

JAHRGANG 1964



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

MESSE-AUSGABE II

HEFT
62

Herausgeber:
Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt a. M.

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

Schriftleitung:
Gerard Blaauw, Frankfurt a. M.

Graphische Gestaltung:
Max Bittrof, Frankfurt a. M.

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

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

Lichtbilder:
Schade, Frankfurt a. M.
UP-Bild

NACHRICHTEN

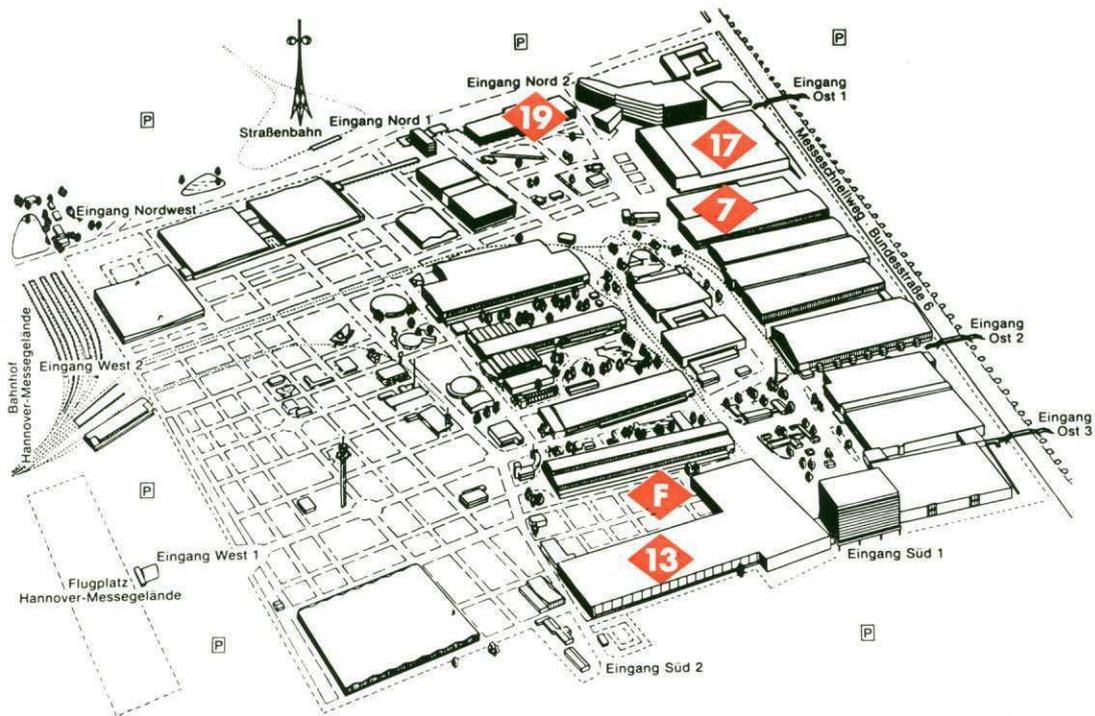
JAHRGANG 1964 · HEFT 62 · SEITE 1-44

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 TN mit neuem Pavillon und Neuheiten auf der Hannover Messe 1964 von Klaus Günther	3 - 8
2 Quarzgesteuerte Uhrenzentralen hoher Ganggenauigkeit zum Einsatz auf Schiffen von Karl-Ludwig Plank	9 - 15
3 Ein kontaktloses Uhrenrelais mit Halbleitern von Dieter Nezik	16 - 19
4 Uhrenzentrale mit Quarz- und Pendelhauptuhr von Erich Gentsch und Karl-Ludwig Plank	20 - 24
5 Mosaik-Schaltbilder von Gert Heidel	25 - 28
6 Die TN-Eindrahtsteuerung von Hermann Orf	29 - 32
7 Die Tonsteuersysteme T 24 und T 50 von Karl Hanowski und Peter Hoyer	33 - 38
8 Fernwirktechnik im Bergbau von Günter Eichhorn	39 - 44

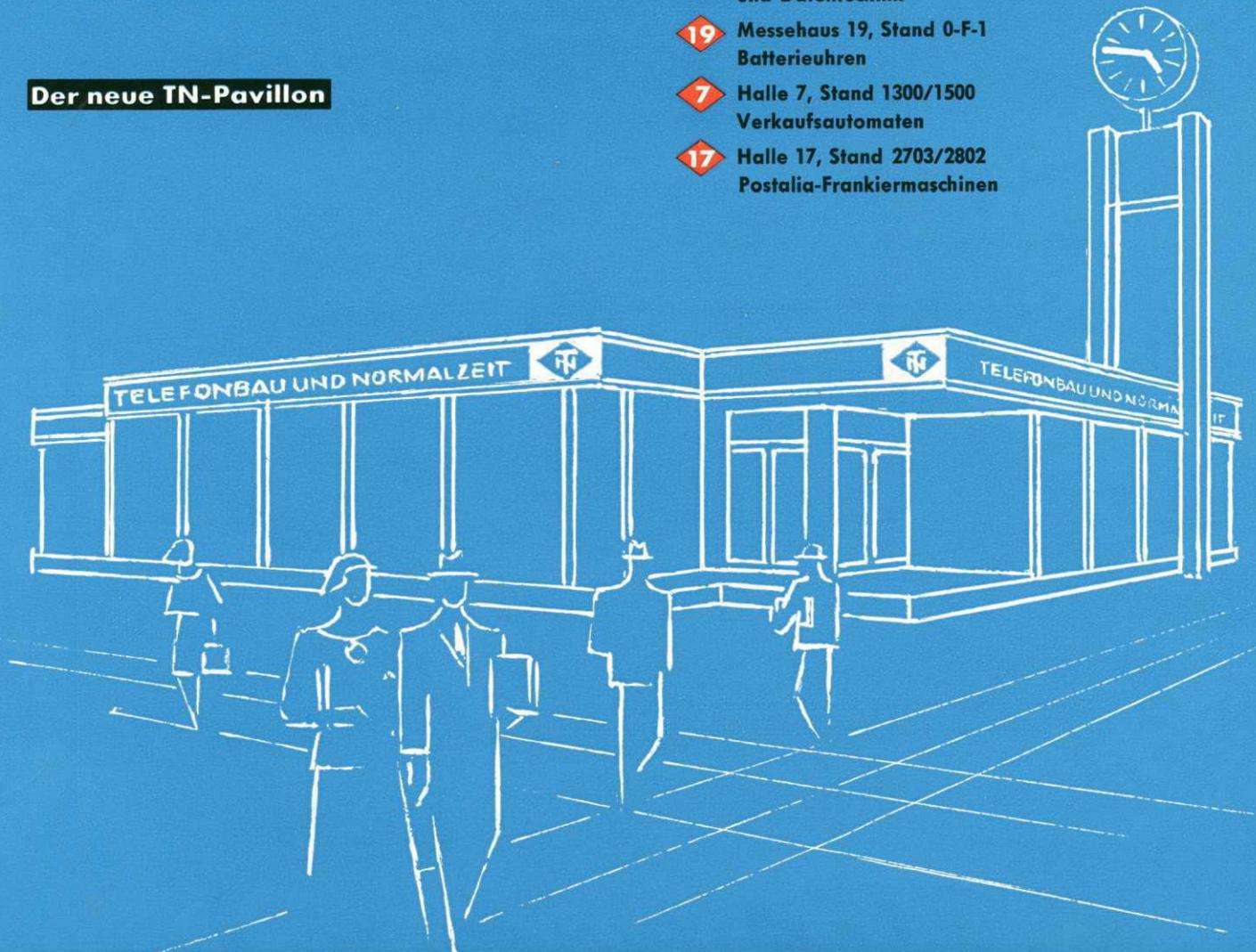


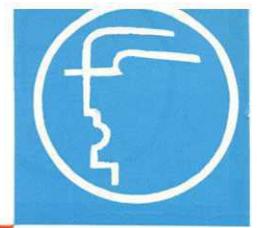
TELEFONBAU UND NORMALZEIT AUF DER HANNOVER-MESSE 1964



- 13** Halle 13, Stand 226/231
Fernsprechtechnik
- F** Freigelände, Pavillon 21/31
Uhren-, Melde-, Fernwirk-
und Datentechnik
- 19** Messehaus 19, Stand 0-F-1
Batterieuhren
- 7** Halle 7, Stand 1300/1500
Verkaufsautomaten
- 17** Halle 17, Stand 2703/2802
Postalia-Frankiermaschinen

Der neue TN-Pavillon





TN mit neuem Pavillon und Neuheiten auf der Hannover Messe 1964

von Klaus Günther

DK 061.43:62 (43-2.27)

Für das umfangreiche Lieferprogramm der TN war die verfügbare Standfläche in Hannover schon seit langem nicht mehr ausreichend. Da jedoch nunmehr zwischen den Hallen 1 und 13 neues Freigelände erschlossen wurde, konnte TN mit dem Bau eines eigenen Pavillons ihre Ausstellungsfläche auf mehr als das Doppelte vergrößern. In diesem Pavillon werden jetzt die Uhren-, Melde-, Fernwirk-, Übertragungs- und Datentechnik zusammengefaßt, während der Stand 226/231 in Halle 13 (Elektrohalle) ausschließlich der Fernsprech- und Fernschreibtechnik vorbehalten ist.

Die übrigen Produktionszweige der TN sind wie in den vergangenen Jahren an folgenden Stellen zu finden: Batterieuhren im Messehaus 19, Stand O-F-1; Verkaufsautomaten und automatische Kantinen in Halle 7, Stand 1300/1500; „Postalia“-Frankiermaschinen in Halle 17, Stand 2703/2802.

Uhrentechnik

Eine technische Neuheit ist die von TN entwickelte und ausgestellte Uhrenzentrale mit Quarz- und Pendelhauptuhr. Eine Quarzuhr arbeitet als Betriebs-Hauptuhr, während eine Pendeluhr als Reserve-Hauptuhr nur im Störungsfall die Nebenuhren steuert.

Auf dem deutschen Forschungsschiff „Meteor“ wurde eine Uhrenanlage hoher Ganggenauigkeit mit Quarzhauptuhren und elektronischen Uhnenrelais in Betrieb genommen.

Die Fernsteuerung von Bundesbahnhuhren sowie der prinzipielle Aufbau einer Stadt-Uhrenanlage werden an zwei Schaubildern gezeigt.

Eine vollständige Uhrenanlage wird ausgestellt: Pendelhauptuhr, Stromversorgung, tonfrequent überwachte Nebenuhr sowie – mit dieser Anlage kombiniert – eine TRIZETT-Personensuchanlage. Eine Turmuhrzentrale steuert die auf dem Pavillon montierte Kreiseluhr.

Die Programmschaltzentrale steuert neue oder beim Kunden bereits vorhandene Stempelgeräte. Mit dieser Vorschaltvorrichtung läßt sich jetzt die reine (effektive) Arbeitszeit stempeln und damit die Auswertung der Stempelkarten wesentlich vereinfachen.

Für die Kontrolle der Arbeitsabläufe in Fertigung und Reparatur werden drei Anlagen-Typen nach dem Bausteinsystem ausgestellt. Der Belegungszeit-Anzeiger erfaßt die Belegung von Arbeitsgruppen und -plätzen für die Reparatur-Aufnahme. Die Vorgabezeit-Kontrollanlage überwacht die Einhaltung vorgegebener Montagezeiten. Der Kapazitäts-Anzeiger – in Betrieben eingesetzt, in denen von zentraler Stelle gruppenweise Arbeiten disponiert werden – ermöglicht es, die noch freien Arbeitsstunden einer Gruppe zu erkennen.

Für vielfältige Anwendungsmöglichkeiten werden Arbeitszeit-Registriergeräte gezeigt: ARAQUICK zur Erfassung von Effektivzeiten, PERFORATOR zur Kontrolle der Anwesenheit und des Arbeitsablaufes, Zeit- und Datumstempler zur Registrierung exakter Daten sowie der Zeitrechner, mit dem sich Angaben für Fertigung, Lohn und Kalkulation ermitteln lassen. Die neuen Geräte Pikkolo und Kopfstempler werden ebenfalls vorgeführt.

Außerhalb des Pavillons werden eine Werbeaußenuhr sowie eine Uhrensäule mit Werbeflächen gezeigt.

Meldetechnik

Die Meldetechnik ist im Pavillon mit fünf in Betrieb gezeigten Anlagen-Gruppen vertreten. Über die öffentliche Feuermelde- und Alarmierungsanlage für Städte und Gemeinden mit freiwilliger Feuerwehr wird mit Abgabe einer Feuer- oder Katastrophenmeldung gleichzeitig und selbsttätig die Wehrmannschaft alarmiert. Außerdem kann von einzelnen Meldern mit Telefonklinke oder von Unfallmeldern aus die Zentrale über die Meldeleitung gerufen werden.

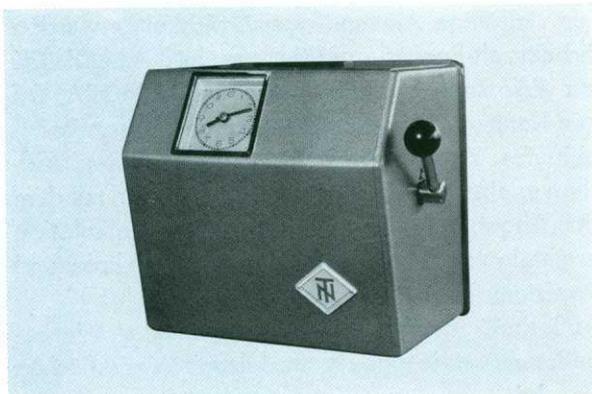
Die von TN entwickelte Feuermeldeanlage nach dem Gleichstrom-Linien-Umpolungs-System bietet die Möglichkeit, Feuermeldungen über öffentliche Feuermelder sowie über Feuerhauptmelder bei Privaten zu geben. Es lassen sich Feuermelde- und Polizeirufsäulen mit Freisprecheinrichtung anschalten; Anrufe von der Säule können zu einer Polizeiabfragestelle weitervermittelt werden.

Aus dem Bereich der Feuer-Nebenmelderanlagen wird eine Nebenmelderzentrale ausgestellt, deren Druckknopf- und Wärmemelder auch in explosionsgeschützter Ausführung gezeigt werden.

Breiten Raum nehmen die Überfall- und Einbruch-Meldeanlagen ein. Vorgeführt werden die Sicherung von Bildern und Tresoren sowie das elektronische EMC-Gerät und die Sicherung von Eingangstüren. Daneben werden noch verschiedene Überfallmelder und eine Anlage mit örtlicher Alarmgabe gezeigt.

Eine Sirenen-Steueranlage ist mit verschiedenen Meldungsgebern ausgestattet, über die sechs Signalarten gegeben werden können: Feuer-, Katastrophen-, Luftschutz- und ABC-Alarm, Entwarnung und Pausensignal.

BILD 1 Zeitstemppler „Pikkolo“



Fernwirktechnik

Für die Übertragung von Steuer- und Meldekriterien mit Gleichstrom zu einer oder mehreren Unterstationen entwickelte TN eine Eindrahtsteuerung. Ausgestellt werden die Kommandostation mit Blindschaltbild und eine Unterstation.

Von der Fernwirkanlage nach dem Universal-system werden Kommando- und Unterstation gezeigt. Das System ermöglicht es, Schaltstationen auf große Entfernungen über Drahtleitungen oder Funkverbindungen nach dem Impulstelegrammverfahren zu steuern.

Daneben wird dem Besucher eine teilelektronische Fernwirkanlage gezeigt. Hierbei besteht der Steuersatz aus elektronischen Bauteilen und die Abzähl-

BILD 2

Bedienungstisch einer Gefahren-Meldeanlage nach dem GLU-System



einrichtung aus Flachschutzkontakt-Relais. Die Übertragungsgeschwindigkeit der Anlage ist umschaltbar (50/100/200 Baud).

Eine Erdschluß-Sucheinrichtung, die mit einem elektronischen Erdschluß-Richtungsrelais zusammenarbeitet, wird ausgestellt.

Ebenfalls ausgestellt wird die „Sprechende Fernwarte“. Sie meldet Zustandsänderungen oder ein Abweichen vom Sollwert bestimmter Meßgrößen in einer unbemannten Station selbsttätig über Fernsprechleitungen – auch des öffentlichen Netzes – zu einer Überwachungsstelle.

Der Einsatz von Mosaik-Bausteinen in Fernwirkanlagen wird am Beispiel eines Mosaikbildes aus 33-mm-Bausteinen vorgeführt, das die Schalt- und Signalmeldungen der ausgestellten Anlagen anzeigt. Das Mosaik-Schaltbild einer großen Fernwirkanlage ist auf einem Schaubild zu sehen.

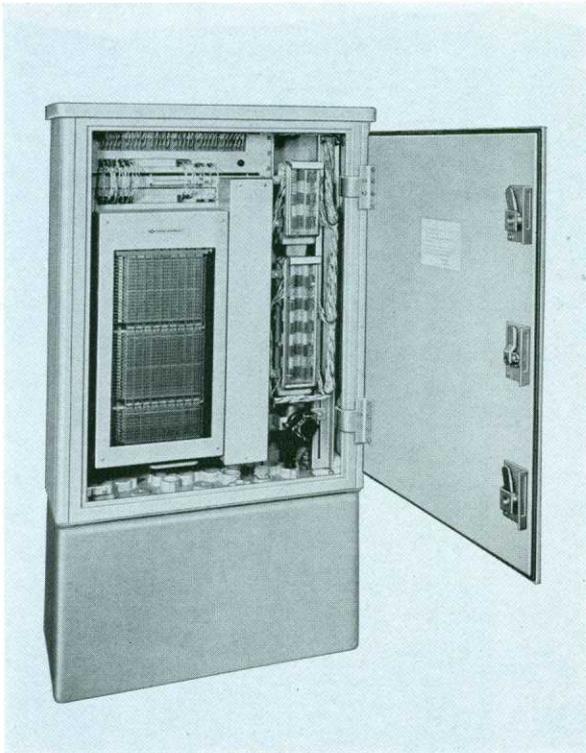


BILD 3
Leitungsdurchschalter 9-49 (Wählsterneinrichtung 62)

Datentechnik

Von einer Grubenwarte für Bergwerke werden gezeigt: für die Verwendung unter Tage eigensichere Geräte der Firma FERNSIG, für die zentrale Stelle über Tage Bedienungspult, Empfangs- und Auswertezentrale sowie ein elektromechanischer Drucker. Für weitere Einzelheiten über die Fernwirktechnik im Bergbau wird auf einen Aufsatz in diesem Heft verwiesen.

Ferner wird eine Anlage zur Übertragung von Daten über eine Doppelader im „2 aus 6“-Code ausgestellt, mit der Ziffern oder Ziffernblöcke mit erhöhter Sicherheit übertragen werden. Code-Prüfung und Stellenkontrolle gewährleisten die richtige Übertragung. Auch wird die Leitung ständig auf Störungen hin überwacht.

Übertragungstechnik

TN entwickelte die Tonsteuersysteme T 24 und T 50 für 24 bzw. 50 Kanäle, von denen Sende- und Empfängerschrank sowie ein Bedienungs- und Anzeigentableau des Systems T 50 gezeigt werden. Ein weiteres Tableau dient der Darstellung beider Systeme. Das System T 24 eignet sich besonders für Fernwirkanlagen, die ihre Kriterien durch Impulstelegramme übertragen. Mit dem System T 50 lassen sich im Bereich von 300 bis 3400 Hz des Sprachbandes bis zu 50 uncodierte Steuerungen und Meldungen gleichzeitig über eine Fernmelde- oder Signalleitung übertragen.

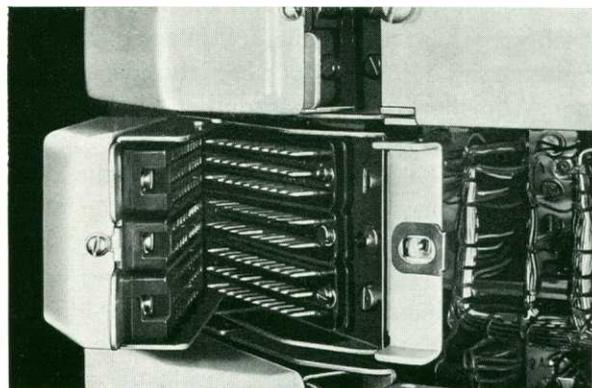


BILD 4
Bedienungstisch einer großen Wähl-Nebenstellenanlage der Baustufe III W

Amtstechnik

In Halle 13 zeigt TN das FSK-Relais-Endamt, eine selbständig arbeitende und ausbaufähige Vermittlungsstelle mit Flach-Schutz-Kontakten in den Sprechwegen und Relais 462 sowie elektronischen Bauteilen im Steuerteil. Der Leitungsdurchschalter 9-49 – bei der Deutschen Bundespost als Wählsterneinrichtung 62 an 85 Stellen zur Erprobung eingesetzt – ist eine Vorfeldeinrichtung zum Anschluß von 49 Teilnehmern über 9 Sprech- und 2 Steuerleitungen. Die Teilnehmer werden über Edelmetallkreuzverbinder mit dem Amt verbunden. Das teil-elektronische FSK-Amtssystem wird im Modell vorgeführt und ist im Heft 61 ausführlich beschrieben.

BILD 5 Mehrfachstecker für steckbare Baugruppen



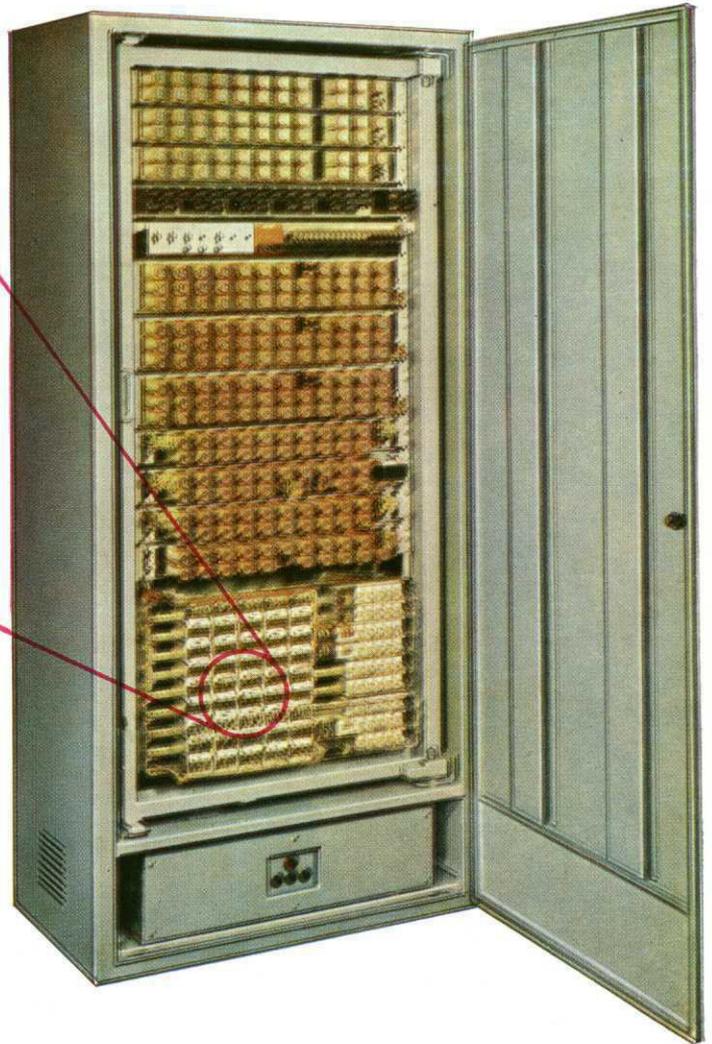
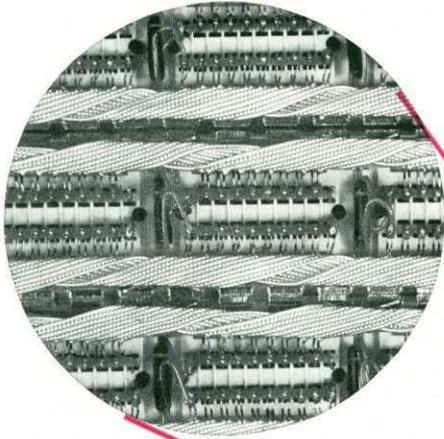


BILD 6

Wählerlose Universal-Zentrale der Baustufe II B/C mit FSK-Koppelfeld und Vermittlungsapparat mit Leuchtstanzenteilung

BILD 7

Batterie-Wanduhr im Stile von „Großvaters Taschenuhr“

Nebenstellentechnik

Auf dem Gebiet der Fernsprech-Nebenstellentechnik stellt TN wieder zahlreiche technische Neuheiten und Verbesserungen vor.

Eine große Wähl-Nebenstellenanlage der Baustufe III W wird mit Bedienungstisch gezeigt, und die vielfältigen Leistungsmerkmale werden in Betrieb vorgeführt. Die große TN-Universal-Zentrale zeichnet sich durch wertvolle Betriebseigenschaften aus: schneller Verbindungsaufbau, hohe Übertragungsgüte, lange Lebensdauer und ständige, zuverlässige Betriebsbereitschaft. Eine weite Skala von Ergänzungseinrichtungen stehen für einen betriebsgerechten Aufbau zur Verfügung. Hier seien nur einige genannt: Anrufverteilung, automatische Gebührenerfassung, Teilnehmer-Identifizierung am Vermittlungsplatz und Durchwahl zu den Nebenstellen. Mit dem Einsatz dieser zahl-



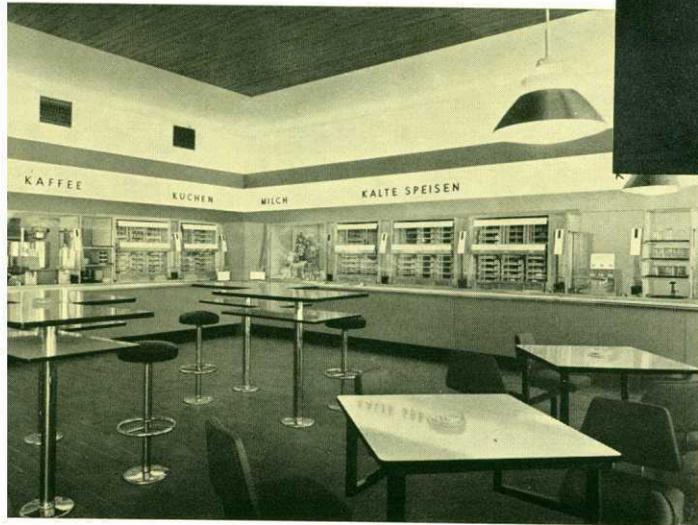
BILD 8

Automaten-Kombination
für die Zwischenverpflegung
in Betrieben



BILD 9

TN-Cafeteria in einer Autobahn-
Raststätte



reichen Ergänzungseinrichtungen läßt sich der Fernsprechkomfort erhöhen und der Sprechverkehr äußerst wirtschaftlich abwickeln.

Die Leuchttasten-Universal-Zentralen der mittleren Baustufe, von denen die Zentralen der Baustufen II B/C und II G in Betrieb gezeigt werden, sind jetzt mit steckbaren Baugruppen ausgerüstet.

Als wichtige Neuheit stellt TN wählerlose FSK-Universal-Zentralen mit Schutzrohrkontakten (Flach-Schutz-Kontakten) in den Sprechwegen vor. Bei diesen Zentralen kann auch das Tastenwahlverfahren für interne Verbindungen angewendet werden. Von diesen wählerlosen FSK-Universal-Zentralen – die ebenfalls mit steckbaren Baugruppen ausgestattet sind – werden die Baustufen II B/C und II E ausgestellt. Auf einen die TN-Nebentechnik behandelnden Aufsatz im Heft 61 sei ebenfalls hingewiesen.

In einem zu diesem Zweck eingerichteten Büro werden Fernsprechanlagen vorgeführt, die den Fernsprechkomfort erhöhen und der rationellen Erledigung der Büroarbeit dienen. Mehrere Aufsätze im Heft 61 gehen ausführlich auf dieses Thema ein.

Bauteile

Im Bereich der Bauteile werden neben einigen Typen aus der genormten Baureihe der neutralen FSK-Relais auch FSK-Haftrelais gezeigt, die sich zum Speichern von Informationen über Schaltzustände für eine bestimmte, nicht begrenzte Dauer eignen.

Batterieuhren

Im Erdgeschoß des Messehauses 19, Stand O-F-1, zeigt die Tele-Norma-Vertriebsgesellschaft mbH ein vielfältiges Programm an Wohnraumuhren mit dem bewährten 15steinigen Präzisionswerk und der neuartigen Flachspirale. Als Kuriosität findet der Besucher eine moderne Wanduhr im Stile von Großvaters Taschenuhr vor.

Verkaufsautomaten

werden in Halle 7, Stand 1300/1500, unter dem Motto – Zwischenverpflegung für die Belegschaft – ausgestellt. An zwei großen Anlagen werden die Vorteile der Verpflegung über TN-Verkaufsautomaten gezeigt.

Die Automatenkombination für die betriebliche Zwischenverpflegung besteht aus einem Dreiwahl-Flaschen-Automaten, einem Bier- und Fruchtsaft-Ausschank-Automaten und einem Zweiwahl-Milch-Automaten. Aus gekühlten und ungekühlten Gefach-Automaten werden Frühstücksportionen, Aufschnitt, Brötchen, Gebäck und dergleichen verkauft. Zugfach-Automaten bieten Tabak- und Süßwaren an.

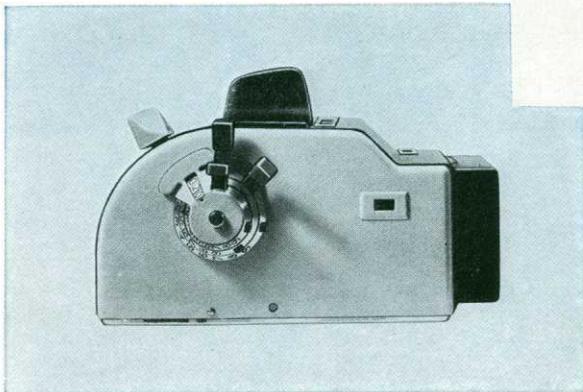
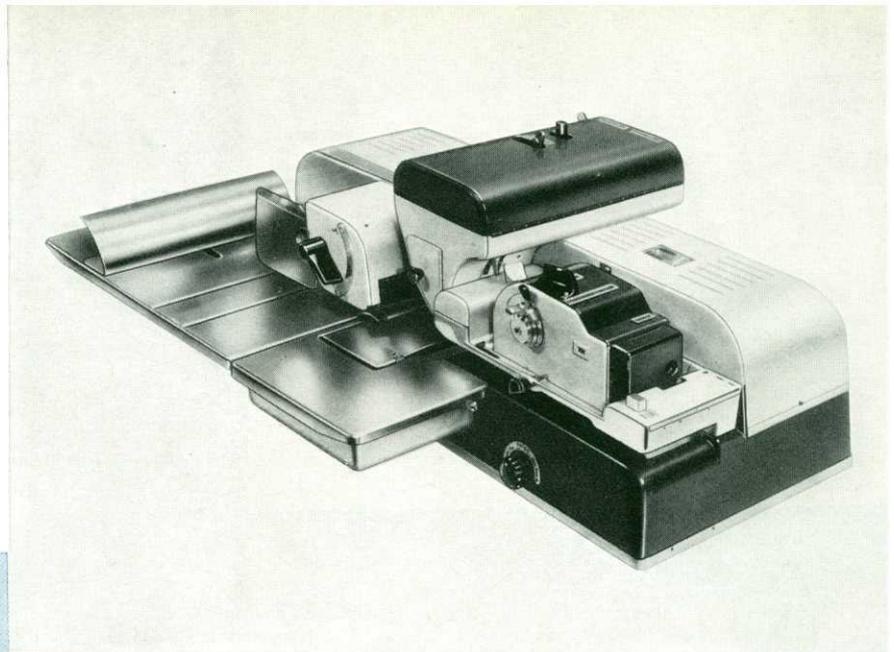


BILD 10
POSTALIA-Frankiermaschine D 2
mit Einhandbedienung

BILD 11
POSTALIA-Automatik für die schnelle
Postabfertigung in Großbetrieben

Das automatische Büfett (TN-Cafeteria) ist aus verschiedenen Bauteilen zusammengestellt, die im allgemeinen für Anlagen dieser Art verwendet werden. Daran werden alle Möglichkeiten des Verkaufs über ein automatisches Büfett vorgeführt. Die hier zu einer TN-Cafeteria zusammengefaßten Bauteile können auch als einzelne Theken aufgestellt werden.

Solche Einrichtungen haben sich in Industriebetrieben, Raststätten, Restaurants, Krankenhäusern, Universitäten und sonstigen Aufstellungsplätzen bereits hervorragend bewährt, da durch sie viele Personen schnell und zur gleichen Zeit versorgt werden können.

Von den anderen ausgestellten Automaten-Typen sind besonders erwähnenswert: der Flaschenautomat für Büro- und Verwaltungsgebäude, der neue Zweiwahl-Flaschen-Automat sowie Geldwechsler und Wechselgeld-Automaten für Banken und Sparkassen.

Während der ganzen Ausstellungszeit beraten Sie auf dem Messestand Betriebswirtschaftler und Fachleute für die Automaten-Aufstellung über den betriebswirtschaftlich fundierten Einsatz der TN-Verkaufs- und Versorgungsautomaten.

POSTALIA-Frankier- und Spezialstempelmaschinen

Die Freistempler Gesellschaft mbH, Tochterfirma der Telefonbau und Normalzeit, zeigt in Halle 17, I. Obergeschoß, Stand 2703/2802, das gesamte Programm ihrer POSTALIA-Frankier- und Spezialstempelmaschinen.

Bei der POSTALIA D 2, der kleinsten Frankiermaschine der Welt, die gleichzeitig Herzstück des POSTALIA-Baukastensystems ist, wird durch die neuartige Einhandbedienung das Einstellen der Gebühren weiter vereinfacht. Die POSTALIA-Elektrik, erste Ausbaustufe der „D 2“, bietet bereits eine leistungsfähige Kombination für die große Postabfertigung.

Die POSTALIA-Automatik, die zweite Ausbaustufe der „D 2“, ist die leistungsfähigste Frankiermaschine. In einem Arbeitsgang führt sie stündlich ca. 10 000 Briefe zu, verschließt, zählt und frankiert sie. Deshalb ist die POSTALIA-Automatik die ideale Maschine für eine schnelle Postabfertigung im Großbetrieb.

Besondere Zusatzaggregate wie Brieföffner, Eingangsstempler, Gebuchstempler, Streifengeber und Briefschließer eröffnen dieser Universalmaschine zusätzlich Anwendungsmöglichkeiten. Der Streifengeber kann beispielsweise frankierte Streifen wahlweise trocken oder naß auswerfen.

Abgerundet wird das Lieferprogramm der Freistempler Gesellschaft durch die bewährten POSTALIA-Stempler für Wechselsteuer, Gebühren, Girokontrolle und Kupons. Sie eignen sich besonders zum Einsatz in der Industrie, bei Banken, Sparkassen und Behörden.

Quarzgesteuerte Uhrenzentrale hoher Ganggenauigkeit zum Einsatz auf Schiffen

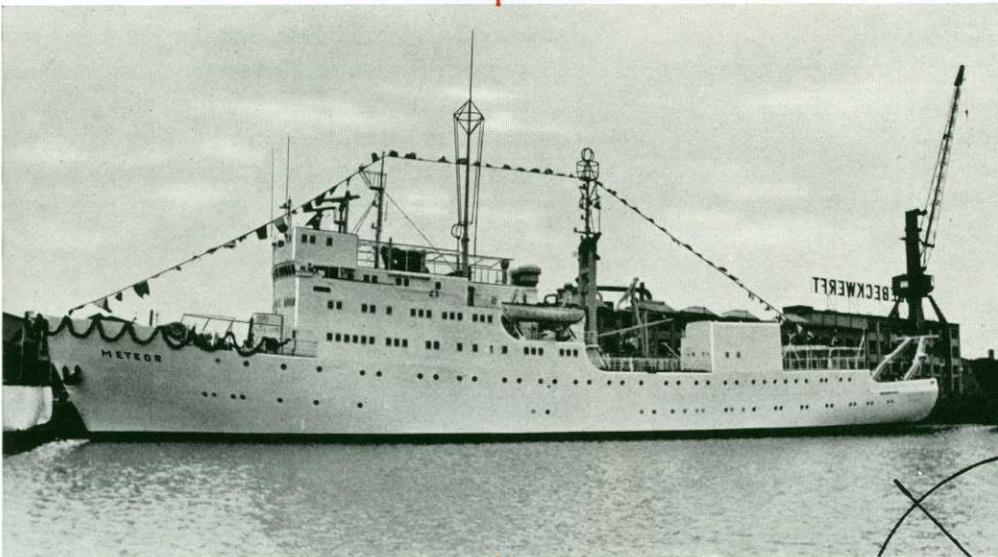
von Karl-Ludwig Plank

DK 529.786 : 681.116.2

1. Allgemeines

Im ortsfesten Zeitdienst haben sich Pendeluhren zum Steuern von Nebenuhren seit Jahrzehnten bewährt. Soweit erhöhte Forderungen an die Ganggenauigkeit gestellt werden, wurden elektro-mechanische Regulierrsysteme entwickelt, die auf dem Wege der Fernsteuerung den Gleichlauf der Pendeluhren mit einem übergeordneten Zeitnormal erzwingen [1]. Sollen Uhrenzentralen nicht ortsfest betrieben werden, so können im allgemeinen keine Pendeluhren eingesetzt werden, weil die auftretenden Erschütterungen den Gang des Pendels beeinflussen. Hier finden normalerweise Chronometer mit Unruhschwinger Verwendung. Eine Gleichlaufhaltung von Chronometern über Funk ist zwar theoretisch vorstellbar, jedoch ist bisher kein solches System bekannt geworden.

Soll die Ganggenauigkeit nicht ortsfest betriebener Uhrenzentralen gegenüber der von Chronometern



Im deutschen Forschungsschiff „Meteor“ ist eine quartzgesteuerte Uhrenzentrale, wie im vorliegenden Aufsatz beschrieben, eingebaut.



verbessert werden, so müssen elektronisch gesteuerte Zeitgeber eingesetzt werden. In diesem Falle ist auch die Gewinnung von Steuerimpulsen für die Fortschaltung der Nebenuhren ohne Beeinflussung der Ganggenauigkeit des Zeitnormals möglich. Für den Aufbau quartzgesteuerter Uhrenzentralen mit mehreren Nebenuhrlinien muß außerdem berücksichtigt werden, daß u. U. ein Teil der Uhren die Greenwich-Zeit, ein anderer Teil die Zonen-Zeit anzeigen soll. Dies gilt insbesondere für Uhrenzentralen, die in Schiffen oder Flugzeugen eingesetzt werden. Es werden verschiedene Steuerlinien mit unterschiedlichen Anforderungen an die Stellmöglichkeit der einzelnen Linien nötig. Da die Linien, welche die Greenwich-Zeit anzeigen, ein Hilfsmittel der Navigation sind, muß eine solche Zentrale eine hohe Ganggenauigkeit mit sehr hoher Betriebssicherheit verknüpfen. Aus diesem Grunde werden zwei Quarzuhren mit pausenloser Stromversorgung als Hauptuhren gefordert, die gegeneinander überwacht sind und sich beim Ausfall einer Hauptuhr gegenseitig ohne Zeitverlust ersetzen können.

Im folgenden wird über eine Zentrale berichtet, die den gestellten Forderungen entspricht.

2. Aufbau und Wirkungsweise der Hauptuhr

2.1 Grundsätzlicher Aufbau

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild eines quartzgesteuerten Impulsgebers, der aus 3 Baugruppen besteht:

- A Quarzgenerator G
- B Frequenzteiler Tr
- C Steuersatz für den Impulsausgang St

In einer Uhrenzentrale werden zwei Impulsgeber

parallel betrieben und ersetzen sich gegenseitig. Die Betriebssicherheit wird darüber hinaus noch erhöht, wenn nicht die Hauptuhren als Ganzes, sondern einzelne Baugruppen bei Störungen gegeneinander ersetzt werden. Dies kann durch eine klare Gliederung sowohl der Baugruppen als auch ihrer Überwachungseinrichtung erreicht werden.

2.2 Quarzgenerator

Der Quarzgenerator bestimmt die Ganggenauigkeit der Hauptuhr und damit die Genauigkeit der Zeitmessung. Aus diesem Grunde wurde bei der Entwicklung der Schiffsuhrenzentrale besonderer Wert auf eine hochwertige Ausführung dieser Baugruppe gelegt. Die Schaltung des Oszillators ist so ausgelegt, daß die Frequenzgenauigkeit von der angeschlossenen Last nahezu unabhängig wird.

Um die genaue Einstellung der Oszillatorfrequenz von außen vornehmen zu können, wird in der vorliegenden Schaltung die Sperrschichtkapazität einer hochwertigen Silizium-Diode durch Veränderung der angelegten Gleichspannung variiert.

Da die Kenngrößen der eingesetzten Bauelemente temperaturabhängig sind, wird auch die Oszillatorfrequenz von der Temperatur beeinflusst. Es ist daher nötig, diese Bauelemente in einem Thermostaten auf konstanter Temperatur zu halten. Üblicherweise wird die Temperatur im Thermostaten dadurch stabilisiert, daß der Heizstrom mit Hilfe eines temperaturabhängigen Kontaktes ein- und ausgeschaltet wird. Ein Nachteil dieser Anordnungen ist, daß die Kontakte verhältnismäßig große Lasten ein- und ausschalten und schon nach einigen Monaten Betriebszeit ersetzt werden müssen. Demzufolge ist die Temperatur zumindest während der

BILD 1 Prinzipschaltbild einer quartzgesteuerten Hauptuhr

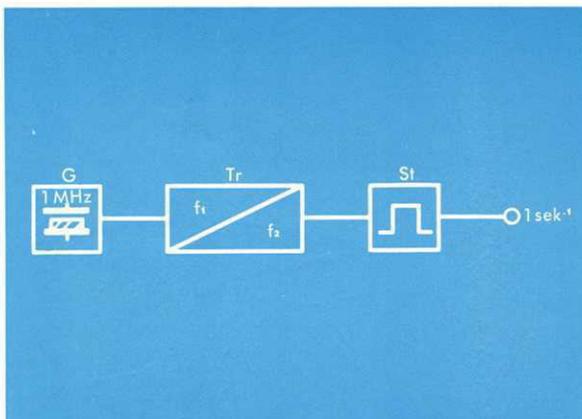
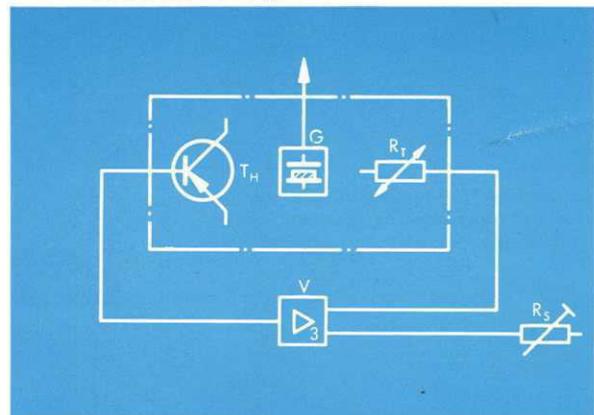


BILD 2 Blockschaltbild des Regelkreises zum kontaktlosen Regeln der Thermostatenemperatur



Wartungsarbeiten nicht mehr konstant. Der Thermostat des TN-Quarzoszillators wird demgegenüber kontaktlos mit elektronischen Mitteln auf konstanter Temperatur gehalten. Das Blockschaltbild des hierzu erforderlichen Regelkreises zeigt Bild 2. Da anstelle des Kontaktes ein Regelkreis Verwendung findet, konnte auch auf das Ein- und Ausschalten des Heizstromes verzichtet werden. Stattdessen wird im TN-Quarzoszillator die Thermostaten-Innentemperatur durch stetige Regelung des Heizstromes stabilisiert. Außerdem gestattet ein zusätzliches Potentiometer die Anpassung der Thermostaten-Innentemperatur an die günstigste Betriebstemperatur des Quarzes. Auf diese Weise wird eine Temperaturkonstanz von $\pm 1/10^\circ\text{C}$ bei schnellen Schwankungen der Außentemperatur zwischen -10° und $+50^\circ\text{C}$ erreicht.

Bild 3 zeigt den Quarzgenerator mit Thermostat und Regelverstärker. In der Mitte ist der Thermostat zu erkennen. Die Haube mit der Wärme-Isolation ist abgenommen. Links neben dem Thermostaten sind der Regelverstärker sowie verschiedene Überwachungseinrichtungen eingesteckt, welche die Funktion des Quarzgenerators kontrollieren. Der beschriebene Quarzgenerator arbeitet mit einer Frequenz von $1\text{ MHz} \pm 1 \times 10^{-7}$ im Temperaturbereich -10° bis $+50^\circ\text{C}$. Generator und Regelverstärker sind mit hochwertigen Silizium-Planar-Transistoren bestückt.

2.3 Frequenzteiler

Der Quarzgenerator steuert den Frequenzteiler, der die Aufgabe hat, die Frequenz des Schwingquarzes im Verhältnis 1 Million : 1 zu teilen. Am Ausgang des Frequenzteilers ist damit eine Impuls-

folge mit der Folgedauer 1 Sekunde verfügbar, die dem Steuersatz zur Impulsformung zugeführt wird. Wie Bild 4 zeigt, ist der Frequenzteiler in 3 Teilergruppen aufgeteilt. Die Teilung von 1 MHz auf 1 kHz geschieht nach dem Prinzip getriggert Generatoren, über das bereits berichtet wurde [2]. Dabei wird die Periodendauer der Schaltfrequenz eines Sperrschwinger-Oszillators durch Parallelschalten von Kapazitäten etwa auf das 0,2fache der Periodendauer des Ausgangssignals vergrößert. In einer einwandfrei arbeitenden Teilergruppe besteht zwischen Eingangs- und Ausgangssignal eine definierte Phasenlage. Bei Störungen dieser Teileranordnung treten Phasenschwankungen auf, die von einer Überwachungseinrichtung registriert werden und auf diese Weise gemeldet werden können.

Das 1-kHz-Signal vom Ausgang des beschriebenen Teilers wird einer zweiten Teilergruppe zugeführt. Sie besteht aus drei getriggerten astabilen Multivibratoren. Je Stufe ist das Teilverhältnis 5 : 1 festgelegt worden. Die dreistufige Gruppe teilt die Eingangsfrequenz im Verhältnis 1 : 125, so daß am Ausgang dieser Teilergruppe ein Signal mit der Periodendauer 125 ms verfügbar ist. Auch diese Gruppe wird überwacht. Das 125-ms-Signal steuert die dritte Teilergruppe, die mit drei bistabilen Multivibratoren aufgebaut ist. Es ergibt sich ein Teilverhältnis von 8 : 1, so daß die Periodendauer des Ausgangssignals der dritten Teilergruppe 1 Sekunde beträgt. Mit Hilfe einer Stelleinrichtung kann diese Teilergruppe von Hand stillgesetzt werden. Es können aber auch Einzelimpulse zugeführt werden. Daher ist es möglich, den Sekundenimpuls auf

BILD 3 Ansicht des Quarzgenerators im Thermostat mit Regelkreis und Überwachungsschaltung

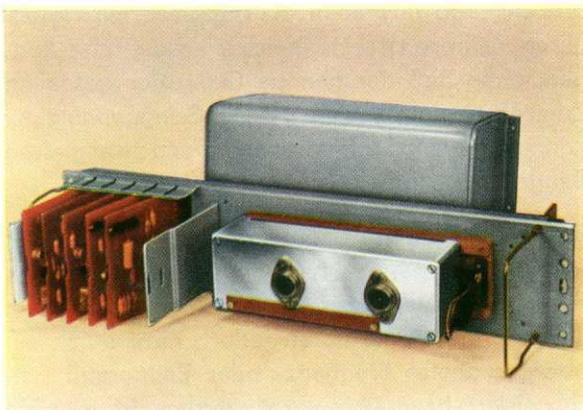
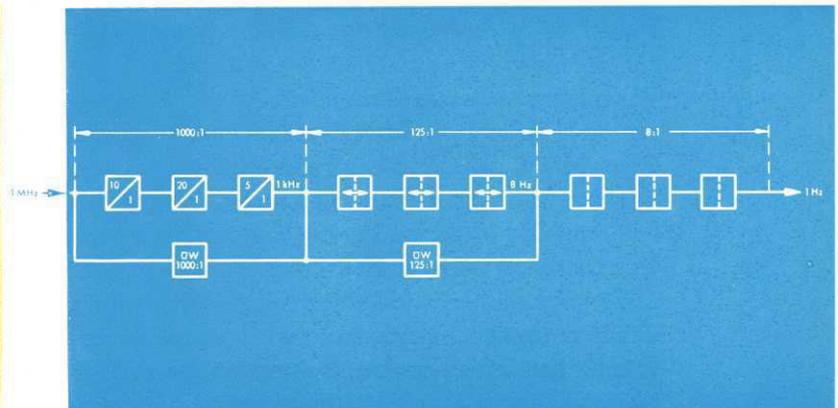


BILD 4 Blockschaltbild des Frequenzteilers mit angeschlossenen Überwachungseinrichtungen



$\pm 1/16$ Sekunde genau zu einem übergeordneten Zeitnormal zu stellen.

2.4 Steuersatz für den Sekunden-Impuls-Ausgang
Der 1-Hz-Ausgang des Frequenzteilers ist an den Eingang des Steuersatzes angeschlossen. Dieser Steuersatz erzeugt auf zwei Ausgangsleitungen rechteckförmige Signale definierter Dauer, mit denen elektronische Uhrenrelais direkt angesteuert werden können. Für die Steuerung von Uhrenrelais im TN-System werden polwechselnde Signale in Sekunden-Abstand angewendet. Jeder Sekundenimpuls soll mindestens 800 ms lang sein. Beim quartzesteuerten Signalgeber sind die Einzelsignale 875 ms lang; die Pause zwischen zwei Signalen beträgt 125 ms.

Werden an diese Ausgänge Uhrenrelais angeschlossen, so können mit einem Steuersatz bis zu 5000 Nebenuhren gleichzeitig betrieben werden (vgl. Absatz 4). Die Lebensdauer der zur Steuerung eingesetzten FSK-Relais ist bei Einsatz elektronischer Uhrenrelais so groß, daß ein Auswechseln der FSK-Relais nur etwa alle 30 Jahre erforderlich wird.

2.5 Elektronische Schaltung zur Erzeugung von Minutenimpulsen

Zur Steuerung von Minuten-Nebenuhrlinien mit einem Sekunden-Signal kann ein elektro-mechanisches Schrittschaltwerk eingesetzt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, daß vom Augenblick der Sekundenimpulsgebung bis zum Augenblick der Minuten-Signal-Auslösung eine gewisse Zeit vergeht. Diese Verzögerung wird durch die mechanische Bewegung des Schrittschaltwerkes verursacht. Bei der Entwicklung quartzesteuerter Uhren wurde anstelle des elektro-mechanischen Schrittschaltwerkes eine elektronische Schaltung angewandt, die lage- und erschütterungsunabhängig ist und die Kontinuität der Schaltmittel innerhalb der Quarzhauptuhr gewährleistet.

Diese Einrichtung besteht aus sechs bistabilen Teilerstufen, die so miteinander gekoppelt sind, daß ein Teilungsverhältnis 60 : 1 resultiert. An den Ausgang dieser Teilerkette ist der in Absatz 2.4 beschriebene Steuersatz für die Formung von Minutenimpulsen angeschlossen. Er erzeugt auf zwei Ausgangsleitungen rechteckförmige Signale von zwei Sekunden Dauer, die je Minute ihre Polarität ändern. Mit diesen Signalen werden elektronische Uhrenrelais direkt angesteuert, über welche wie bei dem Steuersatz für den Sekunden-Impuls-Ausgang, bis zu 5000 Nebenuhren gleichzeitig betrieben werden können.

3. Quarzgesteuerte Uhrenzentrale

3.1 Betrieb zweier quartzesteuerter Hauptuhren innerhalb einer Zentrale

Um die Betriebssicherheit der Zentrale zu erhöhen, werden zwei Hauptuhren eingesetzt. Dabei steuert Hauptuhr A als Betriebshauptuhr die Nebenuhrlinien, während Hauptuhr B als Reserve-Hauptuhr synchron mitläuft und bei Ausfall der Hauptuhr A die Steuerung der Nebenuhrlinien übernimmt. In Zentralen, die von Pendeluhrn gesteuert werden, ist das primäre Zeitnormal die Schwingungsdauer des Pendels. Hier genügt die Überwachung aller Schaltmittel, die dem Pendel nachgeschaltet sind.

In quartzesteuerten Uhrenzentralen muß dagegen die Überwachung beim Quarzgenerator selbst einsetzen. Außerdem müssen alle Teilerstufen überwacht werden. Beim Ausfall einer Stufe muß innerhalb der Zentrale ersatzgeschaltet werden. Die Kontinuität der Uhrenfortschaltung darf dabei nicht beeinträchtigt werden. Die grundsätzliche Anordnung zeigt Bild 5. Dabei wird je Hauptuhr der Quarzgenerator mit dem Frequenzteiler 1 MHz : 8 Hz als eine abgeschlossene Baugruppe behandelt. Bei Ausfällen innerhalb dieser Baugruppe der Hauptuhr A wird sofort auf die Hauptuhr B umgeschaltet, und die nachfolgenden Baugruppen werden vom 8 Hz-Impuls der Hauptuhr B gesteuert. Beim Auftreten mehrerer Fehler in beiden Hauptuhren zu gleicher Zeit erkennt der Umschalteauswerter UAW den schwerwiegendsten Fehler und schaltet jeweils auf die Gruppe, die am geringsten gestört ist.

Eine Sekunden-Überwachungseinrichtung ÜW „Sek“ kontrolliert das koinzidente Eintreffen der Sekundenimpulse und schaltet bei Ausfall des Teilers 8 Hz : 1 Hz die Hauptuhr A auf den entsprechenden Teiler der Hauptuhr B um. Analog geschieht die Minutenüberwachung. Auf diese Weise wird erreicht, daß in beiden quartzesteuerten Hauptuhren mehrere Defekte gleichzeitig auftreten können, ohne daß der genaue Gang der gesamten Zentrale beeinträchtigt wird. Die Ganggenauigkeit kann nur beeinträchtigt werden, wenn zwei gleiche Baugruppen zu gleicher Zeit ausfallen.

3.2 Überwachung der Quarzgeneratoren

In zwei quartzesteuerten Hauptuhren können sich die Quarzgeneratoren gegenseitig überwachen. Solange die Generatoren jedoch nicht durch ein übergeordnetes Frequenz- oder Zeitnormal synchronisiert bzw. überwacht werden, ist es nicht

möglich, den Generator mit der besseren Gangkonstanz zu ermitteln. Es kann lediglich festgestellt werden, ob beide Generatoren innerhalb eines vorgegebenen Frequenz-Toleranzbereiches arbeiten. Dies geschieht durch Erzeugung der Differenzfrequenz beider Generatoren und Vergleich mit dem Sekundenimpuls des einen Generators. Dabei wird die Anzahl der Schwingungszüge der Differenzfrequenz während eines Sekundenintervalls ausgezählt und ein Relais erregt, sobald eine voreingestellte Anzahl von Schwingungszügen überschritten wird.

4. Steuerung und Überwachung der Nebenuhr- linien

4.1 Grundlagen der Fortschalteeinrichtungen
Nebenuhrlinien können vom quarzgesteuerten Impulsgeber her sowohl im Sekunden- als auch im Minutenrhythmus weitergeschaltet werden. Es ist daher grundsätzlich möglich, genau wie bei Pendeluhrzentralen, Nebenuhren mit springender Sekunde und schleichender Minute, Nebenuhren mit springender Minute und Nebenuhren mit springender Sekunde und springender Minute zu betreiben. Ein Steuersatz kann dabei bis zu 100 elektronische Uhrenrelais [3] mit je 50 Nebenuhrwerken betreiben. Durch Zwischenschaltung von Vervielfacher-Relais kann die Anzahl der Nebenuhrwerke beliebig vergrößert werden.

Ein elektronisches Uhrenrelais mit den angeschlossenen Nebenuhren stellt eine Uhrenlinie dar. Solche Nebenuhrlinien sollen einzeln oder insgesamt gestellt werden können. Die Möglichkeit der Einzelstellung ist erforderlich, um bei Störungen innerhalb einer Linie den ordnungsgemäßen Betrieb aller übrigen Linien sicherzustellen und trotzdem die Zeitanzeige der gestörten Linie korrigieren zu können. Eine Stellung aller Linien ist erforderlich, wenn in der Uhrenzentrale eine Störung auftritt (Gesamtstellung). Bei mobilen Uhrenzentralen, insbesondere auf Schiffen, ist außerdem eine Einrichtung notwendig, die es gestattet, bestimmte Nebenuhrlinien auf die Zonenzeit einzustellen (Gruppenstellung).

Bei allen Stelleinrichtungen müssen die Steuermittel ohne Impulsverlust umgeschaltet werden. Bei manueller Betätigung der Stelltasten muß der gerade ablaufende Steuervorgang ungehindert abgeschlossen werden. Erst dann darf der Stellbefehl wirksam werden.

4.2 Stelleinrichtungen für Sekundenlinien

Für das Fortschalten von Nebenuhren mit springendem Sekundenzeiger und schleichendem Minutenzeiger sind drei einstellbare stabile Betriebszustände erforderlich:

- A. Normalbetrieb: Die Linie wird mit polwechselnden Sekundenimpulsen gespeist.
- B. Stop: An die Linie gelangen keine Steuerimpulse.
- C. Schneller Vorlauf: Die Linie wird mit polwechselnden Halbsekundenimpulsen gespeist.

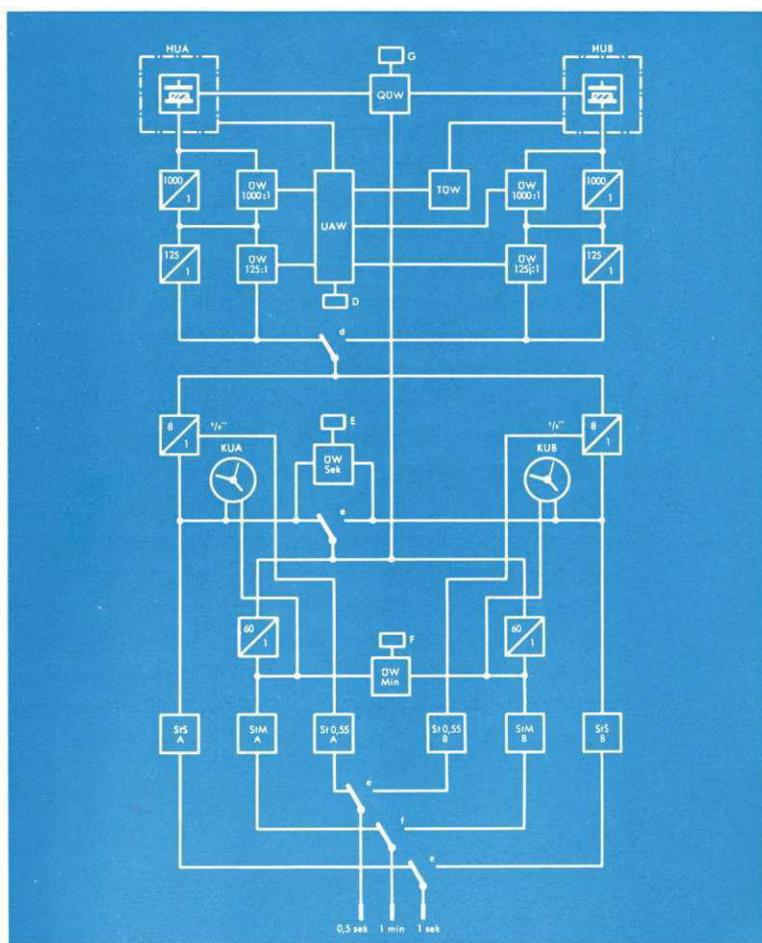
Minuten-Nebenuhrlinien erhalten bei Normalbetrieb Minutenimpulse zugeführt, und bei schnellem Vorlauf wird die Linie mit polwechselnden Sekundenimpulsen gespeist.

Jeder beschriebene Stellvorgang kann für eine einzelne Linie (Einzelstellung) oder für alle mit gleichen Uhren bestückten Linien gemeinsam (Gesamtstellung) durchgeführt werden.

4.3 Eine spezielle Stelleinrichtung für Minuten- linien in Schiffsuhrzentralen

Die Minutenlinien in Schiffsuhrzentralen müssen auf die Zonenzeit eingestellt werden können. Je

BILD 5 Prinzipschaltbild für die Parallelschaltung zweier quarzgesteuerter Hauptuhren in einer Uhrenzentrale



nach Fahrtrichtung des Schiffes müssen alle die Zonenzeit anzeigenden Uhren beim Überqueren der Zeitgrenzen um eine Stunde vor- oder zurückgestellt werden. Die Zeiger der Nebenuhren müssen in beiden Richtungen stellbar sein. In jede Nebenuhr sind zwei Minutenwerke mit entgegengesetzter Drehrichtung eingebaut, die über ein Planetengetriebe die Zeigerwelle antreiben. Die Minutenwerke für Vor- und Rückwärtslauf werden über getrennte Leitungen gesteuert.

Zur Steuerung der Minutenlinien sind vier stabile Betriebszustände einstellbar:

- A. Normalbetrieb: Die Nebenuhrlinien werden durch Minutensignale in Vorwärtsrichtung geschaltet.
- B. Stop: Die Nebenuhrlinien werden ohne Impulsverlust stillgesetzt.
- C. Schneller Vorlauf: Die Nebenuhrlinien werden durch polwechselnde Sekundenimpulse in Vorwärtsrichtung fortgeschaltet.
- D. Schneller Rücklauf: Die Nebenuhrlinien werden durch polwechselnde Sekundenimpulse in Rückwärtsrichtung fortgeschaltet.

Alle vier Betriebszustände können je Nebenuhrlinie und für alle Nebenuhrlinien gemeinsam eingestellt werden.

5. Zubehör

5.1 Stromversorgung

Die vollständige Uhrenzentrale ist für den Anschluß an 220 V ~ oder 24 V – ausgelegt. Die Nebenuhrlinien, deren Überwachungs- und Fortschalteinrichtungen und die Heizung des Thermostaten werden direkt mit 24 V – betrieben.

Die beiden quartz gesteuerten Impulsgeber sowie die Regelschaltung für den Thermostaten arbeiten mit 12-V-Batteriespannung. Diese Spannung wird mit sehr großer Zuverlässigkeit erzeugt und ist doppelt elektronisch stabilisiert. Da die Ganggenauigkeit des Quarzgenerators wesentlich von der Konstanz der Spannung abhängt, und außerdem die Spannung auch bei Ausfällen der Speisespannungsquelle erhalten bleiben muß, ist je Impulsgeber ein eigenes Netzgerät mit Pufferakkumulator vorgesehen. Jedes Speisegerät ist in sich kurzschlußfest, d. h. es kann bis zum Kurzschluß belastet werden. Daher ist innerhalb dieser Geräte keine Sicherung erforderlich. Bei Ausfall der Speisespannung ist

mit den Akkumulatoren ein Ersatzbetrieb bis zu vier Stunden möglich. Dabei bleiben die Kontrolluhren in Betrieb. Die Nebenuhrlinien können nach Behebung des Ausfalls über die Stelleinrichtung wieder gestellt werden.

5.2 Überwachungs- und Signalisierungseinrichtungen

Neben den bereits beschriebenen Überwachungseinrichtungen der quartz gesteuerten Impulsgeber sind noch Einrichtungen erforderlich, welche die Fortschaltung der Linien und die Betriebsspannungen überwachen.

Bei Ausfall der Linienstromspeisung werden alle Linien so abgeschaltet, daß alle Uhren gleiche Zeit anzeigen.

Die einzelnen Linien werden durch Differentialrelais oder Nockenkontakte auf der letzten Uhr jeder Linie gegenseitig überwacht. Bei Ausfall einer Linie wird die Störung gemeldet.

Wenn die Überwachungsspannung ausfällt, wird von den Pufferakkumulatoren der beiden quartz gesteuerten Impulsgeber die Störung gemeldet.

6. Konstruktive Merkmale

Die gesamte Uhrenzentrale ist in Schienenbauweise ausgeführt. Die elektronischen Baugruppen sind auf Leiterplatten steckbar ausgeführt, um bei Störungen eine schnelle Austauschbarkeit zu gewährleisten.

Die gesamte Zentrale besteht aus zwei Wand-schränken (Bild 6), von denen der eine die Schienen der beiden quartz gesteuerten Impulsgeber mit Stell-einrichtungen, Steuersätzen und Hauptuhren enthält. Der andere Schrank ist mit der Linienspeisung und den Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen für die Linien bestückt.

Beide Schränke sind tropfwasserdicht ausgeführt. Alle Instrumente sind rüttelfest und seewassergeschützt. Die Bedienungselemente sind durch Glasfenster von außen sichtbar und über abgedichtete Klappen zugänglich. Die Bleisammler befinden sich in einem gasdichten Gehäuse mit Druckausgleich nach außen.

7. Meßergebnisse

Die vorstehend beschriebene quartz gesteuerte Uhrenzentrale wurde in mehrjähriger Entwicklungsarbeit erstellt. Während der Erprobungszeit wurde mit eigens zu diesem Zweck entwickelten Meßeinrichtungen die Ganggenauigkeit ständig überwacht. Es ergab sich bisher eine maximale Frequenz-

abweichung von $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ im Temperaturbereich $-10^{\circ} \dots +50^{\circ} \text{C}$ über lange Zeiten. Der maximal ermittelte Gangfehler je Tag betrug 4 ms. Hierbei trat jedoch zugleich ein Temperatursprung von etwa 30°C auf. Der Gangfehler über 3 Wochen betrug maximal $+3,8 \cdot 10^{-8}$, der gemittelte Fehler je Tag 3,28 ms.

8. Zusammenfassung

Es wird eine quarzgesteuerte Uhrenzentrale beschrieben, die bei großer Ganggenauigkeit die technischen Eigenschaften von pendeluhrgesteuerten Uhrenzentralen hat. Besonderer Wert wurde auf extrem große Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit gelegt. Zur Eingrenzung von Fehlerquellen ist das gesamte System voll überwacht. Eine regelmäßige Wartung, wie bei mechanischen Systemen, ist nicht erforderlich.

Die Ganggenauigkeit ist um mehr als zwei Zehnerpotenzen besser als bei Pendeluhren. Wenn der verbleibende Anzeigefehler kleiner als $\frac{1}{8}$ s bleiben soll, ist die Genauigkeit der Zeitanzeige etwa alle 2 Monate zu kontrollieren. Soweit Nachstellmaßnahmen überhaupt erforderlich sind, können sie von Laien ausgeführt werden. Die mittlere

statistische Lebensdauer aller Bauelemente beträgt mindestens 30 Jahre. Die gegenseitige Ersatzschaltung aller Baugruppen innerhalb der beiden quarzgesteuerten Impulsgeber gewährleistet bei Ausfall einzelner Baugruppen zusätzliche Betriebssicherheit. Durch Einsatz eines elektronisch geregelten Thermostaten wird auch die Lebensdauer dieses Bauelements auf etwa 30 Jahre erhöht.

Die Betriebslage ist beliebig, das Gerät ist in weiten Grenzen erschütterungsunabhängig. Mit Ausnahme der Steuersätze und der Fortschalteneinrichtung sind innerhalb der Baugruppen zur Zeitimpulserzeugung keine mechanisch bewegten Teile vorhanden. Daher sind diese Uhrenzentralen sowie die daraus resultierenden Variationsmöglichkeiten insbesondere für den mobilen Einsatz vorzüglich geeignet.

Literatur:

- [1] Leiner, G. Möglichkeiten der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren. Signal und Draht, 1959, H. 10.
- [2] Plank, K.-L. Frequenzteilung mit Hilfe getriggelter Generatoren. NTZ - März 1963.
- [3] Nezik, D. Ein kontaktloses Uhrenrelais mit Halbleitern. TN-Nachrichten, 1964, Heft 62.

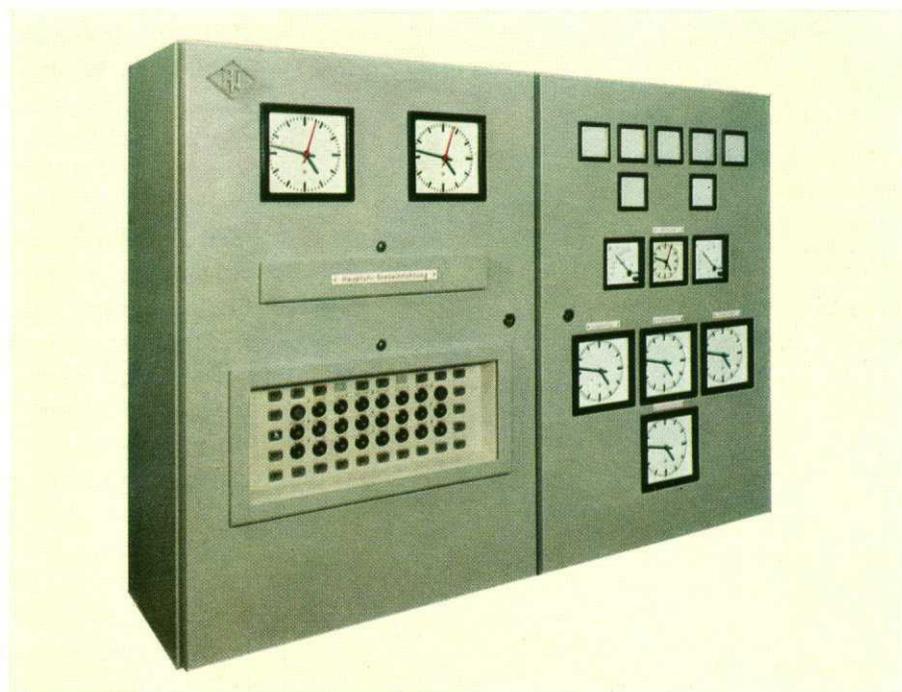
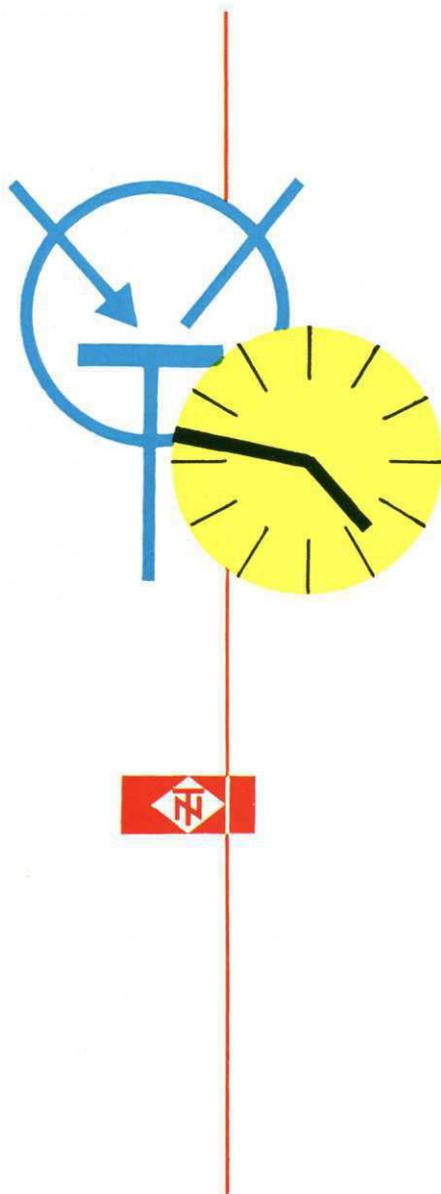


BILD 6
Außenansicht
der Schiffsuhrzentrale



Ein kontaktloses Uhrenrelais mit Halbleitern

von Dieter Nezik

DK 621.318.57 : 529.7

Allgemeines

Uhrenrelais sind Schaltmittel, die polwechselnde Impulse zum Fortschalten von Nebenuhren zu definierten Zeiten – in der Regel von Hauptuhren gesteuert – verstärkt weiterleiten [1]. In der „klassischen“ Bauweise sind sie als gepolte Relais mit zwei oder drei stabilen Betriebslagen ausgeführt. Dabei wird in TN-Uhrenanlagen zur Erzeugung und verstärkten Weiterleitung von Sekundenimpulsen eine Ausführung mit starrem Anker (Bild 1) verwendet, während zum Weiterleiten von Minutenimpulsen in TN-Uhrenanlagen Relais mit je einem Anker für jede Stromrichtung eingesetzt werden (Bild 2). Beim Einsatz solcher elektromagnetischer Uhrenrelais ergibt sich unter den verschiedenen Betriebsbedingungen eine Typenvielfalt, die eine Rationalisierung in Fertigung und Lagerhaltung erschwert. Außerdem kann die Erregerleistung nicht unter etwa 30 mW gesenkt werden, so daß der Einsatz in entfernten Betriebsstellen nur dann möglich ist, wenn eine hinreichende elektrische Impulsleistung über die verfügbaren Kabel übertragen werden kann.

Untersuchungen haben gezeigt, daß Schaltungen mit elektronischen Bauelementen Lösungen ergeben, welche die Entwicklung entsprechender Einrichtungen zweckmäßig erscheinen lassen.

Schaltungen mit Halbleitern

Sollen mit Halbleitern polwechselnde Signale geschaltet werden, so müssen mehrere Halbleiterbauelemente zusammengeschaltet werden, da eine Umkehrung der Stromrichtung im Bauelement nicht möglich ist. Ein Schaltungsbeispiel zeigt im Prinzip Bild 3. Wird Schalter a geschlossen, so fließt der Strom von $+U_B$ über a_1 , A, die Uhrenlinie nach B und über a_2 nach O. Der Strom fließt also in der Uhrenlinie von A nach B. Wird jedoch anstelle von Schalter a der Schalter b geschlossen, so fließt der Strom von $+U_B$ über b_1 , B, die Uhrenlinie nach A und weiter über b_2 nach O. Solange beide Schalter geöffnet sind, ist die Uhrenlinie stromlos.

Werden nun anstelle der einzelnen Schaltkontakte Transistoren eingesetzt, so erhält man eine Brückenschaltung mit vier Transistoren nach Bild 4.

Wird in dieser Schaltung an die Basen B_1 und B_4 der zugehörigen Transistoren T_1 und T_4 negative Spannung, an die Basen B_2 und B_3 dagegen positive Spannung gelegt, so ist die Spannung am Punkte A_2 etwa gleich der Spannung an B_1 , während am Punkte A_1 eine sehr geringe negative Spannung liegt. Wird zwischen A_1 und A_2 ein Lastwiderstand gelegt, so fließt ein Strom von A_1 nach A_2 . Werden dagegen die Basen B_1 und B_4 positiv und B_2 und B_3 negativ vorgespannt, so fließt der Strom durch diesen Lastwiderstand von A_2 nach A_1 , d. h. er hat seine Richtung umgekehrt.

Die Schaltung nach Bild 4 hat vier Steuereingänge $B_1 \dots B_4$. Soll nur über zwei Eingängen gesteuert werden und stehen als Steuersignale nur die Spannungen $-U_b$ und O zur Verfügung, so muß diese Schaltung erweitert werden. Bild 5 zeigt die Grund-

BILD 3 Schaltungsbeispiel zur Erzielung einer Umkehrung der Stromrichtung mit Schaltern

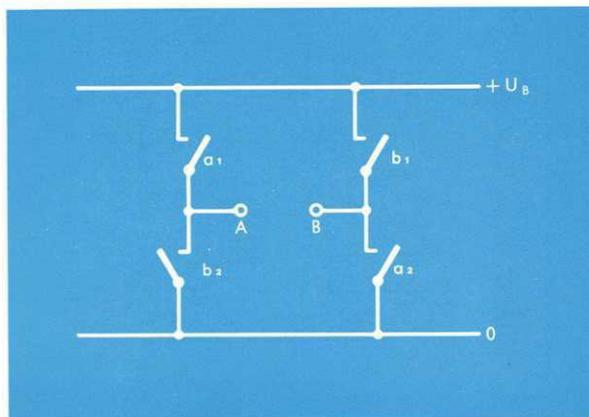


BILD 1
Elektro-
mechanisches
Sekunden-
uhrenrelais

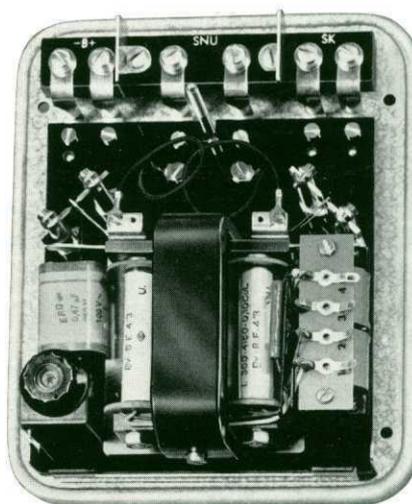


BILD 2
Elektro-
mechanisches
Minuten-
uhrenrelais

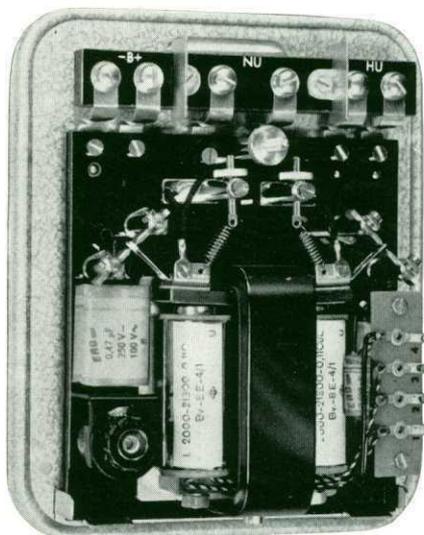
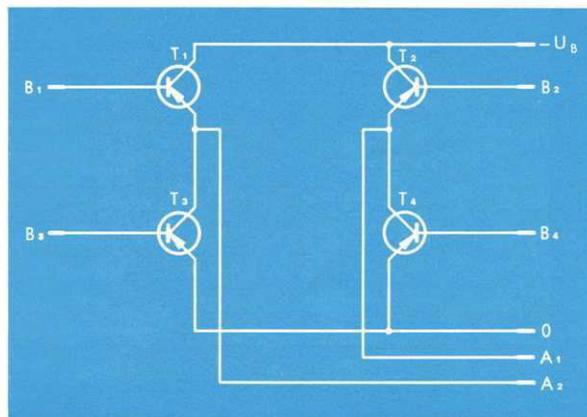


BILD 4 Schaltungsbeispiel zur Erzielung einer Umkehrung der Stromrichtung mit Transistoren



schaltung eines elektronischen Uhrenrelais. Liegt an B₁ die Spannung -U_b und an B₂ Masse, so stellt sich an Punkt A₂ eine negative Spannung der Größe

$$U_{A2} = U_b - U_{CER} \quad (1)$$

U_{CER} = Restspannung des vollständig geöffneten Transistors T₁ ein, die über den Spannungsteiler R₁₄ und R₄₀ die Basis des Transistors T₄ negativ vorspannt. Hierdurch wird T₄ leitend gesteuert. Ist zwischen A₁ und A₂ ein Lastwiderstand geschaltet, so stellt sich am Punkt A₁ eine Spannung

$$U_{A1} = U_{CER} + R_{34} \cdot I_{12} \quad (2)$$

ein, die etwa bei 0,6 V liegt, jedoch ein wenig von I₁₂ abhängt. Die zwischen A₁ und A₂ liegende Spannung beträgt etwa

$$U_{A1-A2} = U_b - (2 U_{CER} + 0,2 \text{ V}) \approx U_b - 1,2 \text{ V} \quad (3)$$

Der Laststrom fließt von A₁ nach A₂.

Liegen beide Eingänge B₁ und B₂ an Masse, so sind alle 4 Transistoren gesperrt. Zwischen A₁ und A₂ kann sich keine nennenswerte Spannung ausbilden, solange R₃₄ klein gegenüber dem Widerstand der Kollektor-Emitterstrecken der gesperrten Transistoren ist. Die Dioden D₁ ... D₄ schließen in diesem Betriebszustand des Uhrenrelais Störspannungen, die auf der Leitung induziert werden, über die Betriebsspannungsquelle kurz. Es fließt kein Laststrom durch den Lastwiderstand.

Ist B₁ geerdet und B₂ an -U_b gelegt, so sind die Transistoren T₂ und T₃ leitend, so daß ein Laststrom von A₂ nach A₁ fließen kann.

Diese Schaltung hat mithin drei stabile Betriebszustände, die denen des elektromechanischen Minutenuhrenrelais entsprechen. Wird dagegen die Umpolung der Steuerspannung an den Eingängen B₁ und B₂ ohne Zwischenschaltung des Ruhezustandes - beide Basen geerdet - vorgenommen, so ergibt sich ein Ausgangssignal, das dem des elektromechanischen Sekundenrelais entspricht. Dies bedeutet, daß ein elektronisches Uhrenrelais nach dieser Schaltung sowohl das elektromechanische Minuten- als auch das Sekundenrelais elektrisch ersetzen kann.

Eine solche einfache Schaltung benötigt zur Ansteuerung d. h. zum Öffnen und Sperren der Transistoren, eindeutige Signale. Da die Transistoren, deren Basen gesteuert werden, keine Spannungsverstärkung ermöglichen, müssen über die Steuerleitungen Spannungen zugeführt werden, die gleich der Betriebsspannung sind. Deswegen kann diese Schaltung nur in unmittelbarer Nähe einer Haupt-

uhr eingesetzt werden. Wegen der Gleichstromverbindung zwischen Ein- und Ausgang sind auch Erdschlußmessungen nur bedingt möglich.

Steigerung der Empfindlichkeit und galvanische Trennung

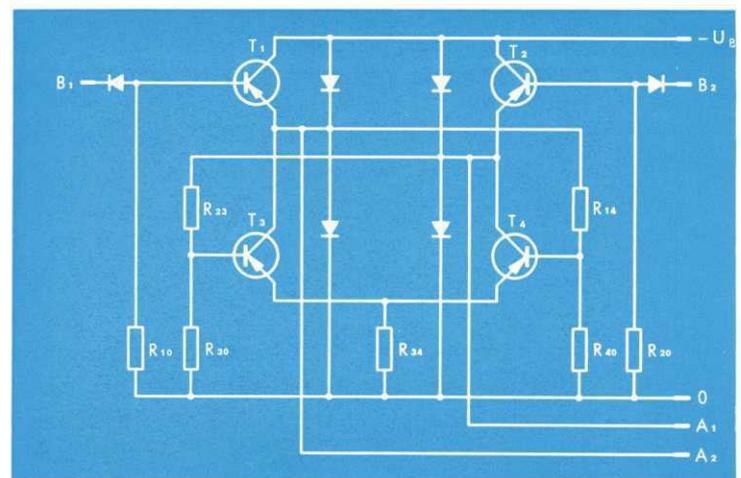
Es liegt nahe, durch Vorverstärker die Empfindlichkeit der im vorigen Abschnitt beschriebenen Grundschaltung zu erhöhen. Wegen der erforderlichen Gleichstromkopplung werden jedoch die Erdungsverhältnisse recht unübersichtlich und die Möglichkeiten der Erdschlußprüfung weiter eingeschränkt. Aus diesem Grunde wurde eine Schaltung entwickelt, die eine galvanische Trennung von Eingang und Ausgang des elektronischen Uhrenrelais bei gleichzeitiger Erhöhung der Eingangsempfindlichkeit ermöglicht.

Die Eingangsspannung schaltet mit Hilfe von Transistoren eine intern erzeugte Wechselfspannung. Diese Wechselfspannung wird anschließend gleichgerichtet und der resultierende Gleichstrom wird der Grundschaltung nach Bild 5 als Steuersignal zugeführt. Damit kann diese Schaltung als Leistungsschalter angesehen werden.

Bild 6 stellt das Prinzipschaltbild eines elektronischen Uhrenrelais mit galvanischer Trennung und erhöhter Empfindlichkeit dar. Ist zwischen den Eingängen E₁ und E₂ eine hinreichend große Potentialdifferenz vorhanden, wobei beispielsweise E₁ negativ gegenüber E₂ sei, so gelangt Wechselfspannung vom Wandler W über Schaltstufe S₁ an den Gleichrichter G₁. Über C₁ und C'₁ wird diese

BILD 5

Grundschaltung des elektronischen Uhrenrelais



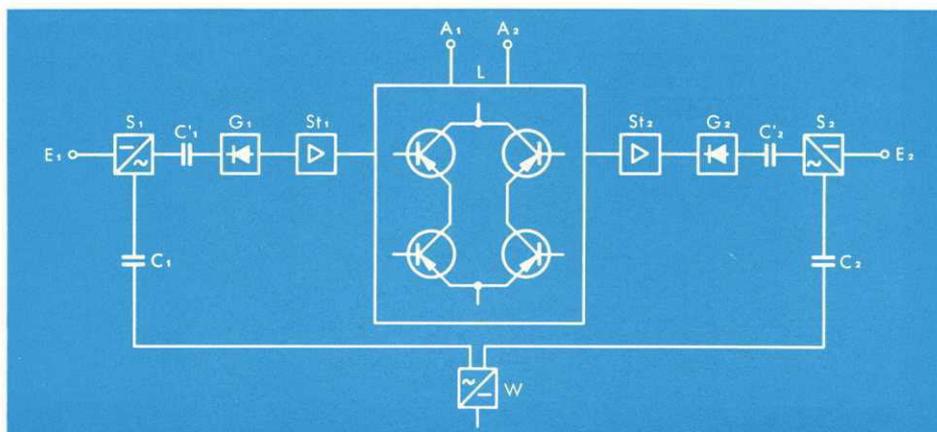


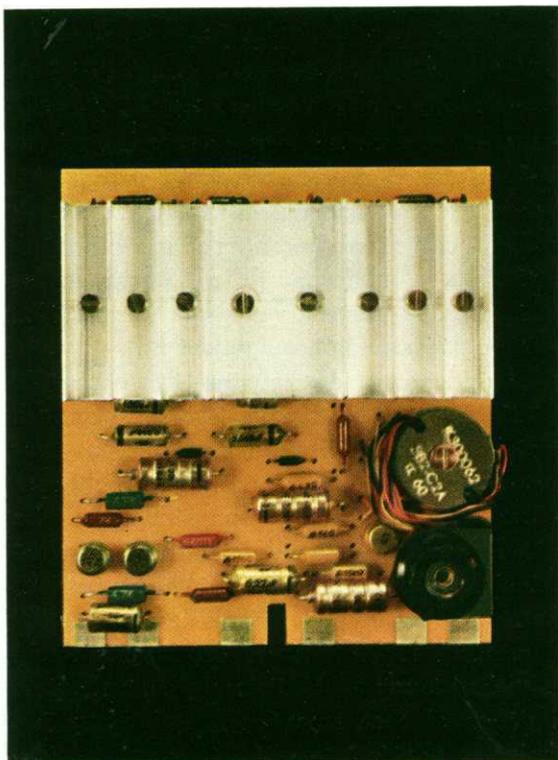
BILD 6
Prinzipialschaltbild
des elektronischen Uhrenrelais
mit galvanischer Trennung
von Steuer- und Lastkreis und
erhöhter Steuerempfindlichkeit

Wechselspannung galvanisch von den Ein- und Ausgängen getrennt. Am Ausgang des Gleichrichters ist eine negative Gleichspannung verfügbar, die über die Steuerstufe St1 an den Leistungsschalter L gelangt, so daß ein Strom von A1 nach

A2 fließen kann. Zur gleichen Zeit ist S2 gesperrt und an G2 gelangt daher keine Wechselspannung. Ist E2 negativ gegenüber E1, so wird über S2 und C2 und C'2 dem Gleichrichter G2 Wechselspannung zugeführt und der Ausgangsstrom fließt von A2 nach A1.

Führen beide Eingänge gleiches Potential, so sind S1 und S2 gesperrt und es fließt kein Strom zwischen A1 und A2.

BILD 7
Ansicht des elektronischen Uhrenrelais



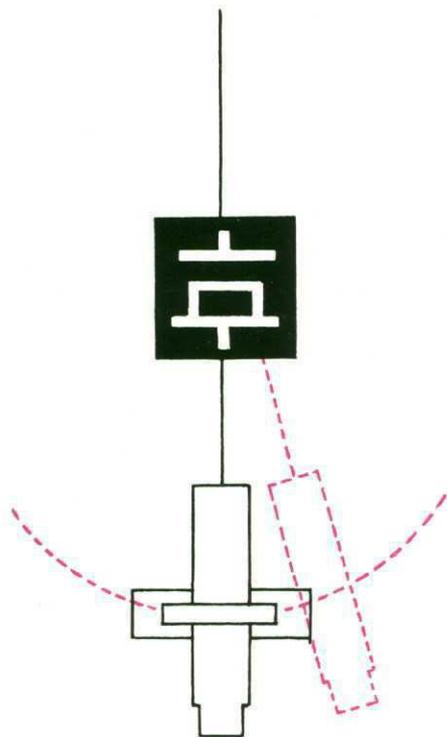
Einsatzmöglichkeiten

Ein elektronisches Uhrenrelais der beschriebenen Ausführung (Bild 7) wird mit Vorteil dort eingesetzt, wo die verfügbare Steuerleistung so klein ist, daß ein elektromechanisches Relais nicht mehr sicher anspricht. Bei entfernten Betriebsstellen kann beispielsweise eine Entfernung bis zu 60 km überbrückt werden. In Industriebetrieben, in denen aggressive Dämpfe luftoffene Kontakte angreifen können, sollte ebenfalls diesem Uhrenrelais der Vorzug gegeben werden. Ferner wird das elektronische Uhrenrelais in Verbindung mit quartz gesteuerten Uhren allgemein eingesetzt.

Die bisher realisierten Schaltungen sind für eine maximale Betriebsspannung von 24 V + 20% ausgelegt. Der maximale Lastspitzenstrom beträgt 1 A. Um eine Überlastung zu vermeiden, muß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Steuerimpulsen eine Pause von mindestens 10 ms sichergestellt sein. Diese Werte bestimmen für die Praxis die Grenzen der Einsatzmöglichkeit.

Literatur:

[1] Scheibe, Stamm, Uhr und Strom, S. 81, Verlag R. Oldenbourg.



Uhrenzentrale mit Quarz- und Pendelhauptuhr

von Erich Gentsch und Karl-Ludwig Plank

DK 681.116.2

Allgemeines

Uhrenzentralen können eine unterschiedliche Anzahl von Nebenuhren betreiben, die von Präzisionshauptuhren gesteuert werden [1]. Bei ortsfesten Uhrenzentralen sind diese Präzisionsuhren meist als Pendeluhren ausgebildet. In der Regel werden in einer Zentrale zwei Hauptuhren eingebaut, wobei eine Hauptuhr als Betriebshauptuhr die Nebenuhren steuert. Die andere Hauptuhr übernimmt als Reservehauptuhr die Nebenuhrsteuerung nur im Störfalle.

Die Nebenuhren, die an eine Zentrale angeschlossen sind, werden in mehrere Einzelstromkreise – die Nebenuhrlinien – aufgeteilt, die von Uhrenrelais gesteuert werden [1, 2]. Bei Störung einer Linie wird auf diese Weise sichergestellt, daß die Nebenuhren der übrigen Linien die genaue Zeit weiter anzeigen.

Die auch bei Präzisions-Pendeluhren auftretenden Gangschwankungen können durch Gleichlauf-einrichtungen, die an ein übergeordnetes Zeitnormal angeschlossen sind, eliminiert werden [3]. Ein Anschluß an die Gleichlaufhaltung ist jedoch nicht allorts möglich. Dann müssen Funkzeitzeichen für die Gleichlaufhaltung herangezogen werden, die wiederum von atmosphärischen Störungen beeinflusst werden können, wenn kein dichtes Netz von Zeitzeichensendern aufgebaut ist.

Die Entwicklung quarzgesteuerter Uhren hoher Zuverlässigkeit erlaubt den Aufbau elektronischer Hauptuhren, deren Gang um mindestens zwei Zehnerpotenzen gegenüber Pendeluhren besser ist. Der im Vergleich zu Pendelhauptuhren beträchtlich größere Aufwand läßt insbesondere den kombinierten Einsatz einer Quarzuhr als Betriebshauptuhr und einer Pendeluhr als Reservehauptuhr als technisch leistungsfähige und zugleich wirtschaftliche Lösung für Uhrenzentralen erscheinen, bei denen eine externe Gleichlaufhaltung über Kabelnetze nicht möglich ist.

Quarzhauptuhr als Betriebshauptuhr

Funktion und Wirkungsweise der quarzgesteuerten Uhren wurden bereits beschrieben [4]. Quarzgenerator und Teilergruppe sind in gleicher Weise aufgebaut. Stelleinrichtung und Überwachung sind demgegenüber den besonderen Betriebsbedingungen für den Parallelbetrieb mit einer Reserve-Pendelhauptuhr angepaßt.

Die gesamte Hauptuhr ist in einem allseitig geschlossenen Gehäuse eingebaut, dem lediglich die Speisespannung zugeführt wird. Von den Ausgängen der Uhr gelangen polwechselnde Sekunden- und Minutenimpulse an die Zentrale. Das geschlossene Gehäuse wirkt als Abschirmung gegen äußere Störfelder. In das Gehäuse sind als Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen eine Kontrolluhr mit springender Minute und springender Sekunde, die Signallampen der Hauptuhrüberwachung und die Tasten zum Stellen der Hauptuhr eingebaut. Das Bedienungsfeld mit den Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen kann auch bis zu etwa 50 m entfernt von der Quarzhauptuhr installiert werden, wenn dies zweckmäßig erscheint. Bild 1 zeigt das Prinzipschaltbild der quarzgesteuerten Hauptuhr mit dem Überwachungs- und Stellstromlauf. Die Kontakte der Überwachungsrelais A, B, C und T sind im Überwachungsauswerter ÜAW so miteinander verknüpft, daß bei Störungen einer-

seits die entsprechenden Lampen aufleuchten und andererseits das Relais G abfällt. Dadurch werden die Ausgangsleitungen unterbrochen und damit die Umschaltung auf die Pendelhauptuhr herbeigeführt.

Die Stelleinrichtung gestattet zur Grobeinstellung das gemeinsame Stillsetzen von Minuten- und Sekundenimpulsen sowie das getrennte Fortschalten auf den Minuten- und Sekundenleitungen. Wird die Taste „Stop“ betätigt, so werden damit die Teiler 8:1 und 60:1 blockiert. Gleichzeitig fällt über ÜAW das G-Relais ab. Mittels der Taste „Sekunde stellen“ kann die Blockierung des Teilers 8:1 aufgehoben werden, so daß der Sekundenzeiger der Kontrolluhr KU weiterspringt. Die Taste „Minute stellen“ ermöglicht das Weiterrücken des Minutenzeigers der Kontrolluhr im Sekundenrhythmus. Auf diese Weise kann die Quarzuhr auf eine gewünschte Startzeit eingestellt und der Beginn der Impulsgabe an die Zentrale durch Lösen der Stop-Taste eingeleitet werden, sobald ein übergeordnetes Zeitnormal mit dieser Zeit übereinstimmt. Da der Start von Hand erfolgt, verbleibt ein mehr oder weniger großer Restfehler, der durch die menschliche Reaktionszeit bedingt ist. Dieser Fehler in der Zeitanzeige gegenüber dem übergeordneten Zeitnormal kann durch die Tasten „Vor“ bzw. „Zurück“ aufgehoben werden. Solange

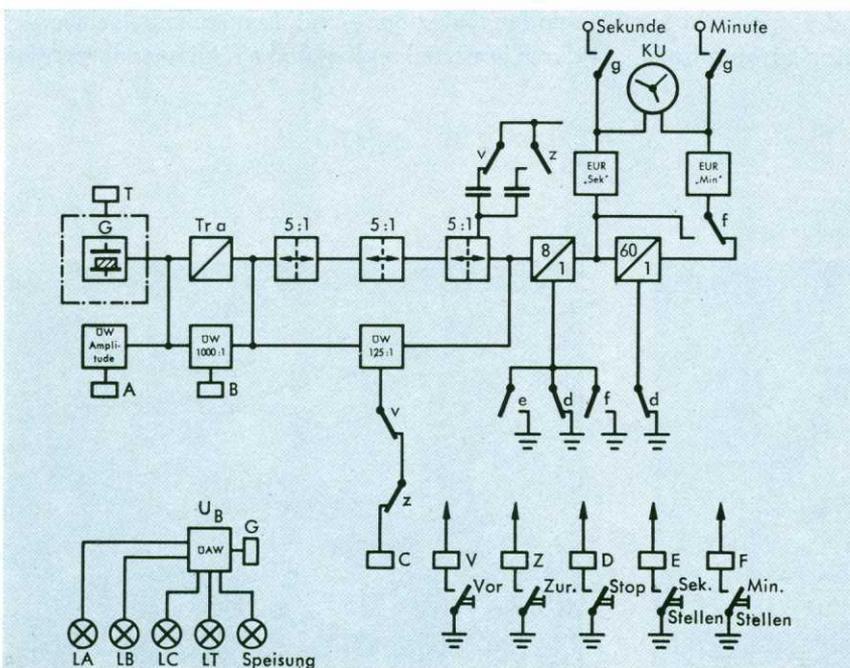


BILD 1
Prinzipschaltbild der quarzgesteuerten Hauptuhr mit Überwachungs- und Stellstromlauf

Taste „Vor“ gedrückt wird, sind die Sekundenimpulse durch Umschaltung des astabilen Teilers auf 0,8 Sekunden verkürzt. Ist dagegen Taste „Zurück“ betätigt, so haben die Sekundenimpulse eine Dauer von 1,2 Sekunden. Es ist auf diese Weise möglich, die Quarzhauptuhr auf $\pm 1/16$ Sekunde genau zum übergeordneten Zeitnormal zu stellen. Der Gang [5] der verwendeten Quarzhauptuhr liegt bei $\pm 1 \times 10^{-7}$ über lange Zeiten. Die Konstanz je Tag beträgt $\pm 3 \times 10^{-8}$ (etwa ± 3 ms/Tag) im Temperaturbereich von -10°C bis $+50^\circ\text{C}$.

Ein elektrischer Impulsabgriff für Pendelhauptuhren

In elektrischen Uhrenzentralen mit Pendelhauptuhren muß durch die Schwingung des Pendels ein elektrischer Sekunden-Impuls mit abwechselnder Polung ausgelöst werden. Zu diesem Zweck hat sich der TN-Pendelkontakt jahrzehntelang hervorragend bewährt. Es ist aber unvermeidlich, daß zur Erzeugung des erforderlichen Kontaktdruckes vom Pendel eine geringe Kraft auf die Kontakteinrichtung ausgeübt wird [2]. Dies verursacht eine Rückwirkung auf das Pendel. Bei der Anwendung eines elektronischen Pendelabgriffes ist praktisch keine Rückwirkung mehr vorhanden. Kennzeichnend für den Pendelabgriff ist, daß das Pendel ohne mechanische Berührung ein elektromagnetisches Feld durchläuft und nur die geringen Feldkräfte kurzzeitig auf das Pendel einwirken (Bild 2).

Eine Oszillatorschaltung mit Transistoren ist so aufgebaut, daß zwischen Rückkopplungswicklung und Schwingkreisspule ein Abstand von etwa drei Millimeter besteht. Dieser Oszillator schwingt auf

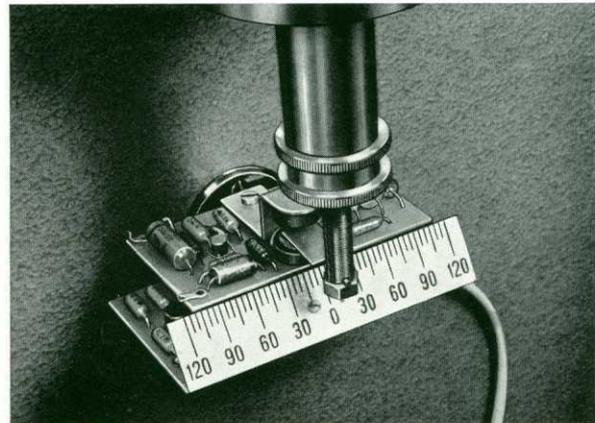
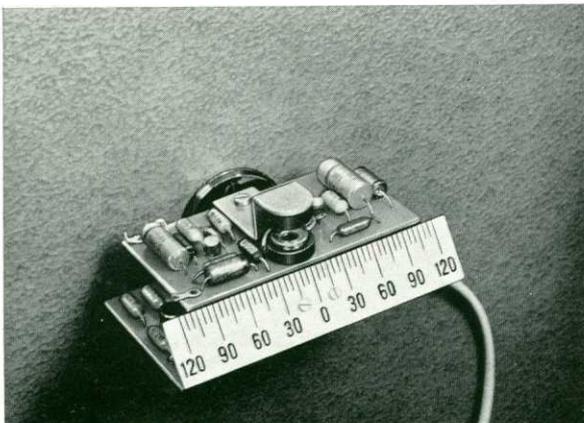
der Resonanzfrequenz des Schwingkreises. Die Feldleistung beträgt weniger als $1/1000$ Watt. Wird nun in den Kopplungsraum zwischen Schwingkreis- und Rückkopplungsspule ein Metallkörper gebracht, so setzt die Schwingung aus, das elektromagnetische Feld verschwindet und kann erst wieder aufgebaut werden, wenn der Metallkörper entfernt wird. Wird eine Metallfahne am Pendel einer Uhr befestigt und das Pendel in Schwingungen versetzt, so wird bei geeigneter Anordnung von Metallfahne und Kopplungsraum die elektromagnetische Schwingung im Rhythmus der Pendelschwingung aufgebaut und unterbrochen.

Im Bild 3 ist in einer Übersichtsdarstellung eine Oszillatorschaltung mit Pendel und Spulen gezeigt. Die Oszillator-Wechselspannung wird gleichgerichtet. Die resultierende Gleichspannung hält eine Impulsformerstufe J in der Ruhelage. Sobald die Pendelfahne F in den Kopplungsraum zwischen den Spulen tritt, kippt die Impulsformerstufe in die Arbeitslage. Am Ausgang der Impulsformerstufe ist eine Flip-Flop-Schaltung angeordnet, die zusammen mit dem Univibrator und den Toren T I und T II polwechselnde Impulse auf zwei Leitungen erzeugt. Diese steuern ein elektronisches Uhrenrelais [6], welches die Impulse auf den Ausgangsleitungen A₁, A₂ verstärkt und zeitrichtig weiterleitet.

Sekunden- und Minutenimpulsführung in der Zentrale

Die von den Hauptuhren abgegebenen polwechselnden Sekunden- und Minutenimpulse werden durch je ein Sekunden- und ein Minutenuhrenrelais

BILD 2 Berührungsfreier Pendelabgriff (Laboraufbau)



verstärkt und dabei in 24-Volt-Impulse umgesetzt. Die so verstärkten Sekunden- und Minutenimpulse steuern mehrere, parallel geschaltete Sekunden- und Minutenuhrenrelais, an deren Impulsausgang die Sekunden- und Minutennebenuhrlinien angeschlossen sind.

Eine Anschaltung der Sekundenimpulse der Reservehauptuhr an die zentralen Glieder der Anlage erfolgt nur bei Impulsausfall der Quarzhauptuhr. Das Sekundenrelais der Reservehauptuhr steuert bei Normalbetrieb lediglich ein gepoltes Schrittschaltwerk, von dessen Nockenkontakten alle sechzig Sekunden ein gepolter Minutenimpuls von zwei Sekunden Dauer erzeugt wird. Der Minutenimpuls-Ausgang des Schrittschaltwerkes ist unbelastet und wird nur bei Impulsausfall der Quarzhauptuhr an die Minutenlinienrelais geschaltet. Sämtliche in der beschriebenen Uhrenzentrale eingesetzten Uhrenrelais sind mit je zwei Ovalrelais 46 bestückt, die durch Dioden stromrichtungsabhängig geschaltet sind und daher insgesamt wie ein gepoltes Uhrenrelais mit Dauermagnet arbeiten. Die beiden Ovalrelais 46 sind für eine hohe Lebensdauer gebaut und mit Edelmetallkontakten ausgestattet, die eine hohe Schaltleistung zulassen.

Die Gleichaufhaltung von Quarz- und Pendelhauptuhr

Soll in einer Uhrenzentrale die Umschaltung von der Betriebshauptuhr auf die Reservehauptuhr im Störfalle ohne Impulsverlust erfolgen, so müssen Einrichtungen vorgesehen sein, die den synchronen Lauf der beiden Hauptuhren bei Nor-

malbetrieb gewährleisten. Diese Voraussetzung wird durch das TN-Pendelreguliersystem erfüllt. An der Pendeluhr ist eine elektromagnetische Korrekturereinrichtung angebracht, die aus einer feststehenden Spule und einem am Pendel befestigten Dauermagneten besteht. Je nach der Stromrichtung in der Spule kann die Pendelschwingung beschleunigt oder verzögert werden. Im ungestörten Betriebszustand werden die von der Pendeluhr abgeleiteten Minutenimpulse mit den von der Quarzuhr abgeleiteten Minutenimpulsen in einer Vergleichsschaltung auf zeitliche Koinzidenz geprüft. Sind die Impulse nicht koinzident, so wird von der Vergleichsschaltung so lange ein entsprechend gepolter Strom durch die Spule geleitet, bis die Koinzidenz wieder erreicht ist. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß infolge der integrierenden Wirkung des über mindestens sechzig Schwingungen fließenden Korrekturstromes das Pendel langsam korrigiert wird, somit ist ein zeitliches Überschwingen vermieden.

Die jeweils wirksame Eigentendenz des Ganges der Reserve-Pendelhauptuhr gegenüber der Quarzhauptuhr kann durch die Anzeige zweier Zähler einwandfrei abgelesen werden. Durch das elektromagnetische Pendelreguliersystem wird der Pendelhauptuhr der Gang der Quarzhauptuhr aufgezwungen. Durch äußere Einflüsse ist eine wachsende Gangabweichung gegenüber der Quarzhauptuhr möglich. Von den beiden erwähnten Zählern registriert der eine Zähler die Zahl der „Vor“-Regulierungen, der andere Zähler die Zahl der „Nach“-Regulierungen, die durch das Regulier-

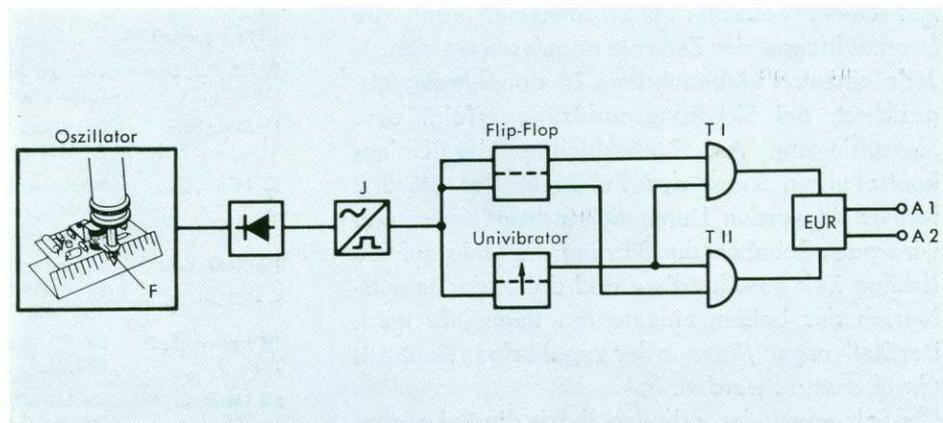


BILD 3

Oszillatorschaltung mit Pendel und Spulen

system vorgenommen werden. Wächst die Differenz der Zählerstand-Anzeigen an, so ist eine Wartung der Pendelhauptuhr notwendig. Sonst arbeitet im Falle einer Umschaltung bei gestörter Quarzhauptuhr die Pendelhauptuhr nicht mit der optimalen Ganggenauigkeit.

Die Feinregulierung der Pendeluhr wird nicht mit Reguliergewichten, sondern durch eine dauernde magnetische Beeinflussung herbeigeführt.

Linien speisung und Linienüberwachung

Die Zuordnung der Sekunden- und Minutenlinien zu den einzelnen Uhrenrelais kann beliebig gewählt werden. Dadurch ist eine entsprechende Belastungsanpassung der Uhrenrelais an unterschiedlich belastete Nebenuhrlinien möglich.

Jeder Sekunden- und Minutenlinie ist eine Linienkontrolluhr zugeordnet. Die Linienkontrolluhr kann als letzte Nebenuhr einer Linie geschaltet werden, wobei entweder die Leitung als Schleife zur Uhrenzentrale zurückgeführt wird oder die Impulse durch einen Tonfrequenz-Überwachungszusatz am Ende der Linie umgesetzt und niederfrequent zur Uhrenzentrale zurückgemeldet werden. Dadurch ist eine wirksame Überwachung der gesamten Nebenuhrlinie möglich, weil die Kontrolluhr funktionsmäßig am Ende der Überwachungsstrecke eingesetzt ist.

Jede Linie kann einzeln an einen im Überwachungsfeld der Uhrenzentralen befindlichen Spannungs- und Strommesser angeschlossen werden. Auch während der impulsfreien Zeit zwischen zwei Minutenimpulsen ist es durch eine zusätzliche Einrichtung möglich, sofort Linienstrom und Linien spannung zu messen, ohne dabei auf die Auslösung des nächsten Minutenimpulses zu warten. Der Strommesser ist mit einem Meßbereichumschalter zur Anzeige auch kleiner Linienströme ausgestattet. Auf einem gesonderten Strommesser kann die Stromaufnahme der Zentrale abgelesen werden.

Jede einzelne Nebenuhrlinie ist doppel polig abgesichert. Bei Sicherheitsauslösung erfolgt eine Signalisierung. Am Zurückbleiben der Linienkontrolluhren kann der Zeitpunkt der Störung festgestellt werden. Durch die Nachstelleinrichtung wird nach Beheben der Störung die Linie auf die richtige Zeit gestellt, ohne daß dabei der Impulsbetrieb der beiden Hauptuhren beeinflußt wird. Der Stellvorgang kann in der zugehörigen Kontrolluhr überwacht werden.

Die Sekundenlinien erhalten durch die Sekunden-

relais polwechselnde Sekundenimpulse. Die Sekundenlinien können einzeln oder gemeinsam abgeschaltet werden, ohne daß dabei eine Impulsverstümmelung des bei der Abschaltung abgegebenen Sekundenimpulses verursacht werden kann.

Die Uhrenzentrale besitzt eine automatische Umschaltung für die Minuten- und Sekundenuhrenrelais, d. h., beim Ausfall eines Sekunden- oder Minutenuhrenrelais wird ohne Impulsverlust auf ein parallelgeschaltetes Reservesekunden- oder -minutenuhrenrelais umgeschaltet, das sonst belastungsfrei ohne Anschaltung an eine Minuten- oder Sekundenlinie betätigt wird. Die an das gestörte Uhrenrelais angeschlossenen Nebenuhren werden durch das automatisch zugeschaltete Reserverelais ohne jeden Impulsverlust fortgeschaltet, so daß eine Störungsausweitung auf die angeschlossenen Nebenuhrlinien vermieden wird. Gleichzeitig erfolgt eine entsprechende Meldung mit der Kennzeichnung des gestörten Uhrenrelais. Nach Behebung der Störung wird die Störungsmeldung durch einen kurzen Tastendruck gelöscht. Sämtliche Nebenuhrlinien sind ständig erdschlußüberwacht. Bei Auftreten eines Erdschlusses wird automatisch eine Störungsmeldung ausgelöst. Die erdschlußbehaftete Linie kann durch die zurückgebliebene Linienkontrolluhr oder durch eine kurze Betätigung der Linientasten im Nebenuhrfeld ermittelt werden. Der Erdschluß wird an einem Ohmmeter im Überwachungsfeld angezeigt.

Literatur:

- [1] Scheibe, Stamm Uhr und Strom
E. Oldenburg, 1943
- [2] Schönberg Elektrische Uhren und Uhrenanlagen
TN 1956
- [3] Leiner, G. Möglichkeiten der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren
Signal und Draht, 1959, H. 10
- [4] Plank, K. L. Eine quartzgesteuerte Uhrenzentrale hoher Ganggenauigkeit für Schiffe
TN-Nachrichten, 1964, Heft 62
- [5] Reutebuch, R. Der Uhrmacher
1957, Verlag „Die Neue Uhrmacherzeitung“, S. 49
- [6] Nezik, D. Ein kontaktloses Uhrenrelais mit Halbleitern
TN-Nachrichten, 1964, Heft 62

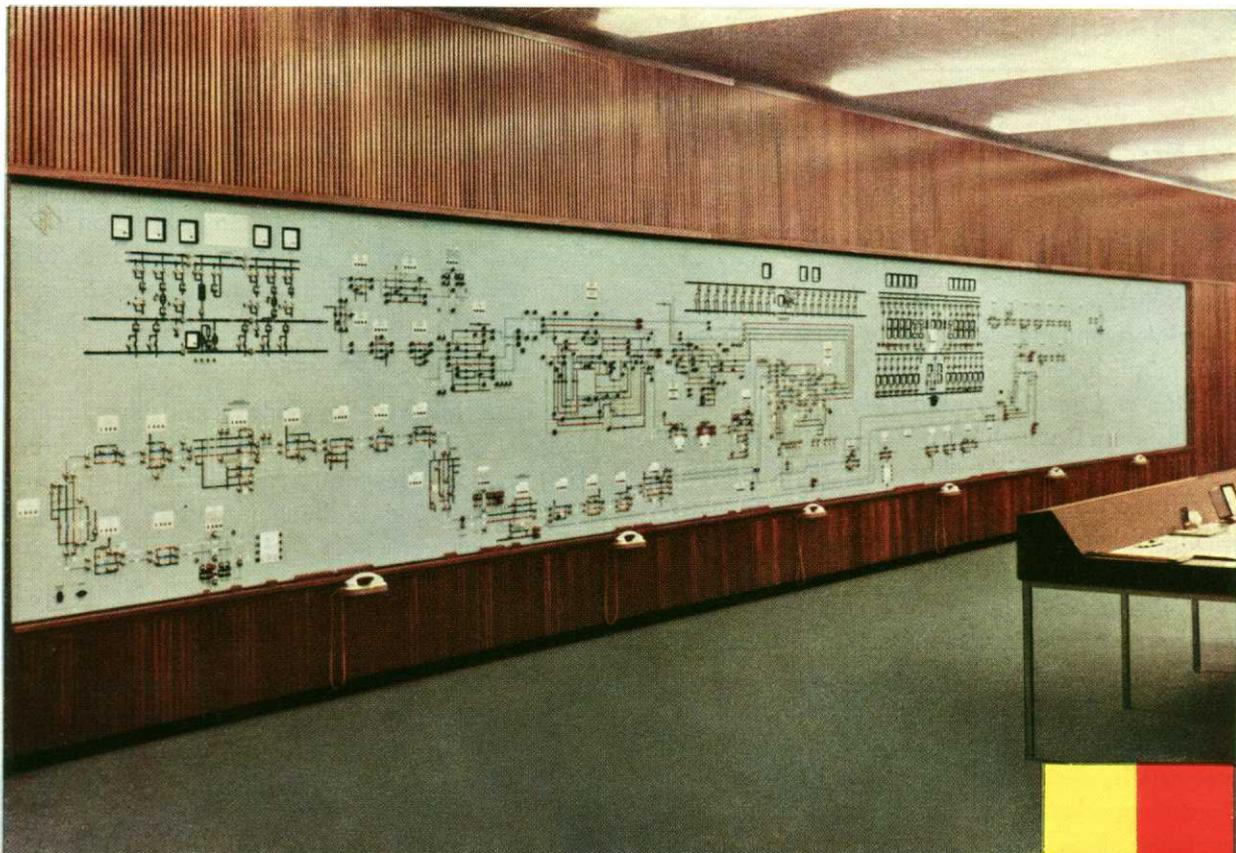


BILD 1



Mosaik-Schaltbilder

von Gert Heidel

DK 621.398

Die wirtschaftliche Entwicklung während der letzten Jahre hatte eine ständige Vergrößerung des Energiebedarfs zur Folge. Neue Erzeugungs- und Verteilungsanlagen wurden geschaffen und bestehende Anlagen vergrößert. Die immer dringender erhobene Forderung nach möglichst störungsfreier Energieversorgung sowie die Notwendigkeit, mit wenig Bedienungspersonal auszukommen, führte zu einer verstärkten Anwendung der Fernwirktechnik in der Elektrizitätswirtschaft. Auch andere Zweige der Industrie bedienen sich in zunehmendem Maße der Fernwirktechnik, da durch schnellere Übertragung und Verarbeitung von Informationen die Rentabilität der Betriebe gesteigert werden kann.

Die zentrale Leitung umfangreicher Anlagen hat zur Folge, daß für die in Tafelbauweise erstellten Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen sehr viel Platz beansprucht wird. Veränderungen zur Anpassung an geänderte oder erweiterte Aufgabenstellungen sind bei kompakter Ausführung der speziell angefertigten Bedienungstafeln mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und oft nur

durch Neuanfertigung ganzer Tafeln möglich. Für Anlagen, bei denen von vornherein mit Änderungen oder Erweiterungen zu rechnen ist, wurde bereits seit Jahren anstelle der Tafelbauweise die Plattenbauweise angewendet. Die Fernbedienungstafel besteht in diesem Fall aus mehreren Platten, von denen jede einen bestimmten Anlagenteil darstellt. Durch diese Bauweise ist die Möglichkeit gegeben, Änderungen bis zu einem begrenzten Umfang vorzunehmen, da die zu ändernden Platten aus der Tafel ausgebaut und nachgearbeitet oder durch neue Platten ersetzt werden können. Für den elektrischen Anschluß der geänderten oder erweiterten Bedienungs- oder Meldeorgane sind Änderungen an den Kabeln oder der Einbau von Zusatzkabeln erforderlich. Längere Betriebsunterbrechungen sind durch den Einbau und Anschluß dieser Kabel nicht zu vermeiden.

Durch die Mosaikstein-Bauweise lassen sich Fernbedienungs- und Überwachungstafeln übersichtlich gestalten und jederzeit mit geringem Arbeitsaufwand den geänderten Betriebsbedingungen anpassen.

Das Mosaik-Schaltbild

Blindschaltbilder zur Fernbedienung und Überwachung, z. B. von Energieversorgungsanlagen, werden heute vorwiegend in Mosaikstein-Bauweise ausgeführt.

Unter Verwendung der ausleuchtbaren Bausteine ist es möglich, energieführende Anlageteile auszu-leuchten und gestörte Anlageteile mit Blinklicht zu signalisieren. Dadurch hat das Bedienungspersonal eine bessere Übersicht über den Energiefluß und die erforderlichen Schalthandlungen können schneller und sicherer ausgeführt werden. Diese kombinierte Ausführung wird vielfach von der Deutschen Bundesbahn zur Fernbedienung und Überwachung der Fahrleistungsstrecken im elektrifizierten Zugbetrieb angewendet (Bild 1). Leuchtbilder in Mosaik-ausführung zur Anzeige der in Betrieb befindlichen und gestörten Anlageteile werden vorwiegend für Lastverteilerwarten und Netzleitstellen sowie zur Darstellung des Produktionsablaufs in Industrie-betrieben eingesetzt.

Mosaik-Schaltbilder können in jeder gewünschten Größe hergestellt werden. Zur Aufnahme der Bausteine dienen Rasterplatten verschiedener Größe; die Normalplatten nehmen $5 \times 6 = 30$ und $7 \times 6 = 42$ Mosaiksteine auf. Die Rasterplatten werden auf eine Rahmenkonstruktion aus Flachschiene aufgeschraubt. Je nach Art und Größe des Mosaik-Schaltbildes wird diese tragende Rahmenkonstruktion ein- oder mehrteilig ausgeführt (Bild 2). Für

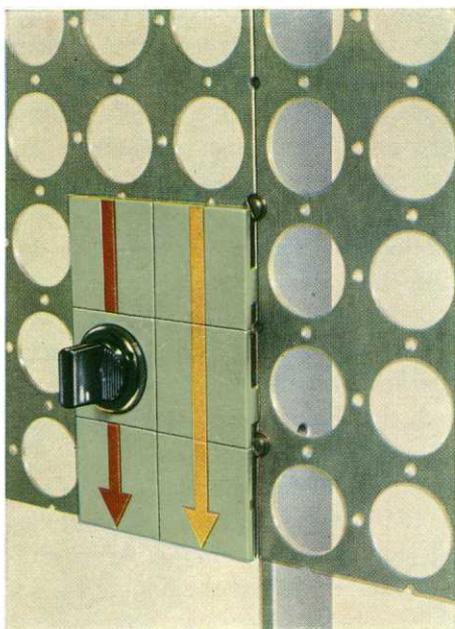


BILD 2
Aufbau des
TN-Mosaik-
Schaltbildes

Bedienungspulte in Stahlblech- oder Holzausführung hat der aufklappbare Rahmen zur Aufnahme der Rasterplatten eine Normalgröße von 800×800 mm. Rahmenkonstruktionen, die frei im Raum aufgestellt oder in einen Wanddurchbruch eingebaut werden, müssen von hinten zugänglich sein.

Mosaiksteine

Die quadratischen Bausteine haben eine Kantenlänge von 33,2 mm. Sie werden aus einem wärmebeständigen, schwindfreien und lichtechten Kunststoff pastellgrüner Färbung hergestellt. Um Spiegelungen zu vermeiden, ist die Oberfläche der Mosaiksteine genarbt.

Neben den Leerbausteinen gibt es eine Reihe verschieden ausgeführter Einzelbausteine (Bilder 3 und 4) zur Aufnahme von Steuerquittierschaltern, Lampen, Tastern usw. Die Symbole sind aus farbigem, 1 mm dickem Kunststoff gefertigt; sie werden mit einem Spezialbinder auf die Bausteine geklebt.

Die Befestigung der Normalsteine erfolgt von hinten durch einen Sprengring, der mit einer Spezialzange um den Ansatz des Bausteines gelegt wird und die Verbindung zur Rasterplatte herstellt.

Steuerquittierschalter

Zur Fernbedienung von Leistungs- und Trennschaltern sowie zu deren Stellungsanzeige werden in der Regel Steuerquittierschalter verwendet (Bild 5). Diese Schalter haben zwei Schaltstellungen (Ein – Aus) mit 90° Schaltwinkel und zwei Befehlsstellungen zur Tastung (Ein-Befehl und Aus-Befehl) mit Druck auf den Schaltermknebel und 30° Überdrehwinkel.

Zur Befestigung des Steuerquittierschalters im Mosaik-Schaltbild ist der Gewindeansatz des Schalters von hinten durch das betreffende Loch der Rasterplatte einzuführen und von vorn der speziell für Schalter zur Verfügung stehende Mosaikstein – gegebenenfalls mit Symbol zur Kennzeichnung eines Leistungsschalters – aufzulegen. Auf den Gewindeansatz wird mit einem Steckschlüssel ein Gewindering aufgeschraubt. Zur Unterscheidung bestimmter Schalter können Gewinderinge in verschiedener Ausführung verwendet werden; sie stehen vernickelt, brüniert und schwarz oder weiß lackiert zur Verfügung. Außerdem kann zur Bezeichnung des Schalters eine Kappe mit Bezeichnungsschild auf den Knebel des Steuerquittierschalters aufgerastet werden. Aufsteckbare Kappen mit der Beschriftung „Nicht schalten“ dienen zur Kenn-

zeichnung von Leistungs- oder Trennschaltern, die infolge Störung oder dergleichen nicht ferngesteuert werden sollen.

Der Steuerquittierschalter ist zum Anschluß an Spannungen bis max. 100 V ausgelegt; der maximale Schaltstrom beträgt 1 Amp. Die Stromkreise für Befehls-gabe und Meldung sind getrennt. Zur Mel-dungsanzeige wird eine Fernmeldekleinlampe T 5,5 DIN 49 838 verwendet. Die Lampe ist von hinten mittels Schaft einsteckbar, so daß kein Lampenzieher erforderlich ist. Der TN-Steuer-quittierschalter steht mit verschiedenen Kontakt-anordnungen zur Verfügung:

Type	Meldekontakte 90° Stellung	Steuerkontakte		Bemerkung
		30° Ein	30° Aus	
30. 6401. 0101	2 x u	za	za	—
30. 6401. 0102	2 x u	—	—	Quittierschalter
30. 6401. 0103	4 x u	—	—	Quittierschalter
30. 6401. 0106	2 x u	2 x Dreistellen- kontakt		Offenstellung in der Mitte

Drucktaster und Leuchtdrucktaster

Für einfache Befehls-gabe oder dergleichen werden Drucktaster verwendet. Soll mit der Befehlstaste zusätzlich eine optische Anzeige erfolgen, z. B. für

Meßwertanwahlen, so werden Leuchtdrucktaster verwendet. Es stehen auch Drucktaster und Leuchtdrucktaster mit Sperrung (als Schalter Ein/Aus) zur Verfügung. Die Taster sind in der Regel mit 2 Umschaltekontakten bestückt, es kann jedoch auch jede andere Kontaktbestückung bis max. 9 Federn ausgeführt werden.

Die Befestigung der Taster im Mosaik-Schaltbild erfolgt unter Verwendung besonderer Einzelbausteine.

Der Tastenkopf kann mit beliebigem Text oder Zeichen graviert werden. Die Taster sind zum Anschluß an Spannungen bis max. 100 V ausgelegt; der maximale Schaltstrom beträgt 1 Amp. Für Leuchttaster werden Fernmeldekleinlampen T 5,5 DIN 49 838 verwendet. Die Lampe ist von vorn mittels Lampenzieher auswechselbar.

Signallampen

Für die Anzeige von Betriebszuständen und zur Ausleuchtung von Leitungszügen oder Anlageteilen werden Signallampenbausteine verwendet. Jeder auszuleuchtende Mosaikstein trägt einen von hinten mittels Haltefeder aufsetzbaren Lampenhalter.

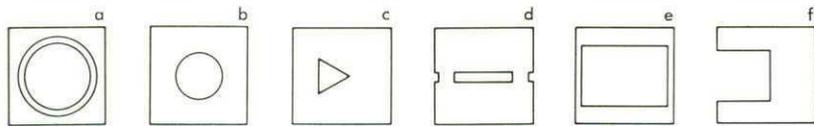


BILD 3
Bausteine zur Aufnahme von Bedienungs- und Meldeorganen

- a Steuerquittier- und Quittierschalter
- b nicht sperrende und sperrende Taster
- c ausleuchtbare Pfeilspitze z. B. Erdschlußrichtungsanzeige
- d Ausleuchtung spannungsführender Leitungsabschnitte
- e Lichtfachmeldung
- f Stufenmeldungen mittels Nummernanzeiger

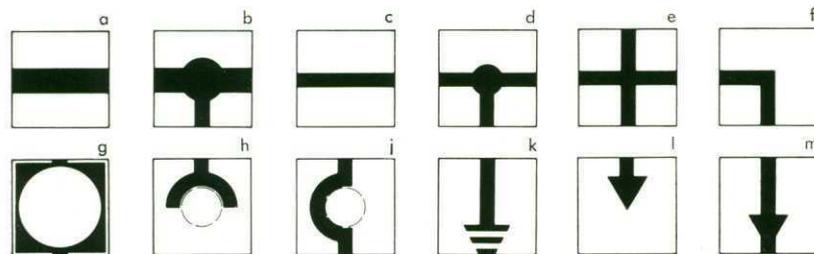


BILD 4
Einige Bausteine mit Symbolen

- a Sammelschienenabschnitt
- b Sammelschienenabschnitt mit Abzweig
- c Leitungsabschnitt
- d Leitungsabzweig
- e Leitungskreuzung
- f Leitungswinkelstück
- g Leistungsschalter
- h Spannungswandler
- j Stromwandler
- k Erdung
- l Kabelabgang
- m Leitungsabschnitt mit Richtungsanzeige

Es werden Fernmeldekleinlampen T 5,5 DIN 49 838 mit max. 1,2 Watt Leistung verwendet. Je nach Verwendungszweck hat der ausleuchtbare Baustein einen Ausschnitt bestimmter Form und Größe, der mit einer weißen oder farbigen Platte aus 1 mm dickem Kunststoff abgedeckt ist.

Für Signalmeldungen kann die ausleuchtbare Fläche mit beliebigem Text oder Zeichen graviert werden. Durch Zusammenfügen mehrerer Signallampenzaubau- bausteine können Meldetablos jeder Größe zusammengestellt werden.

Zur Ausleuchtung von Leitungszügen steht ein Baustein mit einem Ausschnitt zur Verfügung, der durch ein aufrastbares Symbol beliebiger Farbe eine besonders einfache Montage ermöglicht.

Einbau von Meßgeräten

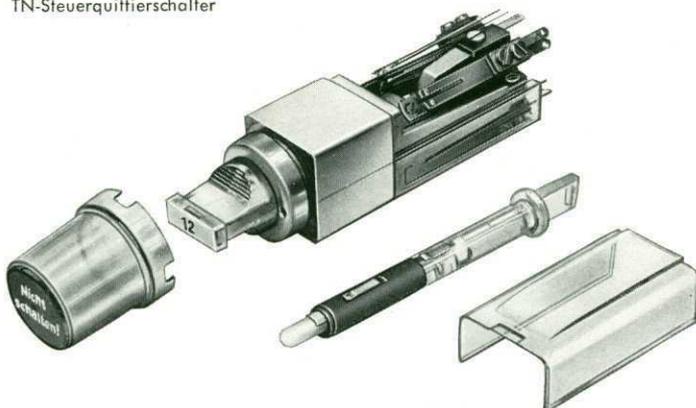
Alle anzeigenden oder schreibende Meßgeräte in den Normalgrößen können in die Mosaikbilder eingebaut werden. Zu diesem Zweck erhalten die Rasterplatten an den betreffenden Stellen Ausschnitte.

Sollen später anstelle der Meßgeräte normale Mosaiksteine eingesetzt werden, kann die ausgeschnittene Rasterplatte durch eine normale Rasterplatte gleicher Größe ausgetauscht werden.

Es ist jedoch zu empfehlen, die Meßgeräte auf eine besondere Instrumententafel oder bei Bedienungspulten im Pultaufsatz unterzubringen. Dadurch bleibt die Variationsmöglichkeit in der Belegung des Mosaik-Schaltbildes ohne Austausch bestimmter Rasterplatten voll erhalten.

Die Meßgeräte werden über Klemmen oder Lötösen angeschlossen. Bei Starkstromanschluß über Klemmen werden die üblichen Prüfmöglichkeiten vorgesehen.

BILD 5
TN-Steuerquittierschalter

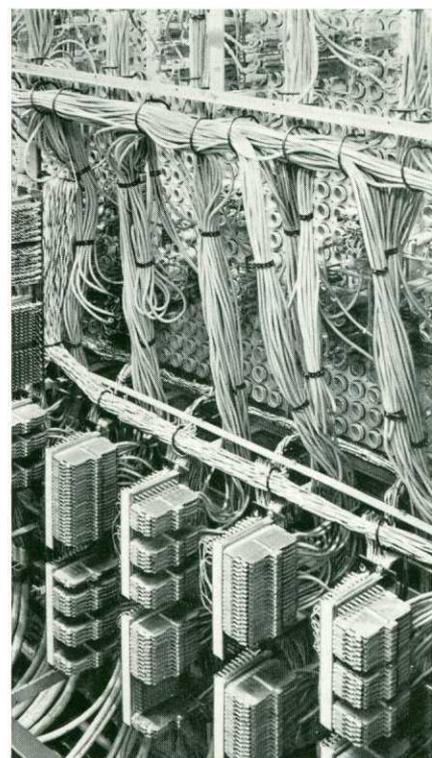


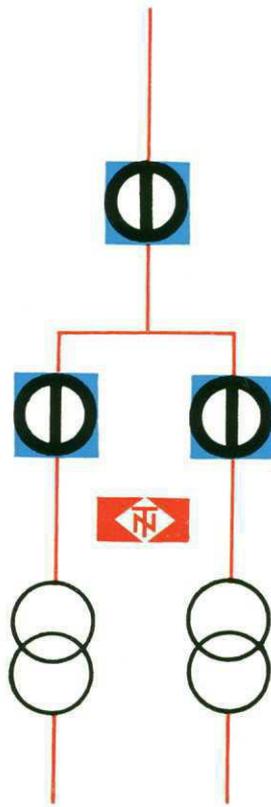
Anschluß der Geräte

Die durch die Mosaikstein-Bauweise ermöglichte Beweglichkeit in der Gestaltung des Anlagebildes kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn auch die Verkabelung der Bedienungs- und Meldeorgane Änderungen und Ergänzungen in einfachster Weise zulassen. Für den Anschluß der einzelnen Organe wurde ein Steckersystem gewählt, das hinsichtlich Aufbau und Platzbedarf überaus günstig bewertet wird. Ein Lötösenstreifen, wie er aus der Fernsprechtechnik als Verteiler allgemein bekannt ist, hat auf einer Seite über einer Führungsplatte die normalen Lötösen zum Anschluß der Verbindungskabel. Auf der anderen Seite sind anstelle der Lötösen Steckerstifte vorhanden. Mit einem flach ausgebildeten 10poligen Stecker wird jeweils eine waagerechte Reihe des Verteilers belegt, so daß ein Verteiler bis zu 25 Anschlußstecker aufnehmen kann (Bild 6).

Die Steuerquittierschalter, Steuertaster, Quittiertaster usw. sind mit einer flexiblen, ca. 2 m langen Anschlußschnur verbunden, die an einem Stecker endet. Die Anschlußschnüre auf der Rückseite der Mosaiktafel werden von Führungsösen aufgenommen, so daß auch von hinten eine gute Übersicht gewährleistet ist.

BILD 6
Teilansicht der Rückseite eines Mosaik-Schaltbildes





Die TN-Eindrahtsteuerung

von Hermann Orf

DK 621.398

Allgemeines

In der Fernwirktechnik gibt es neben den üblichen Fernsteuerverfahren – z.B. Wählerfernsteuerungen wie das TN-Universalsystem [1] – die sogenannten Direktsteuerungen. TN entwickelte als Direktsteuerung eine Eindrahtsteuerung, die als Nahsteuerung zwischen die direkte Ortssteuerung und eine Fernsteuerung für große Entfernungen einzuordnen ist [2, 3].

Bei der Eindrahtsteuerung, die eine große Einsparung an Adern ermöglicht, beträgt der Aufwand an Einzeladern

$$x = n + 2$$

x = gesamte Anzahl der Adern

n = Anzahl der zu übertragenden Steuer- und Meldekriterien

Der Mehraufwand an Adern für die Eindrahtsteuerung gegenüber einer Wählerfernsteuerung wird bei kurzen Entfernungen und kleinen Anlagen durch den erheblich geringeren Aufwand an Relais im gemeinsamen Teil der Eindrahtsteuerung ausgeglichen.

Die Steuer- und Meldekriterien werden mit Gleichstrom auf galvanisch durchgeschalteten Leitungen übertragen.

Einsatzmöglichkeiten der TN-Eindrahtsteuerung

Obwohl der Aufwand an Relais bei einer Eindrahtsteuerung mit der Anzahl der zu übertragenden Steuer- und Meldekriterien wächst, ist wegen des geringen Aufwandes im gemeinsamen Teil der Eindrahtsteuerung ein wirtschaftlicher Aufbau bei Anlagen mit einer geringen Anzahl von zu steuernden und zu meldenden Schaltern möglich. Diese Möglichkeit besteht insbesondere dann, wenn die erforderlichen Adern mit geringen Kosten zur Verfügung gestellt werden können.

Hinsichtlich des wirtschaftlichen Einsatzes einer Eindrahtsteuerung oder einer Wählerfernsteuerung lassen sich keine genauen Grenzen ziehen. Wenn beispielsweise auf einem betriebseigenen Gelände noch keine Leitungen vorhanden sind und diese neu verlegt werden müssen, kosten die zusätzlichen Adern für die Eindrahtsteuerung unter Umständen nicht so viel wie der größere Aufwand für eine Wählerfernsteuerung.

Die Reichweite der Eindrahtsteuerung ist durch den maximal zulässigen Leitungswiderstand der Einzelader von 200Ω begrenzt. Bei Fernmeldekabeln mit Adern von 0,8 mm Durchmesser ergibt das eine Reichweite von etwa 5,5 km. Der maximal zulässige Widerstand der gemeinsamen Leitungen ist von der Anzahl der zu steuernden Schalter abhängig und errechnet sich aus der Beziehung

$$\text{Leitungswiderstand} \leq \frac{3000}{9 \cdot n} [\Omega]$$

n = Anzahl der Steuerungen mit Rückmeldungen, Schaltermeldungen und Betriebssignalmeldungen

Beim Planen einer Fernwirkanlage in der Eindrahttechnik sind folgende Punkte zu beachten:

- a) Die Entfernung zwischen Kommando- und Unterstation(en) muß kurz sein.
- b) Die Anzahl der zu steuernden und zu überwachenden Schalter und Betriebssignalmeldungen soll gering bleiben.
- c) Die Stromversorgung in der Kommandostation versorgt ebenfalls die Unterstation mit der nötigen Betriebsspannung. Die Eindrahtsteuerung hat deshalb den Vorteil, daß in der Unterstation keine Batterien erforderlich sind.
- d) Die Eindrahtsteuerung ist eine Potentialsteuerung; sie kann also nicht über abgeriegelte, hochspannungsbeeinflusste Leitungen betrieben werden.

Aufbau der TN-Eindrahtsteuerung

Die Anlage besteht aus einer Kommandostation, die über Leitungen mit einer oder mehreren Unterstationen verbunden ist (Bild 1).

Die Kommandostation ist in drei Hauptgruppen gegliedert.

Die **Relaiseinrichtung** ist in Wand- oder Stand-schränken untergebracht. Als Beispiel für die Größe solcher Schränke sei hier unsere kleinste Ausführung – Baustufe 1 – erwähnt: die Abmessungen betragen 714 x 780 x 422 mm. Die Relaiseinrichtung wird in Schienenbauweise aufgebaut, so daß der Umfang der Anlage den jeweils vorliegenden Erfordernissen angepaßt und jederzeit bis zum End-

ausbau erweitert werden kann. Mit einer voll ausgebauten Station in dem oben angegebenen Wandgehäuse können beispielsweise bis zu 60 Schalter gesteuert und gemeldet werden.

Die **Bedienungseinrichtung** besteht aus einem Blind-schaltbild, auf dem das Leitungsnetz der Unterstation symbolisch nachgebildet ist (Bild 2). Als Bedienungsorgane werden Steuerquittierschalter für Steuerungen und Quittierschalter für Meldungen von Schaltern angewandt. Betriebssignalmeldungen werden in Lichtfächern angezeigt [4].

Die **Stromversorgung** bezieht die Anlage aus zwei getrennten Batterien bzw. zwei geregelten Netzspeisegeräten in der Kommandostation. Die Betriebsspannung beträgt 2 x 24 V, jedoch werden für bestimmte Betriebsfälle die beiden Batterien in Reihe geschaltet, so daß ein Teil der Anlage mit der doppelten Spannung (48 V) arbeiten kann.

Die ferngesteuerte Unterstation enthält eine Relaiseinrichtung, die in gleichen Schränken wie die der Kommandostation untergebracht ist. Wird die Anlage nicht als Fernsteueranlage, sondern als Meldeanlage ausgebaut, so werden in der Unterstation keine Relais benötigt. In der Unterstation sind – ebenso wie in der Kommandostation – Trennstekverteiler vorgesehen, mit denen die Leitungen im Störfall für Meßzwecke potentialfrei geschaltet werden können. Falls bei Meldeanlagen diese Trennstekverteiler in der Unterstation anderweitig untergebracht werden können, ist kein Schrank erforderlich.

Die Unterstationen werden von der Kommandostation aus über die vorhandenen Leitungen gesteuert; eine getrennte Stromversorgung für die eingebauten Unterstationen entfällt.

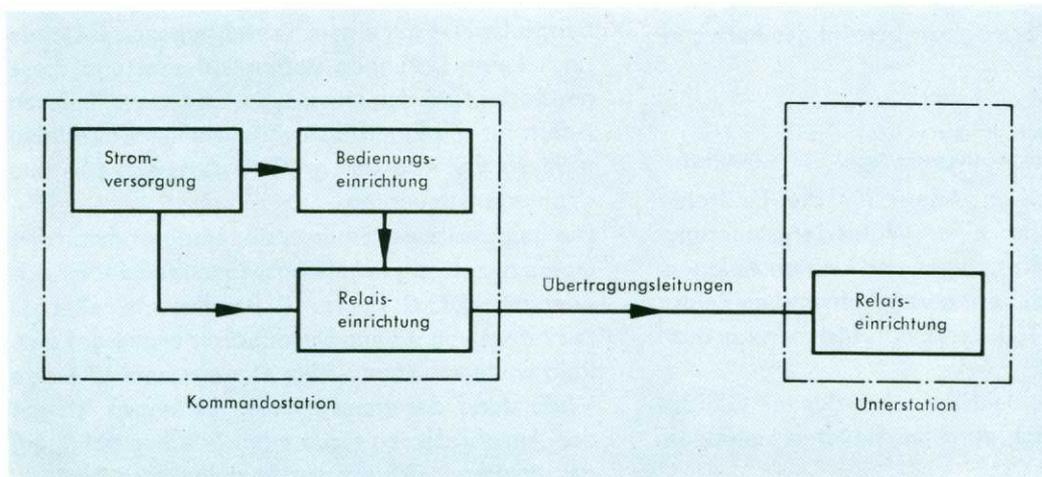


BILD 1
Blockschaltbild

Prinzip der TN-Eindrahtsteuerung (Bild 3)

Über die beiden gemeinsamen Leitungen wird die Unterstation an das Potential je einer Batterie, einmal Plus und einmal Minus, angeschlossen. Über die zwischen der Kommando- und Unterstation zur Verfügung stehenden Einzeladern werden

- von der Kommando- zur Unterstation die Steuerbefehle „EIN“ bzw. „AUS“ gegeben,
- die ausgeführten Steuerungen von der Unterstation zur Kommandostation zurückgemeldet.

Für Steuerung und Meldung liegen je Schalter bzw. Betriebssignalmeldung zwei Schleifen vor, von denen die eine geschlossen, die andere unterbrochen ist. Eine Schleife kennzeichnet die Schalterstellung bzw. Betriebssignalmeldung „AUS“, die andere Schleife kennzeichnet den Zustand „EIN“. Der Stromkreis der Steuer- bzw. Meldeschleife wird über die individuelle Leitung und eine gemeinsame Leitung geschlossen. Der Meldekontakt M in der Unterstation schaltet die individuelle Leitung je nach Meldung „EIN“ bzw. „AUS“ über das niederohmige „E“- bzw. „A“-Relais an die gemeinsame Minus- oder Plus-Leitung. Entsprechend dem Potential auf der individuellen Leitung spricht in der Kommandostation entweder das Relais ZE (welches den Zustand „EIN“ kennzeichnet) oder das Relais ZA (welches den Zustand „AUS“ kennzeichnet) an. Das Relais E bzw. A in der Unterstation kann über die 2300Ω des ZE- bzw. ZA-Relais nicht ansprechen. Es sei vorausgesetzt, daß der zu steuernde Schalter und der Steuerquittierschalter – so wie im Prinzipschaltbild dargestellt – in der Stellung „AUS“ stehen. Soll gesteuert werden, wird der Steuerquittier-

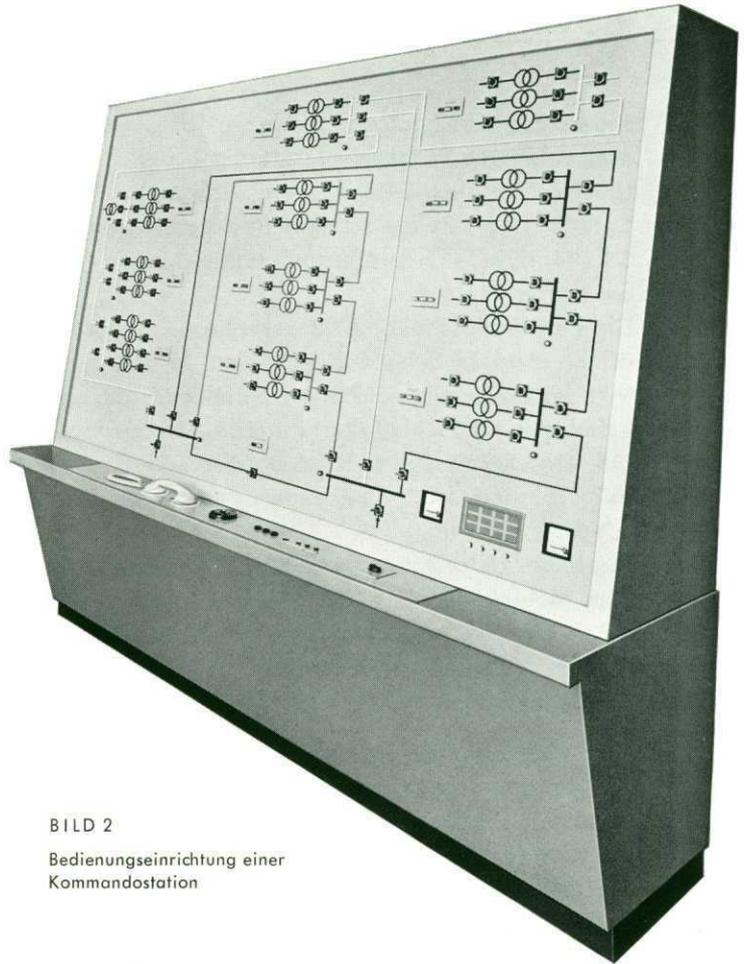


BILD 2
Bedienungseinrichtung einer Kommandostation

schalter zunächst in die Stellung „EIN“ geschaltet. Der Knebel des Steuerquittierschalters St.Q.Sch., der jetzt in Differenzstellung zu dem zu steuernden Schalter steht, wird mit Flackerlicht 1 Hz ausgeleuchtet. Die Steuerung wird durch Überdrehen des Knebels im Steuerquittierschalter in die nicht-rastende 30° -Endstellung eingeleitet. Dadurch wird das ZA-Relais kurzgeschlossen, und der Schleifen-

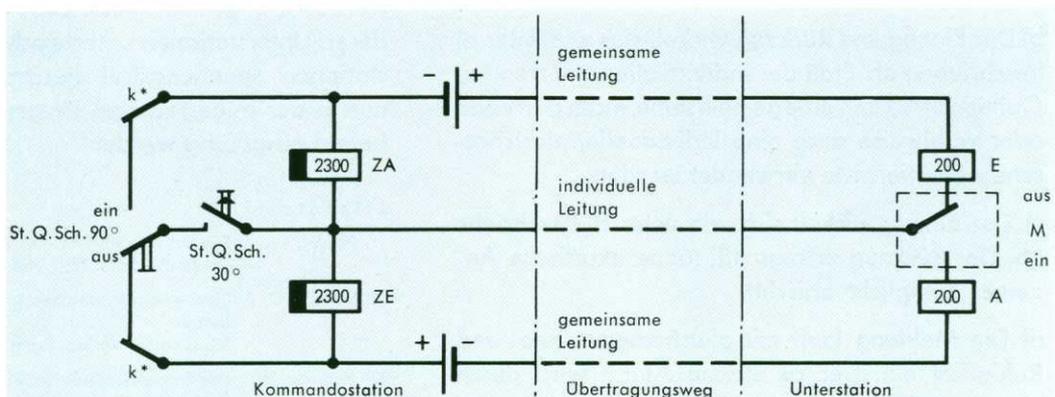


BILD 3
Prinzipschaltung der TN-Eindrahtsteuerung

* Relais K ist nicht dargestellt; es spricht etwa 0,1 Sekunde nach Betätigung des St.Q.Sch. 30° an.
M = Meldekontakt der zu steuernden Einrichtung.

widerstand verringert sich um etwa 10:1. Die daraus resultierende Stromverstärkung bringt in der Unterstation das E-Relais zum Ansprechen. Ein Kontakt des E-Relais schaltet den zu steuernden Schalter direkt – bei größeren Schaltleistungen über ein Hilfsschütz – ein.

Die im Prinzipschaltbild dargestellten Kontakte K öffnen etwa 0,1 Sekunden, nachdem der 30°-Kontakt des Steuerquittierschalters betätigt wurde, und heben den Kurzschluß über dem ZA-Relais wieder auf. Das Relais ZA (ZE) ist abfallverzögert und fällt während des 0,1 Sekunden dauernden Kurzschlusses nicht ab.

Der in der Unterstation gesteuerte Schalter schaltet den Meldekontakt in die Stellung „AUS“. Das Relais ZA fällt ab und Relais ZE spricht an. Die Lampe im Steuerquittierschalter, die während der Differenzstellung aufleuchtete, ist wieder dunkel.

Eine Meldung ohne vorausgehende Steuerung wird wie die oben beschriebene Rückmeldung dadurch übertragen, daß der Meldekontakt umschaltet und das Potential auf der individuellen Leitung vertauscht wird.

Soll ein Schalter nur gemeldet und nicht gesteuert werden, so entfallen die beiden Relais E und A in der Unterstation.

Die Betriebszustände werden in Lichtfächern angezeigt. Folgende Möglichkeiten sind vorgesehen:

a) Die Meldung läuft mit akustischem Signal und 1 Hz Blinklicht ein. Das akustische Signal wird durch eine gemeinsame Taste abgestellt, das optische Zeichen durch eine individuelle, sperrende Quittiertaste auf Ruhiglicht umgestellt.

Der Rückzug wird ebenfalls akustisch und optisch durch 1 Hz Blinklicht angezeigt und wie beim Einzug quittiert.

b) Der Einzug und Rückzug wickelt sich wie unter a) beschrieben ab. Statt der individuellen, sperrenden Quittiertaste kann eine gemeinsame, nichtsperrende oder wahlweise auch eine individuelle, nichtsperrende Quittiertaste verwendet werden.

c) Der Einzug wickelt sich wie unter b) beschrieben ab. Der Rückzug erfolgt still (ohne akustische Anzeige, Ruhiglicht erlischt).

d) Die Meldung läuft mit akustischem Signal und Ruhiglicht ein. Der akustische Alarm wird durch eine gemeinsame Taste abgestellt. Das optische Zeichen braucht nicht quittiert zu werden. Der Rückzug erfolgt still.

Sicherstellungen bei der TN-Eindrachtsteuerung

Durch unbeabsichtigte Ein- oder Ausschaltung von Leistungshaltern können unter Umständen große Schäden verursacht werden. Deshalb wird in der Fernwirktechnik ein beträchtliches Maß an Sicherheit gefordert, und durch das Auftreten eines Fehlers darf noch keine Fehlsteuerung zustande kommen. Bei der TN-Eindrachtsteuerung wurden Sicherstellungen eingebaut, die bei Auftreten von einem oder mehreren Fehlern die Ausführung von Steuerungen verhindern und in der Bedienungseinrichtung die Störung signalisieren.

a) Sicherstellung bei Leitungsunterbrechung

Eine Leitungsunterbrechung wird optisch und akustisch angezeigt. Die optische Anzeige erfolgt mit Blinklicht 3 Hz im entsprechenden Steuerquittierschalter, welcher der unterbrochenen Leitung zugeordnet ist.

b) Sicherstellung bei Erdschluß

Zwei Überwachungsrelais in der Kommandostation überwachen die Leitungen auf Erdschluß. Tritt ein Erdschluß auf, so wird er optisch und akustisch angezeigt. Bis zur Behebung des Fehlers kann nicht mehr gesteuert werden.

c) Sicherstellung bei Adernschluß

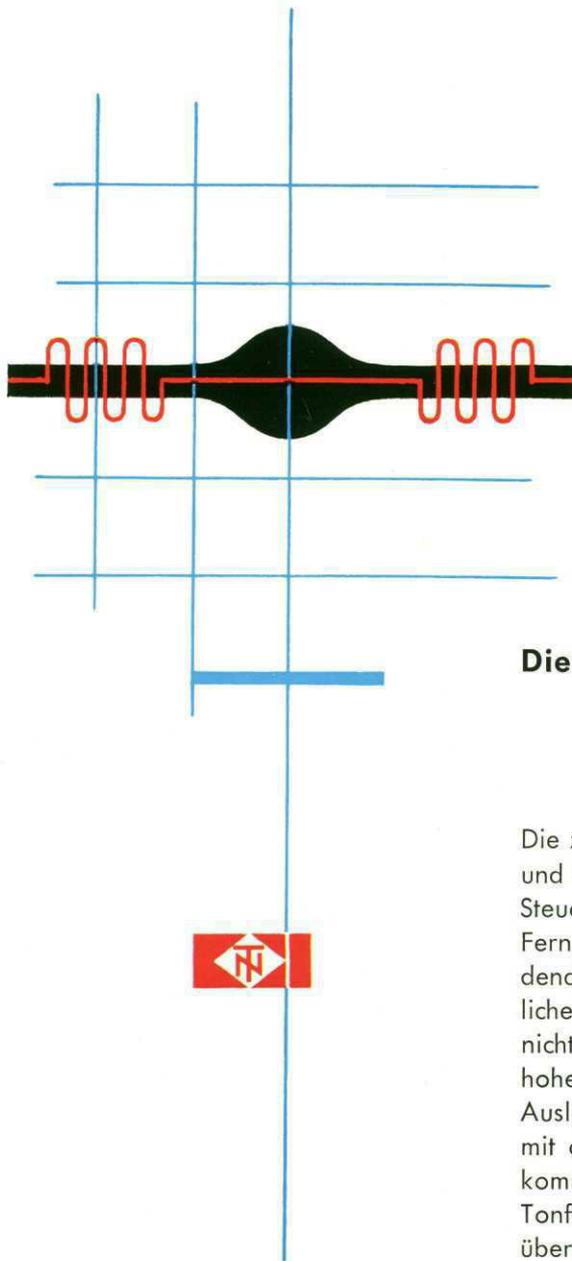
Eine Prüfeinrichtung in der Unterstation verhindert eine gleichzeitige Steuerung von mehr als einem gesteuerten Organ. Sprechen also infolge eines Leitungsschlusses mehrere Steuerrelais E oder A an, wird durch die Prüfeinrichtung eine Steuerung verhindert.

d) Sicherstellung bei mehr als einer Unterstation

Von jeder Unterstation werden getrennte gemeinsame Leitungen zur Kommandostation verlegt. Wird beispielsweise die Unterstation 1 angesteuert, werden die gemeinsamen Leitungen zu allen anderen Unterstationen unterbrochen und die Unterstationen spannungsfrei geschaltet. Somit kann nur in der angesteuerten Unterstation ein Steuerbefehl ausgeführt werden.

Literatur:

- [1] Six, W. Die Universal-Fernwirkanlage 62 TN-Nachrichten, 1962, Heft 57
- [2] Venzke, W. P. Fernbedienungsanlagen im Energie-Versorgungsbetrieb W. Girardet Verlag, Essen
- [3] Henning, W. Die Fernwirktechnik im Dienste der Elektrizitätsversorgung R. Oldenbourg Verlag, München
- [4] Heidel, G. Mosaik-Schaltbilder TN-Nachrichten, 1964, Heft 62



Die Tonsteuersysteme T 24 und T 50

von Karl Hanowski und Peter Hoyer

DK 621.398

Die zunehmende Automatisierung in der Industrie und die damit verbundene Zentralisierung vieler Steuerungs- und Überwachungsfunktionen in einer Fernwirkanlage erfordert eine immer größer werdende Anzahl von Übertragungswegen. Zusätzliche Leitungen bereitzustellen, ist in vielen Fällen nicht ohne weiteres möglich oder mit untragbar hohen Kosten verbunden, wie zum Beispiel das Auslegen von neuen Erdkabeln. Eine Möglichkeit, mit den bereits vorhandenen Kabeladern auszukommen, bietet die Mehrfachausnutzung durch Tonfrequenzmultiplex-Systeme. Bisher wurden überwiegend die bekannten Wechselstromtelegraphie-Systeme eingesetzt. Bei solchen Anlagen, die außerordentlich hohen Anforderungen genügen müssen, sind naturgemäß die Kosten der Geräte erheblich.

Für manche Überwachungs- und einfache Steuerungsaufgaben, vor allem über kleine Entfernungen, werden die Eigenschaften der hochwertigen Telegraphieübertragungen nicht voll ausgenutzt. Der wirtschaftliche Vorteil der Mehrfachausnutzung der Übertragungswege bleibt somit gering. In dem Bemühen, hier eine Lücke zu schließen, wurden die TN-Tonsteuersysteme T 24 für 24 Kanäle und T 50 für 50 Kanäle entwickelt. Sie stellen preisgünstige, für die Mehrzahl der Forderungen ausreichende Mehrkanal-Systeme dar, die auf Grund ihrer zweckmäßigen konstruktiven Gestaltung universell einzusetzen sind.

Die einzelnen Bauelemente, wie Transistoren, Widerstände, Kondensatoren usw., sind auf gleich großen Druckschaltungen untergebracht und durch Plexiglasbecher gegen atmosphärische Einflüsse

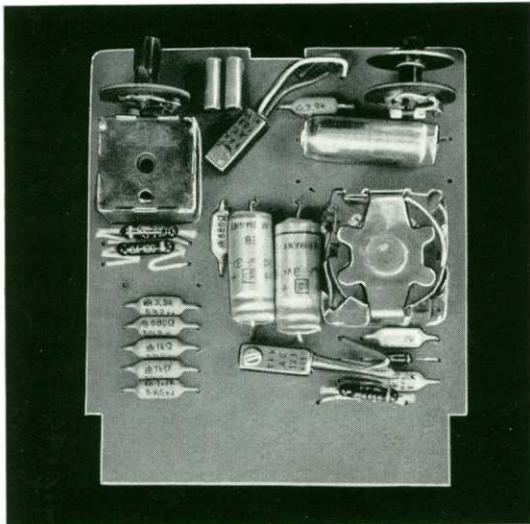


BILD 1a Tonfrequenz-Generator TonGe 4

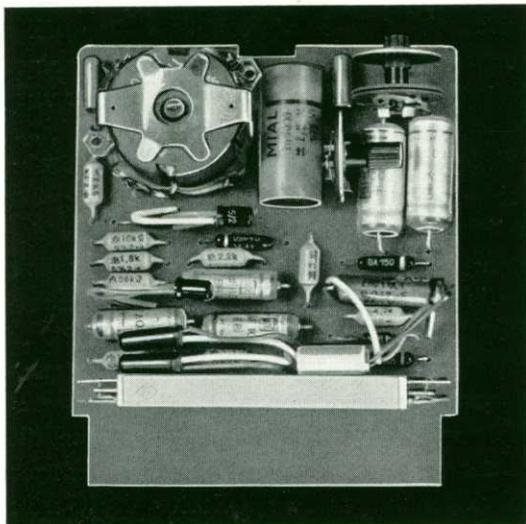
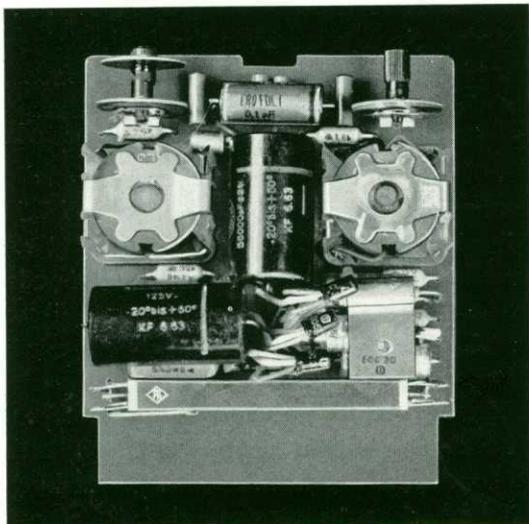


BILD 1b Tonfrequenz-Empfänger TonE 3

BILD 1c Tonfrequenz-Generator TonE 4



und unsachgemäße Behandlung geschützt (Bild 1 a, b, c). Die räumlichen Abmessungen wurden so gewählt, daß die Bausteine auf genormten Relaischienen der Form B nach DIN 41220 montiert werden können. Mit den äußeren Abmessungen von 92 x 92 x 38,5 mm ist ein Raum für drei Relaisplätze pro Baustein erforderlich. Durch diese konstruktive Ausführung wurde eine vorteilhafte Anpassung an die Relaisbautechnik erzielt (Bilder 2 und 3).

Die Bausteine besitzen 20polige Steckerleisten mit vergoldeten Kontaktstellen, die mit einer 20teiligen Federleiste einen einwandfreien Kontakt geben. Es ist damit möglich, jederzeit einzelne Kanäle gegen Kanäle anderer Frequenzen auszuwechseln bzw. die Frequenzverteilung bei neu auftretenden Forderungen grundsätzlich zu ändern.

Das TN-Tonsteuersystem T 24

Das Tonsteuersystem T 24 stellt 24 Kanäle für die Übertragung von Fernwirksignalen bereit. Es arbeitet nach dem bewährten Amplituden-Modulations-Verfahren (AM) und ermöglicht die gleichzeitige Übertragung von 24 Meldungen, Steuerungen oder Meßwerten über einen zweiadrigen Übertragungsweg. Jeder einzelne Kanal ist in der Lage, Informationen bis zu einer Schrittgeschwindigkeit von 50 Bd am Sendeort aufzunehmen und zu einem entfernten Empfangsort nahezu unverzerrt weiterzuleiten.

Zur Übertragung der Informationen eignen sich alle Übertragungswege, die auch für Fernspreckzwecke geeignet sind, weil sämtliche Kanäle nach den Empfehlungen des CCITT im Sprachfrequenzband 300 bis 3400 Hz liegen.

Das Bausteinprogramm des Systems T 24 umfaßt insgesamt vier Grundbausteine und drei Ergänzungsbausteine. Die Grundbausteine bilden die Funktionseinheiten für die 24 Übertragungskanäle, während die Ergänzungsbausteine die Realisierung von Fernwirkprojekten mit besonderen Leistungsmerkmalen ermöglichen.

Grundbausteine

Tonfrequenz-Generator TonGe 3

Der Tonfrequenz-Generator enthält den Oszillator, die Verstärkerstufe und den Modulator. Im Oszillator wird die jeweilige Trägerfrequenz erzeugt und in der nachfolgenden Verstärkerstufe verstärkt. Der Modulator ermöglicht die Ein-Aus-Tastung der jeweiligen Trägerfrequenz im Rhythmus der an-

gelieferten Fernwirkimpulse (Bild 4). Als Trägerfrequenzen werden alle ungeraden Vielfachen von 60 Hz zwischen 420 und 3180 Hz verwendet. Der Kanalabstand beträgt somit 120 Hz (CCITT-Raster).

Sendebandpaß BP 3

Die vom Tonfrequenz-Generator gelieferten „harten“ Tonfrequenzimpulse werden durch den nachfolgenden Sendebandpaß in nahezu sinusförmige Impulse umgewandelt (Bild 5). Diese Maßnahme ist erforderlich, um die bei der „harten“ Tastung entstehenden störenden Seitenbandfrequenzen zu verringern. Derartige Seitenbandfrequenzen beeinflussen die Fernwirkimpulse der Nachbarkanäle.

Zur Leitungsseite hin ist der Bandpaß außerhalb der Kanalbandbreite hochohmig, so daß eine Dämpfung der Nachbarkanäle im Parallelbetrieb nicht eintritt.

Empfangsbandpaß BP 3

Der Empfangsbandpaß unterscheidet sich nicht vom Sendebandpaß in seiner konstruktiven Ausführung und in den elektrischen Daten. Die Aufgabe der Empfangsbandpässe ist es, aus dem übertragenen Gemisch von modulierten Trägerfrequenzen jeweils nur ein Signal auszusieben.

Tonfrequenz-Empfänger TonE 3

Die vom Bandpaß ausgesiebten und von der Leitungsdämpfung geschwächten Tonfrequenzimpulse

werden von dem nachgeschalteten Tonempfänger verstärkt, nochmals gesiebt und in Gleichstromimpulse umgesetzt (Bild 6). Eine zusätzliche Pegelregelung hält die Kurvenform der übertragenen Impulse in gewissen Grenzen konstant. Diese Maßnahme ist notwendig, um Impulsverzerrungen infolge von Pegelschwankungen des Systems gering zu halten. Die am Empfängerausgang vorliegende Information kann am Kontakt eines FSK-Relais abgenommen werden.

Ergänzungsbausteine

Verstärker Vr 3

Der Verstärker Vr 3 kann im System T 24 als Sende-, Empfangs- und Staffilverstärker eingesetzt werden. Als Sende- und Empfangsverstärker ermöglicht er die Übertragung von Fernwirksignalen bei Überreichweiten. Durch eine stufenlose einstellbare Verstärkung ist es möglich, Reichweiten zu überbrücken, die nur noch durch den Störpegel auf den Übertragungswegen begrenzt werden.

Im Staffilverkehr eingesetzt, ermöglicht der Verstärker Vr 3 neben der Verstärkung die hochohmige Anschaltung von Tonfrequenzbausteinen an eine Fernwirkleitung, ohne die Übertragung auf der Leitung wesentlich zu beeinflussen.

Frequenzweiche We 1,5/1,8

Die Frequenzweiche ermöglicht die Übertragung von Fernwirksignalen über eine Doppelader in zwei Übertragungsrichtungen (Duplexverkehr). Infolge der Frequenzbandaufspaltung können in der

BILD 2 Relaischiene bestückt mit Tonfrequenz-Bausteinen und Relais

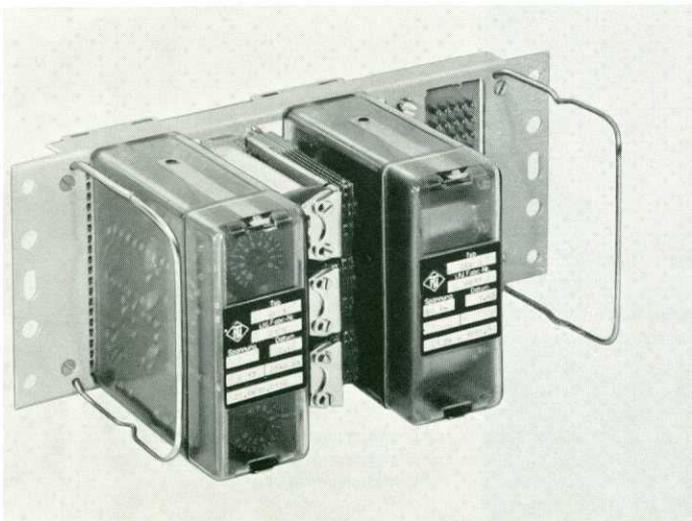
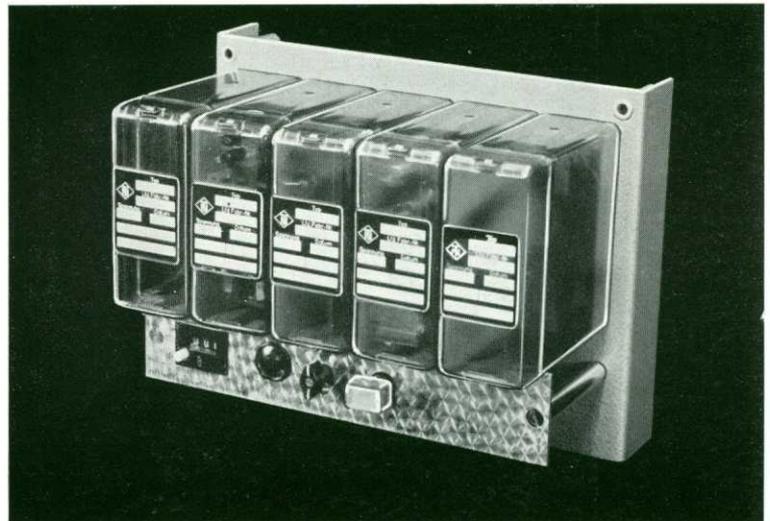


BILD 3 Anwendungsbeispiel des Tonsteuersystems T 50



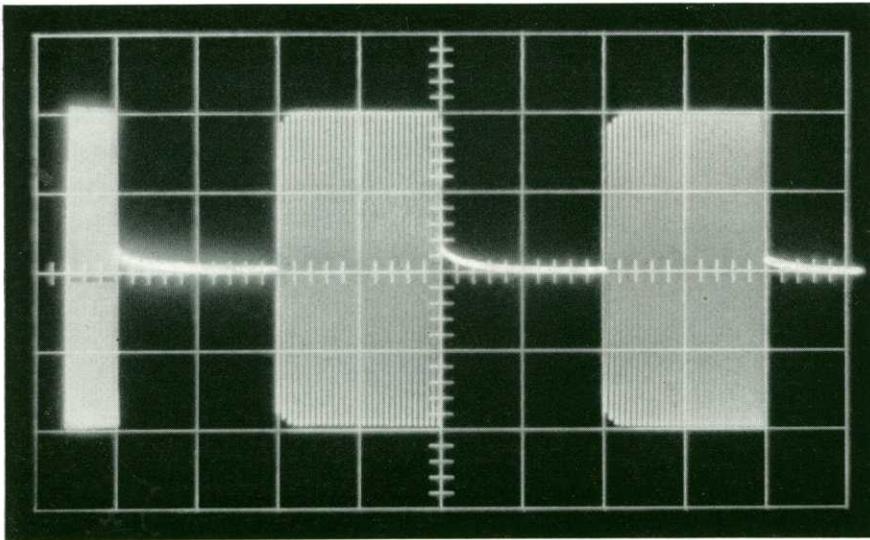


BILD 4
Ein-Aus-Steuerung der Träger-
frequenzen im Tonsender

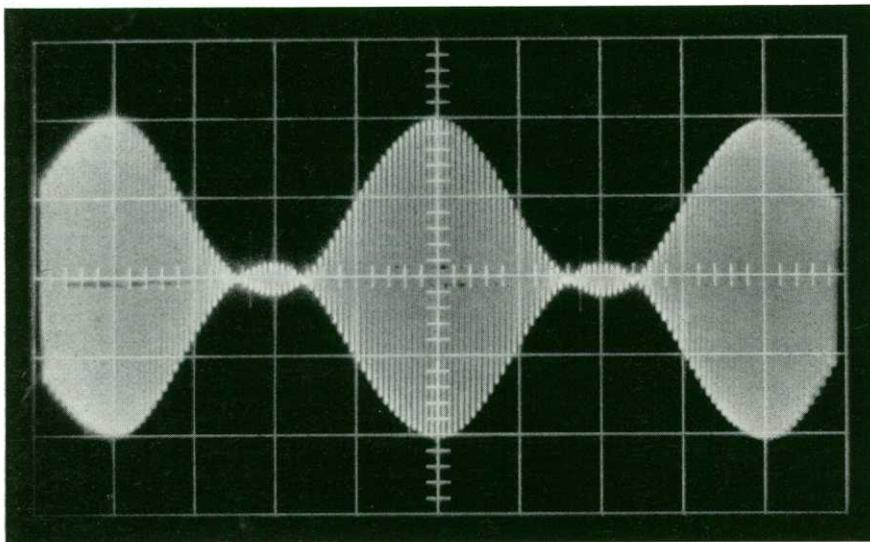
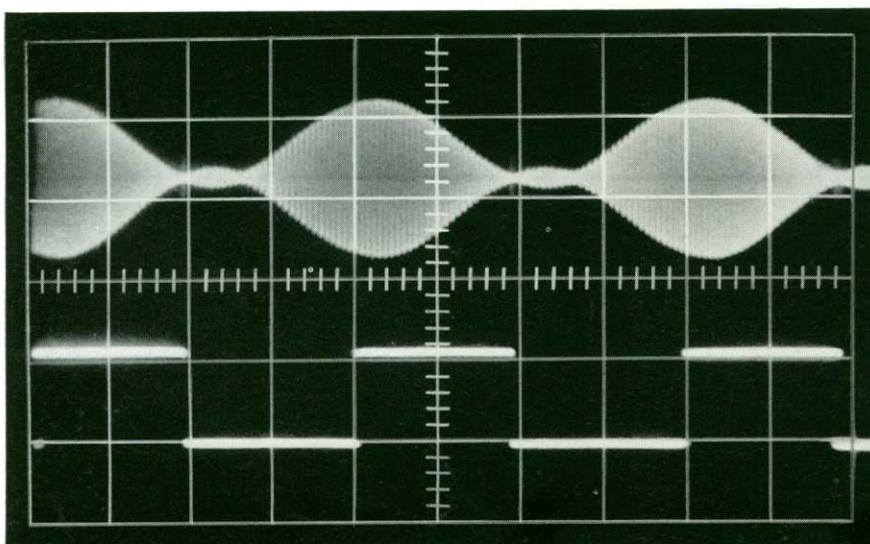


BILD 5
Impulse nach dem Sendebandpaß



— a

— b

BILD 6
a) Empfangene Tonfrequenzimpulse
b) Gleichstromimpulse am
Empfänger-Ausgang

Tiefpaßrichtung 10 Kanäle und in der Hochpaßrichtung 12 Kanäle belegt werden (Bild 7).

An Stelle der 10 Kanäle im Tiefpaßbereich kann das Frequenzband 0...1500 Hz für Sprachübertragung ausgenutzt werden, wenn keine Forderungen an hohe Sprachqualität gestellt werden (Dienstgespräche).

Die Frequenzweiche wird im Duplexverkehr eingesetzt, wenn die Leitungsdämpfung den Wert von 1,5 Np überschreitet.

Gabelübertrager

Die Gabelschaltung dient ebenfalls der Übertragung von Fernwirksignalen in zwei Übertragungsrichtungen. Ihr Einsatz beschränkt sich jedoch auf Übertragungsstrecken, deren Dämpfung kleiner als 1,5 Np ist. Bei größeren Reichweiten ist die Frequenzweiche einzusetzen. Bei Einsatz des Gabelübertragers können die 24 Übertragungskanäle in einem beliebigen Verhältnis ohne Frequenzbandverlust in die beiden Übertragungsrichtungen aufgeteilt werden.

Anwendungsgebiete des Tonsteuersystems T 24

Das System T 24 verbindet die Möglichkeiten des Frequenzmultiplexverfahrens mit denen des Impulstelegrammverfahrens. Es ist daher besonders gut geeignet für Fernwirkanlagen, die durch Impulstelegramme ihre Kriterien übertragen, aber gleichzeitig Steuerungen und Rückmeldungen über eine Doppelader geben sollen. Zusätzlich ist die Kennzeichnung von Unterstationen durch eine bestimmte Kanalfrequenz möglich.

Für kleine Fernwirkanlagen ist es meist wirtschaftlicher, auf Kennzeichnung der Impulstelegramme zu verzichten und der kleinen Zahl von Steuerungen je eine Kanalfrequenz zuzuordnen. Auch hier sind die Kanäle des Systems T 24 gut zu verwenden.

Das TN-Tonsteuersystem T 50

Das Tonsteuersystem T 50 stellt 50 Kanäle im Sprachband zur Verfügung. Die höhere Kanalzahl im begrenzten Frequenzband erfordert eine geringere Bandbreite der Kanäle. Dadurch wird die Übertragungsgeschwindigkeit der Signale bis auf 5 Bd herabgesetzt. Da bei der Steuerung und Regelung von Maschinen, Ventilen und Schützen die Ansprechzeiten ohnehin in der Größenordnung von einigen 100 ms liegen, spielt die Übertragungsgeschwindigkeit eine untergeordnete Rolle.

Das System T 50 erfüllt die Forderung nach einem wirtschaftlichen Übertragungssystem für „Ja-Nein“-

Informationen, von denen 50 über einen Draht- oder Funk-Übertragungsweg mit CCITT-Bandbreite gegeben werden können.

Grundbausteine

Tonfrequenz-Generator TonGe 4

Der TonGe 4 hat den gleichen Aufbau wie der schon beschriebene TonGe 3. Er unterscheidet sich durch eine andere Tastmöglichkeit. Das System T 50 besitzt keine passiven Bandpässe. Der Sender wurde daher so entwickelt, daß er bei Tastung glockenförmige Impulse liefert („weiche Tastung“). Der abgegebene einstellbare Sendepiegel beträgt maximal $-0,7$ Np an 600Ω . Der Ausgangswiderstand des Senders TonGe 4 beträgt $4 k\Omega$.

Tonfrequenz-Generator sTonGe 5

sTonGe 5 ist eine Spezialausführung für explosionsgefährdete Betriebe, wie z. B. Erdölraffinerien und Bergbau. Der Tonfrequenz-Generator sTonGe 5 kann über die a/b-Ader ferngespeist werden. Die Tastung des Senders ist „eigensicher“, weil eine galvanische Trennung zur a/b-Ader besteht und der über die Tastleitung fließende Strom hinreichend klein ist, so daß bei Tastung keine explosionserzeugenden Funken entstehen können. Der abgegebene Sendepiegel beträgt $-0,7$ Np an 600Ω . Der Wechselstrom-Innenwiderstand ist hochohmig gegenüber 600Ω . Es wird kein Sendefilter benötigt.

Tonfrequenz-Empfänger TonE 4

Der Tonfrequenz-Empfänger TonE 4 wurde für den Parallelbetrieb großer Kanalzahl im Hinblick auf einen möglichst geringen Aufwand an teuren Selektionsschaltmitteln entwickelt. Ein Empfänger der herkömmlichen Art würde höheren Aufwand gegenüber dem hier beschriebenen Tonfrequenz-Empfänger benötigen. Der Forderung, möglichst klein und billig zu bauen, steht vor allem die geringe Güte der Spulen bei den tiefen Frequenzen entgegen. Die Güte eines Selektionskreises kann jedoch erhöht werden, wenn die am ohmschen Verlustwiderstand der Spule abfallende Spannung teilweise kompensiert wird. Der Stromlaufplan des TonE 4 gestattet mit kleinem Aufwand die Verwendung von Spulen niedriger Güte und erzeugt die für den Parallelbetrieb von 50 Kanälen im Sprachband notwendige Selektion. Bei einem Betriebsempfangspegel zwischen $-4,4$ Np und $-2,3$ Np ist der vorwiegend ohmsche Eingangswiderstand zwischen $4 k\Omega$ und $14 k\Omega$ einstellbar. Es wird kein Empfangsfilter benötigt.

Ergänzungsbausteine

Wie für das System T 24 können auch hier Verstärker Vr 3, Weiche We 1,5/1,8 und Gabelübertrager eingesetzt werden.

Anwendungsgebiete des Tonsteuersystems T 50

Die Aufgabe des Systems T 50 ist es, bei niedrigsten Anlagekosten eine möglichst große Anzahl von Steuerungen und Meldungen gleichzeitig über einen Verbindungsweg zu übertragen. Es findet vielseitig Verwendung in der Fernwirktechnik und überall dort, wo die Informationen aus Zustandsmeldungen und Steuerbefehlen bestehen.

Das 50-Kanal-System T 50 stellt eine Neuentwicklung dar, mit der es gelungen ist, im Sprachband (CCITT-Band) im Bereich von 300 bis 3400 Hz bis zu 50 uncodierte Einzelmeldungen gleichzeitig über eine zweiadrige Fernmelde- oder Signalleitung zu übertragen. Der Aufwand an Übertragungsmitteln ist dabei besonders wirtschaftlich. Anwendungsgebiete für das System T 50 sind Überwachungs- und Steuerungsanlagen jeder Art, wie z. B. Feuer- und Polizeimeldeeinrichtungen, Uhren- und selektive Rufanlagen, Betriebswarten und Warnanlagen. Mit dem System T 50 wird es möglich, im Bereich von 300 bis 3400 Hz 27 Kanäle zu übertragen und außerdem mit guter Verständlichkeit noch zu telefonieren. Eine Sonderausführung des Systems gestattet

die Verwendung in weitverzweigten Betrieben des Bergbaues über und unter Tage zur Überwachung von Maschinen und Förderanlagen [1].

Zusammenfassung

Wie schon aus den Anwendungsmöglichkeiten hervorgeht, überschneiden sich die Einsatzgebiete beider Systeme. Dieser Tatsache ist Rechnung getragen, indem die elektrischen Daten der Systeme so aufeinander abgestimmt wurden, daß ein Parallelbetrieb von Kanälen beider Systeme möglich ist. Weiter ist die konstruktive Ausführung aller Bausteine gleich, so daß beide Systeme in einem Schrank oder Gestell in beliebigem Ausbau gemischt werden können.

Diese einheitliche Gestaltung ermöglicht es, für eine Übertragungsaufgabe mit Hilfe beider Systeme eine technisch und wirtschaftlich optimale Lösung zu finden. Alle bekannten Verkehrsarten, wie Richtungsverkehr (Simplexverkehr), Gegenverkehr (Duplexverkehr), Staffelverkehr (party-line), Sternverkehr, mehrere Verkehrsarten parallel, dazu evtl. Sprechverkehr oder Meßwertübertragungen anderer Systeme sind durch die Grund- und Ergänzungsbausteine der Systeme T 24 und T 50 darzustellen.

Literaturhinweis:

- [1] Eichhorn, G. Fernwirktechnik im Bergbau
TN-Nachrichten, 1964, Heft 62

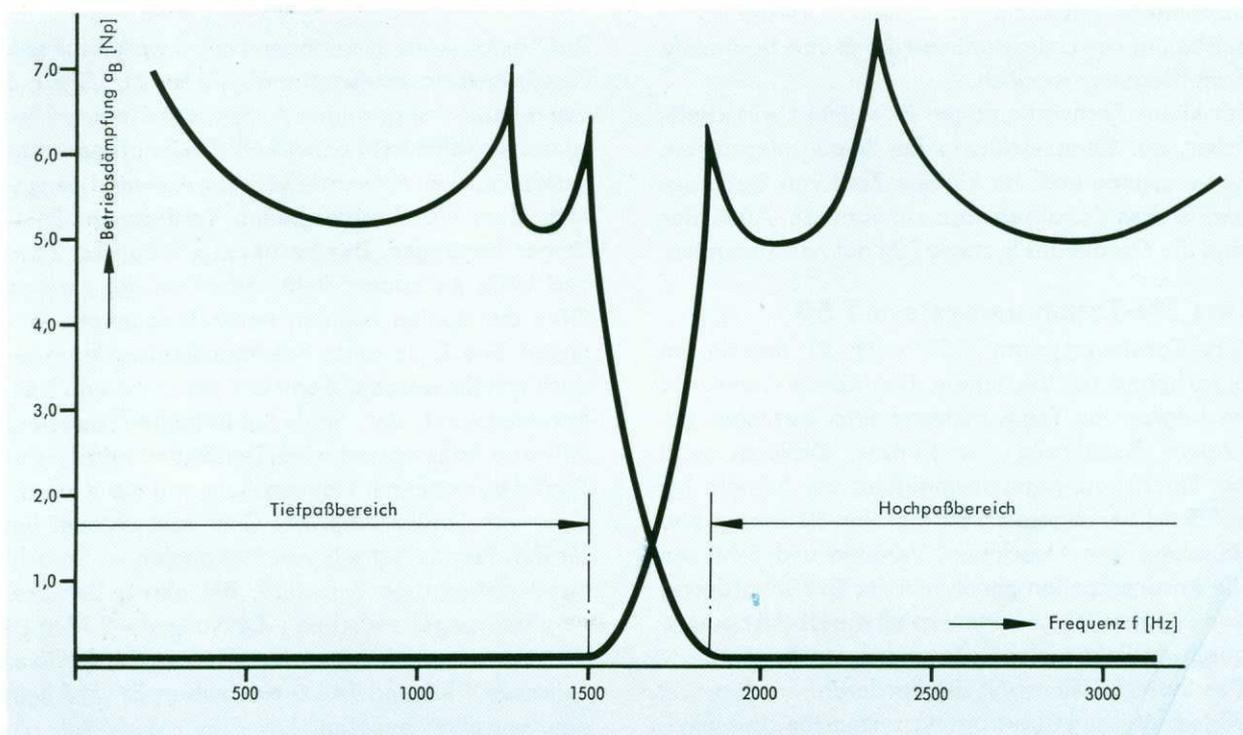
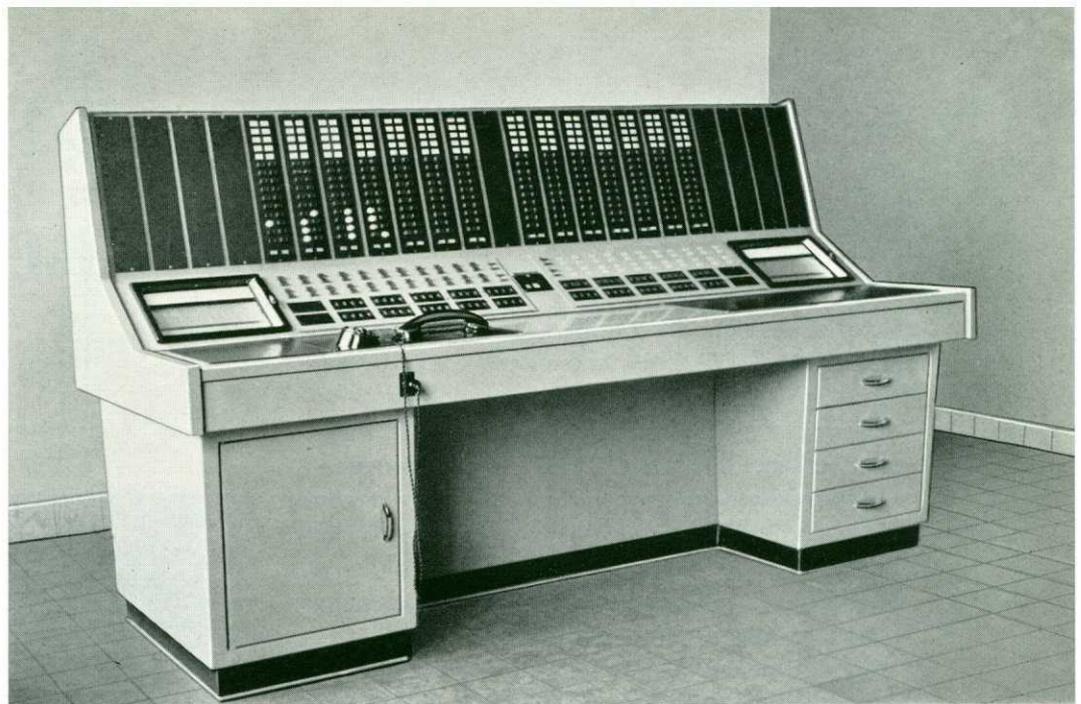


BILD 7 Aufspaltung des Frequenzbandes in der Frequenzweiche



B I L D 1 Bedienungstisch einer Grubenwarte

Fernwirktechnik im Bergbau

von Günter Eichhorn

DK 621.398 : 622

Die Industrieentwicklung ist heute in verschärftem Konkurrenzkampf dem Prozeß einer allgemeinen Rationalisierung und Automatisierung unterworfen. Für manche Industriezweige ist dieser Vorgang eine Existenzfrage, wie z. B. für den Steinkohlenbergbau, für den durch das Vordringen des Erdöles und des Erdgases als bedeutungsvolle Energiequellen auf dem europäischen Markt veränderte, zusätzlich erschwerte Ausgangssituationen entstanden sind.

Der Bergbau ist daher in letzter Zeit in verstärktem Maße gezwungen, durch hohe Investitionen den Produktionsablauf unter und über Tage weitgehend zu mechanisieren und automatisieren. Bei dieser Entwicklung hat sich gezeigt, daß in dezentralisierten Großbetrieben, mit einem Streckennetz bis zu 40 km Gesamtlänge, ein rationeller Einsatz aller Betriebsmittel nur dann möglich ist, wenn an zentraler Stelle ein ständiger Überblick über Betriebszustand und Leistung aller wichtigen Maschinenanlagen und Fördermittel besteht.

Der Aufgabenbereich einer Grubenwarte

Das Heranbringen einer Vielzahl von Meldungen, Zähl- und Meßwerten aus den weitverzweigten Revieren unter Tage zu einer zentralen Stelle über Tage ist die fernmeldetechnische Aufgabe einer Grubenwarte. Die eingegangenen Meldungen sind

in zweckmäßiger Form auszuwerten, um der Betriebsführung jederzeit einen schnellen Überblick zu geben und Störungen sofort erkennen zu lassen. Lauf- und Stillstandsanzeigen zur Überwachung von unter Tage eingesetzten Schwermaschinen wie Hobel-, Schräg-, und Förderanlagen, Blasversatzmaschinen und Streckenvortriebe werden in Form von sogenannten Ja-Nein-Meldungen übertragen. Die Förderung wird überwacht durch die Übertragung von Impulsen zur Zählung von beladenen und leeren Wagen.

Sehr wichtig ist die Anzeige von Minimal- oder Maximalwerten bestimmter Betriebsgrößen, wie Preßluftdruck, Bewetterung, Wasserstands- und Bunkerstandsanzeigen.

Als analoger Meßwert wird die Leistungsaufnahme von Gewinnungsmaschinen übertragen. Zur Sicherung werden gemeldet: CO- und CH₄-Gehalt, Temperatur, Depression, Wettermenge und -geschwindigkeit.

Um die Meldungen übertragen zu können, müssen die Maschinen mit geeigneten Gebern ausgerüstet werden, mit denen sie die Sender modulieren. Bei Maschinen kann es ein Schützkontakt, bei Wagenzählungen ein magnetischer Schienenkontakt, bei Fördereinrichtungen ein Drehzahlwächter oder bei Überwachung der Bewetterung der Kontakt an einer Wetterfahne sein.

Zur Übertragung von analogen Meßwerten sind Meßgrößenwandler erforderlich, welche die jeweilige Meßgröße in einen ihr proportionalen elektrischen Strom (eingepprägten Strom) umformen, um damit das Übertragungssystem zu beeinflussen.

Tonfrequenz-Multiplex-Systeme

Die Entwicklung der Grubenwarte reicht bis 15 Jahre zurück. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß durch die Vielzahl der zu übertragenden Meldungen die Wirtschaftlichkeit des Kabelaufwandes entscheidend ist. Der Einsatz von Frequenz-Multiplex-Systemen zur mehrfachen Ausnutzung von Fernmeldeleitungen, wie sie als wesentlicher Bestandteil der Fernwirktechnik in den anderen Zweigen der Industrie bereits Eingang gefunden hatten, erwies sich als unumgänglich.

Wegen der aus dem Wesen des Bergbaues gegebenen umfangreichen und strengen Sicherheitsvorschriften fand die Tonfrequenzübertragung anfangs nur zögernd Eingang. Erst die Fortschritte auf dem Halbleitergebiet ermöglichten die Entwicklung von elektronischen Übertragungs-Baugruppen, wie Sendern, Verstärkern, Empfängern, die mit ihren niedrigen Betriebsspannungen und -strömen die bergbaulichen Forderungen nach Eigensicherheit erfüllen.

Bei der praktischen Erprobung dieser Systeme erkannte man als erstrebenswertes Ziel, die unter Tage eingesetzten elektronischen Bauteile fernzu speisen, d. h. sie von über Tage durch die Fernmelde-Übertragungsleitungen mit der erforderlichen Betriebsenergie zu versorgen.

Bei den erschwerten Installations- und Betriebsbedingungen unter Tage bedeutet die Unabhängigkeit von örtlicher Stromversorgung für die einzelnen, weit verstreuten Meldepunkte die Voraussetzung für ein großzügiges Gesamtnetz. Die Unabhängigkeit vom Unter-Tage-Netz durch Fernspeisung sichert den Betrieb der Grubenwarte auch bei Stromausfällen. Von Wichtigkeit ist die Fernspeisung darüber hinaus bei den Abbaumaschinen im Streb vor Ort, wo mit Vorrücken der Maschinen eine bewegliche Kabelführung erforderlich ist.

Das TN-Tonsteuersystem für Bergbau

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild eines Systems, das besonders für die Belange des Bergbaues entwickelt wurde. Der ferngespeiste Tonfrequenz-Sender sTonGe 5 arbeitet zusammen mit dem hochselektiven Tonfrequenz-Empfänger TonE 4, welcher dem TN-Tonsteuersystem T 50 entnommen wurde [1]. Der Kanalabstand von 60 Hz ergibt eine sparsame Ausnutzung des verfügbaren Frequenzbandes.

Sowohl Empfänger als auch Sender arbeiten ohne vorgeschaltete Filter. Alle Sender sind wechsel-

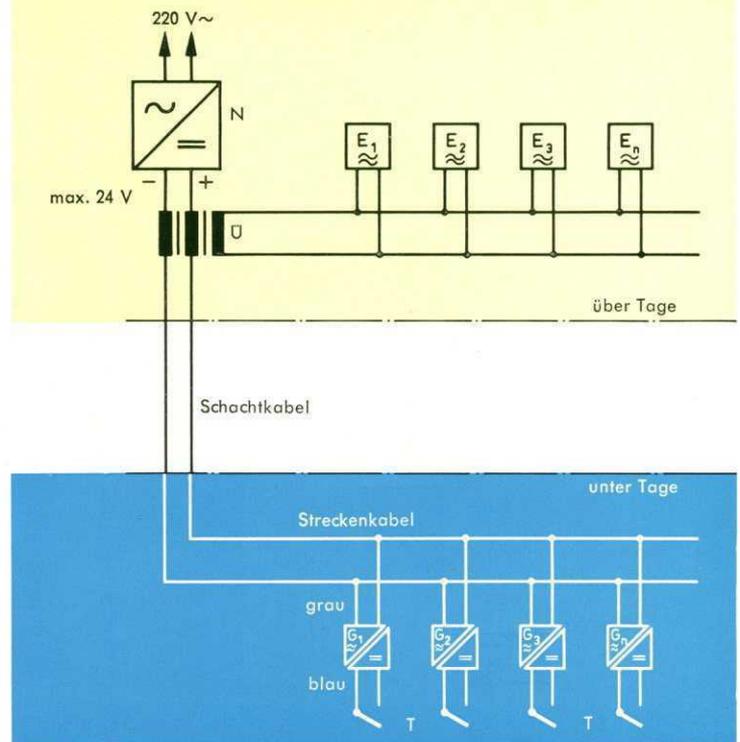


BILD 2 Blockschaltbild des TN-Tonsteuersystems

strom- wie gleichstrommäßig parallel an die Übertragungsleitung angeschlossen. Der Sender hat eine hohe Ausgangs-Impedanz. Die gegenseitige Bedämpfung der einzelnen Sender ist bei einem Leitungswellenwiderstand von 600Ω so gering, daß während des Betriebes Sender an die Leitung angeschlossen oder von ihr abgetrennt werden können, ohne daß dabei der Betrieb der übrigen Kanäle gestört wird.

Frequenz und Amplitude der abgegebenen Tonfrequenzen sind gegen Betriebsspannungsschwankungen im Bereich zwischen 6 V und 24 V nahezu stabil. Spannungsabfälle längs der Leitung sind in diesem Bereich daher ohne Bedeutung. Überspannungen bei Entlastung der Leitung durch Abtrennen von Sendern können bei einer Speisespannung von 24 V nicht auftreten.

Die Stromaufnahme eines Senders beträgt etwa 4 mA. Da der zulässige Schleifengleichstrom 80 mA nicht übersteigen soll, lassen sich über eine Leitung 20 Sender fernspeisen. Aufgrund der vorgenannten unteren Betriebsspannungsgrenze ergibt sich bei 24 V Speisespannung auf einer Leitung mit Adern von 0,8 mm Durchmesser eine Reichweite von 10 km für 20 Sender.

Das auf einer Leitung von diesen ferngespeisten Sendern nicht ausgenutzte Frequenzband steht anderen Übertragungskanälen mit ortsgespeisten Sendern zur Verfügung.

Um den Erfordernissen des Unter-Tage-Betriebes gerecht zu werden, wurde bei dem hier beschriebenen ferngespeisten Sender sTonGe 5 eine galvanische Trennung zwischen Speise bzw. Ton-

frequenzleitung (Senderausgang) und der Tastleitung (Sendereingang) verwirklicht. Diese Trennung ist eine echte Gewähr dafür, daß trotz der nicht eigensicheren Übertragungsleitung (graue Leitung) die Tastleitung (blaue Leitung) eigensicher ist.

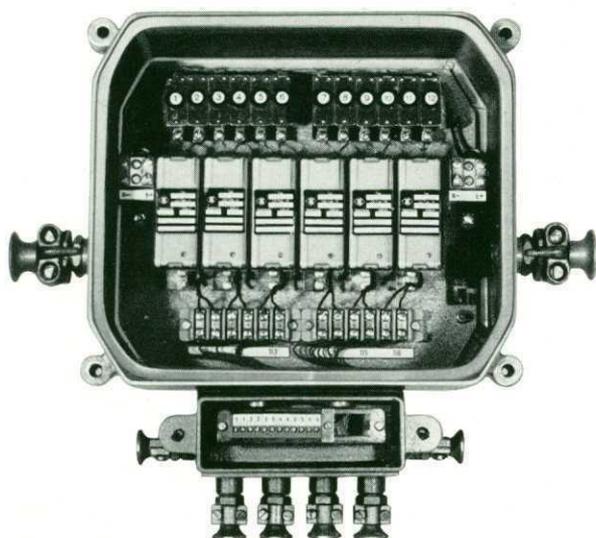
Von einem Hilfsoszillator wird eine Wechselspannung höherer Frequenz erzeugt, gleichgerichtet und über die Tastleitung auf zwei Dioden geschaltet, die den Oszillator be- oder entdämpfen. Der Sender wird auf diese Weise vom eigensicheren Teil aus getastet.

An der Tastleitung entsteht im Leerlauf, d. h. bei offenem Tastkontakt eine Spannung von etwa 2 V, während im Kurzschluß ein Strom von etwa 150 μ A fließt. Diese Werte halten also auch extremen Forderungen nach Eigensicherheit stand. Gemäß bestehender Sicherheitsbestimmungen sind die elektrischen Bauteile des Senders innerhalb eines Kunststoffbeckens mit einer Gießmasse umschlossen.

Die in einem Bergwerksbetrieb zu übertragenden Meldungen und Zählimpulse sind ihrer Natur nach langsame Vorgänge, zu deren Übertragung ein Schmalbandsystem mit einer begrenzten Tastfrequenz von 2 bis 5 Bd – von wenigen Ausnahmen abgesehen – ausreicht. Für Fälle, in denen eine höhere Tastgeschwindigkeit erforderlich ist, steht das TN-Tonsteuersystem T 24 zur Verfügung, welches bei dem üblichen Frequenzabstand von 120 Hz mit 24 Kanälen innerhalb des Sprachfrequenzbandes mit einer Tastgeschwindigkeit von max. 50 Bd arbeitet. Mit Hilfe der Bausteine der Systeme T 24 und T 50, die in einem gesonderten

BILD 3

Ferngespeiste Tonfrequenzsender sTonGe 5 in schlagwettersicherem Gehäuse



Aufsatz beschrieben sind [1], wurde eine Meßwertübertragung entwickelt, deren Sendeteil ebenfalls ferngespeist werden kann und einen eigensicheren Eingang vom Meßwertgeber besitzt.

Der Wartenraum

Die Grubenwarte besteht aus dem eigentlichen Wartenraum mit Wartentisch sowie zusätzlichen Wandtafeln für Zähler, Meßinstrumente und Blindschaltbilder (Bild 1). Der Relaisraum mit Gestellrahmen, in denen die erforderlichen Schalt- und Auswerteeinrichtungen untergebracht sind, ist der Grubenwarte angegliedert.

Da die Anzahl der erforderlichen Übertragungskanäle oft einige Hundert beträgt, laufen im Relaisraum von unter Tage kommend mehrere Übertragungsleitungen zusammen. Für gewöhnlich sind es eine oder zwei Doppeladern pro Revier.

Stromversorgung für Fernspeisung

Die einzelnen Leitungen werden zur Fernspeisung der Sender aus getrennten, erdfreien Netzspeisegeräten mit Gleichstrom versorgt. Dadurch sind die einzelnen Leitungen galvanisch voneinander getrennt. Bei evtl. Erdschlüssen in einem der Leitungssysteme wird auf diese Weise vermieden, daß die Fehler auf das gesamte Grubennetz übertragen werden.

Für Netzausfall steht ein Ersatzgenerator bereit, der in der Lage ist, die Netzgeräte mit 220 V Wechselspannung zu speisen.

Meßgestell

Für die Überwachung der Übertragungssysteme ist es von großer Bedeutung, die Kanäle auf den einzelnen Leitungen schnell und in einfacher Weise prüfen und deren Pegel messen zu können. Die erforderlichen Einrichtungen sind in einem Meßgestell zusammengefaßt.

Mit einem Leitungswähler wird ein Trennverstärker an die zu messende Leitung geschaltet (Bild 4). Aus dem am Ausgang des Verstärkers ankommenden Frequenzgemisch werden von einem Satz Meßfilter (Bandpässe) die gewünschten Kanalfrequenzen ausgesiebt und wahlweise über einen Stufenschalter dem Röhrevoltmeter zur Pegelmessung zugeführt. Mit dieser Einrichtung kann auf allen Leitungen ohne Betriebsunterbrechung gemessen werden.

Auswertung der Meldungen über Tage

Alle Auswerteeinrichtungen sind in Form von

Relaisschienen nach Baueinheiten gegliedert, so daß eine Grubenwarte je nach Zahl der Meldungen und nach Art der Auswertungen stufenweise aufgebaut und erweitert werden kann.

Damit die Kanäle bei Umdispositionen oder Störungen schneller ausgewechselt werden können, sind die Empfänger innerhalb der Schienen steckbar angeordnet. Jedem Empfänger ist ein Ovalrelais mit mehreren Kontaktsätzen zugeordnet, welche für alle weiteren Auswertefunktionen zur Verfügung stehen.

Die einfachste Auswertung einer Ja-Nein-Meldung ist die optische Anzeige durch grüne und rote Kontrolllampen, entsprechend dem Zustand „Maschine läuft“ oder „Maschine steht“.

Da für bestimmte Maschinen kurze Stillstandzeiten ohne Belang sind, werden nach Bedarf Verzögerungsglieder zwischengeschaltet, welche bei Stillstandsmeldung erst nach Ablauf einer einstellbaren Übergangszeit Alarm in Form von rotem Flackerlicht und zusätzlich ein akustisches Signal geben. Durch Tastendruck wird der Alarm vom Grubenwart bestätigt und abgeschaltet.

Um die Stillstandszeiten automatisch erfassen und registrieren zu können, werden während des Nein-Zustandes über einen Kontakt des Empfängerrelais Minutenimpulse auf einen mehrstelligen elektrischen Impulszähler geleitet und dort summiert. Durch eine besondere Impulsschaltung wird auf einem weiteren Zähler die Anzahl der Betriebsunterbrechungen festgehalten, indem das Eintreffen jeder Nein-Meldung durch einen Impuls auf diesem Zähler registriert wird.

Bei der Übertragung von Wagen-Zählimpulsen werden die empfangenen Impulse ebenfalls auf mehrstellige elektrische Zähler geleitet und dort registriert. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, für den Ruhezustand den Ja-Zustand, d. h. Sendung eines Dauertones festzulegen, welcher bei Impuls-gabe kurzzeitig unterbrochen wird.

Eine Überwachungseinrichtung meldet bei Dauerunterbrechung Störung. Eine Impulsspeicherung sorgt dafür, daß während der Zeitspanne einer Zählerabfrage, wie sie später noch beschrieben wird, kein Impulsverlust eintreten kann.

In gleicher Weise wie die Wagenzählimpulse werden Mengenimpulse übertragen und gezählt. Hier bei ist der zu messenden Menge (Luft, Wasser oder elektrische Arbeit) pro Mengeneinheit ein Impuls zugrunde gelegt.

Die Zähler sind nicht nur in ihrer Bedeutung als

Speicher für die einzelnen Meldungswertungen sondern auch umfangmäßig ein wesentlicher Bestandteil der Grubenwarte. Die wichtigsten Zähler (z. B. für Wagenzählungen) werden zweckmäßig im direkten Blickfeld des Grubenwarts am Tisch untergebracht, während die übrigen Zähler in Wandtafeln oder Gestellrahmen eingebaut sind.

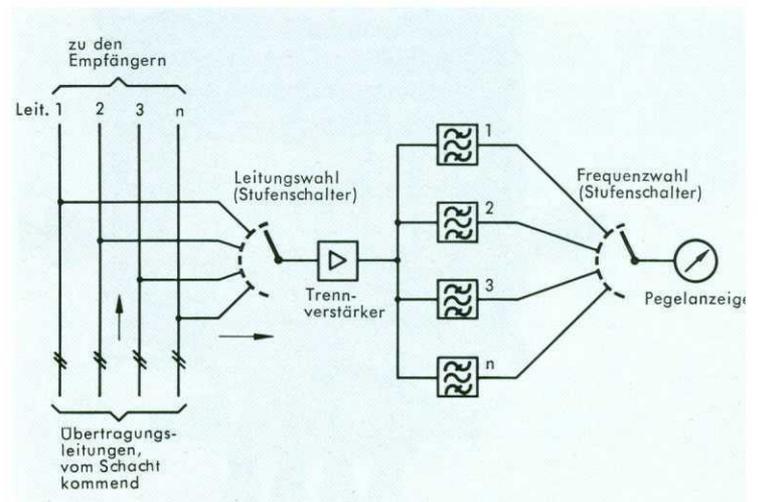
Automatisches Drucken der Zählergebnisse

Da es auf die Dauer mühsam wäre, die Vielzahl der Zähler abzulesen und die Zahlen von Hand in ein Protokoll zu übertragen, ist dieser Vorgang automatisiert. Die Zählerstände werden auf Anforderung über eine zentrale Abfrageeinrichtung in ein elektrisches Druckwerk übertragen, welches die Ergebnisse zeilenweise druckt und somit selbsttätig zu Protokoll gibt.

Mit Hilfe von Rangierverbindungen läßt sich die äußere Form des Druckprotokolls nach Belieben zusammenstellen, d. h. es kann frei festgelegt werden, in welcher Zeile und an welchem Platz innerhalb einer Zeile der Stand eines Zählers beim Druck erscheinen soll.

Es lassen sich darüber hinaus verschiedene Druckprogramme zusammenstellen. Ein solches kann aus einer Generalabfrage bestehen, in welcher beispielsweise revierweise geordnet die Zahlenwerte sämtlicher vorhandener Zähler Zeile für Zeile ausgedruckt werden. Andere Programme bestehen aus Teilabfragen, wobei nur bestimmte Funktionsgruppen, seien es die Ergebnisse einzelner Reviere oder bestimmter Mengenzählungen herausgegriffen werden. Gedruckt werden in diesem Falle nur

BILD 4 Pegelmeßeinrichtung



die von der Teilabfrage betroffenen Zeilen, wobei außerdem innerhalb dieser Zeilen nicht betroffene Werte nach Bedarf ausgelassen werden.

Das Druckprogramm bestimmt, ob nach Abfrage und Druck die Zählerstände erhalten bleiben oder auf Null laufen sollen. Im Rahmen der Programmierung können in einer Druckzeile Uhrzeit oder Daten zur Zeilenkennzeichnung, wie z. B. eine laufende Nummer oder Kennziffer für Maschinen oder Reviere aufgenommen werden. Leerzeilen lassen sich nach Bedarf zwecks besserer Übersichtlichkeit zwischenschalten. Die Stellen, an denen ein abgeschlossenes Druckprotokoll von der laufenden Papierrolle abgetrennt werden soll, werden durch Abdruck einer besonderen Markierungslinie gekennzeichnet.

Der Befehl, ein bestimmtes Druckprogramm ablaufen zu lassen, wird in Einzelfällen von Hand mittels entsprechender Programmtasten oder normalerweise selbsttätig durch ein programmierbares Zeitschaltwerk mit 24-Stunden-Betrieb ausgelöst.

Der Antrieb dieses Schaltwerkes erfolgt durch gepolte Minutenimpulse einer Nebenuhrenanlage.

Die technische Voraussetzung dafür, die bisher nicht näher beschriebenen elektrischen Zähler abzufragen, d.h. ihre Zählerstände auf das Druckwerk übertragen zu können, liegt darin, daß die Zähler aus selbständigen Eidekaden-Elementen bestehen, von denen beispielsweise vier solcher Einzel-elemente zu einem 4stelligen Zählerblock zusammengeschaltet sind. Jedes Element stellt eine Dekade dar.

Bei Impulzzählung (Impulseingabe) wird der Übergang von einer Dekade zur nächsten elektrisch durch Übergabe-Hilfskontakte bewirkt.

Bei der Abfrage gelangt auf die einzelnen Dekadenzähler eine Serie von 10 Impulsen. Je nach Zählerstellung werden über Hilfsrelais alle oder ein Teil dieser Impulse auf Druckerelemente (Typenrollen) abgezweigt (Impulsausgabe). Diese Rollen werden in Paralleleingabe gleichzeitig eingestellt und anschließend gemeinsam als geschlossene Zeile gedruckt. Nach dem Druck laufen die Rollen selbsttätig in ihre Ausgangsstellung (Nullstellung) zurück. Der Papiervorschub rückt um einen Zeilenabstand weiter.

Die Abfrageeinrichtung schaltet je Schritt alle zu einer Druckzeile gehörenden Zählerblöcke auf Impulsausgabe um. Ein Impulsgeber liefert die zur Zählerabfrage erforderliche Serie von 10 Impulsen. Die Abfrageeinrichtung wird als wichtiger, gemein-

samer Funktionsteil auf ordnungsgemäße Arbeitsweise überwacht. Bei Störungen schaltet sich selbsttätig ein Reservesatz ein, so daß Betriebsunterbrechungen vermieden werden können.

Arbeitszeit- und Störzeiterfassung

Mit Hilfe der bisher beschriebenen Auswertung der Ja-Nein-Meldungen werden durch Zählen und Summieren von Minutenimpulsen lediglich Gesamtzeiten von Maschinenstillständen oder umgekehrt von Arbeitszeiten festgehalten.

Für bestimmte Maschinen oder Arbeitsvorgänge mag es darüber hinaus von Interesse sein, im einzelnen genau ersehen zu können, zu welchen Zeiten die Maschinen in Tätigkeit waren oder stillstanden. Durch eine Zusatzeinrichtung werden zu diesem Zweck die eingehenden Meldungen in der Weise ausgewertet, daß auf einem elektrischen Druckwerk, wie es für die Registrierung der Zählerwerte benutzt wird, tabellarisch die Anfangs- bzw. Endzeiten eines Maschinenstillstandes (d. h. einer Nein-Meldung) selbsttätig auf einem Papierband gedruckt werden.

Uhrzeit	Maschine								Störzeit			
	1	2	3	4	5	6	7	8 usw.				
09 12	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*
09 14	*	*	*	*	3	*	*	*	*	*	*	*
10 33	*	*	*	*	E	*	*	*	0	0	8	1
11 04	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11 07	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11 13	*	*	E	*	*	*	*	*	0	0	0	9

BILD 5 Ausschnitt aus einem Störzeit-Druckprotokoll

Der abgebildete Ausschnitt aus einem Störzeit-Druckprotokoll veranschaulicht die Arbeitsweise: In jeder Druckzeile erscheint links die Uhrzeit. Jede folgende Druckspalte ist einer der zu überwachten Maschinen zugeordnet. In dieser Spalte wird durch Druck eines Buchstabens oder einer Zahl zum Ausdruck gebracht, ob oder was die Maschine zu melden hat. Druck eines Sternchens besagt „keine Meldung“ (Bild 5).

Jede eingehende Ja- oder Nein-Meldung löst den Druck einer Zeile aus. In der zur betreffenden Maschine gehörenden Spalte wird entweder der Buchstabe A (Störungsanfang) oder E (Störungsende) gedruckt.

Im Beispiel ist die Maschine 5 von 09 12 bis 10 33 Uhr außer Tätigkeit gewesen.

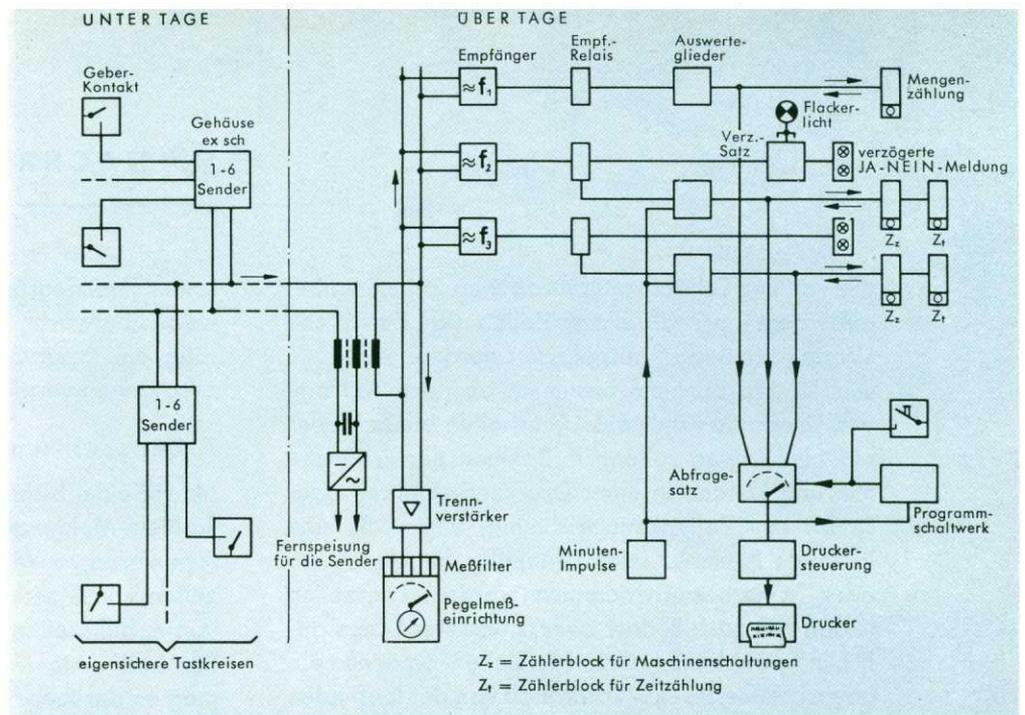


BILD 6
Prinzip der Übertragung und Auswertung von Meldungen

Die Meldung E (Störungsende) wird rechts am Ende der Druckzeile durch Ausgabe der jeweiligen Störzeit-Dauer vervollständigt. Es ist direkt abzulesen, daß die Maschine 5 während der genannten Zeitspanne 81 Minuten still stand.

Die zwischen der A- und E-Zeile liegende 3 besagt, daß der Grund des Stillstandes die „Störungsart 3“ gewesen ist. Die Kennzahlen für verschiedene, nach einem Schlüssel festgelegte Störungsarten können zur Vervollständigung des Protokolls vom Grubenwart von Hand über eine Tastatur eingegeben werden, nachdem er über Fernsprecher über den Grund der Störung informiert wurde.

Fernsteuerung

Abgerundet wird der Wirkungsbereich der Grubenwarte durch Fernsteuerung. In entgegengesetzter Richtung zu der Meldungsübertragung werden von der Warte aus über Befehlsschalter nach unter Tage Funktionsbefehle gesendet, um dort Schalt- und Steuervorgänge auszulösen. Verwendet werden hierzu die gleichen Tonfrequenzsysteme, wie sie zuvor beschrieben wurden. Erforderlich an zusätzlichen Bauteilen sind für den Gegenverkehr Tonfrequenzweichen, um gegenseitige Störungen zwischen den parallel zueinander liegenden Sendern und Empfängern auszuschließen.

Bei geringem Aufwand kann der wirtschaftliche Nutzen einer Fernsteuerung groß sein; besonders wenn es sich darum handelt, auf große Entfernungen verstreut liegende Einrichtungen, wie Lüfter, Pumpen oder Druckluftventile von einer Stelle aus ein- und ausschalten zu können. Durch Vermeidung von unnötigem Energieverbrauch lassen sich beachtliche Einsparungen erzielen.

Zusammenfassung

Eine Grubenwarte hat die Aufgabe, Betrieb und Produktion unter Tage kontinuierlich zu überwachen. Hierzu ist eine Vielzahl von Meldungen, Zählimpulsen und Meßwerten von unter Tage nach über Tage zu übertragen. In umgekehrter Richtung werden Steuerbefehle gegeben. Die Übertragungen werden mit Tonfrequenz-Multiplex-Systemen ausgeführt, wobei der Schwerpunkt auf Fernspeisung der eingesetzten Tonfrequenz-Sender unter Tage liegt. Näher beschrieben wird ein Tonsteuersystem, welches besonders für Grubenbetrieb geeignet ist und über einen ferngespeisten Sender mit eigensicherem Tastkreis verfügt.

Die Meldungen werden über Tage ausgewertet, die gewonnenen Zeiten und Zählwerte werden auf mehrstelligen, abfragbaren Eidekadenzählern registriert. Durch ein programmierbares, automatisch arbeitendes Zählerabfrage-System in Verbindung mit einem elektrischen Druckwert steht der Betriebsleitung täglich ein fertig ausgewertetes Druckprotokoll mit Daten über Produktion, Betriebsablauf und -ausfällen zur Verfügung.

Literatur:

- [1] K. Hanowski und P. Hoyer
Die Tonsteuersysteme T 24 und T 50
TN-Nachrichten, 1964, Heft 62
- [2] F. Kunze
Die Grubenwarte aus der Sicht des Betriebsstudieningenieurs
Glückauf, 1962, Heft 17
- [3] W. Bellingrodt
Elektronik und Nachrichtentechnik unter und über Tage - Der mechanisierte u. automatisierte Bergbau „Der Volkswirt“, 1960, Heft 21

