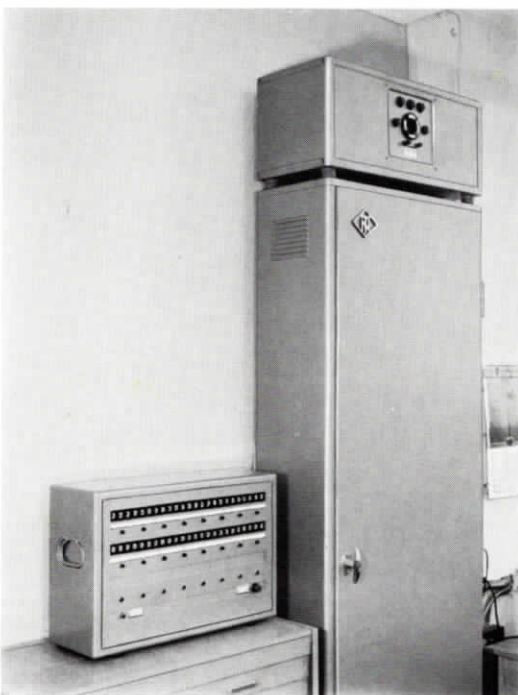


BILD 12 Personalbestandsanzeiger



BILD 13 Personalbestandsmeldeplatz

Wählscheibe ihren Mannschftsbestand durch Wahl der Ziffer (max. 3stellig) zur Leitstelle. Die über zwei Doppeladern mit der Zentrale verbundenen Geber sind zusätzlich mit einer Löschtaste und Irrungstaste ausgestattet und haben weiterhin ein optisches und akustisches Signal, mit dem sie von der Leitstelle her jederzeit aufgefordert werden können, erneut eine Stärkemeldung abzugeben. Die in der Zentrale installierte Relaiseinrichtung erhält von den Gebern die Impulse und steuert die Einstellung der in einem



BILD 14 Hauptmikrofonbesprechungsstelle



BILD 15 Elektro-akustische Verstärkerzentrale

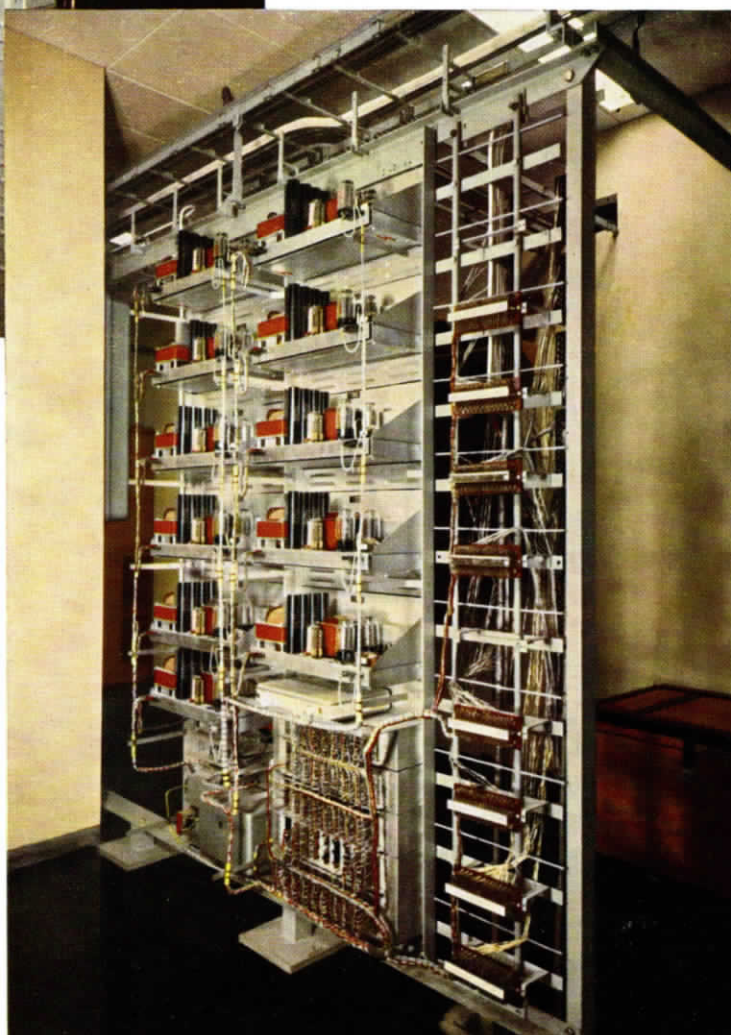


Tableau angeordneten Wechselzahlen. In dem Tableau kann die Nullstellung der Gruppenmeldungen einzeln durch Tastendruck vorgenommen werden, wobei gleichzeitig die Geberstelle aufgefordert wird, neu zu wählen. Andererseits ermöglicht aber auch eine Sammellöschaste die Nullstellung aller Gruppenzählwerke. Die gleiche Generalnullstellung wird erreicht, wenn die Relaiseinrichtung nach Betriebsschluß ausgeschaltet und am nächsten Morgen vor Arbeitsbeginn wieder eingeschaltet wird. Der auf dem Anzeigetableau befindlichen Gruppenwechselzahl ist jeweils die Ziffer des Personal-Sollbestandes zugeordnet, womit sich bei der Leitstelle für die von ihr zu treffenden Dispositionen sofort eine leicht ablesbare Übersicht ergibt. Als Informationsanlage, die in erster Linie der Organisationsleitung für den Lager- und Versandbetrieb dient, wurde eine Lautsprecherruf- und Kommandeanlage errichtet. Eine Verstärkerzentrale, bestückt mit 10 Verstärkereinheiten zu je 100 Watt, ist der einheitlichen Ausrichtung des Leitungsnetzes wegen mit in den Räumen der Fernsprechzentrale aufgebaut. Mikrofonbesprechungsstellen mit eigenen Vorverstärkern und 1–33 Linientasten können die annähernd 200 in 35 Gruppenbereiche aufgeteilten Lautsprecher besprechen. Weiterhin wird die Verstärkerzentrale durch eine in Verbindung mit der Signalhauptuhr arbeitende elektroakustische Gongschlageinrichtung angesteuert; es können also auch die Gongsignale für die Kennzeichnung der Arbeitspausen über diese Anlage gegeben werden. Für Sonderalarm in außergewöhnlichen Fällen ist ein Heultongenerator vorgesehen.

Elektroakustische Anlagen für Musik- und Sprachübertragung wurden auch im großen Kasino und im großen Konferenzsaal eingebaut.

Bemerkenswert für die ausgezeichnete Organisation ist schließlich noch die Tatsache, daß während des Umzuges vom alten Versandhaus nach dem etwa 7 km entfernten neuen Versandhaus der gesamte Geschäftsbetrieb mit Auftragsbearbeitung und Kundenbedienung ohne Unterbrechung aufrechterhalten blieb. Während der Umzugszeit von ca. 8 Wochen wurde nicht nur die Betriebsorganisation, sondern auch das ganze Nachrichtenwesen vom alten auf das neue Versandhaus „umgeblendet“. Dieser imponierend reibungslose Verlauf des Umzuges wurde besonders auch durch die entgegenkommende Mitarbeit der Deutschen Bundespost ermöglicht.



BILD 16 Doppelseitige Nebenuhr im Speisesaal



BILD 17 Elektro-akustische Kasino-Zentrale

Bauelemente der Elektronik und ihre Anwendung

von Dipl.-Phys. Richard Volkmann

DK 621.385 : 624.07

An die Definition des Begriffes Elektronik schließt sich ein Überblick über die bekanntesten industriellen Anwendungsgebiete elektronischer Schaltmittel an. Der Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise der wichtigsten Bauelemente, mit Ausnahme der im vorangegangenen Heft behandelten Kristalldioden und Transistoren, wird näher beschrieben. Dabei wird gleichzeitig auf einige Anwendungsmöglichkeiten hingewiesen. Anhand von Skizzen werden eine Reihe von Prinzipschaltungen näher erläutert. Unter Elektronik versteht man bekanntlich die Lehre von den Stromkreisen, in denen die Fortbewegung elektrischer Ladungsträger abschnittsweise durch evakuierte oder gasgefüllte Räume oder durch Halbleitermaterialien erfolgt. In Schaltanordnungen der klassischen Elektrotechnik dagegen bewegen sich Ladungsträger ausschließlich in festen oder flüssigen Leitern.

Das bekannteste Teilgebiet der Elektronik ist die Funk- und Fernsehtechnik. Nach obiger Definition zählen aber auch Leuchtstofflampen-Anlagen, Röntgengeräte, die von der Atomphysik her bekannten Teilchenbeschleuniger und verschiedene Ausführungsformen moderner Datenverarbeitungsmaschinen zur Elektronik. Besonders in den letzten Jahren haben elektronische Bauelemente mehr und mehr auch in das Gebiet der Fernsprechvermittlungstechnik Eingang gefunden und dort viele neue Möglichkeiten erschlossen.

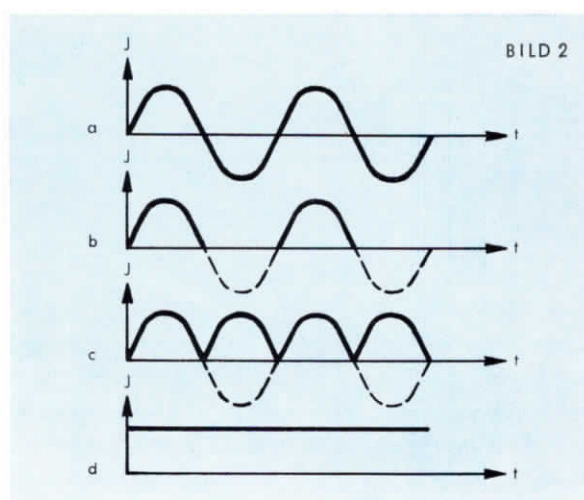
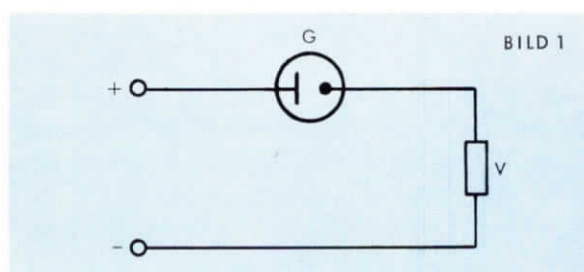
Zwar unterscheidet sich die elektronische Schaltungstechnik in mancher Hinsicht von der klassischen Schaltungstechnik, aber hier wie dort entstehen komplizierte Anlagen durch sinnvolle Synthese von Einzelementen. Die von diesen Einzelementen zu erfüllenden Aufgaben lassen sich mit wenigen Ausnahmen in 5 Hauptgruppen einordnen:

1. Gleichrichten von Wechselströmen
2. Verstärken von Spannungen und Strömen
3. Erzeugen nieder- oder hochfrequenter Schwingungen
4. Schalten starker Ströme
5. Durchschalten von Stromwegen in Verknüpfungsnetzwerken.

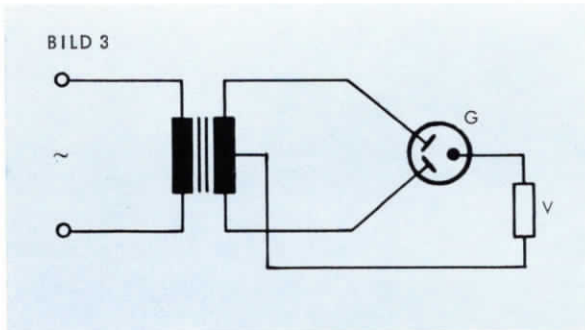
Im Folgenden werden nun Aufbau und Wirkungsweise der wichtigsten Bauelemente der Elektronik mit Ausnahme der im vorangegangenen Heft behandelten Kristalldioden und Transistoren beschrieben.

Zum Gleichrichten von Wechselströmen können zwei- oder mehrpolige Vacuumröhren dienen. In ihrer einfachsten Ausführungsform bestehen sie aus einem evakuierten Glas- oder Metallgefäß, in das als Kathode ein elektrisch heizbarer Draht eingebracht ist, der in einem bestimmten Abstand von einer nichtheizbaren Elektrode, der sogenannten Anode, umschlossen wird.

Bei Inbetriebnahme der Röhre wird durch Erhitzen einem Teil der quasifreien Elektronen in der Kathode so viel Energie zugeführt, daß diese zum Leisten der Austrittsarbeit aus der Kathodenoberfläche befähigt sind. Es bildet sich so um den Glühfaden eine Elektronenwolke, deren einzelne negative Ladungsträger im Falle positiver Anodenspannung auf die Anode zufliegen. Es fließt dann ein Strom durch die Röhre und damit auch durch



den Verbraucher V (Bild 1). Besitzt die Anode jedoch ein negatives Potential als die Kathode, so sperrt die Röhre, da aus der ungeheizten Anode keine Elektronen austreten können.



Mit Hilfe einer Gleichrichterröhre ist es also möglich, bei einem Wechselstrom nach Bild 2a die eine Halbwelle zu unterdrücken (Bild 2b). Die Schaltungsanordnung nach Bild 3 bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die eine Halbwelle „umzuklappen“, so daß ein Strom nach Bild 2c entsteht, der dann mit Hilfe besonders einfacher Siebglieder in einen Gleichstrom nach Bild 2d umgewandelt werden kann.

Ordnet man in dem Raum zwischen Kathode und Anode ein Gitter an, so kann die Stärke eines fließenden Anodenstromes durch entsprechende Wahl des Betrages und des Vorzeichens einer zwischen Gitter und Kathode anliegenden Spannung innerhalb eines bestimmten Bereiches nahezu träge veränderbar werden. Da die erforderliche Steuerleistung sehr viel kleiner als die Ausgangsleistung der Röhre ist, läßt sich eine solche Röhre nicht nur als schneller elektronischer Schalter, sondern auch als Verstärker benutzen.

In der modernen Fernsprechtechnik werden Röhrenverstärker vielfach durch Transistorenverstärker ersetzt, weil Transistorenverstärker neben geringem Platzbedarf und längerer Lebensdauer auch einen wesentlich besseren elektrischen Wirkungsgrad als vergleichbare Röhrenverstärker besitzen. Vacuumröhren finden heute jedoch noch einen weiten Anwendungsbereich auf dem Gebiet der Schwingungserzeugung. Durch phasenrichtiges Rückkoppeln der elektrischen Ausgangsgröße auf den Eingang der Röhre kann bekanntlich in einfacher Weise ein mit der Röhre zusammengeschalteter Schwingkreis zu ungedämpften Schwingungen angeregt werden. Röhrengeneratoren dieser Art dienen besonders in der drahtlosen Nachrichtenübertragungstechnik als Sender.

Ein weiteres weites Anwendungsgebiet haben sich Vacuumröhren im Bereich der Werkstoffenergieerschlossen. Für zu erwärmende leitende Materialien kommt die hochfrequente induktive Erhitzung

in Betracht. Es werden dabei im Werkstück durch magnetische Wechselfelder Wirbelströme induziert, die ihrerseits die gewünschte Joule'sche Wärme erzeugen. Auf induktivem Wege können Metalle geschmolzen, gehärtet und angelassen werden.

Um nichtleitende Werkstoffe, die aus polaren Molekülen bestehen, zu erhitzen, beschreitet man vielfach den Weg der dielektrischen Erwärmung. Dabei wird das zu erwärmende Werkstück zwischen die Platten eines Kondensators gebracht, an dem eine hochfrequente Wechselspannung anliegt. Die Moleküle des zu erwärmenden Stoffes suchen sich in Richtung des wechselnden elektrischen Feldes zu orientieren. Dabei wird wegen der innermolekularen Reibung Wärme frei. Da diese Wärmeentwicklung in einem homogenen Stoff gleichmäßig im ganzen Werkstoff erfolgt, eignet sich das dielektrische Erwärmungsverfahren auch zum Erhitzen von schlechten Wärmeleitern wie z. B. Holz und Kunstharze.

Zum Gleichrichten von niederfrequenten Wechselspannungen und Strömen dienen auch Quecksilberdampf- oder edelgasgefüllte Gleichrichterröhren. Diese Röhren entsprechen in ihrem prinzipiellen mechanischen Aufbau den oben beschriebenen. Jedoch kann in dem gasgefüllten Raum zwischen Kathode und Anode nur dann ein starker Strom fließen, wenn an der Anode eine gegenüber der Kathode genügend hohe Spannung anliegt. Nur dann nämlich reicht die kinetische Energie der aus der Kathode austretenden Elektronen aus, beim Aufprall auf Gasmoleküle diese zu ionisieren. Die dabei aus den Molekülen frei werdenden Elektronen nehmen ihren Weg zur Anode, während die positiv geladenen Ionen von der Kathode angezogen werden. Der Spannungsabfall zwischen Anode und Kathode der stromdurchflossenen Röhre, die sogenannte Bogenspannung, liegt je nach der Gasfüllung im Bereich um 20 Volt.

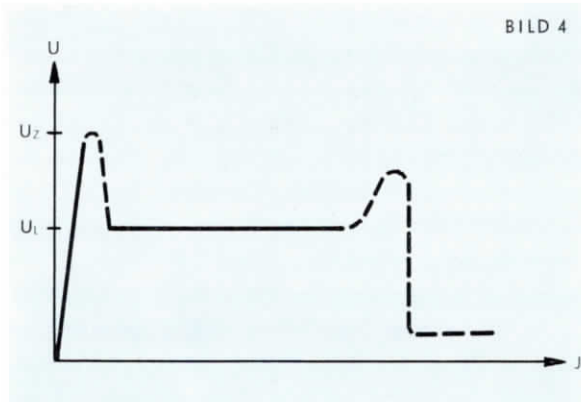
Da Ionengleichrichter im Gegensatz zu Vacuumgleichrichterröhren nur einen sehr kleinen inneren Widerstand besitzen, dürfen hier die bekannten Siebmittel mit Ladekondensator im allgemeinen nicht angewandt werden. Der sehr hohe Ladestromstoß beim Zünden der Röhre würde sonst die Kathode bald zerstören.

Beim Thyatron, einer gasgefüllten Dreipolröhre, kann die notwendige Höhe der Zündspannung über die zwischen Gitter und geheizter Kathode anliegende Spannung beeinflusst werden. Jedem

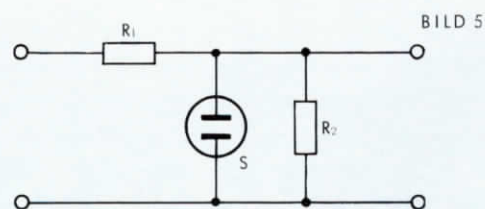
Anodenspannungsbetrag ist eine bestimmte Gitterspannung und jeder Gitterspannung eine bestimmte Anodenspannung zugeordnet, bei der die Röhre zündet. Es liegt damit nahe, das Thyatron als Schaltröhre zu benutzen. Da beim Schalten mit Thyatronröhren keine Funkenbildung auftritt, sind sie besonders für Steueraufgaben in explosiver Atmosphäre geeignet. Gegenüber elektromechanischen Relais haben sie darüber hinaus den Vorteil geringerer Trägheit.

Eine gezündete Thyatronröhre kann im allgemeinen über das Gitter nicht wieder gelöscht werden, da alle auf das Gitter aufgebrachten negativen Ladungen durch positive Ionenwolken kompensiert und damit wirkungslos gemacht werden. Um besonders starke Ströme gleichzurichten, bedient man sich schon seit Jahren der Quecksilber-Kathoden-Gleichrichter. Der Entladungsvorgang wird bei diesen Röhren durch Herausziehen einer Zündelektrode, aus dem die Kathode bildenden flüssigen Quecksilber eingeleitet. Der entstehende Lichtbogen kann nur brennen, solange die Quecksilberelektrode Kathode ist. Beschickt man ein solches Entladungsrohr mit Wechselstrom, so wird er nur in der Periodenhälfte durch die Röhre fließen, bei der diese Bedingung erfüllt ist. Diese Möglichkeit zur Gleichrichtung von Strömen in der Größenordnung 1000 A wird bei Großgleichrichteranlagen, z. B. für den Betrieb elektrischer Schienenfahrzeuge, genutzt.

Ein weiteres elektronisches Bauelement ist die Glimmlampe. Sie wird vor allem als optisches Anzeigemittel mit geringer Leistungsaufnahme benutzt. Ihre in einem bestimmten Strombereich nahezu konstante Brennspannung macht sie jedoch auch zur Spannungsstabilisierung geeignet. Elektrisch entspricht sie einem Leiter mit besonders niedrigem Wechselstromwiderstand. Bild 4 zeigt



die Stromspannungskennlinie einer solchen Röhre. Erreicht die anliegende Spannung den Betrag der Zündspannung U_z , so ionisieren die aus der Kathode austretenden Elektronen einzelne Moleküle des Füllgases. Die dabei entstehenden Ionen wandern zur Kathode und schlagen dort beim Aufprall neue Elektronen los, die ihrerseits nun wieder auf ihrem Weg zur Anode Gasmoleküle ionisieren. Mit zunehmendem Strom erhöht sich die Ionisation so stark, daß eine Spannung, die unter der Zündspannung liegt, ausreicht, die Gasentladung aufrechtzuerhalten. Eine weitere Stromerhöhung hat innerhalb eines bestimmten Bereiches nur ein sehr langsames Ansteigen der Brennspannung zur Folge. Der durch eine Glimmlampe fließende Strom muß durch einen vorgeschalteten Widerstand begrenzt werden, damit die Glimmentladung nicht in eine Bogenentladung übergeht, wodurch die Glimmlampe rasch zerstört würde.



Eine Schaltungsanordnung, die zur Spannungsstabilisierung dient, ist in Bild 5 wiedergegeben. Die Widerstände R_1 und R_2 müssen so bemessen sein, daß in nichtgezündetem Zustand der Stabilisatorröhre S der Spannungsabfall an R_2 größer als die Zündspannung der Röhre ist.

Die Tatsache, daß die Brennspannung einer Glimmlampe unter der Zündspannung liegt, macht man sich beim Kippspannungs-Generator nach

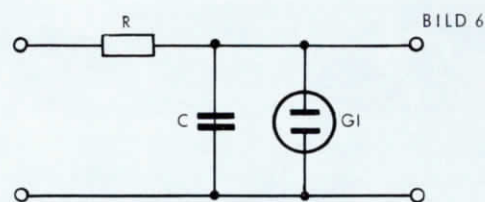


Bild 6 zunutze. Wenn an die Eingangsklemmen desselben eine Gleichspannung angelegt wird, dann lädt sich der Kondensator C über den Widerstand R so lange auf, bis die Zündspannung der

Glimmlampe GL erreicht ist. Die Röhre zündet dann und entlädt den Kondensator bis auf den Betrag der Löschspannung U_L . Nach dem Erlöschen der Röhre lädt sich C wiederum über R so lange auf, bis die Zündspannung erreicht ist. Dieser Vorgang wiederholt sich nun periodisch, solange Spannung an den Eingangsklemmen anliegt.

Um sinusförmige Wechselspannungen (Tongenerator) zu erhalten, legt man einen Reihenresonanzkreis parallel zur Glimmlampe. Die Kippfrequenz muß dabei der Resonanzfrequenz des Reihenresonanzkreises entsprechen. Die Induktivität kann dann in Form eines Transformators zur Spannungsabnahme dienen. Weiterhin ist es möglich, die Wechselspannung parallel zur Kapazität des Resonanzkreises abzunehmen.

Zur Untersuchung des Bewegungsablaufes schneller periodischer Vorgänge können Gasentladungslampen dienen, die in rascher, kontinuierlich veränderbarer Folge aufblitzen. Wenn die Blitzfolgefrequenz dieses sogenannten Stroboskopes mit der Frequenz des zu untersuchenden Bewegungsvorganges übereinstimmt oder etwas davon abweicht, sieht man eine Phase des Vorganges im scheinbaren Stillstand, oder man sieht den an sich schnellen periodischen Bewegungsvorgang scheinbar langsam ablaufen.

Um mechanische Vorgänge abzutasten, ohne ihnen Energie zu entziehen, kann man sich der Fotozelle bedienen. In ihrer einfachsten Ausführungsform besteht sie aus einem evakuierten oder gasgefüllten lichtdurchlässigen Gefäß, in dem gegenüber der punktförmigen Anode eine großflächige Kathode angebracht ist. Die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit der Fotozelle gegenüber dem auf sie auffallenden Licht ist im wesentlichen von dem Material, aus dem die Kathodenoberfläche besteht, abhängig.

Wird an die Anode eine gegenüber der Kathode positive Spannung angelegt, so fließt bei Beleuchtung einer evakuierten Fotozelle ein reiner Elektronenstrom in der Röhre. Dagegen wird in gasgefüllten Zellen das Füllgas, entsprechend hohe Anodenspannung vorausgesetzt, durch die zur Anode fliegenden Elektronen ionisiert. Die dabei entstehenden positiven Ionen schlagen bei ihrem Auftreffen auf die Kathode weitere Elektronen heraus, die nun ihrerseits wieder Gasmoleküle ionisieren und somit ein lawinenartiges Ansteigen des Stromes bewirken. Durch Begrenzung der Anodenspannung muß verhindert werden, daß die

in einer gasgefüllten Fotozelle stattfindende unselbständige Gasentladung in eine selbständige übergeht, da in einem solchen Falle die Röhre rasch unbrauchbar würde.

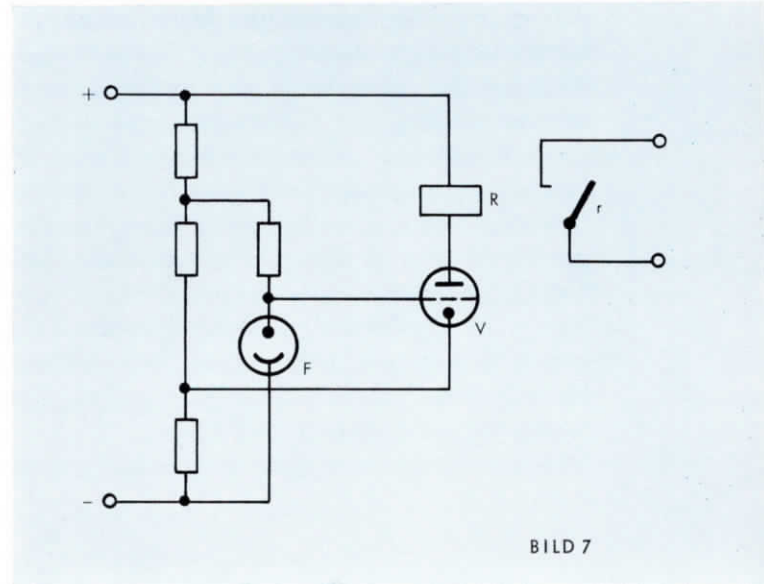


BILD 7

In Bild 7 ist die Schaltung einer Anlage wiedergegeben, die als Lichtschranke dienen kann. Wenn der auf die Fotozelle F auftreffende Lichtstrahl unterbrochen wird, so wird über die Verstärkerröhre V das Relais R zum Ansprechen gebracht. Über das Relais kann wiederum ein Zählwerk betätigt oder auch eine Alarmanlage in Tätigkeit gesetzt werden. Solche lichtgesteuerten Schalter lassen sich auch mit Thyatronröhren anstelle der Verstärkerröhren kombinieren. Soll die Anlage längere Zeit ohne Wartung betriebsbereit bleiben, so benutzt man zweckmäßig Stromtore mit kalter Kathode.

Anstelle von Fotozellen können in vielen Fällen auch sogenannte Fotowiderstände benutzt werden. Es handelt sich dabei um Halbleiterelemente, in denen in Abhängigkeit vom Lichteinfall mehr oder weniger Ladungsträger aus dem gebundenen in den quasifreien Zustand gebracht werden, so daß ihr Ohm'scher Widerstand entsprechend kleiner oder größer wird.

Die sogenannten Heißleiter stellen ein weiteres Halbleiterelement dar. Es handelt sich dabei um Widerstände aus einem Material mit besonders hohen negativen Temperaturkoeffizienten. Das Verhältnis Kaltwiderstand zu Heißwiderstand eines

Heißleiters liegt in der Größenordnung 1000. Heißleiter dienen vor allem zum Unterdrücken von Einschaltstromstößen, weiterhin aber auch als Temperaturfühler in Temperaturmeß- und Regelungseinrichtungen. Im Bereich der Fernmeldetechnik dienen Heißleiter besonders zur Verlängerung der Anzugs- oder Abfallzeiten von Relais (Seidel). Neben den zuletzt beschriebenen stromabhängigen Widerständen kommen in der Elektronik auch spannungsabhängige Widerstände zur Anwendung. Bei den am Markt befindlichen Elementen handelt es sich dabei meist um scheibenförmige Gebilde, deren Strom-Spannungs-Charakteristik, unabhängig von der Stromrichtung, etwa der eines Trockengleichrichters in Durchlaßrichtung entspricht. Der Ohm'sche Widerstand dieser Elemente nimmt mit steigender Spannung also stark ab. Diese Elemente kann man damit zur Funkenlöschung von Kontakten in induktiven Stromkreisen benutzen. Im Bild 8 ist ein spannungsabhängiger Widerstand

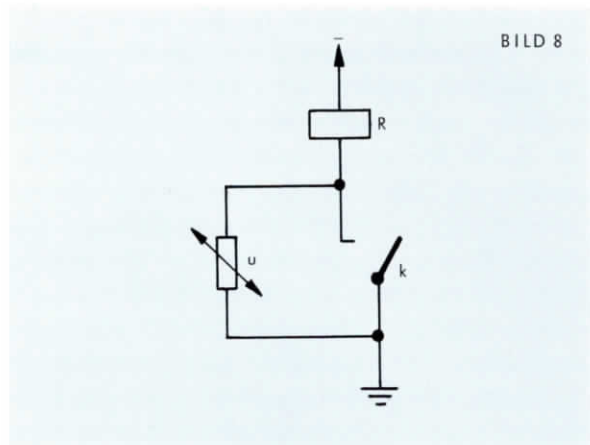


BILD 8

U parallel zu einem Relaiskontakt K geschaltet. Bei dieser Schaltung wird der geringe Verluststrom, der im offenen Zustand des Kontaktes über den hochohmigen spannungsabhängigen Widerstand und damit auch durch die Wicklung des Relais R fließt, in Kauf genommen.

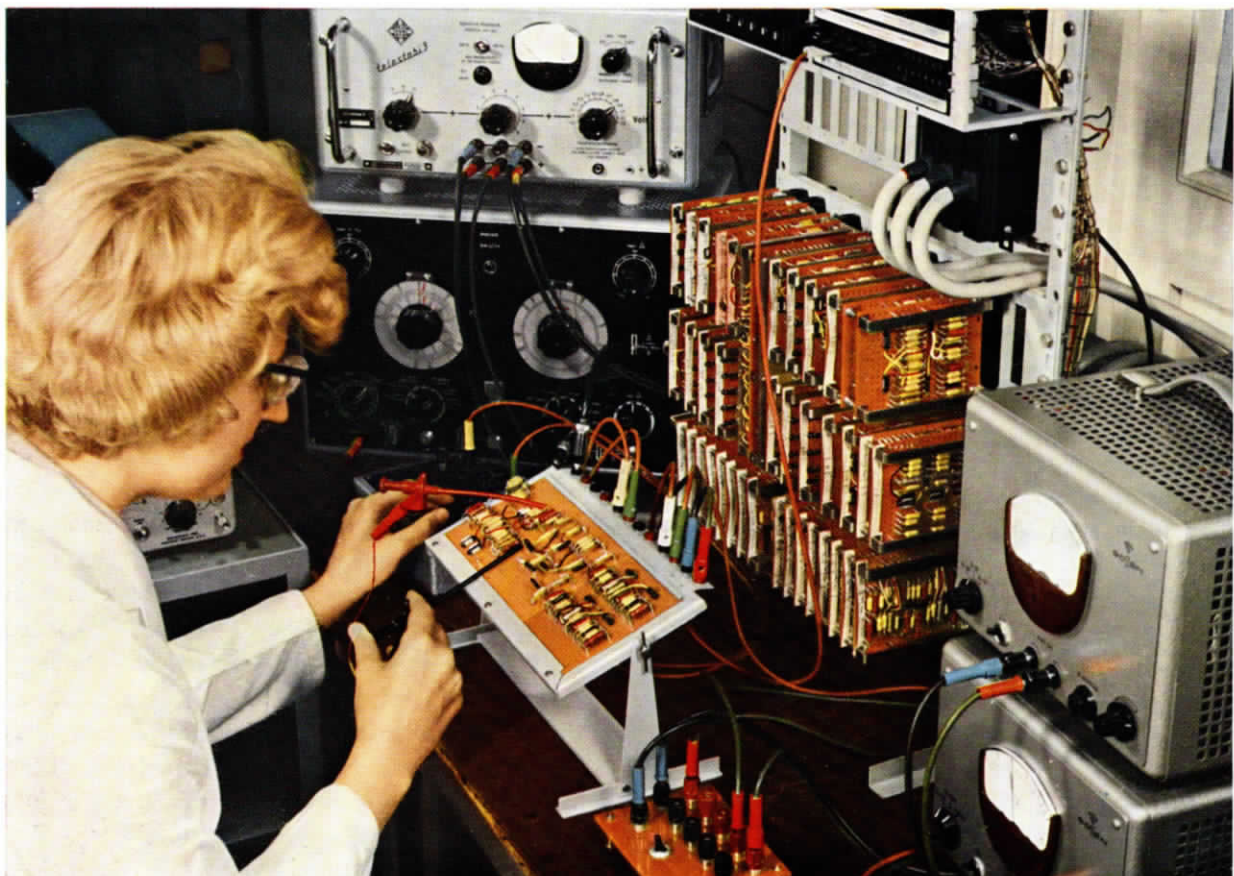


BILD 9 Moderner Arbeitsplatz im Zentrallaboratorium

Die T + N-Vorzimmeranlage „Pikkolo“ mit Leuchttasten

von Friedel Bopp

DK 621.395.6 : 729.394.6

Die Führungskräfte unserer Wirtschaft benötigen Fernsprecher, die ihnen gestatten, außer der Sekretärstelle auch ihre engsten Mitarbeiter schnell und ohne große Wartezeiten zu erreichen. Entsprechend diesen Forderungen wurde die bekannte T + N-Pikkolo-Vorzimmeranlage umgestaltet und den gestiegenen Anforderungen, die an neuzeitliche Cheffernsprecheinrichtungen gestellt werden, angepaßt. Bei der Entwicklung dieser neuen Fernsprecheinrichtung wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt, daß nicht durch eine Vielzahl von Tasten eine Verwirrung bei der Bedienung dieser Apparate entsteht, sondern mit einem Minimum an Tasten ein Maximum an Bedienungskomfort erreicht wird. Entscheidend für die Verknüpfung der Merkmale Chef – Sekretär und Chef – Mitarbeiter war die Entwicklung der T + N-Schnellruffeinrichtung. Es ist heutzutage einer leitenden Persönlichkeit, einem Abteilungsleiter z. B., kaum mehr möglich, alle an ihn gestellte Fragen selbst zu beantworten; immer wieder muß er sich bei seinen spezialisierten Sachbearbeitern vergewissern. Um ohne Verlustzeiten schnell seinen Mitarbeiterkreis zu erreichen, kann der Chefapparat der neuen Vorzimmeranlage auch mit den sogenannten Schnellruffasten ausgerüstet werden. Es genügt dabei ein Druck auf „das Knöpfchen“, um einen gewünschten Sachbearbeiter zu erreichen. Nicht nur Schaltung und Betriebsweise, sondern auch konstruktiver Aufbau und moderne Formgestaltung werden den heutigen Erfordernissen gerecht. Nachstehend wird eine Übersicht über die Baustufenbauweise gegeben, und anschließend folgt eine Erläuterung der neuen Pikkolo- und Schnellrufftechnik.

Die neuen Chefapparate in 3 Baustufen

Baustufe 1: Chefapparat Modell E 2 (Bild 1)

Diese Baustufe ist die eigentliche Grundausführung der T + N-Vorzimmeranlage Pikkolo mit Leuchttasten. Die moderne Gehäuseform des Fernsprechers E 2 mit der 5teiligen Leuchttastenreihe fand bereits wegen ihrer schlichten sachlichen Gestaltung und des mit ihr verbundenen Bedienungs-

komforts große Anerkennung. Sämtliche Bauteile sind auf einer lackierten Stahlblechbodenplatte montiert. Die Gehäusekappe enthält auf der Vorderseite die staubgeschützte Wählscheibe sowie eine nichtsperrende Signaltaste. Auch nach Abnehmen der Gehäusekappe von der Bodenplatte mittels unverlierbarer Schrauben ist jedes Bauteil gut zugänglich. Schwierigkeiten für Montage und Wartung für die sonst übliche „gedrängte Bauweise“ entfallen. Für den Anruf ist eine dezent klingende Schnarre eingebaut, die selbst in lärmgefüllten Räumen noch gut hörbar ist. Die Form des neuen Handapparates paßt sich Mund und Ohr anatomisch gut an. Hierdurch wird eine Verständigungsgüte erreicht, die kaum noch übertroffen werden kann. Für die akustische Anzeige eines Anrufes aus dem Vorzimmer ist ein Gleichstromsummer vorgesehen. Im übrigen enthält dieser Cheffernsprecher die bekannten Bauteile des E 2-Apparates, wie staubgeschützten Gabelumschalter sowie die aus dauerhaftem Kunststoff bestehenden Anschluß- und Apparatschnüre. Die Anschlußschnur ist auf Lötösenstreifen geführt, die in die bekannten Anschluß- und Verteilerkästen B 85 eingebaut werden können. Diese Anschlußkästen können für Aufputz- oder Unterputz-Montage vorgesehen werden.

Baustufe 2: Chefapparat Modell E 2 mit 5 Schnellruffasten (Bild 2)

Dieser Apparat enthält eine zweite Tastenreihe mit 5 Leuchttasten für die Verwendung als Schnellruffasten. Der übrige Aufbau entspricht dem der Baustufe 1 mit den 5 Leuchttasten des Grundausbaues



BILD 1 Der Cheffernsprecher



BILD 2 Der Cheffernsprecher mit 5 Schnellruftasten

„Pikkolo“. Der eingebaute Gleichstromsummer wird hierbei auch als akustische Anzeige (Rückruf) eines sich meldenden Schnellrufteilnehmers mit ausgenutzt. Die Taste „Rückfrage“ dient auch als Löschtaaste einer aufgebauten Schnellrufverbindung.

Baustufe 3: Chefapparat Modell R 2 mit 18 Schnellruftasten (Bild 3)

Dieser Apparat ist eine Erweiterungsstufe der T+N-Vorzimmeranlage Pikkolo und unterscheidet sich im konstruktiven Aufbau von der ersten und zweiten Baustufe grundsätzlich durch die Verwendung des Apparatmodells R 2. Dieses Modell zeigt durch seine völlig neue Form, daß auch in dem Entwicklungsbereich der Fernsprechapparate neue Wege beschritten werden. Die nach vorn geneigte Tastenplatte des pastellgrünen Fernsprechers enthält 25 Leuchttasten; hiervon ist eine sperrend zur Türverriegelung zu verwenden, rechts von den Tasten befindet sich die Wählscheibe und eine Signaltaste. Der Handapparat ist durch den Wegfall der sogenannten Gabel in das eigentliche Gehäuse einbezogen und verleiht dem neuen Fernsprecher ein besonders gefälliges Aussehen. Mit



BILD 3

Der Cheffernsprecher mit 18 Schnellruftasten

Recht wird dieser Apparat häufig als „Großer Pikkolo-Chefapparat“ bezeichnet.

Sekretärfernsprecher für alle Baustufen

Es ist einerlei, ob ein einfacher Chefapparat der Baustufe 1 oder ein Chefapparat der Baustufe 2 und 3 mit Schnellruftasten vorgesehen wird: in jedem Fall kann der gleiche Sekretärfernsprecher verwendet werden. Dies hat sich als wesentlicher Vorteil erwiesen, besonders bei Erweiterung einer Pikkolo-Anlage. Es ist einmal kostensparend und das andere Mal von Vorteil für die Sekretärin, die nicht durch einen neuen Apparat ihre gewohnten Bedienungshandgriffe aufgeben muß. Der Sekretärfernsprecher, in pastellgrünem Gehäuse E 2, hat außer den 5 nichtsperrenden Leuchttasten noch einen sperrenden Rufumschalter auf der Vorderseite des Apparates. Für den Anruf auf der eigenen Anschlußleitung ist im Apparat eine Schnarre, für die Anrufe aus dem Chefzimmer ein Gleichstromsummer eingebaut. Der Apparat ist mit einer Kunststoffschnur fest mit einem Relais- und Anschlußkasten verbunden. Dieser Anschlußkasten ist ein kleines Wandgehäuse und läßt sich leicht im Vorzimmer montieren. Er ist für 24, 36 und 60 Volt verwendbar.

Pikkolotechnik

A. Cheffernsprecher

Der Grundausbau enthält die Tasten: „Sekretär“, „Sekretär-Anschluß“, „Sekretär zuschalten“ und „Sekretärgespräche hören“, die zur Einleitung der Schalt- und Bedienungsvorgänge mit dem Vorzimmerapparat notwendig sind. Ein besonderes Kennzeichen der Pikkolotechnik ist die Anschaltung an eine Anschlußleitung durch Abnehmen des Handapparates ohne Betätigung irgendwelcher Anschaltetasten.



Für die übrigen Verbindungswege benutzt der Chef die nichtsperrenden Leuchttasten. Die Anschlußleitung der Chefstelle ist so geschaltet, daß bei nicht betätigtem Rufumschalter in der Sekretärstelle, Anrufe auf der Chefleitung beim Sekretär ankommen. Schon im Vorzimmer wird entschieden, ob ein Gespräch der Dringlichkeit wegen zum Chef

weitergegeben werden muß, was als ein großer Vorteil zu werten ist, da eine Belästigung des Chefs durch eventuell unwesentliche Anrufe verhindert wird. Sobald der Chef auf seinem Anschluß spricht, leuchtet im Vorzimmer die Taste „Chefanschluß“. Ein weiteres Merkmal ist die automatische Weiterschaltung der Chefsprecheinrichtung an die Sekretäranschlußleitung, sobald der „Chefanschluß“ durch die Sekretärstelle besetzt ist. Die Taste „Rückfrage“ gestattet dem Chef während eines Amtsgesprächs in bekannter Weise über die Nebenstellenanlage Rückfragen zu halten. Es besteht auch die Möglichkeit, die Sekretärin als Zeugin in ein bestehendes Gespräch hineinzuschalten. Es wird dann während des Gespräches die Taste „Skr. zuschalten“ kurz betätigt und am Aufleuchten der eingebauten Tastenlampe ist zu erkennen, daß die Sekretärin eingeschaltet ist. Allerdings ist diese Schaltweise nur möglich, wenn die Sekretärin nicht bereits anderweitig telefoniert. In diesem Falle leuchtet an der Chefstelle die Tastenlampe „Sekretär“ auf. Durch kurzes Betätigen der Taste „Sekretär“ kann die Sekretärin wieder aus dem Mithör-Gespräch getrennt werden, die Lampe „Skr. zuschalten“ erlischt. Der Chef besitzt eine direkte Vorzimmerleitung zur Sekretärstelle; bei Betätigen der Taste „Sekretär“ ertönt der Summer im Sekretärapparat. Erst wenn der Summer beim Chef ertönt, muß zur Sprechverbindung mit dem Vorzimmer der Handapparat des Chefapparates abgenommen werden.

Eine besondere Annehmlichkeit ist die Abfragemöglichkeit des Sekretäranschlusses durch die Chefstelle. Ist zum Beispiel die Sekretärin beim Chef zum Diktat und der Anruf aus dem Vorzimmer hörbar, so ist am Chefapparat die Taste „Sekretäranschluß“ kurz zu betätigen. Ein Gespräch für die Sekretärin kann jetzt vom Chefapparat aus erledigt werden. Die Taste „Skr. – Gespräch hören“ gibt dem Chef die Möglichkeit, sich ohne Aufmerksamkeitszeichen in ein Sekretärgespräch einzuschalten. Es ist hierbei einerlei, ob die Sekretärin auf dem Sekretär- oder Chefanschluß spricht.

Die auf der Vorderseite eingebaute Signaltaste kann je nach Bedarf als Botenruftaste, Aufschaltetaste (besondere Einrichtung in der Nebenstellenanlage erforderlich) oder als Anschaltetaste an eine besondere Mithöreinrichtung verwendet werden. Für den letztgenannten Fall ist noch ein gesondertes Besetztlampentableau für die Mithörleitungen erforderlich.

B. Der Sekretärfernsprecher (Bild 4)

Die 5er Tastenreihe genügt, um allen Erfordernissen des Fernsprechens im Vorzimmer gerecht zu werden. Durch die übersichtliche Anordnung der Tasten und die individuelle Signalisierung der jeweilig bestehenden Schaltvorgänge, ist auch am Sekretärfernsprecher die Bedienung einfach. Bei abgehenden Gesprächen ist nach Abnehmen des Handapparates die „Sekretäranschluß“-Taste kurz zu betätigen und der Verbindungsaufbau in gewohnter Weise vorzunehmen. Leuchtet jedoch die Sekretäranschlußtaste, dann ist diese Leitung vom Chef belegt. Selbstverständlich kann auch auf dem „Chefanschluß“ telefoniert werden, jedoch soll dies in der Regel nur auf Veranlassung des Chefs erfolgen. Für Rückfragen während einer Amtsverbindung dient die Taste „Rückfrage“, die sonst bei Fernsprechapparaten als Erdtaste bezeichnet wird. Je nach Art der angeschlossenen Nebenstellenanlage, kann mit dieser Taste auch eine Amtsverbindung eingeleitet werden.

Besonders muß auf die sogenannte Makelmöglichkeit hingewiesen werden. Diese vorteilhafte Schaltmaßnahme ist besonders angenehm, wenn z. B. ein Anruf von einer leitenden Persönlichkeit des eigenen Hauses auf der Chefleitung vorliegt und die Sekretärstelle eine dringende Auskunft bei einem anderen Sachbearbeiter einholen muß. Hier ist lediglich die Taste „Schr.-Anschluß“ zu betätigen und der gewünschte Sachbearbeiter auszuwählen. Das Gespräch auf dem „Chef-Anschluß“ geht automatisch in Warteschaltung. Die Lampe in der Taste „Chef-Anschluß“ flackert, während die Anschaltung an den „Schr.-Anschluß“ durch dauerndes Leuchten dieser Taste gekennzeichnet wird.

Nach Rückfrage ist die Taste „Chef-Anschluß“ zu betätigen, und das Gespräch auf diesem Anschluß kann erledigt werden. Jetzt befindet sich der „Schr.-Anschluß“ in Wartestellung. Kennzeichnung: flackernde „Schr.-Anschluß“-Taste. Es besteht die Möglichkeit, beliebig oft zu wechseln, ohne zwischendurch zu wählen. Der Teilnehmer auf der in Wartestellung befindlichen Leitung kann das Gespräch auf der anderen Leitung nicht mithören. Durch einfachen Druck auf die Taste „Wartezustand auslösen“ wird die im Wartezustand befindliche Leitung (flackernde Tastenlampe) von der Sekretärin gelöscht. Die Automatik der Vorzimmeranlage Pikkolo gestattet selbstverständlich auch die Überweisung des Chef- und Sekretär-Anschlusses zur

Chefstelle. Die Sekretärin informiert den Chef über die direkte Vorzimmerleitung durch kurzen Druck auf die Taste „Chef“ über ein vorliegendes Gespräch. Wünscht der Chef die Übernahme der betreffenden Verbindung, so wird lediglich der Handapparat beim Sekretärapparat aufgelegt. Die Umschaltung läuft automatisch; Zuteiltasten, wie bei anderen Fabrikaten, sind bei der T+N-Vorzimmeranlage nicht erforderlich. Leuchtet die Taste „Chef“ und der Summer ertönt, so ist die Hinzuschaltung zu einem Gespräch des Chefs eingeleitet. Es wird der Handapparat abgenommen und das Gespräch mitgehört. Der Chef erkennt am Leuchten der Taste „Schr. zuschalten“, daß die Sekretärin eingeschaltet ist. Ertönt jetzt der Summer, so hat der Chef die Mithörschaltung getrennt. Der Handapparat kann aufgelegt werden.

Der auf der Vorderseite des Fernsprechers eingebaute Rufumschalter dient der Umschaltung von Anrufen auf dem Chefanschluß zum Chefapparat, z. B. beim Verlassen des Vorzimmers.

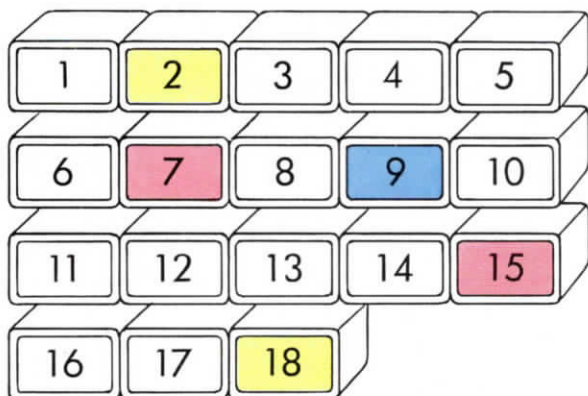


Schnellrufftechnik

In den Baustufen 2 und 3 sind in den Chefstellen Schnellrufftasten eingebaut. Der Chef kann hiermit sowohl bei abgenommenem Handapparat als auch



BILD 4 Der Sekretärfernsprecher



bei aufgelegtem Handapparat seine engsten Mitarbeiter ohne Wahl einer Ziffer, lediglich durch Betätigung der entsprechenden Schnellruftaste, anrufen. In den Chefstellen der Baustufe 2 sind 5 Mitarbeitertasten, in denjenigen der Baustufe 3 18 Mitarbeitertasten eingebaut.

Die Auswertung der von den nichtsperrenden Leuchttasten ausgelösten Schaltvorgänge erfolgt in der zugehörigen Relaiseinrichtung. Von hier erfolgt die optische Kennzeichnung des Verbindungsaufbaues durch entsprechendes Leuchten der Mitarbeitertasten. Die angeschlossenen Mitarbeiter benötigen keinen Sonderapparat, vielmehr genügt ein normaler W-Nebenstellenapparat. Die Ankopplung an die Schnellrufrelaiseinrichtung erfolgt in der Regel am Hauptverteiler oder am Leitungswähler des Teilnehmeranschlusses; zusätzliche Sonderleitungen zu den Mitarbeiterapparaten sind nicht erforderlich.

Die Schnellrufrelaiseinrichtung wird in Schienenbauweise zum Einbau in Zusatzschränke oder -rahmen der Nebenstellenanlage oder in einem Wandgehäuse als Zusatz zur Nebenstellenanlage geliefert. Die letzte Ausführung ist im Grundausbau für Schnellrufapparate ausgelegt, das Kabel für den späteren Einbau des Vorzimmerzusatzes ist jedoch vorgesehen. Die Schnellrufrelaiseinrichtung ist entsprechend der vorhandenen Nebenstellenanlage für 24 Volt und für 60 Volt lieferbar. Diese Relaiseinrichtung kann, wie erwähnt, auch bei bereits vorhandenen Nebenstellenanlagen hinzugebaut werden. Voraussetzung ist jedoch, daß zur Signal- und Zeichengabe die entsprechenden Ausgänge in der Nebenstellenanlage vorgesehen sind, auch wird die Teilnehmerleitung c für den Prüfungsvorgang benötigt. Der Einbau mehrerer Vorzimmeranlagen mit Schnellruf in eine Nebenstellenanlage ist möglich.

Mit einem zusätzlichen Prüfverteiler in Schienenbauweise wird ein gleichzeitiger Verbindungsaufbau eines Direktteilnehmers mit 2 Chefstellen technisch verhindert. Das Letztere ist von besonderer Bedeutung, da durch das Vorhandensein mehrerer Chefstellen mit Schnellruf in der Regel der Sprechverkehr zwischen den Chefapparaten auf dem unmittelbaren Sprechweg über die Schnellrufeinrichtung erfolgt. Es wird durch diese Verwendungsart eine große Direktionsfernsprechanlage geschaffen, die für die wichtigsten Sprechverbindungen unabhängig von der oft überlasteten Nebenstellenanlage ist.

Direktruf zum Mitarbeiter: Durch einfachen Druck auf die betreffende Mitarbeitertaste vollzieht sich die Einstellung der Schnellrufeinrichtung selbsttätig. Es erfolgt jetzt die Prüfung durch die Automatik der Schnellrufeinrichtung, ob der betreffende Mitarbeiter bereits telefoniert oder frei ist. Die optische Kennzeichnung dieses Prüfungsergebnisses erfolgt durch die in der Mitarbeitertaste eingebaute Kontrollampe. Schnelles Flackern dieser Lampe bedeutet „besetzt“, langsames Flackern analog „frei“. Der Wecker des Schnellrufteilnehmers ertönt. Ist der gerufene Teilnehmer nicht anwesend, so löst die Schnellrufeinrichtung nach einiger Zeit selbsttätig aus. Durch kurzen Druck auf die Taste „Rückfrage“ kann an der Chefstelle auch manuell ausgelöst werden.

Der Mitarbeiter nimmt seinen Handapparat ab und steuert hiermit das Meldekriterium in der Schnellrufeinrichtung. Es erfolgt sofort optische Kennzeichnung für die Bedienung der Chefstelle durch das „dauernde Leuchten“ der Teilnehmerkontrollampe. Die akustische Anzeige erfolgt durch das Ertönen des Summers in Intervallen als sogenannter Rückruf. Bis zum Abnehmen des Handapparates durch den Chef, der bis jetzt von dem eigentlichen Verbindungsaufbau nicht beansprucht wurde, erhält der angeschaltete Schnellrufteilnehmer ein Aufmerksamkeitszeichen.

Der Mitarbeiter telefoniert bereits anderweitig. Obwohl der als „besetzt“ gekennzeichnete Mitarbeiter durch ein Aufmerksamkeitszeichen von dem vorliegenden dringenden Chefgespräch in Kenntnis gesetzt ist, hat die Chefstelle die Möglichkeit, sich in das Gespräch einzuschalten. Die Signalisierung erfolgt bekanntlich durch das „schnelle“

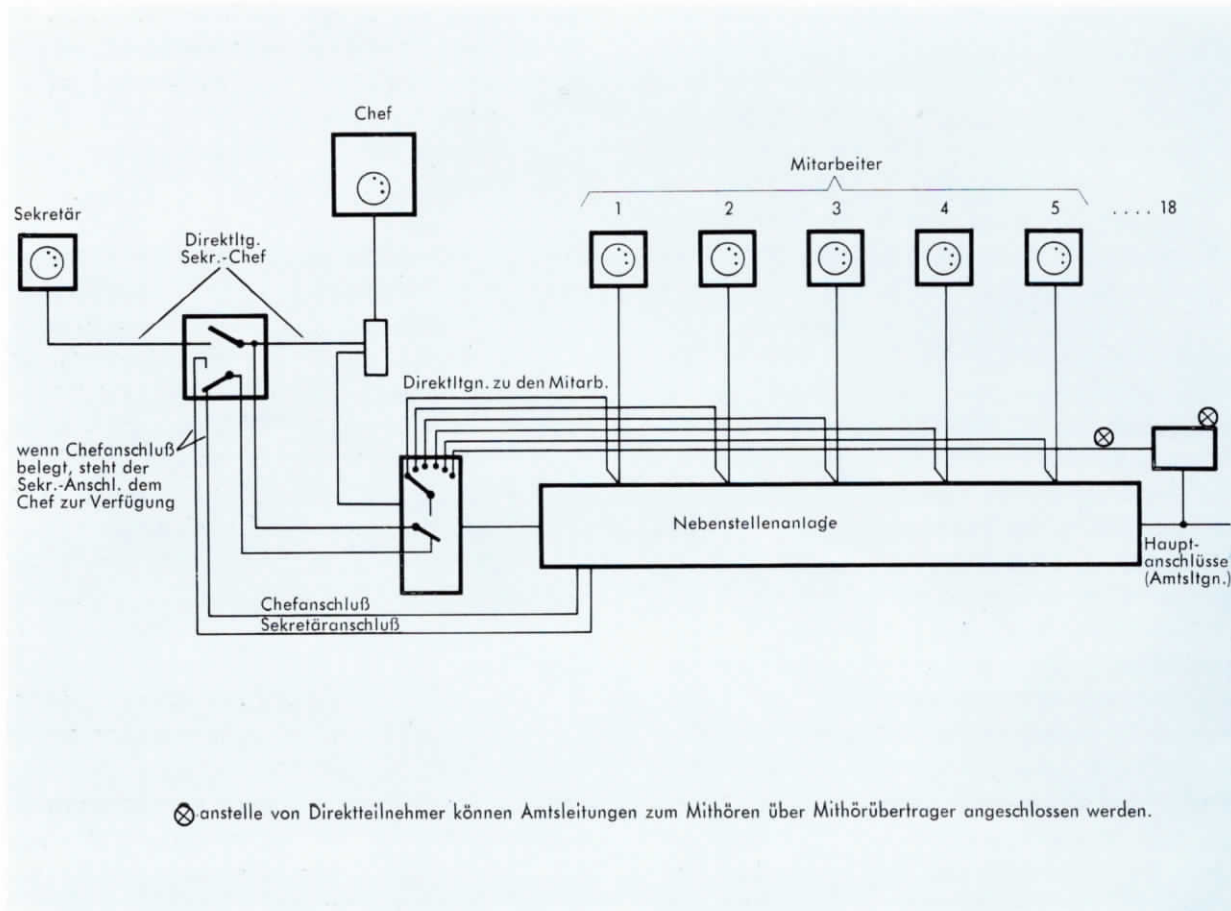
Flackern der Kontrollampe in der Mitarbeitertaste. Für die Dauer der Aufschaltung ist diese Mitarbeitertaste niederzudrücken; die Einschaltung in das Gespräch des Mitarbeiters erfolgt mit dem sogenannten Tickerzeichen. Selbstverständlich ist diese Schaltmaßnahme nur möglich, wenn hierzu der Handapparat abgehoben wird. Hat der Chef nur eine kurze Ansage, dann wird anschließend die Taste losgelassen, der Handapparat aufgelegt und die Einrichtung mit Kurzbetätigung von Taste „Rfg“ gelöscht, es kann auch die automatische Auslösung abgewartet werden. Fordert der Chef jedoch die unverzügliche Beendigung des Gespräches des Mitarbeiters, so wird beim Auflegen des Handapparates an die Mitarbeiterstelle der Anruf von der angeschalteten Schnellrufeinrichtung bewirkt. Nach Abnehmen des Handapparates durch den Mitarbeiter ist der Chef unmittelbar durchgeschaltet. Bei Gesprächsende genügt das Auflegen des Handapparates, um den Verbindungsaufbau auszulösen.

Mithören von Amtsleitungen

Die Schnellrufeinrichtung kann auch zum Mithören von Amtsleitungen verwendet werden. Sollen z. B. Amtsleitungen der Nebenstellenzentrale überwacht werden, so können die entsprechenden Mitarbeitertasten in Mithörtasten für Amtsleitungen umgewandelt werden. Ohne Änderung am Chefapparat und am Schnellrufrelaisatz kann durch entsprechende Umschaltung am Lötverteiler und am Wähler die Anschaltung an die Amtsleitung erfolgen.

Durch Anschaltung der Tastenkontrollampen an die Besetztlampen mittels Gleichrichter und Widerstand kann die Tastenkontrollampe auch als Amtsbesetztlampe mitverwendet werden. Beim Leuchten einer solchen Tastenkontrollampe erkennt man am Chefapparat, daß auf dieser Amtsleitung ein Gespräch geführt wird. Gegebenenfalls kann in das Gespräch eingeschaltet werden. Es genügt auch

BILD 5 Prinzipschema der Pikkolo-Anlage



hier, kurzzeitig die leuchtende Taste niederzudrücken, bis die Tastenkontrollampe flackert und die Mithöranschaltung kennzeichnet. Soll auch mitgesprochen werden, so ist für die Dauer des Mitsprechens die entsprechende Taste zu drücken. Nach Loslassen ist wieder der Mithörszustand gewährleistet. Am Schluß des Mithörens wird der Handapparat aufgelegt und mit der Rfg-Taste die Mithörverbindung gelöscht.

Für die Ankoppelung der Amtsleitungen zum Mithören an die Schnellrufeinrichtung ist je Leitung eine Übertragerspule vorgesehen. Diese Übertragerspulen mit den zugehörigen Kondensatoren werden als Zusatz in Schienenbauweise für 5 Amtsleitungen geliefert. Hier besteht auch die Möglichkeit, den für jede Amtsbesetztlampe erforderlichen Gleichrichter und Widerstand unterzubringen.

Allgemeine Ergänzungen für die Chefstellen

Anschaltung der T+N-Freisprecheinrichtung

Als weitere wesentliche Annehmlichkeit ist die neue T+N-Freisprecheinrichtung zu werten. Der Verstärker mit Netzgerät zum Anschluß an 125/220 V Wechselstrom wird in einem Kunststoffgehäuse geliefert. Das Mikrofon, die Anschaltetasten und Lampen sowie der Lautstärkeregler sind in einem form-schönen Mikrofonsockel untergebracht, ebenso befindet sich auch der Lautsprecher in einem besonderen Gehäuse.

Lediglich für Gespräche über die Nebenstellenleitung ist die Anschaltetaste im Mikrofonsockel zu betätigen, während bei Gesprächen, die mit Direkttasten zu den Mitarbeitern aufgebaut werden, die Einschaltung der Freisprecheinrichtung auch automatisch beim Melden des Mitarbeiters erfolgen kann. Dies trägt zu einer weiteren Bedienungsvereinfachung bei. Nach dem Erönen der Stimme des Mitarbeiters im Lautsprecher spricht die Bedienung des Schnellrufapparates selbst in das Tischmikrofon. So können im Zimmer anwesende Personen die Antwort des angeschalteten Teilnehmers hören. Durch eine geschickte Schaltungsanordnung ist sogar eine Umschaltung der Freisprecheinrichtung auf den Handapparat möglich. Es genügt das Abnehmen des Handapparates – wenn z. B. ein in das Zimmer eintretender Besucher die Antwort des Gesprächspartners nicht hören soll – die Lampe „Freisprechen“ im Mikrofonsockel erlischt. Beim Auflegen des Handapparates wird

automatisch das Gespräch auf die Freisprech-einrichtung zurückgeschaltet. Am Gesprächsschluß ist nur die Taste im Mikrofonsockel zu betätigen. Die Einrichtung wird hierdurch in die Ruhelage gebracht.

Mithörwahleinrichtung

Mit der freien Signaltaste kann eine automatische Mithöreinrichtung angeschaltet werden, die es gestattet, bis zu 30 Amtsleitungen zu überwachen. Diese Mithöreinrichtung ist ein Zusatz und wird gesondert geliefert. Die optische Kennzeichnung der besetzten Amtsleitungen erfolgt am zweckmäßigsten durch ein Wandtablo mit entsprechenden Überwachungs-lampen.

Zweiter Sprechapparat

Für die Baustufen 2 und 3 kann eine zweite Sprechstelle in Form eines normalen Cheffernsprechers oder eines Apparates mit geringerem Tastenausbau vorgesehen werden. Dieser „zweite Sprechapparat“ ist jedoch nur verwendbar, wenn sich beide Apparate im gleichen Raum befinden. Es kann immer nur an einem Apparat gesprochen werden, da eine Sprechstelle vorrangig geschaltet ist. Der zweite Sprechapparat wird in der Regel in der Sitzcke des Chefzimmers benötigt.

Zusammenfassung

Durch die neue Technik und Ausführung besitzen die Pikkolo-Vorzimmeranlagen mit Leuchttasten sämtliche Merkmale für eine rationelle Betriebsführung. Besonders durch das Baustufensystem ist die Möglichkeit gegeben, den laufenden Betriebs-erweiterungen auch nachrichtentechnisch Rechnung zu tragen, und zwar unter Beibehaltung der gewohnten Bedienungsmerkmale. Die Schnellruf-technik selbst hat sich bereits bei den bekannten T+N-Schnellrufapparaten so bewährt, daß die Ausstattung der T+N-Vorzimmeranlagen die Lücke schließt, die zwischen dem einfachen Schnellrufapparat und der großen Direktionsfernsprech-anlage „Difag 10“ bestand.

Die zuvor beschriebenen technischen Verbesserungen machen die T+N-Vorzimmeranlage „Pikkolo“ zu einer neuzeitlichen Fernsprechanlage für das moderne Wirtschaftsleben.

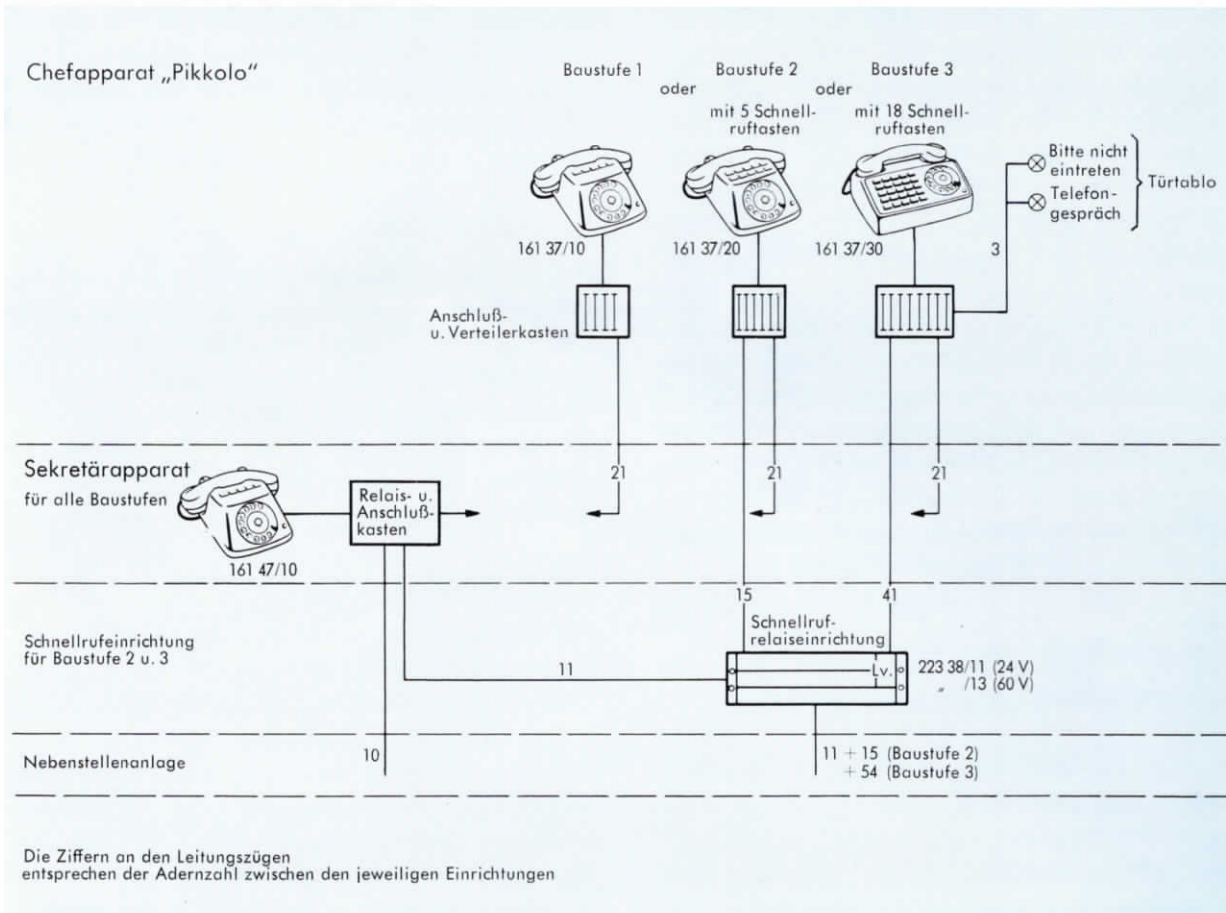


BILD 6 Prinzipanordnung der stufenweisen Erweiterung



BILD 7 Der Sekretärfernsprecher in einem Vorzimmer

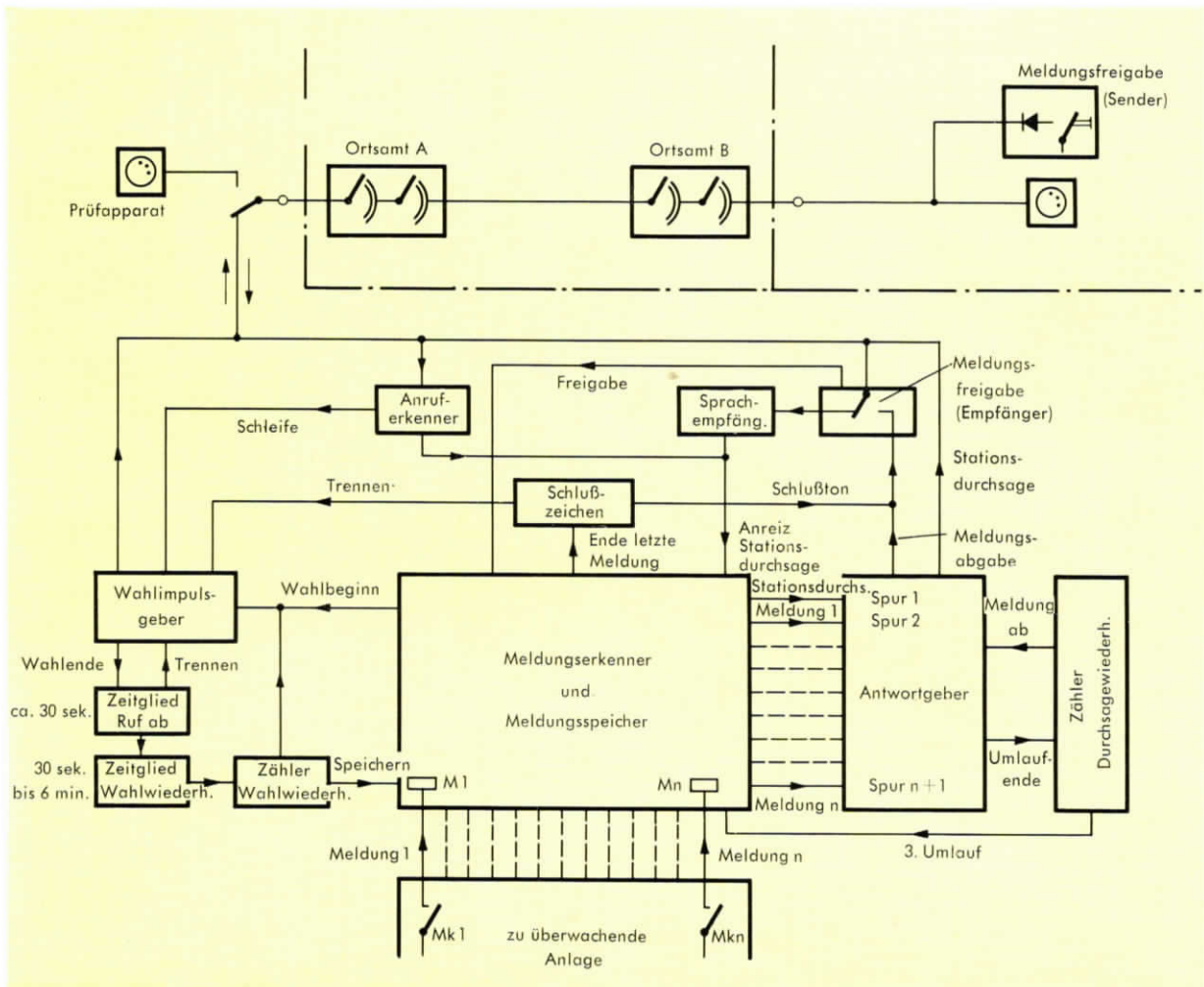


BILD 1 Prinzipschaltbild für automatischen Störungsmelder

Der Automatische Störungsmelder für unbesetzte Schaltstationen in Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (EVUs)

von Horst Brockschmidt

DK 621.398 : 654.048

I. Anwendungsgebiet

In unbesetzten Schaltstationen (z. B. Umspannwerken) müssen Zustandsänderungen der Schaltorgane unverzüglich an eine zentrale Schaltstelle weitergeleitet werden. Dieses besorgt im allgemeinen die vorhandene Fernwirkanlage. Bei kleineren Stationen, die vorwiegend ländliche Bezirke zu versorgen haben und in denen nur sehr selten die Schalthandlungen vorgenommen werden, verzichtet man oft auf eine eigene Fernwirkanlage. Es

muß jedoch in jedem Fall die zuständige Zentrale über den tatsächlichen Zustand der Schaltorgane informiert sein (z. B. Kurzschlußauslösung eines Schalters, zu hohe Erwärmung eines Trafos usw.). Für diese Zwecke wurde der automatische Störungsmelder für unbesetzte Stationen entwickelt. Er ist ein reines Meldegerät, kann also von der Zentrale keine Befehle entgegennehmen. Der Einsatz des automatischen Störungsmelders ist jedoch nicht nur auf EVUs beschränkt. In allen Fällen, bei denen es auf Überwachung von Zuständen oder Abläufen ankommt, kann das Gerät mit Vorteil eingesetzt werden.

II. Wirkungsweise

Bei der Festlegung der Wirkungsweise des Gerätes wurde davon ausgegangen, daß man

a) bestimmte Zustände der zu überwachenden Anlage in dem Gerät speichert, die nach ihrem

Auftreten in der zu überwachenden Anlage abgerufen und durch das Gerät der Überwachungsstelle zugeleitet werden,

b) zwischen der zu überwachenden und der überwachenden Stelle eine Fernsprecheinrichtung herstellen kann (z. B. öffentliches Fernsprechnetz: Orts-, Bezirks- oder Fernwahlnetz; Betriebsfernprechnetz der EVUs, Haus- oder Nebenstellenanlage).

Zu a) Als Durchsage-Speicher wird ein Antwortgeber – wie er auch in Großnebenstellenanlagen der Baustufe III W eingebaut ist – verwendet. Der Antwortgeber ist ein Magnetton-Aufnahme- und -Wiedergabe-Gerät für maximal 20 Kurzansagen (Spuren) mit einer Sprechdauer von 2 und 4 Sekunden. Die Kurzansagen können in beliebiger Reihenfolge wiedergegeben werden. Jede Spur enthält eine Meldung in Klartext. Als Tonträger dient eine rillenlose magnetisierbare Platte. Für jede Spur ist ein Tonkopf vorhanden. Die 20 Tonköpfe liegen in 4 Gruppen zu je 5 Stück auf der Platte. Da für die Stationsansage eine Spur freizuhalten ist, müssen für n mögliche Meldungen immer $n + 1$ Spuren bereitstehen. Die Einschaltung der einzelnen Spuren im Meldungsfall erfolgt über eine Relaiseinrichtung (Meldungserkenner und Meldungsspeicher) – durch einen Kontakt (MK) der zu überwachenden Anlage ausgelöst – mit einem im Antwortgeber eingebauten und jedem Tonkopf zugeordneten Kleinrelais. Ein 3stufiger Transistorverstärker wird beim Aufsprechen als Mikrofonverstärker und bei der Abnahme als Wiedergabeverstärker geschaltet. Mit einem Hochfrequenzgenerator können Durchsagen wieder gelöscht werden. Als Antrieb des Plattentellers dient ein Synchronmotor, umschaltbar auf 2 Geschwindigkeiten (2 und 4 Sekunden pro Umlauf).

Zu b) Die Meldungsabgabe erfolgt in Form eines Telefongesprächs. Dabei wird nach Betätigen eines oder mehrerer Meldekontakte in der Anlage u. a. der Wahlimpulsgeber angereizt, welcher die Nummer der überwachenden Stelle wählt. Dem Wahlimpulsgeber können bis zu 10 Ziffern vorgegeben werden, wodurch praktisch jede Rufnummer auch über das Fernwahlnetz zu erreichen ist. Selbstverständlich können diese Verbindungen auch innerhalb von Betriebsfernprecheinrichtungen der EVUs, Haus- oder Nebenstellenanlagen oder von und nach Nebenstellenanlagen hergestellt werden.

c) Beschreibung des Prinzipschaltbildes (Bild 1)

1. Die Anlage meldet eine Zustandsänderung der zu überwachenden Einrichtung.

Bei Auftreten einer Störung wird der betreffende Meldekontakt (MK) in der zu überwachenden Anlage geschlossen. Das zugeordnete Melderelais (M) im „Meldungserkenner und Meldungsspeicher“ spricht an, kennzeichnet vorbereitend die zugeordnete Spur im Antwortgeber und schaltet den Wahlimpulsgeber ein, der die eingestellte Rufnummer der überwachenden Stelle anwählt. Mit dem Wahlende wird das Zeitglied „Ruf ab“ eingeschaltet. Dieses Zeitglied trennt nach ca. 30 Sekunden – wenn die Gegenstelle sich nicht meldet und das Freigabezeichen nicht aussendet – die Verbindung und schaltet das Zeitglied „Wahlwiederholung“ ein. Dieses Zeitglied ist von 30 Sekunden bis 6 Minuten einstellbar und schaltet nach Ablauf der eingestellten Zeit über den Zähler „Wahlwiederholung“ den „Wahlimpulsgeber“ wieder ein, womit sich das Spiel wiederholt. Ist nach dem dritten Anruf die Meldung nicht entgegengenommen worden, so wird die Meldung durch ein Kennzeichen des Zählers „Wahlwiederholung“ in „Meldungserkenner und Meldungsspeicher“ auf Abruf gespeichert. Meldet sich dagegen innerhalb dieser 3×30 Sekunden, während der der Ruf abgeht, die Bedienung der Überwachungsstation, so regt diese den Sprachempfänger an. Der Sprachempfänger schaltet die Stationsdurchsage (z. B. „Hier Umspannstation X“) ein, und die Überwachungsstation muß darauf mit der Taste „Freigabe“ zur Abgabe der Meldung auffordern. Die „Meldungsfreigabe“ schaltet 1. über den „Meldungserkenner und Meldungsspeicher“ die vorbereitete Spur ein und 2. den Antwortgeberausgang „Meldungsabgabe“ an den Übertragungskanal. Die Meldung wird durchgegeben. Um Hörfehler auszuschalten, erfolgt eine zweimalige Wiederholung der Meldung. Die Durchsagen einer Spur werden mit dem Zähler „Durchsagewiederholung“ gezählt. Selbstverständlich gibt bei einer Meldungsabgabe das Gerät auch solche Meldungen durch, die eventuell vorher gespeichert worden waren und nicht abgesetzt werden konnten. Nach Durchgabe aller Meldungen ertönt für etwa 3 Sekunden ein Schlußzeichen in Form eines 450 Hz Dauertones. Meldungen, die während der Durchgabe einer Meldung oder des Schlußzeichens auftreten, werden ebenfalls gleich mit abgesetzt. Nach Beendigung des Schlußzeichens wird die Verbindung getrennt.

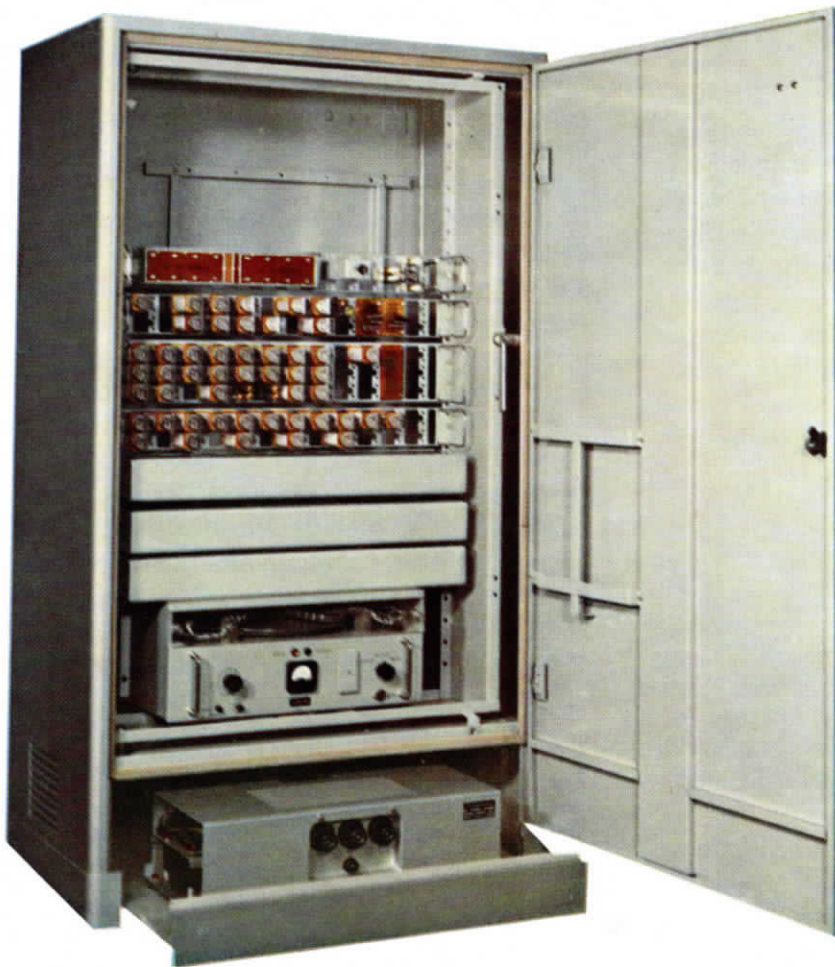


BILD 2
Der automatische Störungsmelder

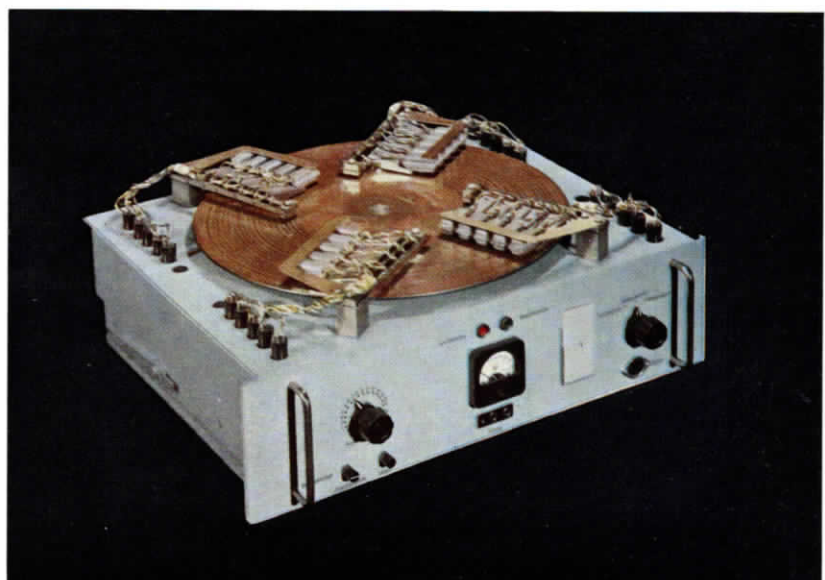


BILD 3
Der Antwortgeber

2. Abfragen der Anlage durch die Überwachungsstation.

Die Überwachungsstation kann sich zu jeder Zeit über den Zustand der Anlage informieren. Dazu ruft sie den Störungsmelder an. Der erste Ruf läßt den „Anruferkennung“ ansprechen und schaltet die Stationsdurchsage ein. Auch hier muß die Überwachungsstation die Anlage mit der Taste „Freigabe“ zur Meldungsabgabe auffordern. Nun gibt der Antwortgeber die gespeicherten Meldungen durch. Nach der letzten Meldung ertönt das Schlußzeichen. Liegen keine Meldungen vor, so wird sofort nach der Aufforderung zum Melden das Schlußzeichen eingeschaltet.

III. Besondere Bedingungen

1. Sprachempfänger

Wie erwähnt, wird die Stationsdurchsage – bei Anruf durch den Störungsmelder – mit Meldung der Überwachungsstation (z. B. „Hier Schaltstelle A“) durch den Sprachempfänger ausgelöst. Es mußte also ein Empfänger erstellt werden, der

- a) auf die Frequenzen der menschlichen Sprache anspricht,
- b) auf die Hörzeichen der Wählvermittlung (Ruf- bzw. Besetztzeichen) nicht anspricht.

Die neuere Festlegung des Zeichenfrequenzbereiches (400... 475 Hz) mußte dabei berücksichtigt werden. Der Klirrfaktor der Zeichenfrequenz darf 10% betragen. Wenn man annimmt, daß der Oberwellengehalt der Zeichenfrequenz sich mit der 1. und 2. Oberwelle, also mit dem Doppelten und Dreifachen der Grundfrequenz, praktisch erschöpft, so verbleiben für den Empfangsbereich des Sprachempfängers die Frequenzen von 500 bis 800 Hz und von 1000 bis 1200 Hz sowie über 1300 Hz. Da der Hauptenergieinhalt der deutschen Sprache zwischen 200 und 1000 Hz liegt, erschien es sinnvoll, das Frequenzband von 500 bis 800 Hz für den Sprachempfänger auszunutzen. Die Ergebnisse waren zufriedenstellend. Die Vokale a, o, u sowie die Umlaute ä, ö und ü sind dabei bevorzugt. Zweckmäßigerweise wird man dem Bedienenden eine bestimmte Meldeformel aufgeben.

3. Wahlwiederholer für eine zweite Rufnummer
Auf Wunsch ist es möglich, nach ein- oder zweimaligem vergeblichem Anruf der Überwachungsstation durch den Störungsmelder eine zweite Ruf-

nummer wählen zu lassen. Durch Relaiskontakte werden dabei im Zahlengabe andere Rufnummern eingestellt. Diese Möglichkeit ist dann zu empfehlen, wenn der Anschluß der Überwachungsstation häufiger belegt ist.

IV. Aufbau

Bild 2 und 3 stellen den Aufbau des Gerätes in Standschranksausführung dar. Man erkennt den Antwortgeber – er ist einschiebbar angeordnet – und den Netzgleichrichter. Bild 3a zeigt den herausgezogenen Antwortgeber mit 20 Spürköpfen.

V. Stromversorgung

Die Stromversorgung wird mit 24 V Gleichspannung durchgeführt. Im Normalzustand dient dazu der Netzgleichrichter. Bei Netzausfall steht eine 24-V-Batterie im Parallelbetrieb zur Verfügung. Der Plattenmotor des Antwortgebers benötigt 60 V 50 Hz Wechselspannung, die über einen Zerkhacker aus der Gleichspannungsquelle (Batteriebetrieb) entnommen werden.



Die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren

von Dipl.-Ing. Gentsch

DK 621.116

Wenn ein Autofahrer beim Fahren die Kupplung seines Wagens betätigt, um einen Gang des synchronisierten Getriebes einzulegen, so ist er sich bei der Zurücknahme des Kupplungspedals meist nicht bewußt, welchen wichtigen technischen Vorgang er bewältigt hat: Es ist ihm ohne sein Zutun gelungen, den Drehzahlunterschied zwischen Kurbel- und Getriebewelle automatisch auszugleichen, so daß bei Synchronismus, d. h. bei Gleichlauf zwischen Kurbel- und Getriebewelle wieder eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Motor und Getriebewelle hergestellt werden kann. Handelt es sich beim Auto um den Synchronismus von Drehzahlen zweier Wellen, so ist ebenso ein Gleichlauf zwischen schwingenden Körpern, insbesondere bei schwingenden Pendeln denkbar.

Damit ist das Thema gegeben:

Gleichlauf einer beliebigen Anzahl von Pendeluhren mit einem übergeordneten Zeitnormal.

Bei den heutigen Zeitdienstanlagen heißt die dringlichste Forderung: Verteilung gleicher und genauer Zeit für ein möglichst großes Gebiet mit den ein-

fachsten Mitteln. Diese Forderung erfüllt am besten der elektrische Strom, der als Impuls für Zeitmarkierungen auswertbar ist. Die hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektrischen Feldes von bekanntlich 300 000 km/sec reduziert den Zeitunterschied zwischen Impulsgabe und Impulsempfang zwischen zwei Orten soweit, daß mit guter Annäherung die Zeit zwischen Impulsgabe und Impulsempfang gleich null gesetzt werden kann. Uhren mit der Fähigkeit, elektrische Impulse als Zeitmarkierungen auszusenden, werden als Hauptuhren bezeichnet. Sie besitzen einen selbständigen Gangregler (Pendel oder Unruhe) und Vorrichtungen rein mechanischer, elektromechanischer oder elektronischer Art, die die Erzeugung und zeitgenaue Abgabe elektrischer Impulse ermöglichen. Diese Impulse werden über ein zweiadriges Kabel zu den Nebenuhren geleitet. Nebenuhren sind im Prinzip elektrische Zählwerke, die durch die elektrischen Sekunden- oder Minutenimpulse schrittweise fortgeschaltet werden. Der „Zählerstand“ der Nebenuhr wird durch die Stellung des Sekunden-, Minuten- oder Stundenzeigers markiert. Ohne eine Hauptuhr bleibt die Nebenuhr funktionslos, da sie selbst keinen Gangregler besitzt. Mit einer Hauptuhr läßt sich eine größere Anzahl von Nebenuhren steuern, die über ein ausgedehntes Gebiet, z. B. innerhalb eines mehrstöckigen Ge-

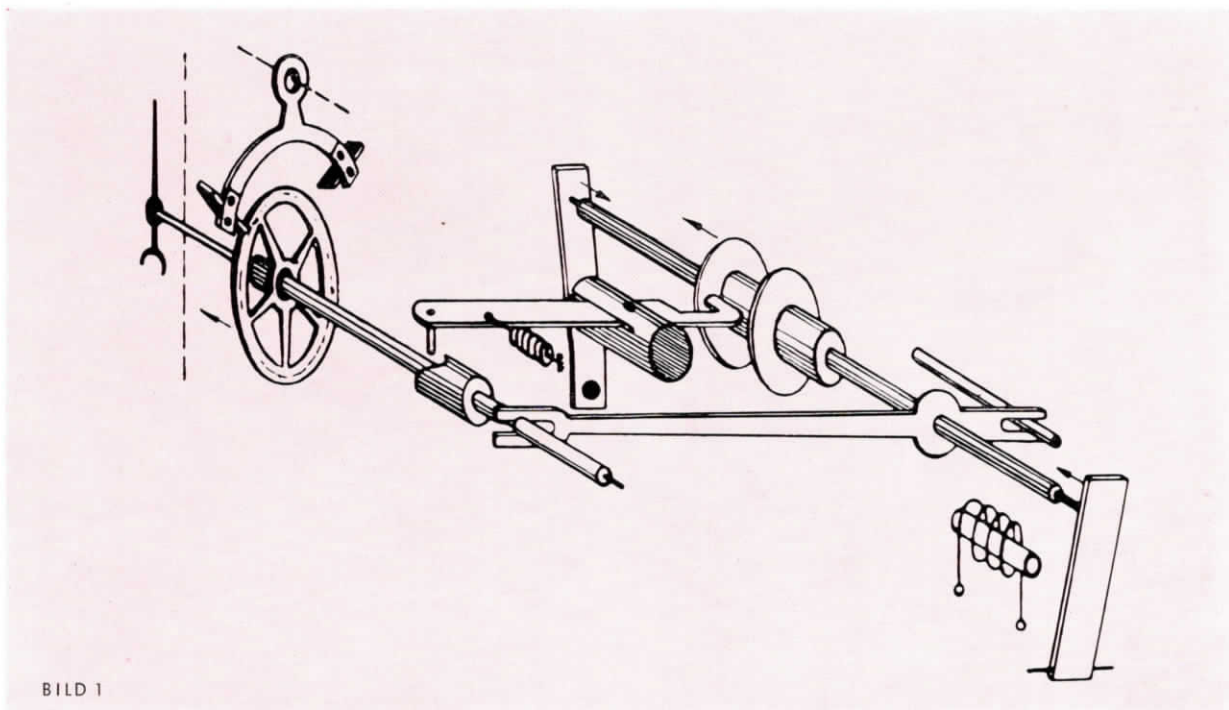


BILD 1

bäudes, einer Fabrik oder eines Bahnhofsgeländes verteilt wird. Man kann die Anzahl der zu steuernden Nebenuhren theoretisch soweit steigern, daß sämtliche Nebenuhren auf der Welt von einer einzigen Hauptuhr (Pendeluhr, Quarzuhr oder Atomuhr) gesteuert werden. Diesem Vorhaben stehen in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten entgegen, die sich aber letzten Endes technisch meistern lassen. Für diese globale Zeitdienstanlage wäre ein absolut gleicher Zeitstand sämtlicher Nebenuhren gewährleistet. Ein Nachteil haftet jedoch der geschilderten Fiktion an: Ist ein Teil des drahtlosen oder drahtgebundenen Impuls-Übertragungsweges zu den Nebenuhren gestört, so fällt die Gesamtzahl der von diesem gestörten Übertragungsweg abhängigen Nebenuhren aus. Es ist wohl möglich, diesen empfindlichen Nachteil durch eine Impulsversorgung über zwei nicht voneinander abhängige Übertragungswege zu mindern, doch steigert sich dadurch der Aufwand an Kabelwegen bzw. an drahtlosen Sendern erheblich. Man wird demnach die Zeitverteilung über geographische Großräume wegen der Störanfälligkeit des Impuls-weges nicht von einer einzigen Hauptuhr abhängig machen, sondern je nach Zweckmäßigkeit an verschiedenen Punkten des Zeitverteilungsgebietes mehrere Hauptuhren aufstellen, die jeweils eine ihnen zugeordnete Zahl von Nebenuhren fortschalten. Da jede Hauptuhr einen eigenen Gangregler und damit eine eigene Gangtendenz besitzt, die wiederum von verschiedenen Einflüssen abhängig ist, so wäre die Gleichzeitigkeit der Impuls-gabe bei den verschiedenen Hauptuhren trotz ge-nauester Reglage kaum zu erreichen.

Dieses Problem läßt sich nur durch die Gleichlaufhaltung der Hauptuhren lösen: Den verschiedenen Hauptuhren wird durch ein übergeordnetes Zeit-normal der gleiche Frequenztakt aufgezwungen. Die Notwendigkeit einer einheitlichen Zeitver-teilung für große Gebiete besteht besonders bei den Verkehrsmitteln von heute: Eisenbahn, Schifffahrt und Luftfahrt, für deren sicheren Verkehrsablauf die genaue Zeit Grundbedingung ist. Unter dem Oberbegriff „Gleichlaufhaltung“ sind verschiedene Möglichkeiten der Beeinflussung von Pendelschwin-gungen gegeben. Außer der Unterscheidung zwi-schen automatischer und manueller Gleichlaufhal-tung sind vor allem die elektromechanischen und elektrodynamischen Gleichlauf-Verfahren zu er-wähnen.

Als ein elektromechanisches Gleichlauf-Verfahren,

das auch heute noch Anwendung findet, gilt die MEZ-Regulierung (siehe Bild 1). Die stromdurch-flossene Spule zieht den Anker an, wodurch der Schubarm die Steigradwelle axial in die Zeichen-ebene verschiebt, so daß das Steigrad den Bereich der Ankerpaletten verläßt. Auf der Steigradwelle sitzt ein zylindrischer Körper, dessen eine Stirnseite kurvenförmig ausgebildet ist (Stell-Herz). Ein auf die Kurvenflächen drückender Stift gibt der Steig-radwelle eine kurze Drehung nach rechts oder links, je nachdem, ob der Stift vor oder nach dem Scheitelpunkt der Stellherz-Kurve auftritt. Dadurch wird der Sekundenzeiger der Uhr auf Null gestellt, sobald der Stift auf den Tiefpunkt der Stellherz-Kurve gelangt ist. Wird der Reguliermagnet strom-lost, so wird die gespannte Feder frei und stellt die Schubstange wieder in ihre ursprüngliche Lage zu-rück. Dadurch gelangt das „entkuppelte“ Steigrad wieder in den Bereich der Ankerpaletten und der Druckstift wird durch die Bewegung der Anschlag-scheibe vom Stellherz gelöst, so daß die Uhr mit der Nullstellung des Sekundenzeigers normal weiterläuft. Der Regulierzeitpunkt ist durch den Anzug des Reguliermagneten gegeben. Zur Durch-

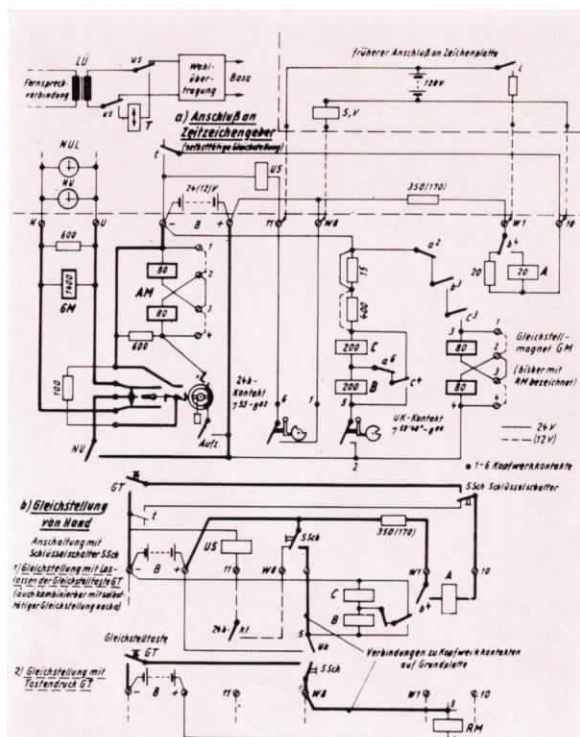


BILD 2

gabe des Zeitzeichens benutzte man bei der Deutschen Bundesbahn eine Ruhestrom-Telegraphenleitung, die täglich kurz vor 8 Uhr aufgetrennt und genau um 8 Uhr wieder geschlossen wurde. Dies wurde über eine Relaischaltung ausgewertet, die aus 3 Relais besteht, welche in der regulierten Hauptuhr untergebracht sind (Bild 2).

Die Gleichstell-Genauigkeit betrug bei diesem Verfahren etwa 1 bis 2 Sekunden, wobei Standunterschiede bis zu etwa ± 20 Sekunden korrigiert werden konnten. Man kann diese Art der Regulierung nur als Grobregulierung bezeichnen. Der Nachteil dieser elektromechanischen Gleichlaufhaltung liegt in dem ruckweisen Entkoppeln oder Einrücken des Steigrades in den Bereich der Ankerpaletten, wobei diese oder die Steigradzähne beschädigt werden. Den geschilderten Nachteil der möglichen Beschädigung von wichtigen Bauteilen beim Reguliertvorgang vermeiden die elektrodynamischen Regulierverfahren, bei denen überhaupt kein mechanischer Eingriff in den Gang der Uhr erfolgt, sondern mit Hilfe eines Magnetfeldes die Schwingungsdauer beeinflußt wird. Zunächst sei kurz das Verfahren der Synchronisierung erläutert. Über einen am Uhrengehäuse fest montierten Elektromagneten (Bild 3) schwingt das freie Pendelende hinweg, das den Magnetanker trägt. Führt die Spule Strom, so wird der Pendelanker von dem Elektromagneten angezogen. Auf dem Bild 3a ist links die taktgebende, übergeordnete Hauptuhr (HU1) dargestellt. Sie besitzt einen Pendelkontakt, der im Sekunden-Rhythmus durch das schwingende Pendel betätigt wird und dabei jeweils den Elektromagneten kurzzeitig einschaltet. Dadurch wird eine magnetische Beeinflussung der rechten regulierten Hauptuhr bewirkt, der dadurch die Schwingungsphasen der taktgebenden Hauptuhr aufgezwungen werden. Die Gleichlaufgenauigkeit der Synchronisierung ist mit etwa $0,02 \text{ sec} = 20 \text{ msec}$ sehr gut. Nachteilig ist ein manueller Eingriff von außen, wenn die regulierte Hauptuhr nur geringfügig aus der Phase fällt und deren Pendel mit dem der taktgebenden Hauptuhr wieder in die gleiche Phase gebracht werden soll. Außerdem unterliegt der Sekundenkontakt der regulierenden Hauptuhr einer hohen Abnutzung, da er jährlich 31 Millionen Betätigungen leisten muß.

Ein anderes Verfahren der Synchronisierung ist die Anwendung einer netzsynchronisierten Unruhe, die über einen mechanischen Kurbeltrieb durch einen netzgespeisten Synchronmotor im 50-Hz-Rhythmus

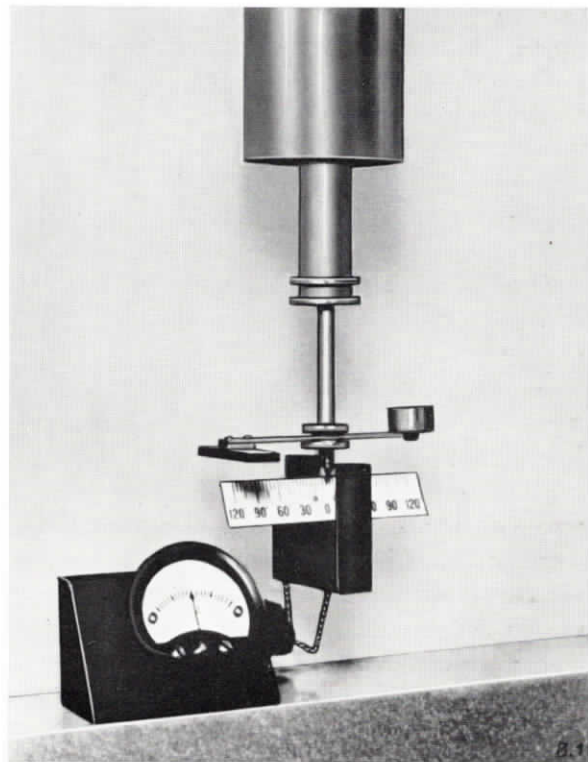


BILD 3

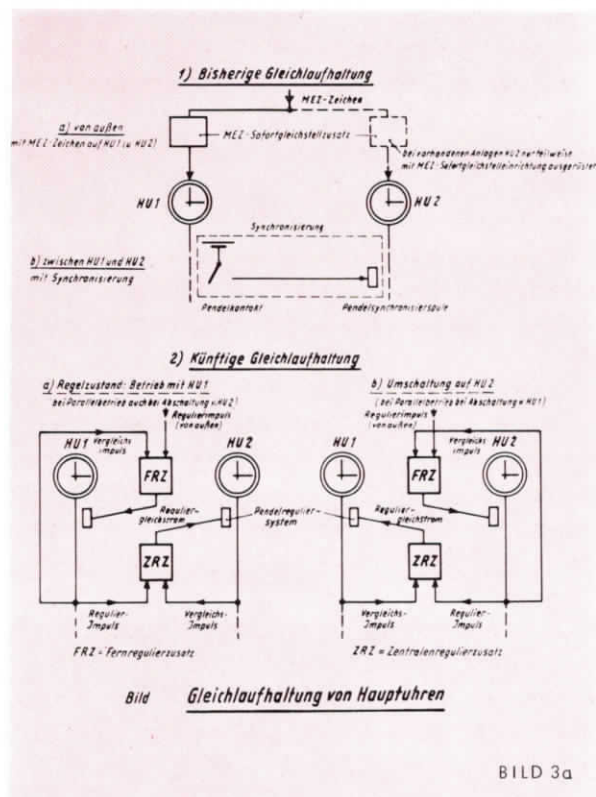


BILD 3a

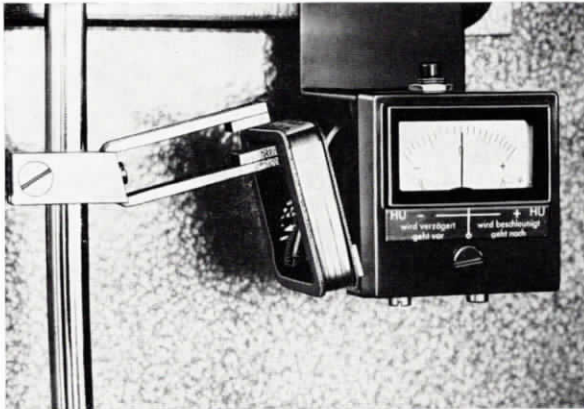


BILD 4

angetrieben wird. Soweit frequenzüberwachte Netze zur Verfügung stehen, kann bei solchen Hauptuhren mit guten Gangergebnissen gerechnet werden. Bei Netzausfall laufen diese Uhren mit ihrer eigenen Ganggenauigkeit weiter, da eine elektrisch aufgezugene Feder den Antrieb übernimmt. Diese Kraftreserve reicht für mehrere Stunden, so daß auch länger dauernde Netzausfälle überbrückt werden können.

Ein anderes elektromagnetisches Gleichlauf-Verfahren ist das Pendel-Regulier-System. Es besteht im wesentlichen aus einem an dem schwingenden Pendel befindlichen Dauermagneten und einer eisenlosen Rahmenspule (Bild 4). Dazu gehört noch ein Strommeßinstrument mit Mittelstellung des Zeigers. Ist die Spule stromdurchflossen, so findet je nach Stromrichtung eine Anziehung oder Abstoßung des Pendels statt. Damit wird in das Kräfte-spiel des schwingenden Pendels in der Weise eingegriffen, daß bei Abstoßung zwischen Spule und Dauermagnet zur Rückstellkraft noch eine zusätzliche Kraft durch das wirksame Pendel-Regulier-System dazukommt. Im umgekehrten Fall wird die Rückstellkraft durch die Zusatzkraft vermindert. Die Differentialgleichung des schwingenden Pendels enthält die bei der Pendelschwingung wirksamen Kräfte: Massenträgheitsmoment und die Rückstellkraft. Die Lösung dieser Differentialgleichung lautet bekanntlich:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{D}{J}} ; \quad \begin{array}{l} T = \text{Schwingungsdauer;} \\ J = \text{Trägheitsmoment;} \\ D = \text{Rückstellkraft.} \end{array}$$

Daraus ist ersichtlich, daß bei einer Vergrößerung der Rückstellkraft „D“ die Schwingungsdauer „T“ kleiner wird. Im umgekehrten Fall wird „T“ größer. Die mathematisch exakte Abhandlung der Pendel-

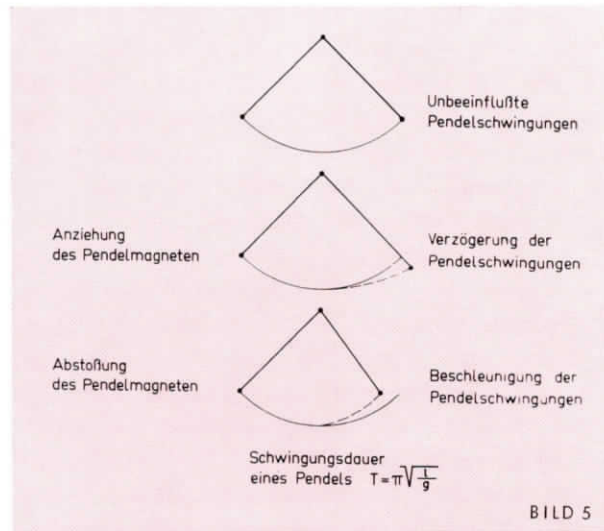


BILD 5

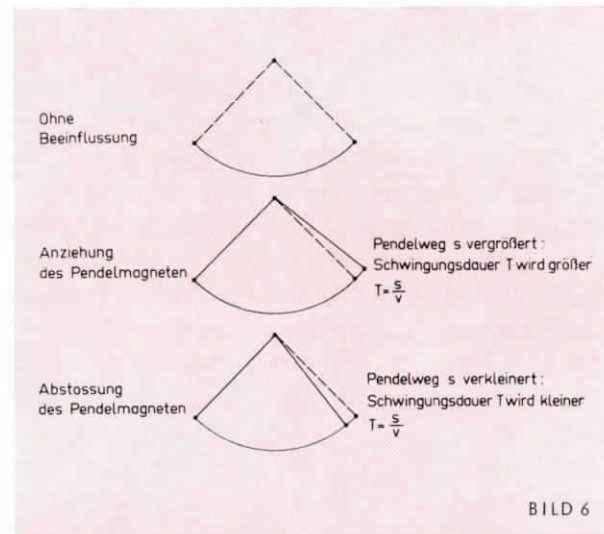


BILD 6

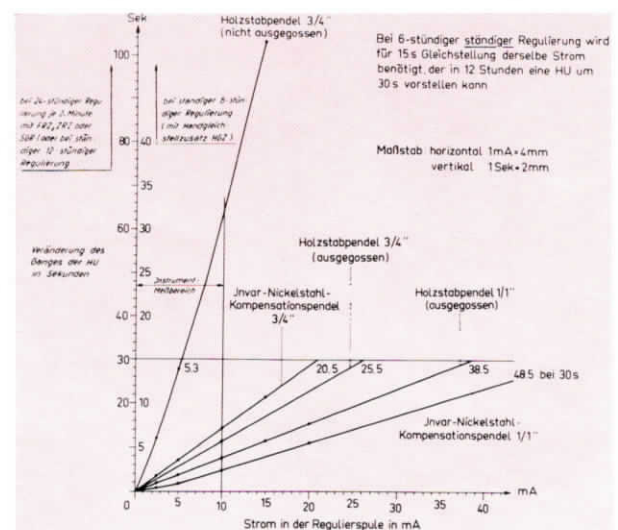


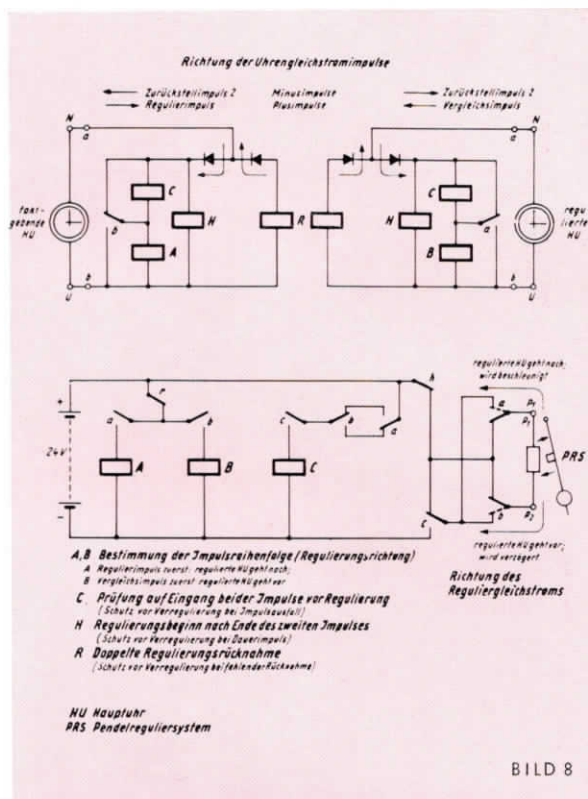
BILD 7

schwingungen bei zusätzlicher Wirksamkeit des Pendel-Regulier-Systems wurde u. a. von Herrn Dr. Treusein vom Deutschen Hydrografischen Institut in Hamburg durchgeführt. Man kann die Wirkung des Pendel-Regulier-Systems durch Modellvorstellungen veranschaulichen. Auf dem Bild 5 wird die Krümmung des Pendel-Schwingungsbogens im Gebiet des wirksamen Pendel-Regulier-Systems verändert.

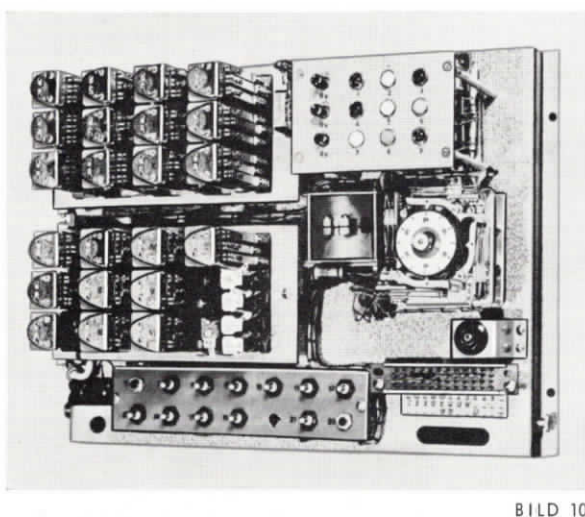
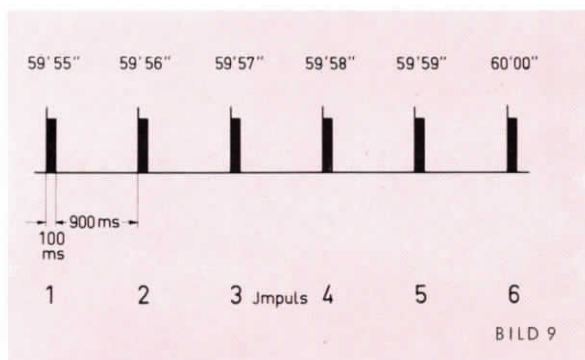
Bei Annäherung wird die Schwingungskurve abgeflacht, bei Abstoßung dagegen wird sie steiler. Im ersten Falle bedeutet dies eine Vergrößerung der Pendellänge „1“, im anderen Falle eine Verkleinerung von „1“. Auf dem Bild 6 ist eine andere Modellvorstellung zu sehen. Dabei wird dem schwingenden Pendel scheinbar Energie durch das wirk-same Pendel-Regulier-System zu- oder abgeführt, ohne daß dabei die Energiebilanz des Pendels ge-ändert wird. Es wird lediglich der Pendelweg ver-ändert, wodurch bei gleicher Schwingungsenergie die Schwingungsdauer entsprechend beeinflußt wird. Das Pendel-Regulier-System dient hauptsäch-lich zur Verringerung der bei jeder Hauptuhr auf-tretenden Gangschwankungen. Jede Hauptuhr wird trotz genauester Fein- und Grobregulierung ge-wisse Gangschwankungen aufweisen, die durch schwer erfaßbare und zufällige Einflüsse von außen auftreten. Das Pendel-Regulier-System kann auch anstelle der Feinregulierung durch Auflegen von Gewichten auf den Pendelteller eingesetzt werden. Diese magnetische Feinregulierung hat gegenüber der Gewichtsregulierung den Vorteil, daß jede be-liebige Gangtendenz einer Hauptuhr behoben wer-den kann, da der Strom kontinuierlich einstellbar ist, während bei der Gewichtsfeinregulierung die Gangtendenz einer Hauptuhr nur stufenweise ver-ändert werden kann.

Aus dem Bild 7 ist zu erkennen, welche Standunterschiede pro Tag bei einem 2minütlichen Regulier-Rhythmus bei verschiedenen Pendeltypen ausreguliert werden können. Bei einem Sekunden-Invar-Kompensations-Pendel beträgt bei einem Regulierstrom von 10 mA der ausregulierbare Standunterschied etwa 4 Sekunden. Dieser Wert ist sehr hoch, da Pendel von dieser Güte pro Tag Gangabweichungen von nur etwa $\pm 0,5$ Sekunden aufweisen. Bei einem $3/4$ -Sekundenpendel mit nicht ausgegossener Linse können pro Tag sogar 64 Sekunden ausreguliert werden.

Die Einstellung der Richtung des Pendel-Regulierungsstromes erfolgt am sichersten automatisch. Dazu ist



es notwendig, daß ein Impulsvergleich zwischen der taktgebenden (regulierenden) Hauptuhr und der regulierten Hauptuhr erfolgt. Der Impuls der taktgebenden Hauptuhr wird als Vergleichsimpuls bezeichnet. Je nach der Reihenfolge des Eintreffens der beiden Impulse wird durch einen Relais-Satz, bestehend aus den Relais A, B und C, der Regulierstrom entsprechend eingestellt (Bild 8). Sodann muß der eingestellte Regulierstrom nach einer gewissen Zeit automatisch wieder abgeschaltet werden, damit die Hauptuhr ohne Beeinflussung weiterläuft. Schließlich wird ein erneuter Impulsvergleich durchgeführt. Je kürzer die Regulierperiode ist, um so genauer kann die regulierte Uhr im Gleichlauf gehalten werden. Es hat sich bei der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren der 2minütliche Regulier-Rhythmus bewährt, wobei zu geraden Minuten ein Impulsvergleich stattfindet und zu ungeraden Minuten der eingestellte Regulierstrom abgeschaltet wird. Bei diesem Verfahren besitzt der Regulierstrom immer den gleichen Wert. Da aber für viele Zwecke nicht immer ein 2minütlicher Regulierimpuls zur Verfügung steht, sondern der Regulier-Impuls in zeitlich größeren Abständen wiederholt wird, existiert auch das Verfahren der Regulierung mit veränderlichem



Regulierstrom. Bei diesem Verfahren wird außer der Stromrichtung noch die Stromstärke für das Pendel-Regulier-System eingestellt. Es wird der zeitliche Abstand zwischen dem Eingang des Regulier- und Vergleichsimpulses ausgewertet und je nach Größe dieses Zeitunterschiedes die Stärke des Regulierstromes entsprechend bemessen. Nach diesem Verfahren arbeitet die drahtlose Funkregulierung. Das von einzelnen Radiostationen ausgesendete internationale Kurzzzeit-Zeichen (bestehend aus 6 Impulsen mit 1000 Hz), Bild 9 wird automatisch durch einen normalen Radioempfänger aufgenommen, der diese Kurzzzeit-Zeichen auf die Funkregulierung leitet, Bild 10, wo sie in Gleichstrom-Impulse umgesetzt werden. Der Beginn des 6. Zeitzeichen-Impulses markiert das Zeitnormal. Diese Kurzzzeit-Zeichen folgen mit bestimmten Impulspausen (900 msec) und einer bestimmten Impulsdauer (100 msec).

Sollten bei Eintreffen der 6 Impulse einer oder mehrere Störimpulse darunter sein, so wird automatisch eine Regulierung verhindert. Sind jedoch

die 6 Impulse ordnungsgemäß eingetroffen, so wird der 6. Zeitzeichen-Impuls als Regulierimpuls besonders registriert. Mit Eintreffen des Regulierimpulses oder des Vergleichsimpulses werden nacheinander verschiedene Relais kurzgeschlossen. Die Abfallzeit eines kurzgeschlossenen Relais beträgt etwa 150 msec. Der Kurzschluß dieser Relais wird erst dann beendet, wenn der 2. Impuls (Regulier- oder Vergleichsimpuls) eingetroffen ist. Je größer die Anzahl kurzgeschlossener Relais ist, um so mehr ist der Regulier- und Vergleichsimpuls zeitlich verschoben und desto größer wird die Regulierstromstärke für die Regulerspule der regulierten Hauptuhr. Durch den Abfall der kurzgeschlossenen Relais werden in dem Regulierstromkreis des Pendel-Regulier-Systems eine entsprechende Anzahl von Widerständen kurzgeschlossen, was eine erhöhte Regulierstromstärke bedeutet. Da mit Hilfe der Funkregulierung eine Gleichaufhaltung von Hauptuhren mit einem fernen Zeitnormal auf drahtlosem Wege möglich ist, wird angestrebt, mittels eines Längswellensenders das internationale Kurzzzeit-Zeichen über weite Gebiete Europas auszustrahlen, wo es von verschiedenen Rundfunkstationen empfangen wird, die diese Zeitzeichen in ihre regionalen Sendegebiete abstrahlen. Dort können die Zeitzeichen von handelsüblichen Rundfunkempfängern aufgenommen und auf die Funkreguliereinrichtung geleitet werden. In Mainflingen bei Frankfurt am Main ist von der Deutschen Bundespost ein solcher Längswellensender errichtet worden, der bereits verschiedene, von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Hydrographischen Institut (DHI) in Hamburg erzeugte und überwachte Frequenz-Normale und Zeitzeichen mit einer Trägerfrequenz von 77,5 kHz aussendet.

Die Überwachung auf Genauigkeit erfolgt durch einen ständigen drahtlosen Anschluß an Atomnormale (Cäsium-Atom-Resonator). Auf diese Weise gelingt es, ein größeres Gebiet mit einer gleichen und genauen Zeit einer durch Atomnormale überwachten Quarzuhr zu versorgen. Neben der drahtlosen Gleichaufhaltung von Hauptuhren empfiehlt sich bei nicht zu großen Entfernungen vom Zeitnormal die drahtgebundene Gleichaufhaltung von Hauptuhren. Natürlich wird es sehr selten vorkommen, daß eine längere Kabelleitung (z. B. 300 km) ausschließlich für die Übertragung von Hauptuhr-Regulierimpulsen zur Verfügung steht. Es muß deshalb versucht werden,

bereits bestehende Telefonleitungen und Fernschreibverbindungen für eine zusätzliche Übertragung von Regulierimpulsen auszunützen. Zunächst bietet sich eine Möglichkeit, die Zeitzeichen einer telefonischen Zeitansage für die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren zu verwenden. In dem Bild 11 ist die prinzipielle Schaltung dargestellt. Etwa 3 Minuten vor Vollendung einer vollen geradzahligen Stunde wird durch die regulierte Hauptuhr automatisch ein Zahlengeber eingeschaltet, der

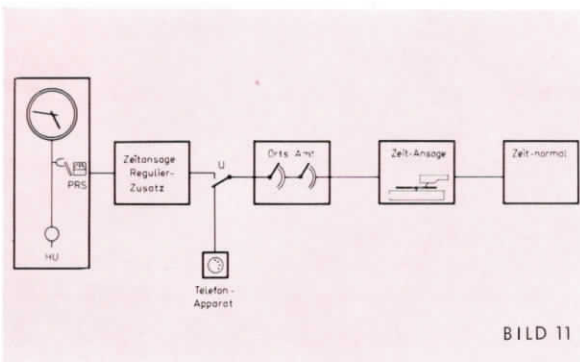


BILD 11

selbständig die Nummer der telefonischen Zeitansage anruft. Ist die Zeitanzeige besetzt, so wiederholt der Zahlengeber seinen Anruf mehrmals. Nach Herstellung der Verbindung wird das Zeitzeichen der vollen Stunde als Regulierimpuls mit dem Vergleichsimpuls der zu regulierenden Hauptuhr verglichen. Dabei wird sowohl die Stromrichtung als auch die Stromstärke des Regulierstromes eingestellt, wie dies bereits bei der Funk-Reguliereinrichtung beschrieben wurde. Ist der Regulierstrom eingestellt, so wird die Verbindung zur telefonischen Zeitanzeige wieder aufgelöst. Der eingestellte Regulierstrom bleibt für die Dauer einer Stunde eingeschaltet und wird danach automatisch abgeschaltet. In der nächstfolgenden Stunde schwingt das Pendel ohne Beeinflussung des Reguliersystems weiter. Nach Ablauf dieser Stunde findet erneut ein Zeitvergleich mit dem Zeitzeichen der telefonischen Zeitanzeige statt.

Ein weiterer Weg, vorhandene Kabelverbindungen auszunützen, ist die Heranziehung von Fernschreibverbindungen (WT-Telegrafie). Jeder größere Industriebetrieb besitzt einen oder mehrere Fernschreibanschlüsse, die jedoch nicht immer belegt sind. In der verkehrsfreien Zeit können diese Fernschreibverbindungen zur Übertragung von Regulierimpulsen eines fernen Zeitnormals herangezogen werden. Wird der Kabelweg für die Über-

mittlung von Fernschreibimpulsen benötigt, so wird die Belegung mit Regulierimpulsen unterbunden. Es handelt sich hierbei um eine zeitweise Regulierung von Hauptuhren. Da die Genauigkeit von Hauptuhren relativ hoch ist, gewährleistet die zeitweilige Regulierung eine genügend genaue Gleichlaufhaltung mit dem taktgebenden Zeitnormal.

Interessant in diesem Zusammenhang ist die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren bei der Deutschen Bundesbahn. Als übergeordnetes Zeitnormal werden die Quarzuhren des Deutschen Hydrographischen Institutes in Hamburg benutzt. Von dort aus (Bild 12) werden die Uhrenzentralen in Hamburg über eine Gleichstrom-Fernleitung in Gleichlauf gehalten. Mit dem dortigen S-Relais werden die 2minütlichen Regulierimpulse auf einen WT-Kanal geschaltet und zunächst nach Essen geleitet. Dort werden die Regulierimpulse von der Hauptuhren-Zentrale für die Gleichlaufhaltung ausgewertet. In Essen werden zwei WT-Kanäle getastet, wobei der eine Kanal die Regulierimpulse von Essen über Frankfurt/M. nach Nürnberg sendet, während der andere sie direkt von Essen nach Nürnberg leitet. In Nürnberg selbst wird der jeweils eingehende Regulierimpuls sowohl von der dortigen Hauptuhrenzentrale ausgewertet als auch gleichzeitig wieder

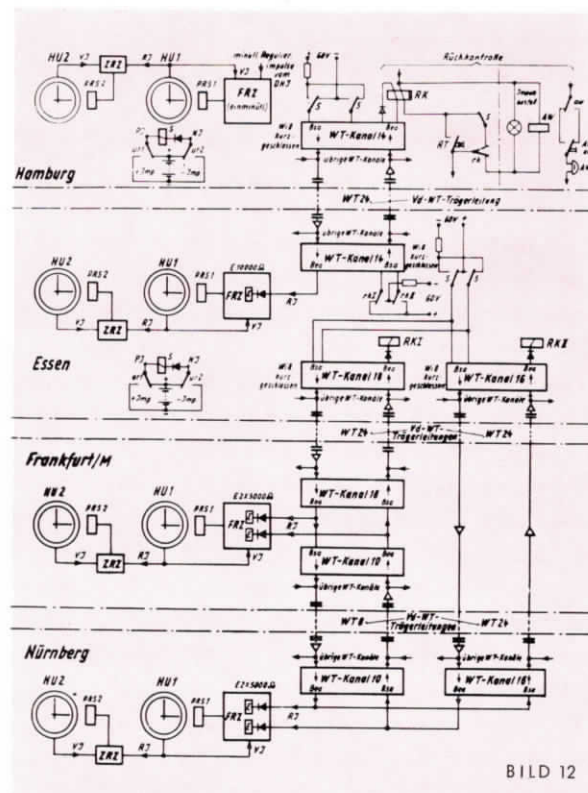


BILD 12

über Fernschreibverbindungen nach Essen zurück-
gesendet. In Essen werden durch die zurückgesen-

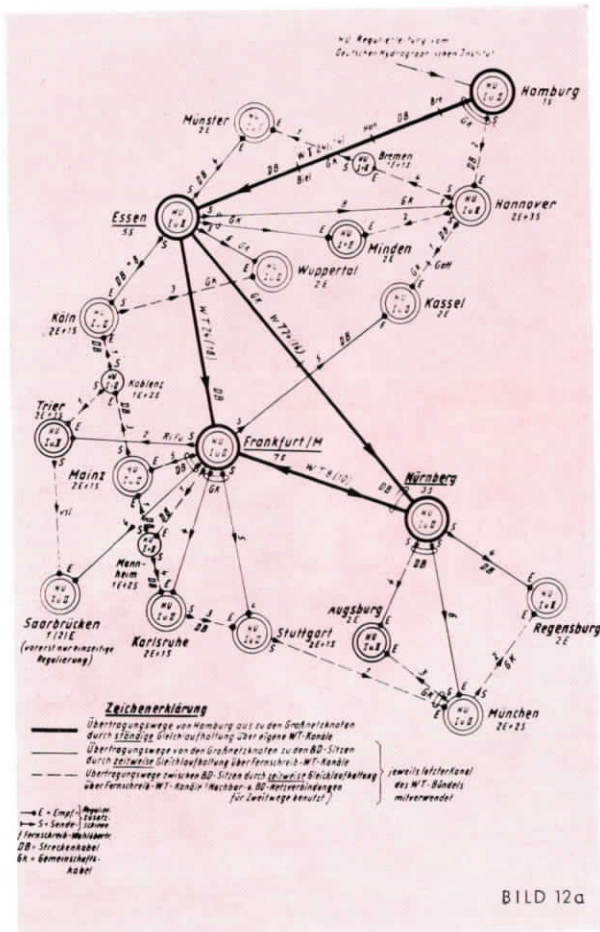


BILD 12a

deten Regulierimpulse die Relais RK I und RK II erregt, die seinerseits wieder einen WT-Kanal ansteuern, der die Regulierimpulse wieder nach Hamburg zurückgibt. Fällt unterwegs ein Regulierimpuls aus, so wird diese Störung in Hamburg signalisiert. Das geschilderte Verfahren ist eine ständige Gleichlaufregulierung über WT-Kanäle. Von den genannten Großnetzstationen (Hamburg, Essen, Frankfurt und Nürnberg, Bild 12a) wird die Zeit auf verschiedenen Wegen zu den Hauptuhren in den betreffenden Bundesbahnbezirken weiterverteilt. Auf dem Bild 13 sind die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeichnet. Wichtig ist hierbei die Möglichkeit einer Gleichlaufhaltung über eine Uhren-Fernsteuer-Leitung, wobei der Regulierimpuls gleichzeitig als Fortstell-

impuls ausgenutzt wird. Die Uhren-Fernsteuer-Leitung ist wegen der Starkstrom-Beeinflussung galvanisch abgeriegelt und wird mit Stromstoß-Induktiv-Impulsen betrieben. Die durch den Stromstoß entstehenden Nadel-Impulse werden durch sogenannte Stromstoß-Uhrenrelais wieder in zwei Sekunden lange Gleichstromimpulse verwandelt, die die jeweiligen Nebenuhren fortschalten. An dem Ende der Fernsteuerleitung ist eine Hauptuhr mit Pendelregulierung angeschaltet. Die zuletzt genannte Hauptuhr besitzt eine Einrichtung (Stromstoßgeber mit Hauptuhrregulierung), die in der schon geschilderten Weise den Impulseingang des Regulier- und Vergleichsimpulses registriert und dementsprechend die Richtung des Regulierstromes in der Hauptuhr einstellt. Außerdem ist es möglich, über WT-Leitungen (Ta [f] und Ta) eine ständige Regulierung von Hauptuhren durch Unterlagerung von 200 Hz-Impulsen durchzuführen, die durch besondere Filter auf die Reguliereinrichtungen geleitet werden, ohne daß dadurch der Sprechverkehr beeinträchtigt wird. Ferner werden bei der Bundesbahn Sprechleitungen für die zeitweise Hauptuhr-Regulierung mit tonfrequenten Regulierimpulsen betrieben. Sowie eine Fernsprechverbindung hergestellt wird, werden die Regulierimpulse abgeschaltet. Schließlich wird eine ständige Hauptuhrregulierung mit 16 kHz-Impulsen auf unbespulten Teilnehmeranschlüssen betrieben, wie dies für Zählzwecke bei der Landesfernwahl der Deutschen Bundespost durchgeführt wird.

Es sind Bemühungen im Gange, auch für private Zwecke Fernsprechleitungen durch Überlagerung von Regulierimpulsen für die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren nutzbar zu machen. Technisch dürften keine unüberwindlichen Schwierigkeiten auftreten.

Eine weitere Art der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren besteht in der Möglichkeit, die Richtung des Pendelregulierstromes von Hand aus einzustellen (Manuelle Gleichlaufhaltung). Zu diesem Zwecke wurde der Handgleichstell-Zusatz entwickelt (Bild 14), der im wesentlichen aus einem Schrittschaltwerk, einem Meßinstrument und einem Potentiometer besteht. Die Skala des Strommeßinstrumentes ist in Sekunden geeicht. Der Handgleichstell-Zusatz wird folgendermaßen eingestellt: Man hört z. B. bei einer telefonischen Zeitansage den Ton für die volle Stunde ab und vergleicht dabei den Zeitstand der zu regulierenden Uhr. Nach Einführung einer Drehklinken in eine Öffnung des Handgleichstell-Zusatzes

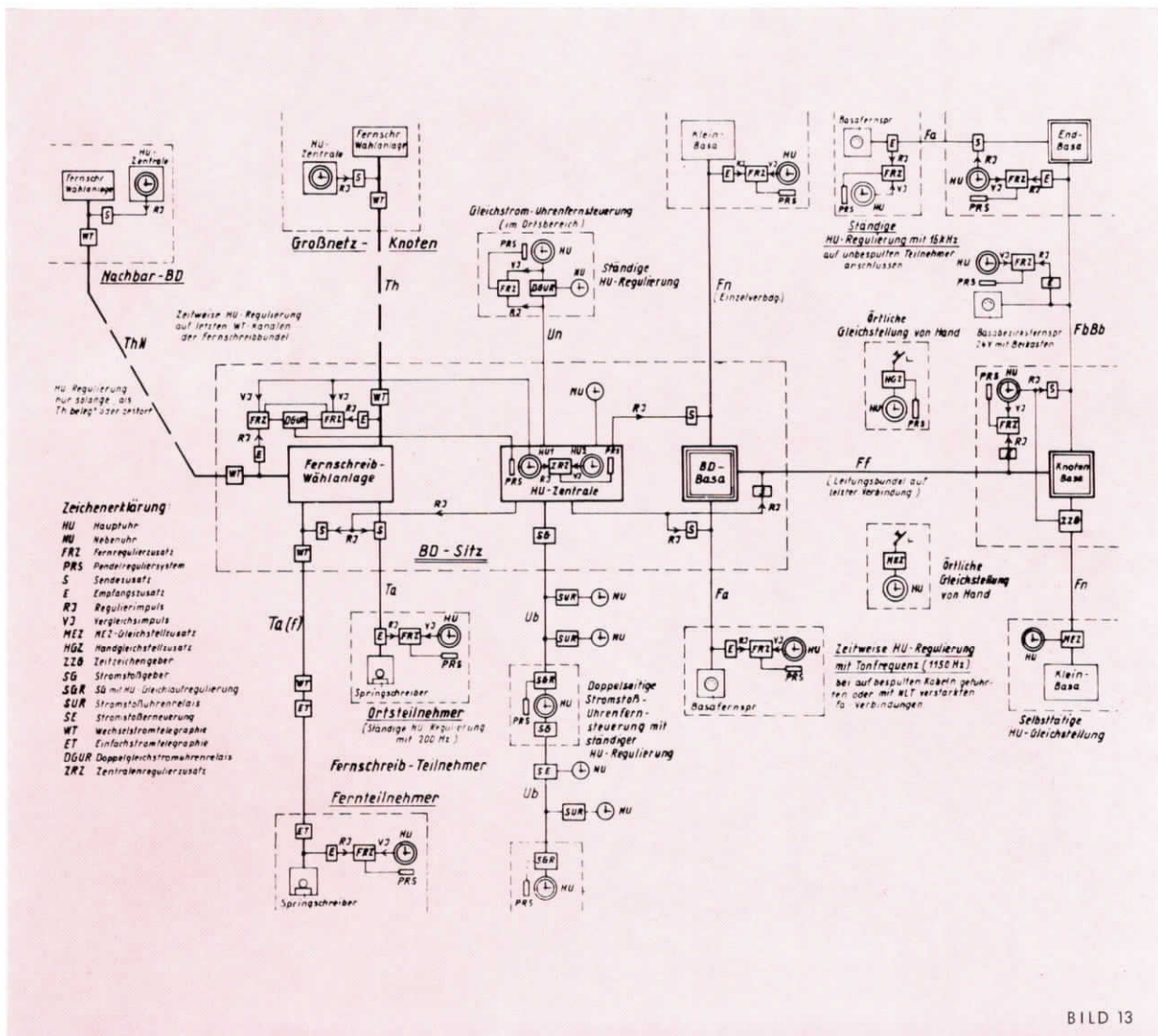


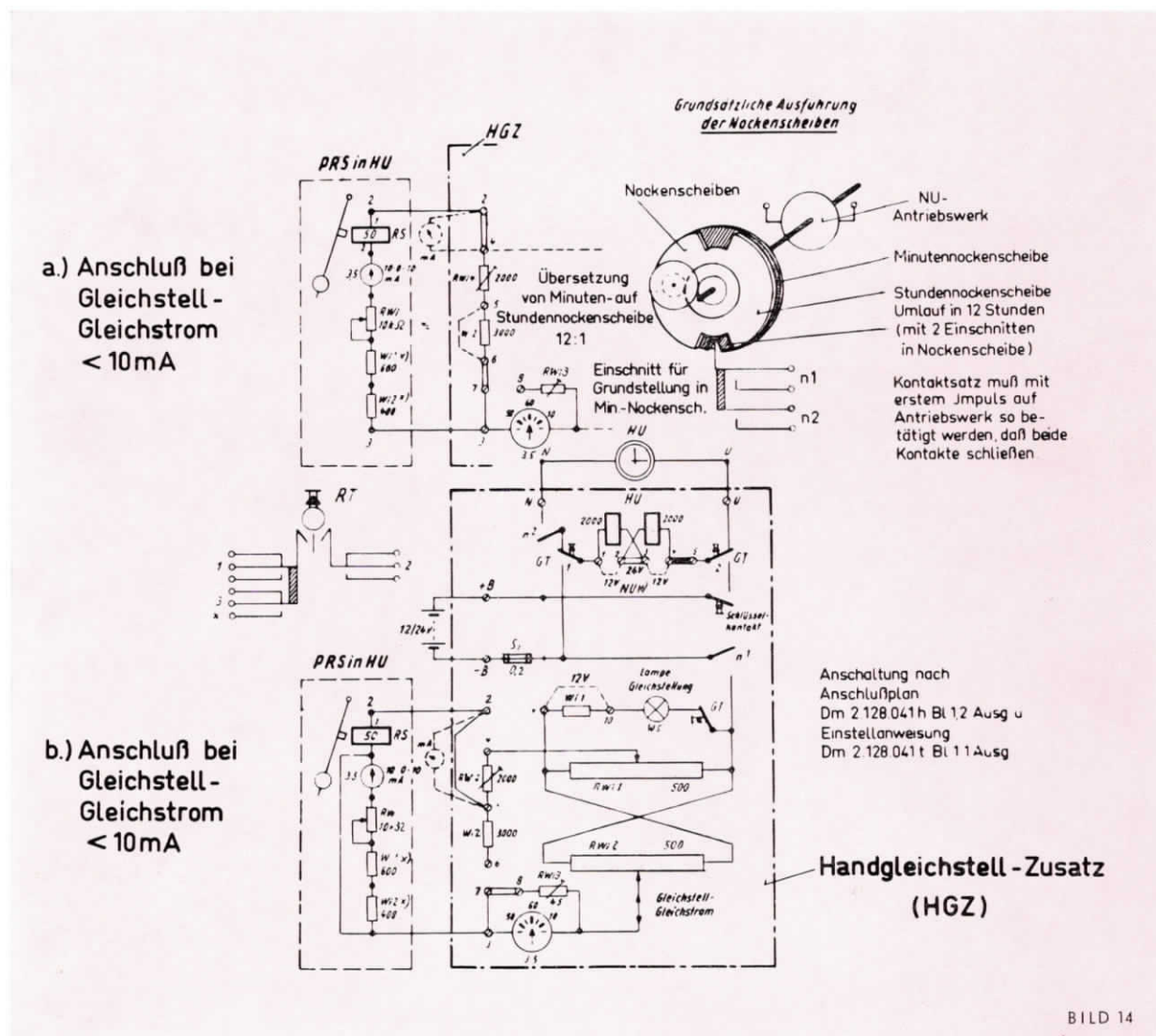
BILD 13

und nach kurzzeitiger Betätigung einer Taste wird durch Verdrehen der Klinke der Zeiger des Meßinstrumentes auf die Sekunde gestellt, die die Hauptuhr z. Zt. des Studentones der Zeitanzeige aufwies. Damit ist der Regulierstrom nach Richtung und Größe richtig eingestellt. Nach Entfernung der Drehklinke kann der eingestellte Regulierstrom durch Unbefugte nicht verstellt werden. Der Regulierstrom bleibt für die Dauer von 6 Stunden wirksam. Nach dieser Zeit wird er durch das Schrittschaltwerk, das durch die Nebenuhrimpulse der regulierten Hauptuhr fortgeschaltet wird, automatisch abgeschaltet. Die eben beschriebene Art

der Gleichlaufhaltungen stellt die einfachste dar, da eine direkte Funk-, Draht- oder sonstige Verbindung mit dem Zeitnormal überflüssig ist. Die Gleichlaufgenauigkeit des Handgleichstell-Zusatzes beträgt etwa 1-2 Sekunden.

Die Anwendung des Pendel-Regulier-Systems läßt – wie wir sahen – verschiedene Arten der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren zu, wobei die Unterschiede in der Größe des Aufwandes begründet sind: drahtlose oder drahtgebundene, automatische oder manuelle, ständige oder zeitweise Gleichlaufhaltung.

Die Vorteile des Pendel-Regulier-Systems gegen-



über anderen Systemen sind im wesentlichen durch folgende Punkte begründet:

1. Kein mechanischer Eingriff in die Gangmechanik der regulierten Hauptuhr.
2. Ausregulierbare Standabweichungen der regulierten Hauptuhr bis zu ± 30 Sekunden ohne einen manuellen Eingriff am schwingenden Pendel.
3. Die minütlichen Fortstell-Impulse der taktgebenden und der regulierten Hauptuhr werden gleichzeitig als Regulier- und Vergleichs-Impulse für die Einstellung des Pendel-Regulier-Stromes

ausgenutzt. Es sind keine besonderen Sekunden-Kontakte bei den Hauptuhren notwendig.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Uhrentechnik sich bei der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren teilweise sehr an die Verfahren der Fernmeldetechnik anlehnt. Mit den Mitteln der Fernmeldetechnik gelingt es bei Anwendung des elektrodynamischen Pendel-Regulier-Systems auf relativ einfache Weise, eine Gleichlaufhaltung von Hauptuhren mit ausreichender Genauigkeit zu erreichen, wobei die Anzahl der zu regulierenden Hauptuhren und deren Entfernung vom taktgebenden Zeitnormal nahezu unbegrenzt sein kann.

Über den Nutzen des Fernsprechers

„Das Telefonamt im Hause“

von Dr.-Ing. Werner Otto

DK 621.395.6

Über den Nutzen des Fernsprechers für unsere Wirtschaft und seine Vorteile auch im privaten Bereich brauchen wir heute wohl kein Wort mehr zu verlieren. 5 1/2 Millionen amtsberechtignte Sprechstellen im Bundesgebiet und in Westberlin beweisen die allgemeine Verbreitung und Bedeutung des Fernsprechwesens. Ein Vergleich mit einigen anderen Ländern zeigt jedoch, daß wir von einer „Sättigung“ noch weit entfernt sind. Auf jeweils 100 Einwohner entfallen bei uns rund 9 Fernsprecher. Dieser Satz liegt zwar erheblich über dem Weltdurchschnitt (4,3), in der Schweiz aber lautet die Vergleichszahl 28, in Schweden 34 und in den USA 38! Es ist also zu erwarten, daß auch bei uns weite Kreise, die heute noch keinen Telefonanschluß be-

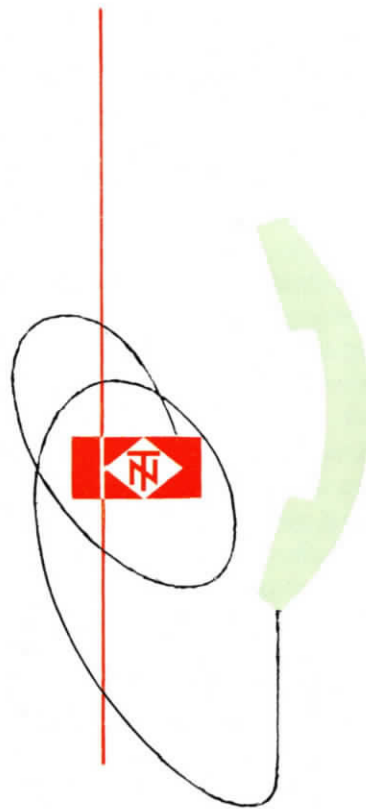


BILD 1 Vermittlungsapparat einer modernen Universalzentrale mit Leuchttastenzuteilung

sitzen, sich in Zukunft die Vorteile des Fernsprechers zunutze machen werden.

Der Hauptanteil des Fernsprechverkehrs geht in der Bundesrepublik nicht über die einzelnen Hauptanschlüsse, wie sie im Privathaushalt die Regel sind, sondern über die 2 1/2 Millionen Anschlüsse von Nebenstellenanlagen. Solche „Telephonämter im Hause“ gibt es in allen Größenordnungen. Die kleinste T+N-Anlage umfaßt zwei Nebenstellen und einen Amtsanschluß, die größte 1000 und mehr Nebenstellen und mehr als 100 Amtsanschlüsse.

Nebenstellen: wirtschaftlich und zeitsparend

Zweck dieser Anlagen ist es, die Amtsanschlüsse besser auszunutzen und den internen Dienstbetrieb zu erleichtern und zu beschleunigen. Die internen Gespräche sind gebührenfrei und können sich – bei sogenannten Außenstellen oder über weitere unmittelbar angeschlossene Nebenstellenanlagen – auch über das eigene Grundstück hinaus erstrecken.

Nebenstellenanlagen können sowohl von der Bundespost als auch von der Fernsprechindustrie ge-

kauft oder auch gemietet werden. Ihre hauptsächlichen Merkmale sind in der „Fernsprechordnung“ einheitlich festgelegt.

Aus der Praxis

Die Mehrzahl der Schaltvorgänge in einer solchen Anlage steuern die Teilnehmer selbst: Durch Abnehmen des Hörers gelangen sie zur Wähleinrichtung, mit der Wählscheibe und mit Hilfe einer kleinen Erdungstaste stellen sie alle Verbindungen her. Ankommende Amtsverbindungen bedürfen jedoch einer Vermittlung. Daher wurde den Bedienungsplätzen von Nebenstellenanlagen in letzter Zeit besondere Aufmerksamkeit zugewendet, denn ein einwandfreier Vermittlungsdienst ist eine gute Visitenkarte für jeden Betrieb. Leuchttasten vereinigen Signallampe und zugehörige Druck- oder Drehtaste, ein Leuchtzahlenfeld zeigt laufend an, welche Nebenstelle besetzt ist, so daß Irrtümer praktisch ausgeschlossen werden. Jede Verbindung soll schnellstens ihr Ziel erreichen, das bei Anrufen von außerhalb gelegentlich ärgerlich empfundene



BILD 2

Eingebauter Belegzetteldrucker
in einem Vermittlungstisch



BILD 3 Die neue T+N-Freisprecheinrichtung

„Hängenbleiben“ bei der Vermittlung verhindert werden. Diesem Ziel dienen weitere Einrichtungen moderner Nebenstellenanlagen: Spricht der gewünschte Nebenstellenteilnehmer gerade, so kann die Telefonistin sofort mit einer anderen Nebenstelle verbinden. Will der Amtsteilnehmer warten, so verbindet sie vorbereitend; sobald der Nebenstellenteilnehmer nun auflegt, läutet es bei ihm, und er bekommt automatisch die vorbereitete Verbindung. Dauert der Wartezustand zu lange, so erhält die Telefonistin nach etwa 40 Sekunden ein Zeichen; sie meldet sich wieder beim Amtsteilnehmer und kann sich gegebenenfalls – falls das Amtsgespräch dringend ist – in die bestehende Verbindung einschalten, um das Gespräch anzukündigen. Es gibt eine große Zahl solcher Einrichtungen, die – gerade bei Nebenstellenanlagen – eine optimale Nutzung des Fernsprechers ermöglichen. Nur die wichtigsten sollen als Beispiele hier beschrieben werden:

Gebührenerfassung: Die Einführung der Landesfernwahl und die damit verbundene pauschale

Gebührenberechnung, bei der nicht mehr – wie es bei handvermittelten Gesprächen geschieht – jede Fernverbindung gesondert aufgeführt wird, brachte gerade für Nebenstellenanlagen das Problem einer exakten Gebührenerfassung mit sich. Für wirtschaftlich arbeitende moderne Betriebe ist eine genaue Aufschlüsselung anfallender Telefonkosten, speziell für den Selbstwählferrndienst, unerlässlich. Zu diesem Zweck können bestimmte Amtsverbindungen, zum Beispiel die Kennziffern für die Landesfernwahl und Sonderdienste, gesperrt werden. Die Sperreinrichtungen, auch Mitlaufwerke genannt, werden in die einzelnen Amtsleitungen geschaltet. Die Fernverbindungen werden dann durch die Telefonistin hergestellt und die Gebühren auf dem im Vermittlungsapparat für jede Amtsleitung eingebauten Gebührenzähler kontrolliert und für die Abrechnung festgehalten. Die Gebührenzähler werden über Transistoren gesteuert, welche die von der Post während des Gesprächs unhörbar durchgegebenen 16-Kilohertz-Gebührenimpulse aufnehmen.

Man kann aber auch zur Entlastung der Telefonistin und zur Vermeidung von Zeitverzögerungen jedem Teilnehmer einen Gebührenzähler zuordnen. In diesem Falle lassen sich die Teilnehmer und die eventuell erwünschten Amtssummenzähler im Gehäuse der Wähleinrichtung unterbringen. Für Großanlagen gibt es darüber hinaus automatisch arbeitende Gebührendrucker, die für jede Nebenstelle die Rufnummer der Nebenstelle selbst, die gewählte Fern-Nummer, die entstandene Gebühr, Datum und Uhrzeit aufzeichnen.

Nachtschaltung: Um auch nachts bei unbesetzter Zentrale ankommende Amtsgespräche abfertigen zu können, läßt sich jede Amtsleitung einer beliebigen Nebenstelle zuordnen. Die Nachtvermittlungsstelle kann die Amtsgespräche auf dem Wege der direkten Umlegung zu den Nebenstellen weitervermitteln.

Selbsttätige Amtsrufweitschaltung: Eine besondere Einrichtung leitet die Amtsanrufe nach etwa 30 Sekunden automatisch zu den Nachtstellen beziehungsweise zur Nachtvermittlungsstelle; sie gestattet es daher der Bedienung, vorübergehend ihren Arbeitsplatz zu verlassen.

Aufschaltung: Bestimmte Nebenstellen können Aufschaltmöglichkeit erhalten, wie sie oft erforderlich ist, um auch mit gerade besetzten Nebenstellen sprechen zu können. Die Aufschaltung ist stets mit einem Tickerzeichen verbunden, welches ein unbemerktes Eintreten in ein Gespräch verhindert.

Direktruf zur Vermittlung: Eine besondere Schaltung ermöglicht es, daß leitende Persönlichkeiten eines Unternehmens ihre Gesprächswünsche bevorrechtigt anmelden können. Wenn der betreffende Teilnehmer die Erdtaste an seinem Fernsprechapparat drückt (ohne daß er dabei den Handapparat abgenommen hat), so leuchtet in der Vermittlung eine seinem Apparat zugeordnete Lampe auf und veranlaßt die Telefonistin, durch einen einzigen Tastendruck zurückzurufen und seine Wünsche zu erfragen. Der bevorrechtigte Teilnehmer braucht also nicht zu wählen und nicht auf die Vermittlung zu warten, wie bei einem anonymen Anruf in der Zentrale. Weitere Bedienungvereinfachungen erreicht man durch sogenannte Chef- und Sekretärapparate.

Freisprecheinrichtung: Telefonieren über Mikrofon und Lautsprecher, beide Hände frei für Notizen, zum Nachschlagen in Unterlagen – das sind die Merkmale der Freisprecheinrichtung. Sie läßt sich

an jeden üblichen Fernsprecher anschließen, sofern die Raumakustik nicht zu ungünstig ist.

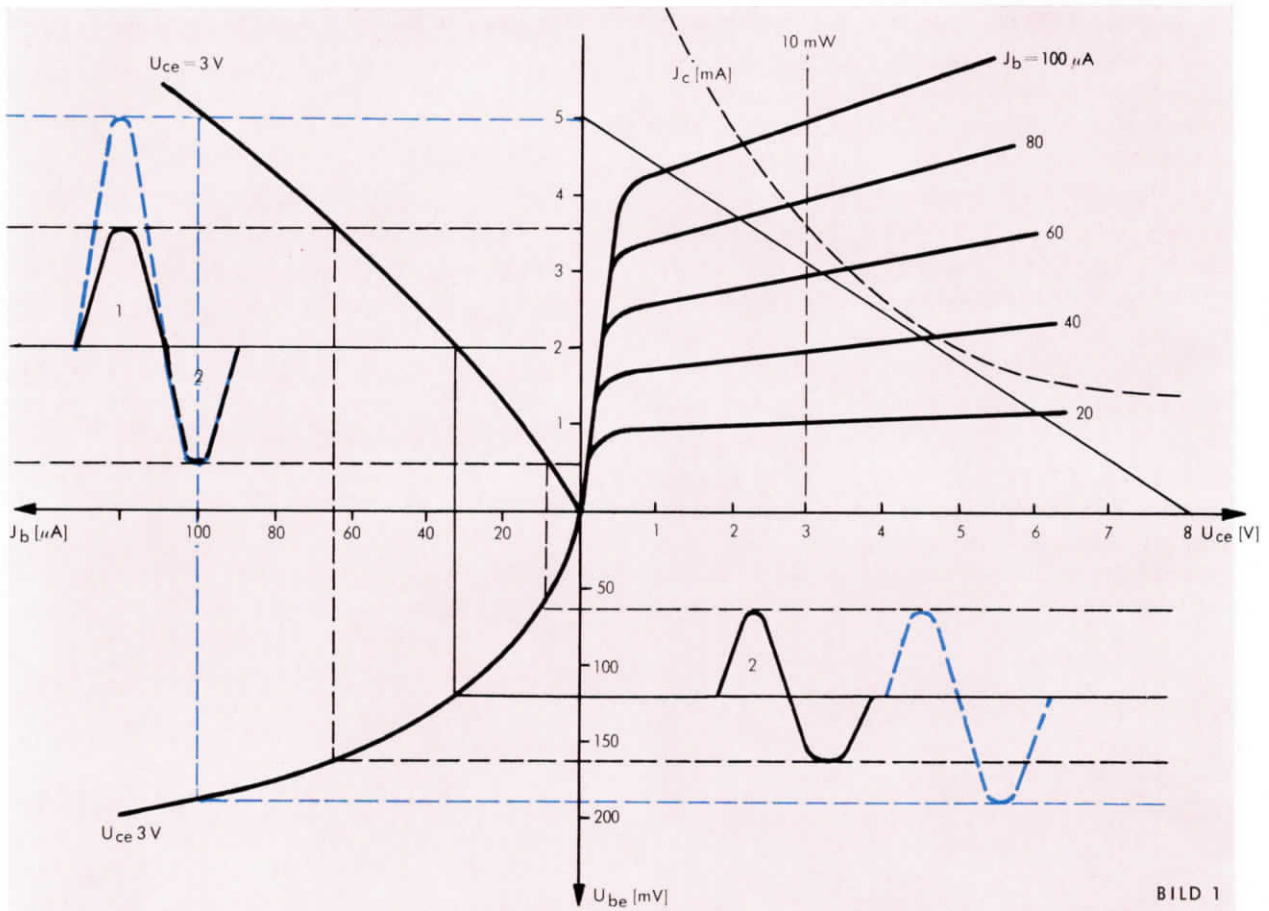
Rundspruchschaltung: Durch Rundspruchschaltung können Gruppen von maximal zehn Nebenstellenteilnehmern für Konferenzgespräche zusammengeschaltet werden. Eine solche schnell einzuberufende „Fernsprechkonferenz“ hat den Vorteil, daß die einzelnen Bearbeiter von ihrem Platz aus an der Besprechung teilnehmen können.

Durchwahl zur Nebenstelle: Für Großanlagen hat sich die neue „Durchwahl“-Technik sehr bewährt. Anrufende Amtsteilnehmer können dabei direkt bis zur Nebenstelle durchwählen, ohne die Vermittlung in Anspruch zu nehmen. Der Anrufende spart Zeit und – bei Ferngesprächen – Gebühren.

Anrufverteilung: Ebenfalls für Großanlagen entwickelt, sorgt diese Einrichtung für eine gleichmäßige Verteilung der Amtsanrufe auf die verschiedenen Vermittlungsplätze und bei Verkehrsspitzen für eine gerechte Abfertigung der wartenden Anrufe. Sie gehört, wie die Einrichtungen zur Durchwahl, heute schon zum Kundendienst.

Diese wenigen Beispiele zeigen, daß unser Unternehmen stets bemüht ist, allen Anforderungen gerecht zu werden. Moderne Fernsprech-Nebenstellenanlagen ermöglichen bei richtiger Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck ein Höchstmaß an Rationalisierung, heute oberstes Gesetz in allen Zweigen von Wirtschaft, Industrie und Verwaltung.





Strom- und Spannungsgegenkopplung bei Transistoren

von Dipl.-Phys. Harald Fuhrmann

DK 538.565.5 : 621.314.7

Mit dem im letzten Heft der T+N-Nachrichten erschienenen Artikel „Moderne Halbleiter-Bau-elemente, ihre Wirkungsweise und ihre Anwendung“ wurde eine Einführung in die Halbleiter-technik gegeben und das Kennlinienfeld von Transistoren erläutert. Im folgenden soll dieses Kennlinienfeld ergänzt und mit seiner Hilfe Maßnahmen besprochen werden, die zur Verminderung von Verzerrungen führen.

Das Bild 1 zeigt im rechten oberen Quadranten das bereits bekannte Kollektorfeld, im linken oberen Quadranten ist die Abhängigkeit des Kollektorstromes I_c von dem Basisstrom I_b bei konstanter Emitterspannung aufgetragen und im linken unteren Quadranten der Basisstrom als Funktion der

Basis-Emitterspannung U_{be} . Man sieht sofort, daß diese Kurve stark nichtlinear ist. Zieht man von dem gewählten Arbeitspunkt auf der Widerstandsgeraden die Parallele zur Abszisse bis zur I_c - I_b -Kennlinie, von dem Schnittpunkt die Parallele zur Ordinate bis zur Eingangskennlinie $I_b = f(U_{be})$ und von dort aus wieder die Parallele zur Abszisse bis zur U_{be} -Achse, so ist damit die zum Arbeitspunkt gehörige Basis-Emitterspannung bekannt. Für kleine Aussteuerungen um diesen Arbeitspunkt als Mitte kann die I_b - U_{be} -Kennlinie in 1. Näherung durch eine Gerade approximiert werden, was einen unverzerrten Ausgangsstrom zur Folge hat. Wird jedoch die (symmetrische) Eingangsspannung größer (blaue Kurve in Bild 1), so ist die eine Amplitude des Kollektorstroms wesentlich größer als die andere, der Ausgangsstrom ist stark verzerrt. Da aber im allgemeinen ein unverzerrter Ausgangsstrom benötigt wird, müssen Mittel gefunden werden, um diesen wieder zu symmetrieren, oder, was gleichbedeutend damit ist, um einen symmetrischen Ausgangsstrom zu erhalten, muß der

Eingangsstrom verzerrt sein. In dem Bild 1 ist z. B. kollektorseitig ein Amplitudenverhältnis von 1,6 V : 1,5 V vorgesehen. Um diesen Wert zu erreichen, muß die Eingangsspannung ein Verhältnis von 65 mV zu 35 mV Spitzenspannung aufweisen, obwohl der treibende Generator eine symmetrische Spannung liefert. Diese Bedingung kann erfüllt werden, indem in die Emitterzuleitung ein Ohmscher Widerstand R_e gelegt wird gem. Bild 2.

Die Batterien sind weggelassen, da sie wechselstrommäßig einen Kurzschluß darstellen und infolgedessen für unsere Betrachtungen unwichtig sind. Weiterhin ist streng auf die Richtung der Ströme zu achten. Es ist natürlich völlig gleichgültig, ob man die Zählpfeilrichtung von plus nach minus oder umgekehrt legt. Man muß nur innerhalb einer

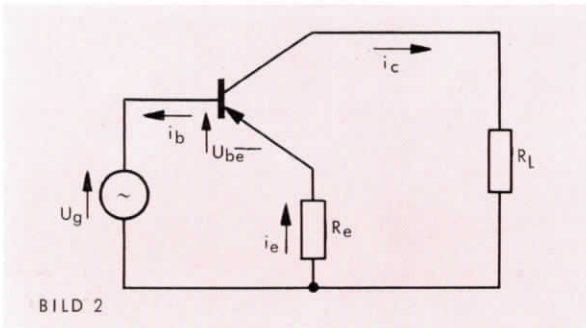


BILD 2

Rechnung an der einmal gewählten Richtung festhalten.

Wird der Emitterstrom aus irgendeinem Grunde plötzlich größer und damit auch der Kollektorstrom, so wird der Spannungsabfall an R_e größer, das Potential am Emitter gegenüber der Basis negativer, d. h., die Spannung zwischen Basis und Emitter wird kleiner und damit auch der Kollektorstrom. Der Emitterwiderstand wirkt offensichtlich einer Vergrößerung des Ausgangsstromes entgegen, wirkt somit stabilisierend und scheint für unsere Zwecke von Nutzen zu sein. Anhand einer kleinen Rechnung kann der Widerstandswert dimensioniert werden, und eine anschließende Kontrolle beweist uns die Richtigkeit der Überlegung.

Ist die Generatorspannung u_g , so gilt für die negative Halbwelle der Eingangsspannung (Bild 1 u. 2)

$$(1) u_g = u_{be1} + i_{e1} R_e \text{ und für die positive}$$

$$(2) u_g = u_{be2} + i_{e2} R_e$$

Da die Generatorspannung symmetrisch sein soll, müssen beide Gleichungen übereinstimmen, d. h.,

$$(3) u_{be1} + i_{e1} R_e = u_{be2} + i_{e2} R_e$$

und daraus folgt für R_e

$$R_e (i_{e1} - i_{e2}) = u_{be2} - u_{be1}$$

$$(4) R_e = \frac{u_{be2} - u_{be1}}{i_{e1} - i_{e2}}$$

(Spannung und Ströme sind Wechselstromgrößen.)

Der Einfachheit halber nimmt man anstelle der Emitterströme i_e die Kollektorströme i_c , die um den Faktor α kleiner sind. Der dadurch begangene Fehler kann im allgemeinen durchaus vernachlässigt werden. Die Gleichung 4 geht damit über in

$$(5) R_e \approx \frac{u_{be2} - u_{be1}}{i_{c1} - i_{c2}}$$

Aus der Abb. 1 findet man nun für $u_{be1} = 35 \text{ mV}$,

$u_{be2} = 65 \text{ mV}$, $i_{c1} = 1,6 \text{ mA}$, $i_{c2} = 1,5 \text{ mA}$.

Folglich ist nach (5)

$$R_e = \frac{65 - 35}{1,6 - 1,5} = \frac{30}{0,1} = 300 \text{ Ohm}$$

Die Kontrollrechnung zeigt, ob die beiden Halbwellen der Generatorspannung tatsächlich gleich groß sind.

Nach (1) ist $u_g = 0,035 \text{ Volt} + 1,6 \text{ mA} \cdot 0,3 \text{ KOhm} = 0,515 \text{ Volt}$ und

nach (2) ist $u_g = 0,065 \text{ Volt} + 1,5 \text{ mA} \cdot 0,3 \text{ KOhm} = 0,515 \text{ Volt}$.

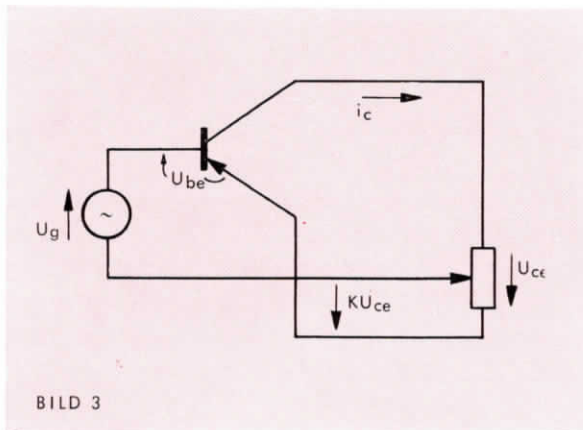
Berücksichtigt man die Stromverstärkung, so werden R_e und u_g etwas kleiner.

Während also die Amplituden des Ausgangsstromes ohne Emitterwiderstand das Verhältnis $3/1,5 = 2$ haben (Bild 1), so ist es mit $R_e = 300 \text{ Ohm}$ $1,6/1,5 = 1,066$. Würde $R_e = 1 \text{ KOhm}$ gewählt, so wäre das Verhältnis $1,53/1,5 = 1,02$. Diese kleine Unsymmetrie spielt im allgemeinen keine Rolle mehr. Aus der Gleichung (5) erkennt man ferner, daß R_e unendlich groß sein müßte, wenn negative und positive Amplitude gleich groß sein sollen, da dann nämlich der Nenner verschwindet.

Noch ein weiteres Charakteristikum kann aus dem Obengesagten erkannt werden. Wenn die Eingangsspannung unverzerrt ist (entspricht verzerrter Ausgangsspannung) liefert der Generator eine Spannung von Spitze zu Spitze von $2 \times 0,065 = 0,130 \text{ V}$. Soll aber die Ausgangsspannung unverzerrt sein, so muß er $2 \times 0,515 \text{ V} = 1,03 \text{ V}$ aufbringen. Das ist rund 8mal soviel wie vorher. Die größere Symmetrie muß also durch höhere Leistungsaufnahme erkaufte werden.

Zusammenfassend wird bei diesem Verfahren eine unerwünschte Erhöhung des Kollektor- bzw. Emitter-

stromes von Anfang an dadurch unterdrückt, daß dieser durch einen Widerstand fließen muß und mithin der Basisstrom verkleinert wird. Da der Basisstrom gegenphasig zum Kollektorstrom ist, spricht man von einer Stromgegenkopplung. Anders ausgedrückt: Die positive Amplitude des Ausgangsstromes wirkt der positiven Amplitude des Eingangsstromes entgegen und läßt dadurch diese kleiner werden.



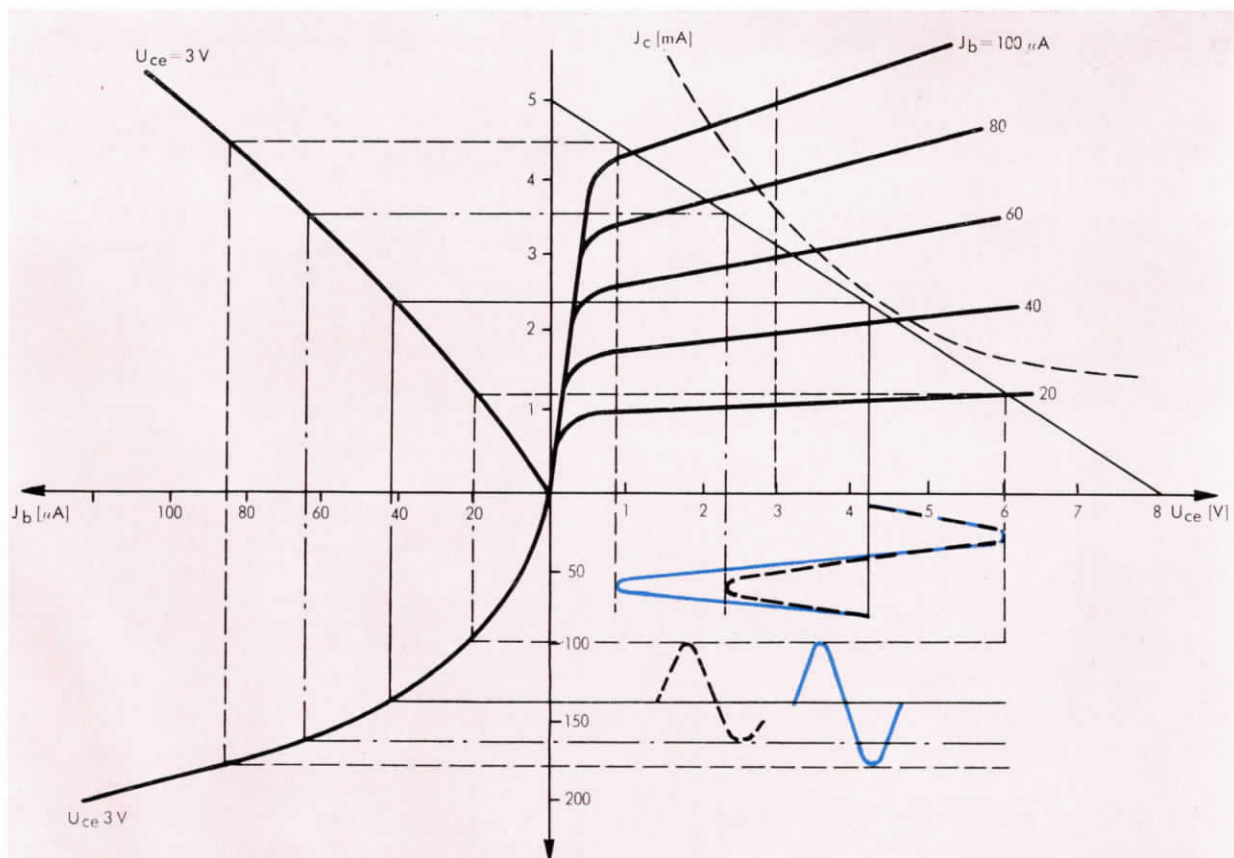
Sowohl der Eingangswiderstand als auch der Ausgangswiderstand wird größer, und weiterhin wird die Spannungsverstärkung stabilisiert.

Die beschriebene Methode führt zu keinem befriedigenden Ergebnis mehr, wenn der Lastwiderstand des Transistors in die Größenordnung des Ausgangswiderstandes kommt. Abhilfe kann hier jedoch durch die sogenannte Spannungsgegenkopplung geschaffen werden. Man geht dabei einfach von dem Gedanken aus, daß das, was im Transistor der Strom kann, auch die Spannung tun müßte. D. h., man greift einen Teil der Ausgangsspannung ab (Bild 3) und fügt diesen der treibenden Generatorspannung zu. Da die beiden Spannungen um 180° phasenverschoben sind, tritt auch hier eine Verminderung der Verzerrungen ein.

Die Rechnung, die den Bruchteil k der Spannung, die gegengekoppelt werden muß, ermittelt, erfolgt ganz analog jener der Stromgegenkopplung. Nach Bild 3 ist nämlich

$$u_{be1} = u_g - k u_{ce} \text{ bzw.}$$

$$u_g = u_{be1} + k u_{ce1} = u_{be2} + k u_{ce1}$$



Daraus folgt

$$(6) k = \frac{u_{be2} - u_{be1}}{u_{ce1} - u_{ce2}}$$

Aus Bild 4 liest man ab:

$$u_{ce1} = 1,85 \text{ V}, u_{ce2} = 1,75 \text{ V}, u_{be1} = 25 \text{ mV}, \\ u_{be2} = 40 \text{ mV}$$

Diese Werte in Gleichung (6) eingesetzt, ergeben

$$k = \frac{0,04 - 0,025}{1,85 - 1,75} = 0,15$$

Und die Kontrolle zeigt für $u_g = 0,3 \text{ V}$.

Während also bei verzerrter Ausgangsspannung der Generator eine Spannung von Spitze zu Spitze von $2 \times 0,04 \text{ V}$ aufgebracht hat, ist sie nach der Einführung der Gegenkopplung $2 \times 0,3 \text{ V}$, also wieder etwa das 8fache.

In der Praxis sieht die Spannungsgegenkopplung dann meist so aus, wie in Bild 5 gezeigt.

Bei dieser Methode wird der Ausgangswiderstand des Transistors allerdings ganz erheblich vermindert, was im Folgenden noch gezeigt werden soll. Im $I_c - U_{be}$ -Kennlinienfeld wird als Parameter diesmal nicht der Basisstrom, sondern die Basis-Emitter-Spannung benutzt (Bild 6) und daraus entnommen, daß diese für einen Kollektorstrom von z. B. 3 mA $-0,2 \text{ V}$ betragen muß. Dazu gehört eine Ausgangsspannung von -4 V , von der 10% dem Eingang wieder zugeführt werden sollen. Also $k = 0,1$.

Da bisher i. a. stets Wechselstromgrößen betrachtet wurden, konnte das Vorzeichen der Spannung in den meisten Fällen ohne Bedeutung bleiben. Hier jedoch kann nicht mehr ganz so einfach verfahren werden, da jeweils nur ein ganz bestimmter Punkt einer Sinuswelle betrachtet wird und daher mit

Gleichströmen operiert werden muß. Da sowohl der Kollektor als auch die Basis negativ gegen den Emitter sind, tritt oben das negative Vorzeichen auf. Vom Ausgang werden der Basis nun (wegen $k=0,1$) $-0,4 \text{ V}$ zugeführt. Zu dem vorgegebenen Strom von 3 mA gehört aber nur $-0,2 \text{ V}$, so daß in die Basis eine Batterie geschaltet werden muß, die $+0,2 \text{ V}$ liefert.

Diese denken wir uns für unsere Betrachtungen fest eingebaut. Zu einem zweiten Zeitpunkt soll die Ausgangsspannung $-3,5 \text{ V}$ betragen. Dazu kommen zu der Batteriespannung von $+0,2 \text{ V}$ $k \cdot U_{ce} = -0,35 \text{ V}$ dazu, so daß die Basis-Spannung $-0,15 \text{ V}$ beträgt. Entsprechend gehören zu $U_{ce} = -3 \text{ V}$ $U_{be} = -0,1 \text{ V}$ und zu $U_{ce} = -4,5 \text{ V}$ $U_{be} = -0,25 \text{ V}$. Verbindet man die so gefundenen Punkte, so entsteht eine ganz neue, steilere Kennlinie.

Ganz analog kann man mit einer Batteriespannung von z. B. $+0,15 \text{ V}$ oder $+0,25 \text{ V}$ rechnen oder den Bruchteil k der rückgeführten Ausgangsspannung ändern. So erhält man ein anderes Kennlinienfeld, und der neue Ausgangswiderstand des Transistors,

der sich bekanntlich zu $\frac{U_{ce}}{I_c}$ ergibt, ist gegenüber früher tatsächlich wesentlich kleiner geworden. Das hat im Vergleich zur Stromgegenkopplung den Vorteil, daß man an eine folgende Transistorstufe besser leistungsmäßig anpassen kann, wenn man keine ausgesprochene Stromsteuerung haben will. Das ist auch letzten Endes der Grund dafür, daß man der Spannungsgegenkopplung oft den Vorzug gibt. Man darf dabei natürlich nicht vergessen, daß eine Gegenkopplung, über alles gesehen, immer mit einem Verstärkungsverlust verbunden ist, den man aber zugunsten geringerer Verzerrungen und besserer Stabilität oft in Kauf nehmen muß.

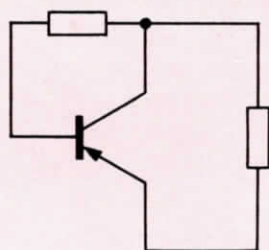


BILD 5

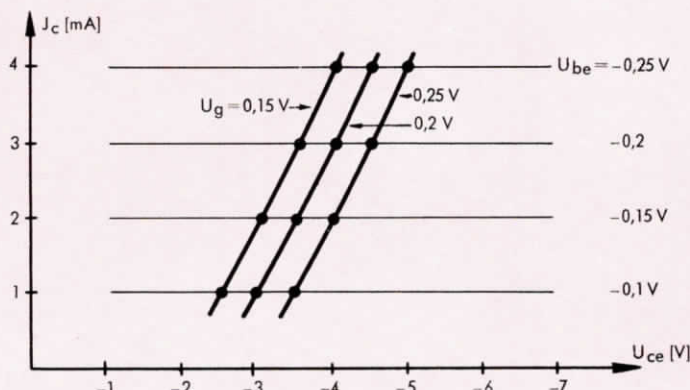


BILD 6



BILD 1 C. Bertelsmann Verlag, Gütersloh

Die fernmeldetechnischen Anlagen des C. Bertelsmann Verlages in Gütersloh

von Albert Waack

DK 654.152 : 655.412

Vor etwa 100 Jahren war die Stadt Gütersloh noch eine kleine Heidestadt in Ostwestfalen mit etwa 2500 Einwohnern. Unternehmungsgeist, Fleiß und die dem Westfalen eigene Zähigkeit waren die Grundlagen für die Entwicklung dieser Stadt zu ihrer heutigen Größe. Aus dem kleinen Heideort ist heute eine Stadt mit einer vielseitigen Industrie geworden, deren Firmen im In- und Ausland einen guten, klangvollen Namen haben.

Eine der bekanntesten dieser Firmen ist der
C. Bertelsmann Verlag, Gütersloh,

der im Jahre 1960 sein 125jähriges Bestehen feiern konnte und sich zu einem der modernsten grafischen Betriebe Europas entwickelt hat.

Für diesen Betrieb die fernmeldetechnischen Anlagen zu liefern, war deshalb eine besonders interessante Aufgabe, weil infolge der in jeder Hinsicht durchdachten Organisation Sonderaufträge gegeben wurden, die von den sonst normalen technischen Anforderungen abwichen (siehe insbesondere Personen-Suchanlage). Es ist erfreulich, feststellen zu können, daß alle sich ergebenden technischen Fragen zur Zufriedenheit der Firma Bertelsmann gelöst werden konnten.

Bei dem heutigen Stand der Fernmeldetechnik ist eben viel zu schaffen, wenn die Aufgabenstellung, wie in diesem Falle, klar und deutlich gegeben wird.

Die Telefonbau + Normalzeit Lehner & Co., Verwaltungsbezirk Bielefeld, richtete nach den gege-

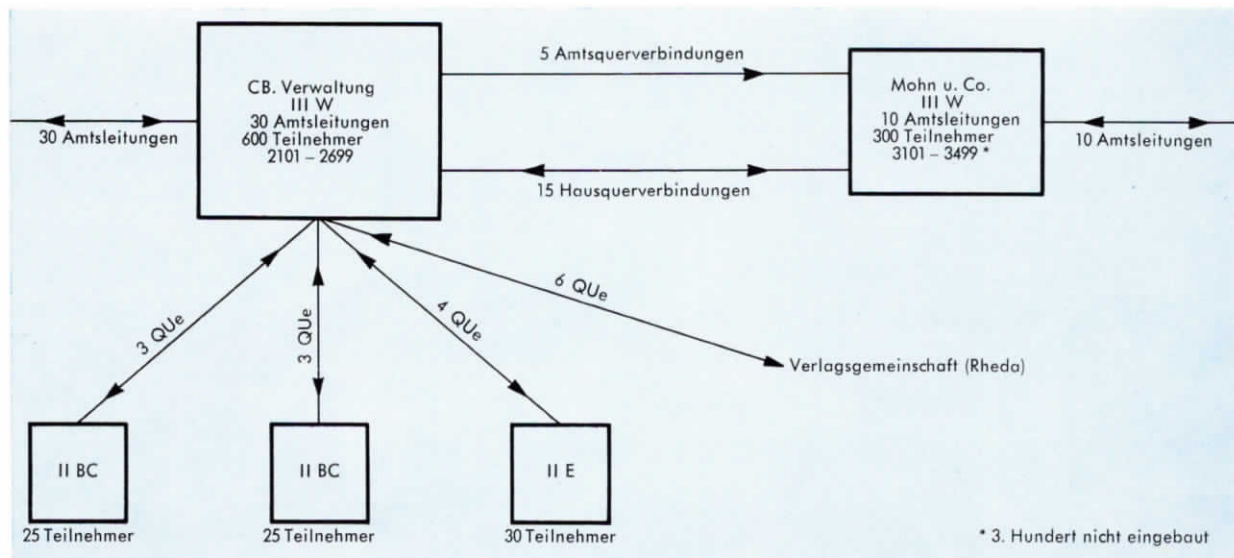


BILD 2 Übersichtsplan der Fernsprechanlage

benen Richtlinien folgende fernmeldetechnischen Anlagen ein:

I. Fernsprechanlage (siehe Übersichtsplan)

a) Verwaltungsgebäude, Eickhoffstraße

Universalzentrale der Baustufe III W
im Ausbau von:

- 30 Amtsleitungen
- 600 Teilnehmern
- 3 Vermittlungstischen mit
Gebührenzähleinrichtungen und
Querverbindungseinrichtungen

hieran angeschlossen:

- 2 bedienungslose Zentralen
der Baustufe II B/C
- 1 bediente Unteranlage
der Baustufe II E

**b) Technischer Betrieb, Friedrichsdorfer Straße
(Mohn & Co.)**

Universalzentrale der Baustufe III W
im Ausbau von:

- 10 Amtsleitungen
- 300 Teilnehmern
- 2 Vermittlungstischen mit
Gebührenzähleinrichtungen, die
mit der Anlage Verwaltung Bertelsmann
Verlag über
- 15 Hausquerverbindungen und
5 Amtsquerverbindungsübertrager
verbunden ist.

Um ein einheitliches System zu erhalten, wurden die beiden III W-Anlagen (Verwaltung

und Technischer Betrieb) mit

II Gruppenwählern

ausgerüstet, so daß alle Teilnehmer der Hauptanlagen und der bedienungslosen Unteranlagen die gleiche Teilnehmernummer wählen.

Abgesehen von den selbstverständlich vorhandenen Chef- und Sekretäranlagen für die Geschäftsleitungen, wurden in den Aufnahmestudios des technischen Betriebes, dem auch eine Schallplattenproduktion angegliedert ist, bei Tonaufnahmen die Fernsprechapparate auf einen Anrufbeantworter umgeschaltet, um Störungen während der Aufnahmezeit zu verhindern.

Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten, wurden die Hauptanlagen mit entsprechend großen Netzspeisegeräten ausgerüstet, die bei Stromausfall **automatisch** auf Notbatterien umschalten. Um die Notbatterien jederzeit auf voller Leistung zu halten, werden sie durch ein besonderes Ladegerät geladen. Als Verbindungsglied zwischen Notbatterie und der Fernsprechanlage wurde eine Gegenzelle so eingebaut, daß sie **in Richtung Telefonanlage sperrt**. Bei Netzausfall wird die Gegenzelle kurzgeschlossen und übernimmt damit die Stromversorgung der Telefonanlage.

II. Personen-Suchanlage

Es wurde die Aufgabe gestellt, in Abweichung von den üblichen Suchanlagen, die das Suchen



BILD 3

Die Fernsprechvermittlung

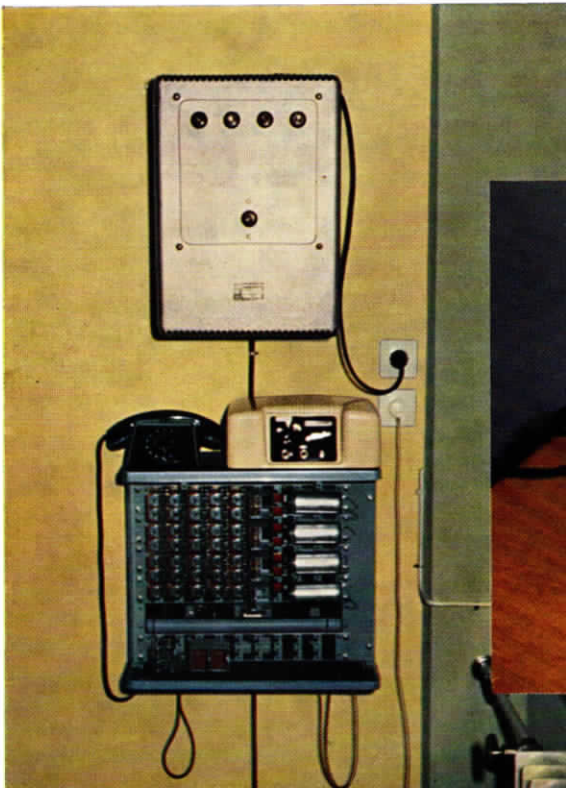


BILD 4

Automatischer Anrufbeantworter
für Studiobetrieb



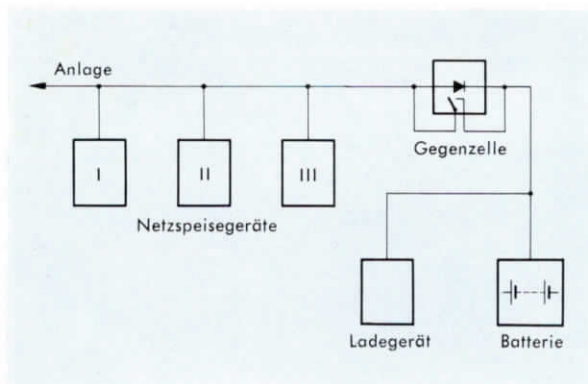


BILD 5 Prinzipialschaltbild der Netzspeisung

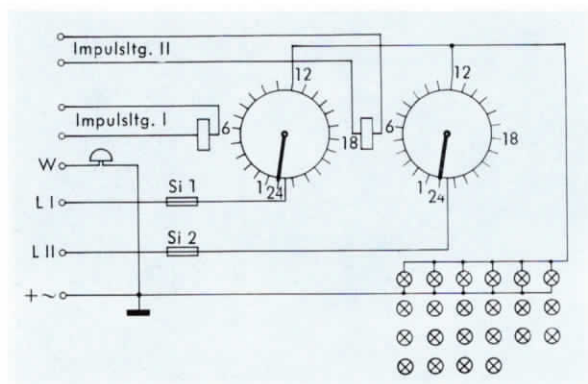


BILD 6 Prinzipialschaltbild der Personensucheinrichtung

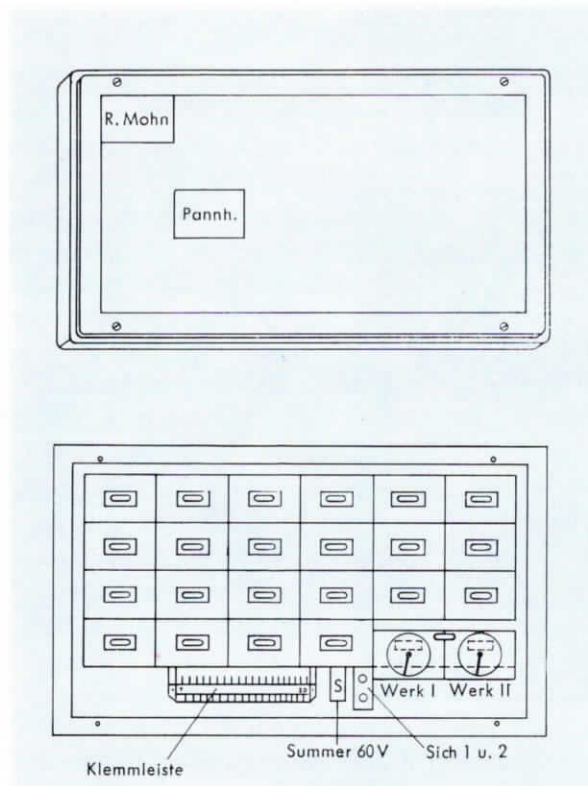


BILD 7 Ansicht des Suchtableaus

über Zahlen oder Farben vorsehen, eine Anlage zu schaffen, die auf den Suchtableaus statt Zahlen und statt Farben den Namen des Gesuchten anzeigt.

Dieses Ziel sollte mit dem geringstmöglichen Leitungsaufwand erreicht werden. Die Abbildung des Tableaus (siehe Bild) zeigt die Lösung, die nur unter sinnvoller Verwendung der Bauteile der T+N-Suchuhrenanlage möglich war. Es wurde erreicht, daß zwischen der Steuereinrichtung und den Tableaus nur insgesamt 8 Adern benötigt wurden, obwohl maximal 23 Personen gesucht werden können und davon sogar, **auch im Gegensatz zu den allgemein bekannten Suchanlagen, 2 Personen gleichzeitig.** Diese kombinierte Personen-Suchanlage hat folgenden Umfang:

- 1 Relaiseinrichtung für die Steuerung der Suchvorgänge,
- 38 Tableaus.

Eine weitere sinnvolle Einrichtung bewirkt, daß der Pförtner während der Nachtzeit, wenn er sich nicht an seinem Platz befindet, durch Betätigen der Türklingel von einem vor dem Tor stehenden Besucher gesucht werden kann. Durch eine zusätzliche Relaiseinrichtung wird auf dem Tableau eine für den Pförtner bestimmte Suchlampe eingeschaltet, und ein Summer gibt in Intervallen ein akustisches Signal. Der Pförtner begibt sich zu einem Telefonapparat und schaltet sich durch Wahl einer Kennziffer auf den Türlautsprecher auf und hat somit die Sprechverbindung mit dem vor dem Tor stehenden Besucher.

Im Tagesdienst erfolgt das Suchen von Personen über die Vermittlungstische der Fernsprechvermittlung. In diese Vermittlungstische sind nicht-sperrende Leuchttasten eingebaut, mit denen die Vermittlungspersonen die Möglichkeit haben, die für die Sucheinrichtung vorgesehenen Personen, falls sie sich nicht an ihrem Arbeitsplatz befinden, zu suchen.

III. Elektrische Uhrenanlage

in der üblichen Ausführung, bestehend aus
1 Hauptuhr und einer Anzahl von Nebenuhren.

IV. Feuermeldeanlage

Zur Sicherung von Leben und Sachwerten wurde in den technischen Betrieben (Mohn & Co.) eine Feuermeldeanlage folgenden Umfangs eingerichtet:

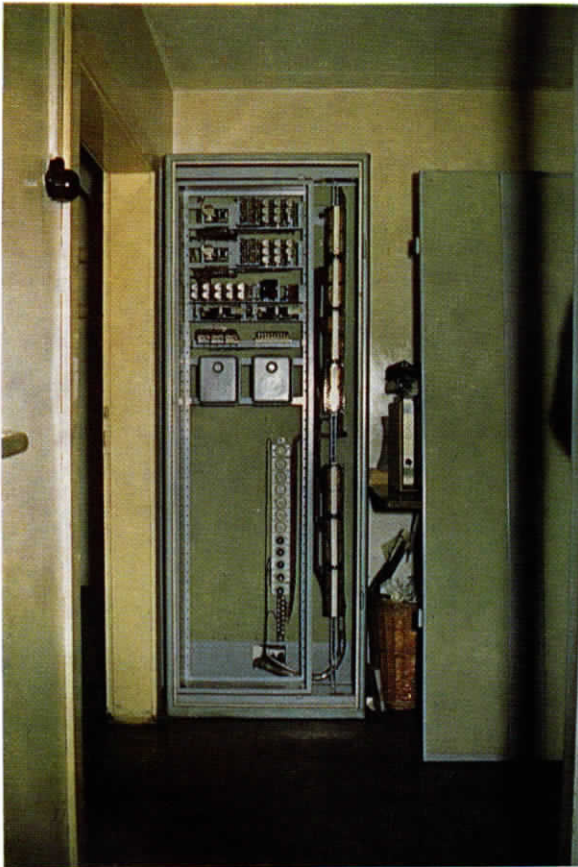


BILD 8 Die Relaiseinrichtung der Suchanlage

- 1 Relaiseinrichtung
- 1 Bedienungsfeld
- 1 Lageplantablo
- 60 Feuermelder
mit Präzisionslaufwerk in Sicherheitsschaltung mit Telefonklinke.

Die Feuermelder sind in den einzelnen Stockwerken an gut erreichbaren Positionen angebracht. Bei Betätigung eines Feuermelders wird ein mechanisches Laufwerk mit Federantrieb ausgelöst, das eine Typenscheibe in Bewegung setzt. Durch eine Kontaktvorrichtung mit 2 Impulskontakten werden im Rhythmus der Fräsung der Typenscheibe Impulse auf die Schleifenleitung gegeben. Diese abgegebenen Meldungen werden entsprechend der den Melder kennzeichnenden Impulse von der Zentrale aufgenommen und an einem Meldenummernleuchtfeld beim Pförtner angezeigt.

Gleichzeitig wird ein Lageplantablo automatisch eingeschaltet, das kenntlich macht, in welchem Stockwerk sich der ausgelöste Melder befindet.

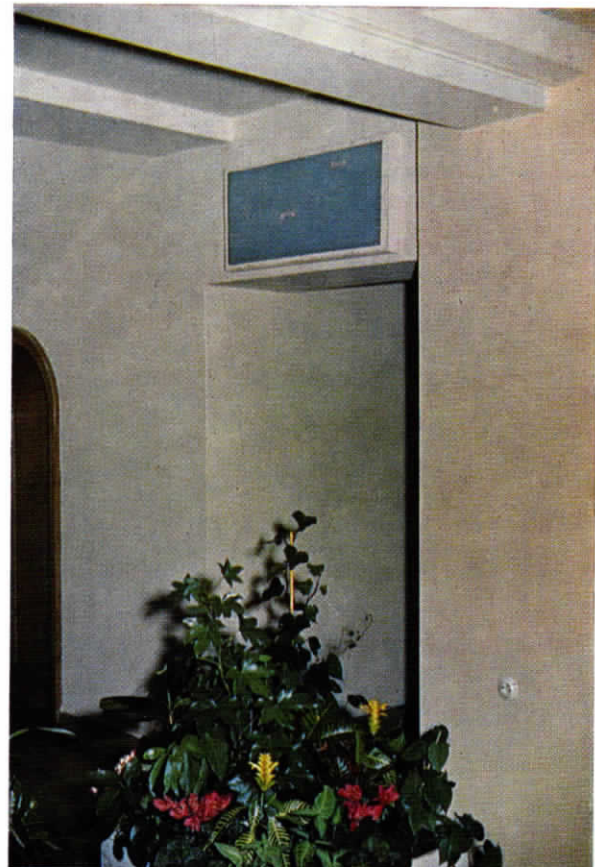


BILD 9 Eingebautes Suchtablo

Die Standorte der Hydranten sowie der Trockenleitungen werden kenntlich gemacht. Der Pförtner benachrichtigt über eine besondere Signalanlage die Werksfeuerwehr, im Ernstfall zusätzlich die städtische Feuerwehr. Eine Besonderheit ist, daß außer der üblichen Bedienungsplatte ein Lageplan-Tablo in dem Arbeitstisch des Pförtners im Pförtnergebäude eingebaut ist.

V. Wächterkontrollanlage in Verbindung mit der Fernsprechanlage

Für die Aufgabe der Wächterkontrolle findet die Fernsprechanlage dadurch zusätzliche Verwendung, daß 40 normale Fernsprechnebenstellenanschlüsse als Kontrollstationen für den Wächterrundgang vorgesehen sind. Wenn der Wächter seinen Rundgang beginnt, schaltet er bei dem Pförtner durch Betätigen eines Schlüssels die Anlage ein. Die Zeiten zwischen den einzelnen Nebenstellen der Fernsprechanlage sind durch eine Verzögerungseinrichtung so bemessen.

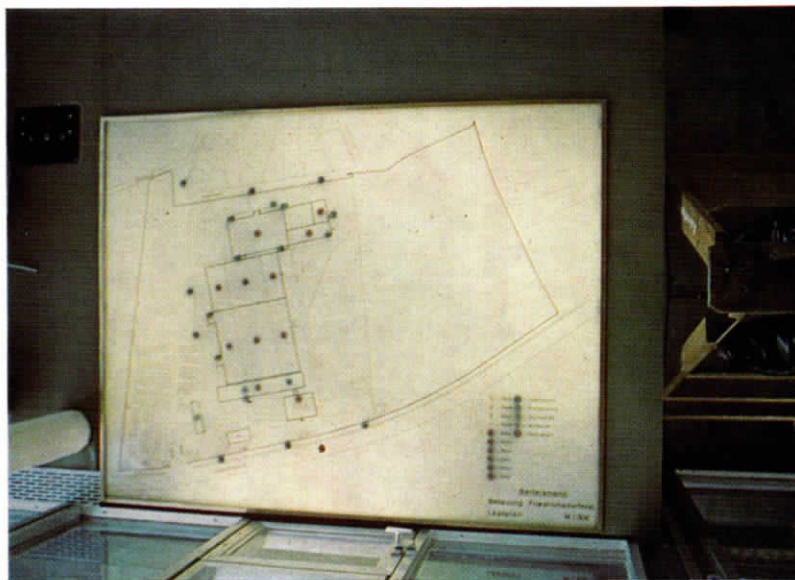


BILD 10

Lageplatableau der Meldeeinrichtungen

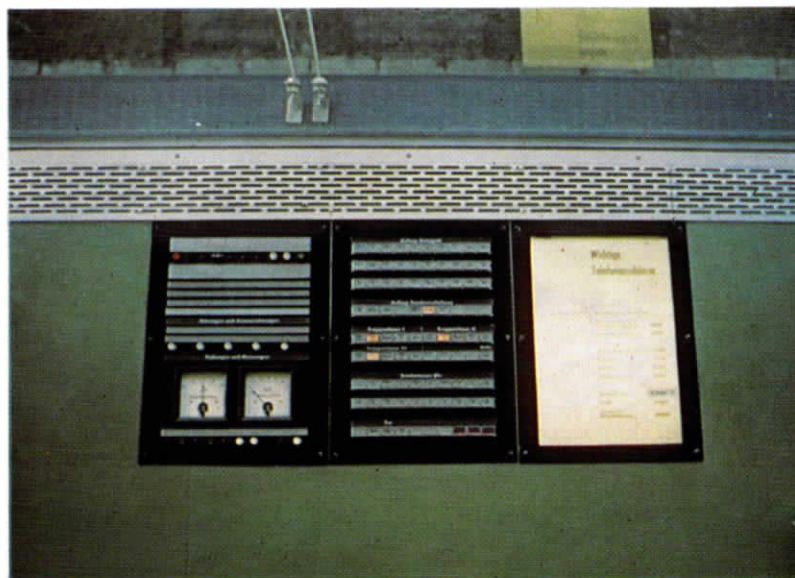


BILD 11

Kontrollplatz der Meldeeinrichtungen

sen, daß der Wächter sich von den einzelnen der 40 vorgesehenen Sprechstellen innerhalb der vorgezeichneten Zeit durch Wahl einer Kennziffer melden muß. Geschieht dieses nicht in der vorgezeichneten Zeit, so erfolgt automatisch der Alarm bei dem Pförtner. Zur Kontrolle wird bei jeder Meldung in der Zentrale, die sich bei dem Pförtner befindet, ein Papierstreifen bedruckt, aus dem man Meldestelle und Uhrzeit

der einzelnen Meldungen ersehen kann.

Die Wächterkontrollanlage umfaßt:

- 1 Relaiseinrichtung mit Registrierung
- 40 Meldestellen.

Abschließend sei festgestellt, daß es sich hier wirklich um eine interessante technische Aufgabe gehandelt hat, welche die beteiligten Techniker vor Sonderaufgaben stellte und für deren Lösung ihnen alle Anerkennung gebührt.

Optische Analyse technischer Vorgänge

von Horst Herbrich

DK 77.011

Einführung

Unsere fünf Werke in Frankfurt/Main, Urberach/Hessen und Berlin fertigen: Fernsprech-Anlagen, Fernschreibvermittlungen, elektrische Uhrenanlagen, Gefahrenmelde-Anlagen, Fernsteuerungs-Anlagen, Warenverkaufsautomaten und Postalia-Frankiermaschinen.

Alle diese Anlagen oder Geräte sind aus zahlreichen mechanischen und elektrischen Konstruktionselementen, ähnlich Bausteinen, zusammengefügt. Wenn man bedenkt, daß die Lebenserwartung einer nachrichtentechnischen Anlage allgemein auf 20 Jahre veranschlagt wird, so ist das im Vergleich zu anderen Serienerzeugnissen der Industrie (z. B. Kraftfahrzeuge) eine lange Betriebsdauer. (Selbst diese Zeit könnte noch beträchtlich über-

schritten werden, wenn nicht, bedingt durch den Fortschritt der Technik, das Funktionsprinzip langsam überaltern würde.)

Im Interesse einer langjährigen Betriebssicherheit ist eine sorgfältige Organisation aller Entwicklungsphasen unerlässlich. Die Gliederung der Entwicklung einer elektromechanischen Konstruktion kann untenstehender Darstellung entnommen werden:

Unter der Vielzahl von Prüfmethoden, die im Verlauf einer Entwicklung Anwendung finden, haben die optischen Verfahren in den letzten Jahren Bedeutung erlangt.

Durch die Spannungsoptik können mechanische Spannungen in Konstruktionsteilen aller Art experimentell bestimmt werden. Dieses Verfahren läßt sich auch auf komplizierte Körper und Belastungsfälle anwenden, bei denen die mathematische Lösung einen unverhältnismäßig großen Aufwand erfordern würde.

Die Kurzzeitphotographie ermöglicht die zeitliche Dehnung schneller Bewegungen bis

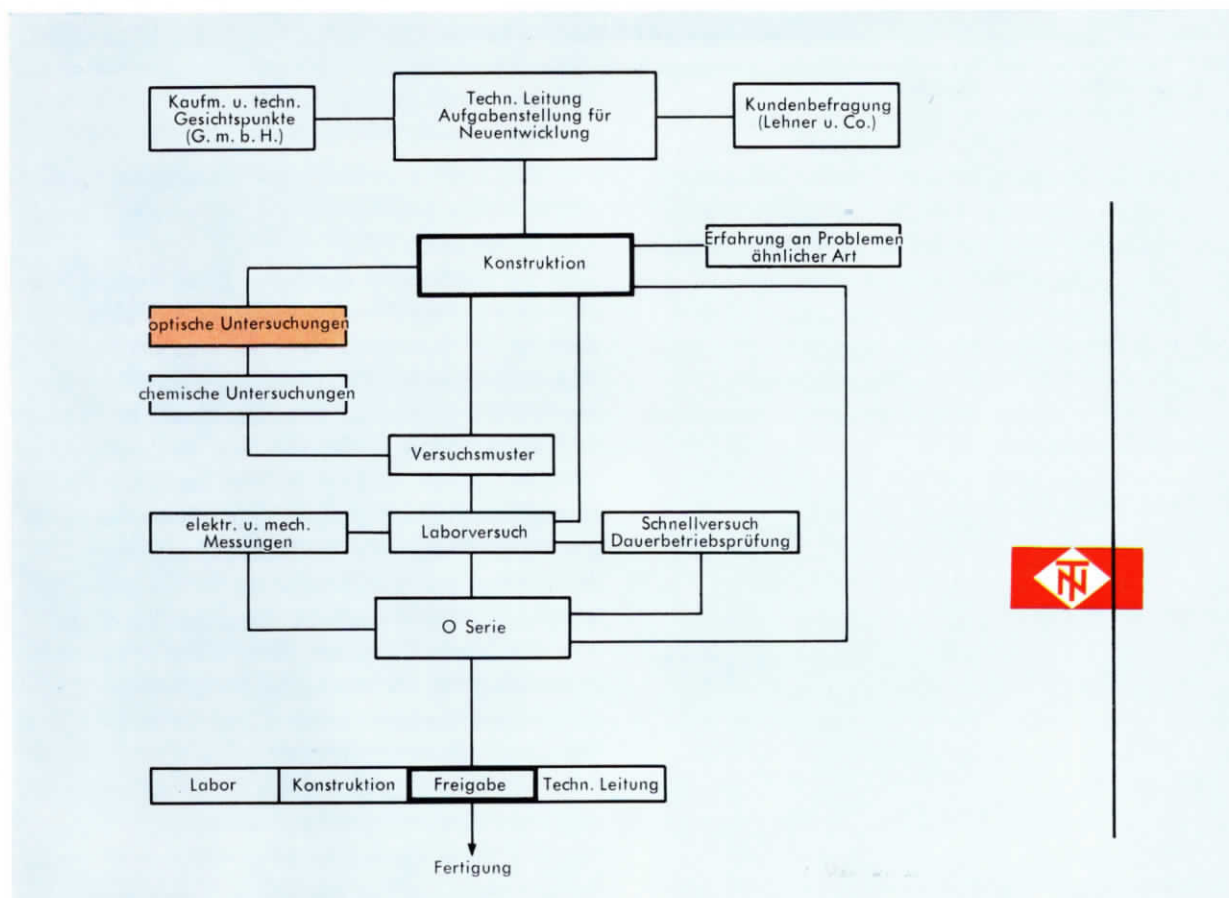




BILD 1 Polarisationsapparat. Von rechts nach links: Beleuchtungsgerät für weißes und Natrium-Licht, Polarisator, Belastungsrahmen mit eingespanntem Objekt, Analysator.

um das Tausendfache und mehr. Selbst Vorgänge, die an sich nicht übermäßig schnell ablaufen, enthüllen bei einer genauen zeitlichen Analyse interessante Details.

Die Mikrophotographie dient zur photographischen Aufnahme von kleinsten Objekten durch das Mikroskop. Sie ermöglicht Messungen in einem Bereich von einem tausendstel Millimeter.

Spannungsoptik

In letzter Zeit hat die Spannungsoptik mit der Entdeckung neuer Modellwerkstoffe sehr beachtliche Fortschritte gemacht. So können nicht nur Bauteile mit kleinsten Formzahlen entwickelt, sondern auch konstruktive Ideen unmittelbar mit einfachen spannungsoptischen Versuchen sicher geprüft werden. Hierdurch werden in Verbindung mit anderen Festigkeitsprüfungen die Entwicklungsvorgänge zeitlich abgekürzt, da der Konstrukteur schon beim Entwurf die optimale Form in bezug auf die festigkeitstechnisch günstigste Gestalt kennt. Häufige

und langwierige Dauerfestigkeitsversuche bleiben so auf eine einzige Prüfung am Ende der Entwicklung beschränkt.

Zum Verständnis der nun folgenden Beispiele ist es notwendig, zunächst die wichtigsten Vorgänge und Begriffe der Spannungsoptik kurz zu erklären [1]: Von dem zu untersuchenden Gegenstand wird ein Modell aus durchsichtigem Kunstharz hergestellt und dieses dann in der gleichen Weise wie das Original durch äußere Kräfte beansprucht. In einem Polarisationsapparat, Bild 1, betrachtet oder photographiert, zeigt der Modellkörper den Effekt der Spannungsdoppelbrechung*, der durch das Auftreten von Interferenzlinien gekennzeichnet ist. Aus dem Verlauf und der Anzahl der Interferenzlinien kann auf die im Modell herrschenden Spannungen geschlossen werden; durch die Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen sind die am Modell ermittelten Spannungen auf die im Original zu erwartenden Spannungen zu übertragen.

* In diesem Zusammenhang ist es vielleicht interessant zu erfahren, daß das Prinzip der Doppelbrechung bereits 1669 von dem Dänen Erasmus Bartholinus an einem Kalkspatkristall entdeckt wurde.

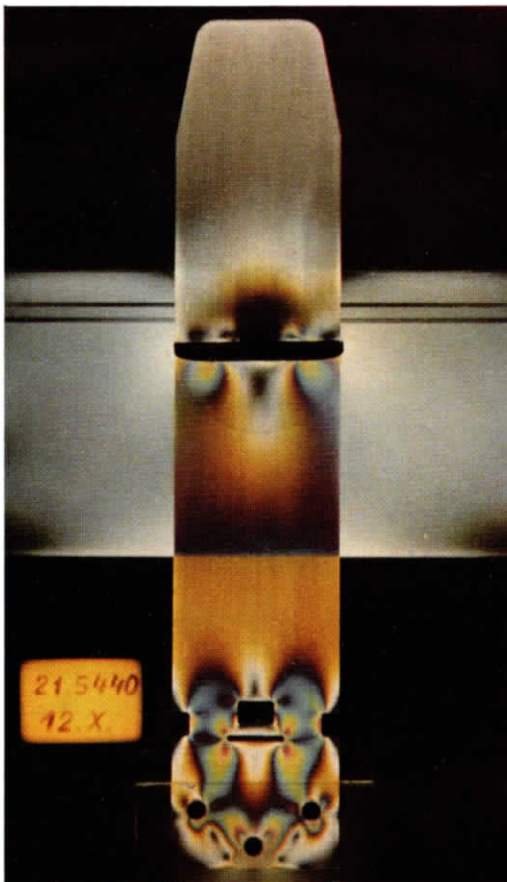


BILD 2

Spannungsoptisches Modell eines elektromechanischen Bauelements, in polarisiertem Licht aufgenommen. Isochromatenbild bei weißem Licht.

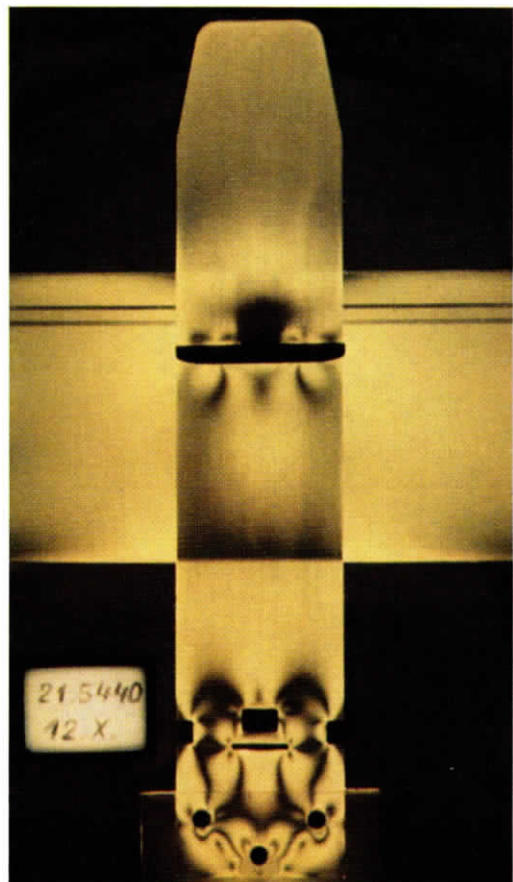


BILD 3

Isochromatenbild bei einfarbigem Licht

Die mechanische Beanspruchung eines Körpers wird im einfachsten Fall durch den in ihm vorhandenen ebenen Spannungszustand beschrieben. Dieser ist in jedem Punkt des Körpers durch drei physikalische Größen definiert, die zweckmäßigerweise durch zwei zueinander senkrechte Spannungen (Hauptspannungen) und ihre Richtung (Hauptspannungsrichtung) angegeben werden. Die Interferenzlinien stellen die geometrischen Orte gleicher Hauptspannungsdifferenz dar; sie werden in der Spannungsoptik als „Isochromaten“, d. h. Linien gleicher Farbe bezeichnet, Bild 2, und treten auf, wenn man mit weißem Licht arbeitet. Im allgemeinen erfolgt jedoch die Aufnahme der Isochromaten im einfarbigen Licht, z. B. dem von Natriumdampflampen erzeugten, wobei man helle und dunkle Linien stets gleichbleibender Helligkeitsunterschiede erhält, Bild 3.

Versuchsbeispiel

Die folgende Aufnahmeserie, Bild 4 und 5, gibt eine Vorstellung von der Beeinflussung der Gestalt-

festigkeit durch Formänderung. Sie zeigt ein fernmeldetechnisches Konstruktionselement im Zugversuch; alle drei Modelle wurden mit 50 kg belastet. Der Modellmaßstab beträgt 2 : 1, die größte Abmessung etwa 145 mm. Im linken Modell konzentrieren sich die Interferenzlinien an den Ecken zu vier kreisförmigen Kerbspannungsmaxima, welche den Bereich kennzeichnen, von dem ein späterer Bruch seinen Anfang nimmt. Durch sinnvoll geformte Rundungen an den Enden des Schlitzes werden die Spannungsmaxima weitgehend aufgelöst und damit die Gefahr des Zerreißen wesentlich verringert. Die rechte Form stellt die im Versuch ermittelte optimale Lösung dar.

In Verbindung mit dem oben beschriebenen spannungsoptischen Modellverfahren an ebenen Objekten ist zu erwähnen, daß in ähnlicher Weise die Gestaltfestigkeit von Kunststoffbauelementen geprüft werden kann, wenn diese aus durchsichtigem Kunstharz gefertigt werden, Bild 6.

Zur Untersuchung räumlicher Spannungszustände

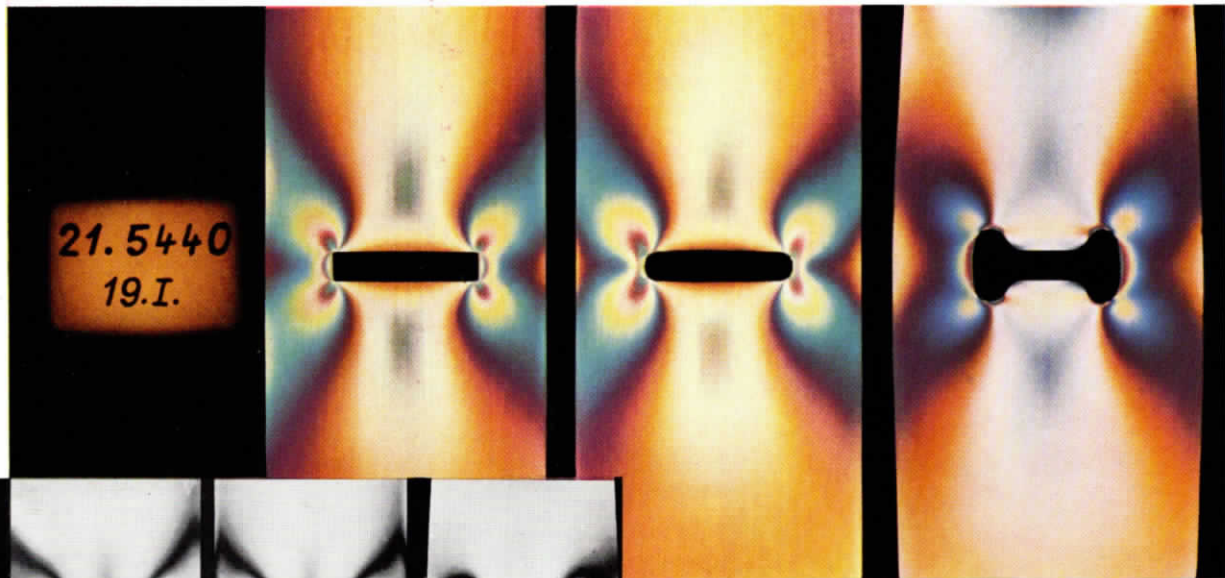


BILD 4 Isochromatenbild bei weißem Licht

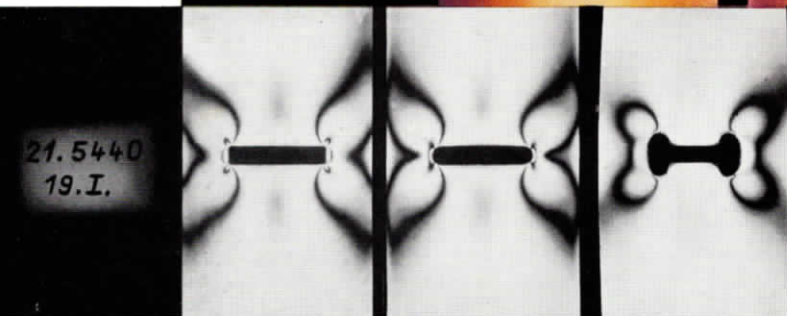


BILD 5 Isochromatenbild bei einfarbigem Licht

sind besondere Verfahren bekannt [1], auf die hier nicht näher eingegangen wird:

- Einfrierverfahren
- Zwischenschichtverfahren
- Oberflächenschichtverfahren.

Kurzzeitphotographie

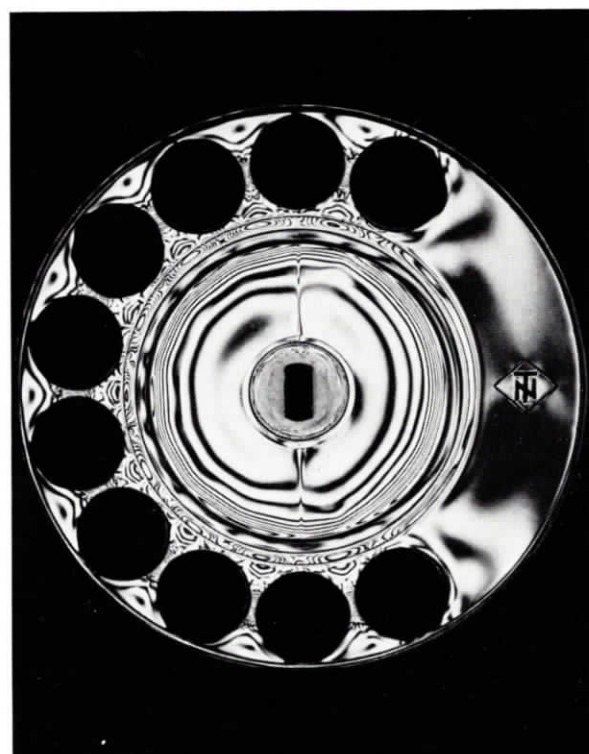
Die Funktionsfähigkeit einer elektromechanischen Konstruktion ist in vielen Fällen durch die elektrische Messung allein nicht mit genügender Sicherheit zu überprüfen. Auch die unmittelbare Beobachtung versagt, wenn die mechanischen Vorgänge so schnell verlaufen, daß sie infolge der Trägheit des Auges nicht mehr registriert werden können. Hier bietet die Kurzzeitphotographie verschiedene Möglichkeiten, um schnelle Vorgänge durch optische Zeitdehnung einer genauen Bewegungsanalyse zuzuführen.

Zur Untersuchung von Konstruktionen der Nachrichtentechnik haben sich zwei Verfahren besonders bewährt:

1. Stroboskopische Betrachtung;
Phasenaufnahme mit dem Lichtblitzstroboskop,
2. Kinematographische Aufnahme
mit der Hochfrequenzkamera.

BILD 6

Fingerlochscheibe, Versuchsmuster. Isochromatenbild bei einfarbigem Licht.



Phasenaufnahme

Die unmittelbare Beobachtung periodischer nicht selbstleuchtender Vorgänge ermöglicht das Lichtblitzstroboskop. Ist jedoch eine Untersuchung von bestimmten Bewegungsabschnitten (durch zahlenmäßig begrenzte Blitzserien) oder einmaligen kurzzeitigen Vorgängen erforderlich, so lassen sich die entstehenden Bildeindrücke mit dem Auge nicht mehr erfassen. Durch fortlaufende Belichtung einer lichtempfindlichen Emulsion mit den Bildeindrücken einzelner Bewegungsphasen erhält man eine sogenannte „Phasenaufnahme“, Bild 7, 8 und 9. Anhand der eingestellten Blitzfrequenz kann das genaue Weg-Zeit-Verhältnis auf der Photographie ausgemessen werden. Zur Vermeidung von Bewegungsunschärfe ist die Leuchtzeit eines Einzelblitzes kleiner als $\frac{1}{1000}$ sec.

Mit den z. Z. bekannten Geräten werden Blitzfrequenzen bis 250 Hz erreicht (1). Ein Super-Stroboskop, das bis zu 20 000 Lichtblitze/sec. erzeugt, wird unter dem Namen „Strobokin“ (2) in Deutschland hergestellt.

Hochfrequenzaufnahme

Bewegungs-Analysen, Bild 10, welche durch die kinematographische Bildbetrachtung fortlaufend oder in Einzelbildschaltung ausgewertet werden können, entstehen mit der Hochfrequenzkamera. In den letzten Jahren hat die Hochfrequenz-Kinematographie in der Industrie verbreitete Anwendung gefunden. Mit dem abgebildeten Gerät, Bild 11, der „Fastax“-Hochfrequenzkamera von Wollensak (3), werden auf 16 mm Schmalfilm Bildfrequenzen von 150 bis 8000 Bilder/sec. (Format 7,5 x 10,4 mm) und 350 bis 16 000 Bilder/sec. (Format 3,7 x 10,4 mm) erzielt. Dies entspricht einem Filmvorschub von 0,9 bis 60 m/sec. Bei einer Vorführfrequenz von 16 Bilder/sec. beträgt der Zeitdehnungsfaktor 9,3 bis 1000.

Dem Laien erscheinen die oben angegebenen Zahlenwerte zumeist kaum glaubhaft. Es folgen daher einige technische Erläuterungen zu dem Funktionsprinzip einer Hochfrequenzkamera:

Die kinematographische Bildbetrachtung erfordert die Herstellung von Reihenbildaufnahmen auf bewegtem Film, wozu im allgemeinen Apparate mit ruckweise bewegtem Filmband verwendet werden. Bei einer Bildfrequenz, die größer als 94 Bilder pro Sekunde ist [2], läßt sich diese Art des Filmtransportes wegen der dabei auftretenden großen Verzögerungs- und Beschleunigungskräfte nicht mehr durchführen.

BILD 7

Phasenaufnahme
einer
fallenden Kugel
24 Lichtblitze/sec

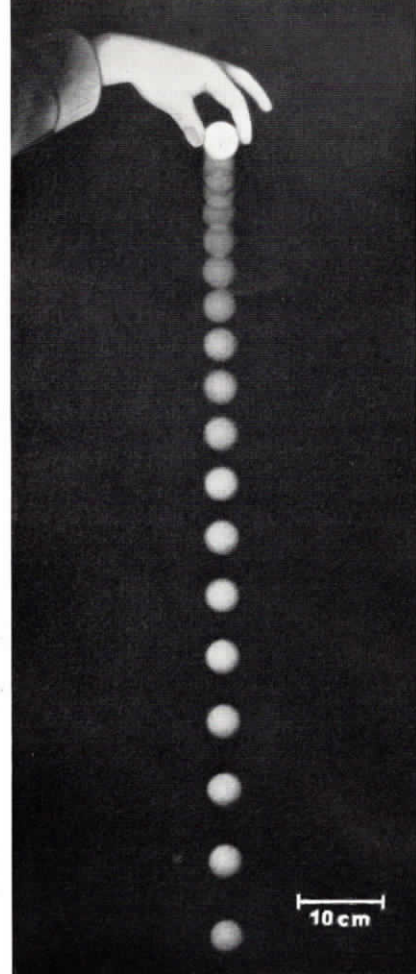


BILD 8

Springende Kugel
47 Lichtblitze/sec

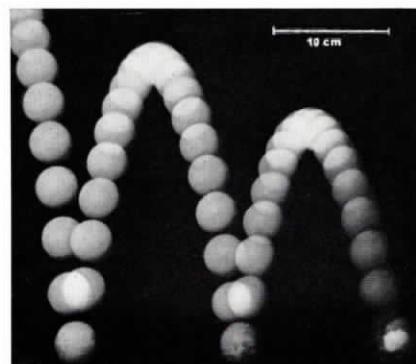
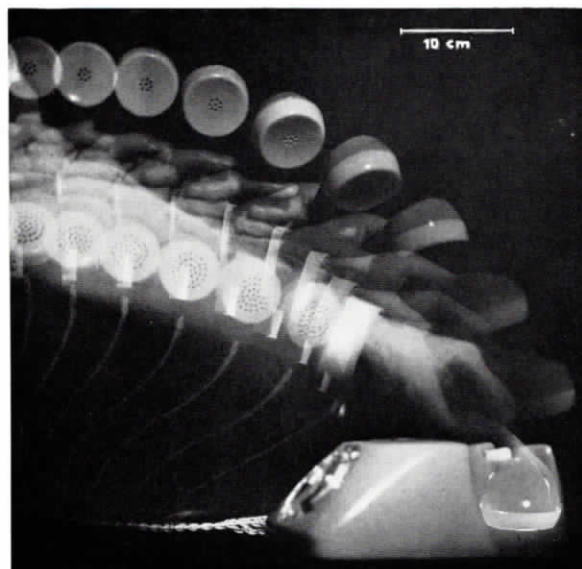


BILD 9

Phasenaufnahme zum Studium des Teilnehmerverhaltens. Abheben des Handapparates. 12 Lichtblitze/sec



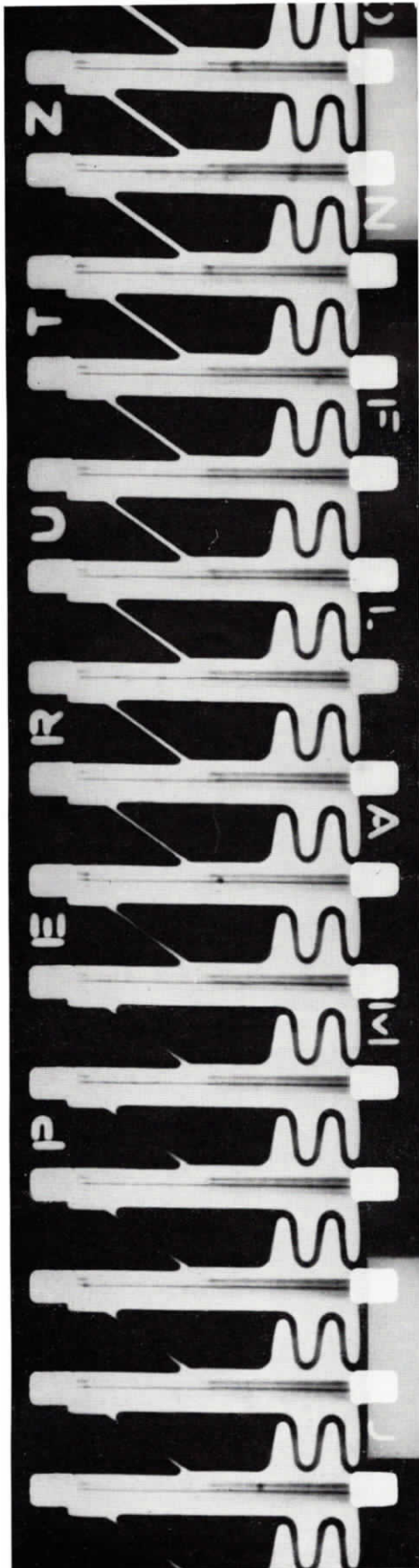


BILD 10

Bewegungs-Analyse vom Anzug eines T+N-Flach-Schutzkontakts. Hochfrequenzaufnahme 12 000 Bilder/sec. Am rechten Filmrand die 1000-Hz-Zeitmarkierung.

Man muß in solchen Fällen von dem Prinzip des optischen Ausgleichs Gebrauch machen. Durch bewegte optische Mittel (Prismen, Linsen oder Spiegel) wird das vom Objektiv erzeugte reelle Bild des Vorgangs auf das gleichfalls bewegte Filmband projiziert. Die Nachführung des Bildes und der kontinuierliche Vorschub des Filmbandes geschieht mit gleicher Geschwindigkeit, so daß die Relativbewegung gleich Null ist. Während des Ablaufs einer Bildhöhe erfolgt also eine „stehende“ Belichtung, deren Dauer sich mit der Vorschubgeschwindigkeit ändert. Der optische Ausgleich durch einen Spiegelkranz ist von Ernemann bereits im Jahre 1916 in der sogenannten „Zeitlupe“ verwirklicht worden, deren Name seitdem zu einem in der ganzen Welt verbreiteten Begriff geworden ist.

Die graphische Darstellung, Bild 12, erläutert das Prinzip des optischen Ausgleichs durch ein rotierendes Prisma, wie es in der „Fastax“-Hochfrequenzkamera Verwendung findet. Bei der abgebildeten Konstruktion beträgt die Belichtungszeit $\frac{1}{3}$ des reziproken Wertes der Bildfrequenz, somit z. B. $\frac{1}{3000}$ Sekunde bei 1000 Bildwechseln/sec. Bild 13 zeigt die geöffnete Kamera mit der Filmbandführung.

BILD 11

Aufbau für eine Zeitdehneraufnahme. Von links nach rechts: Xenon-Hochdrucklampe, Hochfrequenzkamera mit den Objektiven für Bild- und Oszillogramm-Aufnahme, darunter das Aufnahmeobjekt (Fingerlochscheibe), Kathodenstrahl-Oszillograph, Steuergerät für Xenon-Lampe. Das Programm-Steuergerät für die Kamera ist nicht im Bild dargestellt.

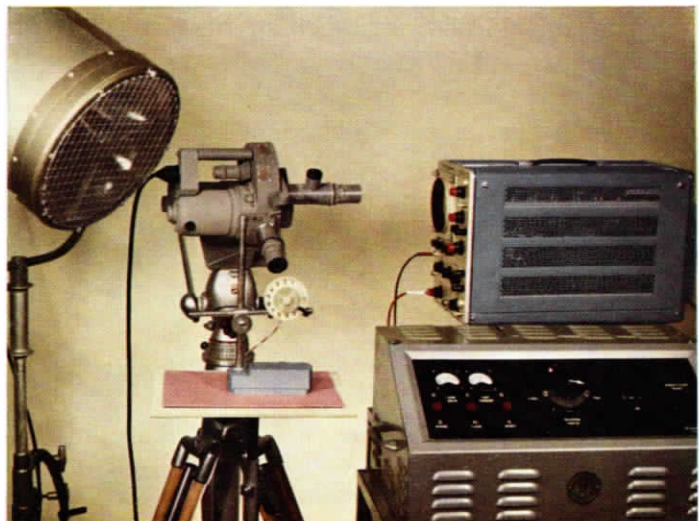
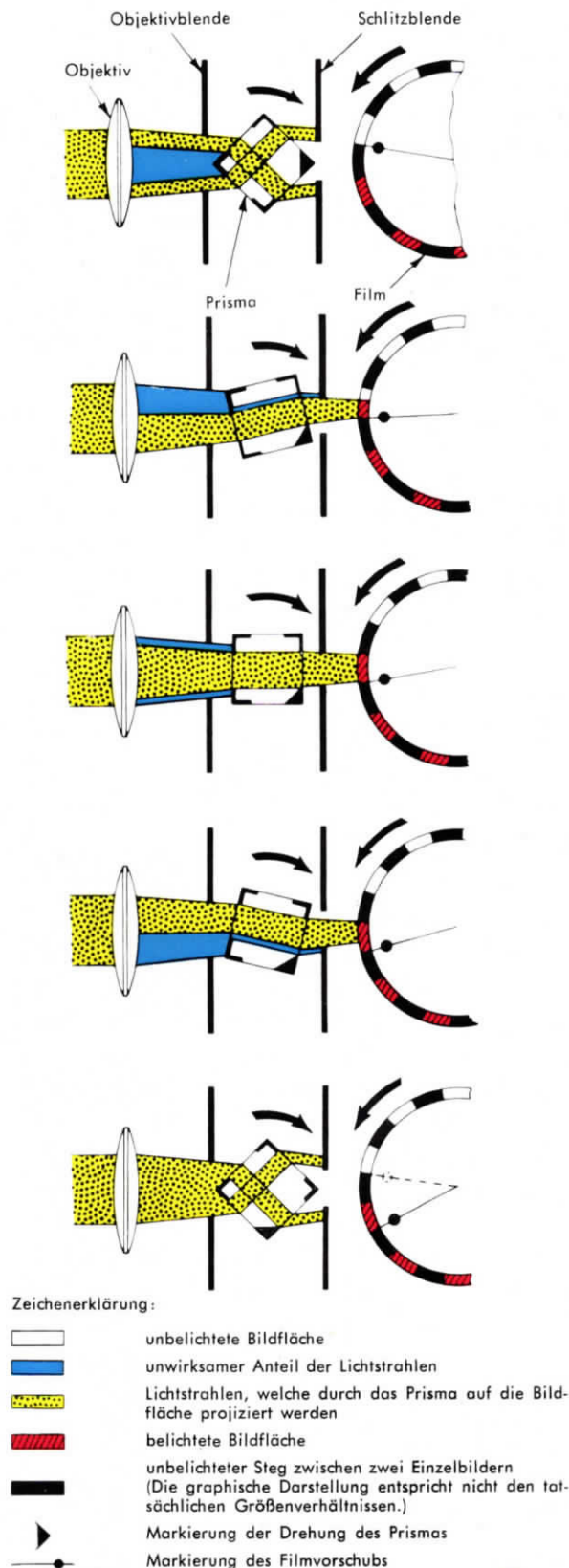


BILD 12

Prinzip des optischen Ausgleichs durch rotierendes Prisma (Wollensak „Fastax“-Hochfrequenzkamera)



Zur Ausleuchtung der Ereignisse findet eine Xenon-Hochdrucklampe (Mole-Richardson) Type 456 (3), Bild 11, Verwendung, die je nach eingeschaltetem Leistungsbereich (max. 7,5 kW) bis zu einigen 10^6 Lux entwickelt. Trotz dieser hohen Lichtausbeute ist die Wärmeentwicklung am Objekt, im Gegensatz zu einer Ausleuchtung mit Glühfadenlampen, die für die gleiche Lichtausbeute ein mehrfaches an elektrischer Leistung erfordern, praktisch ohne Bedeutung.

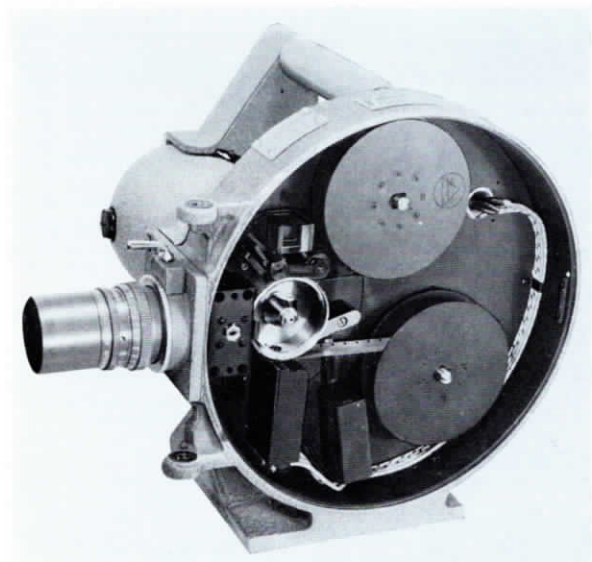
Die Analyse mechanischer Bewegungen erfordert oftmals eine synchrone Aufzeichnung elektrischer Vorgänge, Bild 14. Die „Fastax“-Kamera besitzt eine besondere optische Einrichtung, welche unter Umgehung des Bildausgleichs die zusätzliche Einblendung eines elektrischen Vorgangs synchron zur Bildaufnahme gestattet. (Vergleiche die Anordnung Bild 11.) Weitere Verfahren, die eine Synchronisation jeder Filmkamera mit jedem registrierenden Oszillographen ermöglichen, wurden in den T+N-Nachrichten [3] beschrieben.

Mikrophotographie

Die Photographie erschließt der Beurteilung von mikroskopischen Objekten viele Möglichkeiten. So können photographisch registrierte Beobachtungen

BILD 13

Die „Fastax“-Hochfrequenzkamera (Deckel abgenommen)



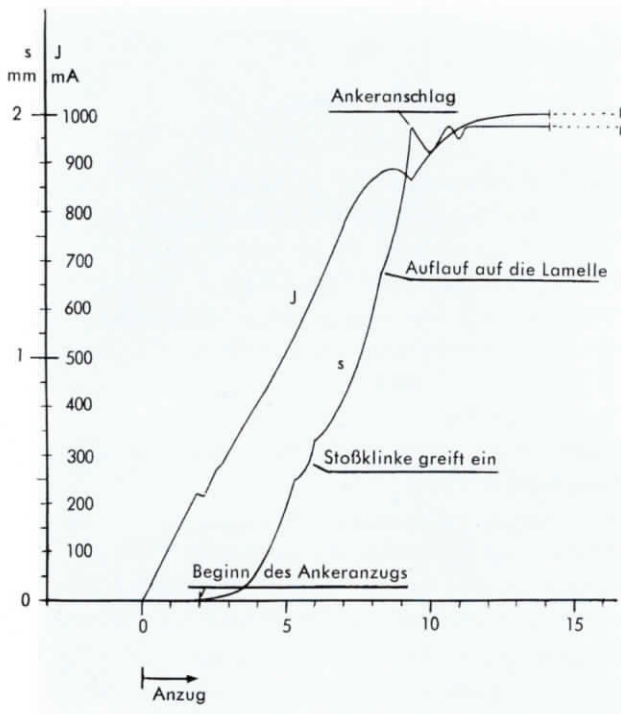


BILD 14

Strom-Zeit- und Weg-Zeit-Diagramm eines Kraftmagneten Ankeranzug

BILD 15

Mikroskop mit binokularem Einblick, Phototubus und Kamera (4)



zu einem beliebigen Zeitpunkt, in allen Details, durch Messung und Vergleich ausgewertet werden, ohne daß eine Veränderung des Objektes eintritt. Die Aufnahme erfolgt durch das Okular des Mikroskops und kann mit jeder handelsüblichen Spiegelreflexkamera mit Hilfe eines Zwischentubus ausgeführt werden. Bei häufigem Gebrauch ist es zweckmäßig, wenn das Mikroskop (4) mit einem besonderen Phototubus ausgerüstet ist, auf dem die Kamera fest montiert bleibt, Bild 15. Das Okular ist dann zum ständigen Einblick frei.

Bei Verwendung eines geeichten Maßstabs, der bei der Beobachtung im Okular wie auch auf der photographischen Emulsion (Negativ) in Erscheinung tritt, können Messungen mit großer Genauigkeit vorgenommen werden. Meßfehler durch Nachvergrößerung (Positiv) sind hierbei ausgeschaltet. Ist zur Untersuchung eines Objektes ein hoher Vergrößerungsfaktor erforderlich, so beträgt der Schärfentiefenbereich, optischen Gesetzen folgend, nur noch Bruchteile eines Millimeters. Bei bestimmten Untersuchungen wie Schichtstärken- oder Dicken-

BILD 16

Einrichtung zur Herstellung von Mikroschliffen. Von links nach rechts: Kunstharzpresse, Naßschleifgerät, Diamantpolierscheibe (5), Abzug zum Ätzen der Schliffproben.

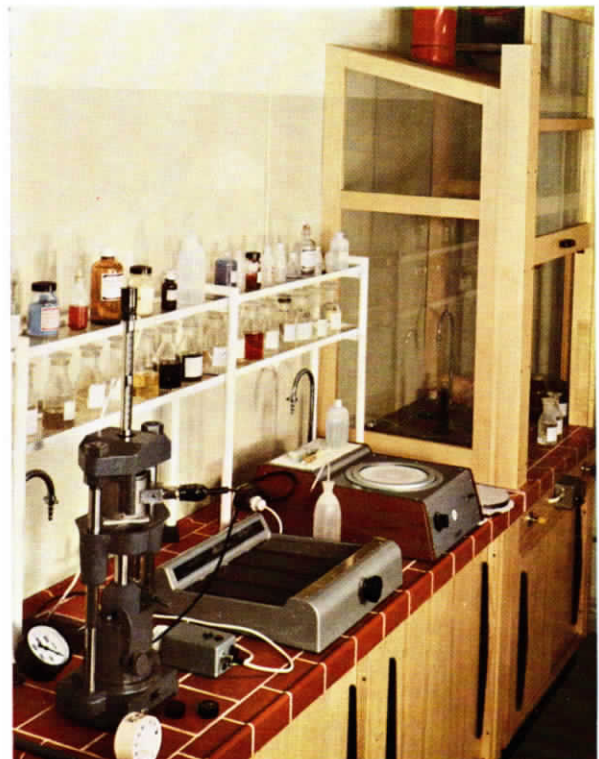




BILD 17

In Kunstharz eingebettete Schliffproben. Natürl. Größe = 40 mm ϕ

BILD 18

Gefügeaufnahme durch die Oberflächenschicht eines karbonitrierten Stanzteils aus Tiefziehblech. Dicke der Härtungsschicht etwa 0,08 mm.

Mikroskopische Vergrößerung = 500 : 1, 1 Teilstrich = 2,7 μ .
Geätzt mit 5%iger alkoholischer Salpetersäure.



messungen, metallographischen Untersuchungen, Oberflächenprüfungen (Querschliff) u. a. ist es daher erwünscht, wenn die Oberfläche des Prüflings völlig glatt und eben ist, damit eine photographisch scharfe Abbildung erzielt wird. Die Anwendung moderner Schleif- und Polierverfahren führt in kurzer Zeit zu dem gewünschten Ergebnis. Bild 16 zeigt den Aufbau einer solchen Einrichtung. Um während des Schleifens die Randzonen des Objektes nicht zu deformieren, was zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führt, ist es notwendig, das Objekt vorher in Kunststoff einzubetten. In einer besonderen Presse (5) (in Bild 16 vorne links) wird der Prüfling unter hohem Druck und gleichzeitiger Erwärmung mit einem festanliegenden Kunststoff umgeben. Das eingebettete Objekt zeigt Bild 17. Im nächsten Arbeitsgang erfolgt das Naßschleifen auf vier verschieden gekörnten Schleifflächen (Körnung 70 u, 35 u, 25 u, 15 u) (5). Trotz der Verwendung dieser zum Teil sehr feinkörnigen Schleifpapiere ist in den meisten Fällen eine weitere Bearbeitung



BILD 19

Gefügeaufnahme durch die Oberflächenschicht eines einsatzgehärteten Konstruktionsteils aus Automatenstahl. Dicke der Härtungsschicht etwa 0,25 mm.

Mikroskopische Vergrößerung = 100 : 1, 1 Teilstrich = 0,0135 mm.
Geätzt mit 5%iger alkoholischer Salpetersäure.

auf der Diamantpolierscheibe (5) notwendig. Durch die wahlweise Anwendung von Diamant-Schleifpasten in 4 verschiedenen Körnungen kann die Oberflächenqualität des Prüflings den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden.

Im allgemeinen beträgt die Arbeitszeit von Beginn der Einbettung bis zur fertigpolierten Probe zirka 45 Minuten.

Zur Entwicklung des Gefüges bei metallographischen Untersuchungen oder zwecks Unterscheidung verschiedener Metalle bei Schichtstärkenmessungen wird der Prüfling durch geeignete Ätzverfahren [4] nachbehandelt.

Die folgenden Mikrophotos zeigen einige Objekte, die nach den oben beschriebenen Verfahren bearbeitet und photographiert worden sind.

Literatur:

- [1] Föppl/Mönch, Praktische Spannungsoptik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- [2] Weise, H., Wissenschaftliche und angewandte Photographie, Dritter Band, Die kinematographische Kamera, Springer Verlag, Wien 1955.
- [3] Herbrich, H., Hochfrequenzkinematographie, T+N-Nachrichten, Heft 49, Seite 53.
- [4] Schrader, A., Ätzheft, Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee.

Hersteller:

- (1) Philips Hochleistungsstroboskop PR 9 100.
- (2) Dr.-Ing. Frank Frügel GmbH., Hamburg.
- (3) Wollensak Optical Co., Rochester N. Y., USA; Gen.-Vertr. I. Weinberger, Zürich.
- (4) „Ortholux“ von E. Leitz GmbH., Wetzlar.
- (5) P. F. Dujardin & Co., Düsseldorf.

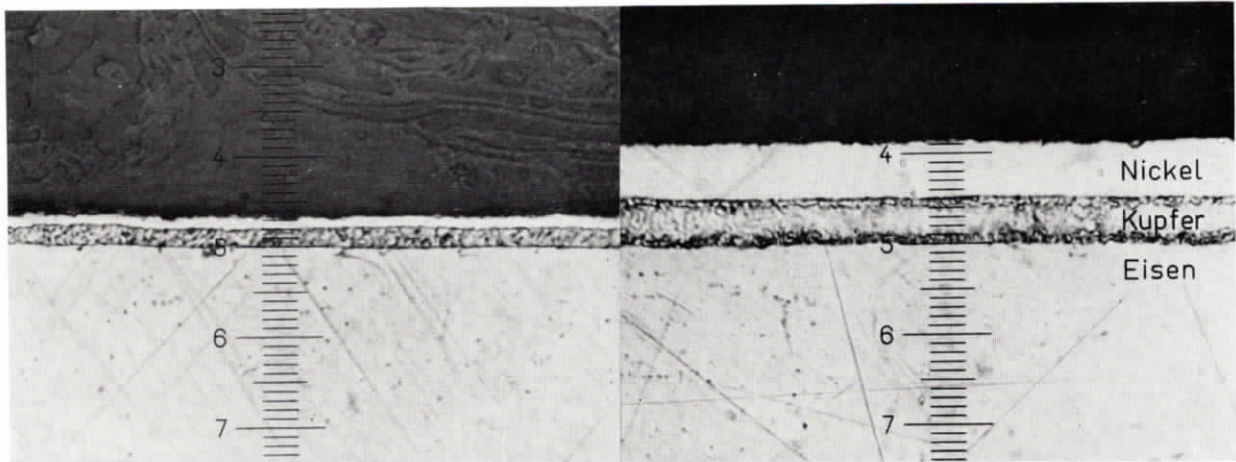


BILD 20

gering
(Ni = 1,5 μ Cu = 2,7 μ)

Korrosionsfestigkeit

BILD 21

gut
(Ni = 8 μ Cu = 6,5 μ)

Querschliffe durch die Oberflächenschichten galvanisch veredelter Konstruktionsteile.

Mikroskopische Vergrößerung = 1000 : 1,
1 Teilstrich = 1,36 μ .
Geätzt mit 25%iger Ammoniaklösung.

BILD 22

Querschliff durch die Oberflächenschicht eines galvanisch vergoldeten Kontakts. Durch Glühen ist ein Teil der Goldauflage in das Grundmetall (Ni-Fe Legierung) eindiffundiert. Dicke der Diffusionszone etwa 0,025 mm.

Mikroskopische Vergrößerung = 1000 : 1,
1 Teilstrich = 1,36 μ .
Geätzt mit 5 ml Salpetersäure 1,40
50 ml Salzsäure 1,19
einigen Körnchen Kupferammonchlorid.

