

**DIE STADT
UND IHRE ELEKTRISCHE
ZEITDIENSTANLAGE**

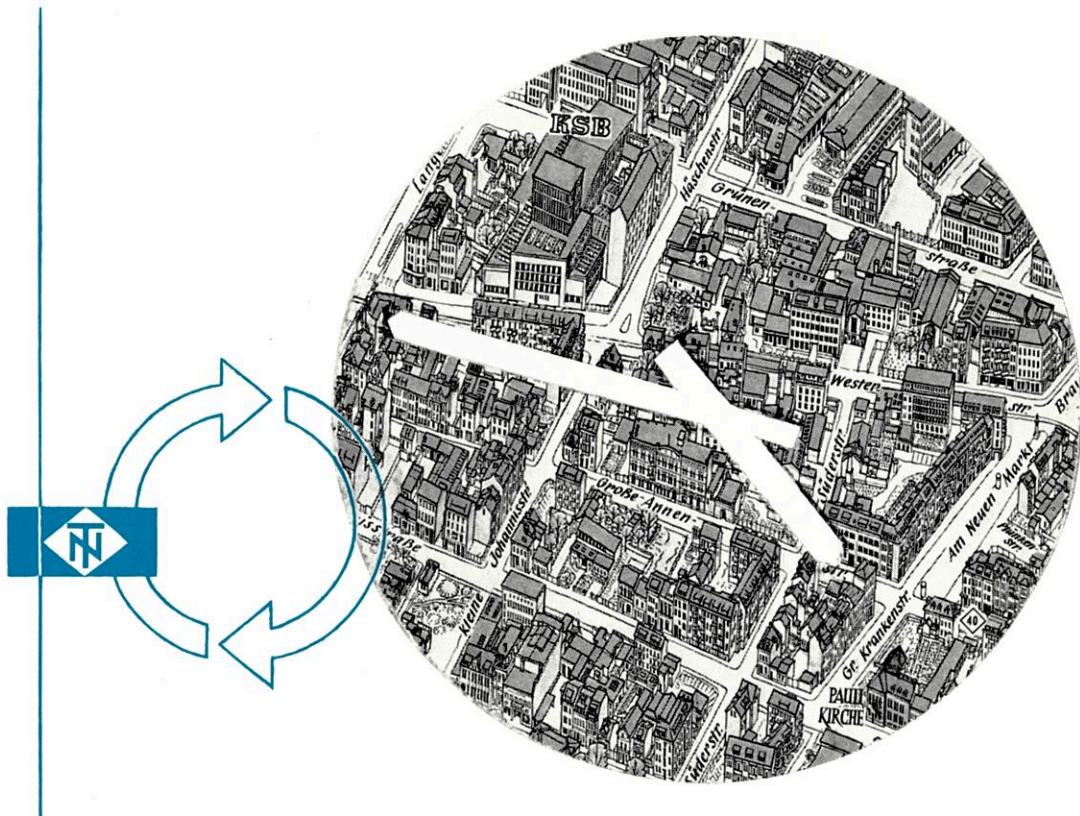
VON E. GENTSCH UND H. KRICKSER

TELEFONBAU UND NORMALZEIT FRANKFURT/M



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
2. Polwechselndes Impuls-System	5
3. Uhren-Hauptzentrale	6
4. Gangreserve bei Hauptuhren	9
5. Gleichlaufhaltung von Hauptuhren	9
6. Leitungsnetz für elektrische Uhrenanlagen	11
7. Uhren-Unterkentralen und Unter-Hauptuhren	11
8. Überwachung wichtiger Nebenuhren, Uhren-Unterkentralen und Unter-Hauptuhren	13
9. Fernricht-Synchronuhren und Fernricht-Hauptuhren	14
10. Stromversorgung	15
11. Anmerkung zum Übersichtsplan	15



Die Stadt und ihre elektrische Zeitdienstanlage

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 wird. Gegenüber dem Einsatz

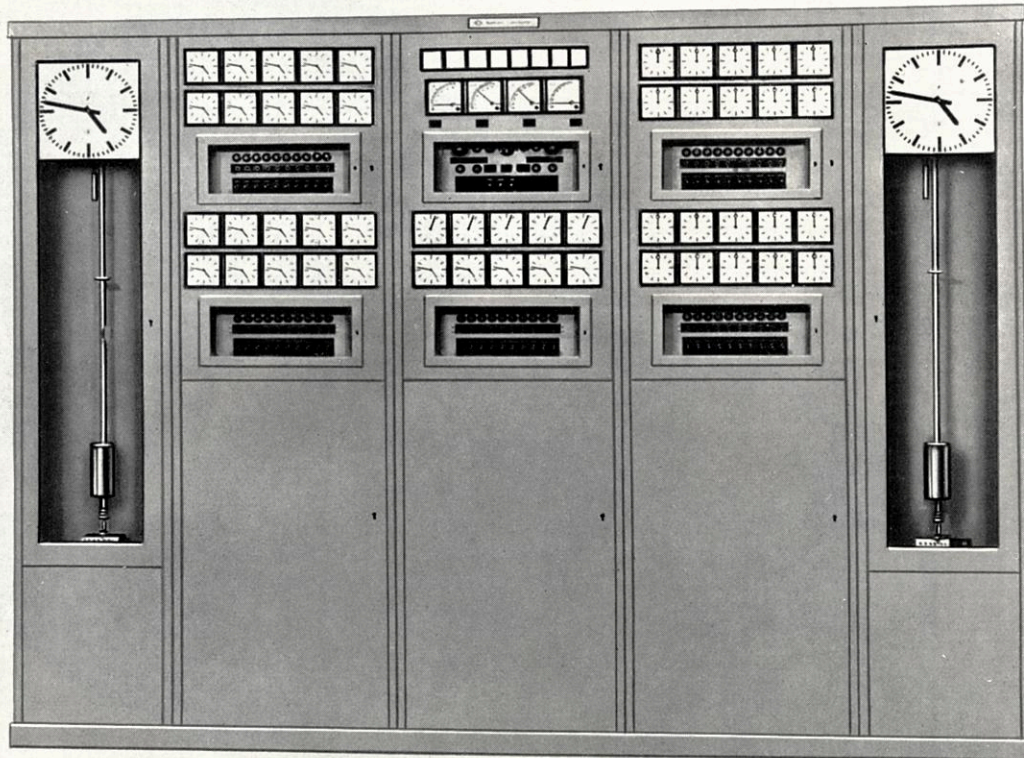


BILD 1 Uhren-Hauptzentrale

vieler selbständig laufender Uhren mit eigenem Pendel oder eigener Unruhe ergeben sich als Vorteile 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 Unruhe. 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, Quarz- uhr, Bundesbahnzeit o. ä.) in Gleichlauf gehalten.
2. Uhren-Unterkentralen 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-Unterkentralen 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-Unterkentralen und Unter-Hauptuhren und von dort zu den Nebenuhren werden einheitlich polwechselnde Impulse verwendet. Dieses einheit-

liche Übertragungssystem ermöglicht es, Nebenuhren entsprechend den örtlichen Leitungsverhältnissen 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 zweiadrige Leitungen verwendet, 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 $\frac{1}{2}$ -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 unpolarierten 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 mechanische 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 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

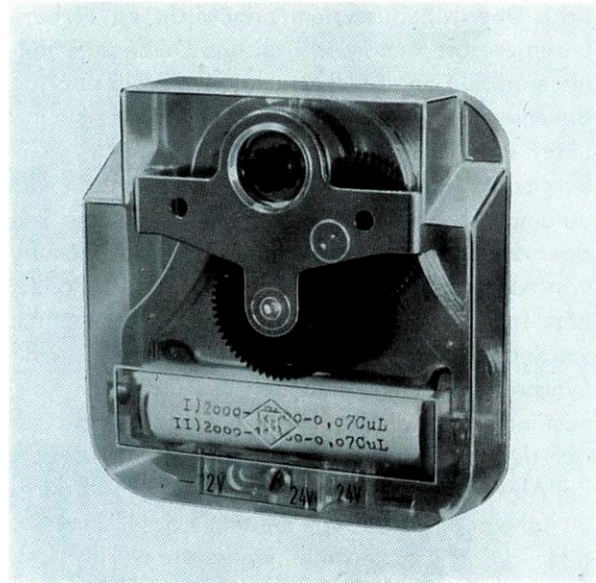


BILD 2 Polarisiertes TN-Nebenuhrwerk

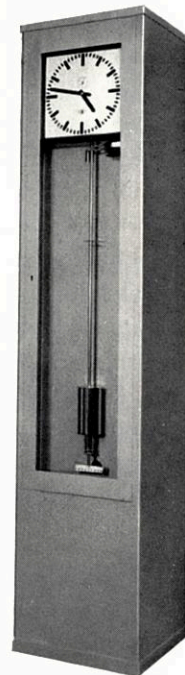


BILD 3 Hauptuhr einer Uhren-Hauptzentrale

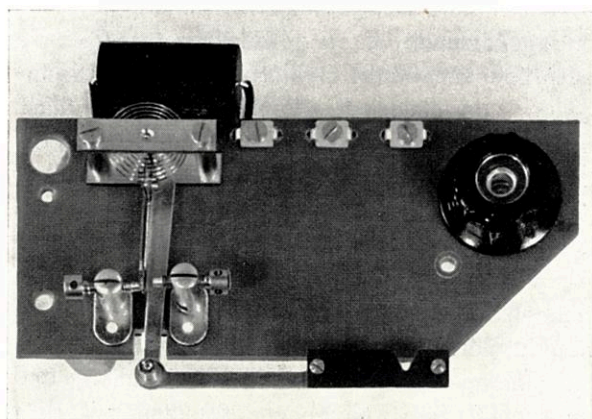


BILD 4 Pendelkontakt einer Hauptuhr bei Uhren-Hauptzentralen

wird. Bei diesen mit hochwertigem, 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 Sicherheit für den Impulsbetrieb der angeschlossenen Uhrenanlage bieten. Von den beiden Hauptuhren einer Uhrenzentrale 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.

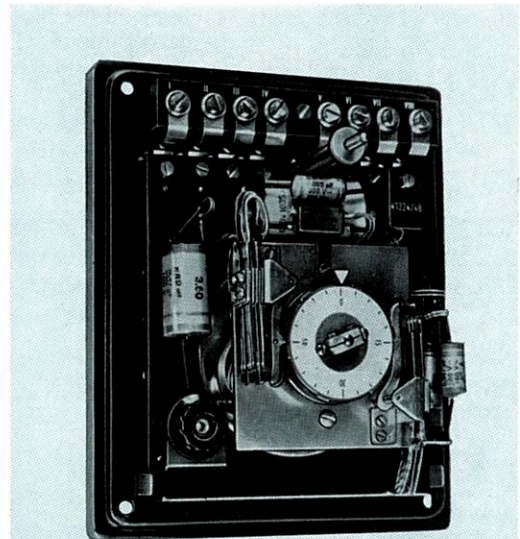


BILD 5 Schrittschaltwerk

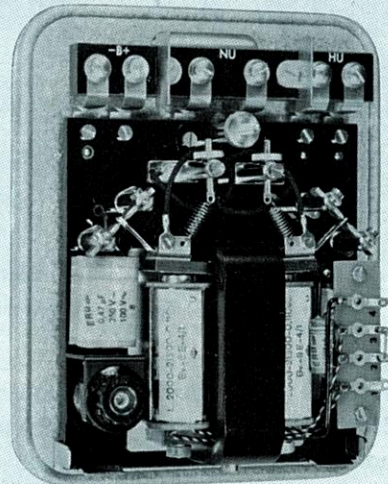


BILD 6 Minuten-Uhrenrelais

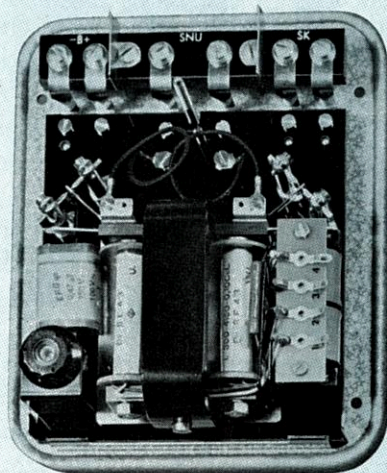


BILD 7 Sekunden-Uhrenrelais

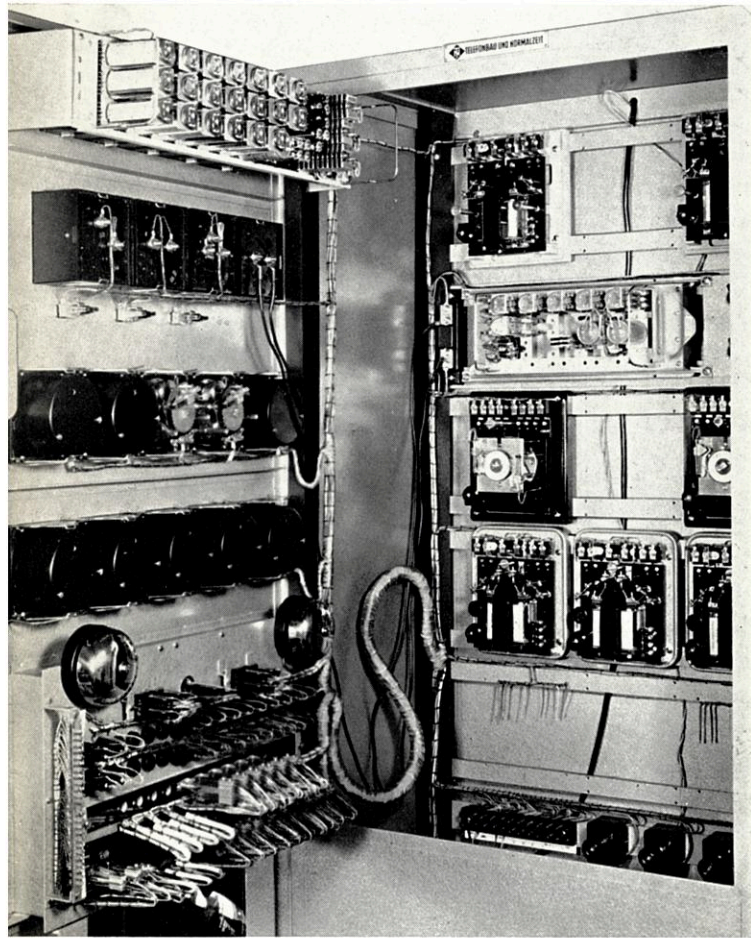


BILD 8 Überwachungseinrichtungen einer Uhrenzentrale

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

Die Uhrenzentrale 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 gegeben 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.

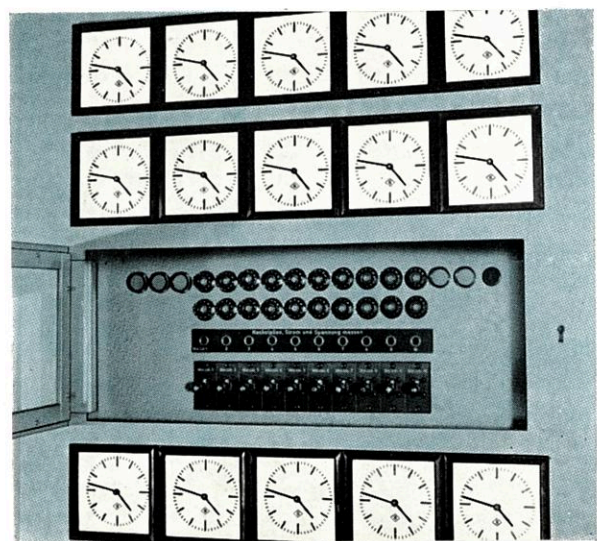
In den Uhren-Hauptzentralen wird durch Kontrolluhren die Impulsabweichung auf das Nebenuhrennetz angezeigt, wobei jeder Linie eine Kontrolluhr zugeordnet ist (Bild 9). Fällt durch eine Störung (ausgelöste Sicherung u. ä.) die Impulsabweichung für eine Linie aus, so bleibt die betreffende Linienkontrolluhr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

Durch Störung zurückgebliebene Nebenuhr-Linien 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 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 Nebenuhr-Linie auch während der impulsfreien Zeit gemessen und angezeigt werden (Bild 10).

BILD 9 Kontrolluhren einer Uhrenzentrale



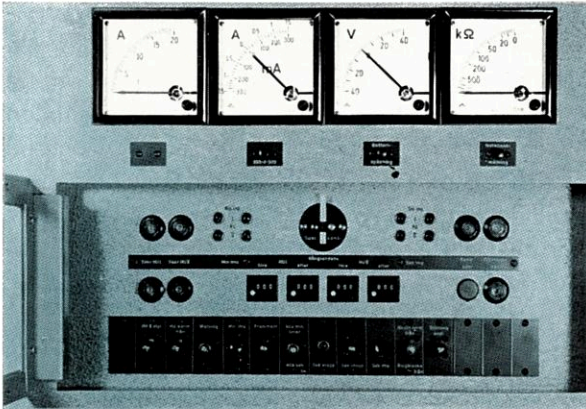


BILD 10 Bedienungsfläche mit Meßinstrumenten einer Uhrzentrale

Außer für die Fortschaltung von Nebenuhren haben Uhrzentralen 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-Uhrzentrale 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 elektromechanischen 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 (sinngemäßer: 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 aufgezogene 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 Netzspeisegerät 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 Gleichlauf-einrichtung für Hauptuhren ist es auf einfachste Weise und ohne einen mechanischen Eingriff in die Gangmechanik der Hauptuhr

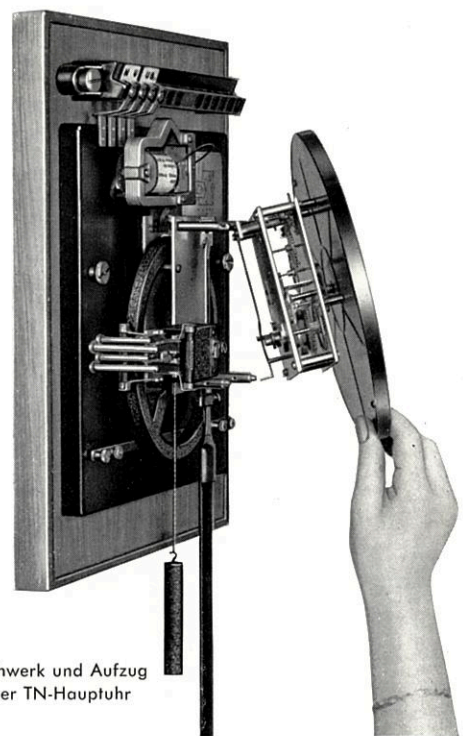


BILD 11 Gehwerk und Aufzug einer TN-Hauptuhr

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 Magnetismus 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 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 Leitungs-

BILD 12 Pendel-Regulier-System

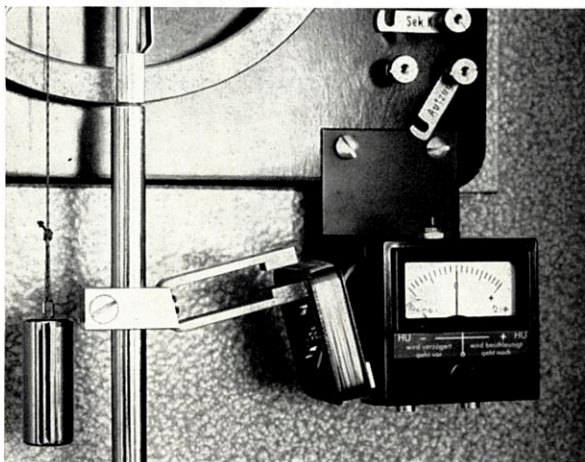
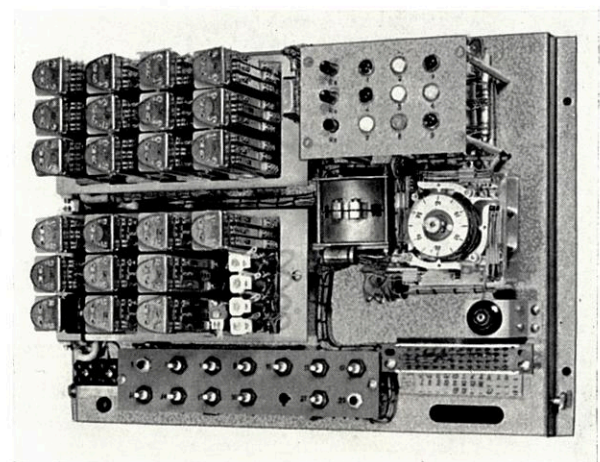


BILD 13 Funk-Regulier-Einrichtung



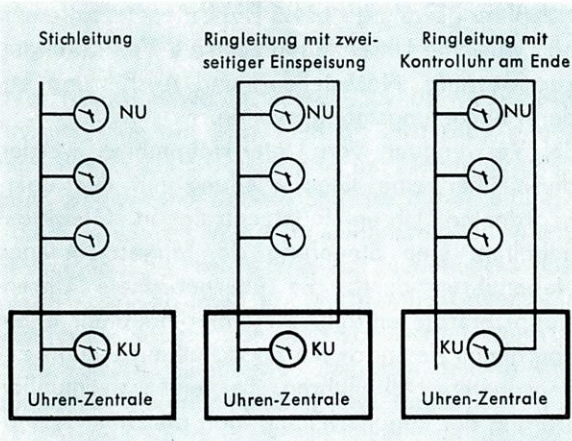


BILD 14 Möglichkeiten der Leitungsverlegung bei Uhrenanlagen

aufwand 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 notwendig, 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 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

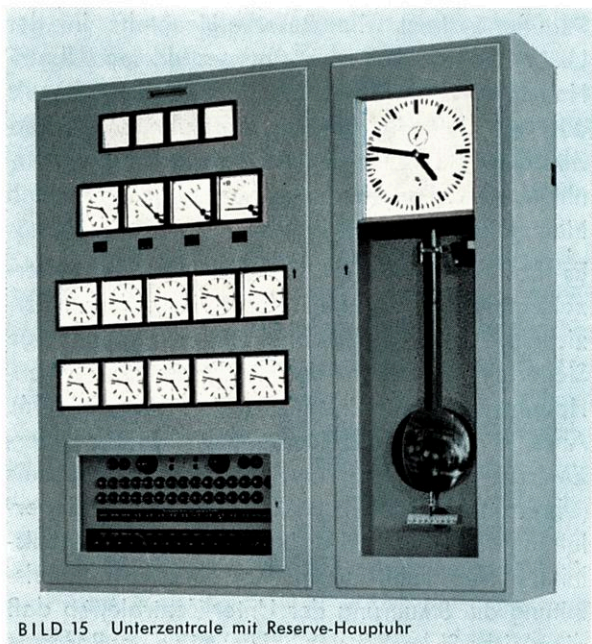


BILD 15 Unterzentrale mit Reserve-Hauptuhr

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 Querschnitt 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 Unter-zentralen auch auf die Reserve-Hauptuhr zu verzichten, wenn zwei voneinander unabhängige Steuerleitungen von der taktgebenden Uhren-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 Bedienungsmöglichkeiten.

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.

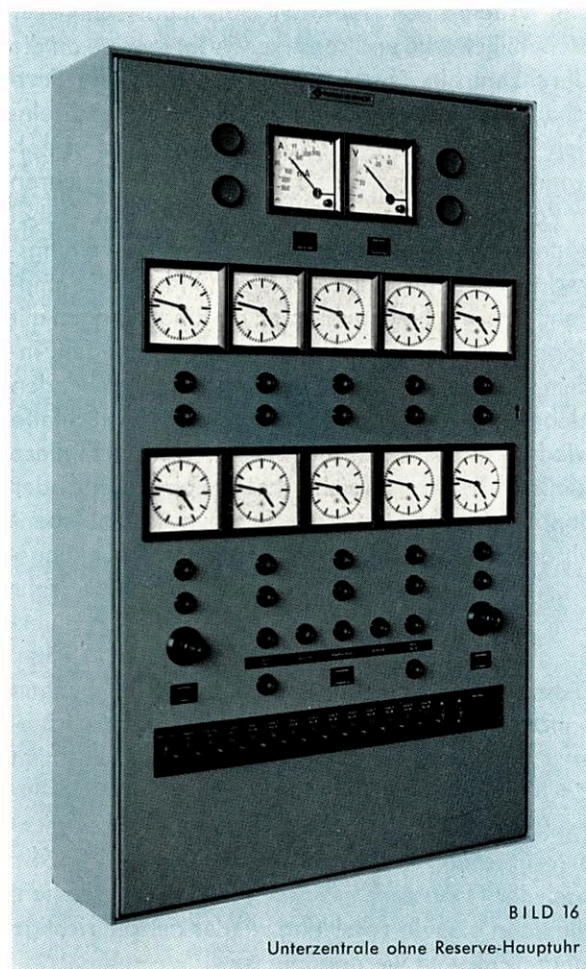


BILD 16

Unterzentrale ohne Reserve-Hauptuhr

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 in 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 Gleich-

stromimpuls 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 Stellung 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 ausgebliebener Fortschaltung der überwachten Neben-

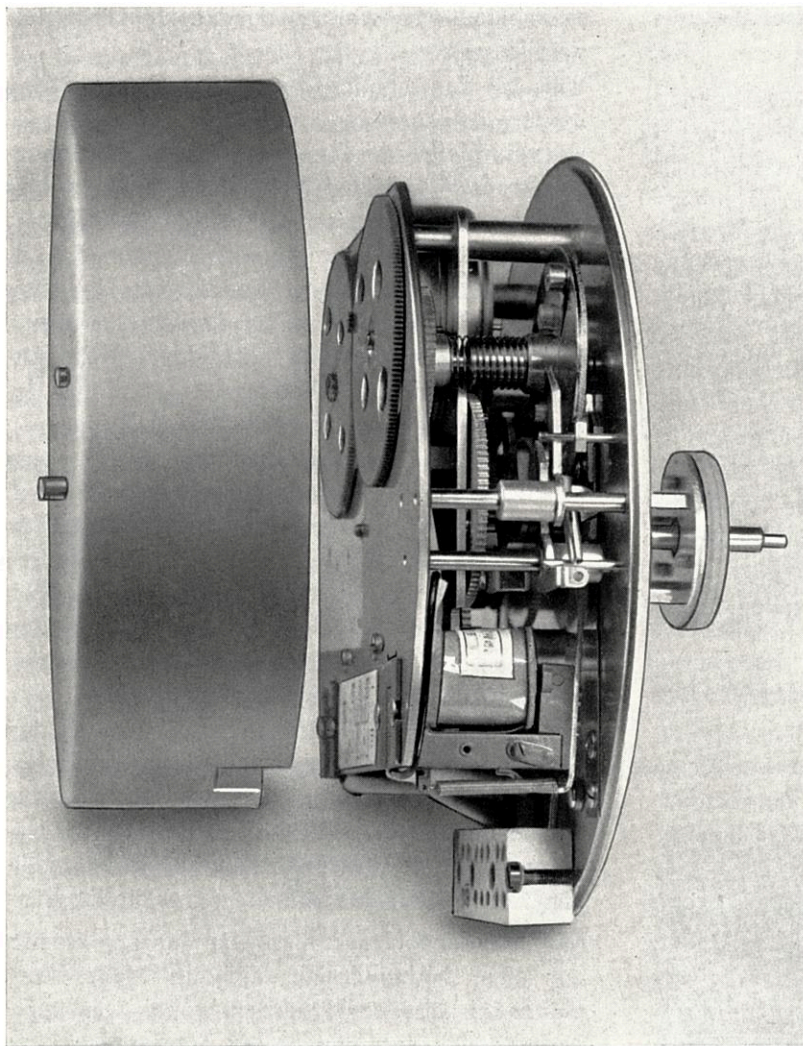


BILD 17 Fernricht-Synchronuhr

uhr 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 Bedienungszentrum 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) er-

folgt. 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 Nachttarifen 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-Unterkentralen 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 ar-

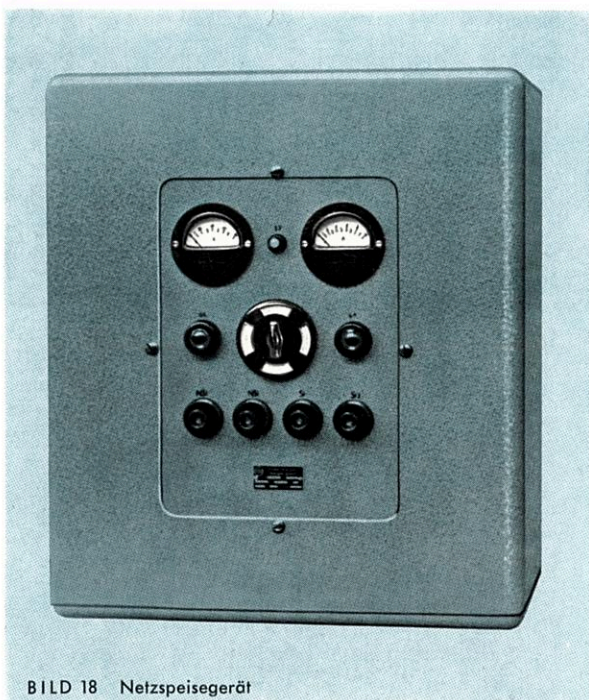


BILD 18 Netzspeisegerät

beitet 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.

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.

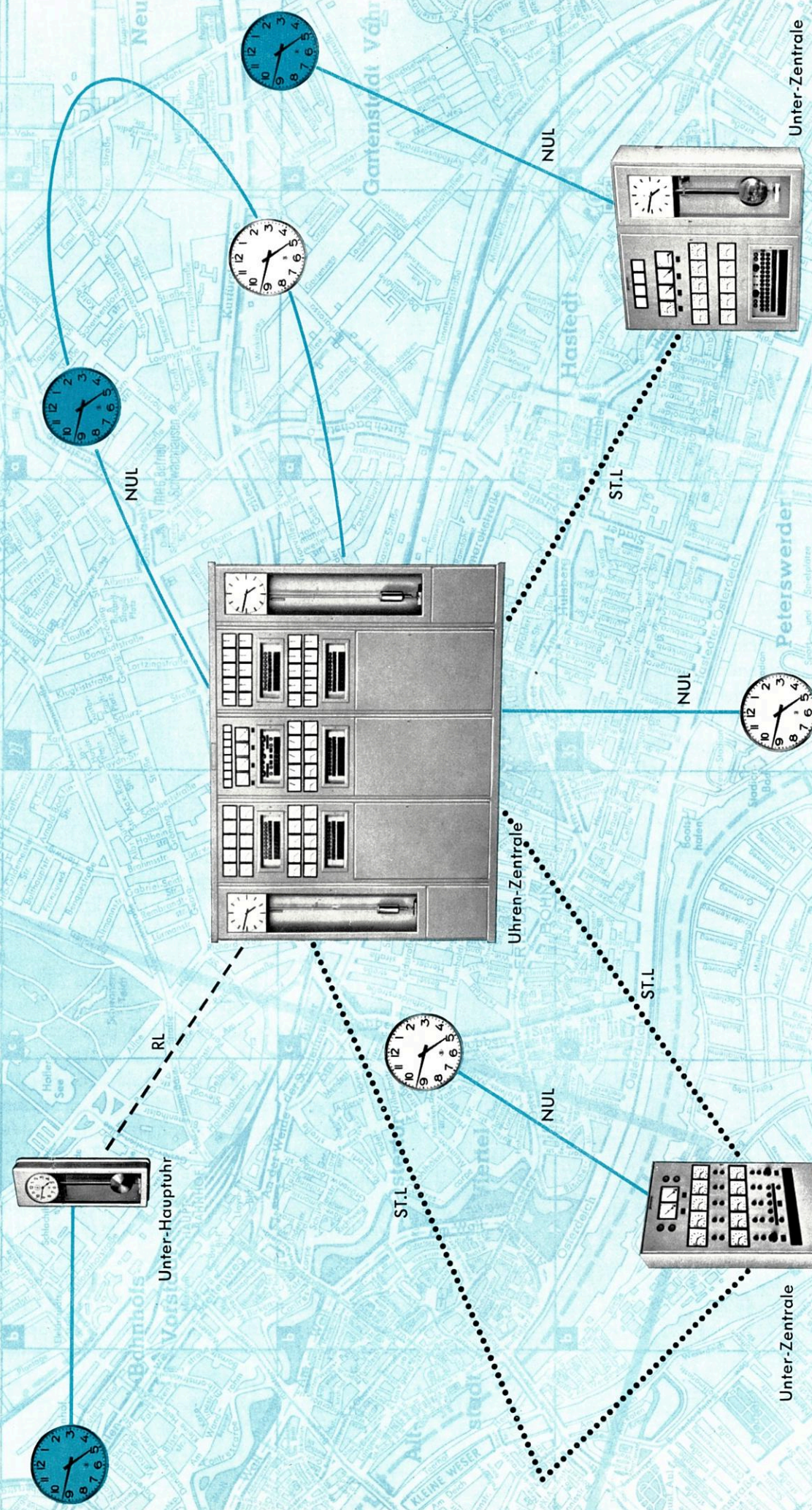
Die Zeit-Wahrung wird gesichert durch eine ständige elektrische Energie-Zufuhr zur Erhaltung der Pendelschwingungen und zur Erzeugung der Fortstell-Impulse auch bei Ausfall des öffentlichen Netzes.

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-Unterkentralen und Unter-Hauptuhren zugeordnet, die die Steuerung der angeschlossenen Nebenuhren übernehmen. Die Unter-Zentralen oder Unter-Hauptuhren sind über zweiadrige 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.

Prinzip einer elektrischen Uhren-Anlage



- NUL = Nebenuhr-Leitung
- ST.L = Steuer-Leitung
- RL = Regulier-Leitung
- Überwachte Nebenuhren



Wackelriede

WESER

KAFFEE

