V. Abschnitt.

Elektrische Uhren.

§ 187. Allgemeines. Unser Wirtschaftsleben zwingt sowohl alle in Reichs- und Staatsanstalten, Verkehrs-, Geschäfts-, Fabrik- und anderen größeren Betrieben beschäftigten, als auch die mit diesen in Verbindung stehenden Personen zur Innehaltung und Durchführung möglichster Pünktlichkeit. Es ist daher die Möglichkeit des Ablesens der gleichen einheitlichen Zeit nicht nur eine Forderung für die erwähnten verschiedenen, räumlich voneinander getrennten Stellen, sondern auch ein wichtiges Erfordernis des Wirtschaftslebens und des gesamten Verkehrswesens geworden. Die größte Pünktlichkeit muß aber der Eisenbahnbetrieb für sich in Anspruch nehmen, wo die Uhr für den Zeitmeßdienst die Grundlage des Fahrplanes bildet, für dessen pünktlichste Durchführung die Mittel zur Sicherung des Betriebes in so hohem Maße herangezogen werden müssen. Die Uhren sind aber auch naturgemäß zur ordnungsmäßigen und rechtzeitigen Abfertigung der Züge unerläßlich, wodurch die Durchführung des Fahrplanes eine weitere wesentliche Unterstützung findet.

Die Verpflichtung der deutschen Eisenbahnverwaltungen, jeden Bahnhof einer Hauptbahn mit einer für die Reisenden sichtbaren Uhr auszurüsten, sowie auf größeren Bahnhöfen die Zeitangaben sowohl von der Zugangs- als auch von der Bahnseite erkennbar zu machen, ist durch § 26[2] der BO. geregelt. Außerdem ist für die Abfahrt der Züge die Stationsuhr maßgebend (FV. § 24[6]). Bei den deutschen Eisenbahnverwaltungen unterscheidet man im wesentlichen:

1. Stationsuhren (Großuhren)
   a) elektrische,
   b) mechanische,
2. Regulatoren,
3. Wanduhren anderer Bauart und
4. Wächterkontrolluhren.

Es würde zu weit führen, nach der Klasseneinteilung eine Erörterung der mechanischen Bahnuhren vorzunehmen, zumal ihre Einrichtung von den gewöhnlichen Uhren nicht abweicht. Hingegen erschien es geboten, die elektrischen Uhrenanlagen, die im Eisenbahnbetriebe seit den letzten 30 Jahren immer mehr verwendet werden, zu behandeln.

Von der Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der elektrischen Uhren ist abgesehen, weil sie auf die Bahnuhren nicht zu beschränken ist[1]). Es sei hier nur bemerkt, daß in den siebziger Jahren vorigen Jahrhunderts in England, Frankreich

[1]) Angaben über die geschichtliche Entwicklung elektrischer Uhren findet man insbesondere in der elektrischen Bibliothek Band XIII und in der Elektrotechnik für Uhrmacher von Johannes Zacharias u. a. m.

und Belgien nicht nur viele Städte und gewerbliche Betriebe, sondern auch die Eisenbahnverwaltungen begonnen haben, ihre größeren Bahnhöfe mit elektrischen Zeittelegraphen auszurüsten, zu dem Zweck, um gleichgehende Uhren zu erhalten[1]). In Deutschland hat die Industrie elektrischer Uhrenanlagen nach den Verbesserungen der sogenannten elektrischen Stundenzähler von Steinheil (1839), der Städtischen Uhrenanlage in Leipzig von Stöhrer (1849), durch Siemens & Halske, Theodor Wagner u. a. m. einen erfreulichen Aufschwung von etwa 1880 ab gefunden.

Da bei mechanischen Uhren, deren Zeiger durch Gewichts- oder Federkraft angetrieben werden, sich eine dauernde Genauigkeit des Ganges oder die Übereinstimmung mehrerer Uhren eines Bahnhofes untereinander (Synchronismus der Werke) nicht erreichen läßt, so hat man für den Zeitmeßdienst mit Erfolg die Elektrizität herangezogen. Erst hierdurch wurde es möglich, eine größere Anzahl der auf die verschiedenen Dienst- und Warteräume des Empfangsgebäudes, anderer Dienstgebäude und Betriebstellen verteilten Uhren auf unbedingt gleicher Zeitangabe zum bequemen Ablesen für die Bediensteten, Reisenden und sonstigen Beteiligten zu erhalten.

Bei den gebräuchlichen elektrischen Uhrenanlagen kommen meist an die Hauptuhr, die auch Normaluhr genannt wird, angeschlossene, in einem Leitungsnetze eingeschaltete, sogenannte Nebenuhren (sympathische Uhren) zur Verwendung. Die Nebenuhren haben kein selbständiges Uhrwerk, sondern ihre Zeiger werden von der Hauptuhr nach jeder halben oder vollen Minute um das gleiche Zeitmaß elektrisch weitergestellt. Die minutlich springenden Zeiger verharren somit eine Minute in Ruhe, um dann im Augenblick der vollen Minute den Weg plötzlich zurückzulegen[2]). Die Nebenuhren sind lediglich mit einem Elektromagnetsystem und einem durch ein einfaches Zahnradgetriebe bewegten Zeigerwerk ausgerüstet. Die Zeiger dieser Nebenuhren springen gleichzeitig; bei ihnen fällt daher das lästige Aufziehen fort. Außerdem sind die Nebenuhren meist unempfindlich gegen Wärmeschwankungen, Erschütterungen durch den Bahnbetrieb, Feuchtigkeit der Luft, Staub usw.; sie können wegen Fortfallens der bei mechanischen Uhren erforderlichen Gestängeübertragungen an beliebigen Punkten angebracht werden, weil auch fast jegliche Wartung entbehrlich ist. Diese Vorzüge kommen ganz besonders bei den im Freien befindlichen Nebenuhren in Betracht, wo mechanische Uhren wegen des Staubes, Frostes usw. nur überaus schwer in ungestörtem Betriebe erhalten werden können.

Die Hauptuhr besteht meist aus einem Präzisions-Laufwerk und einer mit diesem verbundenen Kontakteinrichtung (Stromsendemechanismus), an die mittels zweier Leitungen eine Anzahl Nebenuhren in Parallelschaltung angeschlossen sind. Durch die mit einem Polwechsler ausgerüstete Kontakteinrichtung wird minutlich oder halbminutlich ein Stromstoß in die Leitungen geschickt und werden hierdurch die Minutenzeiger aller angeschlossenen Nebenuhren weitergestellt[3]). Durch die Fortschaltung der Nebenuhren mittels Stromimpulsen wechselnder Richtung wird deren ungünstige Beeinflussung bei atmosphärischen Entladungen oder beim Auftreten von Induktionsströmen usw. vermieden.

Für die Batterien werden für kleinere Anlagen häufig Beutelelemente mit Salmiaklösung, Meidinger- oder auch Trockenelemente verwendet, die gewöhnlich im Tele-

[1]) L. Kohlfürst, Die elektrische Zentraluhrenanlagen in Karlsruhe i. B., Prag 1898.

[2]) Halbminutliche Zeigerbewegungen der Nebenuhren werden bei Bahnen mit besonders dichter Zugfolge verwendet (Hoch- und Untergrundbahn in Berlin und Hamburg).

[3]) Eine Ausnahme dieser Anordnung bilden die Uhren der »Magneta« A.-G. in Köln a. Rh., die ohne Kontakte in der Hauptuhr und ohne Batterie arbeiten.

graphendienstzimmer aufgestellt und mit den Morsebatterien gemeinsam unterhalten werden. Für größere Anlagen sind Sammlerbatterien vorzusehen.

Es sei noch bemerkt, daß selbständig gehende, mechanische Uhren, die durch elektrischen Strom in bestimmten Zeiträumen aufgezogen werden, nicht in den Kreis unserer Erörterungen gezogen sind, weil mehrere derartige Uhren die einheitliche Zeit nicht anzeigen und daher als elektrische Uhrenanlagen, im eigentlichen Sinne, nicht in Betracht kommen können.

Vereinzelt werden als Nebenuhren auch elektrisch regulierte mechanische Uhren mit Gewichtsantrieb (z. B. Berliner Ring- und Vorortbahnen) verwendet. Derartige Uhrenanlagen bestehen aus einer mechanischen Präzisions-Hauptuhr und einer unbegrenzten Anzahl Nebenuhren. Für die Regulierung wird Ruhestrom verwendet. Das Werk der Hauptuhr unterbricht während der letzten zwei Sekunden jeder Minute ein durch die Hauptuhr betätigtes Kontaktwerk, über welches die einzelnen Uhrenleitungen geführt sind. Jede dieser beiderseits geerdeten Leitungen enthält eine Ruhestrombatterie und die erforderliche Anzahl Relais. Diese sind meist in den Stationsdiensträumen angeordnet und schließen mit ihrem Anker in den letzten zwei Sekunden jeder Minute während der Stromlosigkeit der Relaisspulen einen aus Ortsbatterie und den Nebenuhrelektromagneten gebildeten Ortstromkreis. Die Pendel der Nebenuhren sind so eingestellt, daß letztere in jeder Minute bis zu 1 1/2 Sekunden vorgehen können. Die Nebenuhren dürfen aber zur Vermeidung ungleicher Zeitangaben nicht nachgehen. Während der letzten zwei Sekunden jeder Minute werden infolge der Unterbrechung des Kontaktwerkes der Hauptuhr die Anker der Nebenuhrelektromagnete angezogen und hierdurch die Fortbewegung der Nebenuhrwerke bis zur vollendeten Minute aufgehalten.

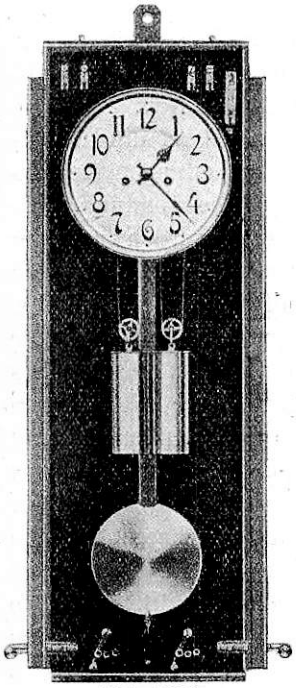

Abb. 1209.
Hauptuhr mit mechanisch betriebenem Pendel. Bauart Siemens & Halske, Berlin.

§ 188. Elektrische Uhren der Bauart Siemens & Halske in Berlin[1]. a) Hauptuhren mit mechanisch betriebenem Pendel. Die Hauptuhr besteht aus einem achttägigen Regulator-Gehwerk mit Grahamgang; sie ist mit einem Kompensations-Sekundenpendel ausgerüstet. Mit dem Gehwerk ist ein Kontaktlaufwerk verbunden, das minutlich vom Gehwerk ausgelöst wird, wodurch eine Welle jede Minute einen Umlauf vollführt und dabei einen Kontakt zum Betriebe der Nebenuhren herstellt (Abb. 1209).

Bemerkenswert bei der Kontakteinrichtung ist, daß die zu Störungen führende Funkenbildung an der Hauptuhr auf folgende Weise vermieden wird. Die Ursachen der Funkenbildungen sind die beim Schließen und Öffnen der Stromquelle in den Elektromagneten der Nebenuhren auftretenden Induktionsströme, welche an der Kontakteinrichtung der Hauptuhr in Erscheinung treten und von denen der beim Öffnen des Stromkreises erzeugte, dem Stromimpuls gleichgerichtete Induktionsstrom die jeweilig stärkere Funkenbildung zur Folge hat. Diese mit der Zahl der angeschlossenen Neben-

[1]) Vergl. die Druckschrift Nr. 151 des Jahres 1910 der Firma Siemens & Halske A.-G., Berlin, Nonnendamm.

uhren wachsenden Induktionsströme können nicht nur zu Funkenbildungen und Verbrennungen der Kontakte an der Hauptuhr führen, sondern sie können in Anlagen, in denen große und kleine Nebenuhren in einen Stromkreis geschaltet sind, das unzeitige Springen des Zeigers einer Nebenuhr bewirken. Um den Unterbrechungsfunken zu unterdrücken und die genannte schädliche Wirkung der Induktionsströme auszuschalten, sind die beiden Uhrenleitungen a und b (Abb. 1210) vor dem Stromschluß und vor der Stromunterbrechung kurzgeschlossen, so daß die Induktionsströme einen fast widerstandslosen, induktionsfreien Weg finden, auf welchem sie bereits verlaufen sind, wenn der Batteriestrom geöffnet bzw. geschlossen wird. Zu dem Zweck sind die beiden Segmente s_1 und s_2 durch den Widerstand w miteinander verbunden; sie drehen sich minutlich um 180° und geben dabei wechselnd mit Feder f_1 bzw. f_2 Kontakt zum Betriebe der Nebenuhren. Ein Batteriekurzschluß wird dadurch verhindert, daß vor dem Schließen und Öffnen des Batteriestromes der Widerstand w eingeschaltet wird, der in den Stromkreis zur Betätigung der Nebenuhren nur während eines geringen Bruchteils der Kontaktzeit eingeschaltet ist und dann sofort kurzgeschlossen wird. Hauptuhren mit dieser Kontakteinrichtung werden für Uhrenanlagen bis zu 30 Nebenuhren verwendet.

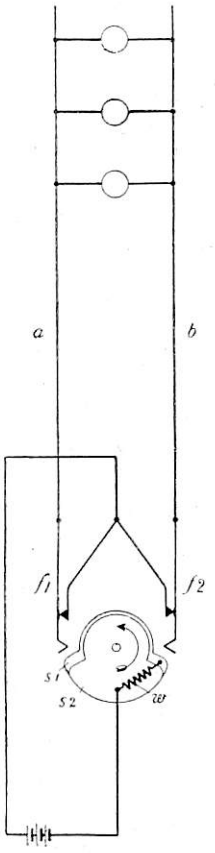

Abb. 1210. Anordnung der funkenlosen Kontaktvorrichtung an Hauptuhren von Siemens & Halske, Berlin.

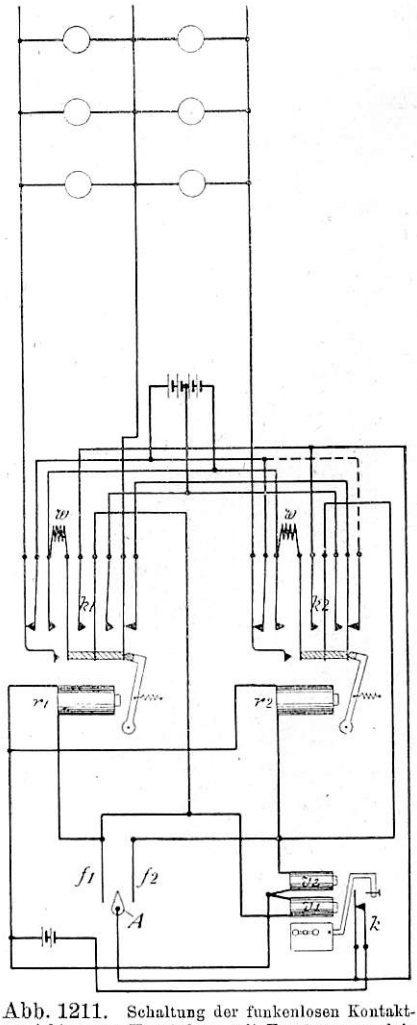

Abb. 1211. Schaltung der funkenlosen Kontaktvorrichtung an Hauptuhren mit Verzögerungsrelais Siemens & Halske, Berlin.

Für größere Uhrenanlagen und für Anlagen mit langen Kabelstrecken ist die Einschaltung von Relais erforderlich (Abb. 1211).

Bei Kabelleitungen können die erwähnten Ladungserscheinungen den Stromfluß für die Nebenuhren beeinträchtigen, so daß kurze Stromimpulse wirkungslos bleiben. Deshalb ist die Kontaktdauer für die Nebenuhrenströme innerhalb gewisser Grenzen regulierbar gemacht, zumal die Stärke der Ladung von der Zahl der Nebenuhren abhängig ist und mit der erforderlichen Stromstärke wächst. Zu dem Zweck ist die Einrichtung mit dem regulierbaren Verzögerungsrelais v_1, v_2 vorgesehen. Die Wirkungsweise ist folgende: Die Hauptuhr besitzt einen Kontaktarm A, der sich minutlich um

180° dreht, dabei abwechselnd die Federn f_1, f_2 berührt und Relais r_1 bzw. r_2 zum Anzug bringt. Mit dem letzteren wird gleichzeitig immer eine Spule v_1 oder v_2 des Verzögerungsrelais eingeschaltet, dessen Anker langsam anzieht, den Kontakt k nach bestimmter Zeit unterbricht und hierdurch den über k_1 bzw. k_2 gebildeten Nebenschluß zu Af_1 bzw. Af_2 aufhebt. Die Zeit des Anzuges wird durch ein Echappement mit regulierbarem Pendel bestimmt. Die Kontakte an r_1 und r_2 sind dem Grundgedanken nach genau so geschaltet wie bei der Kontakteinrichtung nach Abb. 1211, so daß auch hier die Funkenbildung an den Kontaktfedern und die Rückwirkung der Induktionsströme auf empfindliche Nebenuhren vermieden wird.

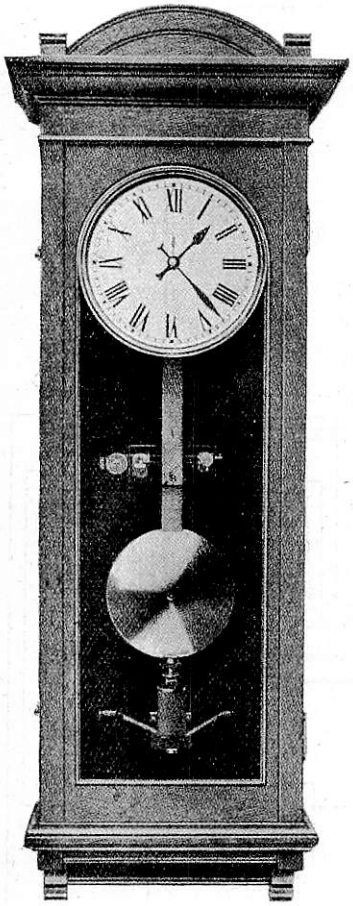

Abb. 1212.
Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel. Siemens & Halske, Berlin.

Der zum Betriebe der Nebenuhren erforderliche Strom beträgt etwa 8 bis 10 Milliampere für jede Nebenuhr. Bei kleineren Anlagen genügen daher etwa 6 bis 8 Salmiakelemente, während bei größeren Anlagen erforderlichenfalls Sammlerbatterien von 10 bis 12 Zellen benutzt werden.

b) Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel. Diese Uhr besitzt weder Gewichts- noch Federantrieb, sie braucht also nicht aufgezogen zu werden (Abb. 1212). Sie kommt auch als Reservehauptuhr zur Verwendung; sie ist, auch wenn sie hierbei für den Betrieb nicht in Betracht kommt, dauernd in Gang und wird elektrisch in Synchronismus mit der Hauptuhr gehalten, so daß sie bei Übernahme der Wirkung der Hauptuhr genau mit der gleichen Zeit einsetzt, mit der die Hauptuhr aussetzt.

Die beiden Uhren (Hauptuhr und Reservehauptuhr) werden elektrisch derartig miteinander verbunden, daß beim Nachlassen der Pendelschwingungen der den Betrieb führenden Hauptuhr ein Wippkontakt an dieser Uhr betätigt und dadurch ein Ortstrom geschlossen wird, der eine Schalteinrichtung umlegt, sodaß alle Wirkungen dieser Hauptuhr nunmehr von der Reservehauptuhr ausgeführt werden. Jedoch nicht nur beim Nachlassen der Pendelschwingungen, sondern auch beim Ausbleiben des minutlichen Stromstoßes zum Betriebe der Nebenuhren wird mittels eines Verzögerungsrelais der Umschalter betätigt, und die Reservehauptuhr übernimmt den Betrieb. In Verbindung mit diesen Umschaltern sind ferner ein Rasselwecker und eine Fallklappe auf der Schalttafel vorgesehen, um etwaige Störungen hör- und sichtbar anzuzeigen und den die Anlage überwachenden Beamten von der erfolgten selbsttätigen Umschaltung in Kenntnis zu setzen.

Die Einrichtung der Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel zeigt Abb. 1213, Fig. 1—3.

Das große Steigrad a, welches auf der Sekundenzeigerachse sitzt, wird bei jeder Pendelschwingung durch den Sperrkegel b (Fig. 3) um einen Zahn vorwärts geschoben und macht in einer Minute eine halbe Umdrehung. Auf derselben Achse sind zwei voneinander isolierte, mit Platinstiften versehene Arme c und d (Fig. 1 und 2) befestigt, welche

durch die Federn e und f und die Achse g mit je einem Pol der Batterie verbunden sind. Nach Verlauf einer Minute kommen beide Arme jeweils mit den oberen Rückleitungs- bzw. unteren Linienlamellen in Berührung. Der Strom fließt einmal durch den Arm c in die nebeneinander liegenden Lamellen h und h_1, über den Drehpunkt i in die Uhrenleitung und durch den Drehpunkt k, Rückleitungslamellen l und den Arm d zur Batterie zurück, das nächste Mal durch den Arm c über die Rückleitungslamellen l in umgekehrter Richtung. Der Kontaktschluß erfolgt dabei auf den unteren Lamellen wie folgt:

1. während einer Pendelschwingung: Auflaufen des Armes c bzw. d auf die Nasen m (Fig. 2) der unteren Linienlamellen h und h_1 (Kontaktschluß),
2. während der nächsten Pendelschwingung: Berührung der Lamellen h und h_1,
3. während der dritten Pendelschwingung: Verlassen der Lamellen h und h_1 (Kontaktunterbrechung).

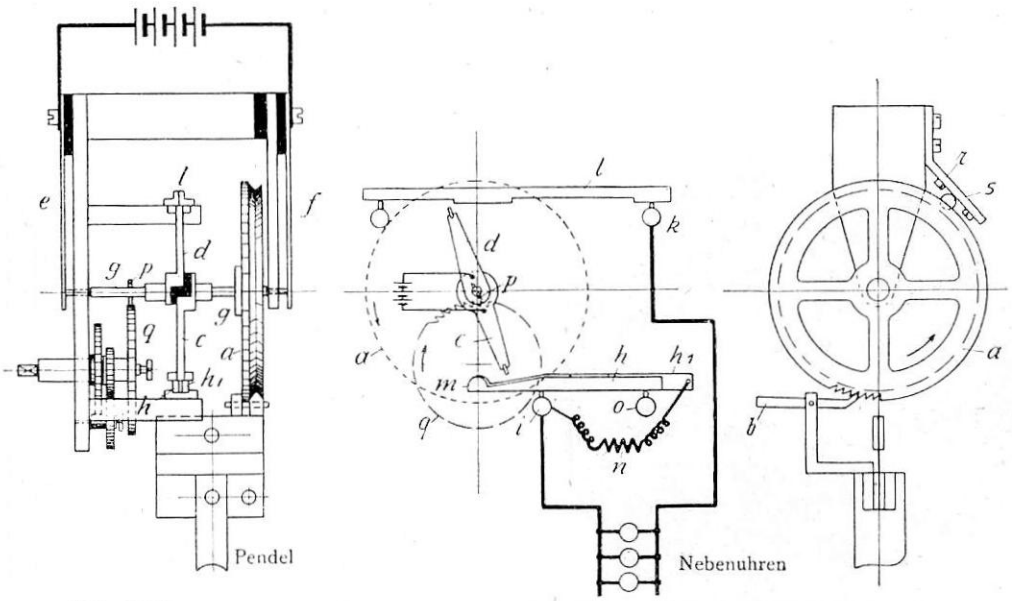

Abb. 1213. Wirkungsweise der Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel von Siemens & Halske, Berlin.

Die Lamelle h_1 ist durch den bifilar gewickelten Widerstand n mit dem Auflager i verbunden, aber gegen die Lamelle h und das Auflager o vollständig isoliert. Der Kontaktbogen von h_1 steht gegen den Kontaktbogen von h vor, wodurch erreicht wird, daß bei Kontaktunterbrechung zuletzt die Nase m der isolierten Lamelle h_1 den Arm c bzw. d verläßt.

Dadurch aber, daß bei Kontaktunterbrechung die isolierte Lamelle h_1 den Bifilarwiderstand n in dem Stromkreise noch einen Moment eingeschaltet läßt, wird der Induktionstrom, der durch die Elektromagnete der Nebenuhren in der Leitung entsteht, über den Widerstand n geleitet, wodurch auch der Unterbrechungsfunke zwischen Arm c bzw. d und der Nase m der isolierten Lamelle h_1 fast vollständig vermieden wird. Die Kontaktarme c und d dienen mithin als Kontaktschließer und gleichzeitig als Stromwender.

Der Kontaktdruck selbst ist durch das Übergewicht der Lamellen bestimmt, bleibt somit immer konstant. Die Dauer des Kontaktes ist von der Pendellänge abhängig

und beträgt bei der normalen Ausführung des Pendels von 100 Schwingungen in der Minute etwa 1,2 Sekunden. Durch den Stift p auf der Sekundenzeigerachse wird nach jeder Minute das Steigrad q um einen Zahn weitergeschoben und der große Zeiger um eine Minute vorgerückt.

Gegen Rückgang ist das große Steigrad a durch eine leichte Kugelbremse s und den Sperrwinkel r in jeder Stellung gesperrt. Durch diese Anordnung ist das lästige Geräusch eines Sperrkegels vermieden, sodaß ein nahezu geräuschloser Gang der Hauptuhren erzielt wird.

Das Kontaktwerk wird durch zwei Schrauben oben an einem im Gehäuse befindlichen Winkel festgeschraubt und die Leitungen zu den Nebenuhren werden an zwei mit dem Kontaktwerk in Verbindung stehenden Klemmen befestigt.

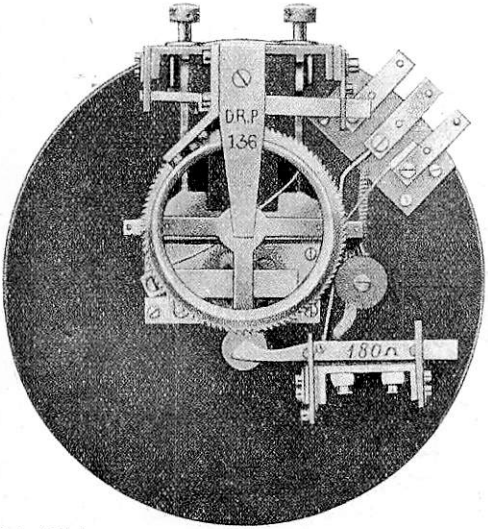

Abb. 1214. Bauliche Anordnung des Kontaktwerkes für das elektrisch betriebene Hauptuhrpendel von Siemens & Halske, Berlin.

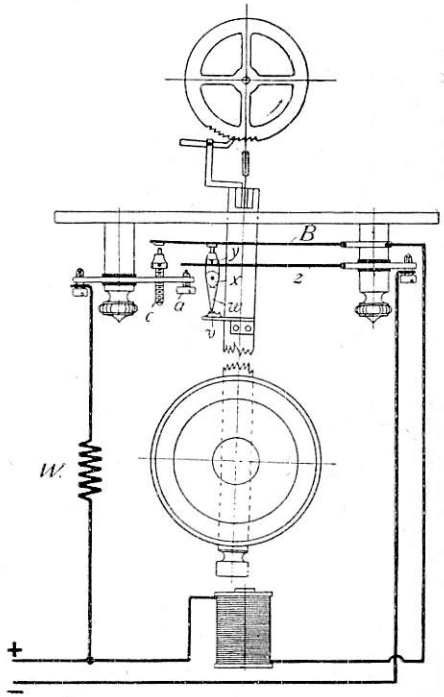

Abb. 1215. Elektrisch betriebenes Pendel für Hauptuhren von Siemens & Halske, Berlin.

Die bauliche Anordnung zeigt Abb. 1214, die Einrichtung zum elektrischen Antrieb des Pendels Abb. 1215.

Die Wirkungsweise ist folgende:

An der Pendelstange ist ein kleiner gezahnter Rücken v angebracht, der bei jeder Pendelschwingung an dem um x drehbaren Mitnehmer w vorbeistreift. Solange die Pendelschwingung groß genug ist, gleitet der Rücken v an dem Mitnehmer w vorbei, ohne daß er sich in der Riffelung von v verfängt. Werden die Pendelschwingungen kleiner, so kann der Rücken v nicht mehr an w vorbeigleiten. Der Mitnehmer w setzt in der Riffelung von v auf und wird dadurch gehoben. Er ist in dem auf der Feder z befestigten Messingstück y gelagert. Wird nun v gehoben und hierbei auch die Feder z von dem Isolierstift der Schraube a abgehoben und mit der Feder B in Berührung gebracht, so wird ein Stromschluß von der Batterie zur Feder z, durch y zur Feder B

und durch die Elektromagnete zur Batterie zurück hergestellt. Die Elektromagnete werden erregt und ziehen den an der Pendellinse befestigten Anker an. Hierdurch wird dem Pendel ein neuer Impuls erteilt. Schwingt nun das Pendel zurück, so wird die Nase v den Mitnehmer w auslassen, hierdurch fällt die Feder z wieder auf den Isolierstift der Schraube a, der Kontakt zwischen dem Messingstück y und der Feder B wird geöffnet und die Elektromagnete werden stromlos. Um das Verbrennen des Kontaktes y und der Feder B zu vermeiden, berührt die Feder B einen Augenblick vor dem Öffnen des Kontaktes die Schraube c. Hierdurch wird der Induktionstrom, der im Elektromagneten durch die Stromimpulse entsteht, über den Widerstand W geleitet und der Öffnungsfunke zwischen y und B vermieden.

Sollen von einer Hauptuhr mehr als 30 Nebenuhren betrieben werden, so kann man durch Einbau von Relais in die Hauptuhr 2 bis 3 Linien und mehr anschließen. Die Hauptuhr selbst betätigt dann nur die Relais, die ihrerseits wieder derartig eingerichtet sind, daß sie für alle Linien gleichzeitig den Kontakt geben, sodaß nicht, wie bisher die Uhren der einzelnen Linien nach einander springen. An jede dieser Linien können dann wieder 30 Nebenuhren angeschlossen werden.

Liegt eine Anzahl Nebenuhren in einer größeren Entfernung von der Hauptuhr, so wird, um den Spannungsverlust nicht durch höhere Batteriespannung oder zu großen Querschnitt der Leitung ausgleichen zu müssen, an der entfernt liegenden Stelle eine Unterstation eingerichtet. Diese besteht aus einer Hauptuhr mit Relais und einer neuen Betriebsbatterie zum Betriebe dieser Hauptuhr und den weiteren an diese Uhr angeschlossenen Nebenuhren. Die Relaishauptuhr selbst wird wie eine Nebenuhr an die von der Hauptuhr kommende Leitung angeschlossen und jede Minute reguliert. Diese Unterstation treibt wieder die Nebenuhren auf eine weitere Entfernung von mehreren Kilometern und so fort. Auf diese Weise kann eine Uhrenanlage auf beliebige Entfernung betrieben und erweitert werden, da man es in der Hand hat, jede Nebenuhr durch eine Relaishauptuhr zu ersetzen. Nach diesem Grundgedanken wurden z. B. die Uhrenanlagen der Hoch- und Untergrundbahn in Berlin und auch in Hamburg eingerichtet.

c) Elektrische Nebenuhren. Die unter Anordnung eines Polwechslers betriebene polarisierte Nebenuhr[1]) für große Zifferblätter und mit schwingendem Anker zeigt Abb. 1216 in schematischer Darstellung.

Durch den Dauermagneten g wird der aus weichem Eisen bestehende Anker c jeweils von den polarisierten Magnetkernen m bzw. m_1 festgehalten. Die Magnetkerne sind entgegengesetzt bewickelt, sodaß bei Stromdurchgang der Magnetismus in einem Magnetkern verstärkt und im anderen geschwächt, bzw. aufgehoben wird. Der um i drehbare Anker c wird dadurch von dem Magnetkern, in welchem der Magnetismus verstärkt ist, angezogen und verbleibt in dieser Lage so lange, bis der Stromschluß der nächsten Minute die Magnetkerne in entgegengesetzter Richtung erregt; dadurch wird der Anker von dem anderen Magnetkern angezogen. Dieses Spiel wechselt in jeder Minute und der Anker wird dadurch in pendelnde Bewegung versetzt. Am Anker c sind die um die Punkte k und l drehbar beweglichen Klinken d, e angebracht, die derart wirken, daß bei Bewegung des Pendelankers c nach links die Klinke d das

[1]) Die ersten elektrischen Nebenuhren waren für reinen Gleichstrom betrieb eingerichtet. Die Anordnung wurde verlassen, weil die in den Uhrenleitungen auftretenden Induktionsströme die Nebenuhren ungünstig beeinflussen, sodaß sie häufig vorgehen und außerdem kann, wenn der Kontakt der Hauptuhr nicht vollkommen rein ist, ein Doppelkontakt und somit eine zweimalige Ingangsetzung der Zeigerwerke der Nebenuhren stattfinden.

Steigrad *a* schiebt, bei entgegengesetzter Bewegung des Ankers jedoch Klinke *e* das Rad in derselben Richtung zieht. Die eigenartige Form des Ankers *c* läßt diesen beiderseits weit ausschwingen; das Verhältnis der Hebellängen der Drehpunkte *k* und *l* zur Länge des Ankers ist insofern ein günstiges, als dadurch das Steigrad und mit diesem die Zeiger sehr langsam, d. h. nicht schleudernd vorwärts bewegt werden und wiederum durch die Länge des Ankers der Elektromagnet eine sehr geringe Kraft zur Bewegung der Zeiger braucht. Um das Steigrad *a* und mit diesem die Zeiger nach jeder Bewegung zu sperren, sind regulierbare Anschläge *h, j* vorgesehen, gegen welche die Klinken *d, e* beim Ausschwingen des Ankers anschlagen.

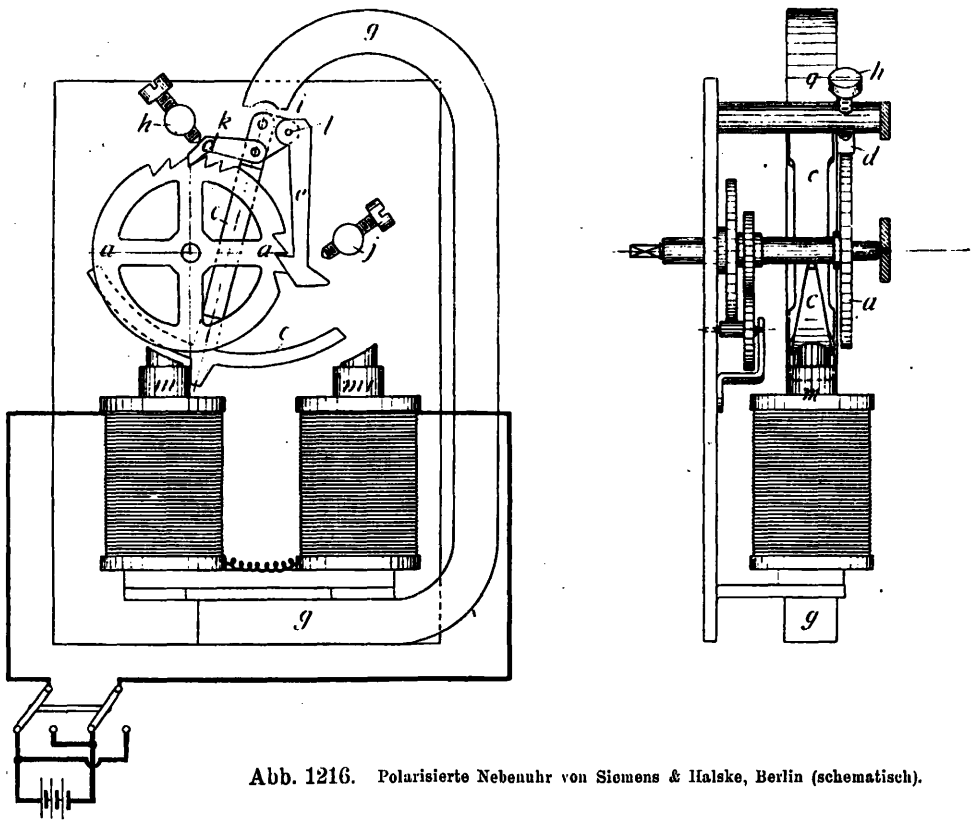

Abb. 1216. Polarisierte Nebenuhr von Siemens & Halske, Berlin (schematisch).

Die bauliche Ausführung eines kleinen polarisierten Zeigerwerks für Nebenuhren bis 40 cm Zifferblattdurchmesser ist aus Abb. 1217 ersichtlich. Die Widerstände der Nebenuhrelektromagneten und die Betriebspannungen sind in Abhängigkeit von der Anzahl der Nebenuhren wie folgt festgesetzt:

Bei Anlagen bis zu 10 Nebenuhren = 750 Ohm bei 6 Volt Spannung,
» » » » 100 » = 1500 » » 12 » » und
» » über 100 » = 2400 » » 24 » »

Die bauliche Ausführung einer Nebenuhr mit 40—80 cm Zifferblattdurchmesser und polarisiertem Zeigerwerk zeigt Abb. 1218. Die Elektromagnete dieser Nebenuhren werden nur für zwei Spannungsbereiche hergestellt und zwar

für 12 Volt Spannung bei kleinen und mittleren Anlagen mit 700 Ohm,
» 24 » » » großen Anlagen mit 1500 Ohm Rollenwiderstand.

d) Turmuhren. Die Nebenuhren können erfahrungsgemäß nur bis zu einer gewissen Zifferblattgröße Verwendung finden. Auch ist es an Stellen, wo verglaste Zifferblätter mangels leichter Zugänglichkeit nicht anwendbar sind und daher freigehende Zeiger verwendet werden müssen, nicht möglich, sympathische Nebenuhren anzuordnen, da diese selbst in vergrößerter Ausführung den auf die Zeiger einwirkenden Winddruck nicht überwinden können. Die für die Zeigerbewegung erforderliche Kraft ist nur mit mechanischen Turmuhrwerken zu erreichen.

Um die Turmuhr in genauer Übereinstimmung mit den an die Anlage angeschlossenen Nebenuhren zu halten, wird an das Gehwerk eine elektrische Auslösung ähnlich dem Werk der Nebenuhren angebracht. Diese Auslösung wird genau wie eine Nebenuhr an die Anlage angeschlossen und bewirkt so die minutliche Auslösung der unter Gewichtszug stehenden Zeigerwerke.

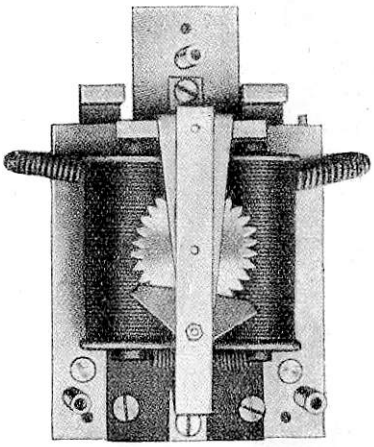

Abb. 1217. Polarisiertes Nebenuhrwerk für Zifferblätter bis 40 cm Durchmesser. Siemens & Halske, Berlin (bauliche Ausführung).

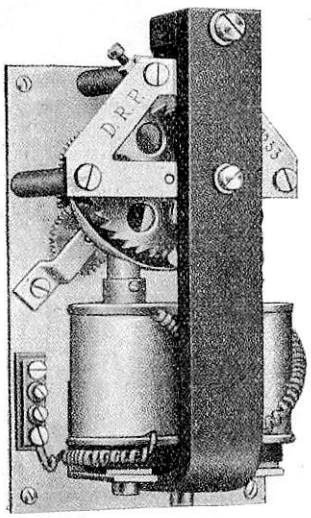

Abb. 1218. Polarisiertes Nebenuhrwerk für Zifferblätter bis 80 cm Durchmesser. Siemens & Halske, Berlin (bauliche Ausführung).

Die Turmuhrwerke werden in beliebiger Größe, mit Viertel- und Vollstundenschlagwerk, sowie mit Handaufzug oder auch elektrisch betriebener Aufziehvorrichtung hergestellt.

Abb. 1219 zeigt ein Turmuhrwerk mit Laufwerken für das hörbare Anzeigen der abgelaufenen Viertel- und vollen Stunden. G ist das Gehwerk, das die Fortbewegung der Zeiger bewirkt, V das Viertelstunden- und S das Stundenschlagwerk. Die elektrische Auslösung M besteht aus einem polarisierten Magnetsystem mit schwingendem Anker, zwei Auslösehebeln und einem Exzenter. Die minutliche Fortschaltung der Zeiger geschieht wie folgt: Das in der Turmuhr befindliche Gangrad, welches in der Minute eine Umdrehung macht, sitzt auf der Welle w, die mit einem Exzenter e versehen ist. Der Exzenter liegt auf der Achse des Auslösehebels 1. Beim Durchschwingen des Ankers a, was minutlich durch den Stromimpuls der Hauptuhr erfolgt, wird der Auslösehebel 1, welcher durch den Hebel 2 festgehalten wird, frei, der Exzenter e macht eine Umdrehung und stellt gleichzeitig den Hebel 1 wieder in Ruhe. Während der Dauer dieser einen Umdrehung des Exzenters 2 bzw. der Welle w werden gleichzeitig das Gehwerk G und damit die Zeiger um genau eine Minute weitergestellt. Um ein

zu schnelles Laufen des Uhrwerks G zu verhindern, wird auf die Gangradwelle w ein Windfang W aufgesetzt. Die Auslösung des Viertelstundenschlagwerks V erfolgt mechanisch dadurch, daß auf der Minutenwelle w_1, die sich in einer Stunde um 360° dreht, eine Scheibe mit 4 Stiften angebracht ist, welche den Hebel des Viertelschlagwerks viertelstündlich auslöst und den Hammer der Glocken mittels eines Drahtseiles,

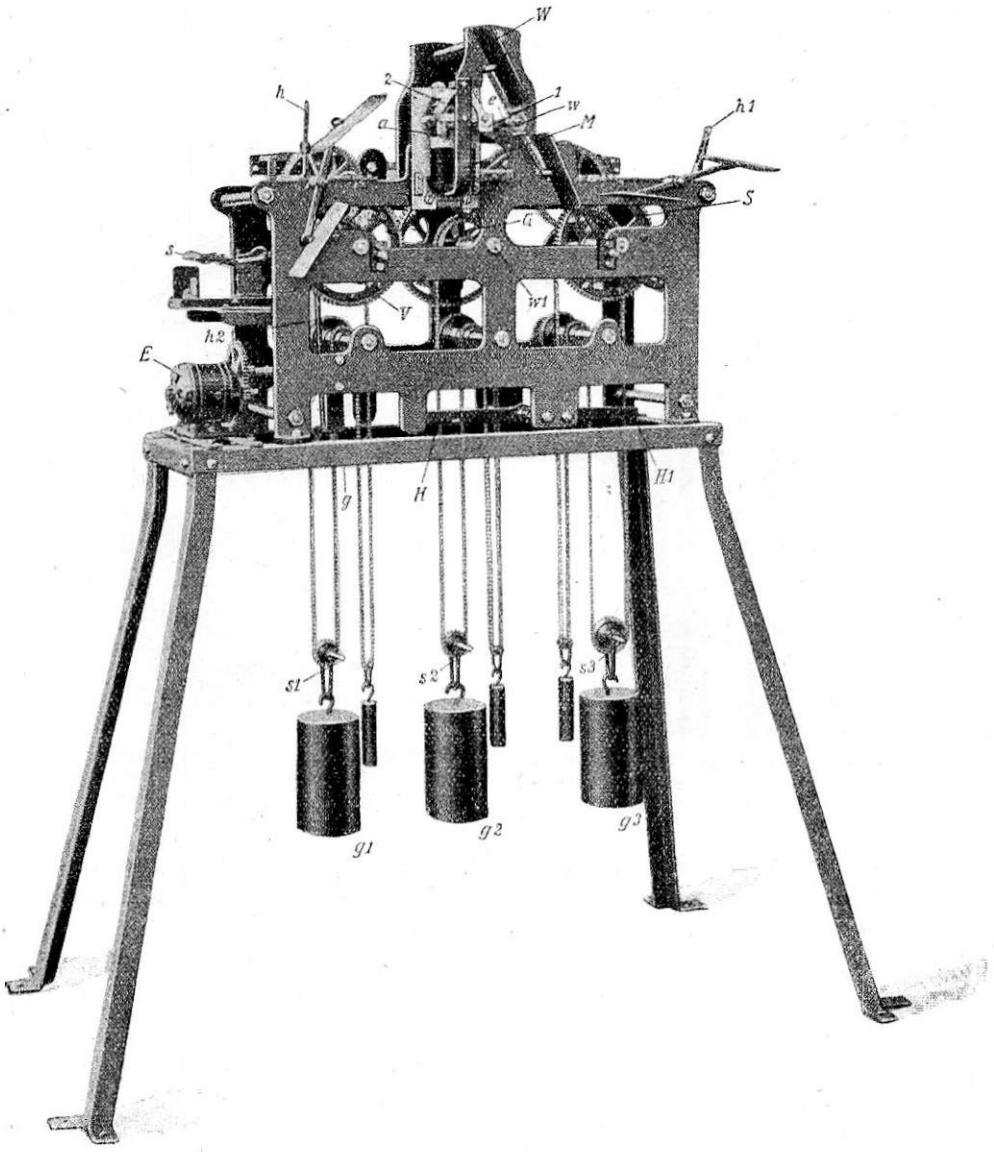

Abb. 1219. Mechanisches Turmuhrwerk mit elektrisch regulierter Auslösung und selbsttätiger Motoraufziehvorrichtung. Siemens & Halske, Berlin.

das an dem Hebel h befestigt ist, betätigt. Das Stundenschlagwerk S wird durch einen am Schaltrad des Viertelschlagwerks befindlichen Stift stündlich mechanisch ausgelöst und der Hammer durch das Drahtseil des Hebels h_1 in Tätigkeit gesetzt. Das Aufziehen der Gewichte erfolgt zweckmäßig durch einen Elektromotor E, der nach Ablauf der Gewichte g_1, g_2 und g_3 durch den Schalter s nebst Schalthebel h_2 selbsttätig eingeschaltet

wird. Ebenso erfolgt die Ausschaltung des Motors nach beendetem Aufzug selbsttätig durch die Stifte s_1, s_2 und s_3 nach deren Anlaufen an die Gabel g bzw. die Hebel H und H_1.

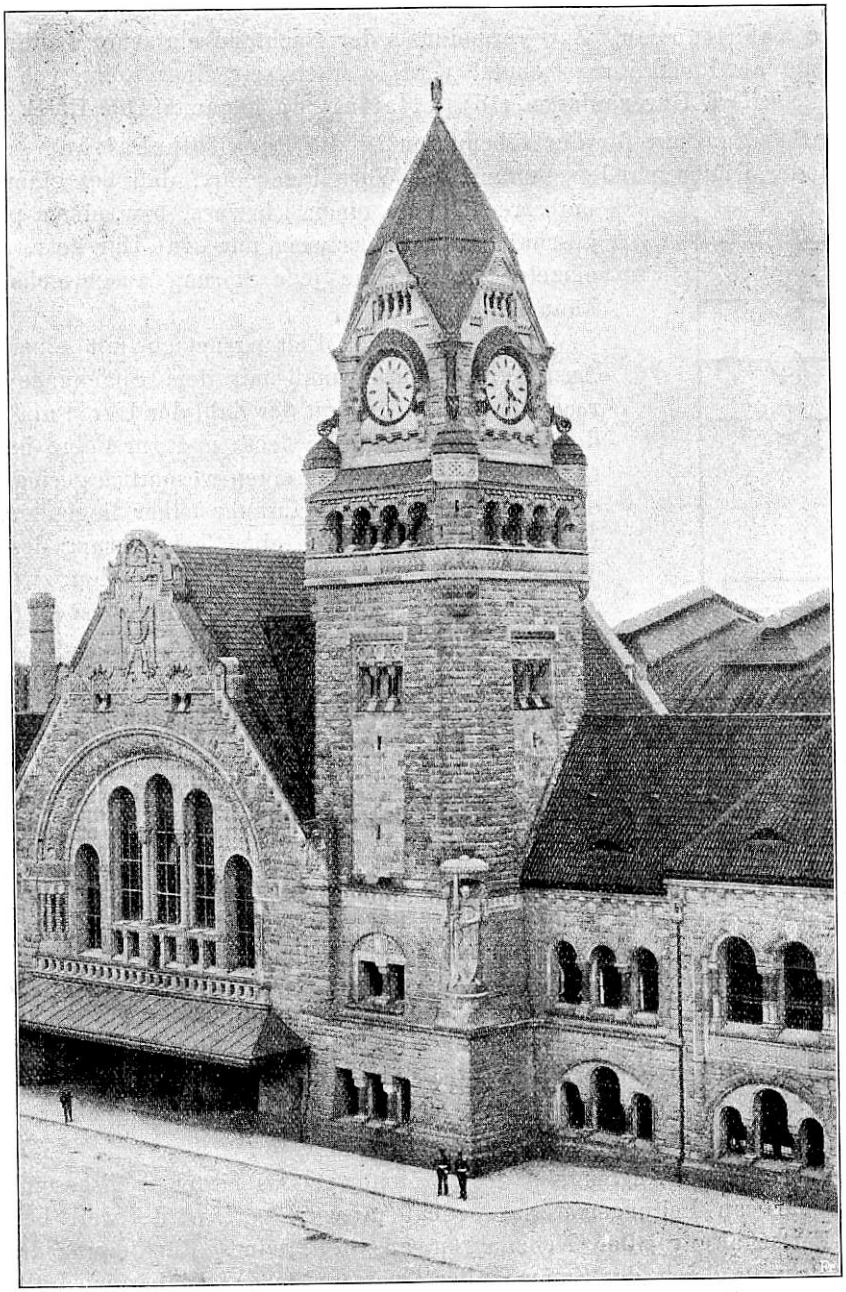

Abb. 1220. Turmuhr mit elektrisch auslösendem Gehwerk an einem Bahnhof-Empfangsgebäude.

Für einen Turm mit mehreren großen Zifferblättern ist nur ein Turmuhrwerk mit einer elektrischen Auslösung erforderlich; die Fortbewegung der Zeiger erfolgt mittels geeigneter mechanischer Getriebe gleichzeitig. Bei Turmuhren mit Zifferblättern

von etwa 1,5 m Durchmesser werden die elektrischen Auslösevorrichtungen mit doppelten Magnetsystemen versehen.

Ein Muster einer Turmuhr an einem Empfangsgebäude zeigt Abb. 1220.

e) Die Schaltungen. Zur Vermeidung der Nachteile einfacher Leitungen[1]), wobei die Erde als Rückleitung benutzt wird, werden seit einer Reihe von Jahren für kleine und mittlere Uhrenanlagen Doppelleitungen benutzt (Abb. 1221).

Als Schaltungsart für die Nebenuhren ist die Parallelschaltung gewählt, die gegenüber der Hintereinanderschaltung den Vorteil gewährt, daß bei einer Leitungsunterbrechung an einem Uhrwerk, bzw. einem parallel eingeschalteten Leitungszweig nur eine Uhr gestört wird und einzelne Uhren ohne jede Störung ausgewechselt werden können.

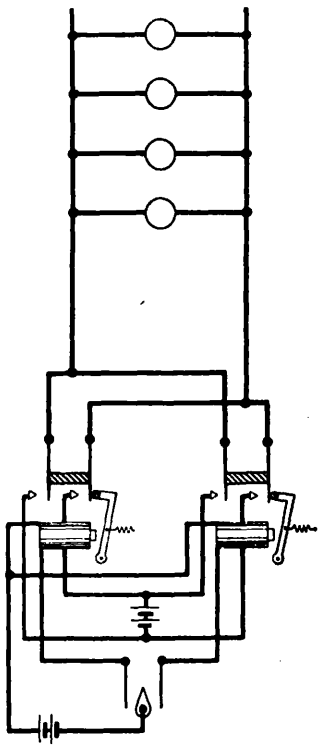

Abb. 1221. Schaltung für elektrische Uhrenanlagen mit einer geringen Anzahl Nebenuhren. Siemens & Halske, Berlin.

Bei größeren Leitungsnetzen mit einer größeren Anzahl Nebenuhren muß mit dem Spannungsverlust gerechnet werden, der mit der Zahl der Uhren und der Länge der Leitung bedeutend wächst und zur Folge hat, daß die entfernt liegenden Uhren einen wesentlich geringeren Strom erhalten als die der Hauptuhr näher liegenden. Diesem Übelstande könnte durch eine Vergrößerung des Leitungsquerschnittes einigermaßen begegnet werden; zweckmäßiger ist aber für diese Fälle das Dreileitersystem (Abb. 1222, Fig. 1 u. 2).

Wie Fig. 1 zeigt, werden die Uhren an die 3 Leiter *a*, *b*, *c* angeschlossen. Die Leitungen *d* und *e* dienen als Ausgleichleiter; sie werden an diejenigen Stellen des Netzes angeschlossen, wo der Stromverbrauch am größten ist. Außerdem können aber auch Uhren zwischen diese und den Mittelleiter unmittelbar geschaltet werden (Fig. 2). Die Verteilung der Nebenuhren im Dreileiternetz erfolgt derart, daß die verschiedenen Leitungszweige gleichmäßig belastet sind, d. h. daß der Mittelleiter stromlos bleibt. Zur Durchführung der gleichmäßigen Belastung können an der Hauptuhr regulierbare Ausgleichwiderstände vorgesehen werden. Hierbei kann z. B. der Mittelleiter *b* an beliebiger Stelle unterbrochen sein, ohne daß der Gang der Uhren dadurch beeinflußt wird. Der Mittelleiter *b* tritt als stromführender Leiter nur bei einer Unterbrechung einer der übrigen Leitungen in Wirksamkeit.

Die Vorteile der Anwendung des Dreileitersystems bestehen insbesondere darin, daß der Bedarf an Leitungsmaterial bedeutend verringert wird, weil bei gleichzeitiger Fortschaltung aller Nebenuhren an Stelle eines Rückleitungsdrahtes von einem Querschnitt gleich der Summe aller Querschnitte der Hinleitungsdrähte nur ein

[1]) Als Nachteile einfacher Leitungen kommen im wesentlichen in Betracht:
a) schon ein Erdschluß kann nicht nur alle dahinterliegenden Nebenuhren ausschalten, sondern sogar gegebenenfalls alle Uhren außer Betrieb setzen, und
b) die Wirkungen vagabundierender Ströme von Starkstromanlagen usw. können den Betrieb der Nebenuhren ganz verhindern.

Rückleitungsdraht von geringem Querschnitt erforderlich ist. Ferner wird durch die Hintereinanderschaltung zweier Batterien, die an die 3 Leiter *a*, *b*, *c* angeschlossen sind, eine möglichst günstige, gleichmäßige Stromverteilung bei beliebig großem Verbrauch erzielt und außerdem wird auch der Spannungsabfall wesentlich verringert. Schließlich wird noch der Übelstand des Zweileitersystems, daß bei langen Leitungen die Nebenuhren infolge des großen Spannungsverlustes verschiedene Widerstände erhalten müssen, vermieden.

Obwohl ein einzelner Erdschluß in einer Uhrenanlage nach dem Zweileiter- oder Dreileitersystem ohne Einfluß auf den Gang der Nebenuhren bleibt, so können schon zwei oder mehrere Erdschlüsse den Betrieb erheblich stören (vgl. die Abb. 1221 u. 1222). Das Leitungsnetz wird deshalb mit einer sog. Kontrolleinrichtung versehen, durch die ermöglicht ist, sämtliche Leitungen dauernd auf Erd-, bzw. Nebenschluß nachzu-

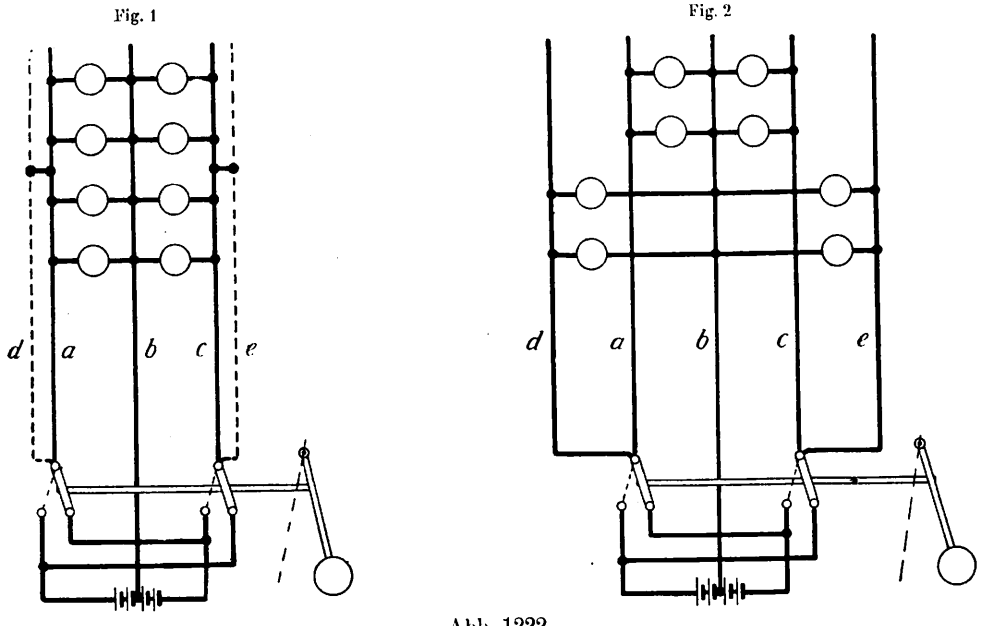

Abb. 1222.
Schaltung für elektrische Uhrenanlagen mit einer größeren Anzahl Nebenuhren. Anordnung von Siemens & Halske, Berlin.

prüfen. Die Erdschlußprüfungseinrichtung besteht aus einem Meßinstrument *b* (Abb. 1223, Fig. 1), das den Erdschluß sichtbar anzeigt und einem Relais *r*, das zur hörbaren Anzeige einen Weckerstromkreis schließt.

Bei einer Uhrenanlage mit Dreileitersystem ist zu den vorbenannten Bestandteilen der Erdschlußprüfungseinrichtung noch eine Hilfsbatterie *a* (Abb. 1223, Fig. 2) erforderlich, die dann mit dem geerdeten Relais *r* und dem Erdschlußanzeiger *b* an dem Mittelleiter und gleichzeitig durch eine besondere Verbindungsleitung *y* an den beiden Außenleitern liegt. Bei dem minutlich wechselnden Schluß der Kontakte f_1 und f_2 mit *A*, d. h. während der Zeit der Zeigerbewegung aller Nebenuhren, wird, infolge Anzuges der Relaisanker r_1 und r_2 die Erdschlußanzeigevorrichtung an den Kontakten 2, 4 bzw. 1, 3 abgeschaltet. Zur Prüfung der Leitungen auf Nebenschluß wird in den Mittelleiter ein Meßinstrument und ein Differenzialrelais eingeschaltet. Solange die Leitungen rein sind, mithin der Mittelleiter stromlos ist, bleiben auch Differenzialrelais und Meßinstrument stromlos. Bei eintretendem Nebenschluß zwischen

einem beliebigen Außenleiter und dem Mittelleiter wird jedoch der letztere stromführend und dieser Zustand, wie bei der Erdschlußprüfung, hör- und sichtbar angezeigt. In besonderen Fällen wird ferner eine sog. Rückkontrolle angewendet zu dem Zweck, die Ausübung einer Überprüfung des richtigen Ganges der elektrisch fortgeschalteten Nebenuhren durch den Beamten an der Hauptuhr mittels eines Weckers und an einem Registrierstreifen zu ermöglichen. Letzterer ist mit Minutenteilung versehen; an ihm

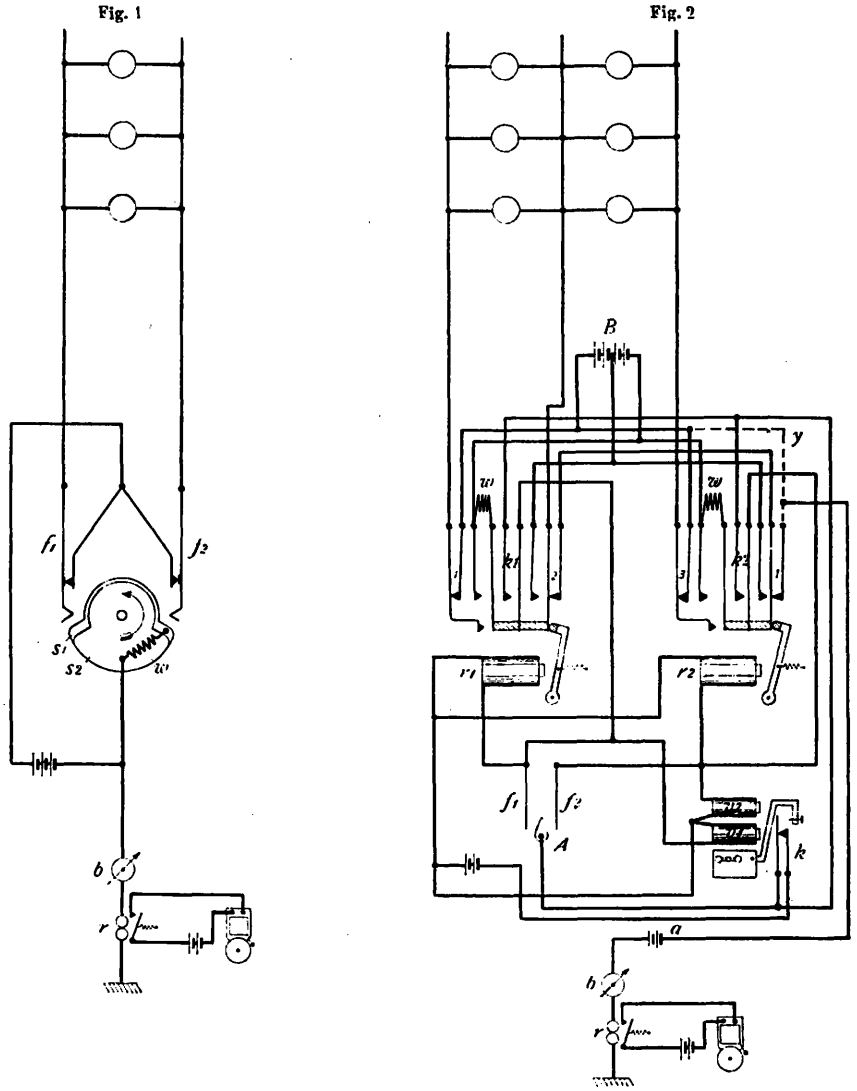

Abb. 1223. Schaltung für elektrische Uhrenanlagen mit Erd- und Nebenschlußüberprüfung von Siemens & Halske, Berlin.

ist ablesbar, welche Uhr das Kontrollzeichen gegeben hat. Durch Vereinigung der Rückkontroll- und Erdschlußkontrolleinrichtung in Anlagen mit mehreren Uhrenlinien ist das Eintreten eines Erdschlusses oder Drahtbruches und auch der gestörte Leitungstrang bzw. die gestörte Kabelader erkennbar.

Die in Abb. 1224 dargestellte Hauptstelle umfaßt fünf Linien. Links von der Schalttafel ist die Präzisionshauptuhr, rechts die Reservehauptuhr aufgestellt. Die mit

Kontakteinrichtung für die Stromwenderelais versehene Hauptuhr (links) trägt an ihrem Pendel einen Wippkontakt, der beim Nachlassen der Pendelschwingungen einen Wecker betätigt, damit durch Umlegen des unten sichtbaren Schalters die Reservehauptuhr eingeschaltet wird. Die Anlage kann unter Verwendung von Relaishauptuhren jederzeit erweitert werden. Die beschriebenen Einrichtungen sind der Firma durch D.R.P. geschützt.

f) Nach den bisherigen Erörterungen wird die im folgenden beschriebene elektrische Uhrenanlage der Hoch- und Untergrundbahn in Berlin ohne weiteres verständlich sein (Abb. 1225).

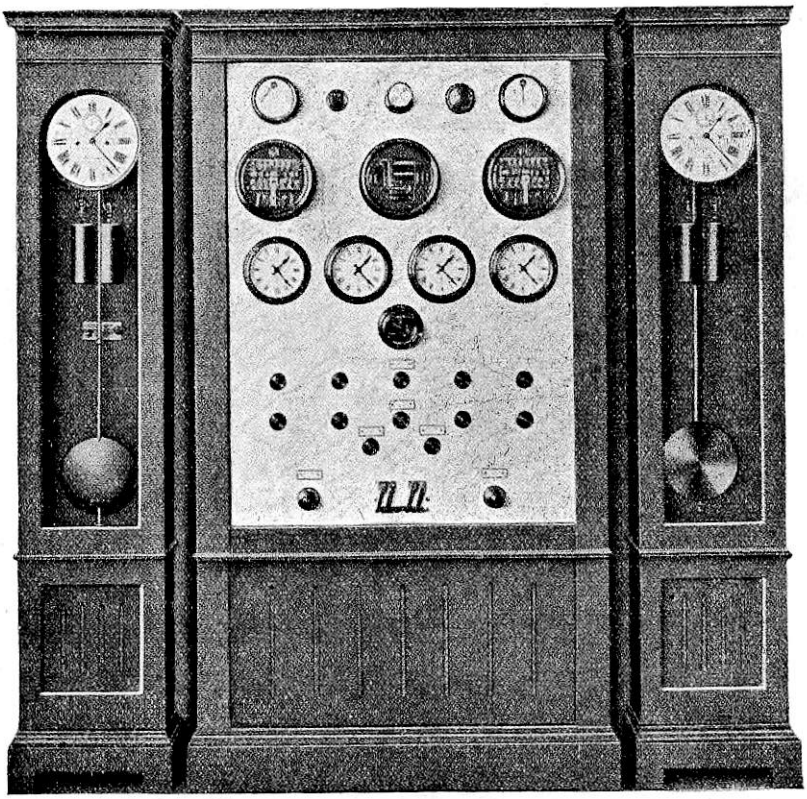

Abb. 1224. Hauptstelle für eine elektrische Uhrenanlage mit Haupt- und Reservehauptuhr. Siemens & Halske, Berlin.

Der Anlage zugrunde gelegt ist neben einer Hauptuhr die Verwendung von Relaishauptuhren an so viel Stellen, als durch den allmählichen Ausbau der Anlage erforderlich erscheint. Vorläufig sind als Relaishauptstellen eingerichtet die Bahnhöfe: Warschauer Brücke, Prinzenstraße, Nollendorfplatz und Bismarckstraße. Die Hauptuhr mit Gewichtswerk und Kompensationsekundenpendel ist im Verwaltungsgebäude aufgestellt. Eine Registriervorrichtung ist ihr derart angegliedert, daß täglich zu einer bestimmten Zeit zwei in einer geraden Linie liegende Stifte auf eine sich drehende Papierscheibe einen Strich zeichnen. Die eine Aufzeichnung wird durch die Hauptuhr selbst bewirkt, während die zweite Aufzeichnung durch das von der Sternwarte kommende Zeitsignal selbsttätig bewirkt wird, sodaß nach dieser Aufzeichnung eine genaue Einregulierung des Pendels möglich ist.

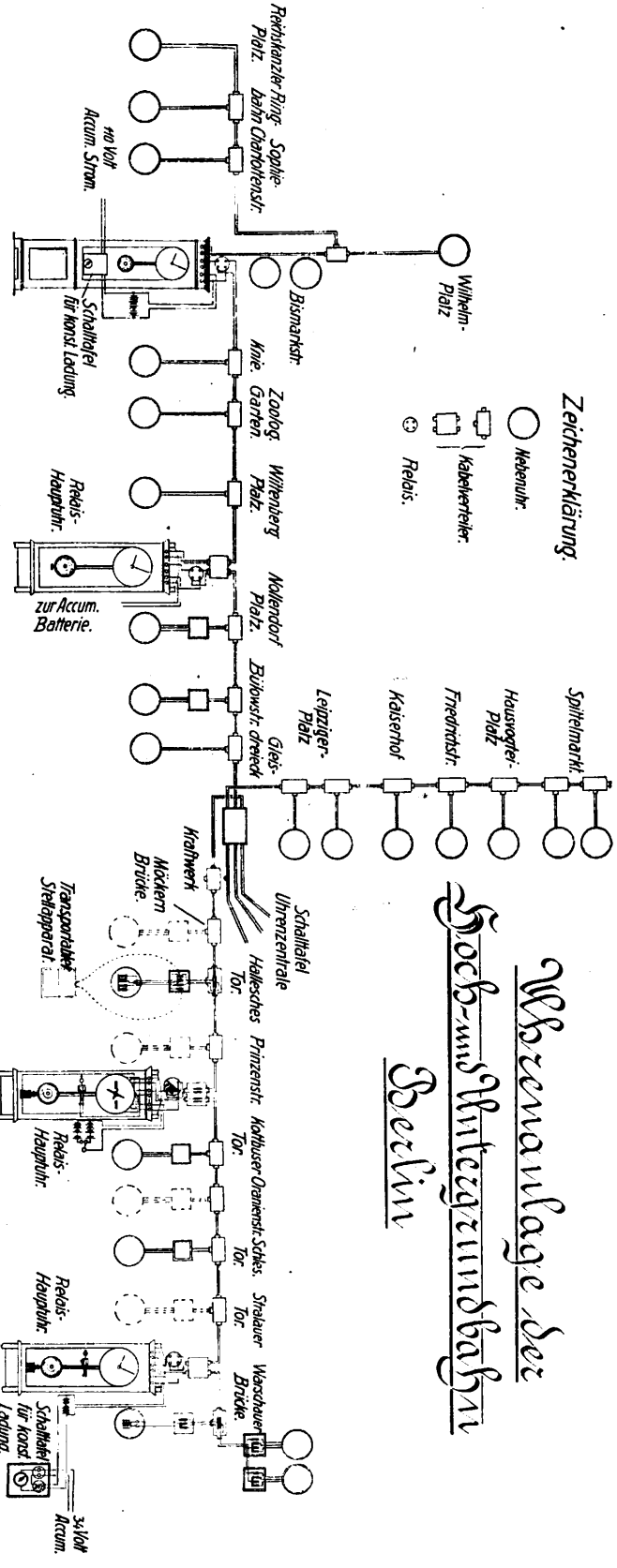

Abb. 1225.

Des weiteren ist diese Uhr mit einer Umschaltvorrichtung so ausgerüstet, daß bei einer unmittelbaren Störung in der Uhr, bei welcher die Pendelschwingungen nachlassen würden, ein Stromimpuls auf einen in der gleichfalls vorgesehenen Reservehauptuhr befindlichen Umschalter wirkt, sodaß die Reservehauptuhr danach sofort die Wirkung der eigentlichen Hauptuhr selbsttätig übernimmt.

Für die von der Hauptstelle ausgehenden 4 Leitungen zum Anschluß der Relaishauptuhren und Nebenuhren ist je eine Kontrolluhr und ein zu der betreffenden Linie gehörendes Relais vorgesehen. An jede Linie können 30 Nebenuhren angeschlossen werden.

Falls durch einen unvorhergesehenen Umstand sämtliche Nebenuhren einer Linie um eine Minute oder mehr zurückbleiben, so kann man mit Hilfe von Stromwendern von der Hauptuhr aus die Nebenuhren auf die richtige Zeit wieder einstellen. Durch diese Gesamtanordnung ist es ermöglicht, daß unter Verwendung nur eines Zeitkontaktes, welcher halbminutlich in der Hauptuhr geschlossen wird, sämtliche Linien und damit sämtliche Uhren der Anlage den zur Fortschaltung erforderlichen Stromstoß gleichzeitig erhalten.

Da für den Betrieb der Nebenuhren nur ein geringer

Strom erforderlich ist, so ist der Umfang der erforderlichen Batterien ein verhältnismäßig kleiner. Mit Hilfe der Meßinstrumente läßt sich jede Störung der Stromquelle sofort erkennen.

Die Relaisstationen bestehen aus einer Relaishauptuhr und einer Sammlerbatterie. Erstere wird wie eine gewöhnliche Nebenuhr an eine von der Hauptuhr ausgehende Uhrenlinie angeschlossen und auf diese Weise jede halbe Minute auf genau gleiche Zeit mit der Hauptuhr, also auch mit der astronomischen Zeit geregelt. Die Relaishauptuhren sind mit Kontakteinrichtung zum Betriebe von 30—60 Nebenuhren ausgestattet.

Die Anwendung der Relaisstationen bietet neben einer erheblichen Leitungsersparnis noch den Vorteil, daß bei einer etwaigen Störung in einer der von der Hauptuhr ausgehenden Uhrenleitungen oder bei Ausbleiben des Regulierstromes die Relaishauptuhr selbständig weitergeht und somit auch die von derselben betätigten Nebenuhren nicht beeinflußt werden.

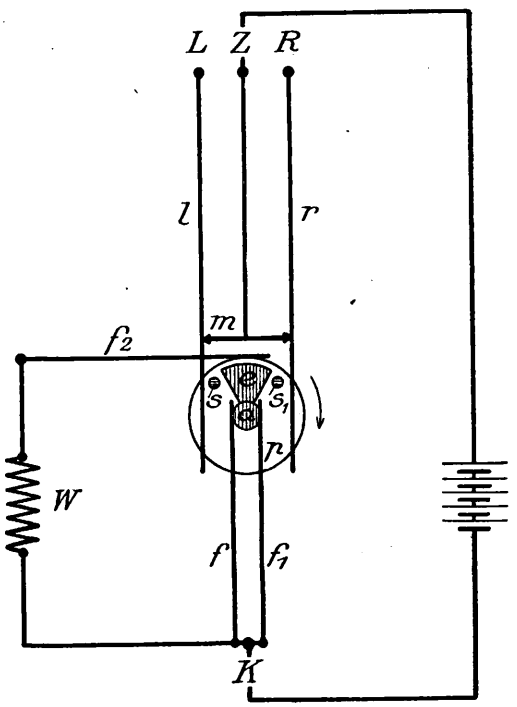

Abb. 1226. Kontaktvorrichtung für Hauptuhren mit einer Linie. Bauart C. F. Wagner, Wiesbaden.

§ 189. Elektrische Uhren der Bauart C. Theodor Wagner in Wiesbaden[1]). Die Hauptuhren sind für Gewicht- oder Federzugbetrieb und achttägigen Gang, oder für elektrischen Selbstaufzug (D.R.P. Nr. 198799) eingerichtet. Sie sind mit besonderem Laufwerk versehen, das in jeder Minute durch das Gehwerk ausgelöst wird und die Kontaktachse mit dem auf ihr angeordneten Exzenter eine halbe Umdrehung ausführen läßt. Der Stromschluß und der Richtungswechsel des Stromes wird in jeder Minute durch die Hauptuhr mit einer Linie derart bewirkt, daß der Exzenter zwischen zwei isolierten Kontaktfedern abwechselnd in der einen Minute längs der einen und in der folgenden Minute längs der anderen Kontaktfeder vorbeigleitet, während bei Hauptuhren mit mehreren Linien zu dem Zwecke der Exzenter während jeder halben Umdrehung nacheinander mehrere im Umkreis der Kontaktachse angeordnete isolierte Kontaktstücke, an die die einzelnen Linien angeschlossen sind, in ihrer Reihenfolge unter Federdruck berührt. Außerdem ist mit der Kontaktvorrichtung der Hauptuhr für eine Linie noch ein vorstehender Hebel verbunden, durch den die Zeiger aller Nebenuhren erforderlichenfalls unabhängig von dem Werk der Hauptuhr fortgestellt werden können. Das Fortstellen der Zeiger aller durch eine Hauptuhr für mehrere Linien betriebenen Nebenuhren geschieht von der Hauptuhr aus mittels einer besonderen Vorrichtung zum Auslösen des Laufwerkes durch Aus- und Einrücken mit der Hand.

[1]) Vgl. die Druckschrift »Preisliste« über elektrische Uhren von C. Theodor Wagner, elektrotechnische Fabrik in Wiesbaden.

Die Kontaktvorrichtung der Hauptuhr mit einer Linie (in schematischer Darstellung) zeigt die Abb. 1226.

Auf der Kontaktachse a ist der Exzenter e mit dem Kupferpol K der Batterie durch die Federn f und f_1 verbunden; isoliert von derselben ist die runde Metallscheibe p mit den vortretenden Platinstiften S und S_1 angebracht. Mit dem Kupferpol ist außerdem das eine Ende der bifilar gewickelten Drahtspule W verbunden, deren anderes Ende mit der Schleiffeder f_2, welche die Zuleitung zu der Scheibe p und den beiden Platinstiften S und S_1 bildet, in Verbindung steht.

Die Achse a mit dem Exzenter e dreht sich in jeder Minute um 180° in der Pfeilrichtung zwischen den beiden an die Leitung L und die Rückleitung R angeschlossenen Kontaktfedern l und r, welche in der Ruhelage an einer die Leitung von dem Zinkpol Z der Batterie aufzunehmenden Klemme m seitlich anliegen.

Sobald der Exzenter nach erfolgter Auslösung des Laufwerks durch das Gehwerk nach Ablauf einer Minute seine halbe Umdrehung beginnt, erfolgt zunächst eine Berührung der Kontaktfeder r mit dem Stift S_1, welcher die Feder r unter Vorschaltung des Widerstandes der Drahtspule W von der Klemme abhebt, alsdann während eines Augenblickes eine gleichzeitige Berührung mit dem Stift S_1 und dem Exzenter e, sodann nur mit dem Exzenter e, im weiteren Verlauf mit dem Exzenter e und dem Stift S und schließlich nur mit dem Stift S.

Wenn vor beginnendem und vor beendigtem Kontaktschluß einer der Stifte S_1 oder S die Kontaktfeder r berührt, so wird die im Nebenschluß befindliche Drahtspule vorgeschaltet und der Strom vom Kupferpol der Batterie über die Drahtspule W, Schleiffeder f_2, Scheibe p, Stift S_1, bzw. S, Kontaktfeder r, durch die in die Leitungen von L und R parallelgeschalteten Nebenuhren zur Kontaktfeder l, Klemme m zum Zinkpol der Batterie zurück geleitet. Während der gleichzeitigen Berührung der Kontaktfeder r mit einem der Stifte S_1, bzw. S und dem Exzenter e ist die Drahtspule W vorübergehend parallel zu den Nebenuhren geschaltet und während der alleinigen Berührung mit dem Exzenter gänzlich ausgeschaltet, sodaß alsdann der volle Strom von dem Kupferpol K der Batterie über Exzenter e, Kontaktfeder r in das Leitungsnetz durch die Nebenuhren und zum Zinkpol Z zurück gelangen kann.

Da vor beendigtem Kontaktschluß durch den Stift S die Drahtspule W erst parallel- und alsdann vorgeschaltet wird, so findet ebenso wie bei beginnendem Kontaktschluß eine allmähliche Abschwächung des Stromes statt und kann daher eine Funkenbildung infolge des bei dem Öffnen der Leitung sonst auftretenden Extrastromes nicht eintreten.

In der nächsten Minute schleift der Exzenter mit den beiden Stiften S und S_1 an der Kontaktfeder l und der Strom fließt nun in entgegengesetzter Richtung vom Kupferpol durch die Leitung L, die Nebenuhren, Rückleitung und zum Zinkpol zurück.

Die schematische Darstellung der Kontakteinrichtung der Hauptuhr mit mehreren Linien zeigt Abb. 1227.

Für den Kontaktschluß und den minutlichen Wechsel der Stromrichtung ist auf der Kontaktachse der Hauptuhren mit mehreren Linien ein Stromwender, bestehend aus zwei halbkreisförmigen, isolierten Segmentstücken mit den diametral gegenüberliegenden Nasen N und N_1 an je einem Ende angebracht. Durch isolierte Schleifringe und die auf denselben aufliegenden Schleiffedern f_1 und f_2 wird die Zuleitung von dem Kupferpol der Batterie nach der Nase N_1 und von dem Zinkpol nach der Nase N vermittelt. Die Kontaktachse trägt außerdem eine zwischen den Segment-

stücken und den Nasen isoliert angeordnete Messinglamelle a—b, mit welcher das eine Ende einer bifilar gewickelten Drahtspule mittels der auf dem inneren Schleifring aufliegenden Schleiffedern f_4 und f_5 in Verbindung steht, während das zweite Ende der Drahtspule an die Schleiffeder f_3 angeschlossen ist.

Am Umkreise des Stromwenders sind in tangentialer Richtung die den einzelnen Linien entsprechenden Kontaktfedern l_1—l_6 angeordnet, an welche die Leitungen für die in der Abbildung beispielsweise angenommenen 6 Linien bei L_I—L_{VI} anschließen.

Nach erfolgter Auslösung des Laufwerks durch das Gehwerk führt der Stromwender eine halbe Umdrehung aus und die Nase N_1 berührt während der Drehung die Kontaktfedern l_1—l_6 in ihrer Reihenfolge. Der volle Strom von dem Kupferpol K der Batterie wird alsdann über die Schleiffeder f_1, den zugehörigen Schleifring und das Segmentstück mit der Nase N_1 durch die aufeinanderfolgenden Kontaktfedern l_1—l_6 in die an die 6 Linien angeschlossenen Nebenuhren der Reihe nach entsendet und fließt durch die für alle Linien gemeinschaftliche Rückleitung R über die während der Drehung auf dem Segmentstück mit der Nase N aufliegende Schleiffeder f und den zum Segmentstück gehörigen Schleifring, sowie über Schleiffeder f_2 zum Zinkpol der Batterie zurück.

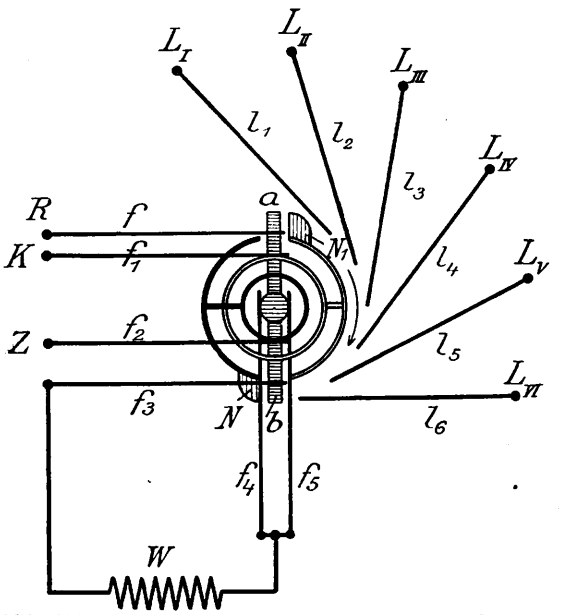

Abb. 1227. Kontaktvorrichtung von C. F. Wagner, Wiesbaden für Hauptuhren mit mehreren Linien.

Unter der Einwirkung des vollen Stromes werden dadurch die Zeiger der Nebenuhren in den 6 Linien um je eine Minute fortbewegt.

Bevor jede durch die Nase N_1 angespannte Kontaktfeder l_1—l_6 wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückkehrt, d. h. bevor der Strom in jeder Linie wieder geöffnet wird, legt sie sich erst auf das Ende a der Messinglamelle auf, sodaß in diesem Augenblick der Strom von dem Kupferpol K über Schleiffeder f_1, den zugehörigen Schleifring, über das Segmentstück mit Nase N_1, die während der Drehung auf demselben aufliegende Schleiffeder f_3, durch die Drahtspule W zur Lamelle b—a, durch die Leitungen von L_1—L_6 zu den Nebenuhren in den 6 Linien, nach der gemeinschaftlichen Rückleitung R und zum Zinkpol zurückgeleitet wird.

Die in der beschriebenen Weise vor dem jedesmaligen Öffnen der Kontakte für die 6 Linien erfolgende Parallelschaltung und Vorschaltung der bifilar gewickelten Drahtspule bewirkt eine allmähliche Abschwächung des Stromes, sodaß eine Funkenbildung durch Extraströme vermieden und einer Oxydation der Kontaktstellen vorgebeugt ist. Derselbe Vorgang wiederholt sich in der folgenden Minute nur mit dem Unterschied, daß nun die mit dem Zinkpol in Verbindung stehende Nase N an den Kontaktfedern l_1—l_6 vorbeigleitet und der Strom in umgekehrter Richtung nach den Nebenuhren entsendet wird. Die Funkenbildung ist in der vorher angegebenen Weise vermieden.

Zum Antrieb des Geh- und Laufwerks der Hauptuhren mit elektrischem Selbstaufzug dienen kleine Gewichte, die selbsttätig in jeder Minute durch eine unterhalb des Werks angeordnete Einrichtung gleichzeitig um so viel wieder aufgezogen werden, als sie im Verlauf der vorhergehenden Minute abgelaufen sind. Die Aufzugsvorrichtung ist ebenso wie die Nebenuhren in den Stromkreis der Hauptuhr parallel geschaltet und wird durch dieselbe Kontaktvorrichtung und Batterie, die zum Betriebe der Nebenuhren dienen, betätigt.

Das Werk der unter Anwendung von Stromwendern betriebenen Nebenuhren (Bauart Grau-Wagner) zeigt Abb. 1228 (Fig. 1 u. 2).

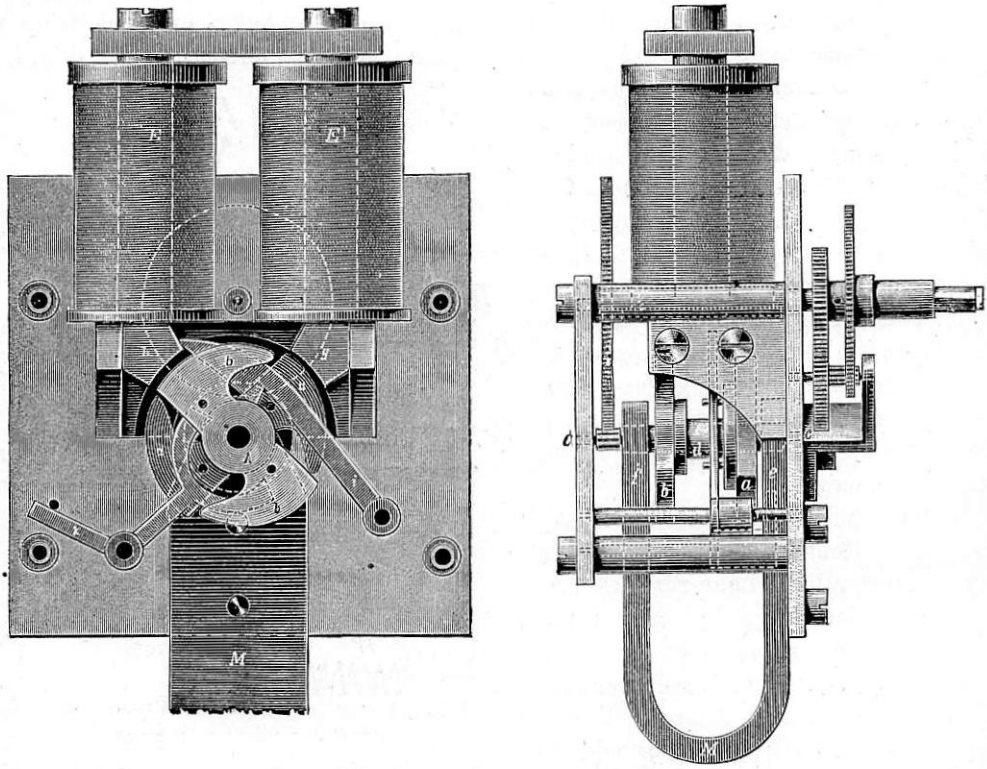

Abb. 1228. Nebenuhrwerk der Bauart Grau-Wagner.

Es besteht aus dem Elektromagneten E, dem Dauermagneten M und dem kreisenden Anker A, der aus zwei durch das Messingstück d von einander getrennten polarisierten Ankerteilen a und b zusammengesetzt ist. Die aus weichem Eisen gefertigten Ankerteile sind auf einer Achse c, welche durch die Schenkel des Magneten hindurchgeht und in den beiden Platinen des Werkes gelagert ist, befestigt und um 90° gegen einander versetzt. Unter dem Einflusse des Magneten werden die Anker beständig durch Influenz magnetisiert und erhalten an den den Polschuhen g und h gegenüberliegenden Enden den Magnetismus der ihnen zunächst liegenden Pole. Ist demnach e ein Nord- und f ein Südpol, so ist a ebenfalls ein Nord- und b ein Südpol. Die Anker behalten stets die gleiche Polarität bei, ein Wechsel derselben findet nur in dem Elektromagnet statt, indem je nach der Richtung des Stromes die Polschuhe g und h abwechselnd Nord- oder Südpole werden.

Jeder Polschuh ist so breit, daß er beide Teile des Ankers überdeckt. Nach der in der Abbildung veranschaulichten Stellung muß zum Fortbewegen des Ankers der Polschuh *h* ein Südpol und der Polschuh *g* ein Nordpol werden, wodurch der südmagnetische Teil *b* des Ankers von *h* abgestoßen, der nordmagnetische Teil *a* aber angezogen wird. Gleichzeitig zieht der Nordpol *g* den Ankerteil *b* an und stößt den Teil *a* ab. Infolge dieser doppelten Anziehung und doppelten Abstoßung beschreibt der Anker einen Weg von 90° und kommt dadurch in seine zweite Stellung. Wird nun ein Strom von entgegengesetzter Richtung des vorhergehenden in den Elektromagnet geschickt, so wird *g* ein Südpol und *h* ein Nordpol. Die Wirkung dieses Stromes äußert sich darin, daß der Nordpol *h* den Südpol des Ankers *b* anzieht und den Nordpol des Ankers *a* abstößt, während der Südpol *g* den Nordpol *a* anzieht und den Südpol *b* abstößt. Diese in jeder Minute stattfindende Drehung des Ankers wird durch den auf der Achse *c* befindlichen Trieb auf das Zeigerwerk übertragen.

Der Anker wird nach jedesmaliger Umdrehung infolge der eigenartigen Form der beiden Ankerteile dadurch in seiner Stellung festgehalten, daß deren Magnetismus auf die Polschuhe des Elektromagneten einwirkt. Selbst heftige Erschütterungen können die Stellung des Ankers nicht verändern. Um jedoch eine unbedingte Sicherheit in dem Einstellen des Ankers zu erzielen, ist zwischen den beiden Ankerteilen noch eine besondere Sperr- und Fangvorrichtung angebracht, damit kurze Stromstöße ein Zurückgehen des Ankers und sehr starke Ströme dessen Vorgehen nicht herbeiführen können.

Auch diese Nebenuhrwerke können für Halbminuten- oder Sekundenkontakte eingerichtet werden.

Vor den Zifferblättern und Zeigern der im Freien anzubringenden Nebenuhren sind Schutzscheiben erforderlich, weil sonst die Zeiger durch Windstöße fortbewegt oder in ihrer Fortbewegung gehindert werden können. Die Grenzmaße für Zifferblätter der Nebenuhren im Freien betragen bis zu 2,5 m und für geschlossene Räume bis zu 4 m Durchmesser. Bei den letzteren sind Nebenuhren mit größeren Zifferblättern als 2,5 m Durchmesser wegen der Gefahr des Springens der meist in bedeutender Höhe anzubringenden Schutzscheiben und der mit der Auswechselung verbundenen Kosten nicht angezeigt.

In einem Stromkreis können bis zu 50 Nebenuhren verschiedener Größe mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand elektrischer Energie betrieben werden.

Zur Gewinnung von weiteren Anhaltspunkten für das Entwerfen elektrischer Uhrenanlagen für Bahnhöfe, ist hier als Muster die von der Firma ausgeführte Uhranlage auf Bahnhof Wiesbaden kurz beschrieben.

Die Hauptstelle für den Betrieb der Nebenuhren befindet sich, wie gewöhnlich, in dem Telegraphendienstzimmer, in welchem eine Hauptuhr und eine Reservehauptuhr für je 5 Linien an zwei gegenüberliegenden Wänden so aufgestellt sind, daß die in dem oberen Teil der Standgehäuse angebrachten durchscheinenden Zifferblätter von 40 cm Durchmesser den auf zwei Seiten der Morseschreiber beschäftigten Telegraphenbeamten während der Tages- und Nachtzeit zur Zeitangabe dienen. Das Hauptuhrwerk selbst ist in dem Standgehäuse vollständig sichtbar angeordnet und gestattet dadurch die dauernde Beobachtung des in jeder Minute stattfindenden Auslösens des Laufwerks durch das Gehwerk und der dadurch hervorgerufenen Drehbewegung der Kontaktachse mit ihren beiden Exzentern, von denen der eine während der halben Drehung in einer Minute die tangential angeordneten und mit den 5 Linien verbundenen 5 Kontaktfedern in ihrer Reihenfolge berührt.

Durch Berührung des Exzenters mit der ersten Kontaktfeder in der einen Minute gelangt der Strom von dem einen Pol der Batterie in die erste Linie und fließt durch die darin parallel geschalteten Nebenuhren zur gemeinschaftlichen Rückleitung und zum anderen Batteriepol wieder zurück. Derselbe Vorgang, der eine Fortbewegung der Zeiger sämtlicher Nebenuhren in dieser Linie zur Folge hat, wiederholt sich in den anderen 4 Linien, wobei der Kontaktschluß in jeder Linie etwa 1 Sekunde und dessen Unterbrechung zwischen 2 Linien nur den Bruchteil einer Sekunde lang dauert. In der nächsten Minute berührt der zweite Exzenter die Kontaktfedern, wodurch nun der Strom in entgegengesetzter Richtung durch die für Stromwechsel eingerichteten Nebenuhren entsendet wird.

Da an jede Linie 50 Nebenuhren angeschlossen werden können, so sind beide Hauptuhren zum Betrieb von 250 Nebenuhren geeignet, obgleich für die Uhrenanlage wohl auch kleinere Hauptuhren mit je einer Linie ausgereicht hätten, wurden erstere gewählt, um zugleich auch sämtliche Nebenuhren in den Güterbahnhöfen und den umliegenden kleineren Bahnhöfen einheitlich von der Hauptstelle betreiben zu können.

Die Kontaktvorrichtungen aller Hauptuhren für eine und mehrere Linien sind mit einer Vorrichtung zur Verhinderung der Funkenbildung an den Kontaktstellen durch Öffnungs-Sonderströme versehen, sodaß die Kontakte nicht verbrennen und ein Reinigen nicht erfordern.

Die Hauptuhr ist mit einem Nickelstahl-Kompensationspendel nach Professor Strasser ausgerüstet, durch welches eine solche Genauigkeit des Ganges erzielt wird, daß die Zeitabweichung im Laufe einer Woche nur den Bruchteil einer Sekunde beträgt. Das Aufziehen beider Hauptuhren muß wöchentlich erfolgen.

Zwei Sammlerbatterien von je 7 Zellen mit 14 Volt und einer Kapazität von 27 Amperestunden liefern den für den Uhrenbetrieb erforderlichen Strom. Es ist jeweilig nur eine Batterie eingeschaltet. Durch eine auch für andere Zwecke dienende Drehstrom-Gleichstrom-Motorgeneratoranlage wird die jeweilig ausgeschaltete Sammlerbatterie regelmäßig geladen. Die erforderlichen Schalter, Sicherungen und Strommesser für sämtliche Schwachstromanlagen sind auf einer gemeinschaftlichen Schalttafel angeordnet.

Auf der Hauptstelle befindet sich eine besondere Schalttafel mit einer Reihe von Schaltern, durch die gegebenenfalls, wenn z. B. die Hauptuhr im Laufe der Zeit geölt oder gereinigt werden muß, sofort, ohne eine Unterbrechung in dem Gang der Nebenuhren herbeizuführen, der Betrieb von der Hauptuhr auf die Reserveuhr übergeleitet werden kann. Ein Linien steller auf der Schalttafel ermöglicht ferner im Falle einer Störung in einer Linie das Fortstellen der Zeiger sämtlicher Nebenuhren in dieser Linie von der Hauptstelle aus. Ein Voltmeter an der Schalttafel dient zur Prüfung der Betriebspannung in dem Leitungsnetz. Damit das periodische Aufziehen der Hauptuhren nicht versäumt wird, sind mit ihnen Weckvorrichtungen verbunden, welche einige Stunden vor dem Ablauf der Gewichte, sobald diese einen Kontaktschluß zwischen zwei Federn herstellen, in Wirksamkeit treten und ein Laufwerk in Tätigkeit setzen.

Für Nebenuhren, die in größerer Entfernung von dem Hauptbahnhof an nicht leicht zugänglichen Stellen angebracht werden müssen, sind besondere Stellvorrichtungen vorgesehen, um die Zeiger etwa gestörter Nebenuhren mit Hilfe einer Batterie von 4 Trockenelementen, sowie eines Stromwenders mit Leitungschnur und Stöpseln auf elektrischem Wege wieder bequem einstellen zu können. Solche Stellvorrichtungen sind außerdem für die unzugänglichen Nebenuhren im Hauptbahnhof an leicht erreichbaren

Stellen vorgesehen, damit Störungen im Gange einzelner Nebenuhren sofort beseitigt werden können. Zu dem Zweck wird die betreffende Nebenuhr in der Stellvorrichtung von dem Stromkreis der Uhrenanlage getrennt und durch die Leitungschnur mit dem Stromwender und der Batterie in einem tragbaren Kästchen verbunden. Das Fortstellen der Zeiger kann alsdann in einfacher Weise durch Hin- und Herbewegen eines mit dem Stromwender verbundenen beweglichen Hebels auf elektrischem Wege bewirkt werden.

An eine der 5 Linien sind die mit einem elektrischen Auslösewerk versehene mechanische Turmuhr, die Nebenuhren in der Schalterhalle, in den Warteräumen, in der Fahrkartenausgabe, im Rundreisebüreau und auf dem Querbahnsteig angeschlossen. Durch die zweite Linie werden die an den eisernen Hallenbindern befestigten 5 Bahnsteiguhren, sowie 10 kleinere Nebenuhren in den Diensträumen mit der Hauptuhr verbunden. In einer weiteren Linie befinden sich die Nebenuhren für den Güterbahnhof Wiesbaden-Süd, die Befehlstelle und das Betriebsamtsgebäude, während mit der vierten und fünften Linie die Nebenuhren für den Lokomotivschuppen des Bahnhofs und für die Bahnhöfe Landesdenkmal, Biebrich-Waldstraße, Güterbahnhof Wiesbaden-West und Dotzheim — zusammen 18 Nebenuhren bis auf 6 km Entfernung — betrieben werden. Für die nahegelegenen Stellen sind Kabelleitungen, für die entfernteren dagegen Freileitungen aus Hackethaldraht verwendet worden.

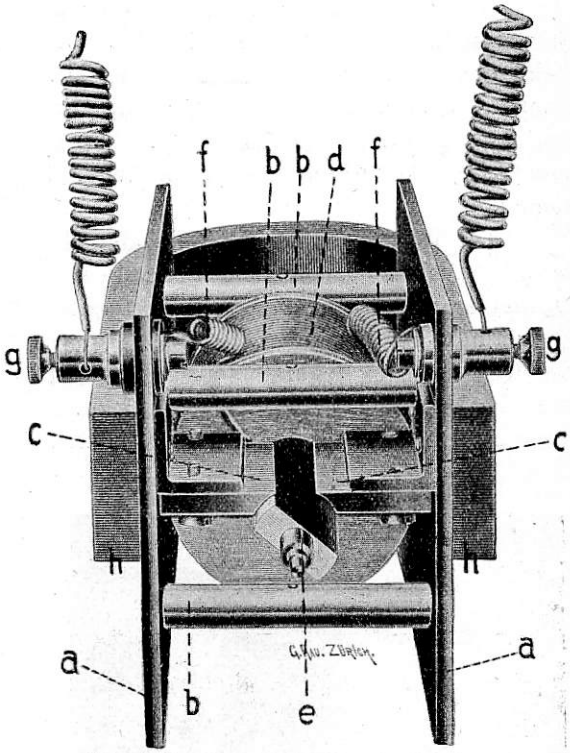

Abb. 1229. Bauweise des »Magneta«-Induktors.

Die Zifferblätter der für innere Beleuchtung durch elektrische Glühlampen und teilweise auch durch Gasglühlampen eingerichteten Nebenuhren sind aus Spiegelrohglas mit gemalten, schwarzen, römischen Ziffern auf weiß mattiertem Grund hergestellt; sie lassen die Zeitangabe auf große Entfernungen deutlich erkennen. Die Verwendung von durchscheinenden Zifferblättern mit arabischen Ziffern entspricht nicht immer den zu stellenden Anforderungen. Auch ist bei Benutzung farbiger (blauer) Glasscheiben zu Zifferblättern für Außenuhren der Bahnhofsgebäude große Vorsicht geboten.

Die in einem Wartesaal des Hauptbahnhofes Wiesbaden angebrachte Nebenuhr mit 2,62 m Durchmesser ist insofern bemerkenswert, als zum Antrieb der Zeiger ein Laufwerk angeordnet wurde, das durch ein entsprechend großes Nebenuhrwerk in jeder Minute ausgelöst und zugleich aufgezogen wird.

Durch die bisher eingeschalteten Nebenuhren werden vorläufig nur 4 Linien in mäßiger Weise belastet, sodaß eine erhebliche Erweiterung der Anlage jederzeit möglich ist. Sofern es bei großen Anlagen jedoch nachträglich erforderlich wird, von

der Hauptstelle aus eine größere Zahl von Nebenuhren in noch anderen, entfernten Bahnhöfen einheitlich zu betreiben, so wird wegen des erheblichen Spannungsverlustes ein polarisiertes Minutenkontaktwerk für Stromwechsel ebenso wie eine Nebenuhr in die Leitung eingeschaltet, durch das dann eine weitere Gruppe von 50 Nebenuhren mittels einer besonderen Batterie betrieben werden kann.

§ 190. Elektrische Uhren der Bauart deutsche Magneta-Aktiengesellschaft in Köln a. Rh. Diese Bauart unterscheidet sich in der Hauptsache von den anderen Bauarten dadurch, daß die Hauptuhr den zum Betriebe der Nebenuhren erforderlichen Strom mit einem Magnetinduktor eigener Bauart selbst erzeugt. Dieser Induktor besteht aus einer feststehenden Spule und einem drehbaren Anker, wodurch die bei den sonst gebräuchlichen Magnetinduktoren notwendige Ankerkontaktfeder in Wegfall kommt.

Die Wirkungsweise ist folgende: Mit der Hauptuhr, einem Gewichts- oder Federzugregulator, ist ein eigenartig geformter Magnetinduktor verbunden, der jede Minute vom Gehwerk des Regulators ausgelöst wird und den Anker plötzlich zu einer kurzen Drehbewegung zwingt. Es entsteht dadurch

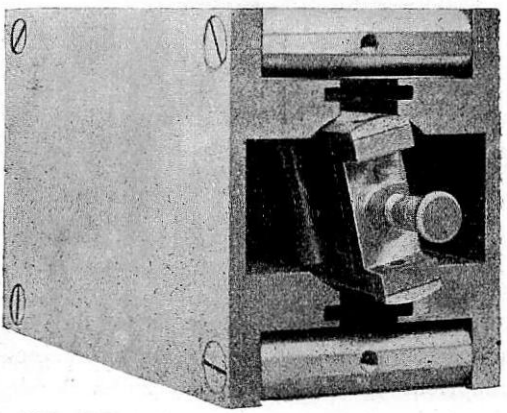

Abb. 1230. »Magneta«-Induktor für 45 Uhreneinheiten.

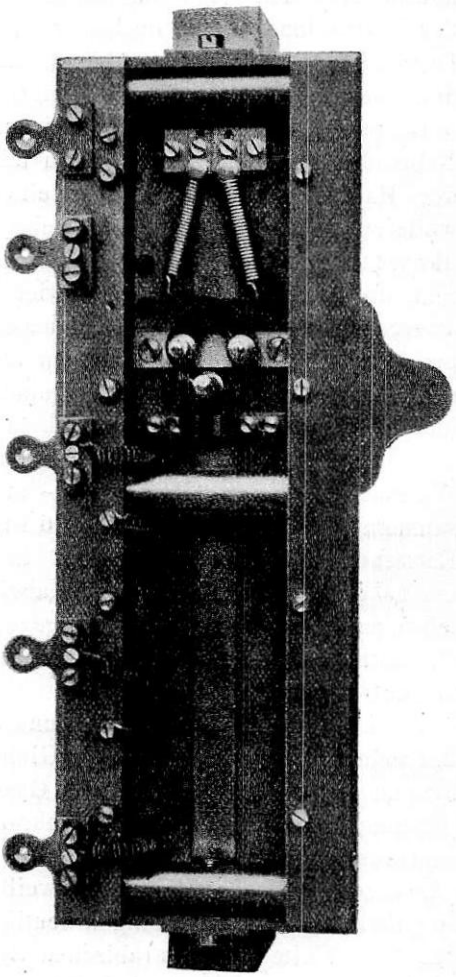

Abb. 1231. »Magneta«-Induktor für 100 Uhreneinheiten.

in der zwischen den Polen des Magnetsystems liegenden, aber vollkommen stillstehenden Drahtspule eine elektrische Stromwelle, die durch die Leitungen den angeschlossenen Nebenuhren zugeführt wird und deren Zeigerbewegung synchron, d. h. gleichzeitig mit der Drehung des Ankers bewirkt. Es ist somit nur das periodische Aufziehen der Hauptuhr notwendig. Das Aufziehen der Nebenuhren fällt fort, sie werden, wie bei den anderen Bauarten, von der Hauptuhr und übereinstimmend mit dieser betrieben.

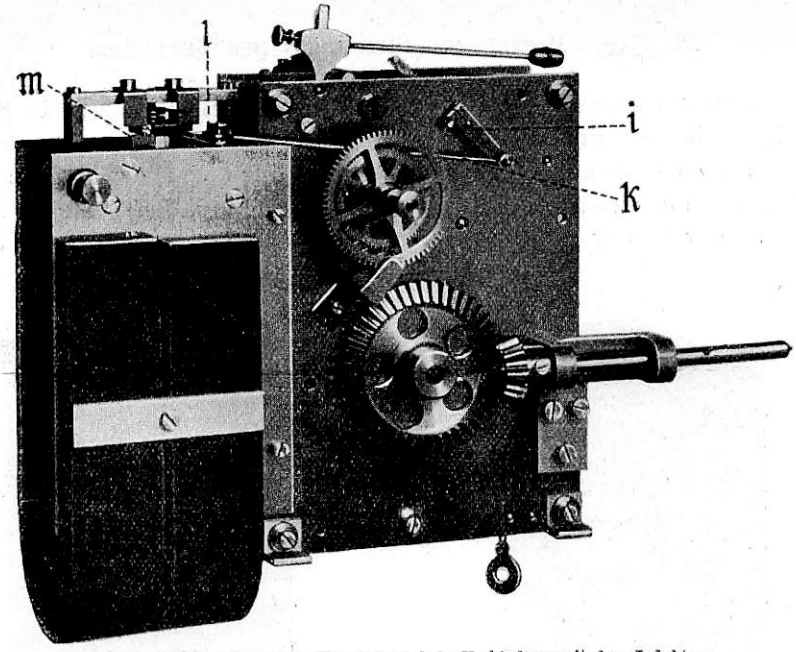

Abb. 1232. »Magneta«-Hauptuhrwerk in Verbindung mit dem Induktor.

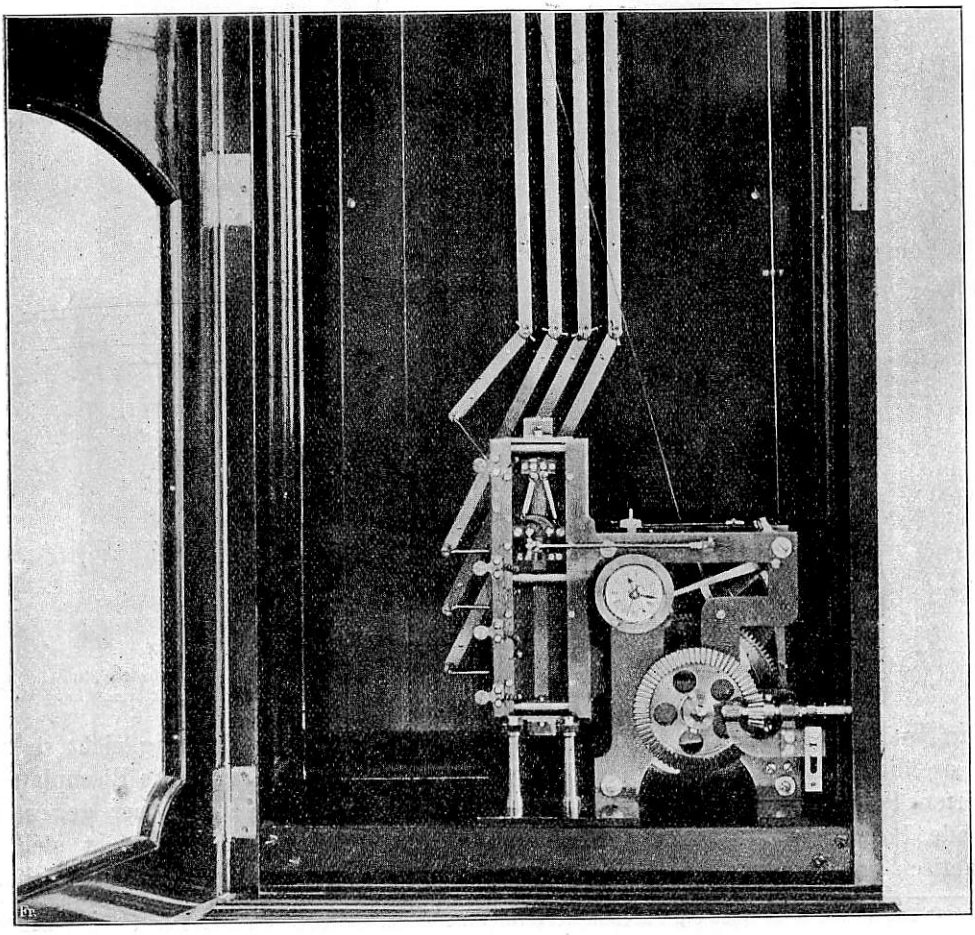

Abb. 1233. »Magneta«-Hauptuhrwerk mit vierspuligem Induktor.

Die Magnetinduktoren werden in 2 Größen, zum Betriebe von 1—8 und 1—32 Uhreneinheiten[1]) hergestellt. Der Magnetinduktor (Abb. 1229) besteht aus 2, durch 4 Messingstützen *b* voneinander getrennten Eisenplatten *a*, auf welchen die Polschuhe *c* des Dauermagneten *h* befestigt sind. Zwischen den Eisenplatten *a* ist die Drahtspule *d* fest gelagert. Der aus weichem Eisen hergestellte Anker *e* ist durch die Spule *d*

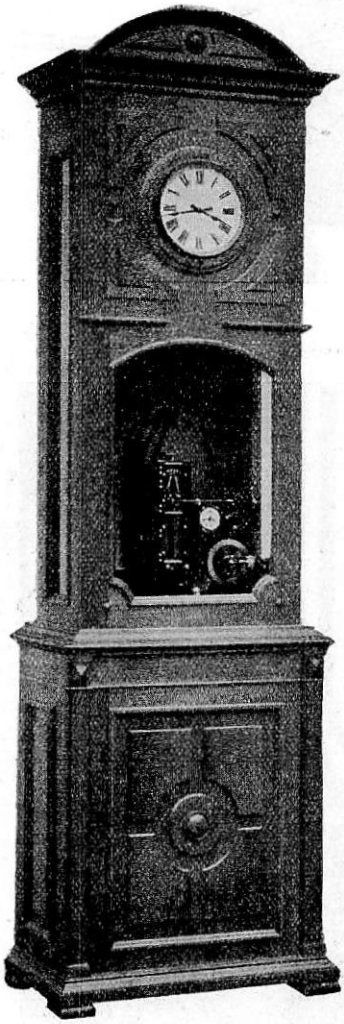

Abb. 1234. »Magneta«-Hauptuhr für 100 Uhreneinheiten mit vierspuligem Induktor.

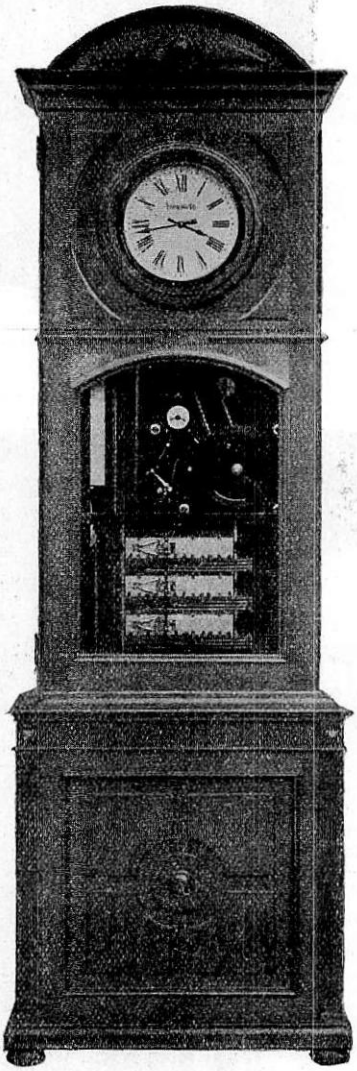

Abb. 1235. »Magneta«-Hauptuhr für 300 Uhreneinheiten mit drei Induktoren.

geführt und an den beiden Enden in Brücken (die auf der Abbildung nicht sichtbar sind) drehbar gelagert. Die beiden Drahtenden *f* sind an den gegen die Eisenplatten *a* isolierten Polklemmen *g* befestigt. Der Eisenanker *e*, der je zwei quer gegenüberliegende Polschuhe *c* (das eine Polschuhpaar ist auf der Abbildung nicht sichtbar) magnetisch mit einander verbindet, erzeugt jede Minute infolge seiner plötzlichen

[1]) Die Firma bezeichnet ein Nebenuhrwerk für Zifferblätter bis zu 30 cm Durchmesser als 1 Einheit, Nebenuhrwerke für Zifferblätter von 40 u. 50 cm Durchmesser als 4 Einheiten usw.

Drehung einen elektrischen Stromstoß in der festen Spule *d*, welcher das Gehwerk der Nebenuhren in Tätigkeit setzt und deren Zeiger synchron, d. h. gleichzeitig mit der Drehung des Eisenankers *e* um eine Minute fortbewegt. An Stelle des einen Magneten können auch nach Bedarf mehrere Magnete angeordnet werden. Die für den Betrieb von 45 (Abb. 1230) und 100 (Abb. 1231) Uhreneinheiten dienenden Induktoren

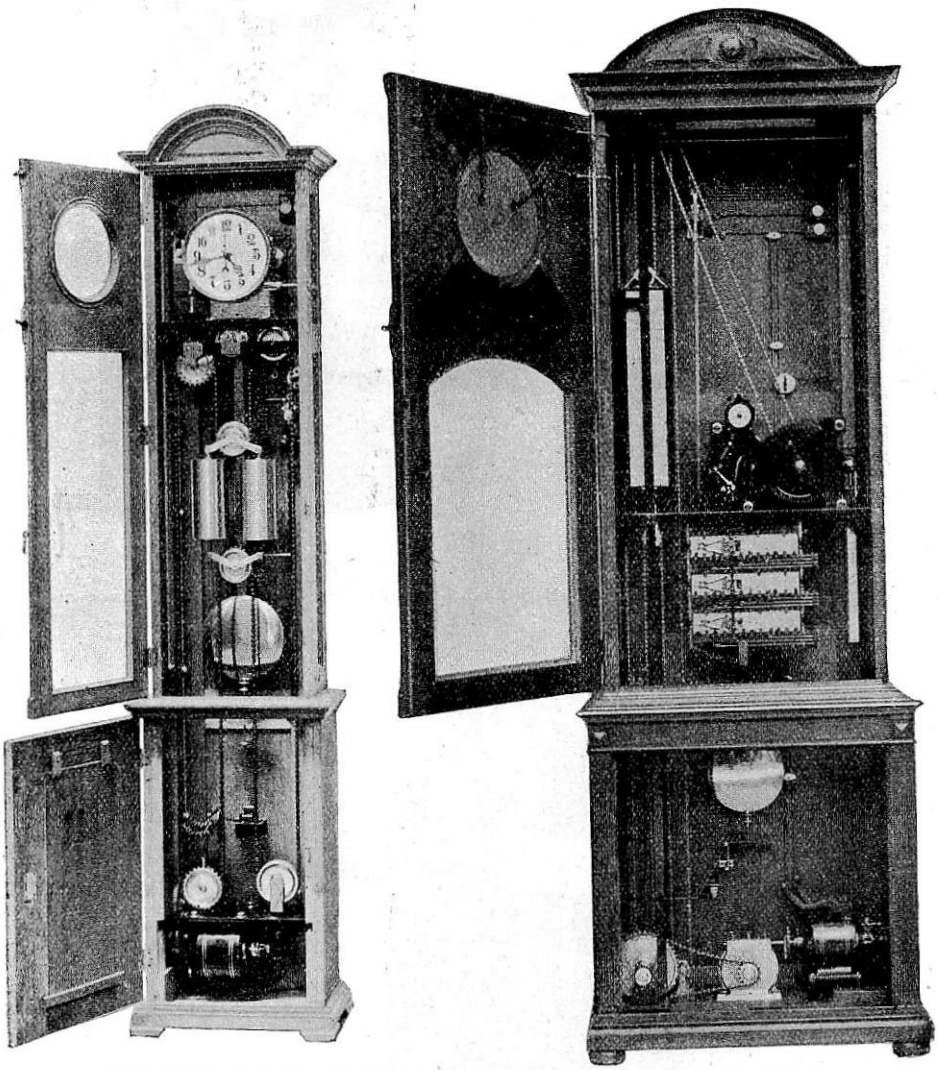

Abb. 1236. »Magneta«-Hauptuhren mit selbsttätiger elektrischer Aufziehvorrichtung.

sind mit 2, bzw. 4 Spulen ausgerüstet. Die Anordnung der Induktoren ist im Übrigen derjenigen nach Abb. 1229 gleich, nur daß sich die Bauweise der Verwendung von 2 oder 4 Spulen anpaßt.

Die Hauptuhr, ein kräftig gebauter Präzisions-Gewichtsekunden-Regulator besteht aus einem Geh- und einem Laufwerk mit minutlich oder halbminutlich arbeitender Auslösung. Durch die Verwendung eines Invarstahlpendels wird eine genaue Regulierung erzielt.

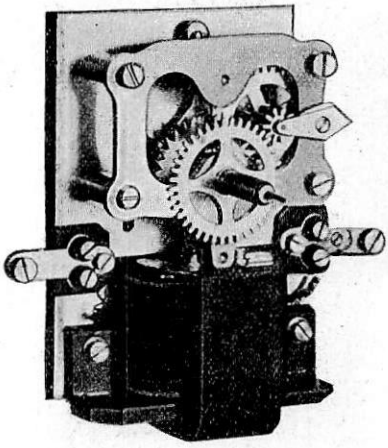

Fig. 1.

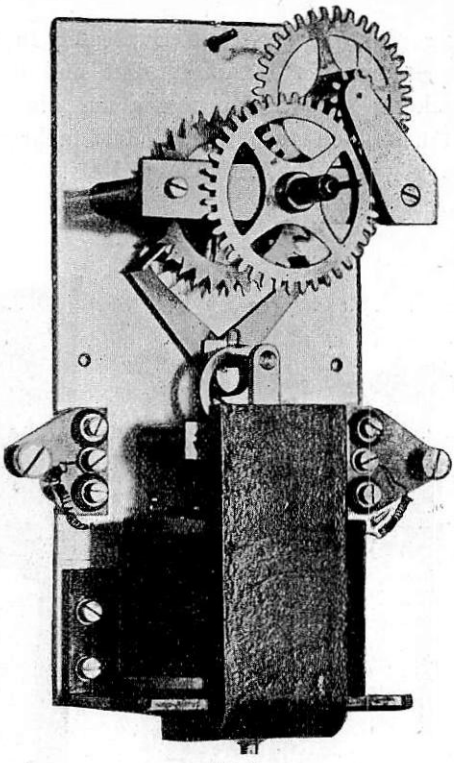

Fig. 2.

Abb. 1237. Bauliche Anordnung der »Magneta«-Nebenuhren für 30–50 cm Zifferblattdurchmesser.

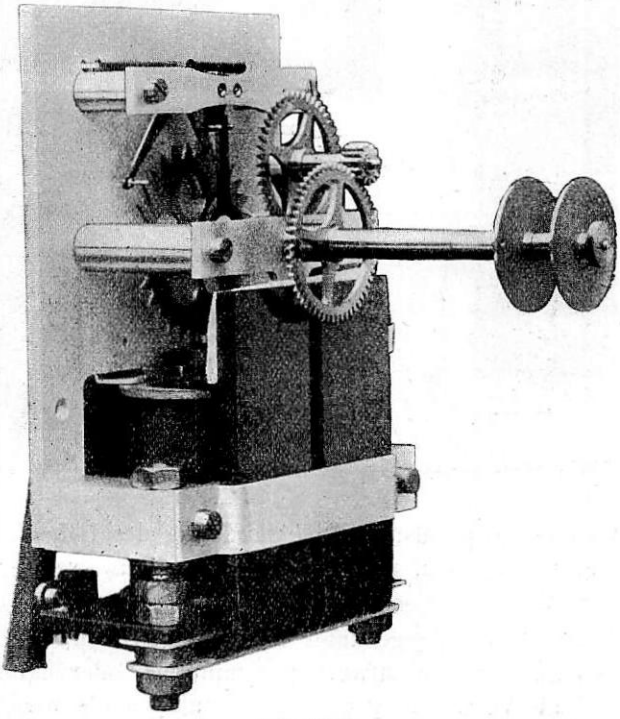

Abb. 1238.
Bauliche Anordnung einer »Magneta«-Nebenuhr für große Zifferblätter.

Am Trieb des Laufwerks ist eine Kurbel i befestigt, die mittels der Kurbelstange k mit der Ankerkurbel l in Verbindung steht. Wird nun vom Gehwerk das Laufwerk ausgelöst, so macht die Kurbel i eine halbe Umdrehung. Der Induktoranker m dreht sich etwa 45° zwischen den Polschuhen, wodurch in der Spule in derjenigen Richtung ein Strom induziert wird, nach welcher die Drehung stattgefunden hat. Dieser Vorgang wiederholt sich bei der nächsten Auslösung, wobei jedoch ein Stromstoß entgegengesetzter Richtung erzeugt wird. Zwei 45° Bewegungen der Kurbel i erzeugen also 2 Stromstöße in entgegengesetzter Richtung.

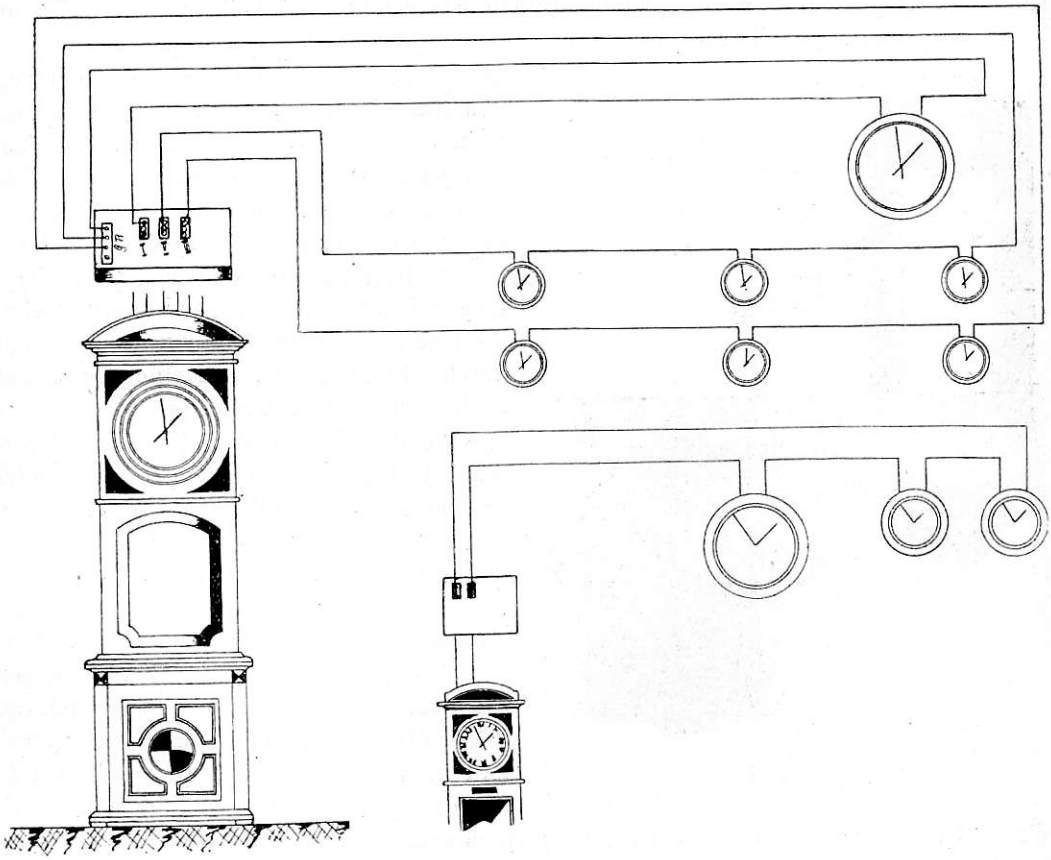

Abb. 1239. Schaltungen für »Magneta«-Uhrenanlagen mit 1 und 3 Stromkreisen.

Während in Abb. 1233 ein Hauptuhrwerk mit vierspuligem Induktor (100 Einheiten, 2 Spulen zu einer Serie vereinigt) dargestellt ist, zeigt Abb. 1234 die Gesamtansicht des Hauptuhrwerks.

Aus Abb. 1235 ist die Anordnung einer Hauptuhr zum Betriebe von 300 Einheiten mit 3 Induktoren ersichtlich. Sämtliche Hauptuhren können mit selbsttätiger elektrischer Aufziehvorrichtung (Abb. 1236) versehen werden.

Die Nebenuhren sind polarisierte Zeigerwerke. Ihre bauliche Anordnung für Zifferblätter bis zu 30 cm Durchmesser = 1 Einheit zeigt Abb. 1237 Fig. 1, für Zeigerwerke von 40 und 50 cm Zifferblattdurchmesser = 4 Einheiten Fig. 2. Nebenuhren bis zu einem Zifferblattdurchmesser von 2,50 m, je nach Zifferblattgröße, und 8—40 Uhreneinheiten werden nach Abb. 1238 angeordnet. Die Nebenuhrwerke sind auch für

Batteriebetrieb verwendbar. Bei Hauptuhren mit 2 bis 16 Stromkreisen werden die einzelnen Linien mit der Rückleitung bis zur Hauptuhr geführt. Die Nebenuhren werden hintereinander geschaltet. Etwaige auftretende Leitungsfehler in den verschiedenen Linien sind durch Abtrennen von den Anschlußklemmen zu untersuchen. Als Leitungen werden Freileitungen oder Kabel (Telegraphen- oder Fernsprechkabel) benutzt.

Muster von Schaltungen für Uhrenanlagen mit 1. Stromkreis und mit 3 Stromkreisen zeigt Abb. 1239.

Uhrenanlagen für größere Bahnhöfe werden auch bei dieser Bauart von der Hauptuhr ausgehend, für verschiedene Linien hergestellt. Die einzelnen Linien enthalten auf der Hauptstelle zwecks Überprüfung des gleichmäßigen und genauen Ganges besondere Linienprüfuhren. Dieselben werden auf einem gemeinschaftlichen Schaltbrett angebracht, welches gleichzeitig zur Aufnahme von Erdschlußanzeigern, Blitzschutzvorrichtungen usw. und zur Umschaltung von etwaigen Reservehauptuhren dient.

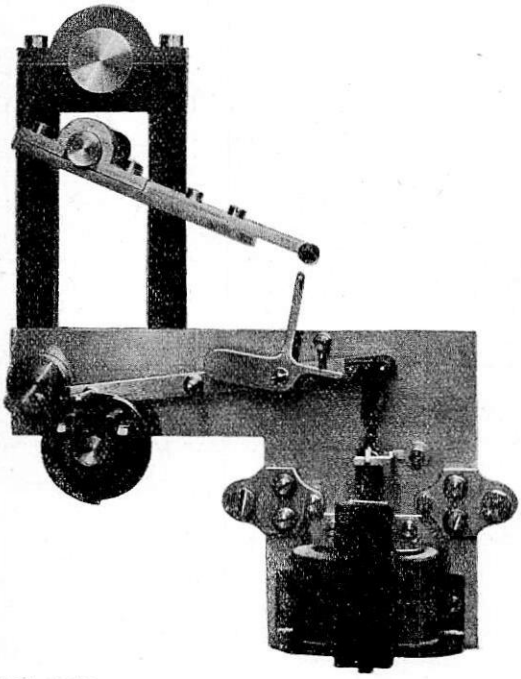

Abb. 1240. Elektrische Regulierung für mechanische Gehwerke. Bauweise der »Magneta«.

Hochliegende Nebenuhren an Empfangsgebäuden und Turmuhren mit mechanischem Gehwerk werden mit der Hauptuhr durch eine besondere Reguliereinrichtung nach Abb. 1240 auf gleiche Zeit erhalten. Das Pendel der mit der Regulierung versehenen Uhr wird gegenüber dem genaugehenden Pendel der Zeitabgabe um einige Sekunden für den Tag vorgestellt. Das Steigrad der zu regulierenden Uhr wird sich daher schneller nach vorwärts bewegen, als dasjenige der Regulieruhr. Die Reguliereinrichtung hat somit den Zweck, durch eine besondere Vorrichtung das Steigrad während einer Pendelschlagdauer aufzuhalten, wodurch die voreilende Sekunde auf die genau richtige Zeit zurückgestellt wird. Um die Regulierung stets erfolgen zu lassen, wird in jeder Minute ein Stromimpuls geschlossen. Es kann eine Regulierung jedoch auch stündlich, zwei- oder dreistündlich usw. erfolgen, wenn die Voreilung der zu regulierenden Uhren um einige Sekunden während dieser Zeitdauer nicht besonders in Betracht kommt. Wird die Reguliereinrichtung in den Nebenuhrstromkreis eingeschaltet, so ist nur eine Sekunde Zeitunterschied gegenüber der Hauptuhr möglich, der alsdann bei dem nächstfolgenden Stromstoß ausgeglichen wird.

Eine derartige Regulierungseinrichtung ist auf den Bahnhöfen Zoologischer Garten und Alexanderplatz der Berliner Stadtbahn im Betriebe. Die Hauptuhr auf Bahnhof Alexanderplatz, an welche 10 Nebenuhren von 40 cm und 4 Nebenuhren von 1 m Zifferblattdurchmesser angeschlossen sind, reguliert mit solcher Einrichtung die Hauptuhr des Bahnhofs Zoologischer Garten, an welche 8 Nebenuhren von 40 cm, 4 Nebenuhren von 1 m und 1 Doppeluhr von 40 cm Zifferblattdurchmesser angeschlossen sind, sodaß beide Hauptuhren genau gleiche Zeit zeigen.

Kosten.

Hauptuhr mit Kontaktwerk zum Betriebe von 30 Nebenuhren, in eichenem 117 cm hohen Hängegehäuse, mit einmontierten Nachstellschaltern, mit versilbertem Zifferblatt von 22 cm Durchmesser . 155 Mk.

Hauptuhr mit Holzsekundenpendel und starkem Gewichtswerk mit versilbertem Zifferblatt von 27 cm Durchmesser und römischen Zahlen, mit exzentrisch sitzendem Sekundenzeiger, in eisernem Standgehäuse 212 cm hoch, mit Kontaktlaufwerk für 1 Linie zur Betätigung von 30 Nebenuhren . . . . . 320 »

Hauptuhr wie vor, jedoch mit Kontaktlaufwerk für 2 Linien mit je 30 Nebenuhren . . . . . 380 »

Hauptuhr wie vor, jedoch mit Kontaktlaufwerk für 3 Linien mit je 30 Nebenuhren . . . . . 415 »

Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel, in eichenem 117 cm hohen Hängegehäuse mit Kontakteinrichtung zum Betriebe von 30 Nebenuhren . . . . . 320 »

Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel, in eichenem 117 cm hohen Hängehäuse jedoch mit Kontakteinrichtung für 2 Linien mit je 30 Nebenuhren . . . . . 430 »

Hauptuhr mit elektrisch betriebenem Pendel, in eichenem 117 cm hohen Hängegehäuse, jedoch mit Relaiseinrichtung zur minutlichen Regulierung für 1 Linie mit 30 Nebenuhren . . . . . 385 »

Nebenuhr mit rundem, profilierten Rahmen aus Eisen- oder Nußbaumholz, zum Aufhängen an Wänden mit 1 Zifferblatt von 20,5 bis 75 cm Durchmesser . . . . . 36—155 »

Nebenuhr mit wasserdichtem, profilierten Zinkgehäuse und eiserner Rückwand zum Aufhängen in Hallen oder an Wänden im Freien mit 1 Zifferblatt von 26,5—75 cm Durchmesser . . . . . 50—210 »

Nebenuhr mit profiliertem Zinkrahmen und zylindrischem Metallgehäuse nebst eiserner Rückwand mit 1 transparenten Zifferblatt für elektrische Beleuchtung

von	40 cm	Durchmesser	143 »
»	73 »	»	268 »
»	100 »	»	397 »
»	150 »	»	716 »
»	200 »	»	1178 »
»	220 »	»	1354 »
»	240 »	»	1732 »
»	250 »	»	1840 »

Nebenuhr mit rundem Rahmen aus Eisen- oder Nußbaumholz nebst Aufhängevorrichtung mit 2 Zifferblättern von 20,5 cm Durchmesser bis 75 cm Durchmesser. . . . . 92—288 »

Nebenuhr mit besonderem Schutzkasten aus Zinkblech mit wasserdicht anschließendem Zinkrahmen zum Aufhängen in offenen Hallen und im Freien mit 2 transparenten Zifferblättern von 39 cm Durchmesser für elektrische Beleuchtung . . . . . 231 »

dsgl. von 73 cm Durchmesser . . . . . 470 »

dsgl. von 100 cm Durchmesser	724 Mk.
dsgl. » 120 » »	935 »
Nebenuhr mit wasserdicht anschließendem Zinkrahmen, mit eisernem Wandarm (in einfacher Ausführung) mit 2 parallel stehenden, transparenten Zifferblättern von 40 cm Durchmesser für elektrische Beleuchtung	237 »
dsgl. von 50 cm Durchmesser	271 »
dsgl. » 55 » »	320 »
Nebenuhr mit Zinkgehäuse auf Konsolen mit 2 schrägstehenden, transparenten Zifferblättern von 55 cm Durchmesser für elektrische Beleuchtung	510 »
Nebenuhr mit eisernem Wandarm zum Anbringen an Gebäudeecken mit 3 schrägstehenden, transparenten Zifferblättern von 50 cm Durchmesser für elektrische Beleuchtung	589 »
Nebenuhr auf 3,85 m hohem Kandelaber mit 400 mm Durchmesser des unteren Sockels, 115 mm oberen Durchmessers des Schaftes und 320 kg Gewicht, mit 2 transparenten, für elektrische Beleuchtung eingerichteten Zifferblättern von 55 cm Durchmesser	511 »
Nebenuhr dsgl. wie vor mit 3 Zifferblättern	880 »
Nebenuhr dsgl. mit 4 Zifferblättern	1067 »
Turmuhr, nach einem Aufzug 8 Tage gehend, mit Grahamgang und Sekundenpendel, Aufziehkurbel, eisernem Uhrenbock, 2 eisernen Gewichtsrollen mit Bügel und Haken für zweifachen Flaschenaufzug nebst verzinktem Drahtseil und einem eisernen Gewicht, bei einem Durchmesser des Hauptrades von 23, 25, 30 bzw. 35 cm für 1 Zifferblatt von 1,5 m Durchmesser	250 »
» 1 » » 1,75 » »	275 »
» 1 » » 2,0 » »	355 »
» 1 » » 3,0 » »	516 »
Turmuhr mit elektrischem, selbsttätigen Aufzug, Gangzeit etwa 4 Stunden, mit Grahamgang und Sekundenpendel, eisernem Uhrenbock, Gelenkketten ohne Ende, eisernen Gewichten und selbsttätigen Ein- und Ausschaltevorrichtung einschl. Elektromotor, bei einem Durchmesser des Hauptrades von 23, 25, 30 bzw. 35 cm für 1 Zifferblatt von 1,5 m Durchmesser	430 »
» 1 » » 1,75 » »	485 »
» 1 » » 2,0 » »	570 »
» 1 » » 3,0 » »	700 »
Ladeschalttafel (für Akkumulatorenbatterie nebst gleich großer Wechselbatterie) aus Marmor 100 × 120 cm groß, mit aufmontierten und geschalteten 1 Lade- und Entladeschalter ohne Stromunterbrechung, 1 Ausschalter für 6 Amp. bei 250 Volt, 1 Präzisionsvoltmeter, 1 Voltmeterumschalter, 4 Glühlampenwiderstände mit Fassung und Hahn, 6 Sicherungen für doppelpolige Sicherung des Netzes und der Batterie im Ganzen:	400 »

Beutelelement mit einer Anschlußklemme, zur Füllung von 0,15 kg Salmiak, ohne Füllung . . . . . 2,9 Mk.

Akkumulatorenbatterie, Kapazität 13 Ampère-Stunden, fertig verlötet und eingebaut im lackierten Holzkasten mit Deckel, Traggriffen und Anschlußklemmen:

für 8 Volt,	Kastengröße	320, 175, 235 mm	. . . . .	28,75 »
» 10 »	»	375, 180, 240 »	. . . . .	34,00 »
» 12 »	»	440, 180, 240 »	. . . . .	39,— »

Literatur.

Du Moncel, Exposé des applications de l'Electricité, Paris 1872.

Dr. Schnäbele, Die elektrischen Uhren, Zürich 1878.

Dr. Zetsche, Katechismus der elektrischen Telegraphie, Leipzig 1883.

Dr. Tokler, Die elektrischen Uhren, Wien 1883.

Javanger, Die Elektrizität und ihre Verwertung zur Zeitmessung, Genf 1884.

Merling, Die elektrischen Zeittelegraphen, Braunschweig 1887.

Kohlfürst, Die elektrische Centraluhrenanlage in Karlsruhe i. B., Prag 1898.

Zacharias, Elektrotechnik für Uhrmacher, Berlin 1908.