

JAHRGANG 1962



NACHRICHTEN
DER TELEFONBAU UND NORMALZEIT

HEFT
55

Herausgeber:
Telefonbau und Normalzeit, Frankfurt a. M.

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

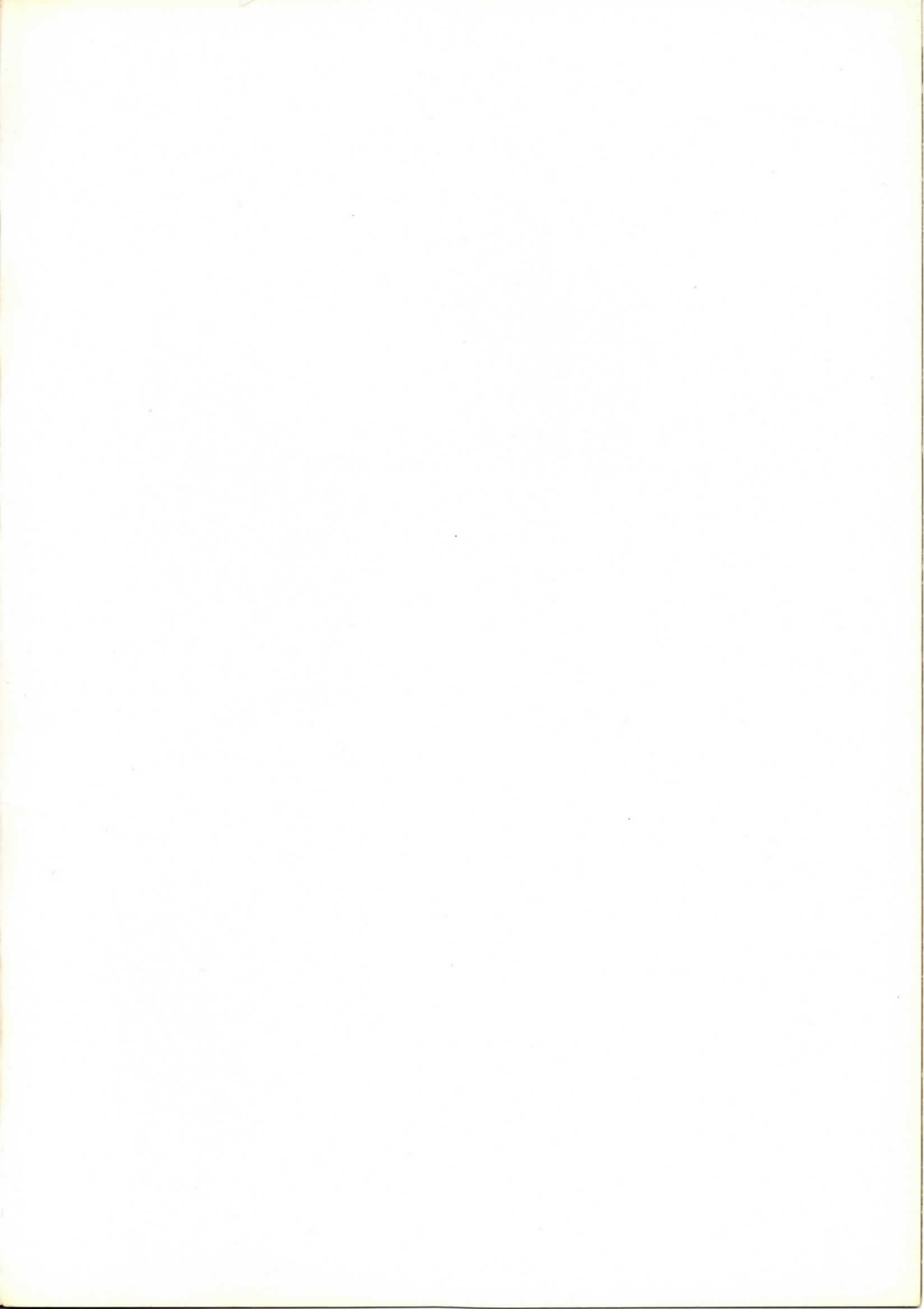
Schriftleitung:
Dr.-Ing. Werner Otto, Frankfurt a. M.

Graphische Gestaltung:
Max Bittrof, Frankfurt a. M.

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

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

Lichtbilder:
Reinwarth, West-Berlin
Schade, Frankfurt a. M.



NACHRICHTEN

JAHRGANG 1962 · HEFT 55 · SEITE 1-56

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 Korrosionsschutz metallischer Bauteile durch Vernickeln oder Chromatieren? von Margret Müller	5-12
2 Hilfsmittel zur Bestimmung der Verkehrsdichte in Fernsprech-Nebenstellen-Anlagen von Herbert Witte	13-14
3 Spielzeit- und Stoppuhr-Anlagen von Herbert Krickser	15-18
4 Übertragung von Trafostufenmeldungen durch eine Fernwirkanlage von Werner Six	19-22
5 Der Kapazitätsanzeiger in einer VW-Werkstatt von Günther Merlin	23-26
6 Personensuchanlagen als moderne Organisationsmittel von Karl Luthe	27-34
7 Die Funkenlöschung bei magnetischen Kontakten und die Berechnung der Funkenlöschglieder von Harald Fuhrmann	35-42
8 Die Stadt und ihre elektrische Zeitdienstanlage von Erich Gentsch	43-56



DAS NEUE FLIESSBAND IN DER RELAISFERTIGUNG DES WERKES II, KLEYERSTRASSE





DK 620.197

Trotz der Vielseitigkeit der Korrosionserscheinungen ist die Ursache der Korrosion in allen Fällen dieselbe. Wir wissen, daß die zur Korrosion neigenden Metalle, wie z. B. Eisen, in der Natur nur in Form von chemischen Verbindungen vorkommen

Die am Außenrand des Tropfens gelegene Zone ist durch den guten Sauerstoffzutritt in eine Oxydhaut verwandelt, die gegen Angriff geschützt ist und als Lokalelementkathode wirkt. In der Mitte des Tropfens, an der Stelle, die für den Sauerstoff am

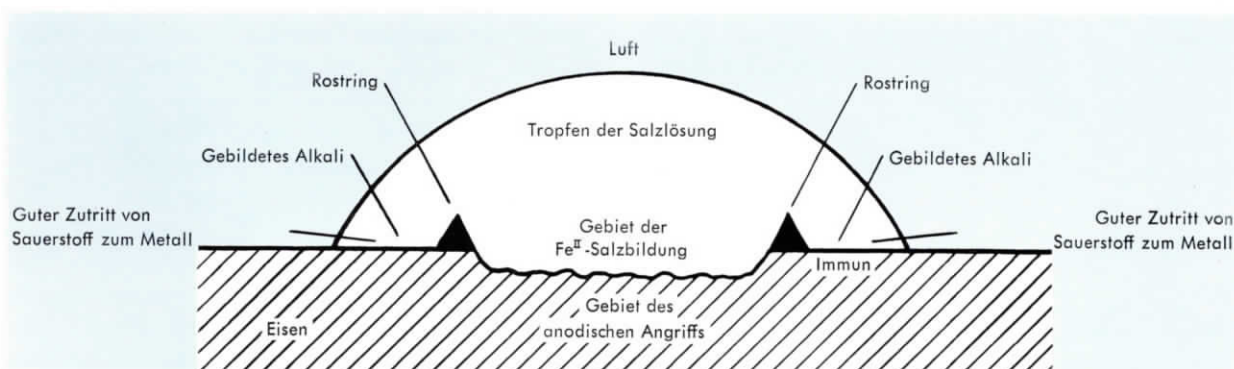


BILD 1 Darstellung der Korrosion des Eisens

schwierigsten zu erreichen ist, löst sich das Eisen anodisch auf. Die hierbei durch die Bildung von Eisenionen frei gewordenen Elektronen können an der edlen kathodischen Oxydhaut entweder Wasserstoffionen entladen oder aus Sauerstoff und Wasser OH⁻-ionen bilden. Zwischen Anoden- und Kathodenraum hat sich ein Rostring gebildet, weil hier das anodisch gebildete Eisensalz durch das kathodisch gebildete Alkali als braunes Eisenoxyd bzw. Hydroxyd ausgefällt wird.

Die Endprodukte der Einwirkung von Sauerstoff und Wasser, welche als Rost sinnfällig in Erscheinung treten, bestehen aus mehr oder weniger wasserhaltigen Oxyden bzw. Hydroxyden.

Die metallverarbeitende Industrie versucht natürlich mit allen möglichen Maßnahmen ihre Erzeugnisse vor der Korrosion zu schützen. Eine dieser Maßnahmen ist die Metall-Passivierung.

Metall-Passivierung

Man versteht darunter alle Methoden, mit deren Hilfe die korrosionsfördernden elektrischen Lokalströme weitgehend unterbunden werden. Im Handel wird eine größere Anzahl sauerstoffhaltiger Substanzen als angeblich „passivierend“ angeboten. Die meisten vermögen jedoch nur mehr oder weniger schwerlösliche Bedeckungsschichten auf dem Metall hervorzubringen. Als „passivierend“ sollte man nur solche Substanzen bezeichnen, die in der Lage sind, einen Teil ihres Sauerstoff-Gehaltes unmittelbar an die zu schützende Metalloberfläche abzugeben und eine zwar sehr dünne aber wirksame Oxydschicht auf ihr zu bilden. Die Phosphorsäure ist z. B. entgegen einer weitverbreiteten Ansicht trotz ihres verhältnismäßig hohen Sauerstoffgehaltes nicht zu einer echten Passivierung befähigt, da sie den Sauerstoff „stabil“ gebunden enthält und daher nur schwer reduziert werden kann.

Bei einer echten Passivierung müssen außer Phosphorsäure auch Chromate und Oxychromate in ausreichender Menge vorhanden sein. Im Gegensatz zu den phosphorsauren Verbindungen enthalten die chromsauren Verbindungen den Sauerstoff in „aktivierbarer“ Form und sind so in der Lage, auf der Metalloberfläche eine wirksame Oxydschicht hervorzubringen.

Die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit von galvanischen Zinküberzügen durch Passivieren.

Die Anwendung von Zink als Überzugsmetall zum Schutz des Eisens gegen Korrosion ist bekannt und

weitverbreitet. In den letzten Jahren ist die Wertschätzung des Zinks noch gestiegen, da die in verschiedenen Ländern durchgeführten Korrosionsversuche eindeutig erwiesen haben, daß Zink (ein verhältnismäßig billiges Metall) in Stadt- und Industriatmosphäre im Binnenland anderen wirtschaftlichen Überzugsmetallen z. T. überlegen ist.

Bei vielen Gegenständen wünscht man jedoch nicht nur einen Schutz des Eisens gegen Korrosion, sondern auch ein über längere Zeit gleichbleibendes gutes Aussehen der Oberfläche. Das Aussehen verzinkter Gegenstände, die in den modernen Glanzzinkbädern einen ausgezeichneten, chromähnlichen Glanz erhalten, verschlechtert sich leider an der Atmosphäre sehr bald. Die Zinkoberfläche wird mehr oder weniger grau und unansehnlich matt. Es bildet sich durch Einwirkung der Luftbestandteile auf dem Zink eine Deckschicht, meist aus basischem Zinkkarbonat bestehend, welche im allgemeinen festhaftet und das Zink vor weiterem Angriff weitgehend schützt. Diese an sich nützliche Schicht ist in vielen Fällen unerwünscht, da sie das Aussehen verschlechtert. Manchmal ist sie nicht nur unerwünscht, sondern ausgesprochen schädlich, nämlich dann, wenn die Korrosionsprodukte (der sogenannte „weiße Rost“) auf dem Zink nicht festhaften. Der Zinküberzug korrodiert dann naturgemäß rascher, und der mehr oder weniger lockere, weiße Rost kann in Geräten mit bewegten Teilen Störungen hervorrufen.

Man hat deshalb seit längerer Zeit versucht, die Korrosion der Zinkoberfläche zu verhindern oder wenigstens weitgehend zu verzögern. Die nächstliegende Methode dafür besteht darin, durch chemische oder elektrochemische Reaktionen an der Zinkoberfläche eine dünne Schicht zu erzeugen, welche mit dem Zink fest verbunden und in sich dicht geschlossen ist. Hierdurch wird verhindert, daß das angreifende Mittel an das Zink gelangt. Darüber hinaus ist erwünscht, daß die Schutzschicht die Fähigkeit besitzt, sich bis zu einem gewissen Grad zu regenerieren, wenn sie durch mechanische oder chemische Einwirkungen kleine Beschädigungen erfährt. Diese Forderungen werden von chromhaltigen Schutzschichten am ehesten erfüllt.

Die Bildung chromhaltiger Schutzschichten oder „Chromatieren“.

Unter Chromatieren des Zinks und seiner Legierungen versteht man im allgemeinen die Behand-

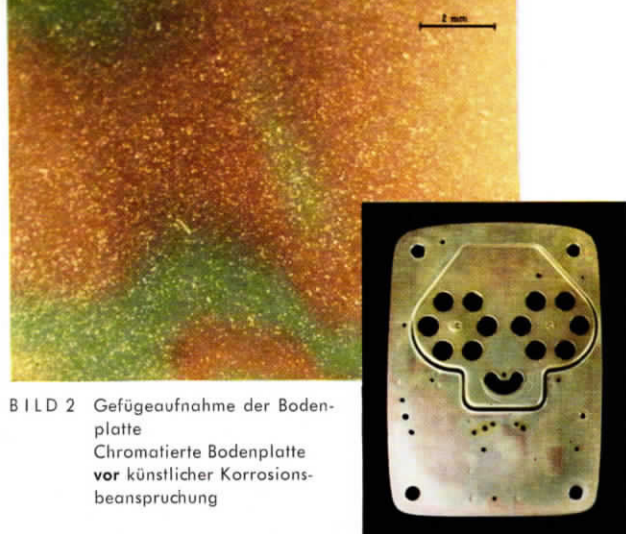


BILD 2 Gefügeaufnahme der Bodenplatte
Chromatierte Bodenplatte
vor künstlicher Korrosionsbeanspruchung

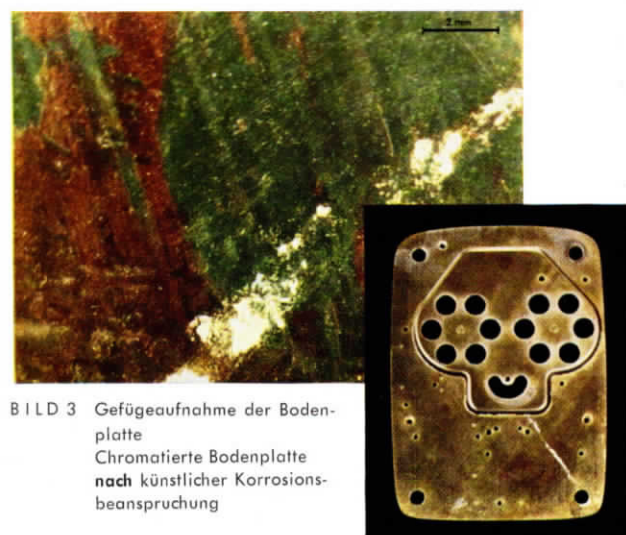


BILD 3 Gefügeaufnahme der Bodenplatte
Chromatierte Bodenplatte
nach künstlicher Korrosionsbeanspruchung

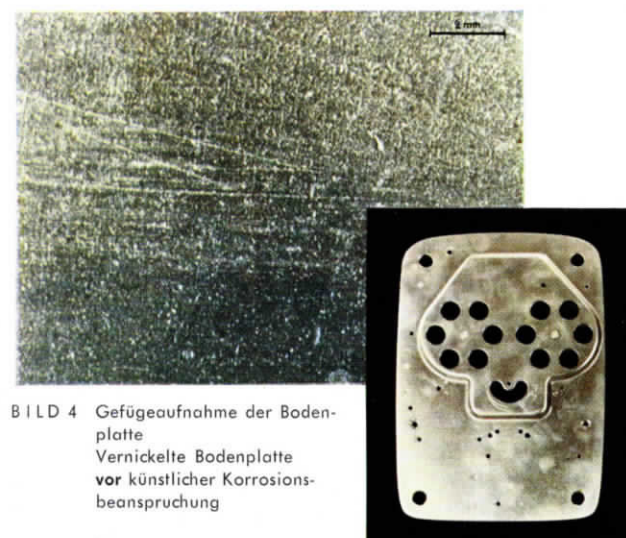


BILD 4 Gefügeaufnahme der Bodenplatte
Vernickelte Bodenplatte
vor künstlicher Korrosionsbeanspruchung



BILD 5 Gefügeaufnahme der Bodenplatte
Vernickelte Bodenplatte
nach künstlicher Korrosionsbeanspruchung

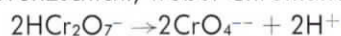
lung in sauren Dichromatlösungen, z. B. durch kurzzeitiges Tauchen in eine Lösung, die auf 1 l etwa 200 g Natriumdichromat und 5–6 ccm Schwefelsäure ($d = 1,84$) enthält.

Die so behandelten Teile aus Zink oder verzinkter Erzeugnisse überziehen sich mit einer grünlich-gelben bis gelbbraunen Schicht. Um besonders hohen Korrosionsansprüchen gerecht zu werden, kann die Schichtbildung durch anodische Schaltung der Gegenstände unterstützt werden. Die sich in der chemischen Behandlung auf der Metalloberfläche bildenden Schutzschichten bestehen aus Chromhydroxyd und basischem Chrom-III-Chromat etwa der Formel



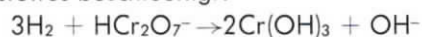
Das Zustandekommen dieser Deckschicht läßt sich wie folgt erklären:

Die Primärreaktion ist eine Korrosionsreaktion z. B. $\text{Zn} + 2\text{H}^+ + 2\text{HCr}_2\text{O}_7^- \rightarrow \text{Zn}^{++} + 2\text{HCr}_2\text{O}_7^- + \text{H}_2$ Unter Verbrauch von H^+ -Ionen steigt der pH-Wert in der Grenzschicht, wobei Chromationen nach

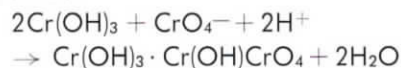


gebildet werden.

Die Primärreaktion wird unter Depolarisation des Wasserstoffes beschleunigt:



Diese vielleicht etwas willkürlich erscheinenden Reaktionen vermögen die Zusammensetzung der Deckschicht zu erklären, da die komplex zusammengesetzte Chromi-Chromatschicht aus den in den Reaktionsgleichungen vorhandenen Reaktionspartnern gebildet wird. Der Reaktionsablauf nach obigen Gleichungen bedeutet, daß im Falle der Chromatisierung die durch die Korrosionsreaktion ausgelösten Folgereaktionen die Deckschicht bilden, etwa nach



Das Hauptanwendungsgebiet des Chromatierens ist der Blankkorrosionsschutz und die Färbung nach goldgelb zu messingfarbenen Tönen. Allerdings ist bei der Färbung zu bemerken, daß sie nicht ganz auslaugebeständig ist, da sich der für die Korrosionsschicht besonders wichtige Anteil an Chrom-VI-Verbindungen mit Wasser oder schwachen Alkalien ausziehen läßt. Auf diese Weise werden farblose Schutzschichten mit geringem Schutzwert erhalten.

Die Schichtdicke der Chromi-Chromatschichten liegt im allgemeinen unter 1μ , trotzdem ist der Blankkorrosionsschutz gut. Bei Verwendung von

Reine Oberflächen	Normal verunreinigte Oberflächen	Stark verunreinigte Oberflächen
		Vorentfettung mit Lösungsmittel oder Lösungsdämpfen
	Alkalische Reinigung, Spritzen, Tauchen oder elektrolytisch	Alkalische Reinigung, Spritzen, Tauchen oder elektrolytisch
	Kaltwasser spülen, 30 sec	Kaltwasser spülen, 30 sec
Aktivierende Vorspülung, 1%ige Schwefel- oder Salzsäure, kalt	Aktivierende Vorspülung, 1%ige Schwefel- oder Salzsäure, kalt	Aktivierende Vorspülung, 1%ige Schwefel- oder Salzsäure, kalt
Kaltwasser spülen	Kaltwasser spülen	Kaltwasser spülen
Chromatieren, 5-30 sec bei 20-30° C	Chromatieren, 5-30 sec bei 20-30° C	Chromatieren, 5-30 sec bei 20-30° C
Kaltwasser spülen, 30 sec	Kaltwasser spülen, 30 sec	Kaltwasser spülen, 30 sec
Warmwasser spülen, 30 sec bei 60-70° C	Warmwasser spülen, 30 sec bei 60-70° C	Warmwasser spülen, 30 sec bei 60-70° C
Trocknen, Preßluft od. Ofentrocknung bei weniger als 90° C	Trocknen, Preßluft od. Ofentrocknung bei weniger als 90° C	Trocknen, Preßluft od. Ofentrocknung bei weniger als 90° C

Tabelle 1
(H. Keller
Jahrbuch der
Oberflächen-
technik 12 [1956])

Korrosionsprüfungen mit verzinkten bzw. und chromatierten Stahlblechen (Dicke des Zinküberzuges: 12 μ)

Überzugsmetall	Chromatierung c = transparent g = gelb	Feuchtlagerung mit SO ₂ und CO ₂ 40° C / 100% Luftfeuchtigkeit und 20° C Normalklima		Salzwassersprühversuch 3%-Na Cl Raumtemperatur	
		Erste Veränd. nach Stunden	Erstes Rosten nach Stunden	Erste Veränd. nach Stunden	Erstes Rosten nach Stunden
Zink	ohne	24	881	103	1821
Zink	c	58	1008	145	1877
Zink	g	230	1008	706	1877

Tabelle 2

(Nach Dr. J. Eke, Jahrbuch der Oberflächentechnik, 16. Band)

Chromatierverfahren ist zu berücksichtigen, daß der p_H -Wert der Bäder bei etwa 1 liegt, d. h., es findet ein starker Beizangriff auf die Zinkoberfläche statt. Dementsprechend sollten die galvanischen Zinküberzüge eine Mindestdicke von 3 bis 4 μ besitzen.

Die Arbeitsfolge zur praktischen Durchführung der Chromatierung richtet sich nach dem Oberflächenzustand.

Typische Arbeitsfolgen bei unterschiedlicher Oberflächenreinheit sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Wichtig ist die Frage, wie groß der durch das Chromatieren erzielbare zusätzliche Schutz ist.

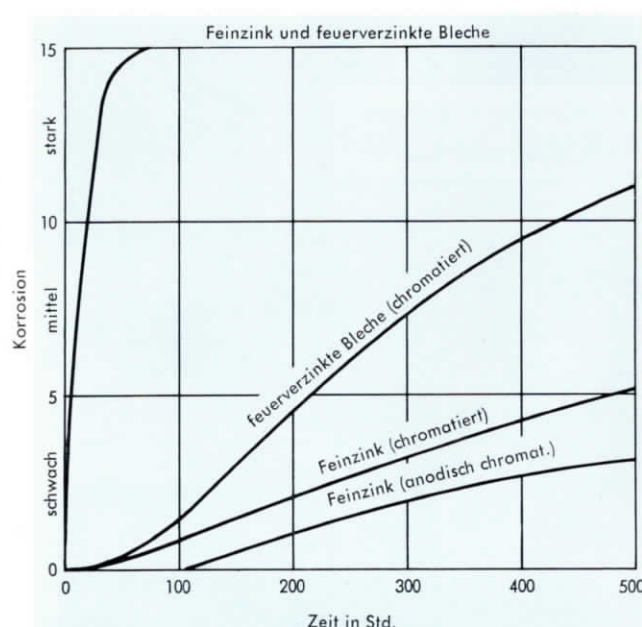


Tabelle 3

Tabelle 2 und 3 geben hierüber Auskunft, soweit es zulässig ist, von Kurzzeitversuchen im Laboratorium auf die Praxis zu schließen.

Schließlich ist es wichtig, ob das unedle Metall durch das Chromatieren so edel wird, daß man es jetzt, ohne eine schädliche Elementbildung befürchten zu müssen, mit edleren Metallen (z. B. Messing, Bronze) elektrisch leitend verbinden darf.

Elektromechanische Untersuchungen haben gezeigt, daß das **nicht** zulässig ist. Zink bleibt auch im chromatierten Zustand unedel; die Chromatierungsschicht schützt **nicht** vor Kontaktkorrosion. Für die Elektroindustrie sind die Lötbarkeit der Oberflächen und ihr Übergangswiderstand wichtig. Während die Erhöhung des Übergangswiderstandes meist in tragbaren Grenzen liegt, bereitet das Löten auf chromatierten Oberflächen Schwierigkeiten. Von einigen Firmen sind spezielle Arbeitsmethoden entwickelt worden, so daß beim Löten auf das Chromatieren nicht verzichtet zu werden braucht. Diese firmeneigenen Verfahren sind jedoch bisher noch nicht veröffentlicht worden.

Korrosionsprüfung

Um die Korrosionsbeständigkeit der einzelnen Werkstoffe annähernd bestimmen und kontrollieren zu können, werden laufend Natur- und Laboratoriumsversuche durchgeführt. Nach DIN 50 900 sind beide Begriffe wie folgt definiert.

Naturversuche: „Prüfung, bei der das Prüfstück oder die Probe unmittelbar den praktisch vorkommenden natürlichen Angriffsbedingungen ausgesetzt werden.“

Laborversuche: „Im Laboratorium ausgeführte Prüfungen, bei der künstlich geschaffene und regelbare Angriffsbedingungen vorliegen“.

Die beiden Versuchsarten unterscheiden sich u. a. darin, daß man bei Laboratoriumsversuchen Zusammenstellung und Beschaffenheit des angreifenden Mittels genau feststellen kann. Außerdem lassen sich die Versuchsbedingungen genau regeln und leicht konstant halten. Durch eine sinnngemäße Verstärkung der Angriffsbedingungen werden Ergebnisse meist in sehr viel kürzerer Zeit erhalten als durch eine praktische Erprobung. Leider ist oft die Übereinstimmung des Korrosionsverhaltens beim Laboratoriumsversuch einerseits und bei der praktischen Beanspruchung andererseits nicht voll befriedigend. Aus diesem Grund wird im Laboratorium der Schwerpunkt immer auf Vergleichsversuchen liegen.

Eine der gebräuchlichsten Laboratoriums-Kurzprüfungen ist die

Salzsprühprobe,

eine Kurzprüfung metallischer Überzüge in einer Atmosphäre, die derjenigen in der Nähe des Meeres entsprechen sollte; das war die Absicht des Erfinders Capps, der 1914 die Salzsprühprobe vorschlug. Später ergab sich, daß sie dem gedachten Zweck nicht gerecht werden kann, da Vergleichsversuche zeigten, daß die Freibewitterung z. B. schon je nach der Entfernung von der Meeresküste außerordentlich verschieden ausfällt, und daß eine Zuordnung zu einem bestimmten Seeklima nicht möglich ist.

Mittlerweile wurde die Salzsprühprobe aber immer mehr zur Beurteilung der Korrosionsbeständigkeit überhaupt, also auch in Stadt- und Industrieluft und zur Feststellung der Porigkeit herangezogen. Sie wurde in zahlreichen Normen im In- und Ausland verankert, und vielfach wurde einer bestimmten Schichtdicke eine Salzsprühbeständigkeit (ausge-

Tabelle 4

Amerikanische Vorschrift					
Bezeichnung	Überzugsmetall	Art d. Überzugs	Schichtdicke	Oberflächenbehandlung	Salzsprühversuch Anforderungen
ASTM A 164-55 Typ I, Klasse 1 Klasse 2 Klasse 3	Zink auf Stahl	galvanisch	> 25 > 12 > 5	keine keine keine	> 192 h > 96 h > 36 h
Typ II, Klasse 1 Klasse 2 Klasse 3			> 10 > 12 > 5	chromatiert chromatiert chromatiert	> 96 h > 96 h > 36 h



BILD 6 Salzsprühkammer

drückt in Stunden) zugeordnet, die mindestens erreicht werden sollte.

Tabelle 4 zeigt als interessantes Beispiel die amerikanische Vorschrift für Zink auf Stahl. Auf Bild 6 ist unsere Salzsprühkammer abgebildet, in die eine 3%ige NaCl-Lösung nebelartig eingeblasen wird. Dies geschieht in einem bestimmten Intervall.

Für die Durchführung von Tropenbeanspruchungen ist in DIN 50010 das feucht-warme Klima (Urwaldklima) vorgesehen.

Um derartige Prüfbedingungen herstellen zu können, benutzen wir für Kurzzeitversuche einen Klimaschrank (Bild 7) und für Langzeitversuche einen luftdurchlässigen Schrank, der im Tropengewächshaus des Frankfurter Palmengartens steht (Bild 8).

Als besonders wirkungsvoll hat es sich erwiesen, wenn neben der Feuchtigkeit gleichzeitig Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd auf die Proben einwirken. Bei diesem Prüfverfahren sollen Ergebnisse erhalten werden, die dem Verhalten der Teile in der natür-

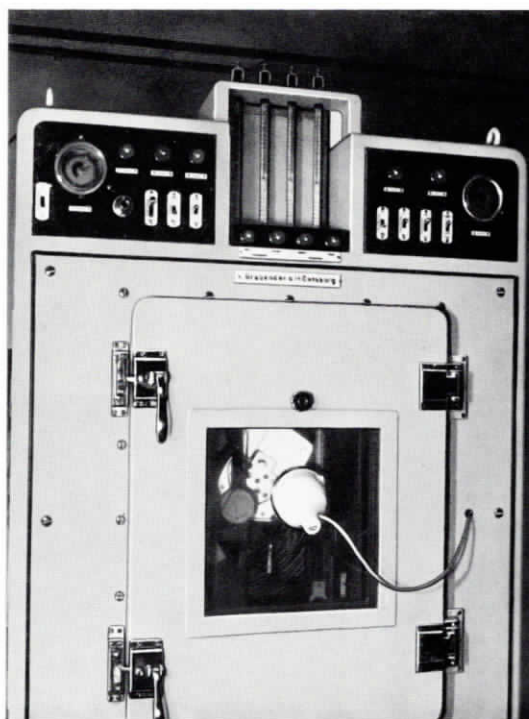


BILD 7 Klimaschrank

lichen Beanspruchung in Industrieluft gut entsprechen.

Kesternich hat die Einwirkung von SO_2 mit der Wechselbetattung verbunden und das „Testor-Gerät“ (Bild 9) zur Ausführung der Industrieluftbeanspruchung entwickelt.

Die Beanspruchung im „Testor-Gerät“ ist scharf, entspricht aber weitgehend der Beanspruchung, die von der Atmosphäre in Städten und Industriegebieten zu erwarten ist. Der gleichartige Verlauf des Rostens im „Testor-Gerät“ und in Industrieluft geht aus Abbildung 10 hervor.

Schlußbetrachtung

Praxis und Versuche zeigen deutlich, daß man die korrosionsanfällige Eisenoberfläche, unseres am häufigsten verwendeten Metalles, mit verhältnismäßig einfachen und damit wirtschaftlichen Mitteln erfolgreich schützen kann.

Lange Zeit war man davon überzeugt, daß man das unedle Eisen nur durch viel edlere und damit bedeutend teure Überzugsmetalle versehen müßte, um es vor Korrosion schützen zu können. Ohne Zweifel bietet z. B. ein Nickelüberzug einen guten Korrosionsschutz, wenn alle nötigen Voraussetzungen erfüllt sind. Dazu gehören eine ausreichende Unterkupferung und ein porenfreier Nickelüberzug. Bei welcher Schichtstärke dieser garantiert werden kann, hängt sehr von der Oberflächenbeschaffenheit des Grundmetalles ab, liegt jedoch im günstigsten Falle über 25μ . Es ist leicht einzusehen, daß man einen Nickelüberzug von $> 25 \mu$, der hohe Kosten verursacht, nur in besonderen Fällen herstellt. Die Folge davon ist, daß die vernickelten Metallteile, denen wir täglich begegnen, kaum porenfreie Überzüge besitzen.

Die Bilder 2 bis 5 zeigen die Korrosion verschieden veredelter Teile, die denselben Angriffsbedingungen ausgesetzt waren.

BILD 8 Luftdurchlässiger Schrank im Tropengewächshaus



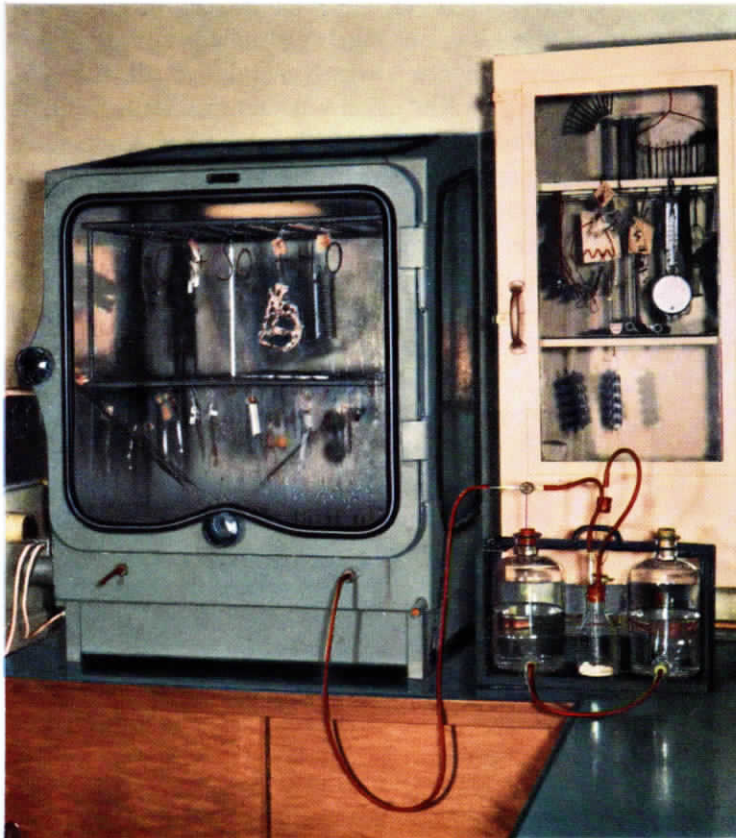


BILD 9
Testor-Gerät

Die bedeutend geringere Korrosionsanfälligkeit der chromatierten Teile ist so augenfällig, daß man die Voreingenommenheit gegen die bunte Oberfläche chromatierter Teile ablegen und den besseren Korrosionsschutz dem metallisch glänzenden Aussehen vernickelter Teile vorziehen sollte.

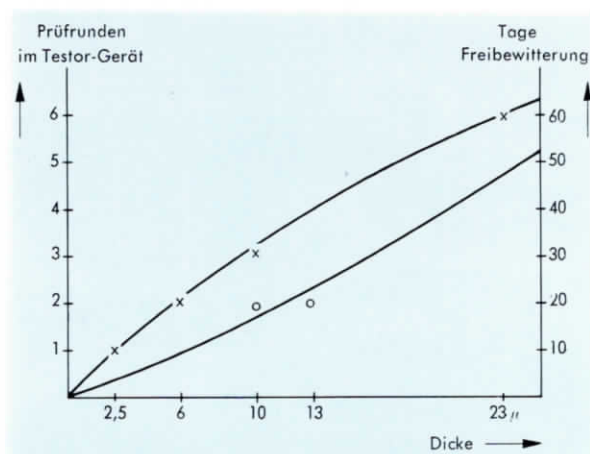


BILD 10 Vergleichskurven des Testor-Gerätes und der Industrie-Luftbeanspruchung

Literaturverzeichnis:

Keller, H.: Oberflächenschutz von unedlen Nichteisenmetallen durch chemisch erzeugte Schutzschichten. Jahrbuch der Oberflächentechnik, 12. Auflage, Metall-Verlag, Berlin 1956, S. 307/315.

Skalik, W.: Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit von galvanischen Zinküberzügen durch Passivieren. Jahrbuch der Oberflächentechnik, 11. Auflage, Metall-Verlag, Berlin 1955, S. 268/276.

Ungenannt: Promatverfahren. Metallw.-Ind. u. Galvanotech. 45 (1954), H. 4, Seite 191.

Ungenannt: Glanzzinkabscheidung. Met.-Ind. 82 (1953), Nr. 11.

H. Heberling. Passivierung durch Farbenanstrich. Metalloberfläche 11. Jg. Heft 3.

Dr. J. Elze: Das Chromatieren von Zink- und Kadmiümüberzügen, Aluminium und Magnesium.

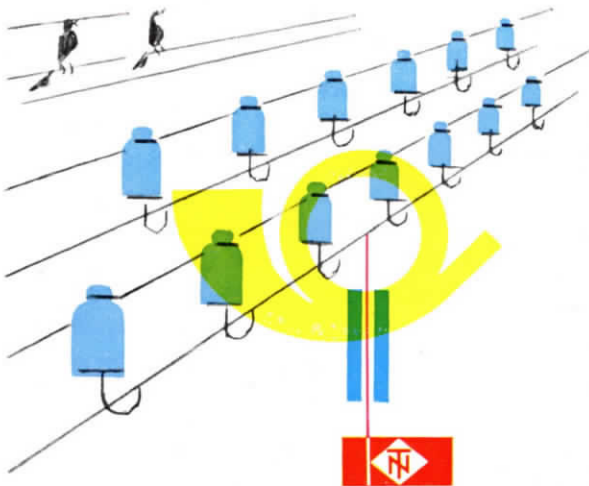
T. Biesteh: Vergleichende Feldversuche zur Ermittlung der Korrosionsbeständigkeit von passivierten galvanischen Zinküberzügen nach verschiedenen chem. Methoden.

Werkstoffe u. Korrosion 9 (1958), Seite 434/9.

Schutra, F.: Das Chromatisieren von Metallen. Maschinenmarkt 65 (1959), Nr. 41, S. 19/20.

Ades, L. und H. Aronovitz: Chromat-Veredlungen. Galvano 28 (1959), Nr. 10, S. 469/472.

Rajagopalan, K. S. und P. I. Amamalai: Schutzwirkung von Chromat-überzügen. Werkstoffe u. Korrosionen (1960), Heft 4.



Hilfsmittel zur Bestimmung der Verkehrsdichte in Fernsprechnebenstellenanlagen

von Herbert Witte

DK 621.3.083.1 : 654.152

In Fernsprechnebenstellenanlagen unterscheidet man zwischen dem internen Verkehr, der sich über die sogenannten Innenverbindungswege abwickelt, und dem ankommenden und abgehenden Amtsverkehr. Die Mindestausstattung an Innenverbindungsätzen und Amtsleitungen ist durch die Bestimmungen der Deutschen Bundespost vorgeschrieben. Die Anzahl der Innenverbindungsätze von Fernsprechnebenstellenanlagen soll nach der Fernsprechordnung der Deutschen Bundespost so bemessen sein, daß bei Anlagen bis zu 100 Nebenstellen mindestens 10 v. H., bei größeren Anlagen 8 v. H. Innengespräche – bezogen auf die Anzahl der Nebenstellen – geführt werden können. In der Praxis werden aber auch bei Anlagen mit mehr als 100 Nebenstellen von vornherein 10 v. H. Innenverbindungswege vorgesehen.

Während diese Anzahl nur in Sonderfällen nicht ausreicht, erfordert die Projektierung der notwendigen Amtsleitungen stets besondere Überlegungen; dabei wird der zu erwartende Verkehr oft zu niedrig eingeschätzt. Die Statistiken der Deutschen Bundespost zeigen aber seit 1948 eine stetige Zunahme der Fernsprechanchlüsse und des Fernsprechverkehrs. Bei den mittleren Nebenstellenanlagen treten deshalb mehr und mehr diejenigen Baustufen in den Vordergrund, die bei gleicher

Anzahl der Nebenstellen mehr Anschlüsse für Amtsleitungen aufweisen.

Bei Großanlagen können sich besondere Schwierigkeiten bei Einführung des Amtsdurchwahlverkehrs ergeben. Während es bei Groß-Sammelanschlüssen üblich ist, die Amtsleitungen für nur ankommenden, für wechselseitigen und für nur abgehenden Verkehr zu schalten, können bei Einführung des Durchwahlverkehrs Anschlüsse für wechselseitigen Betrieb oft nicht zur Verfügung gestellt werden. Es ist dann nur je ein Bündel für den ankommenden und abgehenden Verkehr vorhanden. Da ein Überlauf von den jeweiligen Bündeln auf wechselseitig geschaltete Leitungen nicht mehr möglich ist, kann es

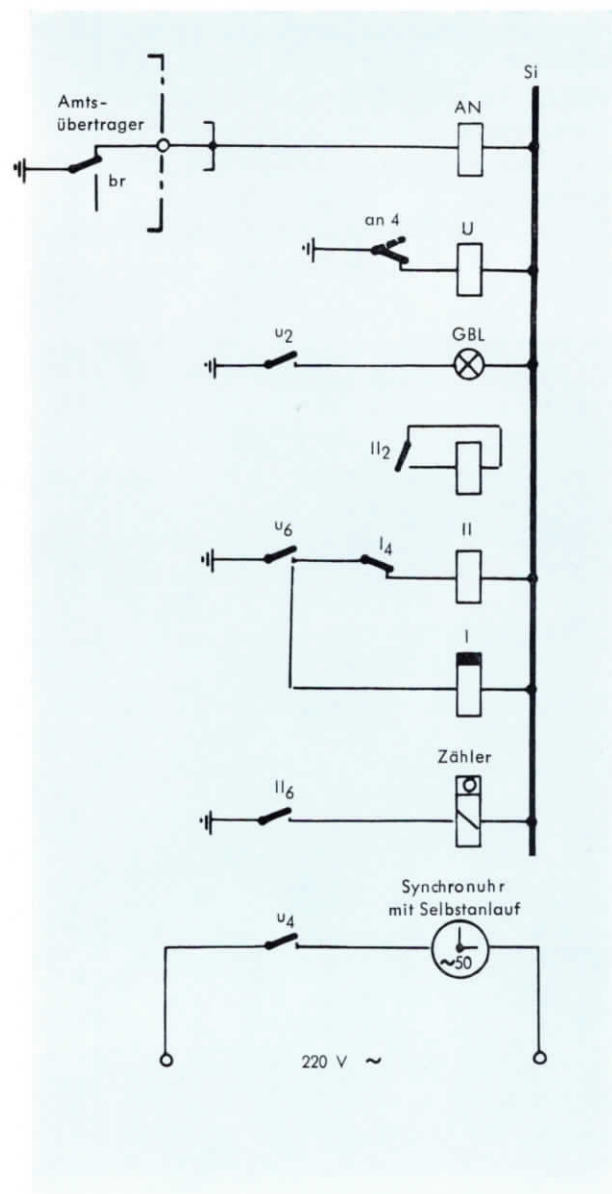


BILD 1 Schaltanordnung der Anlage

noch leichter zu Blockierungen in der einen oder anderen Verkehrsrichtung kommen.

Es ist deshalb in vielen Fällen zu untersuchen, ob die Anzahl der Amtsleitungen erhöht werden muß, um untragbare Blockierungen zu vermeiden. Im nachfolgenden wird eine Einrichtung beschrieben, die es bei vermuteter Überlastung einer Anlage erlaubt, die Verkehrsdichte auf den Amtsleitungen mit geringem Aufwand in einer auch für den Nichtfachmann anschaulichen Weise zu ermitteln.

Im einfachsten Fall zeigt eine sogenannte „Generalbesetztlampe“ (GBL) die Belegung aller Amtsleitungen oder aller Leitungen eines abgehenden oder ankommenden Bündels an.

Ein Relais AN (Bild 1) erhält aus den Amtsübertragungen Pluspotential, solange auf diesen Übertragungen nicht gesprochen wird. Sind sämtliche Leitungen belegt, dann fällt Relais AN ab und betätigt Relais U. Kontakt u2 läßt die Generalbesetztlampe aufleuchten. Unter Ausnutzung dieses Kriteriums wird über Kontakt u4 eine Synchronuhr eingeschaltet.

Die Uhr besitzt Selbstanlauf, und dadurch addieren sich die Zeiten totaler Belegung. Wenn nun zu

Beginn der Betriebszeit bzw. zu Beginn der Hauptverkehrsstunde diese Uhr auf „12“ gestellt wird, ist ohne weiteres die Blockierungszeit abzulesen, d. h., es ist exakt zu erkennen, wie lange während des Beobachtungszeitraums alle Leitungen gleichzeitig belegt waren.

Das Relais U schaltet außerdem mit seinem Zwillingsarbeitskontakt u6 nacheinander die Relais II und I ein. Relais II kommt durch Kontakt I 4 wieder zum Abfall und hat durch sein Ansprechen mit Kontakt II 6 einen Stoßlinkenzähler betätigt.

Dieser Zähler zeigt zusätzlich an, ob es sich um einzelne längere oder zahlreiche kurzzeitige totale Belegungen gehandelt hat.

Bild 2 zeigt eine solche Überwachungseinrichtung mit zwei Synchronuhren – je eine für den ankommenden und abgehenden Amtsverkehr – in einer Großanlage in Gestellbauweise. Über den Synchronuhren befinden sich die Generalbesetztlampen. Außerdem enthält die Schalttafel noch eine Reihe von Zählern, wovon zwei die totale Belegung der Amtsleitungen registrieren. Die übrigen Zähler dienen in bekannter Weise zur Überwachung der Belegfälle in den Innenverbindungen.

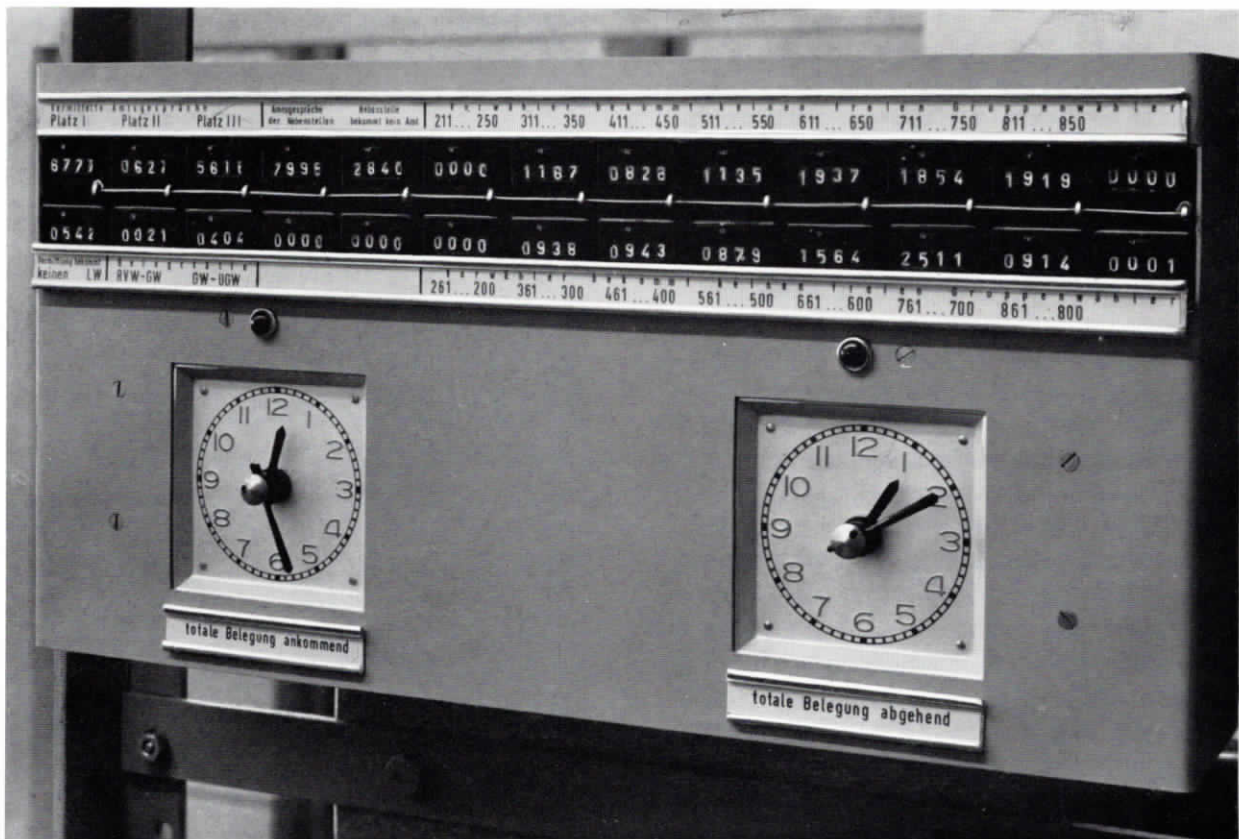


BILD 2 Die Überwachungseinrichtung



BILD 1 Spielzeituhr-Anlage

Spielzeit- und Stoppuhr-Anlagen

von Herbert Krickser

DK 681.118.1

Für Wirtschaftsunternehmen, Betriebe und Verwaltungen, besonders auch für Bahn- und Fluggesellschaften ist es heute zu einer selbstverständlichen Forderung geworden, daß überall innerhalb ihrer Bereiche eine einheitliche und genaue Zeit abgelesen werden kann. Elektrische Uhrenanlagen erfüllen diese Forderung. Neben den verbreiteten normalen Uhrenanlagen mit Stunden-, Minuten- und Sekundenanzeige sind für besondere Zwecke Spielzeituhr-Anlagen und Stoppuhr-Anlagen entwickelt worden. Wie schon ihr Name sagt, werden sie in der Hauptsache zur Anzeige von Spielzeiten, also innerhalb des sportlichen Bereichs, verwendet. Sie ermöglichen eine fortlaufende Zeitanzeige innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes und können beliebig angehalten und wieder gestartet werden. Aber nicht nur im Sport werden sie verwendet, auch von Krankenhäusern, Fabriken, Wetterdienststellen,

Laboratorien und Rundfunkanstalten werden sie zum Abstoppen bestimmter Zeiten oder zur Fixierung von Zeitabschnitten benötigt. Über Aufbau und Betriebsweise solcher Anlagen soll hier berichtet werden.

Im Gegensatz zu den üblichen elektrischen Zeitdienstanlagen mit Hauptuhren als bestimmendem Zeitnormal wird bei Spielzeit- oder Stoppuhr-Anlagen das öffentliche Wechselstrom-Lichtnetz als Zeitgeber verwendet. Da in den heutigen stabilisierten Netzen die auftretenden Frequenzschwankungen meist sehr gering sind, ist die Genauigkeit der Zeitanzeige für die genannten Zwecke völlig ausreichend.

Spielzeituhr-Anlagen (Bild 1)

Solche Anlagen dienen zur Zeitmessung bis maximal 60 Minuten und bestehen aus drei Baueinheiten:

- Bedienungspult,
- Spielzeituhr,
- Netz-Transformator.

Die Baueinheiten werden durch Verbindungskabel über Steckvorrichtungen miteinander verbunden,

die Betriebsbereitschaft wird durch Aufleuchten einer roten Kontrolllampe im Bedienungspult angezeigt.

Das Bedienungspult (Bild 2) besitzt eine netzgespeiste Synchronuhr mit Sekunden- und Minutenzeiger für die Anzeige der jeweils geltenden Normalzeit. Die Zeiger werden vor Spielbeginn mit einem zentral angeordneten Stellknopf auf die richtige Uhrzeit eingestellt. Außerdem sind auf dem Bedienungspult eine Spielzeit-Kontrolluhr mit springendem Minuten- und schleichendem Sekundenzeiger für die Anzeige des Spielzeit-Ablaufes untergebracht. Die Kontrolluhr wird durch ein Steuerwerk betätigt, das durch zwei selbstanlaufende netzgespeiste Synchronmotore zur Steuerung des Minuten- und Sekundenzeigers angetrieben wird. Jedem Motor sind Nockenscheiben mit den entsprechenden Kontaktsätzen zur Steuerung verschiedener Schaltvorgänge zugeordnet. Die wichtigsten Schaltvorgänge dienen der Erzeugung von polwechselnden Impulsen zur Fortschaltung des polarisierten Antriebswerkes in der Spielzeituhr. So gibt der Minutenmotor durch die Betätigung eines Nockenscheiben-Kontaktsatzes polwechselnde Impulse ab, durch welche der Minutenzeiger der parallel geschalteten, über ein Kabel mit dem Bedienungspult verbundenen Spielzeituhr fortgeschaltet wird.

Der Sekundenmotor steuert durch Abgabe von polwechselnden Sekundenimpulsen über einen Nockenscheiben-Kontaktsatz den Sekundenzeiger. In den meisten Fällen wird jedoch auf eine Sekunden-Anzeige in der Spielzeituhr verzichtet, während ein Sekundenzeiger bei der Kontrolluhr von Nutzen ist. Mit drei sich gegenseitig sperrenden und auslösenden Steuertasten werden die einzelnen Funktionen – Start, Stop und Nullstellen – am Bedienungspult ausgelöst. Die Vorgänge „Start“ und „Nullstellen“ werden durch das Aufleuchten einer grünen Kontroll-Lampe im Bedienungspult angezeigt.

Bei Betätigen der Taste „Start“ bewegt sich der Sekundenzeiger der Kontrolluhr und zeigt den Ablauf der Spielzeit in Sekunden an. Nach 60 Sekunden wird der Minutenzeiger der Kontrolluhr und der Spielzeituhr um jeweils eine Minute weitergestellt. Durch Betätigen der Taste „Stop“ kann die Anlage jederzeit angehalten werden, z. B. bei einer Spielunterbrechung, bei Halbzeit oder bei Spielende. Durch abermaliges Betätigen der Taste „Start“ wird beim Weiterspiel die Anlage wieder gestartet. Die Spielzeituhr kann eine Spieldauer bis zu 60 Minuten anzeigen. Nach Ablauf dieser Zeit

bleiben die Zeiger der Spielzeituhr und der Kontrolluhr automatisch stehen. Kommt ein Weiterspielen nicht mehr in Frage, so werden mit Betätigen der Taste „Nullstellen“ (0) die Zeiger der Spielzeituhr und der Kontrolluhr wieder in ihre Ausgangsstellung gesteuert und bleiben dort automatisch stehen. Eine nichtsperrende Hupentaste gibt die Möglichkeit, bei Anfang oder Ende der Spielzeit oder einzelner Spielabschnitte sowie bei Spielunterbrechungen ein elektrisches Hupensignal auszulösen. Das Hupensignal kann auch durch Zusatzeinrichtungen automatisch ein- und ausgeschaltet werden.

Ein in das Bedienungspult eingebauter Kippschalter mit der Aufschrift „Anzeigeuhr nachstellen“ dient dazu, bei fehlender Übereinstimmung der Zeigerstellung in Kontroll- und Spielzeituhr eine Korrektur des Zeigerstandes der Spielzeituhr vorzunehmen. Dies erfolgt durch wechselweise Betätigung des Kippschalters, wobei polwechselnde Nachstellimpulse erzeugt werden, die über das Verbindungskabel zur Anzeigeuhr gegeben werden. Bei



Übereinstimmung der Zeigerstellungen von Kontroll- und Spielzeituhr wird der Nachstellvorgang beendet.

Die Spielzeituhr (Bild 3) ist eine TN-Nebenuhr mit einem Minutenzeiger für einen Umlauf bis maximal 60 Minuten, die mit verschiedenen Zifferblatt-Durchmessern ausgeführt werden kann. Der Antrieb des Minutenzeigers erfolgt durch ein gepoltes

Nebenuhrwerk, das durch die polwechselnden Minutenimpulse vom Bedienungspult zeitrichtig fortgeschaltet wird. Der Rücklauf des Minutenzeigers in seine Ruhestellung erfolgt im Sekundenrhythmus. Die Umlaufzeit bei der Rückstellung beträgt dadurch maximal 1 Minute. Würde man ein Synchronuhrwerk mit schleichendem Zeiger verwenden, so wäre zur Nullstellung ein Umschalten auf eine schnellere Drehzahl erforderlich. Die Spielzeituhren werden auf Wunsch des Kunden auch mit Sonderzifferblättern geliefert (z. B. mit Markierung der Spielzeitabschnitte).

Der Transformator setzt die Lichtnetzspannung von 220 Volt auf die erforderliche Betriebsspannung von 24 Volt herab und versorgt die Spielzeituhr-Anlage mit der elektrischen Energie. Der Transformator wird, um die Netzspannung vom Bedienungspult fernzuhalten, außerhalb des Bedienungspultes installiert.

Stoppuhr-Anlagen (Bild 4)

Während die Spielzeituhr-Anlagen in der Haupt-

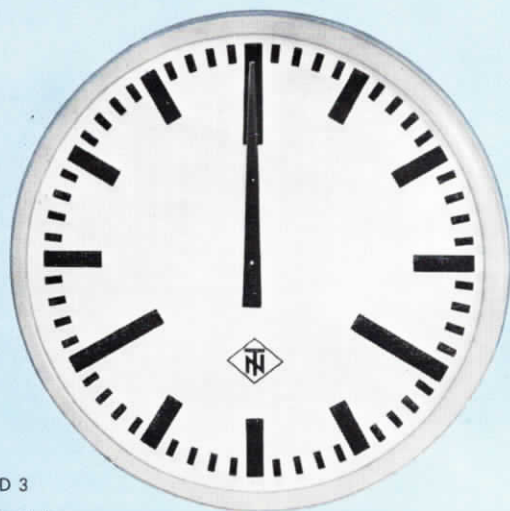


BILD 3
Spielzeituhr

sache dort eingesetzt werden, wo die anzuzeigende Spielzeit-Dauer bereits festliegt, finden Stoppuhr-Anlagen dort Verwendung, wo die Zeitdauer von Vorgängen jeweils festgestellt werden muß, z. B. bei Pferderennen, Wettschwimmen oder bei der medizinischen Behandlung von Patienten in Krankenhäusern sowie bei Meßvorgängen in wissenschaftlichen Instituten.



BILD 4 Stoppuhr-Anlage in einem chemischen Labor

Eine Stoppuhr-Anlage besteht aus:
Bedienungskasten,
Stoppuhr und
Transformator.

Der Bedienungskasten (Bild 5) enthält wie das Bedienungspult der Spielzeituhr-Anlage drei Tasten für die Auslösung der Bedienungsvorgänge: „Start“, „Stop“ und „Nullstellen“. Eine Betriebs-Kontroll-Lampe kennzeichnet die Betriebsbereitschaft der Stoppuhr-Anlage. Da jedoch weder Normalzeituhr noch Kontrolluhr vorhanden sind, muß der Bedienungskasten immer in der Nähe der Stoppuhr aufgestellt werden, damit diese während des Betriebes abgelesen und somit auch kontrolliert werden kann. Anstelle des Bedienungskastens kann eine Bedienungsplatte für den Einbau in eine Schalttafel verwendet werden. Eine weitere Ausführungsmöglichkeit ist ein Bedienungskasten mit einem Drehschalter (Bild 6), der für die Bedienungsvorgänge „Start“, „Stop“ und „Nullstellen“ drei Schaltstellungen besitzt.

Für Stoppuhren (Bild 4) werden ebenfalls die Ausführungen der normalen TN-Nebenuhrtypen verwendet. Als Antriebswerk wird jedoch anstelle des



BILD 5 Bedienungskasten

Auch werden Stoppuhren für verschiedene Umlaufzeiten des Minutenzeigers, z. B. für 30 Minuten, 12 Minuten oder 6 Minuten, mit entsprechendem Zifferblatt geliefert. Die Rückstellung der Zeiger in die Nullstellung beträgt auch bei diesen Anlagen nur maximal eine Minute.

Je nach Ausführungsart der Stoppuhr wird der Transformator außerhalb der Uhr montiert oder als kompletter Netzteil mit den entsprechenden Sicherungen in die Anzeigehur eingebaut. Die Stoppuhr-Anlage wird durch ein Kabel über eine Anschlußdose bzw. einen Stecker mit der Steckdose verbunden.

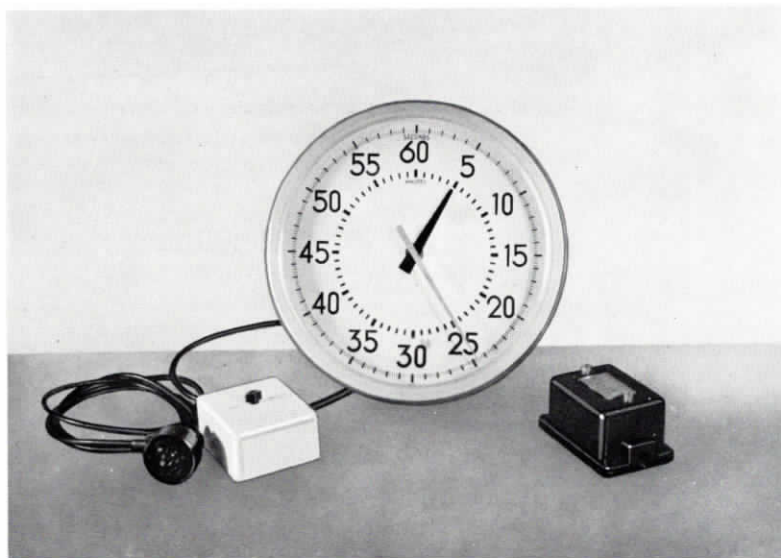


BILD 6 Stoppuhr mit Bedienungskasten und Transformator

gepolten Nebenuhrwerkes (wie bei den Spielzeituhren) ein Synchronlaufwerk (Bild 7) mit zwei selbstanlaufenden netzgespeisten Synchronmotoren verwendet, die dem Antrieb von Minuten- und Sekundenzeiger der Stoppuhr dienen.

Die Stoppuhren werden mit normalem Zifferblatt und einem Minuten- und Sekundenzeiger zur Anzeige von Stoppzeiten bis maximal 60 Minuten ausgeführt. Dem Wunsche des Kunden entsprechend, können Stoppuhren auch mit einem Sonderzifferblatt, z.B. mit je einer Ableseskala für den Sekunden- und für den Minutenzeiger (Bild 6), geliefert werden.

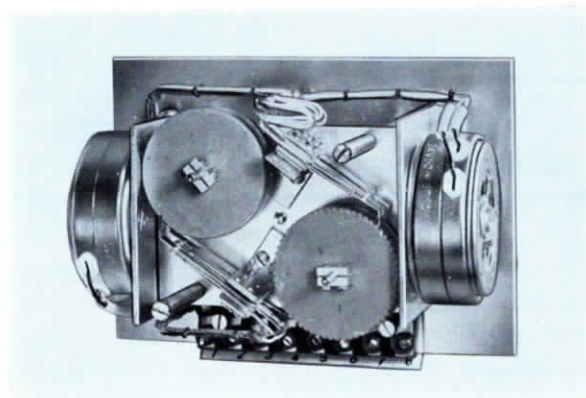


BILD 7 Synchronlaufwerk

Übertragung von Trafostufenmeldungen durch eine Fernwirkanlage

von Werner Six

DK 621.398:621.314.5

In den Umspannwerken der Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen (EVU) werden zum Abspannen von Hoch- auf Mittelspannung in Stufen verstellbare Transformatoren eingesetzt. Diese Verstellbarkeit ist erforderlich, um die Höhe der Spannung unabhängig von dem Belastungsgrad (Schwachlast, Starklast) konstant zu halten. Das Einstellen der einzelnen Stufen geschieht über Lastschalter, die betätigt werden durch Verstellmotore, sog. Lastschalterantriebe, bei denen zwei Arten zu unterscheiden sind:

1. Lastschalterantriebe ohne Unterbrechung (der zwecks örtlicher Anzeige der Stufe herausgeführte Kontakt der neuen Stellung wird geschlossen, bevor der Kontakt der alten Stellung geöffnet wird),
2. Lastschalterantriebe mit schleichendem Gang und Unterbrechung.

Der Lastschalterantrieb kann durch Ortssteuerung oder auch über die Fernsteuerung stufenweise höher und tiefer geschaltet werden. Zum Zwecke der Fernsteuerung sind im Bedienungsfeld der Kommandostation neben jedem Trafosymbol zwei Tasten „Hoch“ und „Tief“ angeordnet, mit denen in bekannter und schon beschriebener Weise (siehe TN-Nachrichten, Heft 51, Seite 23–25) die Befehle gegeben werden können. Die Wirkung einer solchen Hoch- und Tiefsteuerung kann in der Kommandostation durch ein Meßinstrument, das den fernübertragenen Spannungsweg anzeigt, beobachtet werden. Oft ist die Anzeige des Spannungswertes allein nicht ausreichend; man möchte auch die Endstellungen und die Mittelstellung der Trafostufen kennen. Werden zwei Trafos parallel betrieben, so wird meistens die Stellung aller 29 Trafostufen von der Unterstation zur Kommandostation gemeldet und in der Bedienungseinrichtung angezeigt. Von einer Parallelschaltung wird der parallel zu schaltende Trafo auf die gleiche Stufe gesteuert und erst dann zugeschaltet. Um die einzelnen Trafostufen von der Unterstation zur Kommandostation übertragen zu können, muß in der Unterstation ein freier Kontaktkranz für das Abgreifen der Meldungen zur Verfügung stehen. Ist das nicht der Fall, so kann man sich mit Hilfe von

Relais parallel zu den örtlichen Stufenlampen anschalten und durch Kontakte dieser Relais die Meldungen der Fernwirkanlage übergeben. Die Einschaltung einer solchen Trafostufen-Abriegelkombination erfordert jedoch größeren Aufwand als das erstgenannte Verfahren.

Im Bild 1 ist die Schaltung einer Trafostufen-Abriegelkombination dargestellt. Parallel zu den Lampen des örtlichen Tablos liegen über Gleichrichter $Gl\ 1 \dots 29$ die 29 Stufenrelais $SL\ 1 \dots 29$. Die Kontakte $sl\ 6\ (1 \dots 29)$ gehen zur Fernwirkanlage und kennzeichnen dort die entsprechenden Stufen. Alle Kontakte $sl\ 2$ der geradzahigen Stufen (2, 4, 6... 28) liegen an der Wicklung 6–5 des P-Relais, alle Kontakte $sl\ 2$ der ungeradzahigen Stufen (1, 3, 5... 29) an der Wicklung 1–2. Die Wicklungen des P-Relais sind differentialgeschaltet. Das P-Relais sei über eine Wicklung (z. B. 1–2 durch den $sl\ 2\ (3)$) dauernd angezogen. Bei Lastschalterantrieb mit Sprungschaltwerk wird beim Hoch- oder Tiefsteuern das P-Relais durch seine 2. Wicklung (z. B. 6–5 über den $sl\ 2\ (4)$ - oder $sl\ 2\ (2)$ -Kontakt) gegen-erregt und fällt ab. Sobald der $sl\ 2\ (3)$ -Kontakt öffnet, kann es über Wicklung 6–5 wieder anziehen. Bei Lastschalterantrieb mit schleichendem Gang öffnet der $sl\ 2\ (3)$ -Kontakt den Stromkreis der Wicklung 1–2, das Relais fällt ab und kann erst wieder über Wicklung 6–5 anziehen, wenn der $sl\ 2\ (4)$ - bzw. $sl\ 2\ (2)$ -Kontakt schließt. Mit den Arbeit-Ruhe-Folgekontakten (Wischkontakt) $p\ 2 - p\ 1$ bzw. $p\ 6 - p\ 5$ wird ein Anreiz zur Fernwirkanlage gegeben. Die Fernwirkanlage wird dadurch angelassen und überträgt die durch $sl\ 6$ -Kontakt gekennzeichnete Stufe. Der Anreiz wird nur dann gegeben, wenn der Kontakt der neuen Stufe geschlossen ist. Fällt z. B. das Stufenrelais der letzten Stufe ($SL\ 3$) ab, so öffnet der $sl\ 2\ (3)$ -Kontakt, Relais P fällt ab. Die wischende Kontaktgabe durch den $p\ 2 - p\ 1$ -Kontakt ist wirkungslos, weil der davorliegende Kontakt $sl\ 2\ (3)$ geöffnet ist. Erst beim Ansprechen von P über $sl\ 2\ (2)$ - bzw. $sl\ 2\ (4)$ -Kontakt wird der $p\ 6 - p\ 5$ -Kontakt wirksam.

Bleibt der Antrieb zwischen zwei Stufen stehen, so bleibt das P-Relais abgefallen. Mit Hilfe des $p\ 4$ -Kontaktes wird zeitverzögert eine Warnmeldung zur Kommandostation übertragen. Der Lastschalterantrieb benötigt für den Lauf von einer Stufe zur anderen etwa 4–5 sec. Während des Laufes ist ein Laufrelais eingeschaltet. Häufig wird der Anreiz für die Fernwirkanlage auch von diesem Laufrelais abhängig gemacht. Durch Kontakte des Laufrelais

wird die Laufdauer des Antriebes überwacht. Wird eine bestimmte Zeit überschritten, so erfolgt Abschaltung. Von der Kommandostation her kann im Falle eines Durchlaufens des Antriebes eine Not-aussteuerung vorgenommen werden. Die „**Not-austaste**“ ist ebenfalls neben dem Trafosymbol im Blindschaltbild angebracht und – um unbeabsichtigtes Betätigen zu vermeiden – mit einer Abdeckkappe versehen.

Aufbau einer Nummernrolle

Die Nummernrolle (Bild 2) ist eine elektrodynamische Anzeigevorrichtung. Drei räumlich um 120° versetzte Spulen, deren eines Ende verkettet ist und deren andere Enden an die Punkte A 1, A 2 und A 3 gehen, wirken mit einem Permanentmagneten derart zusammen, daß sich, je nachdem, an welche Punkte Plus- und Minuspotential angeschaltet werden, 12 Stellungen ergeben. Die folgende Tabelle zeigt diese Zusammenhänge im

einzelnen. Soll z. B. die Ziffer 1 angezeigt werden, so wird an den Punkt A 2 Plus-, an A 3 Minuspotential angeschaltet. Der Punkt A 1 bleibt frei. Bei der Ziffer 2 wird an A 1 Minus und sowohl an A 2 als auch an A 3 Plus angelegt.

Stellung	Ziffer	A 1	A 2	A 3
1	0	—	+	—
2	1	—	+	+
3	2	+	—	+
4	3	+	+	—
5	4	—	—	+
6	5	—	—	+
7	6	—	+	—
8	7	—	+	—
9	8	+	—	—
10	9	+	—	—
11	.	+	—	—
12	—	—	—	+

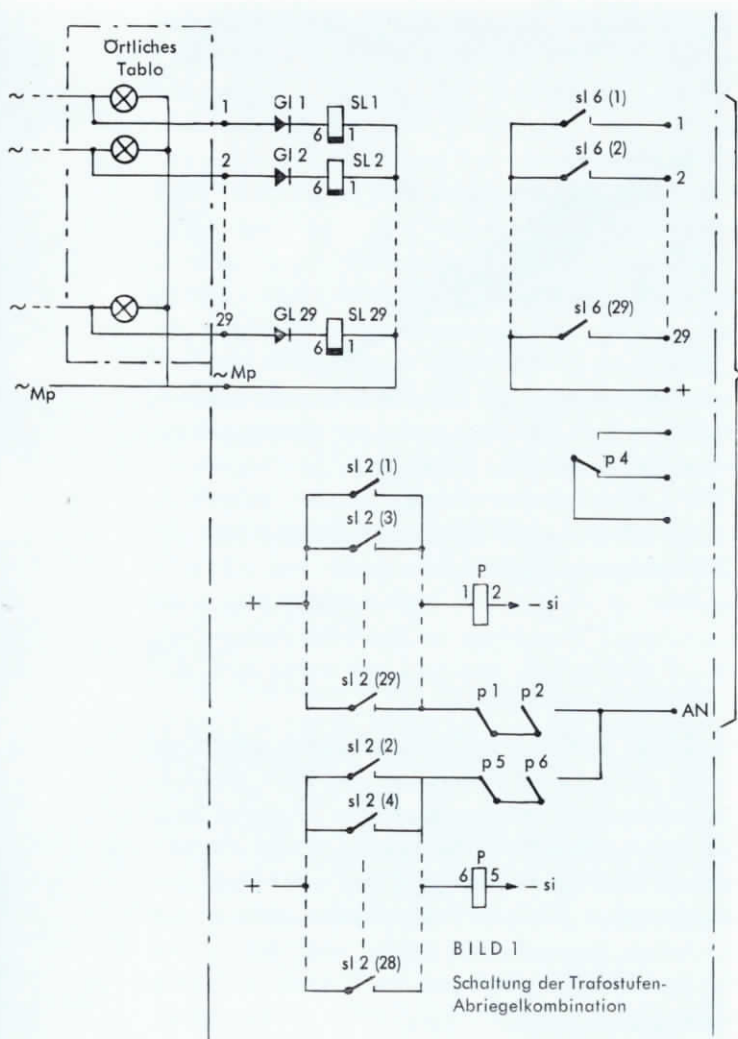
Die Betriebsspannung der Rolle beträgt 60 V. Sie arbeitet im Spannungsbereich von 54–74 V einwandfrei.

Der Einstellimpuls, d. h. der Impuls, der mit + und – auf die Eingänge A 1–A 3 gegeben wird, muß, damit sich die Nummernrolle auf die gewünschte Ziffer einstellt, mindestens 600 ms lang sein. Der Rückstellimpuls muß die gleiche Länge haben. Da die Nummernrolle nach Beendigung nicht sofort sondern pendelnd in ihre Ruhelage geht, ist mit einer Gesamtzeit von etwa 1 sec zu rechnen. Vor jeder erneuten Anzeige muß die Nummernrolle in ihre Ruhestellung gebracht werden. Als Ruhestellung wird die Stellung 12 (A 1–, A 3 +) benutzt.

Beschreibung der Prinzipschaltung

Die Übertragung der Trafostufenmeldungen von der Unterstation zur Kommandostation ist im Bild 3 dargestellt. Die einzelnen einer Stufenmeldung zugeordneten Kennzeichen können entweder simultan über direkte Leitungen oder durch eine Wählerfernsteuerung übertragen werden. Um Leitungen bzw. Wählerschritte einzusparen, werden die 29 Eingänge von der Trafostufen-Abriegelkombination durch ein Gleichrichternetzwerk auf 9 Ausgänge gebracht. Zunächst werden die 29 Stufen in 3 Dekaden eingeteilt:

- Stufe 0... 9 = 1. Dekade
(1. Schritt des Sendewählers)
- Stufe 10... 19 = 2. Dekade
(2. Schritt des Sendewählers)
- Stufe 20... 29 = 3. Dekade
(3. Schritt des Sendewählers)



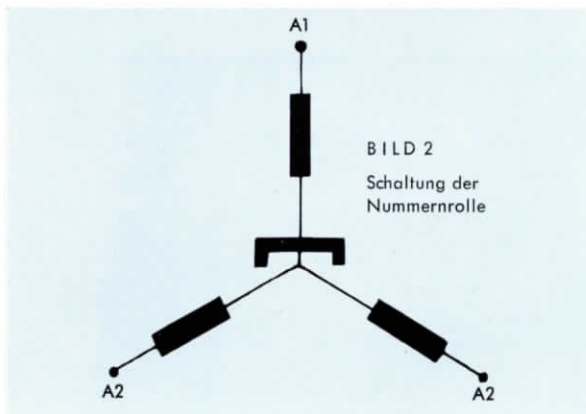


BILD 2
Schaltung der
Nummernrolle

Bei den 10 Stufen innerhalb jeder Dekade werden die Stufen 0 und 1, 2 und 3, 4 und 5, 6 und 7, 8 und 9 zu je einem Stufenschritt zusammengefaßt (Schritte 4 – 8). Die Hochstufen (1, 3, 5, 7 und 9) werden noch durch einen besonderen Hochschritt (Schritt 9) gekennzeichnet. Bei den Tiefstufen (0, 2, 4, 6 und 8) entfällt eine besondere Kennzeichnung. Die Hochstufen arbeiten demgemäß mit einem Code ($\frac{1}{3}$), die Tiefstufen mit einem ($\frac{2}{2}$) Code. Mit Hilfe dieses Gleichrichteretzwerkes lassen sich durch nacheinanderfolgendes Anschalten der Trafostufen-Abriegelkombination bzw. eines Kontaktkranzes die Stufenmeldungen beliebig vieler Transformatoren übertragen. Zu diesem Zweck darf nur immer Pluspotential an den Stufenkontakten (z. B. sl 6-Kontakten) der betreffenden Trafostufen-Abriegelkombination liegen.

Stehen 18 Wählerschritte zur Verfügung, so kann man mit Hilfe dieser Gleichrichteranordnung auch während eines Wählerumlaufes die Stufenmeldungen zweier Trafos übertragen. Auf den ersten 9 Schritten wird die Meldung des ersten, auf den zweiten 9 Schritten die des zweiten übertragen. Nach dem 9. Schritt muß das Pluspotential des ersten Trafos abgeschaltet, das des zweiten angeschaltet werden. Bei dieser Anordnung sind die Wählerschritte 1 mit 10, 2 mit 11 ... 9 mit 18 verbunden.

In der Kommandostation werden die von der Unterstation direkt oder indirekt gesendeten Kriterien durch die Relais D I, D II, D III, S 1 ... S 5 und evtl. H aufgenommen. Kontakte dieser Relais legen positives oder negatives Potential an die Punkte A 1, A 2, A 3 der Zehner- oder Einerrolle.

Bei einer Rückprüfung wird über nicht dargestellte rü-Kontakte ein solches Potential angeschaltet, damit die Nummernrollen in die Ruhestellung (Stellung 12) laufen.

Statt der Gleichrichteranordnung könnte man auch Kontaktkombinationen der Relais SL in der Trafostufen-Abriegelkombination verwenden. Das Gleichrichternetzwerk ist jedoch universeller einsetzbar, z. B., wenn ein Kontaktkranz oder Kontakte vorhanden sind. Bei zwei und mehr Trafos ist eine Gleichrichteranordnung preisgünstiger.

Trafostufenanzeige mittels Stufentablo

Bei dieser Anordnung ist in der Bedienungseinrichtung der Kommandostation ein Leuchttablo mit 30 Lichtfächern neben dem Trafosymbol angeordnet. Ein Lichtfach kann als Lauchlampe benutzt werden.

In der Unterstation ist für jeden Trafo ein Relaissatz vorgesehen, der die 29 Stufenmeldungen, die von der Trafostufen-Abriegelkombination kommen, in einen Code ($\frac{1}{3}$) bzw. ($\frac{2}{2}$) umwandelt und damit gestattet, die 29 Stufen auf den zur Verfügung stehenden und in den Systemaufbau hineinpassen-

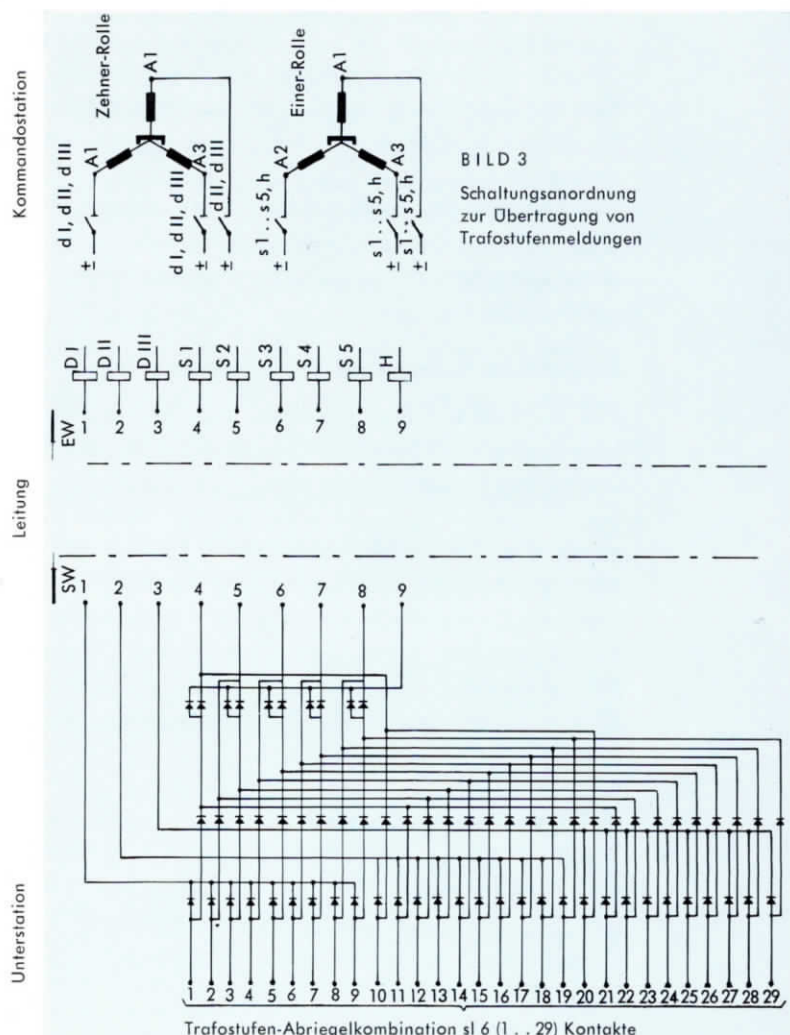


BILD 3
Schaltungsanordnung
zur Übertragung von
Trafostufenmeldungen

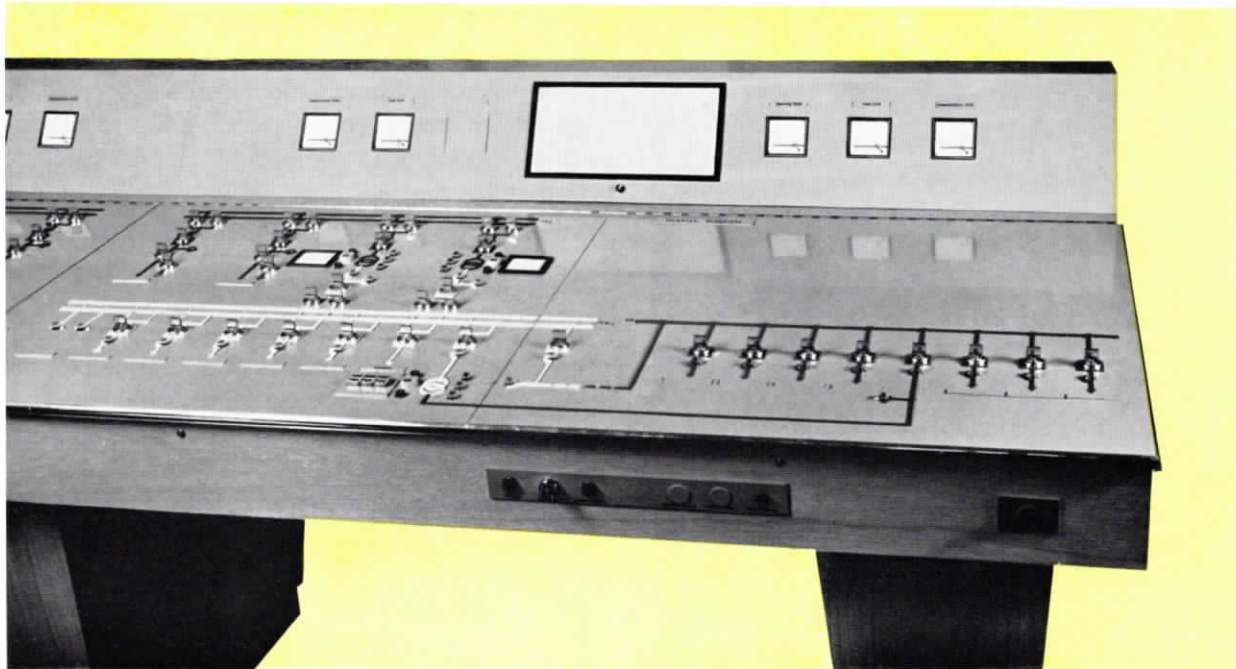


BILD 4 Blindschaltbildanordnung mit Stufentablo

den 18 Schritten zu übertragen. Ein Relaissatz der Kommandostation wandelt dieses codierte Impulstelegramm wieder so um, daß 29 Ausgänge entstehen.

Die Lampen des Stufentablos liegen derart an Umschaltkontakten des Relaissatzes, daß sie bei einer Lampenprüfung auf ihre Funktion geprüft werden können.

Ausgeführte Anlagen mit Trafostufenanzeige

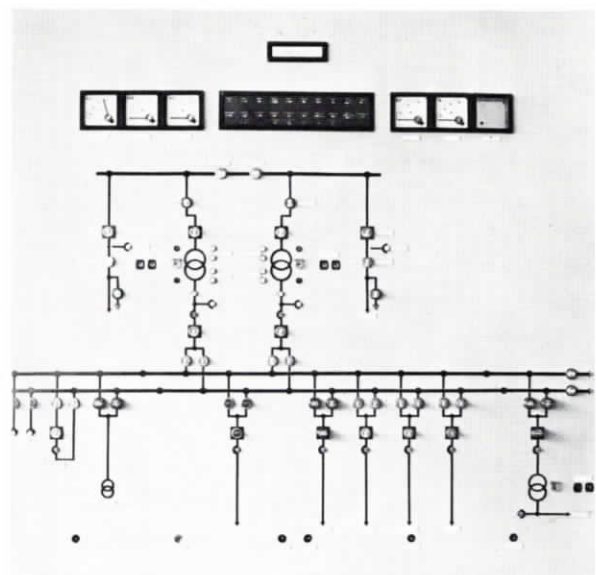
Bild 4 zeigt ein Blindschaltbild mit Trafostufenanzeige durch Stufentablo. Links bzw. rechts neben den beiden Trafosymbolen (den beiden ineinander verschlungenen Kreisen) erkennt man untereinander die drei Steuertasten Hoch, Notaus (abgedeckt) und Tief des Lastschalterantriebes und daneben die quadratischen 30teiligen Stufentablos mit schwarzem Rand. Für einen dritten Trafo (helles Trafosymbol) sind statt eines Tablos nur einige rechteckige Leuchtfelder vorgesehen, die die End- und Mittelstellung anzeigen.

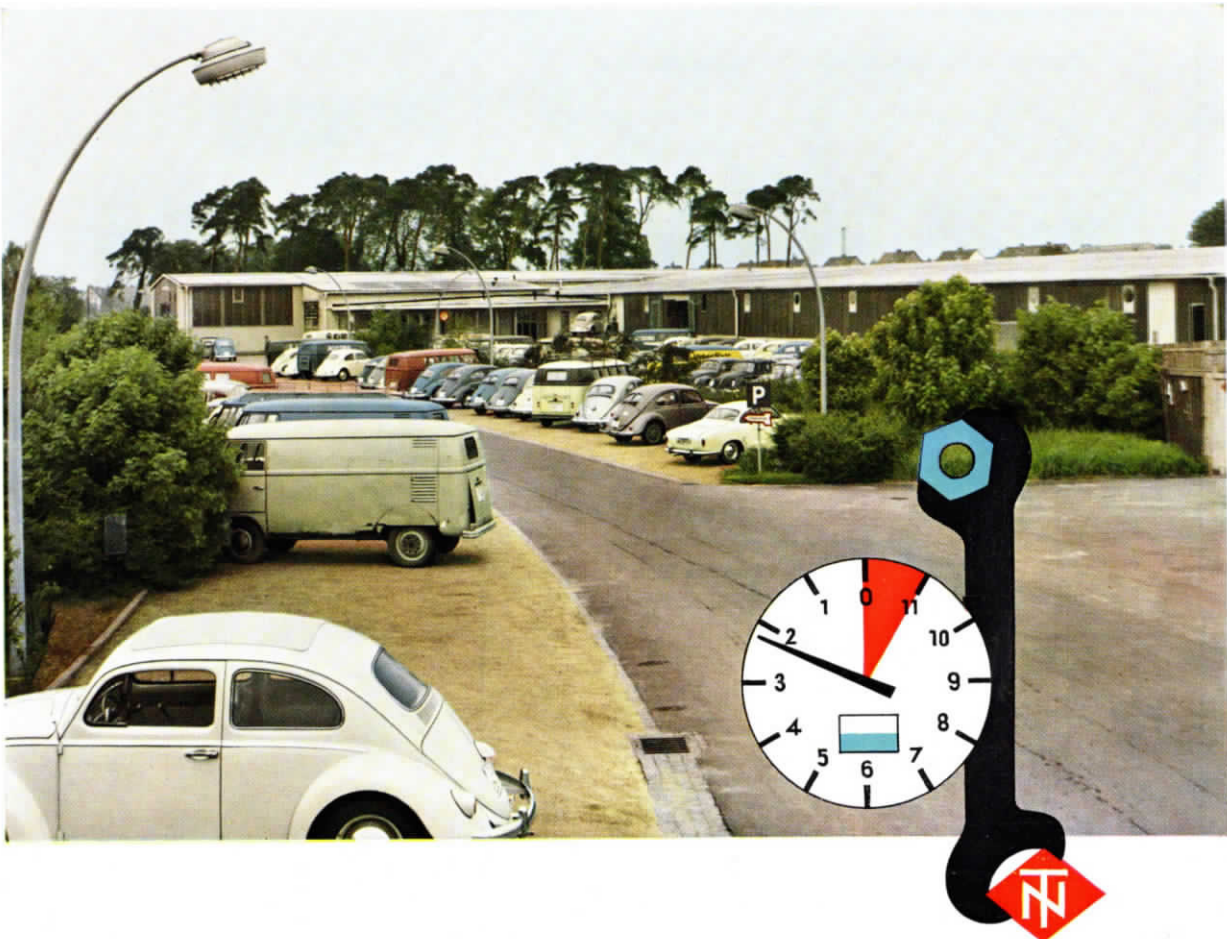
Im Bild 5 ist eine Blindschaltbildanordnung mit Stufenanzeige durch Nummernrollen zu sehen. Auf diesem Bild sind die beiden Tastensätze H, NA und T gut ersichtlich. Für die Trafostellungen sind je 2 Nummernrollen eingebaut, die auf Stellung 03 stehen. Der Trafo rechts unten im Bild steht auf Stufe 04; er hat keine Fernregelung und ist nur mit einer Austaste A versehen.

Es ist eindeutig erkennbar, daß die Anordnung mit Nummernrolle platzsparender ist. Ein weiterer Vorteil ist, daß keine dem Verschleiß unterliegenden Teile (Lampen) vorhanden sind, und daß weniger Relais benötigt werden.

Im Paneel beider Blindschaltbildanordnungen sind Meßinstrumente u. a. auch für die Trafospannung vorgesehen.

BILD 5 Blindschaltbildanordnung mit Nummernrollen





Der Kapazitätsanzeiger in einer VW-Werkstatt

von Günther Merlin

DK 621.317.3

Die von Jahr zu Jahr wachsende Motorisierung stellt an Kraftfahrzeugbetriebe ständig steigende Anforderungen, die nur mit den Mitteln einer sorgfältigen Werkstatt-Organisation und durch Einsatz moderner Maschinen und Geräte befriedigt werden können.

Ein eindrucksvolles Beispiel dafür bietet das VW-Autohaus J. Donges & Wiest oHG in Darmstadt, dessen neuer Zweigbetrieb in der Riedstraße 1956 nach sorgfältiger Planung errichtet wurde. Heute durchlaufen im Tagesdurchschnitt 160 Fahrzeuge die Reparatur-Abteilungen dieses Autohauses.

Um den erreichten hohen Leistungsstand durch Einsatz neuester Entwicklungen auf dem Gebiet der Kfz.-Werkstatt-Organisation noch zu steigern, installierte TN hier eine Anlage, welche die jeweilige Arbeitskapazität der einzelnen Abteilungen und Gruppen an die „Zentrale Betriebsleitung“ (ZBL)

meldet und sie der Reparaturannahme übermittelt. Die Kundendienstberater können so bereits bei der Annahme von Reparaturaufträgen genau angeben, wann der Auftrag ausgeführt werden kann.

Aufgabe der Anlage

Die kleinste produktive Einheit des Reparaturbetriebes ist die Arbeitsgruppe, die einem Gruppenführer unterstellt ist. Dem Meister einer Abteilung unterstehen mehrere Gruppenführer, je nach Stärke der Abteilung. Zu Beginn eines jeden Arbeitstages stellen die Abteilungsmeister fest, welche Stundenkapazitäten jeder Arbeitsgruppe für diesen Tag zur Verfügung stehen. Bilden 6 Monteure eine Arbeitsgruppe und beträgt die tägliche Arbeitszeit 8 1/2 Stunden, so ergibt sich daraus bei Anwesenheit aller Monteure die Gruppenkapazität von insgesamt 51 Stunden, bei Fehlen von zwei Monteuren jedoch von nur 34 Stunden. Die Abteilungsmeister haben für jede der ihnen unterstellten Arbeitsgruppen eine Steuereinrichtung mit Kontrolluhr zur Verfügung, in die sie die ermittelten Arbeitskapazitäten eintasten. Gleichzeitig übertragen die Meister

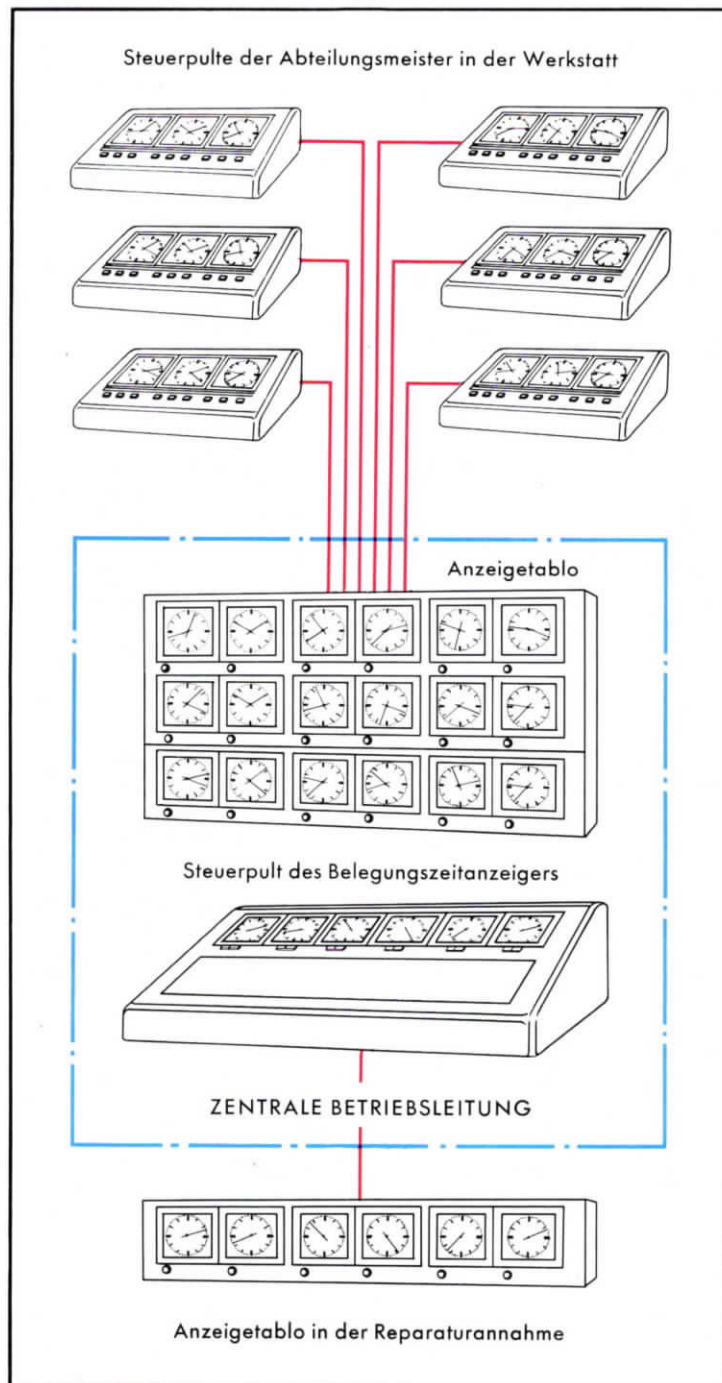


BILD 1
Prinzipielle Anordnung des Kapazitätsanzeigers



BILD 2
Steuerpult eines Abteilungsmeisters



auf die Steuereinrichtung die durch vorliegende Aufträge bereits belegte Zeit. Die aufzuwendenden Zeiten sind aus den Arbeitszeitlisten ersichtlich.

Diese Werte gelangen auf elektrischem Wege zu einem Anzeigetableau in der Zentralen Betriebsleitung. Der überwachende Zeitnehmer erhält dadurch eine genaue Information über die Kapazität jeder Arbeitsgruppe und ihre augenblickliche arbeitsmäßige Belegung, er kennt daher auch die noch freie, verfügbare Kapazität an Arbeitsstunden.

Aus den belegten Zeiten der Gruppen werden vom Zeitnehmer abteilungsweise Mittelwerte gebildet, in das Steuerpult eines Belegungszeit-Anzeigers eingetastet und der Reparaturannahme übermittelt. Auf dem dort installierten Anzeigetableau kann zeitrichtig abgelesen werden, bis zu welcher Stunde des Tages jede Abteilung belegt ist. Bei Annahme von Reparaturaufträgen kann der Kundendienstberater mit einem Blick feststellen, wie lange jede Abteilung belegt ist. Daher kann er dem Kunden sofort sagen, wann der zu reparierende Wagen fertiggestellt sein wird.

Aufbau der Anlage

Die Anlage besteht im wesentlichen aus folgenden Geräten (Bild 1):

1. Steuerpulte der Abteilungsmeister,
2. Anzeigetableau in der „Zentralen Betriebsleitung“,
3. Steuerpult des Belegungszeit-Anzeigers in der ZBL,
4. Anzeigetableau in der Reparaturannahme.

Die Steuerpulte der Abteilungsmeister enthalten je drei Steueruhren (Bild 2), die den drei Arbeitsgruppen eines Abteilungsmeisters zugeordnet sind. Die Zifferblätter besitzen normale Minuten- und Stundenstrichteilungen.

Jede Steueruhr ist mit zwei Zeigern unterschiedlicher Form und Farbe ausgestattet, die getrennt einstellbar sind. Der rote Zeiger dient zur Anzeige der Arbeitskapazität der einzelnen Gruppen pro Tag. Bei 8½ständiger Arbeitszeit ergibt sich für eine sechsköpfige Arbeitsgruppe eine Tageskapazität von 51 Stunden. Der Abteilungsmeister drückt die Kapazitäts-Einstelltaste und läßt dadurch den roten Zeiger im Schnellvorlauf auf 51 laufen. Ein Minutenstrich entspricht einer Arbeitsstunde. Entsprechend ist die Einstellung von maximal 60 Stunden möglich.

Mit dem schwarzen Korrekturzeiger werden die

durch Aufträge belegten Zeiten angegeben. Liegt beispielsweise ein Auftrag vor, der laut Arbeitszeitliste 12 Stunden in Anspruch nimmt, läßt der Abteilungsmeister den Korrekturzeiger durch Tastendruck in die Stellung 12 laufen.

Eingeschlossen von den beiden Zeigern liegt jetzt die Differenz der Kapazität und der Belegung, im Beispiel $51 - 12 = 39$ Stunden. Diese sind, wenn kein weiterer Auftrag vorliegt, noch frei verfügbar. Kommt ein neuer Auftrag hinzu, so wird der Korrekturzeiger um die benötigte Stundenzahl fortgestellt. Auf diese Weise ist die kontinuierliche Abnahme der verfügbaren Arbeitszeit des Tages ständig ablesbar.

Ist die für einen Auftrag benötigte Zeit größer als die an einem Tag zur Verfügung stehende, so stellt der Meister den Korrekturzeiger auf die für den kommenden Tag verbleibende Zeit ein und betätigt gleichzeitig die Überhangtaste, die dann weiß aufleuchtet. Daraus ist folgendes zu erkennen:

Der laufende Arbeitstag ist voll belegt,
der folgende Tag ist bereits mit der angezeigten
Stundenzahl belegt.

Im Anzeigetableau der „Zentralen Betriebsleitung“ ist jeder von den Abteilungsmeistern bedienten Kontrolluhr eine weitere ähnliche Uhr parallelgeschaltet. Sämtliche Einzelleistungen der Abteilungsmeister werden hier zentral angezeigt, so daß ein genauer Überblick über die Gesamtbelegung und die noch freie Kapazität des Betriebes gegeben ist.

In der ZBL werden außerdem die belegten, durch die schwarzen Korrekturzeiger angezeigten Arbeitsstunden abteilungsweise zusammengefaßt, addiert und durch die Anzahl der Gruppen der betreffenden Abteilung dividiert: es ergibt sich ein Durchschnittswert für die augenblickliche Belegung jeder Abteilung.

Vom Steuerpult des Belegungsanzeigers in der ZBL muß der Belegungszustand der Reparaturannahme mitgeteilt werden, da die Kundendienstberater Auskunft darüber geben müssen, wann der zu überholende Wagen wieder fahr- und abholbereit sein wird.

Das Steuerpult hat für jede Abteilung des Betriebes eine gesonderte Uhr. Die Zifferblätter gleichen denen normaler Uhren, besitzen jedoch nur einen Zeiger. Jede Abteilungsuhr im Steuerpult ist für sich steuerbar.

Hier werden nun die ermittelten Durchschnittsbelegungen auf den Abteilungsuhrn des Be-

legungszeit-Anzeigers eingestellt, jedoch nicht – wie es bei den Abteilungsmeistern der Fall war – als reine Stundensumme, sondern auch zeitrichtig. Anhand einer Umrechnungstabelle kann die ZBL ermitteln, für wie viele Stunden des Tages die einzelnen Abteilungen belegt sind. Die sich daraus ergebende Tageszeit wird auf der Abteilungssteueruhr des Belegungszeit-Anzeigers eingestellt.



BILD 3
Die Zentrale Betriebsleitung

Das Anzeigetableau in der Reparaturannahme ist in eine Wand eingelassen und von allen Plätzen der Kundendienstberater gut sichtbar. Es enthält die gleiche Zahl von Anzeigeuhren wie das zugehörige Steuerpult in der ZBL, d. h. für jede Abteilung eine. Die Kundendienstberater können mit einem Blick auf das Tableau feststellen, wie lange die Abteilungen des Betriebes noch belegt sind, beispielsweise: Wartungsdienst bis 10.30 Uhr, Motorreparatur bis zum nächsten Tag 11 Uhr (erkenntlich daran, daß der Zeiger auf 11 steht und die dazugehörige Überhanglampe brennt).

Um die Zugehörigkeit der verschiedenen Uhren zu den Abteilungen optisch besonders zu kennzeichnen, sind sämtliche Zifferblätter, die einer bestimmten Abteilung zugeordnet sind, mit einer einheitlichen Farbe ausgelegt. Das gilt für die Kapazitätserfassungs-Uhren und den Belegungszeit-Anzeiger.

Die Einstellung der Uhren erfolgt im Schnellvorlauf. Die Zeiger brauchen für einen Umlauf von 60 Schritten 25 Sekunden.

Diese bei J. Donges & Wiest oHG in Darmstadt installierte Anlage (Bilder 3 und 4) trägt wesentlich bei zum reibungslosen Betriebsablauf eines großen Kraftfahrzeug-Reparatur-Betriebes, wobei es grundsätzlich gleichgültig ist, welches Autofabrikat in einer Werkstatt vorwiegend vertreten ist. Doch ist die Anwendungsmöglichkeit keineswegs beschränkt auf den Kfz.-Sektor. Wirkungsvolle Hilfe in organisatorischer Hinsicht bietet die Anlage allen jenen Betrieben, die ständig wechselndem Arbeitsanfall unterworfen sind.

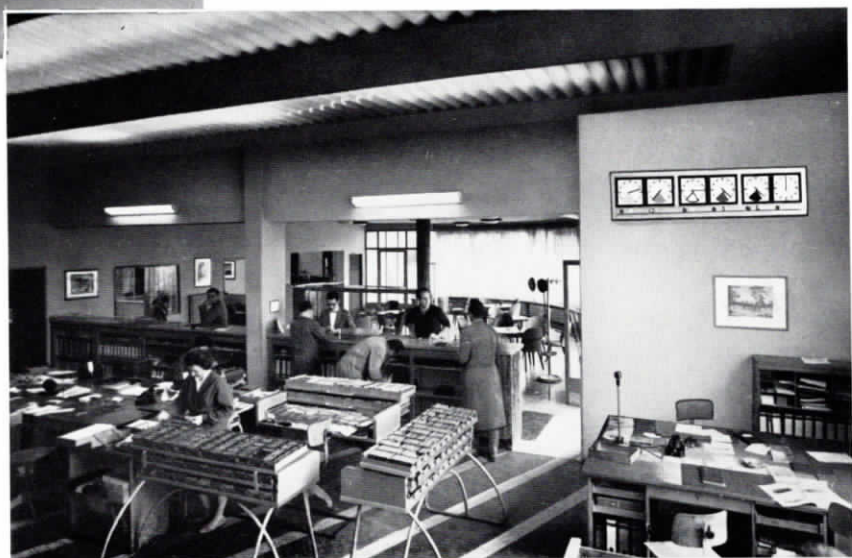
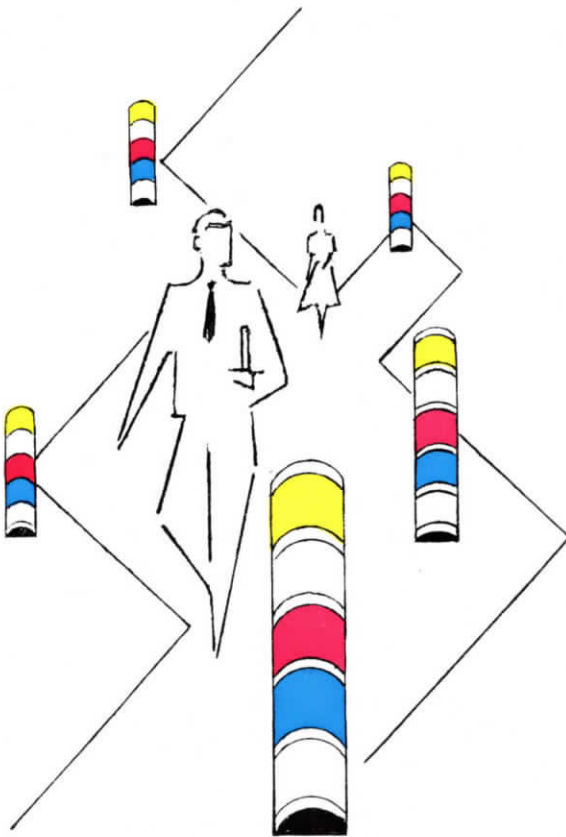


BILD 4
Die Reparaturannahme



Personensuchanlagen als moderne Organisationsmittel

von Karl Luthe

DK 654.938

Das Suchen von Betriebsangehörigen ist in jedem Unternehmen ein alltäglicher und ziemlich ärgerlicher, zeitraubender Vorgang. Mit einer Personensuchanlage wird dieser schwer erfaßbare unproduktive Kostenfaktor „Suchen von Personen“ eingeeengt. Wenn man berücksichtigt, daß während des Suchens nicht nur die Zeit des Suchenden verlorengeht, sondern daß meistens auch noch mehrere andere Mitarbeiter mit ihrer Arbeit nicht vorankommen, weil der Gesuchte fehlt, so werden Bedeutung und Unentbehrlichkeit einer Personensuchanlage als kostensparendes Organisationsmittel besonders deutlich.

Einige Beispiele:

In einer wichtigen Produktionsabteilung fällt durch Kurzschluß die Energieversorgung aus. Die Störung muß sofort vom Betriebselektriker beseitigt werden. Der Produktionsausfall wächst mit der Zeit, die zum Suchen des Betriebselektrikers benötigt wird.

In einer Kleiderfabrik stockt ein Band, der Mechaniker muß gesucht werden. Während dieser Zeit sind vielleicht 20 Arbeiterinnen untätig.

In einem Krankenhaus werden der Arzt oder die Schwester dringend gebraucht. Minuten entscheiden oft über das Leben eines Patienten.

Eine Personensuchanlage gilt heute als unerlässliches Betriebsmittel, das hilft, diese Wartezeiten bedeutend zu verkürzen.

Ein Rationalisieren von Büro- oder Verwaltungsarbeiten ist ungleich schwieriger als die Rationalisierung der Betriebsarbeit. Daher ist der Einsatz einer Personensuchanlage als modernes Organisationsmittel in vielen Fällen noch nicht klar erkannt worden. Die Fernsprechanlage z. B. wird als unproduktiv arbeitende Einrichtung angesehen, aber als absolut notwendig erachtet; eine Anlage zum „Suchen und Finden“ von Personen jedoch ist genau genommen ein produktiv arbeitendes Instrument. Die Amortisation einer gut projektierten und eingebauten Anlage läßt sich klar beweisen. Ein sorgfältig durchgeführter Test an der Fernsprechvermittlung gibt leicht den Beweis, wieviel enorme Verluste eintreten, wenn eine Personensuchanlage nicht vorhanden ist. Die nicht erreichbaren Personen müssen im Rahmen des Kundendienstes oder der allgemein erforderlichen Höflichkeit bei dem Teilnehmer, der das gewünschte Gespräch nicht führen konnte, rückerufen. Diese Rückrufe sind **meß- und beweisbare Verluste**, und folgendes Beispiel sollte zu denken geben:

Ein Gesprächspartner muß 3 Minuten vergeblich am Telefon warten, da die gewünschte Person über die Telefonanlage in der Rückfrage gesucht werden muß. Währenddessen ist die Amtsleitung blockiert und kann weder für abgehende noch für ankommende Gespräche benutzt werden. Der Anrufende, entweder ein Firmenmitarbeiter oder sogar ein Kunde, wünscht den Rückruf, da er nicht länger warten kann. Bei einem Gespräch in der Zone 7 wurden unter der Annahme, daß das Gespräch 5 Minuten gedauert hat – 30 Einheiten (pro 10 Sekunden 1 Einheit = DM -,16) – die Kosten für den Rückruf mit DM 4,80 errechnet.

Bei einem einzigen derartigen Fall pro Tag ist selbst eine umfangreiche Personensuchanlage rentabel. Die besondere Wirtschaftlichkeit liegt noch stärker in der funktionell richtigen Anwendung der Personensuchanlage, wenn sie nicht nur von der Fernsprechvermittlung bedient, sondern über die Nebenstellenanlage auch von anderen Stellen aus benutzt werden kann.

Eine Personensuchanlage ist eine Fernmeldeanlage eigener Art, die, wie alle Fernsprechanlagen, ihre Daseinsberechtigung tausendfach nachgewiesen hat. Die allgemeine Tendenz, stets wiederkehrende Arbeiten zu automatisieren, umschließt auch den Suchvorgang.

Heute werden in immer größerem Maße Diktiergeräte, Kopiergeräte, Rechenmaschinen verschiedenartiger Funktion, Förderbandanlagen, Buchungsmaschinen usw. eingesetzt, um die Produktivität des Verwaltungsapparates eines Unternehmens zu heben; auch die Personensuchanlage gehört zwangsläufig mit hinein in diese Gruppe moderner Organisationsmittel.

Seit Jahren hat das Haus TN das Problem der Personensuchanlagen gründlichst studiert. Langjährige Erfahrungen und ein sorgfältig zusammengestelltes Lieferprogramm ermöglichen es TN, jedem interessierten Betrieb eine Personensuchanlage zu liefern, die der jeweiligen Betriebs-situation angepaßt ist.

Welches System zum Einsatz kommen soll, bedarf jedoch einer gründlichen Untersuchung, bei der, grob gesehen, folgende Fragen zuerst zu berücksichtigen sind:

Ist der Einsatz einer Personensuchanlage für **einen Neubau** vorgesehen oder handelt es sich um den nachträglichen Einbau in eine bestehende Betriebsorganisation bzw. ein bereits benutztes Gebäude?

Alle zur Verfügung stehenden Systeme können selbstverständlich in Neu- oder Altbauten eingesetzt werden. Die zum Teil extrem unterschiedlichen Montageaufwendungen sind jedoch meist mitbestimmend bei der Entscheidung, welche technische Lösung vorzusehen ist.

Bei der Suche nach der zweckmäßigsten Anlage muß geprüft werden, welche Forderung sie erfüllen soll. Die Beantwortung der nachfolgenden Fragen erleichtert die Projektierung, und es kristallisiert sich meist ein bestimmtes System als besonders zweckentsprechend und wirtschaftlich günstig heraus.

Frage 1: Soll die Personensuchanlage nur von einer Stelle (z. B. Fernsprechvermittlung oder Pförtner) bedient werden?

Frage 2: Ist eine Fernsteuerung der Personensuchanlage über die Fernsprechanlage erwünscht?



BILD 1
Drei-Farben-Lichtruf-Tablo



BILD 2
Fünf-Farben-Lichtruf-Tablo

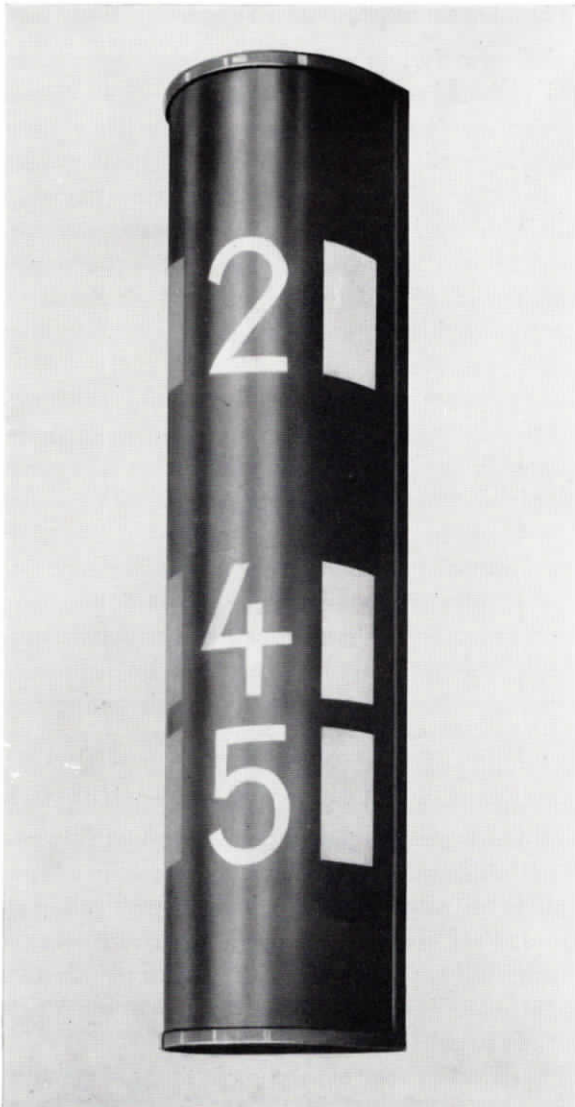


BILD 3 Lichtruf-Zahlen-Tablo

- Frage 3:** Sollen mehrere Personen zu gleicher Zeit gesucht werden?
- Frage 4:** Ist es notwendig, daß das Suchsignal in jedem kleineren Büro oder Arbeitsraum erscheint?
- Frage 5:** Steht bereits ein Fernmeldeleitungs- und Rohrnetz zur Verfügung?
- Frage 6:** Kann das Suchsignal mit der Zeitanzeige einer Nebenuhranlage verbunden werden?
- Frage 7:** Erlaubt der allgemeine Geräuschpegel den Einsatz akustischer Signalgeräte?

Frage 8: Ist eine Signalgabe nur an einem von der gesuchten Person getragenen Empfangsgerät erwünscht?

Die vorstehenden Fragen bergen in sich eine Fülle von technischen Problemen. Verschiedene Ausbildungen der Personensuchanlage sind möglich. Die anschließend beschriebenen Einrichtungen sind meist auf ein Zusammenwirken optischer und akustischer Signale abgestimmt.

Übersicht der bekanntesten Systeme von Personensuchanlagen:

A) Optisch arbeitende Anlagen

1. **Lichtrufsysteme** durch Einsatz von Armaturen, die in der Regel bis zu 5 Farb- oder Zahlenfelder

BILD 4 Zahlenfeld-Tablo



aufweisen: In der einfachsten Ausführung können bis zu 7 Personen gesucht werden. Bei solchen Lichttrufanlagen werden Hupen oder in Büroräumen Summer als Aufmerksamkeitssignal verwendet, auf das nur selten verzichtet werden kann. Die Lichttrufanlage ist die bekannteste, im Montageaufwand aber auch die kostspieligste Sucheinrichtung.

2. **Zahlensignalanlagen** mit ein- oder mehrstelligen transparent beleuchteten Zifferfeldern: Die Ziffern werden über polarisierte Antriebswerke eingestellt. Die Spannung für die Beleuchtung des Transparentfeldes wird aus dem Niederspannungsnetz über Trafo entnommen. Die Steuerung erfolgt über Schwachstromkabel. Bei zwei Feldern z. B. können mit 4 Adern bis zu 99 Personen gesucht werden!
3. **Transparente Namentablos**, mit denen zur gleichen Zeit mehrere Personen gesucht werden können: Wegen des hohen Leitungsaufwandes werden solche Anlagen verhältnismäßig selten eingesetzt.

BILD 5 Kombiniertes Lichtruf-Zahlen-Tablo



B) Suchuhrenanlage, Trizett-System

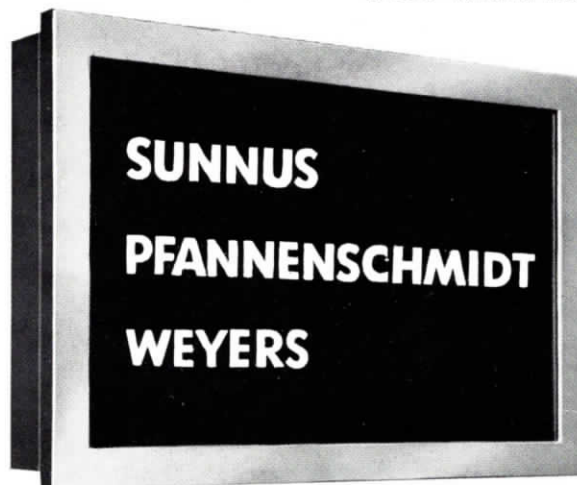
Bei diesem System werden die Nebenuhren einer TN-Nebenuhr-Anlage zusätzlich mit einem dritten – roten – Zeiger ausgerüstet. Dieser rote Suchzeiger wird von einem polarisierten Antriebswerk fortgestellt, und zwar auf die Stundenmarken sowie auf die Mittelstellung zwischen den Stundenmarken, so daß sich insgesamt 23 Suchstellungen ergeben (die Stundenmarke 12 wird als Ruhestellung verwendet), die den zu suchenden Personen zugeordnet werden.

Dieses System ist das in der Anschaffung wirtschaftlichste. Eine gewisse Beschränkung liegt in der Suchkapazität von 23 Personen, die jedoch durch den Zusatz von Signallampen auf 46 bzw. 69 Personen erhöht werden kann.

Der Einsatz ist besonders geeignet, wenn bei einer bestehenden Nebenuhranlage nachträglich eine Suchanlage unter Verwendung vorhandener Fernmeldeleitungsnetze eingebaut werden soll oder wenn zur Bedingung gestellt ist, mit geringstem Leitungsaufwand eine derartige Anlage zu steuern. Über nur zwei Adern von 0,6/0,8 mm² Querschnitt läßt sich diese Suchanlage steuern. Die Suchuhren sind alle an eine Ringleitung parallel angeschlossen. Die Kombination mit einer elektrischen Uhrenanlage ist sehr beliebt und die Zweckmäßigkeit tausendfach bewiesen. Das erforderliche akustische Aufmerksamkeitszeichen wird bei diesem System meist über die Signalgeräte der Pausensignalanlage gegeben.

Es ist natürlich auch möglich, eine Suchanlage nach dem beschriebenen System unter Fortfall der Zeit-

BILD 6 Namenruf-Tablo



anzeige aufzubauen. Das Zifferblatt dient dann lediglich zur Markierung der Suchstellungen. Stunden- und Minutenzeiger sowie das Neben-
uhrwerk entfallen.

C) Elektro-akustische Suchanlagen

Lautsprecheranlagen mit Rufdurchsagen über Mikrofon können nur in Ausnahmefällen als Personensuchanlage eingesetzt werden. Untersuchungen haben bewiesen, daß der Ruf über Lautsprecher das unwirtschaftlichste Nachrichtenmittel ist. Wegen einer gesuchten Person werden unter Umständen Hunderte von Menschen, wenn auch nur kurz, von der Arbeit abgelenkt. Trotzdem wird es Fälle geben, in denen optische Signalgeräte nicht einzusetzen sind. Neuerdings ist es auch möglich, über eine vorhandene Haustelesonanlage von jedem Telefonapparat aus durch Aufschaltung auf einen Verstärker eine Durchsage zu machen.

Für die Verwendung von Gegen- und Wechsel-sprechanlagen zum Suchen von Personen unter Einsatz einer Sammelrufeinrichtung gelten organisatorisch die gleichen Bedenken wie bei Lautsprecheranlagen.

D) Drahtlose Personensuchanlage

Die Personensuchanlagen nach A, B und C erfordern die Verlegung eines Leitungsnetzes in alle Räume, in denen ein Suchsignal erscheinen soll. Um dieses Leitungsnetz zu vermeiden, sind drahtlose Suchanlagen entwickelt worden.

Bei drahtlosen Personensuchanlagen wird jeder zu suchenden Person ein Miniaturempfänger zugeteilt, der von dieser in der Tasche mitgeführt wird, sobald sie ihren Arbeitsplatz verläßt. Diese Art der Suchanlagen wurde jedoch erst praktisch brauchbar durch die Verwendung von Transistoren, die es gestatten, den mobilen Empfänger klein und leicht zu gestalten.

Für die drahtlose Übertragung stehen grundsätzlich zwei Lösungen zur Verfügung, nämlich das Strahlungsprinzip und das Induktionsprinzip.

Beim Strahlungsprinzip arbeitet ein Hochfrequenzsender auf eine Antenne als strahlendes Element. Das sich ausbreitende elektro-magnetische Feld wirkt auf die Antenne des mobilen Empfängers, der von dem Gesuchten in der Tasche mitgeführt wird. Beim Induktionsprinzip werden zur Übertragung nach dem Rufempfänger magnetische Wechselfelder erzeugt, und zwar über eine zweckmäßig ausgebreitete Drahtschleife, die von einem Sender mit Wechselstrom beschickt wird.



BILD 7 Lichtruf-Anlage in einem Krankenhaus

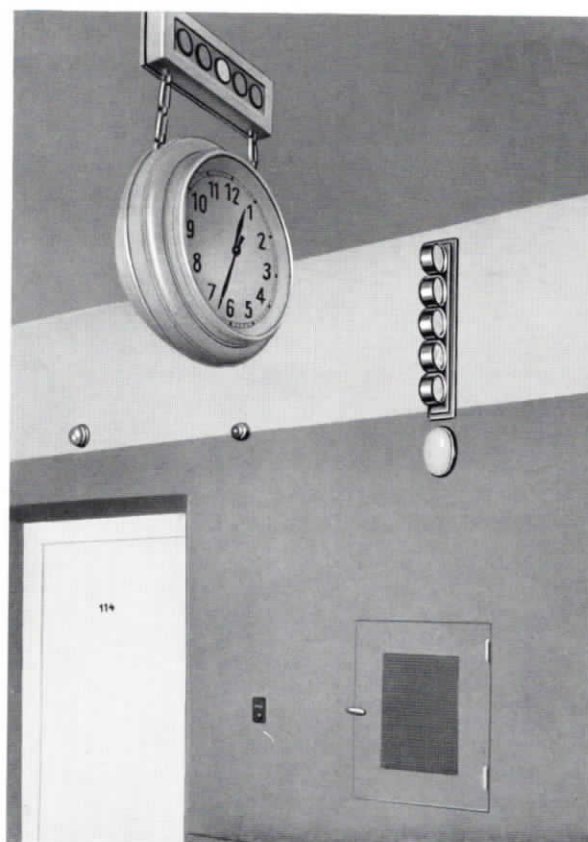


BILD 8 Lichtruf-Anlage in einer großen Klinik



BILD 9

Trizett-Rapidsuch-Anlage

Das Strahlungsprinzip hat den Nachteil, daß die Energieausbreitung nicht ohne weiteres auf das interessierende Versorgungsgebiet begrenzt werden kann – es tritt vielmehr eine unerwünschte oder schädliche Fernwirkung auf. Bei einer Anhäufung mehrerer solcher drahtloser Suchanlagen, z. B. in einer Großstadt, dürfte es schwierig sein, ohne gegenseitige Störungen durchzukommen. Bei der heutigen allgemeinen Frequenzknappheit scheint es zudem zweckmäßig, wenn irgend möglich die zur Verfügung stehenden Frequenzen für Dienste zu verwenden, welche unbedingt auf drahtlose Übermittlung nach dem Strahlungsprinzip angewiesen sind, und umgekehrt für möglichst viele Aufgaben das Induktionsprinzip anzuwenden, bei welchem die Feldausbreitung recht genau in den gewünschten Grenzen gehalten werden kann. Der Einsatz von drahtlosen Personensuchanlagen nach dem Strahlungsprinzip kommt deshalb für großflächige Industriegelände, wie Hüttenwerke usw., in Frage, während Suchanlagen nach dem Induktionsprinzip mit ihrem leicht zu begrenzenden

BILD 10

Rufanlage im Sekretariat einer großen Klinik





BILD 11 Rufempfänger

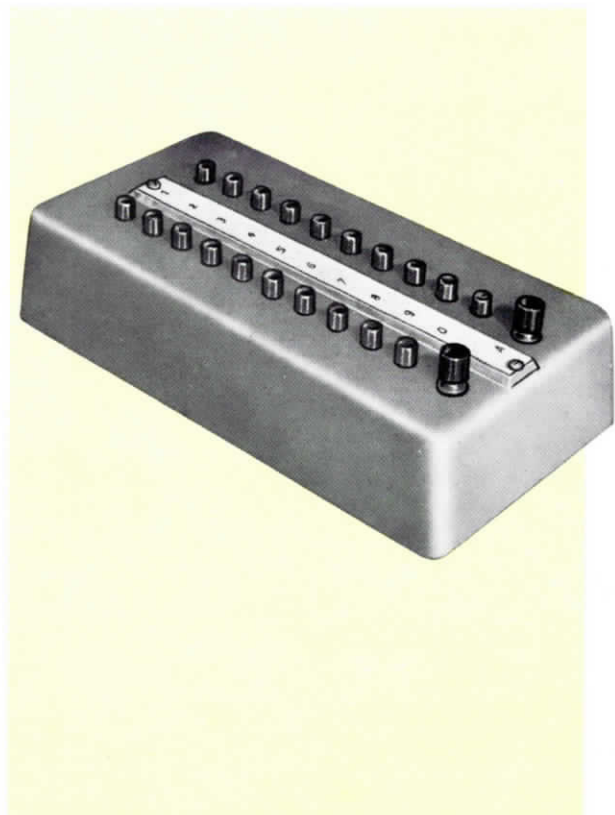


BILD 12 Gebereinrichtung

Die Suchschlaufen

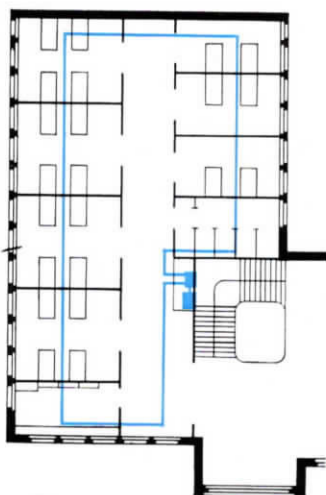


BILD 13

Die Rufsignale durchfließen als Stromimpulse eine den Suchbereich umfassende Drahtschleife. Das in ihrer Umgebung entstehende magnetische Feld überträgt die Signale zu den Ruf-Empfängern.



BILD 14

Bei zweckmäßiger Verlegung erstreckt sich der Wirkungsbereich einer Suchschleife je nach der Konstruktionsart des Gebäudes über ein oder mehrere Stockwerke.

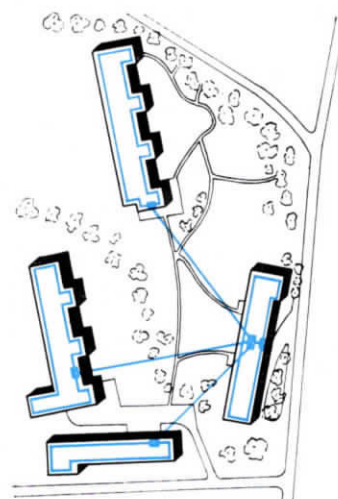


BILD 15

Umfaßt der Suchbereich mehrere Gebäude, so erhält jedes seine eigenen Schlaufen. Über bestehende Telefonleitungen werden diese jedoch zu einer einzigen, gemeinsamen Suchanlage zusammengeschlossen.

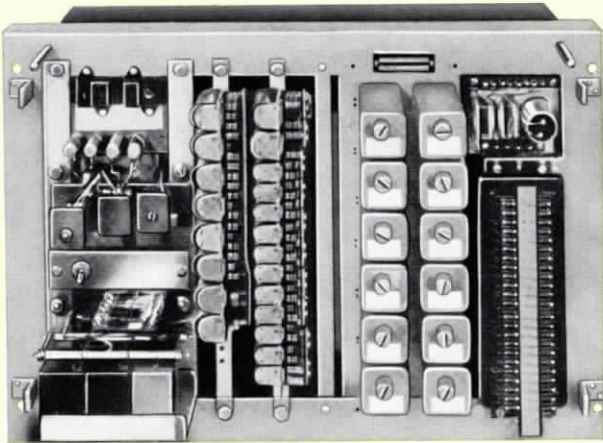


BILD 16 Steuereinrichtung

Ausbreitungsgebiet hauptsächlich für Suchbereiche in dichtbesiedelten Gebieten, z. B. Verwaltungen und kleinere und mittlere Industriebetriebe in Städten, in Frage kommen.

Der Aufwand an Baukosten für drahtlose Personensuchanlagen nach dem Induktionsprinzip, der hauptsächlich durch die Verlegung der Schlaufen bestimmt wird, ist stark unterschiedlich je nach den baulichen Verhältnissen. Die Baukosten sind um so niedriger, je besser eine Anlage nach den physikalischen Gesetzen der elektrischen Feldausbreitung eingerichtet werden kann, d.h., vor allem bei Anlagen in Neubauten, für die die Schlaufenverlegung mit eingeplant werden kann.

Die besonderen Vorteile der drahtlosen Personensuchanlage liegen in ihrer Arbeitsweise: Nur die gesuchte Person wird durch ein akustisches Signal des Taschenempfängers angesprochen. Am Suchvorgang nicht beteiligte Personen bleiben ungestört. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß die gesuchte Person überall innerhalb des Wirkungsbereiches der Schlaufen gefunden werden kann.

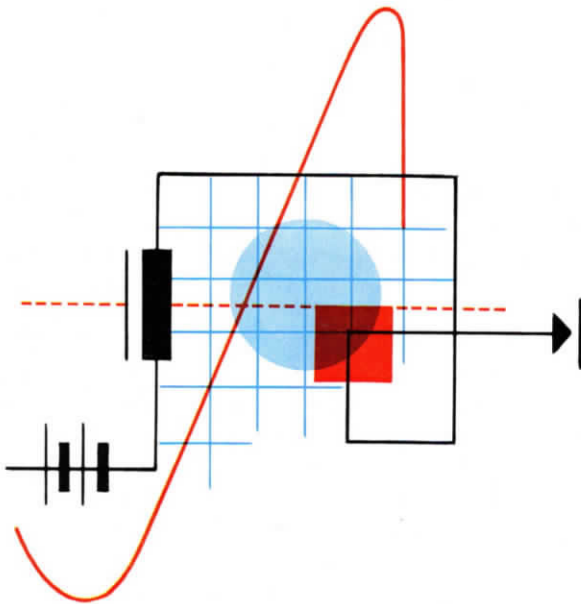
E) Organisation

In der einfachsten Form werden die beschriebenen Personensuchanlagen von einer Stelle aus geschaltet, **und es wird verabredet, daß der Gesuchte sich bei dieser Stelle telefonisch meldet.** Schneller und besser wickelt sich aber der Suchvorgang ab, wenn die Suchanlage mit der Fernsprechanlage gekoppelt wird. In diesem Fall wählt der Suchende

eine besondere Kennziffer und im Anschluß daran die Ziffer des Gesuchten. Der Gesuchte begibt sich an den nächsten Fernsprecher, wählt ebenfalls eine Kennziffer und ist sofort mit dem Suchenden telefonisch verbunden. Bei der über die Fernsprechanlage gesteuerten Suchanlage besteht selbstverständlich die Möglichkeit, von außenliegenden Nebenstellen, z. B. der Chefwohnung, auch nach Büroschluß, z. B. während der Nachtschicht, die Suchanlage zu steuern.

Der behandelte Fragenkomplex läßt erkennen, daß Interessenten für moderne Personensuchanlagen ein Fachunternehmen zur Projektierung und Ausführung heranziehen sollten. Ein genaues Studium der betrieblichen Verhältnisse durch befähigte Fachleute ist unerlässlich, damit die Personensuchanlage gewissenhaft projektiert wird und nach werkgerechter Installation den gewünschten Nutzen bietet.





Die Funkenlöschung bei magnetischen Kontakten und die Berechnung der Funkenlöschglieder*)

von Harald Fuhrmann

DK 621.395.669 : 621.395.64

Die Lösung schaltungstechnischer Probleme erfordert häufig das Zusammenwirken elektronischer mit elektromechanischen Bauelementen in einer Schaltungseinheit. Um die Leistungsmerkmale der elektronischen Bauelemente in derartigen Anlagen auszuschöpfen, sind Relais erforderlich, die gegenüber denen herkömmlicher Bauart geringere Anzugs- und Abfallzeit besitzen, und bei denen vor allen Dingen geringer Verschleiß bei weitgehender Wartungsfreiheit besteht. Diese Bedingungen erfüllen Relais mit magnetischen Kontakten, wie der amerikanische Dry-Reed-Switch, das Flachschutzkontaktrelais (FSK-Relais) der Telefonbau und Normalzeit [1], das Relais mit Herkon-Kontakt der Standard Elektrik Lorenz AG [2] und das Schutzgas-Kontakt-Relais der Siemens & Halske AG [3]. Um eine große Lebensdauer dieser Kontakte zu gewährleisten, sind Funkenlöschglieder notwendig, um die bei der Auftrennung induktiver Stromkreise auftretenden Spannungsspitzen zu unterdrücken. Andernfalls werden nicht nur die Kontaktflächen durch Glimmentladung sehr schnell zerstört, sondern auch Transistoren und ähnliche Bauelemente beschädigt, die nur eine geringe Spannungsfestigkeit haben, gemessen an der Höhe der möglichen Spannungsspitzen.

Da die Umschlag- und Prellzeiten magnetischer Kontakte erheblich kürzer sind als jene bei klas-

sischen Relais, kann erwartet werden, daß die Entstörglieder kleinere Werte haben.

Die Einflüsse von Entstörgliedern in verschiedenen praktisch vorkommenden Fällen werden untersucht und die Formeln abgeleitet, aus denen die Dimensionierung der nötigen Schaltmittel berechnet werden kann.

Stromkreise mit Ohmschem Widerstand

Ein Kontakt soll einen Stromkreis, der aus einer Quellspannung E und einem Ohmschen Widerstand R_L besteht, periodisch öffnen und schließen. Die Spannung darf selbstverständlich nicht höher sein als die Zündspannung des Schutzgases bei voll geöffnetem Kontakt. Liegt die Größe der Quellspannung E jedoch in der Nähe der Zündspannung, so muß dafür Sorge getragen werden, daß in der Zeit, in welcher der Kontakt von der geschlossenen in die geöffnete Lage gelangt, die Spannung an ihm zu jedem Zeitpunkt kleiner ist als die jeweilige Zündspannung. Das kann durch ein RC-Glied nach Bild 1 erreicht werden. Im Abschaltmoment ist die Spannung U_c am Kondensator und damit am Kontakt gleich Null und steigt dann an nach der Funktion $U_c = E (1 - e^{-t/\tau})$, wobei $\tau = (R + R_L) \cdot C$ ist. Im allgemeinen wird diese Bedingung dann hinreichend erfüllt, wenn τ größer ist als die Zeit τ' , die der Kontakt braucht, um von der Arbeitslage in die Ruhelage zu gelangen. Der Widerstand R muß so groß sein, daß im Einschaltmoment die Summe der über den Kontakt fließenden Ströme $J = E \left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R} \cdot e^{-t/RC} \right)$ kleiner ist als der zulässige Strom. Dadurch ist der Wert von R festgelegt.

Ist die Schaltfrequenz $\frac{1}{T}$, so sollte der Kondensator C seine Ladung abgegeben haben, bevor der Kontakt wieder öffnet, damit tatsächlich ein langsames

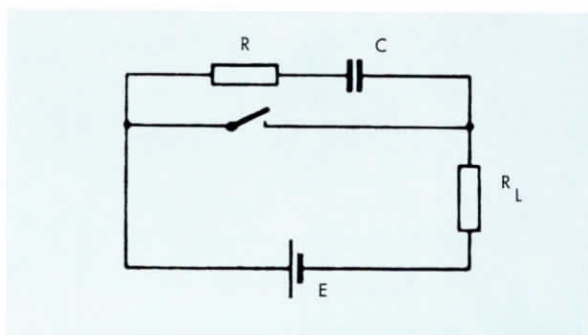


BILD 1 Funkenlöschung bei Ohmscher Last mit RC-Glied, das dem Kontakt parallel geschaltet wird

*) Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Schriftleitung der NTZ. Der Aufsatz erschien in Heft 10/61.

Anwachsen der Spannung über den Kontakt gewährleistet ist.

Da die Kapazität in der Zeit $t = 2 \cdot RC$ auf etwa $\frac{1}{10}$ ihrer Ausgangsspannung $U_c = E$ entladen ist, so sollte $T > 2 \cdot RC$ sein.

Zusammenfassend gilt:

$$J_0 = \frac{E}{R_L} + \frac{E}{R}$$

$$2RC < T$$

$$(R + R_L)C > \tau'$$

wobei τ' die Zeit bedeutet, die der Kontakt benötigt, um von der geschlossenen in die geöffnete Lage zu gelangen. T ist die Schaltfolgezeit des Kontaktes. J_0 ist der Anfangsstrom über den Kontakt im Augenblick des Schließens.

Ist die Quellspannung (geschaltete Spannung) eine Wechsellspannung, so ist mit der Spitzenspannung zu rechnen. Außerdem muß $R + \frac{1}{j\omega C} \gg R_L$ sein, damit ein vernünftiges Schaltverhältnis erreicht werden kann.

Stromkreis mit induktiver Last

Während beim Schalten eines Stromkreises mit Ohmscher Last am Kontakt höchstens die Batteriespannung wirksam werden kann, tritt bei induktiver Last im Abschaltaugenblick eine sehr hohe Spannung auf, die einen Funken am Kontakt verursachen kann. Dieser wiederum kann eine Bogenentladung nach sich ziehen, die mit einer sehr hohen Temperatur und damit einer Materialwanderung verbunden ist. Daneben kann die hohe Spannung die Sperrspannung von Dioden, die mit dem geschalteten Kreis verkoppelt sind, weit überschreiten und diese zerstören. Bild 2 zeigt ein in der Fernsprech-Vermittlungstechnik häufig vorkommendes Beispiel.

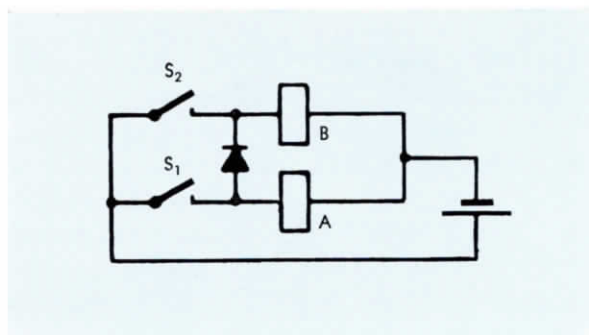


BILD 2 Schaltung aus der Fernsprech-Vermittlungstechnik, bei der durch Öffnen des Schalters S_1 die Diode zerstört werden kann

Wird der Kontakt S_1 geöffnet und damit das Relais A stromlos, so entsteht an der Anode der Diode eine negative Spannungsspitze. Die Höhe der entstehenden Spannung kann aus der magnetischen Energie $E = \frac{1}{2} L J^2$ der Induktivität bei geschlossenem Kontakt abgeleitet werden. Wird dieser geöffnet, so geht die gesamte Energie bei Vernachlässigung der Verluste auf einen Kondensator über. Im einfachsten Fall besteht er aus der Wickelkapazität.

Dann gilt

$$\frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} L J^2 \text{ und folglich}$$

$$U = J \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Das ergibt zum Beispiel bei $L = 0,1 \text{ H}$, $J = 0,1 \text{ A}$ und $C = 36 \text{ pF}$ eine Spannung von etwa 27,6 kV, also einen Wert, der für die meisten Dioden und für einen Relaiskontakt viel zu hoch ist. Die Spannungsspitze entsteht bekanntlich dadurch, daß der Differentialquotient $\frac{d\Phi}{dt}$ relativ groß wird. Wird dem Kontakt jedoch ein Kondensator parallelgeschaltet, dann nimmt der Strom langsam ab, wenn der Kontakt geöffnet wird, so daß keine Überspannung entstehen kann. Im Augenblick der Kontaktöffnung fließt ein Ladestrom, der nach einer flacheren e-Funktion abklingt, so daß $\frac{d\Phi}{dt}$ kleiner wird. Wenn der Kontakt schneller öffnet als die Spannung ansteigt, kann keine Funkenbildung stattfinden, vorausgesetzt, daß die Spannung nicht höher wird als die für den Kontakt zulässige. Die Höhe der Spannung sowie die Anstiegszeit errechnen sich nach Bild 3 folgendermaßen:

Im Öffnungs Augenblick gilt für den Kreis die Differentialgleichung

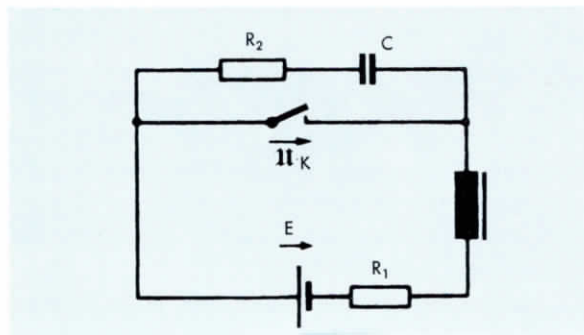


BILD 3 Funkenlöschung durch Aufladen eines Kondensators parallel zum Kontakt in einem Stromkreis mit induktiver Last

$$E = R \dot{I} + L \ddot{I} + \frac{1}{C} \int I dt \text{ mit}$$

$$R = R_1 + R_2 \text{ oder} \quad (1)$$

$$0 = L \ddot{I} + R \dot{I} + \frac{1}{C} I$$

wenn die Induktivität L in erster Näherung als eine Konstante angenommen wird. Aus dem Lösungsansatz $I = ae^{\lambda t}$ folgt

$$\lambda^2 + 2\omega_1 \lambda + \omega_0^2 = 0 \text{ mit}$$

$$2\omega_1 = \frac{R}{L} \quad (2)$$

$$R = R_1 + R_2$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

Die Lösung der quadratischen Gleichung lautet:

$$\lambda = -\omega_1 \pm \sqrt{\omega_1^2 - \omega_0^2}$$

Von den drei möglichen Fällen $\omega_1 \geq \omega_0$ ist nur derjenige interessant, bei dem $\omega_1 < \omega_0$ ist oder

$$R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

Dann ist

$$\lambda = -\omega_1 \pm i \omega \text{ mit}$$

$$\omega_0^2 = \omega^2 + \omega_1^2 \text{ und}$$

$$I = A e^{-\omega_1 t} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

eine Lösung der Differentialgleichung (1).

Da im Zeitpunkt $t = 0$ der Strom $I = \frac{E}{R_1}$ ist, errechnet sich A zu

$$A = \frac{E}{R_1 \sin \varphi}, \quad (4)$$

$$I = \frac{E}{R_1 \sin \varphi} \cdot e^{-\omega_1 t} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

Weiter gilt für die Spannung U_K am Kontakt

$$U_K = E - R_1 I - L \dot{I} \quad (6)$$

Wird in Gleichung (6) I bzw. $\dot{I}$ aus Gleichung (5) eingesetzt und beachtet, daß im Zeitpunkt

$t = 0$ $U_K = \frac{E R_2}{R_1}$ sein muß, so folgt für

$$\text{ctg } \varphi = \frac{R_1 - R_2}{R} \cdot \frac{\omega_1}{\omega} \text{ und für } U_K \text{ allgemein}$$

$$U_K = E - E \cdot e^{-\omega_1 t} \left[\left[\frac{(R_1 - R_2)^2 \cdot \omega_1}{2 \omega R R_1} - \frac{R \cdot \omega}{2 \omega_1 R_1} \right] \cdot \sin \omega t + \frac{R_1 - R_2}{R_1} \cdot \cos \omega t \right] \quad (7)$$

Das Maximum der Spannung tritt ungefähr bei $t = \frac{T}{4}$ auf und verschiebt sich etwas gegen $\frac{T}{2}$, wenn C größer wird. In der Praxis ist es jedoch ausreichend, wenn bei $t = \frac{T}{4}$ die Spannung am

Kontakt am höchsten angenommen wird. Dann läßt sich anstelle der Gleichung (7) vereinfacht

$$U_K = E \left[1 - e^{-\omega_1 t} \cdot \left[\frac{(R_1 - R_2)^2}{2 \omega R R_1} - \frac{R \cdot \omega}{2 \omega_1 R_1} \right] \right] \quad (8)$$

schreiben, wodurch außerdem bei der Dimensionierung eine Sicherheit erzielt wird.

Der Kontakt sollte also ungefähr in einer Zeit $t < \frac{T}{4}$ voll geöffnet sein. In Bild 4 ist die Spannung am Kontakt in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen für ein 2-Kontakt-FSK-Relais (Labormuster) mit $L = 0,1$ H, $R_1 = 250 \Omega$, $R_2 = 0$, $E = 24$ V, $C = 0,1 \mu F$ nach Gleichung (7) ($\omega_1 = 1,25 \cdot 10^3$, $\omega = 10^4$, $\omega_1 < \omega_0$).

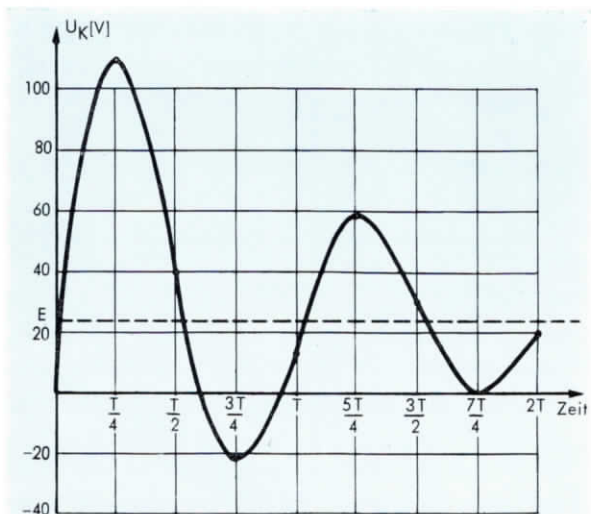


BILD 4 Spannungsverlauf beim Öffnen eines FS-Kontaktes, der ein FSK-Relais mit $L = 0,1$ H und $R_1 = 250 \Omega$ schaltet, mit einem Funkenlöschkondensator von $0,1 \mu F$ parallel zum Kontakt

Für das gleiche Relais ist in Bild 5 die Abhängigkeit der Spannung von $\frac{T}{4}$ für verschieden große Kondensatoren C und Widerstände R_2 aufgetragen.

Ein RC-Entstörglied, das parallel zum Kontakt zu schalten ist, wird folgendermaßen dimensioniert: Bekannt sind die Induktivität L , der Wickelwiderstand R_1 , die zu schaltende Spannung E sowie die Zeit für die Umlegung des Kontaktes von der geschlossenen in die voll geöffnete Lage. Der über den Kontakt fließende Strom darf den durch die Bauart bestimmten Wert nicht überschreiten, und weiterhin darf die Anfangsspannung am Kontakt im Zeitpunkt $t = 0$ nicht größer sein als die zugehörige Zündspannung. Da der Strom über den Kontakt $I_K = \frac{E}{R_2}$ ist, kann die obige Bedingung nur erfüllt werden, wenn

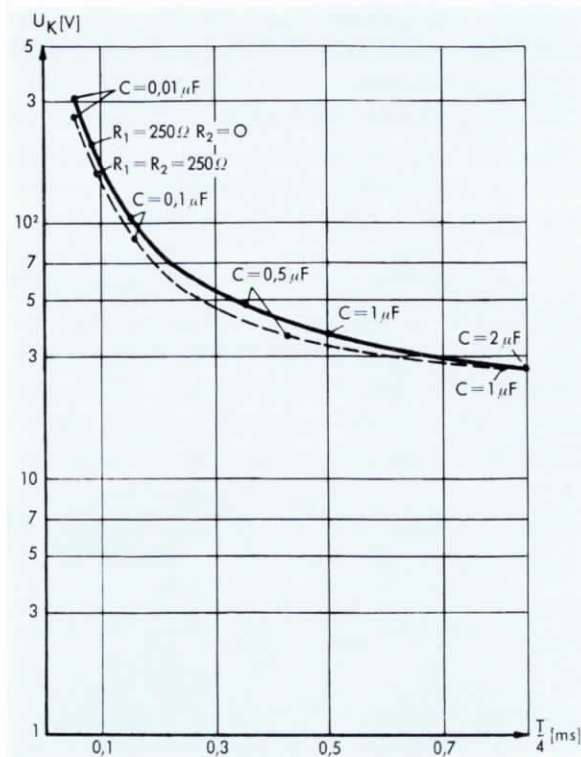


BILD 5 Abhängigkeit der Spannung am Kontakt von $\frac{T}{4}$ bei verschieden großen Kondensatoren parallel zum Kontakt

$$R_2 \geq \frac{E}{I_K} \quad (9)$$

ist. Aus R_1 und R_2 folgt $R = R_1 + R_2$, und aus L und R folgt $\omega_1 = \frac{R}{2L}$. Ist τ' die Öffnungszeit des Kontaktes, so muß $\tau' < \frac{T}{4}$ sein. Damit ist T bekannt, also auch ω . Die Größe des Kondensator ist dann gegeben durch

$$C = \frac{1}{L(\omega^2 + \omega_1^2)} \quad (10)$$

Zur Kontrolle kann nach Gleichung (8) die Spannung berechnet werden. Liegt sie zu hoch, so muß C etwas vergrößert werden.

Beispiel:

Es soll ein 8-Kontakt-FSK-Relais geschaltet werden. Es sei $L = 3 \text{ H}$, $R_1 = 2,3 \text{ k}\Omega$ und die geschaltete Spannung $E = 60 \text{ V}$. Die Spannung am Kontakt darf 200 V , der Strom über dem Kontakt 300 mA nicht überschreiten. Nach Gleichung (9) muß

$$R_2 > \frac{60}{0,3} = 200 \Omega$$

sein. Wird $R_2 = 300 \Omega$ gewählt und damit $R = R_1 + R_2 = 2,6 \text{ k}\Omega$, dann ist die Anfangsspannung

$$U_K = \frac{E R_2}{R_1} = 8 \text{ V}$$

$$\omega_1 = \frac{R}{2L} = 0,43 \cdot 10^3, \\ \tau' = 0,3 \text{ ms.}$$

Es wird $\frac{T}{4} = 1 \text{ ms}$ gewählt, damit Pellen oder Federn des Kontaktes nicht mit eingehen. $T = 4 \text{ ms}$ entspricht einem $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1,57 \cdot 10^3$. Die erforderliche Kapazität errechnet sich aus Gleichung (10) zu

$$C \approx 0,13 \mu\text{F}.$$

Damit ergibt sich nach Gleichung (8) für die maximale, am Kontakt auftretende Spannung

$$U_K = 140 \text{ V} < 200 \text{ V}.$$

In einem praktisch erprobten Versuch mit dem angegebenen Relais ergaben sich annähernd die gleichen Werte.

Wird für $\frac{T}{4}$ ein Wert von 2 ms angenommen, so ist ein Kondensator von $0,4 \mu\text{F}$ zu verwenden, und es tritt eine maximale Spannung von etwa 80 V auf.

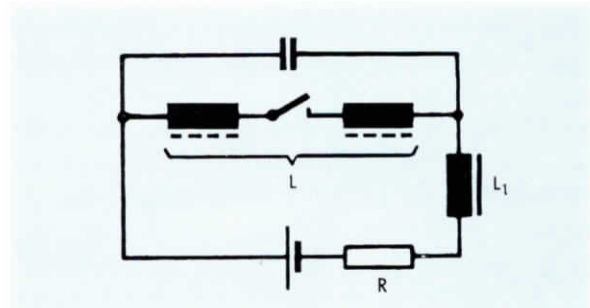


BILD 6 Larsenschaltung zur Funkenlöschung in einem Stromkreis mit induktiver Last

Dieser Wert liegt niedriger als die Sperrspannung der meisten Dioden, so daß diese nicht zerstört werden.

Bei der Entstörung des Kontaktes mittels der sogenannten Larsenschaltung nach Bild 6 tritt sowohl beim Schließen als auch beim Öffnen des Kontaktes eine Schwingung im Netzwerk auf. Mathematisch ist diese Methode jedoch ziemlich unübersichtlich.

Aus dem Ersatzbild nach Bild 7 leitet sich für den Strom folgende Differentialgleichung ab:

$$\ddot{x}_2 + \omega_1 \dot{x}_2 + \omega_2^2 x_2 + \omega_3^2 x_2 = 0$$

mit

$$\omega_1 = \frac{R}{L_1} \\ \omega_2^2 = \frac{L + L_1}{L + L_1 \cdot C} \\ \omega_3^2 = \frac{R}{C L L_1}$$

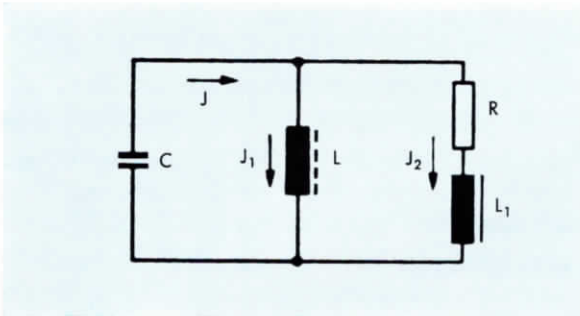


BILD 7 Ersatzschaltbild der Schaltung nach Bild 6

Aus dem Lösungsansatz

$$\mathfrak{Z}_2 = \alpha \cdot e^{\lambda t}$$

folgt durch Einsetzen

$$\lambda^3 + \omega_1 \lambda^2 + \omega_2 \lambda + \omega_3 = 0$$

Diese Gleichung ist mit der Cardanischen Formel zwar lösbar, jedoch ist eine allgemeine Aussage nur schwer möglich. Deshalb müssen die Werte für L und C von Fall zu Fall am praktischen Versuch ausprobiert werden, wenn diese Art der Funkentstörung nicht schon aus wirtschaftlichen Gründen von vornherein ausfällt. Als guter Richtwert hat sich $C = 0,1 \mu\text{F}$, $L = 2 \cdot 0,4 \text{ mH}$ in der Praxis bewährt.

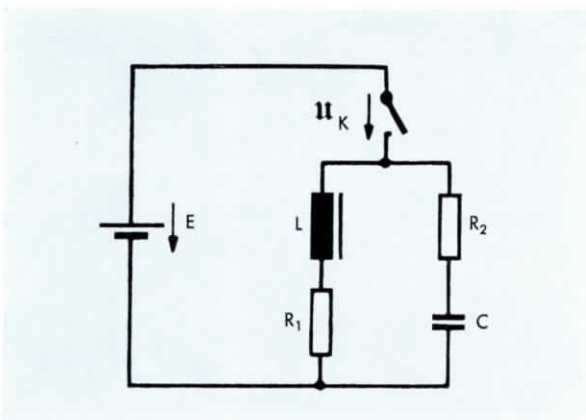


BILD 8 Funkenlöschung durch Entladen eines Kondensators parallel zur Induktivität

Eine weitere Möglichkeit, hohe Spannungsspitzen zu vermeiden, die durch Abschalten von Induktivitäten entstehen, liegt in der Parallelschaltung von RC-Gliedern zu den Spulen selbst (Bild 8). In diesem Fall fließt durch die Induktivität der Entladestrom des Kondensators, wenn der Kontakt geöffnet wird. Es ist wieder die Höhe der am Kontakt auftretenden Spannung in Abhängigkeit der Zeit zu ermitteln, und es gilt die Differentialgleichung

$$L \ddot{\mathfrak{Z}} + R \dot{\mathfrak{Z}} + \frac{1}{C} \mathfrak{Z} = 0$$

mit

$$R_1 + R_2 = R$$

im Augenblick des Öffnens. Die Lösung im Fall $R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$ unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen (bei $t = 0$ ist $J = \frac{E}{R_1}$) ist wieder

$$\mathfrak{Z} = \frac{E}{R_1 \cdot \sin \varphi} \cdot e^{-\omega_1 t} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (11)$$

mit

$$\omega_1 = \frac{R}{2L}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \omega_1^2$$

$$\mathfrak{Z} = \frac{E}{R_1 \sin \varphi} \cdot e^{-\omega_1 t} \{ \omega \cos(\omega t + \varphi) - \omega_1 \sin(\omega t + \varphi) \} \quad (12)$$

Für die Spannung u_K am Kontakt gilt in diesem Fall

$$u_K = E + L \ddot{\mathfrak{Z}} + R_1 \dot{\mathfrak{Z}}$$

Das umgekehrte Vorzeichen gegenüber der Formel (6) erklärt sich aus der Notwendigkeit, bei der Schwingung diejenige Stromrichtung positiv anzusetzen, die dem Aufladungssinn des Kondensators entspricht.

Durch Einsetzen von (11) und (12) und Berücksichtigung der Tatsache, daß bei $t=0$ $u_K = \frac{E R_2}{R_1}$ ist,

folgt

$$\text{ctg } \varphi = \frac{3(R_2 - R_1) \cdot \omega_1}{R \cdot \omega}$$

und damit

$$u_K = E - E \cdot e^{-\omega_1 t} \left\{ \left[3\omega_1 \frac{(R_1 - R_2)^2}{2 \cdot R \cdot R_1 \cdot \omega} + \frac{R \omega}{2 \omega_1 R_1} \right] \cdot \sin \omega t + \frac{R_1 - R_2}{R_1} \cos \omega t \right\} \quad (13)$$

Der Verlauf der Spannung für ein Relais von $L = 0,1 \text{ H}$, $R_1 = 250 \Omega$, $R_2 = 0$, $E = 24 \text{ V}$, $C = 0,1 \mu\text{F}$ ist in Bild 9 aufgetragen. Das Maximum liegt bei $t = \frac{3T}{4}$ und verschiebt sich mit steigendem C (fallendes ω) in Richtung $\frac{T}{2}$.

In Tafel 1 sind die Spannungen für $\frac{T}{4}$, $\frac{T}{2}$, $\frac{3T}{4}$ bei verschiedenen großen Kondensatoren eingetragen für $R_1 = R_2 = 250 \Omega$ bei Parallelschaltung des RC-Gliedes zur Induktivität. In Tafel 2 dagegen sind die entsprechenden Spannungen für $\frac{T}{4}$ bei einer

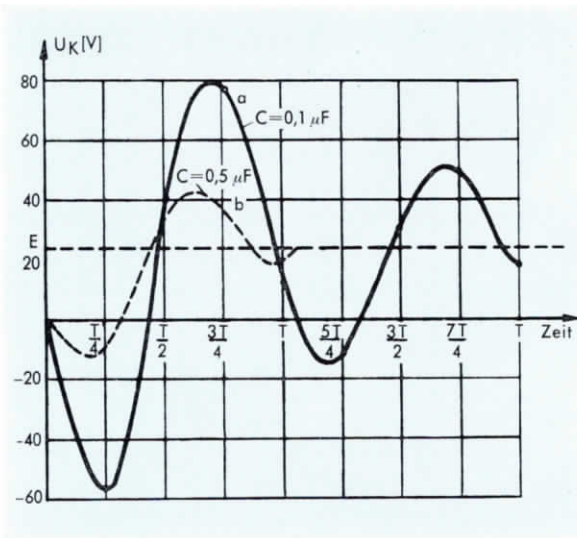


BILD 9 Spannungsverlauf am Kontakt beim Öffnen eines FS-Kontaktes, der ein FSK-Relais mit $L = 0,1 \text{ H}$ und $R_1 = 250 \Omega$ schaltet, mit einem Funkenlösch-Kondensator parallel zur Induktivität
a) $C = 0,1 \mu\text{F}$ b) $C = 0,5 \mu\text{F}$

Parallelschaltung des RC-Gliedes zum Kontakt vermerkt.

Tafel 1

$C [\mu\text{F}]$	$U_K [\text{V}]$ für		
	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$
0,01	-243	+24	+235
0,1	-38,4	+24	+52
0,5	-11,7	+24	+25,5
1,0	+21,6	+24	+24

Tafel 2

$C [\mu\text{F}]$	$U_K [\text{V}]$ für $\frac{T}{4}$
0,01	254
0,1	86
0,5	36,4
1,0	26,5

Die Tafeln 3 und 4 gelten für $R_1 = 250 \Omega$ und $R_2 = 100 \Omega$.

Tafel 3

$C [\mu\text{F}]$	$U_K [\text{V}]$ für		
	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$
0,01	-254	+36,1	+257
0,1	-49	+32,2	+65
0,5	+1,8	+27,2	+25,5
1,0	14,5	+25,3	+24,8

Tafel 4

$C [\mu\text{F}]$	$U_K [\text{V}]$ für $\frac{T}{4}$
0,01	304
0,1	95
0,5	44,1
1,0	31,3

Der Vergleich der Tafeln 1 und 2 sowie 3 und 4 zeigt, daß bei gleichen RC-Gliedern die Spannungen an den Kontakten dann kleiner sind, wenn die Entstörglieder parallel zu den Induktivitäten liegen. Weiter ist aus dem Vergleich der Tafeln zu ersehen, daß die Größe des Widerstandes R_2 stark in die Rechnung eingeht, und daß das Maximum der Spannung am Kontakt bei Parallelschaltung des RC-Gliedes zur Induktivität auch

schon bei $\frac{T}{4}$ liegen kann, wenn kleine Kondensatoren verwendet werden.

Bei der Dimensionierung ist daher anzusetzen, daß der Kontakt in einer Zeit $t < \frac{T}{4}$ geöffnet haben muß. Die Spannungen bei $t = \frac{T}{4}$ und $t = \frac{3T}{4}$ sind nachzuprüfen.

Beispiel:

Es soll ein 8-Kontakt-FSK-Relais geschaltet werden mit $L = 3 \text{ H}$, $R_1 = 2,3 \text{ k}\Omega$. Die geschaltete Spannung E sei 60 V. Die Spannung am Kontakt darf wieder 200 V, der Strom über den Kontakt 300 mA nicht überschreiten.

Nach Gleichung (9), die auch in diesem Fall gilt, muß

$$R_2 > \frac{60}{0,3} = 200 \Omega$$

sein.

Gewählt wird

$$R_2 = 300 \Omega$$

$$R = R_1 + R_2 = 2,6 \text{ k}\Omega$$

$$\omega_1 = \frac{R}{2L} = 043 \cdot 10^3$$

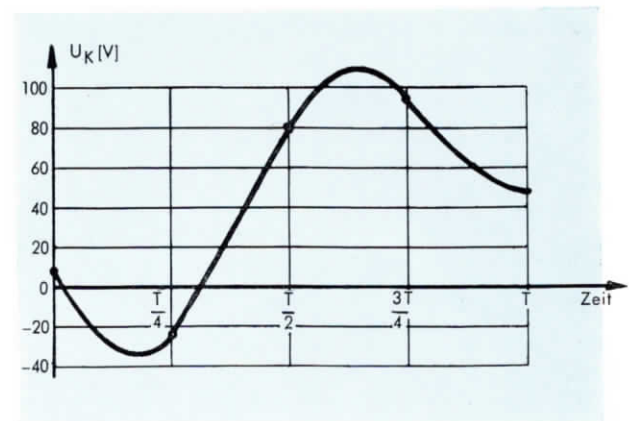


BILD 10 Spannungsverlauf am Kontakt beim Öffnen eines FS-Kontaktes, der ein FSK-Relais mit $L = 3 \text{ H}$, $R = 2,3 \Omega$ schaltet, mit einem RC-Glied parallel zum Relais $R_1 = 300 \Omega$ $C = 0,13 \mu\text{F}$

Die Anfangsspannung beträgt wieder etwa 8 V.

Wird $\frac{T}{4} = 1 \text{ ms}$ gesetzt, dann ist

$$\omega = 1,57 \cdot 10^3.$$

Dazu gehört nach Gleichung (10)

$$C = 0,13 \mu\text{F}.$$

Für die Höhe der Spannung am Kontakt zu verschiedenen Zeitpunkten ergibt sich aus diesen Werten nach Bild 10:

$$-23 \text{ V bei } t = \frac{T}{4}$$

$$+ 82 \text{ V bei } t = \frac{T}{2}$$

$$+ 94,5 \text{ V bei } t = \frac{3T}{4}$$

Das absolute Maximum tritt ungefähr bei 110 Volt auf, das sind 30 V oder rund 20% weniger als im vorigen Beispiel bei einer RC-Entstörung parallel zum Kontakt. Die anfangs gestellten Bedingungen sind erfüllt. Die Sperrspannungen von gebräuchlichen Dioden werden nicht überschritten.

Bei Relais mit magnetischen Kontakten kann im allgemeinen eine wirksame Funkenlöschung durch RC-Glieder schon mit relativ kleinen Kondensatoren erzielt werden, das heißt mit Werten von 0,1 μ F an. Dies ist nicht nur dadurch begründet, daß Schutzgasrelais gegenüber herkömmlichen Relais eine hohe Ansprechempfindlichkeit aufweisen, sondern auch durch die kurzen Öffnungszeiten der Kontakte.

Die beiden bisher erläuterten Verfahren der Funkenlöschung beruhen im Prinzip darauf, daß der Stromfluß in einer Induktivität nicht plötzlich unterbrochen wird, sondern nach einer e-Funktion (als Einhüllende einer Schwingung) abklingt, was im ersten Fall durch Aufladung und im zweiten Fall durch Entladung eines Kondensators erreicht wird.

Die dritte Möglichkeit der Funkenlöschung liegt in der Verwendung eines VDR-Widerstandes (Voltage Dependent Resistor) oder Varistors. Es handelt sich dabei um einen spannungsabhängigen Widerstand, der aus Siliziumkarbid-Pulver hergestellt wird. Das Pulver wird, mit geeigneten Bindemitteln gemischt, gepreßt und anschließend bei hohen Temperaturen gesintert.

Die Wirkung des Varistors beruht darauf, daß der durch den Widerstand fließende Strom der 4. bis 6. Potenz der anliegenden Spannung proportional ist. Das heißt, bei hohen Spannungen ist der Widerstand klein, bei niedrigen Spannungen ist er groß. Physikalisch ist das zu erklären, wenn man sich den VDR-Widerstand aus einer Anzahl von parallel und in Reihe geschalteten Kristall-Dioden vorstellt. Ist die Spannung an einer Induktivität kleiner als 110 V, dann schaltet man einen Varistor parallel zur Spule, andernfalls parallel zum Kontakt.

Der Vorteil dieser Art der Funkenlöschung liegt darin, daß beim Schließen der Kontakte kein hoher Stromstoß durch den Kontakt auftritt. Dafür entsteht ein Verluststrom und eine erhebliche Abfallverzögerung, wenn als Induktivität ein Relais verwendet wird.

Eine vierte Möglichkeit zur Unterdrückung der hohen Spannungsspitzen beim Abschalten von Induktivität bietet eine Diode parallel zur Spule nach Bild 11. Bei geschlossenem Schalter liegt die

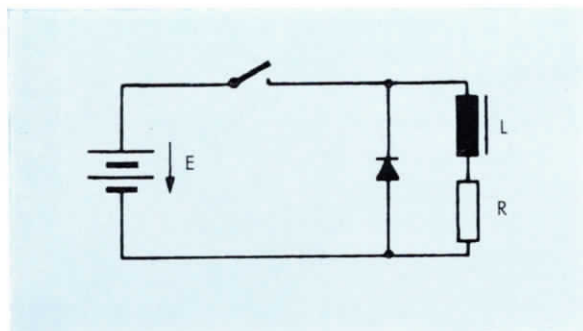


BILD 11 Funkenlöschung mit einer Diode

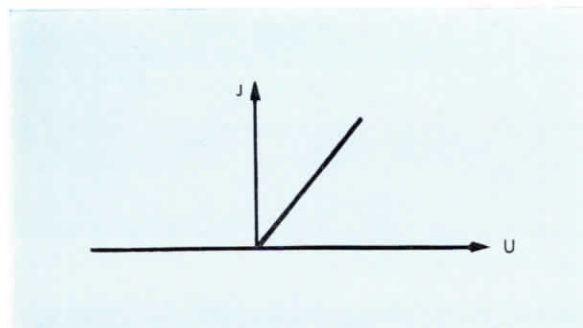


BILD 12 Idealisierte Strom-Spannungskennlinie einer Diode

Diode in Sperrichtung. Daraus folgt, daß die Batteriespannung E kleiner sein muß als die Sperrspannung der Diode. Wird der Kontakt geöffnet, so entsteht an der Spule eine Spannung umgekehrter Polarität, das heißt, die Diode wird niederohmig und schließt die Spannung kurz.

Für die Bemessung der Diode ist ausschlaggebend, daß der durch die entstehende Abschaltenspannungsspitze getriebene Strom den zulässigen Spitzenstrom der Diode nicht überschreitet. Zur Berechnung des auftretenden Stromes kann in erster Näherung für die Diode eine ideale Kennlinie nach Bild 12 angenommen werden. Der Durchlaßwiderstand R_D für eine Spannung größer als 0 sei konstant. Dann gilt im Abschaltmoment

$$J = \frac{U}{R + R_D} = - \frac{L \cdot \dot{I}}{R + R_D}$$

Die Lösung dieser Gleichung ist

$$J = A e^{-t/\tau} \quad \text{mit}$$

$$\tau = \frac{L}{R + R_D}$$

wobei sich die Konstante A aus den Anfangsbedingungen bestimmt. Für $t = 0$ ist

$$J = \frac{E}{R}$$

und daraus folgt

$$J = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$$

Der Strom kann die Größe $\frac{E}{R}$ nicht überschreiten; das bedeutet, der Widerstand R muß so groß sein, daß der zulässige Spitzenstromstoß nicht überschritten wird.

Für die Spannung am Kontakt gilt dann

$$U_K = E + L J + R J$$

$$U_K = E \left(1 - \frac{R_D}{R} e^{-t/\tau} \right) \quad (15)$$

für $t > 0$.

Da im allgemeinen $R_D \ll R$ sein wird, liegt am Kontakt praktisch von Anfang an die volle Batteriespannung, jedoch auch nicht mehr.

Kann der Stromstoß aus irgendwelchen Gründen, zum Beispiel durch Abfallverzögerung, nicht so klein gehalten werden, wie es die verwendete Diode erfordert, so kann man durch eine mit der Diode in Reihe geschaltete Spule die Diode vor der Zerstörung bewahren (Bild 13).

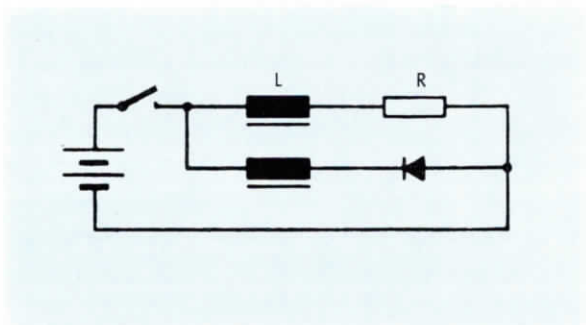


BILD 13 Funkenlöschung mit einer Diode und einer in Serie geschalteten Induktivität zu deren Schutz

Zusammenfassung

Verschiedene Arten von Funkenlösungen wurden theoretisch auf ihre Wirkung bei magnetischen Kontakten, die mit elektronischen Bauelementen zusammenarbeiten, untersucht. Die bekannteste Schaltung zur Verhinderung hoher Spannungsspitzen beim Abschalten induktiver Ströme ist die RC-Kombination parallel zum Kontakt oder zur Induktivität. Ihre Wirkung beruht darauf, daß entweder durch Aufladung oder Entladung eines Kondensators der Stromfluß im Kreis nicht plötzlich unterbrochen wird.

Für diese RC-Funkenlöschung wurden Formeln abgeleitet, aus denen sich die Größen der erforderlichen Glieder in Abhängigkeit von der geschalteten Spannung, der Last und dem maximal zulässigen Strom über den Kontakt berechnen lassen. Dabei wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß ein magnetischer Kontakt schneller von der geschlossenen in die geöffnete Lage kommen muß, als die Spannung am Kontakt ansteigt, um Glimmentladungen zu vermeiden. Für den praktischen Gebrauch wurde zum besseren Verständnis je ein Beispiel des Rechnungsganges für beide möglichen Fälle angeführt.

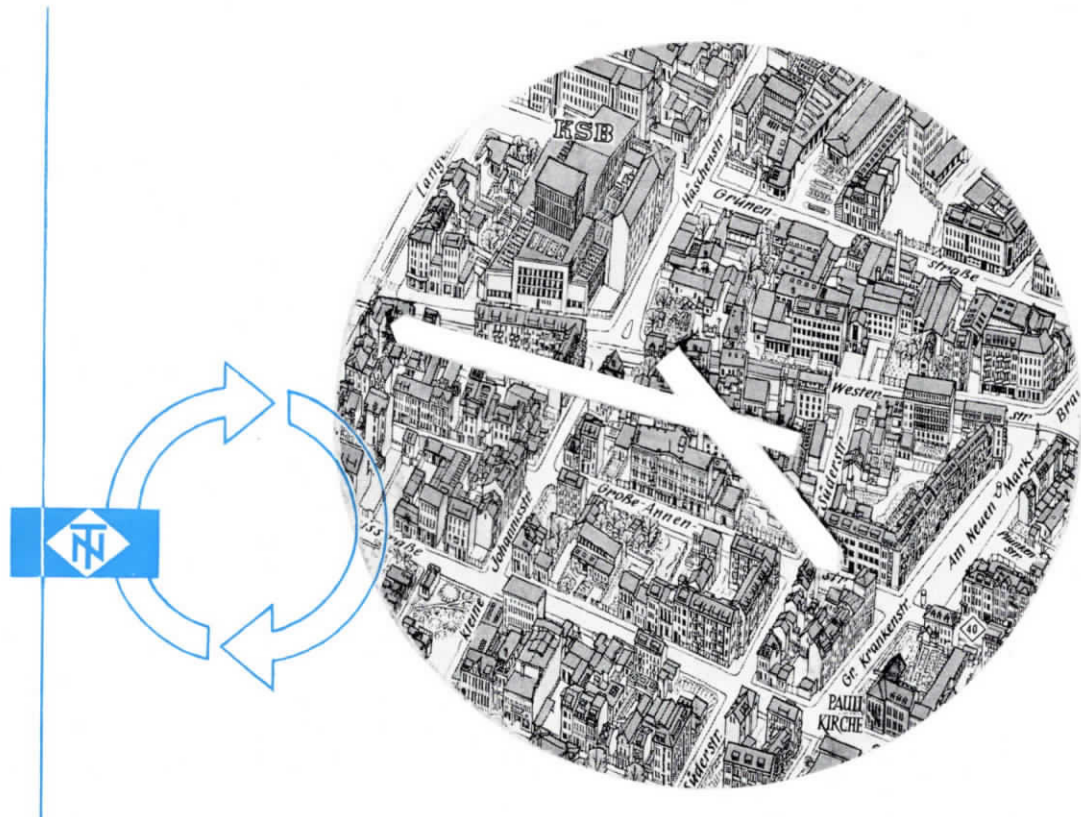
Aus der Rechnung ergibt sich, daß infolge der kurzen Umschlagzeiten der Kontakte die für eine gute Funkenlöschung erforderlichen RC-Glieder kleinere elektrische Werte und daher geringeren Raumbedarf haben als bei Relais herkömmlicher Bauart.

Weiterhin zeigt ein Vergleich der Funkenlöschung durch ein RC-Glied parallel zum Kontakt mit einem parallel zur Induktivität geschalteten, daß die letzte Methode bei gleicher Dimensionierung der Glieder eine etwa 20% bessere Wirkung hat als die zuerst genannte.

Der Nachteil der beiden Verfahren liegt darin, daß durch den Kontakt im Zeitpunkt des Schließens ein zusätzlicher Strom fließt, der Ladungs- oder Entladungsstrom des Kondensators, der es demnach nicht erlaubt, die Kontakte bis zur Grenze auszulasten. Dieser Nachteil wird vermieden, wenn zur Funkenlöschung ein Varistor verwendet wird. Jedoch tritt dann ein ständiger Verluststrom auf. Dagegen werden durch eine parallel zum Relais geschaltete Diode, eventuell in Reihe mit einer Induktivität, sowohl der zusätzliche Strom als auch der Verluststrom vermieden. Für diese Methode der Funkenlöschung wurden ebenfalls Näherungsformeln angegeben. Leider ist diese Art ziemlich aufwendig.

Literaturverzeichnis:

- [1] G. Bergsträsser: „Relais mit Flachsutzkontakten“, NTZ 13 (1960), S. 375–378.
- [2] H. Rensch: Magnetkreise von hermetisch abgeschlossenen Kontakten in Schutzgasatmosphäre, NTZ 12 (1959), S. 625.
- [3] K. Wolak: Schutzgaskontakte und Schutzgaskontaktrelais, Siemens Z. 32 (1958), S. 845.
- [4] F. Hund: „Einführung in die theoretische Physik“, Band II – Elektrodynamik –, Verlag VEB, Bibliographisches Institut Leipzig 1951.



Die Stadt und ihre elektrische Zeitdienstanlage

von Erich Gentsch
DK 681.116

Einleitung

Eine städtische Uhrenanlage hat die Aufgabe, Schulen, Krankenhäuser, städtische Dienstgebäude, Feuerwehr, Polizei, Elektrizitätswerke, Verkehrsbetriebe und alle öffentlichen städtischen Uhren auf Straßen und Plätzen der Stadt mit einheitlicher und genauer Zeit zu versorgen. Es ist hierbei eine selbstverständliche Forderung, daß diese Aufgabe mit einem Maximum an Betriebssicherheit und einem Minimum an Personal und Wartung erreicht werden soll. Auch der Aufwand an Geräten soll sich in wirtschaftlich tragbaren Grenzen halten. Alle diese Forderungen sind durch eine zentral gesteuerte elektrische Uhrenanlage moderner Technik zu erfüllen.

Eine solche Uhrenanlage gewährleistet die geforderte einheitliche und genaue Zeitanzeige auf allen angeschlossenen Uhren. Da alle Uhren von einer Stelle aus elektrisch gesteuert werden, läßt sich an dieser Stelle ein einmaliger Aufwand für Zeitgenauigkeit verwirklichen. So kann das zeitbestimmende Organ der gesamten Uhrenanlage – Pendelhauptuhren mit mechanischer Ankerhemmung und elektromechanischem Aufzug – an einem für die Ganggenauigkeit besonders günstigen Platz

aufgestellt werden, beispielsweise in einem erschütterungsfreien Raum mit konstanter Temperatur. Um die gleiche Ganggenauigkeit bei einer Mehrzahl von Uhren mit einem eigenen Gangregler zu erreichen, müßten für jede einzelne Uhr die gleichen, in den meisten Fällen aber noch höhere Kosten als bei einer zentralen Steuerung aufgewendet werden.

Die öffentlichen Uhren und Uhrensäulen werden allgemein als Normaluhren angesehen, d. h., das Publikum setzt voraus, daß es sich bei ihnen um Uhren mit überdurchschnittlicher Zeitgenauigkeit handelt. So gewinnt eine städtische Uhrenanlage über ihren eigentlichen Bereich hinaus noch eine erhöhte und zusätzliche Bedeutung als offizielles Zeitnormal. Für die Verkehrsbetriebe und die Einhaltung ihrer Fahrpläne, für den pünktlichen, gleichmäßigen Beginn der Schulen und Betriebe sowie für viele andere Bereiche ist es von Wichtigkeit, daß eine Zeitgenauigkeit und Übereinstimmung in der Zeitanzeige aller Uhren innerhalb eines Stadtgebietes erreicht werden. Gegenüber dem Einsatz vieler selbständig laufender Uhren mit eigenem Pendel oder eigener Unruhe ergeben sich als Vor-

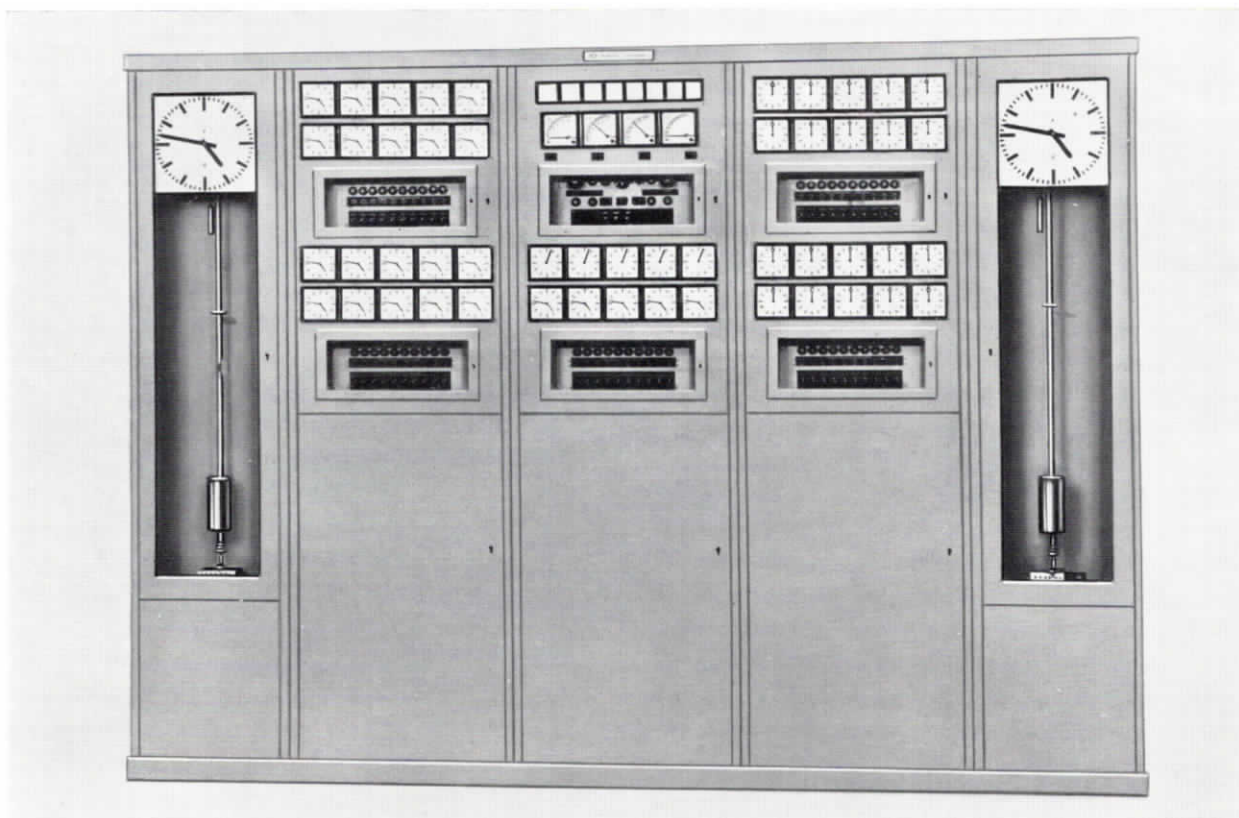


BILD 1 Uhren-Hauptzentrale

teile einer zentralen elektrischen Uhrensteuerung:

1. Übereinstimmung der Zeitanzeige aller angeschlossenen Uhren untereinander,
2. höhere Ganggenauigkeit aller Uhren bei geringeren Kosten,
3. einfache Wartung und zentrale Bedienung.

Selbst bei sehr hohen Aufwendungen für die Ganggenauigkeit wird bei Uhren mit eigenem Gangregler niemals erreicht werden können, daß alle diese Uhren auf längere Zeit in ihrem Gang übereinstimmen.

Als entscheidender Vorteil erweist es sich, daß bei zentral gesteuerten Uhrenanlagen die elektrischen Uhren, die im Gegensatz zu der steuernden Hauptuhr als Nebenuhren bezeichnet werden, mit weniger technischem Aufwand sehr viel einfacher und betriebssicherer gebaut werden können als Uhren mit eigenem Pendel oder eigener Unruh. Denn bei den Nebenuhren handelt es sich ja nicht um eine Uhr im eigentlichen Sinne, sondern um elektrische Schrittschaltwerke mit Zeigerwerken, deren Zeitanzeige von Temperatur, Feuchtigkeit, Erschütterungen und schwankenden Netzfrequenzen nicht beeinflußt werden können.

Eine städtische Uhrenanlage zeigt folgende Gliederung:

1. Uhren-Hauptzentrale mit zwei Pendel-Hauptuhren und Pendel-Regulier-System. Die Hauptuhren werden drahtlos (Funk-Regulierung) oder drahtgebunden (Fern-Regulier-Zusatz) mit einem übergeordneten Zeitnormal (Sternwarte, Quarzuhr, Bundesbahnzeit o. ä.) in Gleichlauf gehalten.
2. Uhren-Unterzentralen mit und ohne Reserve-Hauptuhr an den wichtigsten Knotenpunkten des Uhrennetzes.
3. Unter-Hauptuhren mit Fern-Regulier-Zusatz und Pendel-Regulier-System. Die Unter-Hauptuhren werden entweder von den Uhren-Unterzentralen oder auch direkt von der Uhren-Hauptzentrale – je nach den örtlichen Leitungsverhältnissen – in Gleichlauf gehalten.
4. Nebenuhren, Turmuhren, Uhrensäulen und sonstige Zusatz-Geräte wie Signalgeber, astronomische Schalt-Nebenuhren, Arbeitszeit-Registrier-Apparate usw.

Für die elektrische Übertragung der Uhrzeit von der Uhren-Hauptzentrale zu den untergeordneten Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren und

von dort zu den Nebenuhren werden einheitlich polwechselnde Impulse verwendet. Dieses einheitliche Übertragungssystem ermöglicht es, Nebenuhren entsprechend den örtlichen Leistungsverhältnissen direkt an die Uhren-Hauptzentrale oder an die untergeordneten Zentralen sowie Unter-Hauptuhren anzuschließen.

Bereits vorhandene Rundsteuer-Anlagen für die automatische Einschaltung der Straßenbeleuchtung oder des Nachtstromtarifs sowie für die Auslösung von Alarmmeldungen für Feuerwehr oder Polizei können für Uhrenanlagen in der Weise ausgenutzt werden, daß vom Lichtnetz betriebene Fernricht-Synchronuhren in bestimmten regelmäßigen Zeitabständen über die Rundsteuer-Anlage automatisch auf den richtigen Zeitstand kontrolliert werden. Bei Abweichungen vom geltenden Zeitstand durch zu hohe oder zu niedrige Frequenz des Lichtnetzes oder durch Netzausfälle werden die Fernricht-Synchronuhren auf elektromechanische Weise auf die richtige Zeit gestellt.

Diese einleitende und zusammenfassende Übersicht macht deutlich, daß eine Zeitdienstanlage für eine Stadt, soll sie alle wirtschaftlichen und technischen Anforderungen erfüllen, einer sehr sorgfältigen Planung bedarf, die sich auf umfassende Erfahrung stützen muß. Solche jahrzehntelange Erfahrung in der Fertigung und der Planung elektrischer Uhrenanlagen sowie eine stetige Fortentwicklung ihrer Technik haben zu der hohen Präzision geführt, die TN-Zeitdienstanlagen auszeichnet. Zahlreiche TN-Uhrenanlagen sind bereits seit Jahren bei Behörden, Rundfunkanstalten, Industriebetrieben, Städten, Flughäfen und bei der Deutschen Bundesbahn in Betrieb und haben dort ihre Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit vielfältig unter Beweis gestellt.

Polwechselndes Impuls-System

Bei elektrischen Uhrenanlagen werden elektrische Impulse für die Zeigerfortstellung bei Uhren verwendet. Wegen der überaus großen Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektrischen Feldes ist eine praktisch gleichzeitige Zeigerfortstellung bei allen angeschlossenen Uhren gewährleistet, mögen sie auch über ein weites Gebiet verteilt sein. Die Erzeugung der elektrischen Impulse kann sekundlich, halbminütlich oder minütlich erfolgen. Dazu ist ein Impulssender notwendig, der durch einen Zeitgeber gesteuert wird und dadurch die elektrischen Impulse zeitrichtig aussendet. Zur Fortleitung der elektrischen Impulse werden zweiadrigte Leitungen ver-

wendet, die zu den Impulsempfängern in den Uhren führen. Dort wird der elektrische Impuls in eine momentane mechanische Zeigerfortschaltung umgewandelt. Der Zeitgeber zusammen mit dem Impulssender wird in der elektrischen Uhrentechnik als Hauptuhr bezeichnet, die Uhren mit dem Impulsempfänger werden Nebenuhren genannt. Nebenuhren sind demnach im Prinzip lediglich elektromechanische Zählwerke, die den Empfang elektrischer Impulse durch Fortschaltung von Zeigern quittieren und damit die Uhrzeit anzeigen. Die Hauptuhren besitzen als Zeitgeber ein Pendel ($\frac{3}{4}$ -Sekunden- oder $\frac{1}{1}$ -Sekunden-Pendel), das die zeitgenaue Auslösung des Impulssenders gewährleistet. Zum Zwecke der Impulserzeugung durch das Pendel werden mechanisch oder elektromechanisch direkt oder indirekt betätigte Kontaktvorrichtungen verwendet.

Da die Möglichkeit besteht, daß außer den von der Hauptuhr ordnungsgemäß ausgesandten Fortstellimpulsen auch Störimpulse auf eine Nebenuhrleitung gelangen und ein unberechtigtes Fortstellen der Nebenuhren bewirken können, wird bei TN-Uhrenanlagen ein polwechselndes Impulssystem angewendet, das weitgehende Sicherheit gegen eine durch Störimpulse ausgelöste falsche Zeigerstellung der Nebenuhren bietet. Das polwechselnde System setzt eine von Impuls zu Impuls wechselnde Stromrichtung voraus: Eine Nebenuhr wird nur dann fortgestellt, wenn jeder Fortstellimpuls eine entgegengesetzte Polarität besitzt. Gelangen also aus Störungsgründen mehrere Impulse gleicher Stromrichtung auf eine Nebenuhr, so bewirkt lediglich der erste Impuls ein Fortstellen der Zeiger der Nebenuhr. Die folgenden Impulse mit gleicher Polung bleiben infolge des gepolten Systems wirkungslos. Es können also durch prellende Impulskontakte erzeugte Impulsspaltungen kein Verstellen der Nebenuhr verursachen. Kommt jedoch ein Störimpuls mit umgekehrter Stromrichtung wie der vorhergegangene Fortstellimpuls auf die Nebenuhr, so werden zunächst die Zeiger der Nebenuhr vorzeitig betätigt, die Nebenuhr bleibt jedoch beim nächsten Fortstellimpuls stehen und wird erst beim übernächsten Fortstellimpuls mit entgegengesetzter Stromrichtung ordnungsgemäß weitergestellt. Daraus geht hervor, daß zwar eine frühzeitige Fortstellung einer Nebenuhr durch einen Störimpuls möglich ist, jedoch wird diese vorzeitige Fortstellung durch die Selbstregulierung mit Hilfe des polwechselnden Systems beim nächsten Fortstellimpuls

wieder dadurch korrigiert, daß die Zeigerfortstellung ausbleibt. Diese Selbstregulierung erfolgt je nach dem Fortstellrhythmus der Nebenuhren sekundlich, halbminütlich oder minütlich.

Bei unpolarisierten Systemen kann jeder elektrische Impuls – gleichgültig, ob Stör- oder Fortstellimpuls – eine Fortschaltung der Nebenuhren bewirken, so daß je nach der Anzahl der auftretenden Impulse eine größere Abweichung des Zeigerstandes der Nebenuhren von dem der steuernden Hauptuhr erfolgt. Bei diesen Systemen werden deshalb aufwendige technische Maßnahmen erforderlich, um den Zeitstand der Nebenuhren in größeren Abständen (z. B. stündlich) mit dem Zeitstand der steuernden Hauptuhr zu vergleichen. Durch ein solches unpolarisiertes Impulssystem sind innerhalb einer Stunde größere Zeitabweichungen beim Zeitstand zwischen Hauptuhr und Nebenuhren möglich, die aber gerade bei einer elektrischen Uhrenanlage, die mit Recht von der Öffentlichkeit als sehr genaugehend gewertet wird, nicht tragbar sind.

Außerdem bringt das polwechselnde System noch den Vorteil, daß die für die Zeigerfortstellung notwendige elektrische Energie sehr gering ist, da durch die magnetische Energie des Dauermagneten einer Nebenuhr nur ein relativ kleiner elektrischer Strom (6 mA bei 24 V) für die Zeigerfortschaltung erforderlich ist. Daher sind wegen des geringen ohmschen Spannungsabfalls auf der Nebenuhrleitung gepolte Nebenuhren über größere Entfernungen steuerbar, als das bei ungepolten Nebenuhren mit größerer Stromaufnahme und folglich höherem Spannungsabfall auf der Nebenuhrleitung möglich ist. Die TN-Nebenuhrwerke (Bild 2) sind mechanisch sehr einfach, sie besitzen keine Kontakte oder mechanischen Bauteile, die einer spürbaren Abnutzung unterliegen. Daher sind TN-Nebenuhren praktisch wartungsfrei. Durch den hohen Wirkungsgrad der Nebenuhrwerke ist außerdem gewährleistet, daß auch bei größeren Abweichungen von der Nennspannung und bei unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen die Nebenuhren mit Sicherheit fortgeschaltet werden.

Uhren-Hauptzentrale

Jede elektrische Uhrenanlage bedarf eines genauen Zeitnormals. Im Laufe der langjährigen Entwicklung hat sich bei elektrischen Zeitdienstanlagen als steuerndes Organ die elektrische Pendel-Hauptuhr bewährt, die bei geringem technischem Aufwand ein Maximum an Zeitgenauigkeit bietet. Die



BILD 2 Polarisiertes TN-Nebenuhrwerk

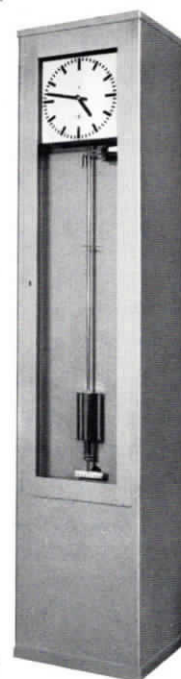
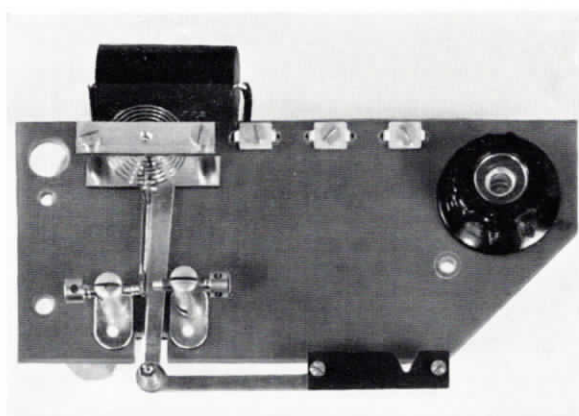


BILD 3 Hauptuhr einer Uhren-Hauptzentrale

BILD 4 Pendelkontakt einer Hauptuhr bei Uhren-Hauptzentralen



elektrischen Hauptuhren sind mit Kontaktvorrichtungen versehen, die sekundlich, halbminütlich oder minütlich die Erzeugung und Aussendung elektrischer Fortstellimpulse für die Nebenuhren auslösen. Bei den Hauptuhren der Uhren-Hauptzentralen (Bild 3) ist die mechanische Belastung durch diese Kontaktvorrichtung sehr minimal, so daß der Gang der Hauptuhren dadurch kaum beeinflußt wird. Bei diesen mit hochwertigen, temperaturkompensierten Sekunden-Pendeln ausgestatteten Hauptuhren erzeugt ein durch das schwingende Pendel betätigter, aus hochwertigem Kontaktmaterial bestehender Pendelkontakt (Bild 4) polwechselnde Sekundenimpulse, die durch ein Kontaktrelais zu Fortstellimpulsen verstärkt werden. Diese Sekundenimpulse, die der Fortstellung der Sekunden-Nebenuhren dienen, steuern außerdem ein Schrittschaltwerk (Bild 5), das mit jedem 60. Sekundenimpuls sekundengenaue polwechselnde Minutenimpulse auslöst.

Die durch das Schrittschaltwerk erzeugten sekundengenaue Minutenimpulse mit polwechselndem Rhythmus von zwei Sekunden Dauer gelangen auf die Steuerspulen der Minuten-Uhrenrelais. Diese Minuten-Uhrenrelais (Bild 6) sind sehr robust ausgeführt. Ihre Kontakte schalten – funkengelöscht und funkentstört – bei 24 Volt einen induktiven Strom von 0,8 A, bei 60 Volt einen induktiven Strom von 0,6 A.

Bei Betätigung erfahren die Kontakte durch Selbstabrieb eine Reinigung, so daß auch bei langjähriger Betriebszeit saubere Kontaktflächen mit sehr niedrigem Übergangswiderstand gewährleistet sind. Die Kontakte sind aus einem abbrandfesten Edelmetall gefertigt. Das Uhrenrelais enthält zwei Steuerspulen, denen zwei getrennte, magnetisch vorgepolte Anker mit dem jeweiligen Impulskontakt zugeordnet sind.

Die Sekunden-Uhrenrelais (Bild 7) besitzen bis auf die Ausführung des Relaisankers den gleichen Aufbau wie die Minuten-Uhrenrelais. Der Anker mit den Impulskontakten des Sekunden-Uhrenrelais ist als starre Kontaktwippe ausgeführt. Dadurch wird eine maximale Impulsdauer auch bei Sekundenimpulsbetrieb erzielt, die nur durch die geringe Umschlagzeit der Kontaktwippe vermindert wird. Für die Kontakte des Sekunden-Uhrenrelais gilt das von den Kontakten des Minuten-Uhrenrelais Gesagte.

Bei Uhren-Hauptzentralen sind zwei Hauptuhren vorhanden (Bild 1), die gemeinsam eine maximale

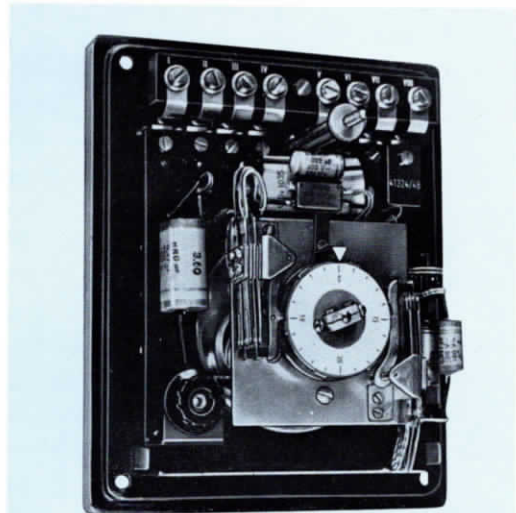


BILD 5 Schrittschaltwerk

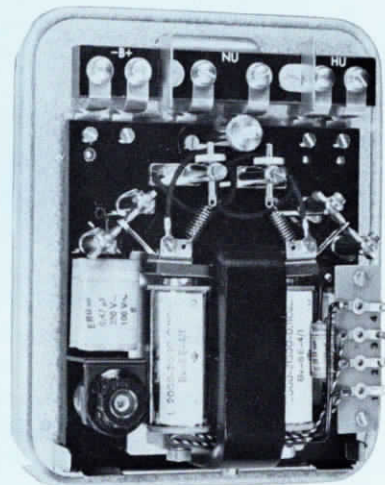


BILD 6 Minuten-Uhrenrelais

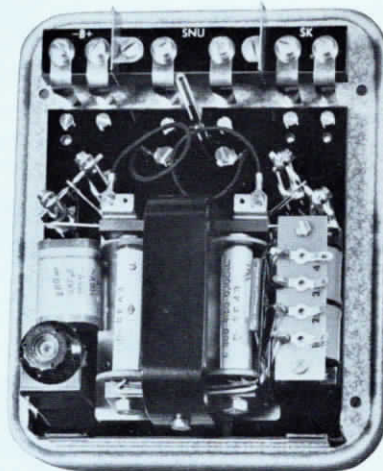


BILD 7 Sekunden-Uhrenrelais

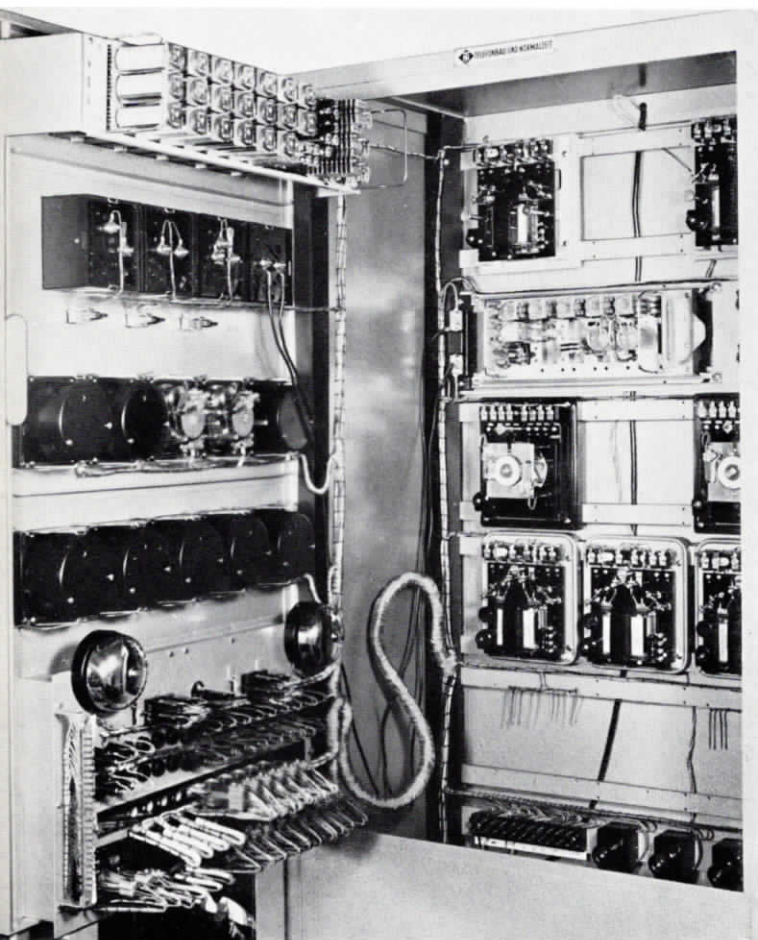


BILD 8 Überwachungseinrichtungen einer Uhrzentrale

Sicherheit für den Impulsbetrieb der angeschlossenen Uhrenanlage bieten. Von den beiden Hauptuhren einer Uhrzentrale arbeitet eine Hauptuhr als steuernde Betriebs-Hauptuhr (übergeordnete Hauptuhr), während die zweite Hauptuhr als Reserve-Hauptuhr dient. Ist eine der beiden Hauptuhren gestört, oder wird sie aus Revisionsgründen (z. B. zwecks Reinigung) vorübergehend außer Betrieb gesetzt, so übernimmt automatisch und ohne jeden Impulsverlust die zweite Hauptuhr die Steuerung der Uhrenanlage.

Außer den beiden Hauptuhren gehören zu einer Hauptuhren-Zentrale noch Einrichtungen, die der automatischen Überwachung der von den Hauptuhren erzeugten Impulse dienen (Bild 8).

Die Uhrzentrale ermöglicht es, eine elektrische Uhrenanlage mit einem weit verzweigten Uhrennetz an einer zentralen Stelle zu überwachen. Dadurch ist eine Ersparnis an Personal möglich und eine größere Gewähr für eine richtige und gleiche Zeitanzeige in der gesamten Anlage ge-

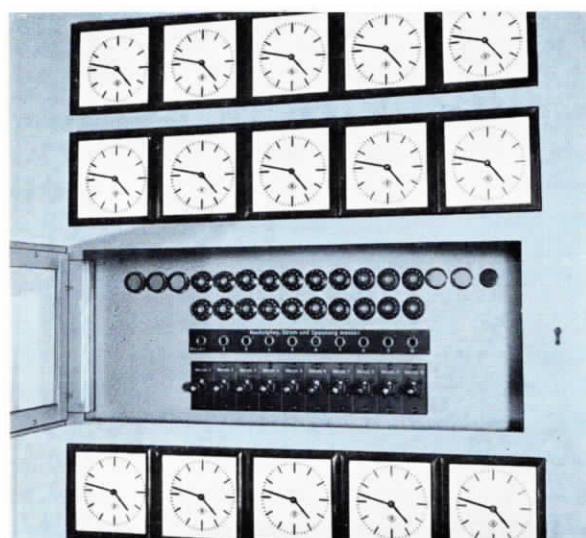
geben als beim Betrieb verschiedener kleinerer, selbständig arbeitender Uhrenzentralen oder einzelner Hauptuhren.

Die an eine Uhrenzentrale angeschlossenen Nebenuhren werden zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Vereinfachung der Bedienung in kleinere Nebenuhr-Gruppen unterteilt und an galvanisch voneinander getrennte Nebenuhr-Linien angeschlossen. Störungen innerhalb des Leitungsnetzes, z. B. Kurzschlüsse, Erdschlüsse usw., wirken sich dann infolge der Aufteilung des Uhrennetzes in Nebenuhr-Linien nur auf eine kleine Anzahl der Nebenuhren aus, während die übrigen Nebenuhren ohne Störung weiterarbeiten. Im Interesse einer höheren Betriebssicherheit ist demnach eine möglichst starke Unterteilung des Nebenuhren-Netzes in Linien anzustreben.

In den Uhren-Hauptzentralen wird durch Kontrolluhren die Impulsgebe auf das Nebenuhrnetz angezeigt, wobei jeder Linie eine Kontrolluhr zugeordnet ist (Bild 9). Fällt durch eine Störung (ausgelöste Sicherung u. ä.) die Impulsgebe für eine Linie aus, so bleibt die betreffende Linienkontrolluhr stehen und gibt einen optischen und akustischen Alarm.

Durch Störung zurückgebliebene Nebenuhrlinien werden in kurzer Zeit durch eine halbautomatische Nachstelleinrichtung, mit der sich eine beschleunigte Impulsfolge auslösen läßt, auf den richtigen Zeitstand gebracht, was durch den Zeigerstand der Linienkontrolluhr feststellbar ist. Der Nachstellvorgang beeinträchtigt in keiner Weise den Gang und die Funktion der Uhrzentrale.

BILD 9 Kontrolluhren einer Uhrzentrale



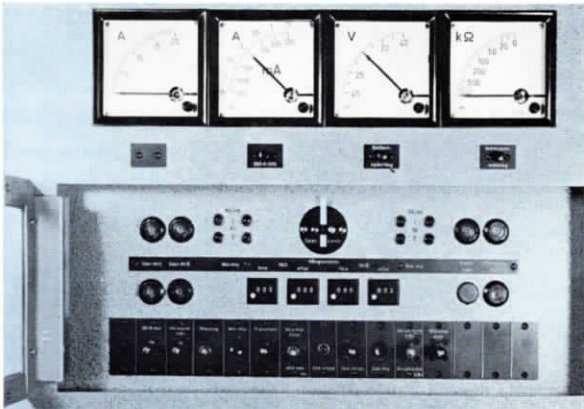


BILD 10 Bedienungsfeld mit Meßinstrumenten einer Uhrenzentrale

Weitere Linien-Überwachungsmöglichkeiten sind in dem Abschnitt „Leitungsnetz für elektrische Uhrenanlagen“ erläutert.

Uhren-Hauptzentralen ermöglichen es ferner, besonders wichtige und exponierte Nebenuhren – z. B. Turmuhren, städtische Normalzeituhren, Bahnhofsuhr usw. – unmittelbar auf ihren Zeigersprung zu überwachen. Einzelheiten hierüber sind im Abschnitt „Überwachung wichtiger Nebenuhren, Unter-Zentralen und Unter-Hauptuhren“ angegeben. Strom und Spannung können nach Größe und Richtung für jede Nebenuhrlinie auch während der impulsfreien Zeit gemessen und angezeigt werden (Bild 10).

Außer für die Fortschaltung von Nebenuhren haben Uhrenzentralen auch Bedeutung für den Betrieb von Arbeitszeit-Registrierapparaten, Zeitrechnern, telefonischen Zeitansage-Einrichtungen und Signalgebern für die Auslösung verschiedenster Signale (z. B. Ein- und Ausschaltung der Straßenbeleuchtung). Diese Signalgeber können außerdem zur Betätigung von Pausengong-Einrichtungen, Auslösung von Pausensignalen in Schulen oder anderen städtischen Betrieben verwendet werden. Von einer TN-Uhrenzentrale können demnach außer der Zeitverteilung und der Zeitanzeige noch zahlreiche zeitabhängige Sonderaufgaben ohne besonderen Aufwand übernommen werden.

Gangreserve bei Hauptuhren

Die elektrischen Hauptuhren von TN besitzen einen mechanischen und einen elektrischen Teil (Bild 11). Der mechanische Teil besteht aus dem Gehwerk, dem Zifferblatt mit Zeiger, dem Pendel als Gangregler und dem Gewichtsantrieb, der die mechanische Energie zum Antrieb des Gehwerkes liefert. Der elektrische Teil besteht aus dem elektrome-

nischen Schwungradaufzug und der Pendelkontakt-Einrichtung. Durch den Schwungradaufzug wird in Zeitabständen von einigen Minuten die elektrische Energie in die zum Antrieb des Gehwerkes benötigte mechanische Energie umgewandelt, die in einem Aufzugsgewicht (etwa 60 g) gespeichert wird. Diese jeweilige mechanische Gangreserve (sinn-gemäßer: Kraftreserve) reicht für eine Zeit von etwa 5 bis 10 Minuten aus. Der Hauptuhr steht jedoch eine praktisch unbegrenzte elektrische Gangreserve über das Starkstromnetz und die Bereitschaftsbatterie zur Verfügung. Aufgrund des geringen Aufzugsgewichtes treten im Gehwerk und Aufzugswerk nur sehr geringe Achs- und Lagerdrücke auf; ein Umstand, der zu der großen Ganggenauigkeit der TN-Hauptuhren wesentlich beiträgt.

Uhren mit rein mechanischer Kraftreserve, die durch den Aufzug eines Gewichtes oder durch eine aufgezugene Feder für eine Dauer von 8 bis 14 Tagen erzielt wird, besitzen gegenüber den elektrischen TN-Hauptuhren einen materialmäßig stärkeren und aufwendigeren Aufbau des Gehwerkes, was eine entsprechende Beeinträchtigung der Ganggenauigkeit zur Folge hat.

Die elektrische Gleichstrom-Energie für den Betrieb der TN-Hauptuhren wird über ein Netzspeisegerät dem Wechselstromnetz entnommen. Gleichzeitig wird eine Bereitschaftsbatterie über das Netz-

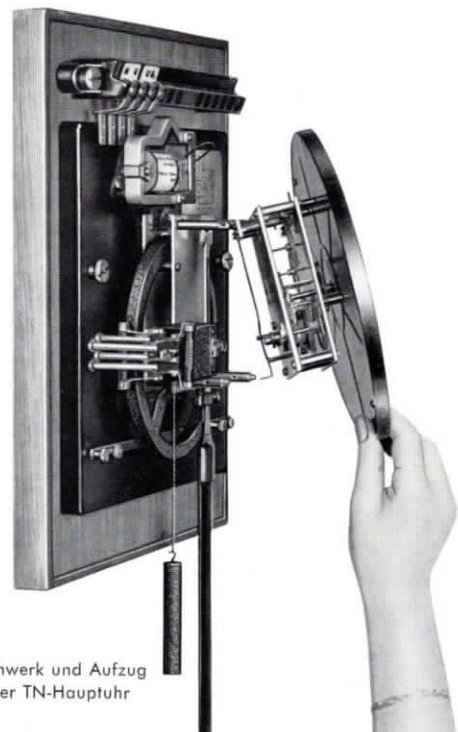


BILD 11 Gehwerk und Aufzug einer TN-Hauptuhr

speisegerät dauernd in geladenem Zustand gehalten. Diese Batterie übernimmt bei Netzausfall automatisch die elektrische Energieversorgung für die Hauptuhr und somit auch für die angeschlossenen Nebenuhren. Dadurch ist gewährleistet, daß die gesamte elektrische Uhrenanlage unabhängig vom Netzausfall oder anderen Netzstörungen ohne Impulsausfall weiterarbeitet und keine Unterbrechung in der Zeitanzeige eintritt.

Gleichlaufhaltung von Hauptuhren

Da jede Hauptuhr trotz bester Einregulierung mehr oder minder große Gangschwankungen aufweist, ist es nicht möglich, bei mehreren Hauptuhren über einen größeren Zeitraum synchrone Pendelschwingungen zu erzielen. Mit Hilfe der von TN entwickelten Gleichlaufeinrichtung für Hauptuhren ist es auf einfachste Weise und ohne einen mechanischen Eingriff in die Gangmechanik der Hauptuhr möglich, einen Gleichlauf einer beliebigen Zahl von Hauptuhren mit einem übergeordneten Zeitnormal zu erreichen.

Die Gleichlaufhaltung wird durch das elektrodynamische Pendel-Regulier-System (PRS) erzielt (Bild 12). Dieses Pendel-Regulier-System kann in jede Hauptuhr beliebigen Fabrikats nachträglich eingebaut werden. Es besteht aus einer eisenlosen Rahmenspule und aus einem hufeisenförmigen Dauermagneten, der an der schwingenden Pendelstange befestigt ist. Je nach der Stromrichtung in der Regulierspule findet beim Überstreichen der Rahmenspule durch den Dauermagneten des schwingenden Pendels eine elektrodynamische Wechselwirkung statt: einmal addiert sich der Elektromagnetismus der Spule und der Magnetis-

mus des Dauermagneten zu einer Anziehungskraft, die zu einer Verzögerung der Pendelschwingungen und damit zu einer allmählichen Verlangsamung des Hauptuhrenganges führt; im entgegengesetzten Falle findet eine Abstoßung zwischen Spule und Dauermagneten statt, die zu einer allmählichen Beschleunigung der Pendelschwingungen und damit des Uhrenganges führt. An einem dem Pendel-Regulier-System zugeordneten Meßinstrument kann die Größe und Richtung des Regulierstromes abgelesen werden. Einzelheiten über die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren sind in einem Aufsatz „Die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren“ in den TN-Nachrichten, Heft 52 (1961), aufgeführt.

Die Einstellung der Richtung des Spulenstromes im Pendel-Regulier-System erfolgt durch Zusatzeinrichtungen in der Uhrenzentrale. Die Regulierung wird zweiminütlich durch die Kontrolle des Minuten-Impuls-Einganges der taktgebenden und der regulierten Hauptuhr vorbereitet. Trifft der Minuten-Impuls der regulierten Hauptuhr vor oder nach dem Minuten-Impuls der taktgebenden Hauptuhr ein, so wird für die Dauer einer Minute ein Regulierstrom mit der entsprechenden Richtung eingeschaltet, der durch den nächstfolgenden Minuten-Impuls wieder beendet wird. Während dieser Minute läuft die regulierte Hauptuhr ohne Beeinflussung durch das Pendel-Regulier-System. Mit dem Eintreffen der beiden nächsten Minuten-Impulse wird erneut eine Regulierung vorbereitet. Je nach der Reihenfolge des Impulseinganges der taktgebenden und der regulierten Hauptuhr wird die Stromrichtung in der Regulier-Spule eingestellt, die an dem Strom-Meßinstrument des Pendel-Regulier-Systems abgelesen werden kann. Bei

BILD 12 Pendel-Regulier-System

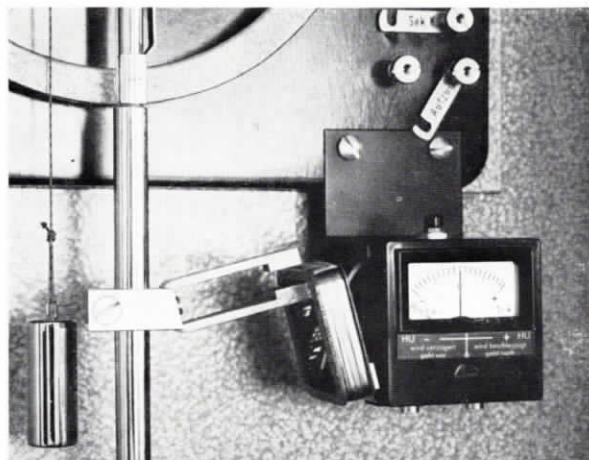
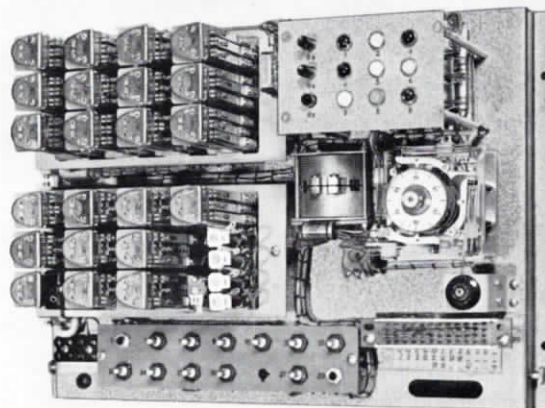


BILD 13 Funk-Regulier-Einrichtung



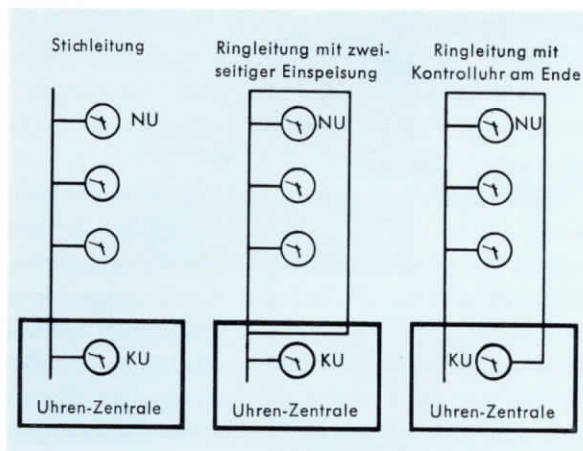


BILD 14 Möglichkeiten der Leitungsverlegung bei Uhrenanlagen

gleichzeitigem Eintreffen der beiden Hauptuhr-Impulse erfolgt keine Regulierung. Die Gleichlaufgenauigkeit zwischen regulierender und regulierter Hauptuhr beträgt bis zu ± 20 Millisekunden.

Durch diese Art der Gleichlaufhaltung ist es möglich, die Reserve-Hauptuhr mit der Betriebs-Hauptuhr einer Uhrenzentrale dauernd in übereinstimmenden Schwingungen sowie die bei Stadt-Uhrenanlagen über das Stadtgebiet verstreuten Unter-Hauptuhren mit der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale in Gleichlauf zu halten (über Unter-Hauptuhren siehe Abschnitt „Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren“).

Ferner besteht bei TN-Uhrenanlagen die Möglichkeit, die taktgebende Uhren-Hauptzentrale über eine drahtlose Funk-Regulierung (Bild 13) durch den Empfang eines international gültigen Kurzzeitzeichens mit einem „wissenschaftlichen“ Zeitnormal in Gleichlauf zu halten, das durch astronomische Messungen bestimmt und durch Quarz- und Atomuhren kontrolliert wird. Mit Hilfe der TN-Funk-Regulierung wird ohne zusätzlichen Leitungsaufwand eine allgemeingültige und verbindliche Zeitanzeige für die gesamte Uhrenanlage gewährleistet.

Leitungsnetz für elektrische Uhrenanlagen

Ein wichtiger Punkt bei der Planung von elektrischen Uhrenanlagen ist die Bereitstellung eines Leitungsnetzes mit den erforderlichen Kabelwegen und Aderzahlen für den Anschluß sämtlicher Nebenuhrwerke und sonstiger Zusatzgeräte an die Uhrenzentrale. Zur Fortleitung der für die Fortschaltung der Nebenuhren benötigten polwechselnden Impulse sind zweiadrige Steuerleitungen not-

wendig, an welche die zu steuernden Nebenuhren in Parallelschaltung angeschlossen werden. Dabei können verschiedene Möglichkeiten der Leitungsverlegung angewendet werden (Bild 14). Es empfiehlt sich, die Nebenuhrlinien als Ringleitungen mit doppelseitiger Impulseinspeisung zu verlegen, indem man die von der Uhrenzentrale ausgehenden Nebenuhrleitungen in einer geschlossenen Schleife wieder zur Uhrenzentrale zurückführt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß bei einadriger oder doppeladriger Leitungsunterbrechung keine Nebenuhren stehenbleiben. Erst bei mehreren Leitungsunterbrechungen – was in der Praxis jedoch sehr selten vorkommt – bleiben die zwischen den Unterbrechungsstellen liegenden Nebenuhren stehen. Diese Sicherheit gegen Leitungsunterbrechungen entfällt bei den meist aus Ersparnisgründen verlegten nur einseitig eingespeisten Nebenuhrlinien (Stichleitungen) ohne Rückführung zur Uhrenzentrale. Tritt bei einer Stichleitung eine Leitungsunterbrechung auf, so bleiben zwangsläufig die nach der Trennstelle liegenden Nebenuhren stehen, die dann einzeln von Hand wieder auf die richtige Uhrzeit gestellt werden müssen.

Es hat sich ferner aus Überwachungsgründen als zweckmäßig erwiesen, bei Rückführung der Nebenuhrlinie zur Uhrenzentrale die Linien-Kontrolluhr als letzte Nebenuhr zu schalten, wobei auf eine doppelseitige Einspeisung der Nebenuhrlinie verzichtet wird. Dadurch wird die gesamte Linie auf

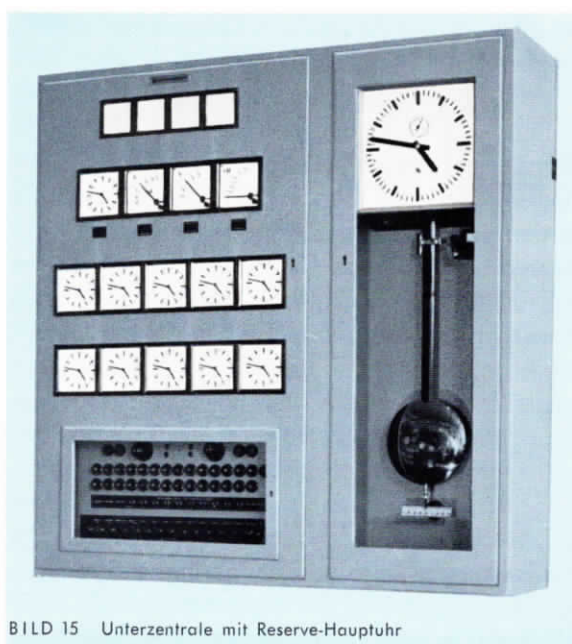


BILD 15 Unterzentrale mit Reserve-Hauptuhr

Aderunterbrechung überwacht, da eine an beliebiger Stelle aufgetrennte Nebenuhrlinie eine Fortschaltung der an das Ende der Linie angeschlossenen Kontrolluhr verhindert. Der dadurch ausgelöste optische und akustische Alarm informiert umgehend das Bedienungspersonal über die Aderunterbrechung der Nebenuhrlinie.

Bei der Festlegung der zu verwendenden Leitungsdurchmesser ist es notwendig, die Anzahl der an eine Linie anzuschließenden Nebenuhrwerke und ihre Stromaufnahme zu kennen, damit der Leiterquerschnitt wegen des ohmschen Spannungsabfalls nicht zu knapp bemessen wird.

Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren

Bei städtischen Uhrenanlagen ist die Anzahl der Nebenuhren nicht gleichmäßig über das gesamte Uhrennetz verteilt. Es gibt Stellen, an denen eine besonders große Anzahl von Nebenuhren vorhanden ist (z. B. Amtsgebäude, Schulen u. ä.), die von der steuernden Uhren-Hauptzentrale weit entfernt sind. Bei einer direkten Steuerung dieser Nebenuhren von der Zentrale über eine gemeinsame Leitung sind Störungen infolge Leitungsunterbrechung und vor allem durch einen zu großen Spannungsabfall auf der Leitung möglich. Aus diesem Grunde und zur Einsparung von Leitungen mit großem Querschnitt werden an Stellen, die von der Uhren-Hauptzentrale mehrere Kilometer entfernt sind, Unter-Zentralen mit einer Reserve-Hauptuhr (Bild 15) oder Unter-Hauptuhren eingesetzt, die eine eigene Stromversorgung besitzen und eine größere Anzahl von Nebenuhren steuern können. Die Unter-Zentrale ist durch eine oder mehrere Impulsleitungen normalen Aderquerschnittes mit der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale verbunden. Die ankommenden Steuerimpulse der taktgebenden Uhren-Hauptzentrale werden in der Unter-Zentrale von einem sehr ansprechempfindlichen Uhrenrelais aufgenommen und verstärkt. Die verstärkten Impulse steuern nun wiederum – wie bei der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale – Uhrenrelais, die ihrerseits die Fortstellimpulse an die Nebenuhrlinien abgeben. Dadurch ist erreicht, daß die Unter-Zentrale Fortstellimpulse abgibt, die zeitgleich mit der Impuls-gabe der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale sind. Außerdem ist der Spannungsabfall auf den Impulsleitungen infolge der geringen Stromaufnahme des Steuerimpulsrelais in der Unter-Zentrale sehr klein, so daß Leitungen mit normalem Quer-

schnitt benutzt werden können. Dadurch kann die mögliche Reichweite zwischen übergeordneter Uhren-Hauptzentrale und Unter-Zentrale sehr groß werden (bei 24-Volt-Betrieb und 1,4 mm Aderdurchmesser etwa 50 km).

Das Steuerimpulsrelais ersetzt in der Unter-Zentrale die Funktion der Betriebs-Hauptuhr. Der Steuerimpuls der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale wird gleichzeitig als Regulierimpuls ausgewertet und hält mit Hilfe des bereits erwähnten Pendel-Regulier-Systems die Reserve-Hauptuhr in der Unter-Zentrale mit der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale in Gleichlauf. Fällt der Steuerimpuls aus, so läuft die Reserve-Hauptuhr der Unter-Zentrale mit ihrem eigenen Gang weiter und übernimmt die Fortschaltung der angeschlossenen Nebenuhren.

Es besteht ferner die Möglichkeit, bei Unterzentralen auch auf die Reserve-Hauptuhr zu verzichten, wenn zwei voneinander unabhängige Steuerleitungen von der taktgebenden Uhren-

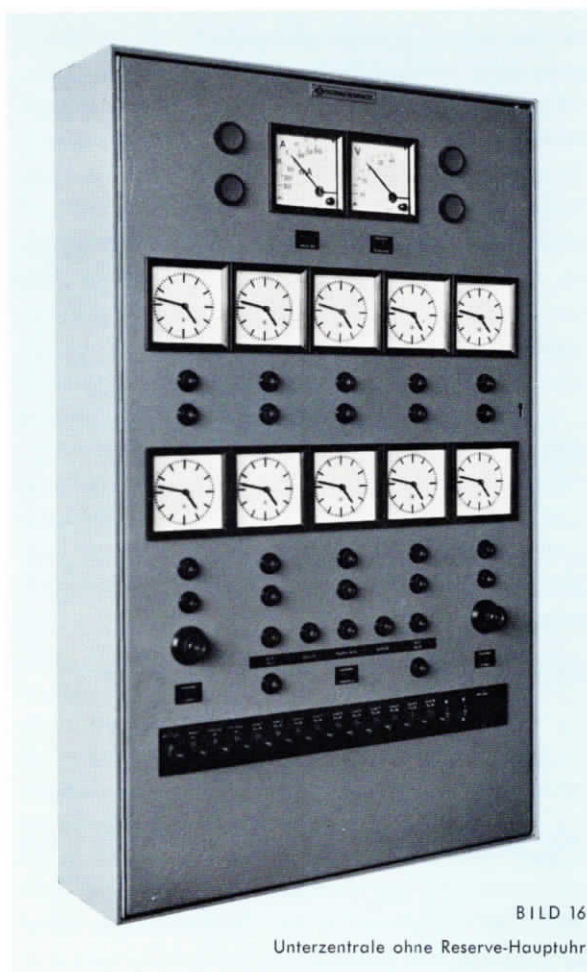


BILD 16

Unterzentrale ohne Reserve-Hauptuhr

Hauptzentrale zur Unter-Zentrale führen (Bild 16). Anstelle der Reserve-Hauptuhr wird in der Unter-Zentrale dann ein zweites Steuerimpulsrelais (Uhrenrelais) eingesetzt, das mit der zweiten Steuerleitung verbunden wird. Bei Ausfall einer Impulsleitung übernimmt automatisch die zweite Impulsleitung die Steuerung der Unter-Zentrale, so daß die gleiche Sicherheit wie bei Einsatz einer Reserve-Hauptuhr gewährleistet ist. Die Unter-Zentrale enthält wie eine Uhren-Hauptzentrale Vorrichtungen zur Messung, Nachstellung und Ausführung anderer Bedienmöglichkeiten.

Bei Verwendung von Unter-Hauptuhren werden diese über eine Regulierleitung mit der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale in Gleichlauf gehalten. Eine Steuerung der angeschlossenen Nebenuhren durch die übergeordnete Uhren-Hauptzentrale entfällt. Die Unter-Hauptuhr allein übernimmt demnach die Fortschaltung der ihr zugeordneten Nebenuhren. Bei einer eventuellen Störung der Regulierleitung läuft die Unter-Hauptuhr mit ihrem eigenen Gang weiter. Die Unter-Hauptuhren sind eine vereinfachte Ausführung der Hauptuhren in der Uhren-Hauptzentrale. Sie besitzen anstelle des Pendelkontaktes und des Schrittschaltwerkes ein Kontaktlaufwerk zur zeitgenauen Aussendung von Minuten-Impulsen. Die durch den geringeren Aufwand erzielte Ganggenauigkeit reicht aus, da diese Unter-Hauptuhren durch eine übergeordnete Uhren-Hauptzentrale in Gleichlauf gehalten werden.

Überwachung wichtiger Nebenuhren, Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren

Wie bereits erwähnt, bietet das polwechselnde Impulssystem ein Maximum an Sicherheit gegen eine falsche Zeigerfortstellung der Nebenuhren. Es kann jedoch durch äußere Einflüsse, durch Leitungsunterbrechungen, Witterungseinflüsse oder andere Störungen eine Fortstellung von Nebenuhren ausbleiben. Bei wichtigen, in der Öffentlichkeit weithin sichtbaren Nebenuhren ist es von Vorteil, wenn im Falle einer ausbleibenden Zeigerfortstellung eine sofortige Störungsmeldung mit optischem und akustischem Signal in der Uhrenzentrale ausgelöst wird, damit umgehend Maßnahmen für die Korrektur des Zeigerstandes der gestörten Nebenuhr eingeleitet werden können. TN hat für solche exponierten Nebenuhren eine besondere Überwachung entwickelt, wobei zwei Systeme unterschieden werden:

1. Überwachung durch Tonfrequenzimpulse ohne zusätzliche Leitungen,
2. Überwachung über eine zusätzliche zweiadrige Kontroll-Leitung ohne Tonfrequenzimpulse (Entwicklung zusammen mit der Deutschen Bundesbahn).

Bei beiden Systemen wird die überwachende Nebenuhr mit einem Signalkontakt ausgestattet. Dieser über eine Nockenscheibe mit der Zeigerwelle der Nebenuhr mechanisch gekoppelte Kontakt wird im Rhythmus des Zeigersprunges abwechselnd betätigt.

Bei dem erstgenannten System ist bei der zu überwachenden Nebenuhr ein Transistor-Tonfrequenz-Sender und in der Zentrale ein entsprechender Transistor-Tonfrequenz-Empfänger eingebaut. Wird die überwachte Nebenuhr ordnungsgemäß durch einen Fortstellimpuls fortgeschaltet, so wird durch den erfolgten Zeigersprung der über die Kontaktscheibe gesteuerte Signalkontakt betätigt. Durch die Betätigung des Signalkontaktes wird im Zusammenhang mit einer Gleichrichterschaltung die Anschaltung des Tonfrequenz-Senders freigegeben, der seine ihm eigene Frequenz über die Nebenuhrleitung zu dem ihm zugeordneten Tonfrequenz-Empfänger in der Uhren-Hauptzentrale sendet. Die Speisung des Tonfrequenz-Senders erfolgt durch den zwei Sekunden lang dauernden Fortstellimpuls, ohne daß in der überwachten Nebenuhr eine separate Stromversorgung zur Speisung des Transistor-Senders benötigt wird. Der tonfrequente Quittungsimpuls wird durch den Empfänger in der Uhrenzentrale wieder in einen Gleichstromimpuls umgewandelt, durch den ein Prüfrelais betätigt wird.

Fällt aus den eingangs erwähnten Gründen eine Zeigerfortstellung der überwachten Nebenuhr aus, so unterbleibt die Speisung des Tonfrequenz-Senders infolge des nichtbetätigten Signalkontaktes der Nebenuhr und der sperrenden Gleichrichterschaltung. Da der tonfrequente Quittungsimpuls ausbleibt, kann in der Uhrenzentrale der Tonfrequenz-Empfänger das Prüfrelais nicht erregen: Eine akustische und optische Meldung wird ausgelöst, die den ausgebliebenen Zeigersprung der überwachten Nebenuhr kennzeichnet. Bei der erweiterten Tonfrequenz-Überwachung ist eine Anzeige der tonfrequenten Quittungsimpulse durch eine Kontrolluhr in der Uhrenzentrale möglich. Hierbei werden zwei unterschiedliche Tonfrequenzen verwendet, die in Abhängigkeit von der Stel-

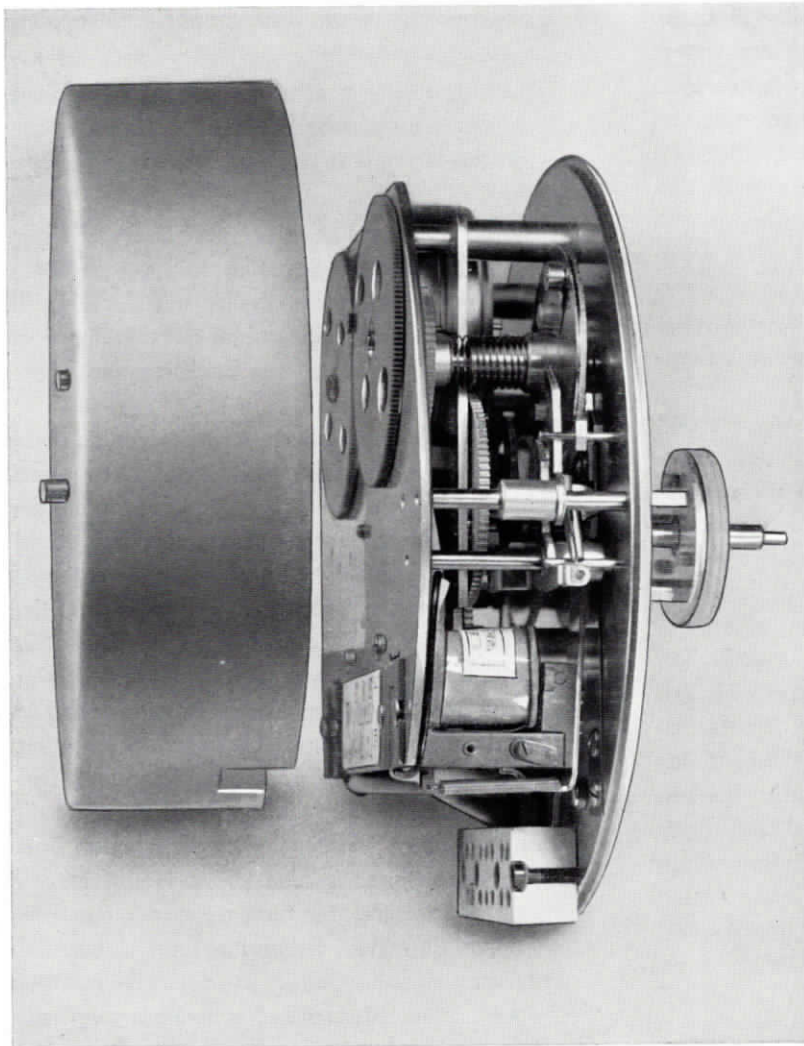


BILD 17 Fernricht-Synchronuhr

lung des Signalkontaktes in der überwachten Nebenuhr getastet werden. Mit Hilfe der beiden unterschiedlichen Tonfrequenzen werden polwechselnde Impulse nachgeahmt, die durch den Tonfrequenz-Empfänger in polwechselnde Gleichstromimpulse umgewandelt werden, die wiederum die Fortschaltung der Kontrolluhr bewirken. Dadurch wird zusätzlich angezeigt, zu welchem Zeitpunkt die überwachte Nebenuhr ausgefallen ist.

Mit Hilfe der tonfrequenten Überwachung können auf einer Nebenuhrlinie mehrere Nebenuhren gleichzeitig überwacht werden, wobei jeder überwachten Nebenuhr eine andere Tonfrequenz bzw. ein anderes Tonfrequenz-Paar zugeordnet ist. Mit dem gleichen Prinzip werden auch die Funktionen von Unter-Zentralen oder Unter-Hauptuhren überwacht. Durch die Anwendung verschiedener

Frequenzen können mehrere Störungsmeldungen der Unter-Zentralen oder der Unter-Hauptuhren an die übergeordnete Uhren-Hauptzentrale gemeldet werden (z. B. Ausfall eines Uhrenrelais, Ausfall der Stromversorgung bei Unter-Hauptuhren oder Unter-Zentralen, Sicherheitsausfall usw.).

Das unter 2. angegebene Überwachungssystem für Nebenuhren verzichtet auf Tonfrequenz-Sender und -Empfänger, benötigt jedoch eine zusätzliche zweiadrige Kontroll-Leitung von der überwachten Nebenuhr zur Uhrenzentrale. Auch bei diesem System ist der von dem Zeigersprung der Nebenuhr abhängige Signalkontakt notwendig, der den polwechselnden Fortstellimpuls nach erfolgtem Zeigersprung der überwachten Nebenuhr als polwechselnden Quittungsimpuls zur Uhrenzentrale zurückgibt und dort eine Kontrolluhr fortschaltet. Bei aus-

gebliebener Fortschaltung der überwachten Nebenuhr gelangt durch den nicht geschalteten Signalkontakt der Quittungsimpuls nicht zur Uhrenzentrale, und die Fortschaltung der der überwachten Nebenuhr zugeordneten Kontrolluhr in der Uhrenzentrale bleibt aus, was eine optische und akustische Störungsmeldung auslöst.

Diese von TN entwickelten Überwachungssysteme geben in der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale als Bedienungs-Zentrum sofort Kenntnis von Störungen einzelner Nebenuhren, Unter-Zentralen oder Unter-Hauptuhren der gesamten elektrischen Uhrenanlage. Maßnahmen zur Behebung von Störungen können daher umgehend eingeleitet werden.

Fernricht-Synchronuhren und Fernricht-Hauptuhren

Für Uhrenanlagen, denen keine besonderen Leitungen für die Fortstellung von Nebenuhren zur Verfügung stehen, hat TN das System der Fernricht-Synchronuhren (Bild 17) und Fernricht-Hauptuhren entwickelt. Die Synchronuhren werden direkt aus dem elektrischen Lichtnetz durch einen Synchronmotor angetrieben, der über ein Untersetzungsgetriebe die Zeiger antreibt. Durch die Abweichung der Netzfrequenz vom Sollwert oder durch Netzausfall ist es möglich, daß derartige Synchronuhren einen unrichtigen Zeitstand angeben. Daher

wird bei solchen Uhren in Abständen einer vollen Stunde oder 24 Stunden eine Kontrollierung des Zeitstandes in der Weise durchgeführt, daß über das öffentliche Lichtnetz zu festgesetzten Zeitpunkten ein tonfrequenter Regulierimpuls gesendet wird. Mit Hilfe dieses Regulierimpulses wird durch eine mechanische Stelleinrichtung die Synchronuhr zu den festgesetzten Zeitpunkten auf den richtigen Zeitstand gebracht. Man unterscheidet hierbei eine kleine und eine große Regulierung. Die kleine Regulierung wird in kürzeren Zeitabständen (z. B. stündlich) durchgeführt, während die große Regulierung einmal am Tage (z. B. mittags 12 Uhr) erfolgt. Ein solches Uhrensystem ist vor allem dann zu empfehlen, wenn bereits eine vorhandene Rundsteueranlage in Betrieb ist, die eine automatische Einschaltung der Stadtbeleuchtung, die Einschaltung von Nachtтарifen oder andere Funktionen übernimmt. Diese Anlage kann dann auch für die beschriebene Gleichstellung der Fernricht-Synchronuhren benutzt werden.

Dieses Prinzip der Fernricht-Gleichstellung ist auch für Hauptuhren möglich, bei denen eine mechanische Stelleinrichtung (Stellherz) die Hauptuhr mit dem übergeordneten Zeitnormal durch einen über das Lichtnetz gesendeten tonfrequenten Regulierimpuls zu bestimmten Zeiten in Gleichlauf bringt.

Stromversorgung

Für die Stromversorgung von Uhren-Hauptzentralen, Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren werden Netzspeisegeräte verwendet, die den laufenden Strombedarf für die Uhrenanlagen direkt aus dem öffentlichen Starkstromnetz entnehmen (Bild 18). Sie setzen die Wechselspannung des Starkstromnetzes bei gleichzeitiger Umwandlung in Gleichspannung auf die Betriebsspannung der Uhrenanlage herab. Gleichzeitig wird über das Netzspeisegerät eine Batterie dauernd durch einen geringen Erhaltungstrom in geladenem Zustand gehalten. Diese Bereitschaftsbatterie versorgt während eines Netzausfalles die Uhrenanlage mit Strom und stellt dadurch sicher, daß die Uhrenanlage unabhängig von der Netzspannung arbeitet und auch bei gestörtem Netz die richtige Zeit anzeigt.

Um übersichtliche Verhältnisse in der Stromversorgung von Uhrenanlagen zu erhalten, empfiehlt es sich, an das Netzspeisegerät und an die Reservebatterie keine anderen Einrichtungen anzuschließen.

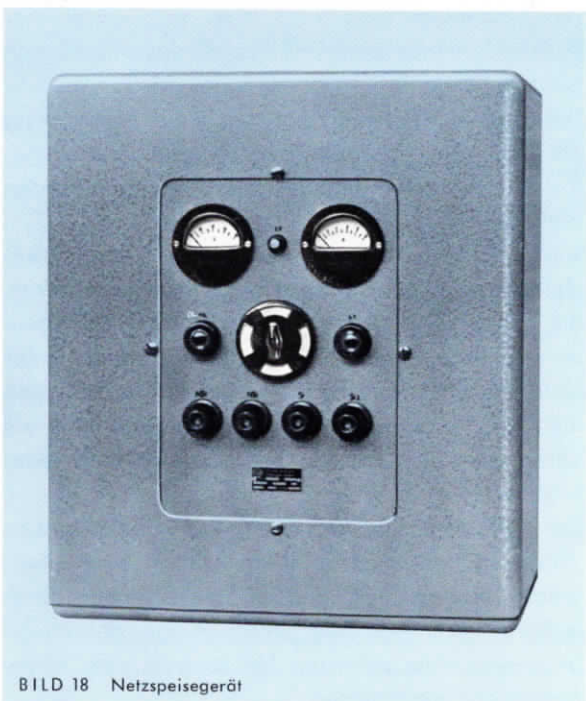
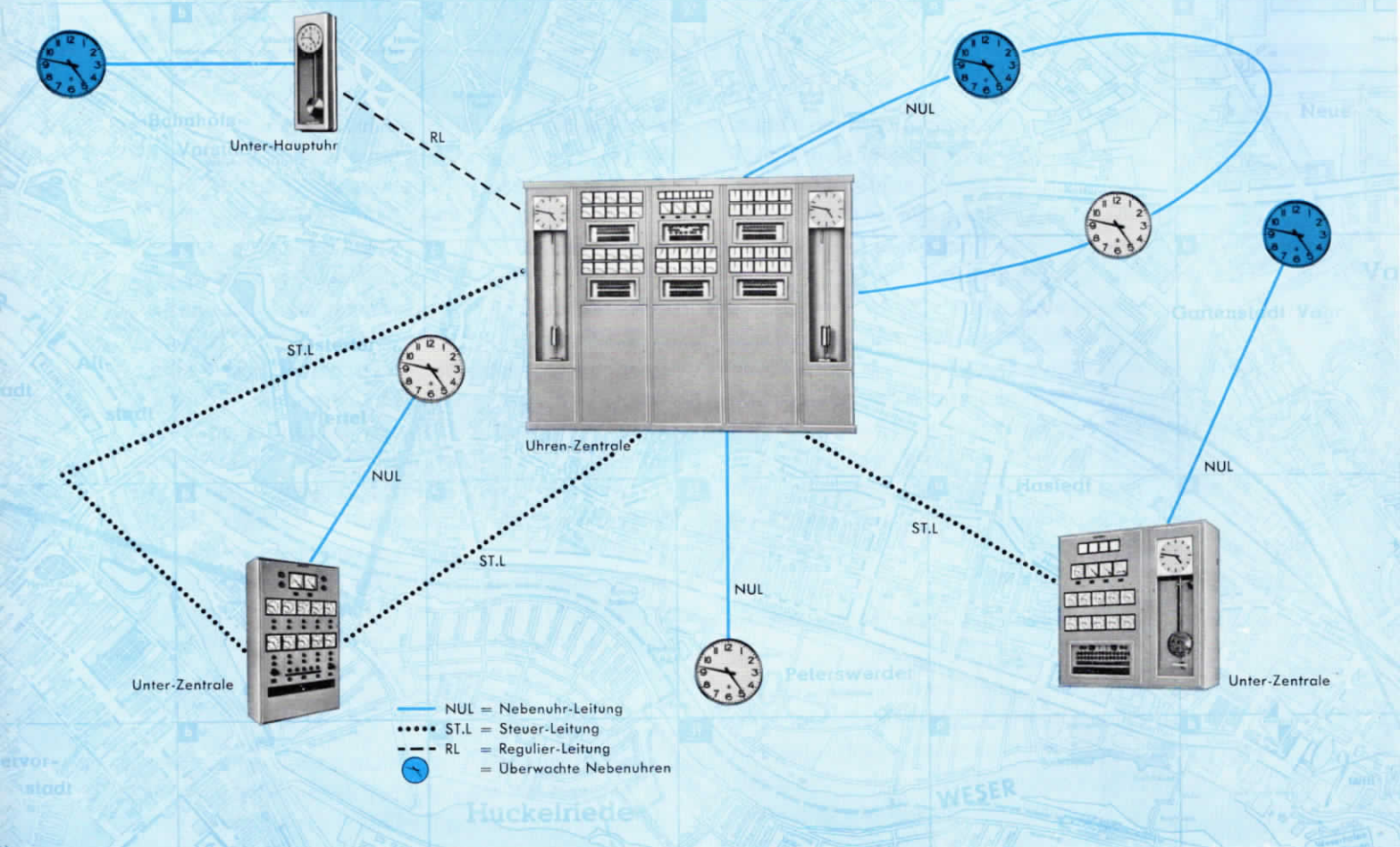


BILD 18 Netzspeisegerät



Anmerkung zum Übersichtsplan

Der Übersichtsplan zeigt eine Prinzip-Darstellung einer Stadt-Uhrenanlage mit ihrem möglichen Ausbau. Im Zentrum des Stadtgebietes befindet sich als wichtigster Bestandteil der elektrischen Uhrenanlage die übergeordnete Uhren-Hauptzentrale. Diese erfüllt die drei wesentlichsten Aufgaben einer Zeitdienstanlage:

1. Zeit-Bestimmung,
2. Zeit-Wahrung und
3. Zeit-Verteilung.

Die Aufgabe der Zeit-Bestimmung wird durch die beiden Hauptuhren übernommen, indem ihre als Zeitnormal dienenden Pendelschwingungen eine zeitgenaue Auslösung elektrischer Impulse ermöglichen. Bei Ausfall der Betriebs-Hauptuhr übernimmt die Reserve-Hauptuhr die Funktion der Zeitbestimmung. Die Hauptuhren werden zur Erzielung hoher Zeitgenauigkeit über drahtgebundene oder drahtlose Einrichtungen mit anderen Zeitnormalen ständig oder zeitweise auf Gleichlauf kontrolliert.

Die Zeit-Wahrung wird gesichert durch eine ständige elektrische Energie-Zufuhr zur Erhaltung der Pendelschwingungen und zur Erzeugung der Fortstell-Impulse auch bei Ausfall des öffentlichen Netzes.

Die Zeit-Verteilung erfolgt durch die Aussendung der von den Hauptuhren erzeugten und ausgelösten elektrischen Impulse über Leitungen zu den Nebenuhren.

Verschiedenen Stadtgebieten sind einzelne Uhren-Unterzentralen und Unter-Hauptuhren zugeordnet, die die Steuerung der angeschlossenen Nebenuhren übernehmen. Die Unter-Zentralen oder Unter-Hauptuhren sind über zweiadrigte Leitungen mit der übergeordneten Uhren-Hauptzentrale verbunden und werden von ihr gesteuert oder reguliert.

Die auf dem Übersichtsplan mit einem blauen Zifferblatt gekennzeichneten Uhren sind überwachte Nebenuhren, die bei Stehenbleiben durch äußere, nicht von der Uhrenanlage abhängige Störungen eine sofortige Meldung in der Uhren-Hauptzentrale auslösen.

