

Die
electrischen Uhren.

Mit besonderer Rücksicht
auf die
von HIPP construirten Regulatoren und Zeigerwerke.

VON
Dr. H. SCHNEEBELI,
PROFESSOR AN DER ACADEMIE NEUCHÂTEL.

Mit 25 Figuren im Text und 2 lithographischen Beilagen.



ZÜRICH
Druck und Verlag von Orell Füssli & Co.

1878

Kopie angefertigt durch Niklaus Maag, CH-8427 Rorbas

Januar 2005

Vorrede.

Die vorliegende Arbeit soll eine Lücke in der heutigen Literatur über praktische Anwendungen der Electricität ausfüllen. In der That, durchblättert man die verschiedenen Werke, die über Anwendungen des Electromagnetismus geschrieben wurden, so findet man dem Kapitel über electriche Uhren einen ganz kleinen Platz angewiesen oder sind dieselben ganz unvollständig behandelt.

Die Gründe dieser Erscheinung sind vielseitiger Natur. In erster Linie hat die genaue Zeitübertragung mittelst Electricität bis jetzt im Allgemeinen weniger praktische Wichtigkeit als die Telegraphie im eigentlichen Sinne des Wortes. Indessen wächst von Tag zu Tag die Zahl der Administrationen und Privaten, welche die Bedeutung der genauen Zeiteintheilung einsehen und würdigen, wie es in der Schlussbemerkung durch Zahlen bewiesen ist.

In zweiter Linie ist der grösste Theil der bis jetzt vorgeschlagenen und theilweise ausgeführten Systeme electriche Zeitindicatoren von so viel Fehlerquellen und Störungen begleitet, dass sich dieselben in der Praxis nicht Bahn brechen konnten.

Um so mehr hätte man erwarten sollen, dass dasjenige System electrischer Uhren, das bis jetzt die grösste Ausbreitung gefunden hat und sich vorzüglich bewährt, wir meinen Hipp's System, in der einschlägigen Literatur einen gebührenden Platz hätte finden sollen. Dem ist aber nicht so; ja Schellen selbst in den neuesten Auflagen seines Werkes „Der electrische Telegraph etc. nebst einem Anhang über den Betrieb electrischer Uhren“ kennt nicht einmal die Hipp'schen electrischen Uhren dem Namen nach.

Es schien mir desshalb angezeigt, da mir das nöthige Material und alle wünschenswerthe Auskunft bereitwillig zur Verfügung gestellt wurde, dasselbe durch die Publication auch einem weitem Kreise zugänglich zu machen.

In wie weit es mir gelungen ist, zum Verständniss und zur Würdigung dieser schönen Erfindung beizutragen, überlasse ich dem wohlwollenden Urtheil der Leser und bemerke bloss noch, dass ich absichtlich jede theoretische Erörterung auf der Seite gelassen habe.

Im November 1877.

Der Verfasser.

Einleitung.

Das Problem, ein System von Uhren herzustellen, die alle dieselbe Zeit zeigen, ist schon alt und seine Lösung auf verschiedene Art und Weise versucht worden.

Wenn es sich bloss um Uhren handelt, die dem Verkehr und dem gewöhnlichen Leben dienen, genügt es, einfache Uhren zu haben, die von Zeit zu Zeit nach einer Normaluhr einer Sternwarte gerichtet werden. Sobald es sich aber um eine grössere Genauigkeit handelt, wie es unsere Zeit der Eisenbahnen und Telegraphen erfordert, genügt dieses Auskunftsmittel nicht mehr. Ueberdiess setzt dieses System für jeden Ort, an welchem die Zeit bekannt sein soll, eine wirkliche Uhr voraus, wodurch der Preis einer solchen Anlage viele Kosten verursachen würde.

Der Gedanke, zur Lösung dieser Aufgabe die Wirkung des galvanischen Stromes zu verwenden, datirt aus der gleichen Epoche, in welcher die ersten Versuche über die Anwendung des Elektromagnetismus zur Telegraphie gemacht wurden. Die Erscheinung, dass erst jetzt die elektrischen Uhren anfangen, an Ausbreitung zu gewinnen, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass die Anwendung der Elektrizität zur Zeitübertragung eine viel schwierigere ist, als deren Anwendung auf Telegraphie. In der That kommen, wie wir später sehen werden, bei dieser Anwendung sehr viele Faktoren in's Spiel, die für Telegraphie entweder von untergeordneter Bedeutung oder auch ganz unerheblich sind.

Das Resultat, das man durch den Strom erreichen will, ist folgendes: Eine beliebige Anzahl Uhren soll unter sich stets dieselbe Zeit anzeigen und zwar die gleiche wie die Haupt- oder Normaluhr, von welcher sie abhängen. Je nach dem Zweck der Zeitübertragung wandte und wendet man jetzt noch, um dieses Resultat zu erhalten, zwei Methoden an:

1. Die Hauptuhr sendet in den aufeinanderfolgenden Zeitintervallen, Sekunden oder Minuten, einen Strom in die elektromagnetischen Zeigerwerke, deren Zeiger dadurch um das entsprechende Zeitintervall vorrücken. Die Zeitindikatoren sind in diesem Falle sehr einfacher mechanischer Natur und haben alsdann viel Aehnlichkeit mit den Zeigertelegraphen.
2. Die Hauptuhr sendet in grössern Zeitintervallen, z. B. stündlich oder täglich, einen Strom in die Uhren, wodurch dieselben entweder automatisch gleich gerichtet oder durch Hülfspendel von Hand gleich gerichtet werden können.

Diese letztere Methode wendet man jetzt hauptsächlich an, wenn es sich darum handelt, die Zeit in grosse Entfernung zu geben.

Es ist nicht der Zweck der vorliegenden Arbeit, eine Monographie der elektrischen Uhren und elektrischen Zeigerwerke im Allgemeinen zu geben, sondern speziell auf das beinahe einzig angewandte Hipp'sche System einzutreten.

Wir begnügen uns daher, eine kurze historische Uebersicht über die hauptsächlichsten vorgeschlagenen Systeme zu geben und verweisen im Uebrigen auf das Werk von Kuhn, wo man eine ziemlich vollständige Zusammenstellung findet.

Die ersten Versuche, die Elektrizität zur Zeitübertragung zu benützen, datiren vom Jahr 1839 und wurden von Steinheil und Wheatstone unternommen.

In dem Steinheil'schen Vorschlage findet sich schon eine Idee, die später auch in nutzbringender Weise von andern verwerthet wurde. Steinheil wendet nämlich Stromumkehr und magnetische Anker an. Seine Idee besteht wesentlich in folgendem: Der Strom einer Batterie wird jede Sekunde oder jede Minute durch eine Normaluhr hergestellt in der Weise, dass die unmittelbar aufeinanderfolgenden

Ströme entgegengesetzt gerichtet sind. Dieselben durchlaufen in den Zeitindicatoren entweder die Umwindungen einer Magnetnadel oder die Spulen eines Elektromagnets, der mit zwei polarisirten Ankern versehen ist. Es wirken alsdann die Magnetnadel oder die beiden Anker auf dieselbe Weise wie ein Echappement, indem sie die Zeigerbewegung hervorbringen.

Weniger Gewicht müssen wir seinem Stundensteller beilegen, der, wenn er auch eine praktische Ausführung gefunden hat, doch einen geringen prinzipiellen Fortschritt enthält. Der Strom wird durch eine Normaluhr jede halbe Stunde durch sämtliche zu controllirende Uhren (gewöhnliche Uhren) gesandt. Er durchläuft in denselben die Spulen eines Elektromagnets, welcher seinen Anker anzieht und dadurch vermittelt eines Hebels den Minutenzeiger auf die halbe Stunde rückt. Es werden also sämtliche Uhren zu derselben Zeit die halben und die ganzen Stunden anzeigen.

Die elektromagnetischen Zeitindicatoren von Wheatstone haben im Wesentlichen dasselbe Prinzip wie sein Zeigertelegraph. Ein Elektromagnet, indem er seinen Anker anzieht, treibt ein Rad um einen Zahn vorwärts, Dasselbe geschieht, wenn der Anker durch die Abreissfeder zurückgeht. Der Strom, welcher diese Bewegung des Ankers bewirkt, wird jede Sekunde durch das Steigrad einer Normaluhr entweder geschlossen oder unterbrochen. Der Hin-, ebenso wie der Hergang des Ankers bewirkt also, wie schon bemerkt, ein Vorwärtsgehen eines Rades, dessen Bewegung sich auf ein Räderwerk überträgt. Der Zeitindicator beschränkt sich also auf ein sehr einfaches Räderwerk, wodurch dessen Preis auf ein Geringes reduziert wird.

Die elektrischen Zeitindicatoren von Bain sind in ihrem Wesen nicht viel verschieden von denen Wheatstone's; wir begnügen uns daher mit deren Erwähnung und verweisen im Uebrigen auf deren Kritik, die unten folgt.

Einen wesentlichen Fortschritt beurkundet die elektrische Zeitübertragung von Garnier, welcher zuerst die Schwierigkeiten der genauen astronomischen Zeitübertragung zu überwinden suchte, indem er die Stromemission von dem Pendel der Normaluhr unabhängig machte und einem selbstständigen Nebenuhrenwerk übertrug.

Das Prinzip seiner Zeitindicatoren ist wesentlich dasselbe wie dasjenige Wheatstone's, nur die mechanische Ausführung weicht davon ab. Die Stromemission findet dagegen nicht jede Sekunde statt, sondern in einem Zeitintervall von 5—6 Sekunden.

Es würde den Rahmen unserer Arbeit überschreiten, wenn alle Systeme elektrischer Zeitindicatoren hier auch nur eine oberflächliche Beschreibung finden würden; indessen eine Idee, die unserer Arbeit näher steht, dürfen wir nicht übergehen, ohne derselben Erwähnung zu thun.

Stöhrer wendet in seinen elektromagnetischen Zeitindicatoren einen Anker an, der pendelartig zwischen den Polen eines Elektromagnets aufgehängt und durch einen angenäherten permanenten Magneten beständig polarisirt ist. Der Strom, der jede Minute durch die Normaluhr in entgegengesetzter Richtung durch die Spulen des Elektromagnets gesandt wird, bringt eine hin- und hergehende Bewegung des Ankers hervor. Der Anker ist auf einer Axe befestigt, die an einem Ende ein Echappement trägt, welches die Bewegung des Ankers direkt auf das Steigrad überträgt.

Es ist dieses Prinzip dasselbe, das Hipp später in so fruchtbringender Weise in seinen elektromagnetischen Zeitindicatoren vervollkommnete und ebenfalls von Bréguet in seinen elektrischen Zeigerwerken angewandt wird.

Die elektrischen Zeitindicatoren von Siemens-Halske und Droz nähern sich mehr den Ideen Wheatstone's, während Gloesener unter andern Vorschlägen sich wieder auf die Seite Steinheil's neigt.

Eine der schönsten Vervollkommnungen der elektromagnetischen Zeigerwerke ist von Houdin gemacht worden. Die anziehende Kraft des Elektromagnets nimmt rasch zu, wenn der Anker sich demselben nähert, während der durch den Anker zu überwindende Widerstand am Anfang der Bewegung am grössten ist. Das Moment der Kraft und der zu überwindende Widerstand wachsen also in umgekehrter Weise bei der Bewegung. Um die Bewegung zu einer gleichförmigen zu machen, und mit einer minimen Kraft doch eine bestimmte Wirkung zu erzeugen, wendet er ein gut gedachtes Hebelsystem an, das

in nebenstehender Figur dargestellt ist. Aus der Figur 1 geht sofort die Funktion desselben hervor.

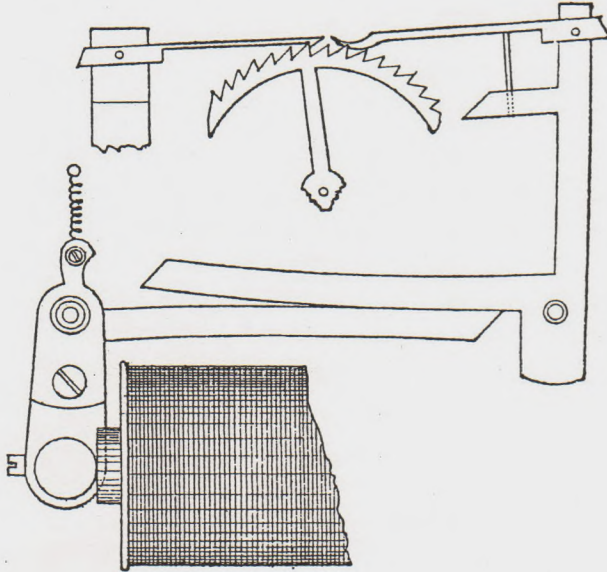


Fig. 1.

Es ist überdies klar, dass mit dieser Vorrichtung ein selbst sehr schwacher Strom einen bedeutenden Widerstand überwinden und eine Bewegung hervorbringen kann, der bei gewöhnlicher Anordnung keine Spur von Bewegung erzeugen würde.

Hipp hat durch die eigenthümliche Form, die er seinem Anker gibt, auf einfachere Weise dasselbe Resultat erreicht.

Beinahe ebenso alt als der Gedanke, die Elektrizität zur Zeitübertragung zu benützen, ist ihre Anwendung als bewegende Kraft für ein Uhrenpendel.

Bain hat zuerst versucht, die Wirkung des Gewichtes oder der Feder einer Uhr durch die Wirkung eines Elektromagneten zu ersetzen. Eine solche Uhr kann dann in passender Weise mit dem Namen elektrische Uhr bezeichnet werden.

In Bain's elektrischer Uhr ist die Metallinse des Pendels durch eine Drahtspule ersetzt, wovon das eine Ende immer mit der Säule

verbunden ist, während das andere nur während der grössten Amplitude des Pendels, z. B. nach rechts für eine kurze Zeit mit dem andern Pol der Säule in Verbindung steht. Die Spule schwingt zwischen den Polen eines permanenten Magnets und wird, wenn der Strom geschlossen ist, von dem einen Pol abgestossen, vom andern angezogen, wodurch das Pendel einen Impuls erhält. Der Impuls repetirt sich nach jeder ganzen Schwingung des Pendels und man soll auf diese Weise einen ziemlich gleichförmigen Gang des Uhrwerkes erzielen.

W e a r e ersetzt in seinem elektromagnetischen Pendel die oben beschriebene Drahtspirale durch einen Elektromagneten und erreicht übrigens durch eine ähnliche Anordnung die Bewegung des Pendels.

L a m o n t gibt seinem elektrischen Pendel den Impuls nicht durch direkte Wirkung des Stromes auf das Pendel. Ueber dem Aufhängepunkt des Pendels befinden sich zwei Elektromagnete, die abwechselnd wirkend den Anker nach rechts oder links ziehen. Der Anker ist um eine Axe drehbar und trägt ein vertikales Metallstück, das während der Bewegung des Ankers bald nach der einen, bald nach der andern Seite geneigt ist und durch sein Gewicht dem Pendel die Reibung überwinden hilft. Die Contactvorrichtung befindet sich direkt über der Linse des Pendels und besteht aus zwei mit Quecksilber gefüllten Glasröhren, über welchen sich unabhängig vom Pendel ein festes Platinscheibchen befindet. Bei der grössten Elongation des Pendels nach rechts oder links schwingt die eine oder andere der beiden Röhren unter dem Platinscheibchen, welches in dieser Lage den Meniscus des Quecksilbers schneidet und für eine kurze Zeit den Strom herstellt. Eine selbstständige Vorrichtung vermeidet die Entstehung eines Oeffnungsfunkens am Pendel und reinigt überdies selbstthätig das Platinscheibchen.

Unter den spätern Systemen elektrischer Uhren verdienen diejenigen von D e t o u c h e und H o u d i n eine besondere Erwähnung; wir verweisen aber für die Details auf Kuhn und Schellen.

Die elektrische Uhr von S h e p h e r d kann, was die Genauigkeit des Ganges anbelangt, mit einer astronomischen Uhr rivalisiren. Eine solche, auf der Sternwarte in Neuchâtel aufgestellt, zeigt Variationen, die 0,2 bis 0,3 Sekunden täglich nicht übersteigen.

Vergleichende Bemerkungen.

Wenn wir im grossen Ganzen die verschiedenen vorgeschlagenen und theilweise auch ausgeführten Systeme electrischer Zeitindicatoren überschauen, so können wir wohl die angewandten Prinzipien in zwei grosse Gruppen eintheilen.

1. Gruppe: Die Bewegung des Zeigers der Zeitindicatoren wird bewirkt durch einen Elektromagneten, der z. B. von Sekunde zu Sekunde oder jede Minute von einem Strom umflossen wird und dadurch einen Anker von weichem Eisen anzieht, resp. loslässt. Durch jede Bewegung des Ankers wird ein Rad um einen Zahn vorgeschoben und dadurch ein Zeigerwerk um den aliquoten Theil vorgerückt. In diese Categorie gehören die elektrischen Zeitindicatoren von Wheatstone, Bain, Siemens-Halske, Droz etc.

2. Gruppe: Die Bewegung der Zeiger der Zeitindicatoren geschieht durch einen Elektromagneten der in bestimmten Zeitintervallen, z. B. jede Sekunde oder Minute, von einem Strom umflossen ist, wo aber die aufeinander folgenden Ströme in umgekehrter Richtung gehen. Zwischen den Schenkeln der gewöhnlichen Hufeisenmagnete befindet sich ein polarisirter Anker (durch Influenz magnetisch oder ein permanenter Magnet) der bei jeder Stromemission, von einem Pol abgestossen, vom andern angezogen, eine Bewegung vollführt und dadurch das Zeigerwerk vorwärts bewegt. (Steinheil, Gloesener, Stöhrer, Breguet, Hipp).

Die grosse Unvollkommenheit der ersten Categorie besteht wesentlich in folgendem: Bei der gewöhnlichen Ankerkonstruktion, wie sie in allen citirten Systemen vorkommt, muss der Anker nahe dem Elektromagneten sich befinden und kann daher bei der Magnetisirung nur einen kleinen Weg beschreiben. Jede mässige Erschütterung der Uhr kann daher eine Bewegung des Ankers und mit ihm ein Springen des Zeigers veranlassen. Es ist ebenfalls klar, dass jeder Strom atmosphärische Elektrizität ein Vorgehen der Zeigerwerke bewirken muss. Ferner ist die Abreissfeder ein Element, das sehr wohl zu Störungen Anlass geben kann. — Da nämlich, wie Jedermann weiss, die Spannung der Feder sich nach der Strom-

intensität zu richten hat, so müsste, wenn, was immer geschieht, die Intensität des Stromes schwankt, die Federspannung verändert werden, was bei einem ausgedehnten Uhrnetz in der Praxis zu grossen Unannehmlichkeiten führen würde. Ueberdies hat der Strom bei Anwendung von Abreissfedern ausser seiner eigentlichen Arbeit, der Zeigerbewegung, noch die Federspannung zu überwinden, wozu oft mehr Arbeit erforderlich sein wird, als zur eigentlichen Aufgabe des Stromes gehört. Endlich bringt die Feder eine stossweise Bewegung der Zeiger hervor, was in der Uhrmacherei zu vermeiden ist. Man könnte zwar nach dem Vorschlage von Gloesener diese Fehlerquelle vermeiden, indem man die Abreissfeder ersetzt durch einen zweiten Elektromagneten; dadurch würden aber die Anlagekosten wesentlich vermehrt, da eine zweite Linie erstellt werden müsste.

Die Zeigerwerke der zweiten Kategorie haben keine Abreissfeder nöthig und ferner wird der Einfluss der atmosphärischen Elektrizität, so zu sagen, auf Null reduziert, wie wir später an den Hipp'schen Indicatoren zeigen wollen.

Die kleine Hubböhe des Ankers und die damit verbundene Unsicherheit bleiben bei den meisten Systemen der zweiten Kategorie bestehen, und ferner tritt bei denselben eine neue Fehlerquelle auf, die von prinzipieller Tragweite für den genauen Gang der Indicatoren ist, besonders wenn eine grössere Anzahl in Betrieb sein soll. Beim Oeffnen des Stromes, also nachdem der Anker seine Bewegung gemacht hat, entstehen Induktionsströme. Da der Oeffnungsinduktionsstrom erster Ordnung dieselbe Richtung hat, wie der primäre Strom kann er weiter keine Bewegung hervorrufen, da bloss ein Strom von entgegengesetzter Richtung von jetzt an im Stande ist, den Anker von Neuem zu bewegen. Der Induktionsstrom zweiter Ordnung aber, der dem primären entgegengesetzt gerichtet ist, kann oft zu einer solchen Intensität ansteigen, dass er sofort nach der Bewegung des Ankers durch den primären Strom denselben wieder zurücktreibt und dadurch die Zeiger zweimal nach einander gehen lässt.

Es ist klar, dass der alsdann folgende direkte Strom seine Arbeit schon verrichtet findet und den Zeiger nicht mehr bewegt, der Indicator daher wieder richtig zeigt. Sein Oeffnungsinduktionsstrom

zweiter Ordnung aber wird den Anker wieder zurückwerfen, und es kann vorkommen, dass derselbe alsdann in der Mitte zwischen den beiden Polen stehen bleibt, wodurch neue Unregelmässigkeiten entstehen. An einem ziemlich leicht gehenden Anker haben wir dieses Phänomen sehr häufig beobachtet. Es ist diese Fehlerquelle um so gefährlicher, da sie oft nur in grössern Zeitintervallen sich geltend macht und ohne jedes weitere Zuthun wieder verschwindet.

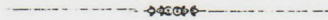
Ein anderer Uebelstand, der sämmtlichen Systemen elektrischer Uhren bis jetzt anhaftet, ist die Funkenbildung bei der Stromöffnung. Wie schon erwähnt, hat Lamont versucht, diesem Uebelstande abzuhelfen; er hat indessen bloss eine Verschiebung desselben erreicht, d. h. der Funken bildet sich in dem Nebenapparat. Herr Hipp hat mir mündlich mitgetheilt, dass er früher einen Quecksilberkontakt habe anwenden wollen, dass er aber diese Idee habe verlassen müssen, weil der Kontakt zu unsicher war, obschon man den Kontaktplatinstift einen ganzen Centimeter tief in's Quecksilber tauchen liess. Es scheint sich nach einiger Zeit eine Oxydschicht zu bilden, die als isolirende Haut den Durchgang des Stromes verhindert.

Bei Beurtheilung eines elektrischen Zeitindicators hat man sich genaue Rechenschaft von allen den erwähnten Umständen zu geben, weil blos durch die Vermeidung sämmtlicher Fehlerquellen ein System solcher Zeitindicators für die Praxis von Werth ist, denn ein einziges Ausbleiben der Wirkung des Stromes bewirkt eine bleibende Störung im Gange der Uhren.

Seit 30 Jahren beschäftigt sich Dr. Hipp unablässig mit der Vervollkommnung sowohl der eigentlichen elektrischen Uhren, als auch hauptsächlich der elektromagnetischen Zeigerwerke, welche heute auf einen Punkt der Vollkommenheit gelangt sind, dass sie wohl bald alle andern Systeme verdrängen werden. Uebrigens sind sie jetzt schon in grosser Zahl verbreitet und geniessen überall, wo sie angewandt werden, die vollste Anerkennung. Durch die neueste Verbesserung, die der Commutator erhalten hat, ist die letzte zu befürchtende Fehlerquelle, die an ihnen haftete, verschwunden, und es bilden diese Verbesserungen ein Monument für das, was ein consequenter Wille erreichen kann.

Die Vorzüge der Hipp'schen Zeitindicatoren von andern Systemen bestehen in folgendem:

1. der Anker beschreibt einen grossen Bogen (ungefähr 60°);
2. die Bewegung des Ankers ist eine gleichförmige, anstatt eine accelerirte (Houdin, Hipp);
3. die Oeffnungsfunken an der Contactstelle sind vermieden; es bleibt daher dieselbe stets rein und der Contact macht sich sicher (Brunn, Hipp).



A. Die elektrische Uhr von Hipp.

Je nach dem Zweck und der Genauigkeit, die man von einer elektrischen Uhr verlangt, unterscheiden wir zwei Categorien, nämlich:

- a. die elektrische Pendeluhr,
- b. der elektrische Regulator.

I. Die elektrische Pendeluhr.

in Figur 2 wiedergegeben besteht hauptsächlich aus 3 Theilen:

1. dem elektromagnetischen Pendel,
2. der Contactvorrichtung,
3. dem Zeigerwerke,

und wenn sie zugleich als Normaluhr für ein System elektrischer Zeitindicators dienen soll, so kommt noch ein vierter Theil, die Contactvorrichtung mit Commutator, hinzu.

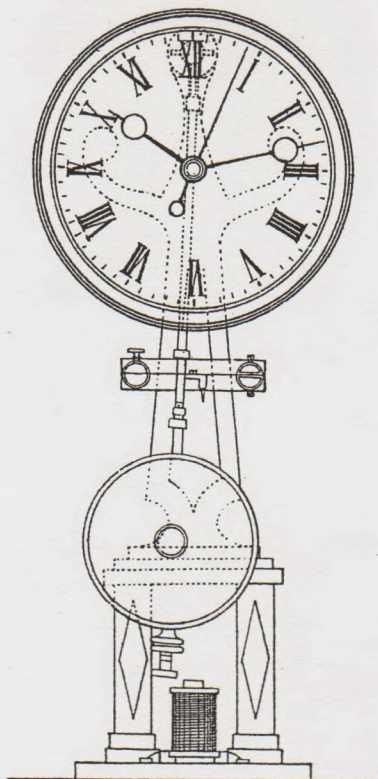


Fig. 2.

Wir wollen im Folgenden eine elektrische Uhr beschreiben, die zugleich als Normaluhr dienen soll und bemerken, dass, wenn man bloss eine elektrische Uhr haben will, man nur den vierten Theil wegzulassen hat.

I. Das elektrische Pendel.

Die allgemeine Anordnung ist aus nachstehender Figur ersichtlich. Das Pendel (Halbsekundenpendel), ist mittelst einer Feder aufgehängt und besteht aus einer Stahlstange, die ungefähr in der Mitte abgekröpft ist und unterhalb der ziemlich schweren Messinglinse einen kleinen Anker von weichem Eisen trägt. In unmittelbarer Nähe des Ankers befindet sich ein zweiseitiger Elektromagnet, über welchen das Pendel in der Ruhelage

hinwegschiebt. Der abgekröpfte Theil des Pendels trägt einen Messingarm, an welchem ein kleines Stück glasharten Stahles oder Agat angebracht ist. Die nähere Beschreibung und Funktion dieses Stückchens wollen wir auf die Beschreibung der Contactvorrichtung verschieben. Bringt man das Pendel aus seiner Gleichgewichtslage, und lässt man dasselbe alsdann freischwingen, so wird die Amplitude seiner Schwingungen nach und nach abnehmen und schliesslich wird es in seine Ruhelage zurückkehren. Man muss daher, wenn man nicht vorzieht, demselben bei jeder Schwingung einen kleinen Impuls zu geben, von Zeit zu Zeit, sobald die Amplitude auf eine bestimmte Grenze heruntergegangen ist, einen neuen Impuls geben, der sich wiederholt, sobald die Amplitude der Schwingungen wieder auf die erwähnte Grenze gesunken ist. Hipp hat nun diese zweite Methode angewandt, d. h. er gibt dem Pendel blos dann einen Impuls, wenn es absolut nothwendig ist. Der Impuls wird dem Pendel gegeben durch die in einem günstigen Moment wirkende Anziehung des Elektromagnets auf den am Pendel befestigten Anker. Die Funktion, den Elektromagnet in Thätigkeit zu setzen, wenn es nothwendig wird, ist der Contactvorrichtung übertragen.

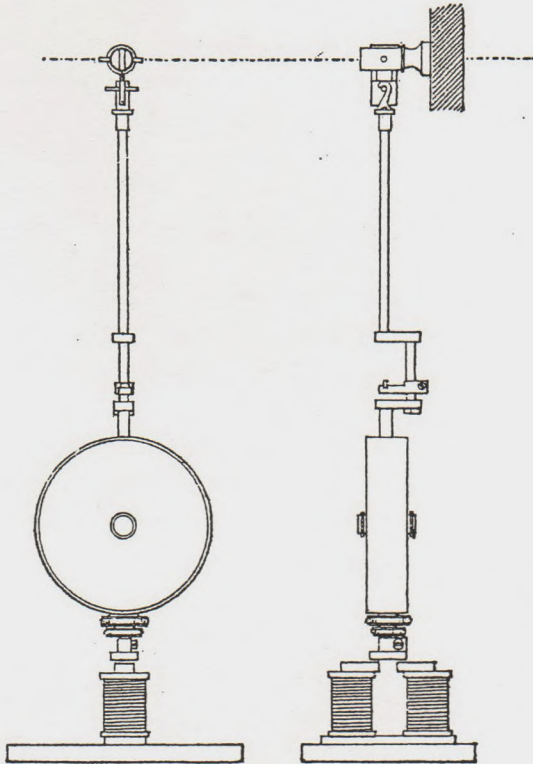


Fig. 3.

derholt, sobald die Amplitude der Schwingungen wieder auf die erwähnte Grenze gesunken ist. Hipp hat nun diese zweite Methode angewandt, d. h. er gibt dem Pendel blos dann einen Impuls, wenn es absolut nothwendig ist. Der Impuls wird dem Pendel gegeben durch die in einem günstigen Moment wirkende Anziehung des Elektromagnets auf den am Pendel befestigten Anker. Die Funktion, den Elektromagnet in Thätigkeit zu setzen, wenn es nothwendig wird, ist der Contactvorrichtung übertragen.

2. Die Contactvorrichtung *)

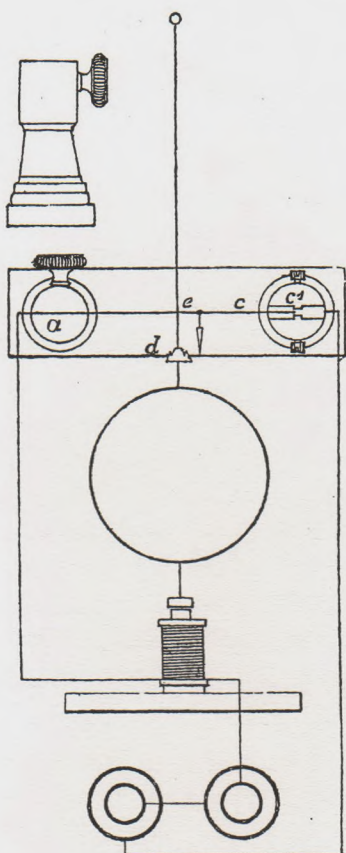


Fig. 4.

ist in nebenstehender Figur wieder-
gegeben. Eine Stahlfeder *ac* ist an
dem Punkt *a*, ganz unabhängig vom
Pendel, befestigt und trägt am andern
Ende einen Platinkontakt, der sich in
unmittelbarer Nähe des festen Platin-
kontaktes *c* befindet. Die Feder ist
im Punkte *e* mit einer feinen Axe
versehen, die ein schneideförmiges
Stahlblättchen, die Palette, trägt,
das mit der Axe in feinen Spitzen-
lagern leicht beweglich ist. Eine ähn-
liche Vorrichtung ist von Foucault
vorgeschlagen worden.

Der Punkt *e* befindet sich seitlich
von der Ruhelage des Pendels in der
Pendelebene, wesshalb an dieser Stelle
die Pendelstange gekröpft ist. Die
Entfernung des Punktes *e* von der
Ruhelage des Pendels bedingt die
kleinste Amplitude, die das Pendel
haben soll. Sobald der Umkehrpunkt
des Pendels mit diesem Punkte zu-
sammenfällt, bekommt das Pendel
einen neuen Impuls. Es geschieht
dies wie folgt:

Sind die Umkehrpunkte des Pendels weiter von der Ruhelage
desselben entfernt, als der Punkt *e*, so gleitet die Palette bei jedem
Hin- und Hergang des Pendels über das am Pendel befestigte Stahl-

*) Der wesentliche Theil der Contactvorrichtung, die Palette, wurde von
Hipp schon im Jahr 1843 zu einem andern Zwecke praktisch angewandt. (Dingler,
polyt. Journal Bd. 138 Heft 4 und 6).

stückchen hinweg; die Feder bleibt daher ruhig und der Strom unterbrochen. Die Amplituden nehmen nach und nach ab, und schliesslich fällt der Umkehrpunkt ungefähr mit dem Punkte e zusammen. In diesem Momente aber befindet sich die Palette nach aussen geneigt auf dem Stahlstück d, dessen Oberfläche mit einigen Furchen versehen ist. Wenn daher nun das Pendel zurückgeht, drückt die sich alsdann aufrichtende und schliesslich nach innen geneigte Palette die Feder nach oben, wodurch der Contact geschlossen wird. In diesem Augenblicke aber befindet sich der am Pendel befestigte Anker seitwärts des Elektromagnets und schwingt gegen denselben; es befindet sich also das Pendel während dieser Zeit nicht nur unter dem Einfluss der Schwere, sondern überdies noch unter demjenigen der Anziehungskraft des Elektromagnets und wird daher mit stärkerer Kraft nach der Ruhelage hingetrieben, d. h. seine Geschwindigkeit und damit die Amplitude vergrössert. Der Strom ist sofort wieder unterbrochen, sobald das Stahlblättchen die Palette verlässt. Das Pendel hat einen neuen Impuls erhalten, seine Amplitude ist grösser geworden, und die Palette gleitet, wie früher über das Stahlstück weg. Dasselbe Spiel wiederholt sich nun jedesmal, sobald die Amplitude des Pendels bis zu der angegebenen Grenze heruntergesunken ist. Es ist hiebei eine grosse Sicherheit vorhanden; denn wenn bei der ersten Funktion der Palette der Strom aus irgend einem Grunde nicht wirkt, so wiederholt sich dasselbe Spiel noch einige mal, bis schliesslich der Elektromagnet in Thätigkeit tritt.

Wie man sich aus dem vorigen leicht überzeugt, ist durch diese Anordnung der Strom in der denkbar besten Weise ausgebeutet; er wirkt bloss, wenn es absolut nothwendig ist. Es wird dadurch die Säule wenig in Anspruch genommen, und kann daher lange Zeit in Thätigkeit bleiben. Bei den andern Systemen elektrischer Uhren wirkt der Strom jede Sekunde oder doch wenigstens in ganz kurzen Zeiträumen (Shephard jede zweite Sekunde), während bei obiger Anordnung und bei geringer Stromstärke eine Stromemission nur ungefähr jede halbe Minute stattfindet. Es ist ferner der Gang der Uhr viel weniger von der Stromstärke und den zu überwindenden Widerständen abhängig, als bei den andern Systemen, da durch Aenderung

dieser Faktoren blos die Impulsionsintervalle verändert werden; die Amplitude aber annähernd dieselbe bleibt, da sie nie unter eine bestimmte Grenze sinken kann.

Ein Uebelstand bleibt übrigens doch dieser Contactvorrichtung anhaften. Bei jeder Oeffnung des Stromes entsteht zwischen den beiden Platincontacten ein Funke, der einen Theil des Contactes oxidirt und dadurch schliesslich zu Störungen Anlass geben kann. Wie schon in der Einleitung erwähnt, haben die meisten Constructeure elektrischer Uhren die Bedeutung dieser Fehlerquelle erkannt und, wie z. B. Lamont, auf mehr oder weniger complizirte Weise zu heben gesucht.

Poggendorff hat die Funkenbildung beim Wagner'schen Hammer vermindert, indem er gleichzeitig in den Schliessungskreis eine aus zwei neben einander gewickelten Drahtlagen bestehende Drahtspirale einfügt. Sind alsdann die beiden Drahtlagen so verbunden, dass der Strom sie in entgegengesetzter Richtung durchfliesst, so vernichten sich die Extraströme beim Oeffnen und Schliessen des Stromkreises durch den Wagner'schen Hammer und der Funke an der Unterbrechungsstelle des letztern ist klein und unscheinbar.

Es ist nun Hipp gelungen, auf eine höchst einfache Weise den Funken bei seinen Uhren zu vermeiden, indem er während der Unterbrechung des Stromkreises,

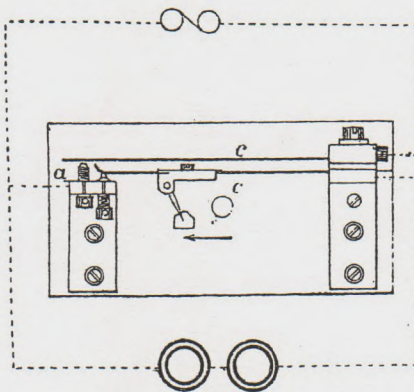


Fig. 5.

dem in den Spulen der Elektromagnete entstehenden Inductionsstrom einen selbstständigen Stromkreis darbietet. Die Anordnung ist aus folgendem Schema ersichtlich. Zu ungefähr derselben Zeit und ganz unabhängig von einander ist dieselbe Vorrichtung von Brunn bei elektrischen Uhren angewandt worden.

Wenn, wie wir schon oben beschrieben, die Umkehr des Pendels eintritt, während dem die Palette noch auf dem Stahlstückchen schleift, wird die Feder C nach

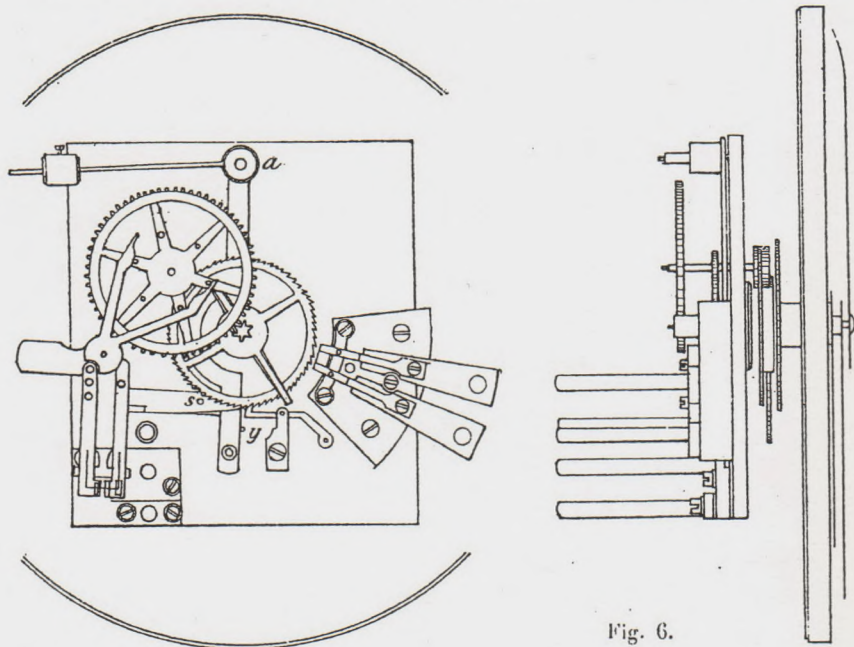
oben gedrückt und hebt die obere Feder C' auf. Sobald aber die untere Feder die obere berührt, ist der Strom hergestellt. Geht nun die Feder C wieder nach unten, so werden, bevor der Kontakt mit der obern Feder aufhört, die Spuhlen des Elektromagnets in sich selbst geschlossen, indem sich die Feder C' auf den Kontakt a auflegt und erst in diesem Momente verlässt die Feder C die Feder C', d. h. wird der Strom unterbrochen. Man hat in diesem Falle keine Spur eines Funkens an der Unterbrechungsstelle.

Beide Federn liegen im Ruhezustand auf regulirbaren Schrauben: die Feder C' auf einem Platinkontakt, die Feder C auf einer Elfenbeinspitze.

Die Entmagnetisirung nach dem Stromunterbruch geht bei dieser Anordnung viel langsamer vor sich als bei gewöhnlicher Stromunterbrechung, es hat dies aber für unsern Zweck wenig Bedeutung.

3. Das Zeigerwerk

ist sehr einfacher Natur. Das Pendel nimmt bei jeder Schwingung nach rechts einen um die Axe a drehbaren Winkelhebel mit sich,



der an seinem obern Arm ein verschiebbares Gewicht trägt, das denselben wieder zurücktreibt. Am untern Ende trägt der Hebel eine Schiebervorrichtung, welche bei jedem Rückgang des Hebels das Steigrad um einen Zahn vorwärtsschiebt. Der Arretierungskegel y verhindert das Zurückgehen des Steigrades und der Stift s ein Vorschieben um mehr als einen einzigen Zahn. Wie nun an einer gewöhnlichen Uhr, so überträgt das Steigrad durch Räderübersetzungen seine Bewegung an den Minuten- und Stundenzeiger.

4. Contactvorrichtung mit Commutator, wenn die elektrische Uhr zugleich als Normaluhr zum Betrieb von elektrischen Zeitindicators dienen soll.

Die Aufgabe, welche diesem Theile der elektrischen Uhren zufällt, besteht in folgendem. Jede Minute soll ein Strom in abwechselnd entgegengesetzter Richtung durch die Indicators gesandt werden: Es zerfällt also der Apparat in zwei Theile, nämlich: a. einen Commutator, der während jeder Minute den Stromweg so einrichtet, dass immer abwechselnd der eine oder andere Pol den Strom in die Linie senden kann, b. eine Contactvorrichtung, die jede Minute den Strom eine kurze Zeit schliesst.

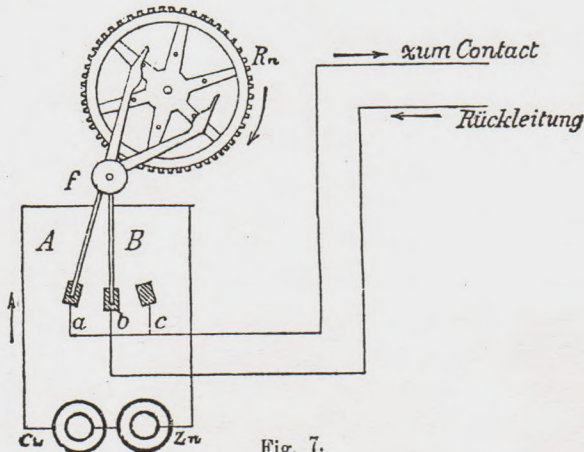


Fig. 7.

a. Der Commutator

besteht aus einem um die feste Axe *f* leicht drehbaren Doppelhebel. Die obern beiden Arme von eigenthümlicher Form ruhen abwechselnd auf den Stiften, die an den Speichen eines durch das Steigrad bewegten Rades angebracht sind. Der untere Arm trägt zwei von einander isolirte Federn, welche während der Bewegung des Rades *R* auf den drei Contacten *abc* schleifen, auf denen sie jede Minute abwechselnd entweder auf *ab* oder *bc* liegen. Die beiden äussersten Kontakte *a* und *c* sind in metallischer Verbindung. Nehmen wir an, der Hebel befinde sich in diesem Augenblicke in der in Figur 7 dargestellten Lage. Der Strom kann alsdann in folgender Weise circuliren: Vom Kupferpol nach *A*, *a* in die Linie und in der durch

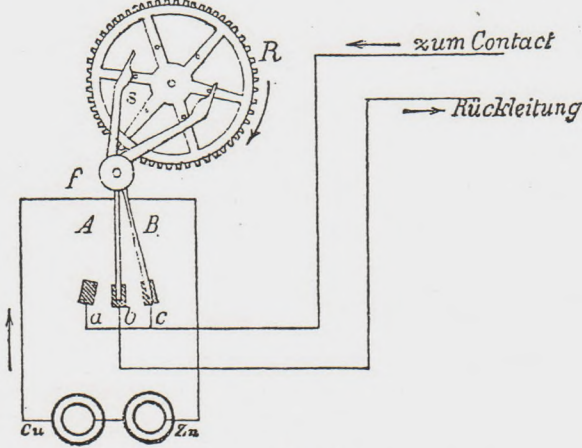


Fig. 8.

den Pfeil angedeuteten Richtung durch die Elektromagnete der Zeigerwerke zurück zum Zinkpol der Säule.

Während der folgenden Minute bewegt sich das Rad *R* um 30° vorwärts und während dieser Bewegung drückt der Stift *S'* den Commutatorhebel nach unten, indem er sich auf die Erhöhung desselben schiebt. Es liegen folglich am Ende der Minute die beiden Federkontakte auf den Contacten *b* und *c* auf und es kann alsdann der Strom in folgender Richtung circuliren: Kupferpol, *A*, *b* in die Linie und also in umgekehrter Richtung als vorher in die Elektro-

magnete der Zeigerwerke, schliesslich über c und B zurück zum Zinkpol der Säule.

Während der folgenden Minute gehen die Federkontakte auf a und b und der Strom cirkulirt wieder in dem ersten Sinne; dasselbe Spiel wiederholt sich immer.

b. Die Kontaktvorrichtung.

ist, wie aus der Figur 6 leicht hervorgeht, rechts angebracht. Auf dem Steigrad befindet sich ein Arm befestigt, welcher an seinem Ende einen beidseitigen Platinkontakt trägt.

Während der Bewegung des Steigrades geht derselbe jede Minute zwischen zwei Kontakten C und C' hindurch, und, indem er beide berührt, schliesst er während dieser Zeit den Strom und wird

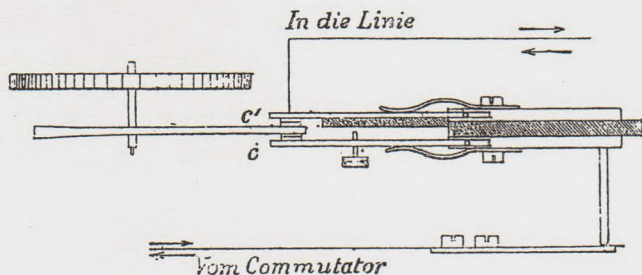


Fig. 9.

nach einer kleinen Pause weitergeschoben. Die beiden Platinkontakte c und c' sitzen auf Hebeln, welche durch Federn gegeneinander getrieben werden. Ihre gewöhnliche Entfernung ist durch eine Schraube begrenzt und es ist diese Distanz so gewählt, dass der am Steigrad befestigte Arm jedesmal bei seinem Durchgange zwischen den beiden Kontakten dieselben etwas heben muss. Man erhält auf diese Weise einen, sozusagen absolut sichern Kontakt, da durch die schleifende Wirkung des Kontakthebels auf den beiden Platinkontakten letztere stets von etwaigen Staubtheilchen, Oxydschichten etc. gesäubert werden.

Der Stromunterbruch hat bei dieser Vorrichtung immer an einer andern Stelle des Contactes statt. Da durch den Funken an der Unterbruchsstelle eine Oxydation verursacht wird, so wird der Strom bei der nächsten Emission schon vor dieser Stelle wieder unter-

brochen und es rückt auf diese Weise die Unterbruchsstelle immer etwas vorwärts, bis schliesslich die gleitende Reibung die Oxydationsschicht entfernt hat.

Sollte während der Bewegung des Hebels zwischen den beiden Contacts der Strom durch Staubtheile oder Oxydationsschichten einmal unterbrochen und dann wieder hergestellt werden, so hat dies absolut keinen Einfluss auf die Zeigerwerke, da der Strom beide mal in derselben Richtung geht. Bei Zeitindicatoren ohne polarisirten Anker kann diess Anlass zu Störungen geben, die man nur sehr schwer entdecken kann, da sie ganz unregelmässig erfolgen.

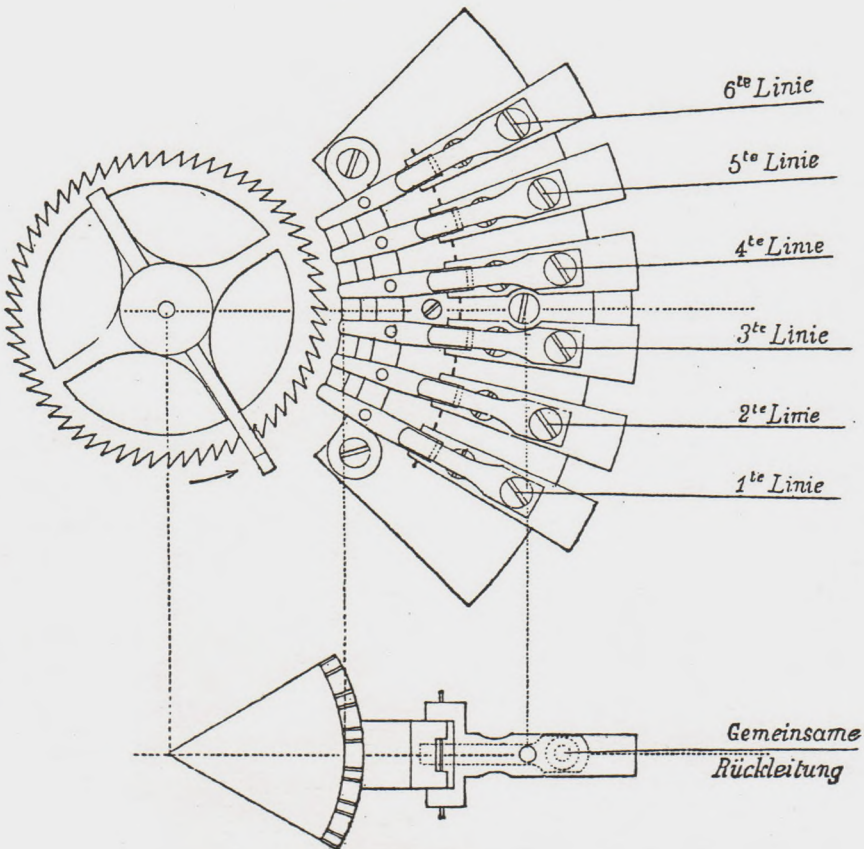


Fig. 10.

Wie wir später sehen, werden aus praktischen Rücksichten in eine einzelne Linie nur 20 à 25 Zeitindikatoren eingeschaltet; soll daher unsere elektrische Uhr mehr Indikatoren treiben, so ist man genöthigt, die Uhren in Gruppen zu theilen und den Strom auf einander folgend in die verschiedenen Gruppen zu senden. Zu diesem Zwecke befinden sich mehrere der oben erwähnten Kontakte hinter einander und der am Steigrad befestigte Arm gleitet jede folgende Sekunde auf einen derselben und sendet den Strom in die betreffende Linie. Die Zeiger der verschiedenen Gruppen springen daher nicht gleichzeitig jede Minute, sondern jedes folgende System um eine Sekunde später als das vorhergehende, was indessen für die gewöhnlichen Zwecke nicht von Bedeutung und, wenn die Kenntniss der Zeit genauer gefordert wird, leicht zu erfahren ist.

Es ist einleuchtend, dass, sobald eine grössere Anzahl von Kontakten, z. B. jede Minute, durch den am Steigrad angebrachten Arm bewerkstelligt werden soll, der Gang der Uhr darunter leiden muss. Einer durch ein Gewicht oder eine Feder getriebene Uhr wäre eine solche Funktion nicht zuzumuthen, da offenbar dadurch ihr Gang so beeinträchtigt würde, dass die Zeitangabe nur eine angenäherte sein könnte. Für die elektrische Uhr hingegen existirt dieser Uebelstand, nicht, da durch den vermehrten Widerstand, den sie zu überwinden hat, einzig die vom Elektromagnet zu ertheilenden Impulse häufiger werden, ihr Gang aber nur in untergeordneter Weise dadurch beeinflusst wird.

Soll indessen die Zeit mit astronomischer Genauigkeit mitgetheilt werden, so sind dafür andere Einrichtungen zu treffen, die später beschrieben werden sollen.

B. Der elektrische Regulator oder das elektromagnetische Pendel.

In dieser Uhr, welche mit astronomischer Genauigkeit gehen soll, ist das Uhrwerk vom Pendel getrennt. Das Pendel ist ein kompensirtes Sekundenpendel, welches durch passend angebrachte Kontakte, jede Sekunde einen Strom in das Zeigerwerk sendet. Die bewegende

Kraft ist die Elektrizität, die in analoger Weise wie bei der oben beschriebenen Uhr das Pendel in Thätigkeit erhält. Ich beschränke mich auf diese wenigen Bemerkungen und füge bloss noch hinzu, dass Hipp gegenwärtig bedeutende mechanische Verbesserungen an denselben probirt, deren Resultat zur Stunde noch nicht definitiv festgesetzt ist und daher ich deren Beschreibung auf spätere Zeit verschieben muss.

C. Die Normaluhr eines Systems elektrischer Zeitindicatoren.

Wir haben oben eine Einrichtung beschrieben, die geeignet ist, ein ganzes System elektrischer Zeitindicatoren zu bewegen. Indessen erwähnten wir schon dazumal, dass, wenn sich die Zeitübertragung mit astronomischer Genauigkeit machen soll, noch andere Vorrichtungen getroffen werden müssen. Im Folgenden soll eine Zusammenstellung beschrieben werden, die sich an den verschiedenen Orten, wo sie eingeführt ist, ganz ausgezeichnet bewährt. Es ist in diesem Falle der Regulator für sich ganz selbstständig und löst bloss das Contactwerk aus und er kann daher entweder in einem gewöhnlichen astronomischen Regulator oder in einem elektrischen Regulator bestehen. Man hat aber aus später zu erörternden Gründen einen Regulator mit beständiger Kraft gewählt.

a. Der Regulator mit Auslösung.

In Fig. 11 a und 11 b ist der Regulator, wie sie in grössern Städten, so in Berlin, Mailand, Zürich, Genf, Neuenburg etc. angewandt werden, wiedergegeben. a ist das Steigrad und b der Anker. Die Axe des Steigrades trägt hinten das Getriebe c. Das Rad d greift einerseits in das Trieb c, anderseits in das Trieb e ein. Die Axe des Zahnrades d befindet sich auf einer Gabel, welche um die

Axe f drehbar ist. Die Gabel ist nach hinten mit einem Arme versehen, welcher an seinem Ende eine regulirbare Spitze g trägt. Während der Bewegung des Steigrades und des mit ihm festverbundenen Getriebes c sinkt das Zahnrad d und mit ihm die Gabel nach unten.

Die Spitze g geht daher continuirlich nach oben und stösst schliesslich gegen den Winkelhebel h, der sich ein wenig dreht und infolge dessen den Doppelhebel i fallen lässt. Dieser Hebel kann aber vorläufig nur einen ganz kurzen Weg beschreiben, da er vom untern Arme des Winkelhebels k eingehackt wird und dieser letztere selbst in diesem Momente mit dem äussersten Ende seines obern Armes an einen am Steigrad seitlich angebrachten Stift l sich legt. Die beiden Hebel h und k sind beinahe im Gleichgewicht, haben indessen ein kleines Drehmoment in der Richtung des Zeigers einer Uhr. Bei der nun folgenden Weiterbewegung des Steigrades fällt der Hebel k von dem Stifte des Steigrades ab, der Hebel i hackt sich dadurch definitiv los und fällt nach unten. Es ist derselbe aber an seinem festen Ende mit einer halbkreisförmigen Scheibe s' versehen, die sich, sobald der Hebel fällt, dreht und dadurch den auf ihr liegenden Hebel m loslässt. Dieser um die Axe n drehbare Hebel ist mit einem zweiten Arme versehen, dessen Ende während des Fallens des obern Theiles eine Bewegung in der Richtung des Pfeiles vollführt. Die Stange o folgt dieser Bewegung und dreht eine Welle um die Axe p. Auf dieser Welle sitzt ein Hebel x, welcher durch die Bewegung derselben einen Winkel beschreibt und zur gleichen Zeit die Stange q in der Richtung des Pfeiles bewegt. Es ist aber diese Stange q ein Theil eines Hebelsystems, das durch das Gegengewicht r (Fig. 12) im Gleichgewicht gehalten wird und vermittelt der Stange s (Fig. 13) das Centrifugalpendel, resp. Windflügel eines durch Gewicht betriebenen Räderwerkes auslöst. Auf der Welle p sitzt ein zweiter Arm y, der sich zugleich mit ihr bewegt und in die Trommel o hineinfällt.

Während der Bewegung dieses Räderwerkes, welches ungefähr nach 10 Sekunden wieder eingehackt und angehalten wird, geht der Minutenzeiger des an demselben angebrachten Zifferblattes um eine Minute vorwärts und zur gleichen Zeit bewegt sich durch eine einfache Räderübersetzung der Stundenzeiger um den aliquoten Theil

auf dem Zifferblatte vorwärts. In das Räderwerk greift mittelst eines conischen Zahnrades die Welle *t* und treibt während einer Bewegung des Räderwerkes die Trommel des Commutators und die mit ihr fest verbundene Welle *u* um eine halbe Umdrehung vorwärts. Wie aber aus Grund- und Aufriss des Regulators ersichtlich ist, trägt diese Welle *u* an dem Ende, mit welchem sie den Regulator erreicht, eine hohle Trommel *v*, deren freier Rand zwei schiefe Ebenen bildet, von denen jede eine Länge gleich einem halben Umfang hat.

Wie schon früher erwähnt, trägt die Welle *p* zwei zu ihr rechtwinklig stehende Arme *x* und *y*, von denen der eine *x*, wie oben angegeben, bei der Drehung der Welle die Stange *q* in der Richtung des Pfeilers bewegt, der andere *y*, der vorn mit einer kleinen Rolle versehen ist, in die Trommel *v* einfällt. Es liegt die kleine Friktionsrolle also, wie die Auslösung stattgefunden hat, auf einer der beiden schiefen Ebenen auf, und während der nun eintretenden Drehung der Trommel *v* steigt die kleine Walze *z* die schiefe Ebene hinauf; der Arm *y* dreht die Welle *p* in ihre Anfangslage zurück oder um ein wenig über dieselbe hinaus; die Stange *o* bewegt sich infolge dessen in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung und hebt den Hebel *m* empor, dessen Hacken nun an der Scheibe *S'* des Hebels *i* vorbei kann, da sie noch gedreht ist. Während so der Hebel *y* seine Funktionen ausübt, wirkt aber zu gleicher Zeit die Welle *u* weiter mittelst des auf ihr festen conischen Rades 1 auf das kleine Zahnrad 2, das eine ganze Umdrehung vollführt und auf dessen Axe das schon oben erwähnte Getriebe *e* sitzt.

Es hat diese Welle nur zwei Funktionen:

Erstens stößt gegen das Ende der Bewegung der am Rade 2 senkrecht zu seiner Ebene angebrachte Stift 3 gegen den gebogenen Arm des Winkelhebels *i* und stößt diesen zurück; sein anderer Arm hebt sich daher und hackt sich am Hebel *h* fest; die Scheibe *S'* dreht sich in ihre Anfangslage und lässt nun den Hebel *m*, welcher vorher schon bei ihr vorbeipassirt ist, nicht mehr zurück, und es fällt daher dieser letztere, sobald die Walze *z* die schiefe Ebene erstiegen und verlassen hat, auf die Scheibe *s'* auf und ist festgehackt. Es be-

finden sich also in diesem Momente alle Hebel in ihrer Anfangslage, und sind bereit, ihre Funktion von Neuem wieder zu beginnen.

Zweitens hebt das Getriebe *e* während seiner Rotation das treibende Gewicht des Regulators, d. h. das Zahnrad *d*, in die Höhe, indem es dasselbe um das Getriebe *c* dreht und führt auf diese Weise seine Axe in die Anfangslage zurück.

Es werden also durch die halbe Rotation der Welle *u* nicht nur die Hebel in ihre Anfangslage gebracht, bereit, sofort wieder ihre Funktion zu beginnen, sondern es wird zu gleicher Zeit auch der Regulator wieder aufgezogen. Dasselbe Spiel wiederholt sich nun jede Minute, und zwar beginnt es genau im Momente, wo der Sekundenzeiger auf die 60. Sekunde springt, denn in diesem Augenblicke verlässt der am Steigrad angebrachte Stift *l* den Hebel *k*.

b. Der Commutator mit Contactvorrichtung.

In Fig. 12 haben wir eine Contactvorrichtung dargestellt, die bestimmt ist, 6 Linien zu betreiben.

Auf der schon oben erwähnten Trommel *w* sitzen 4 halbkreisförmige Scheiben *A B C D* auf, von denen je zwei *A* und *C* und *B* und *D* auf derselben Seite des Walzenumfanges liegen. Ferner sitzen auf der Trommel, auf ihrer übrigen Länge gleichmässig vertheilt, aber je um einen entsprechenden Winkel gedreht, 6 Paare

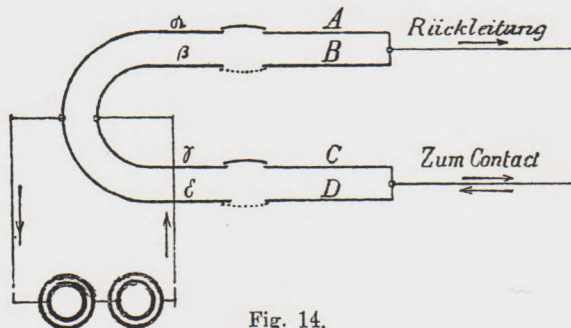


Fig. 14.

Erhöhungen, die sich diametral gegenüber befinden und von welchen das erste Paar in Fig. 12 a dargestellt ist. Sowohl den halbkreisförmigen Scheiben, wie diesen Erhöhungen gegenüber befinden sich

Hebel, deren über der Walze befindliches Ende je mit einer Friktionsrolle und deren hinteres Ende mit Contacten versehen ist, welche gegen dort angebrachte Federncontacte anliegen, sobald der vordere Theil des betreffenden Hebels auf eine der ihm entsprechenden Erhöhungen während der Bewegung der Walze trifft.

Betrachten wir zuerst die 4 Scheiben A B C D und die ihnen entsprechenden Federn α β γ δ . Die beiden Federn α und δ und die beiden andern β und γ sind je gemeinschaftlich mit dem einen Pol einer Batterie verbunden. Von den über den Spulen befindlichen Hebeln werden aber zur gleichen Zeit entweder diejenigen über A und C oder über B und D gehoben und es kommen daher entweder A und α und zugleich C und γ oder aber B und β und zugleich D und δ mit einander in Contact. Man ersieht leicht aus der schematischen Figur, dass alsdann der Strom jedesmal in entgegengesetzter Richtung zum Contact gesandt wird. Da die Walze jede Minute eine halbe Umdrehung macht, so findet bei jeder Bewegung der Walze eine Stromumkehr statt. Es bilden also die 4 Scheiben A B C D mit ihren Hebeln und correspondirenden Federn den Commutator.

Während jeder Bewegung der Walze gelangen successiv die Contacthebel der Linie mit ihren resp. Erhöhungen in Berührung. Der vordere Arm derselben steigt die schiefe Ebene hinan, um nachher wieder auf der zweckmässig gewählten Absteigungscurve durch die Spannfeder in seine frühere Lage zurückgeführt zu werden. Während dieser Bewegung des vordern Armes vollführt der hintere Theil des Hebels die umgekehrte Bewegung; er geht zuerst successiv nach unten, verweilt dort einige Zeit, um nachher in zwei cadenzförmigen Bewegungen, welche durch die eigenthümliche Form der Erhöhung hervorgerufen werden, nach oben zu gehen und seine frühere Lage einzunehmen.

Es wird während dieser Bewegung des Contacthebels nicht nur der Strom in die betreffende Linie gesandt, sondern auch zu gleicher Zeit der bei der Stromunterbrechung entstehende Induktionsfunken vermieden, wie man sich leicht aus den folgenden schematischen Figuren überzeugen kann.

Das Ende G des hintern Armes des Contacthebels bewegt sich zwischen den beiden Contactfedern H und I, welche durch dasselbe, während je einer Bewegung der Walze, aus ihrer Ruhelage gedrückt werden. Das Hebelende ist mit zwei Stiften versehen, von denen der obere in einer Elfenbeinfläche, der untere in einem Platinstiftchen endigt. Die eine der beiden Federn steht mit der betreffenden Uhrenlinie in Verbindung, die andere mit der gemeinsamen Rückleitung. Zwischen beiden Federn befindet sich ein Metallstück K, das auf beiden Enden mit Platincontacts versehen ist, auf welchen die Federn, wenn sie nicht vom hintern Arm des Contacthebels ergriffen sind, aufliegen.

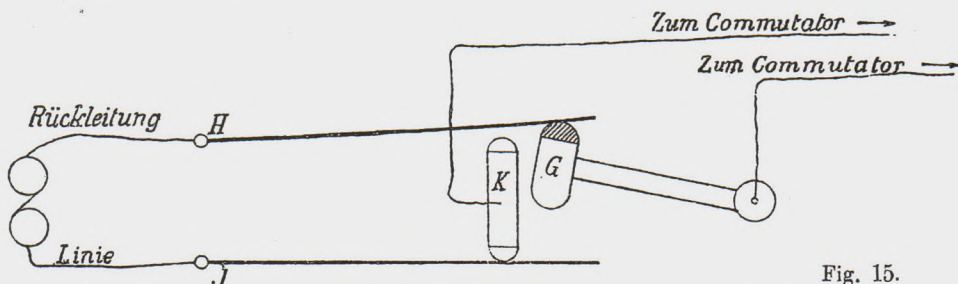


Fig. 15.

In der Ruhelage des Contacthebels drückt sein Ende G die Feder H nach oben, während die untere Feder am Contact K anliegt, wie es Fig. 15 zeigt.

Sobald aber sein vorderes Ende auf der schiefen Ebene seiner Erhöhung steigt, geht G nach unten, und die Verbindung ist alsdann schematisch in Fig. 16 dargestellt.

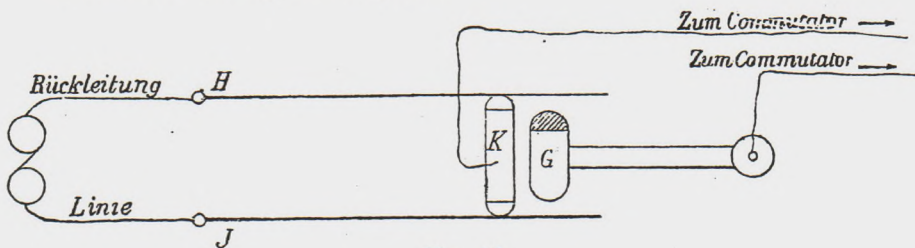


Fig. 16.

Steigt aber die Frictionsrolle immer weiter auf der schiefen Ebene empor, so sinkt G beständig nach unten, stösst gegen die Feder I,

welche sie sofort von K abhebt und stellt dadurch den Strom in der Linie her. Es findet nämlich derselbe jetzt folgenden Stromkreis:

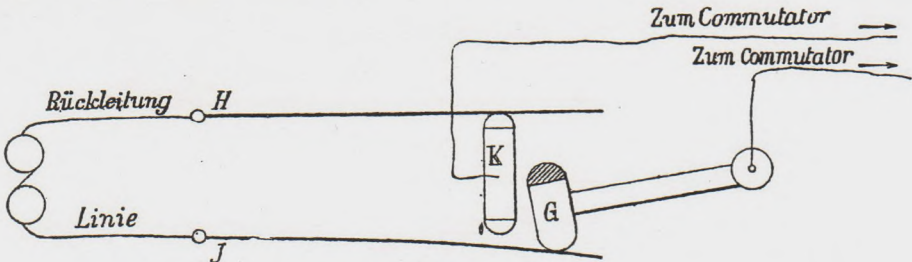


Fig. 17.

Vom Commutator nach G, in die Feder I, Linie, Rückleitung, durch die Feder H zum Kontakt K und von diesem zum Commutator. Der Stromschluss findet einige Zeit statt, nämlich so lange als der Kontakthebel auf dem obersten Theil der Erhöhung ruht. Bei der Weiterbewegung der Walze geht die Frictionsrolle wieder von der Erhöhung nach unten; es bewegt sich daher G wieder nach oben. Bevor aber die Feder I von dem Kontakt G verlassen, d. h. der Strom unterbrochen wird, legt sich dieselbe an den Kontakt K an, und erst jetzt verlässt G die Feder I.

Der durch den Stromunterbruch entstandene Extrastrom in der Linie findet also sofort einen geschlossenen Stromkreis, und der Inductionsfunke ist daher, wie schon oben erwähnt, vermieden. Der Kontakthebel G kehrt nun vollständig in seine Ruhelage zurück und hebt dadurch die Feder H wieder vom Kontakt K. Seit der Anwendung dieser neuesten Verbesserung zeigen nun die elektrischen Zeigerwerke einen ganz ausgezeichnet regelmässigen Gang, und die Batterie wird viel weniger rasch erschöpft als früher.

c) Der Hilfsregulator und Kurbelcommutator.

Bei einer vollständigen Anlage hat man auch den Fall in's Auge zu fassen, dass in einer einzelnen Linie Störungen vorkommen können, während die andern vollständig in guter Ordnung sind; oder auch der Hauptregulator aus irgend einer Ursache unregelmässig gehen kann und der Reinigung bedarf und dadurch ein Unterbruch in der Zeitmittheilung stattfindet.

Um nun im ersten Falle rasch von der Uhr aus die betreffende Linie in Uebereinstimmung mit den andern Linien zu bringen, ist in der Nähe des Regulators eine Contactverrichtung für die verschiedenen Linien angebracht. Sie ist in Fig. 18 dargestellt. M ist der Hebel eines gewöhnlichen von Hand zu bewegenden Commutators, dessen beide Arme α und α' entweder auf den Contacten β und γ oder γ und δ aufliegen oder auch gar keine der Contacte berühren. Durch die Bewegung dieses Hebels wird also die Richtung des Stromes geändert. Der Hebel N ist der Kontakthebel, welcher auf die Contacte a b c d sich legen kann und dadurch den Strom in die betreffende Linie oder Linien senden kann. Um die Funktion dieses Hilfsapparates besser zu illustriren, wollen wir annehmen, die Zeigerwerke der zweiten Linie gehen um drei Minuten nach. Man stelle alsdann den Hebel N auf den mit der Linie zwei verbundenen Kontakt b und wechsele alsdann mit dem Commutatorhebel M drei Mal den Strom.

Im zweiten Falle ist ein Hilfsregulator nothwendig, für den man zweckmässiger Weise die oben beschriebene elektrische Pendeluhr mit Contactvorrichtung verwendet.

Für gewöhnlich sind natürlich diese beiden Hilfsapparate weder mit der Säule noch mit der Linie verbunden. Es kann nun aber diese Verbindung auf eine höchst einfache Weise durch den am Kurbelcommutator angebrachten Stöpselapparat geschehen. Stecken die Stöpsel in den mit A bezeichneten Löchern, so sind Linien und Batterie mit dem Regulator in Verbindung; befinden sie sich in den Löchern B, so sind sie mit dem Hilfsregulator verbunden; und sind sie endlich in C, so stehen sie mit dem Kurbelcommutator in Verbindung, und es kann also in dem betreffenden Falle nur einer der drei Apparate wirken. Es ist daher der Beschreibung der Wirkung des Kurbelcommutators noch beizufügen, dass, sobald derselbe in Funktion treten soll, die Batteriestöpsel und die Stöpsel der respektiven Linien an den richtigen Ort placirt werden müssen.

Die Drahtverbindungen der Apparate sind übrigens in nebenstehender Tafel 2 wiedergegeben, auf welcher die vollständige Einrichtung für 4 Linien dargestellt ist.

D. Die elektrischen Zeigerwerke.

I. Der gewöhnliche elektrische Zeitindicator.

In nebenstehender Figur ist ein ganz einfaches Zeigerwerk abgebildet. Die weichen Eisenkerne m und m' des Elektromagnets be-

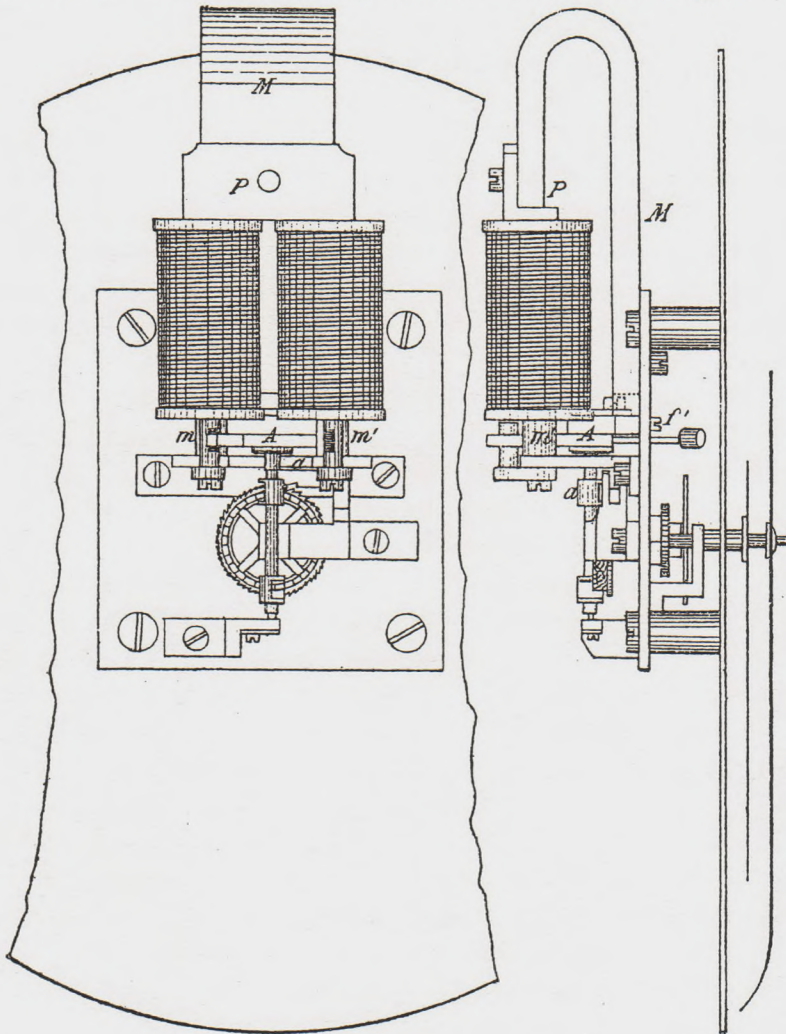


Fig. 19.

finden sich auf dem Pol P des permanenten Magnets M; sie sind daher beständig durch Influenz magnetisch. In unmittelbarer Nähe des andern Poles P des permanenten Magnets befindet sich der um eine vertikale Axe a zwischen den Polen des Elektromagnets drehbare Anker A aus weichem Eisen, der infolge dessen stets polarisirt ist, und zwar den beiden Polen des Elektromagnets entgegengesetzt, solange wenigstens kein Strom in den Spulen zirkulirt. Die Form des Ankers, welche nun erlaubt, selbst mit einem schwachem Strom einen grossen Weg desselben hervorzubringen und welche zugleich eine gleichförmige

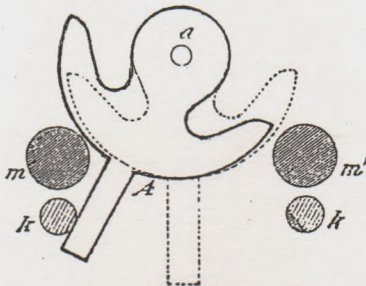


Fig. 20.

Bewegung desselben bewirkt, ist in Figur 20 wiedergegeben. Die punktierte Lage des Ankers lässt erkennen, dass seine äussere Begrenzung kein concentrischer Kreis sondern eine excentrische Kurve bildet, deren Radius in der Mitte am grössten und an den Enden am kleinsten ist. Der Anker trägt ferner

auf einem Arm verschiebbar ein Gewicht f', welches ihn im Gleichgewicht hält.

Der Anker des elektrischen Indicators von Hipp ist ohne Frage dasjenige Organ, das der Form und der Wirkung nach am meisten von den andern abweicht und hauptsächlich zu dem regelmässigen Gange beiträgt; er wurde im Jahr 1863 in einigen Staaten patentirt. Die wesentlichen Vorzüge, welche diesen Anker zum Betriebe elektrischer Zeigerwerke geeignet machen, sind vor allen Dingen der grosse Weg, den derselbe bei jedem Stromdurchgange zurücklegt, welcher circa 60° beträgt. Dadurch wird bewirkt, dass Stösse, sowohl mechanischer als elektrischer Natur (schwache Inductionsströme oder geringe atmosphärische Ströme u. s. w.), keinen Einfluss haben, wenn sie nicht längere Zeit andauern.

In zweiter Linie ist durch die Form des Ankers die Möglichkeit gegeben, die Kraft, mit welcher der Anker in Bewegung gesetzt wird, in solcher Weise auf die verschiedenen Bewegungsphasen zu vertheilen, dass das durch die Kraft ausgeübte Drehungsmoment in

derselben Weise wächst oder abnimmt, wie das Moment des zu überwindenden Widerstandes. Im Anfange der Bewegung ist daher die bewegende Kraft am grössten, weil in dieser Phase der Bewegung das Trägheitsmoment des zu bewegenden Mechanismus überwunden werden muss.

In dritter Linie ist es durch diese Form des Ankers möglich geworden, einen sichern Gang mit bedeutend geringerer Stromstärke zu erzielen. Die Intensität des jetzt anzuwendenden Stromes verhält sich zur Intensität des Stromes bei der frühern Einrichtung um unter denselben Umständen denselben Zweck zu erreichen, wie 1 zu 2; es kann also mit derselben Stromquelle gegenwärtig die doppelte Anzahl Uhren im Gang erhalten werden, als früher.

Endlich ist noch hervorzuheben, dass dieser grosse Gang die Anwendung einer Schiebvorrichtung (Spindelgang mit sog. Klotzspindel) gestattet, welche sicher und leicht geht und dabei den Zeiger so feststellt, das ein Vorwärtsschieben in der Ruhelage nicht möglich ist. Auch wird der Gang des Zeigers ruhig und es können viel grössere Zeiger getrieben werden, ohne einen Rückschlag des Zeigers befürchten zu müssen, was bei anderen Einrichtungen so oft vorkommt.

Es darf ohne Weiteres angenommen werden, dass durch diese Ankerform und der dadurch erzielten Vortheile eine Hauptursache des bisherigen Misslingens der elektrischen Zeigerwerke weggefallen ist.

Auf den beiden Metallaufsätzen, die sich vor den Polen der Elektromagnete befinden, sind zwei kleine Kissen *k* von Sammet angebracht, damit der schwache Stoss des Ankers ganz sanft und geräuschlos erfolge.

Das Räderwerk des Indicators besteht einfach aus einem Steigrad mit doppelter, senkrecht zu einander stehender, Zahnung. In die eine Zahnung greift die Spindel ein, welche dasselbe bewegt, in den Zähnen der andern liegt ein kurzer leicht beweglicher Arm, der Sperrkegel, der ein Rückwärtsgehen des Steigrades unmöglich macht. Zwischen der Messingplatte, welche den elektromagnetischen Theil des Indicators trägt und dem Zifferblatt befindet sich die aus drei Zahnrädern bestehende Uebersetzung des Minutenrades an den Stundenzeiger.

Jede Minute sendet der Regulator oder die Normaluhr einen Strom abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durch die Spulen der Elektromagnete; einer der beiden Kerne verliert seinen Magnetismus, den er durch Influenz besitzt und magnetisirt sich in entgegengesetztem Sinne. Der Magnetismus des andern wird verstärkt. Der dem ersten Pol anliegende magnetische Anker wird daher von demselben abgestossen, da sie jetzt gleichnamig polarisirt sind, hingegen von dem andern Pol angezogen. Es macht alsdann wie schon bemerkt, der Anker eine stetige Bewegung von einem Pol zum andern und schiebt dadurch das Steigrad um einen Zahn vorwärts.

Ein in die Uhrlinie gelangender Strom atmosphärischer Electricität kann keine bleibende Störung im Gange der Zeitindikatoren bewirken, denn hat er dieselbe Richtung, wie der vorhergegangene Batteriestrom, so wird er keine Bewegung hervorrufen. Hat er aber entgegengesetzte Richtung, so wird der Zeiger um eine Minute vorwärts springen, es findet aber der alsdann folgende Batteriestrom seine Arbeit bereits verrichtet und der Indikator zeigt wieder die richtige Zeit.

Die Wirkung des atmosphärischen Stromes besteht also im schlimmsten Falle in einem einzigen falschen Springen des Zeigers, die folgenden Minuten sind aber wieder richtig.

2. Zeigerwerke mit zwei Zifferblättern.

Für Uhren, die sich auf den Perrons der Bahnhöfe, in Strassen, in den Gängen grösserer Gebäude etc. befinden, ist es sehr oft wünschenswerth, dass dieselben mit zwei Zifferblättern versehen seien. Je nach der Lage wird man parallele Zifferblätter oder solche, die etwas gegeneinander geneigt sind, wählen.

Im Folgenden beschreiben wir ein Zeigerwerk mit parallelen Zifferblättern und bemerken im übrigen, dass die geneigten ganz auf dieselbe Weise construirt sind und bloss die beiden Arme m und n in einem entsprechenden Winkel stehen. Fig. 21. Diese Zeigerwerke bestehen im wesentlichen aus denselben Organen, wie die früher beschriebenen. Der Anker bewegt indessen hier nicht direkt das Steigrad, sondern überträgt seine Bewegung durch die ganz gleiche

Schiebvorrichtung, die wir oben beschrieben haben, an die Axe a, deren oberes Ende mit einem conischen Getriebe c versehen ist. In das conische Rad c greifen die beiden Räder r und r', deren Axen

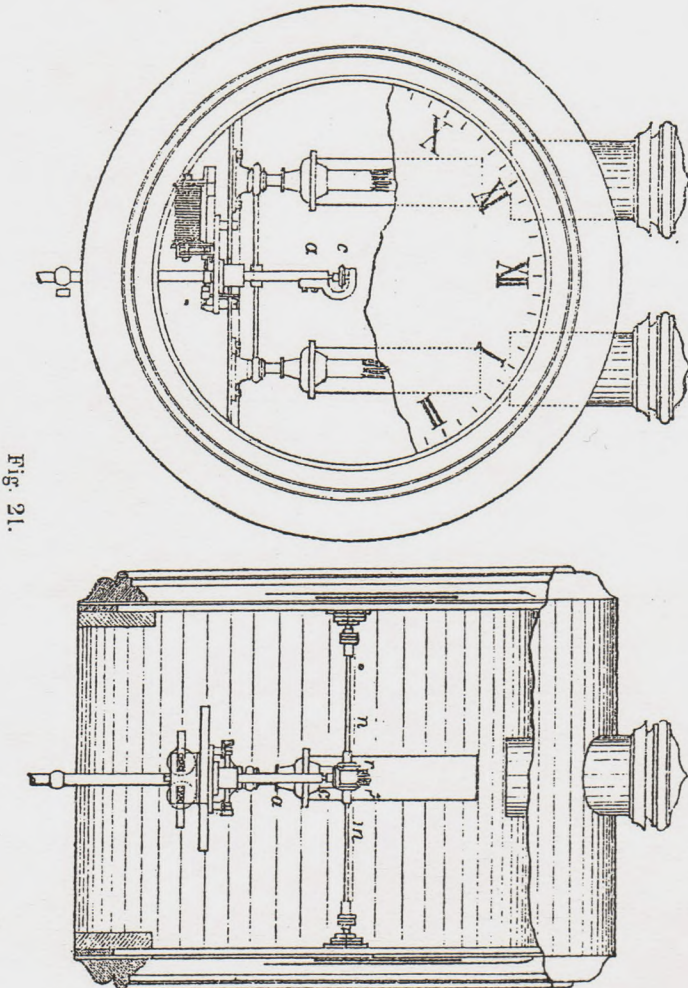


Fig. 21.

n und m alsdann direkt das betreffende Zeigerwerk bewegen. Es ist noch zu bemerken, dass der Anker sich in einer verticalen Ebene bewegt und dass der Einfluss der Schwere aber durch ein am Anker angebrachtes Gegengewicht eliminirt ist.

Bei Strassen- und Perronuhren ist es wichtig, dass dieselben auch Nachts gesehen werden können. Es sind zu diesem Zwecke im Innern, wie es die Zeichnung zeigt, entweder 1 oder 2 Gasflammen angebracht, so dass das aus einem Milchglas bestehende Zifferblatt auch Nachts auf grosse Distanzen sichtbar ist.

In einigen Fällen wendet man auch Zifferblätter aus Spiegelglas an, auf welchen die Ziffern mit weisser Farbe angebracht sind. Die Zeiger sind in diesem Falle ebenfalls weiss und durchscheinend. Bei Tage zeigen sich alsdann die Ziffern und Zeiger weiss auf schwarzem Hintergrunde, und Nachts findet dasselbe statt, wenn man die Lampen so plazirt, dass sie von aussen nicht gesehen werden können, sondern ihr Licht durch Reflexion auf das Zifferblatt senden.

3. Elektrisches Zeigerwerk mit Gewichtsaufzug.

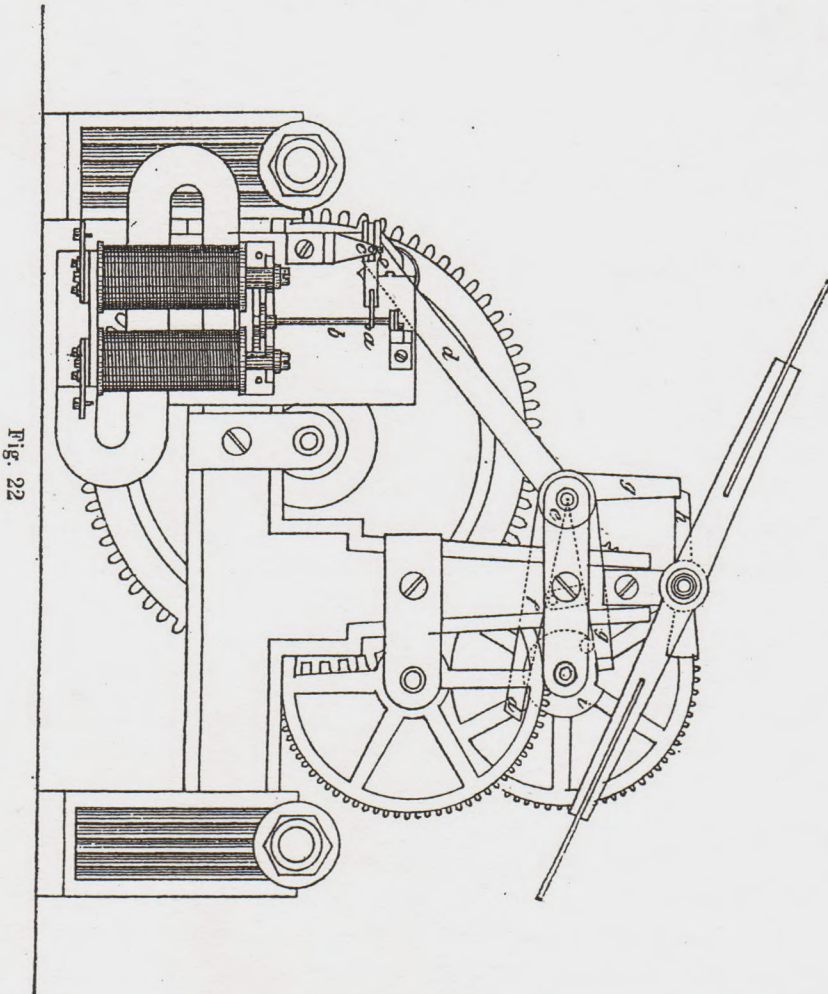
Soll ein Zeigerwerk sehr grosse Zeiger bekommen, z. B. ein Zifferblatt, das einen Durchmesser von mehr als 120 cm hat, insbesondere wenn es nicht mit einer Glasscheibe bedeckt ist, so wäre es nicht rathsam, solche grosse Zeiger direct durch den elektrischen Strom zu bewegen, weil eine allzu starke Batterie nöthig wäre. In diesem Falle bedient man sich eines Werkes, das durch ein Gewicht getrieben wird und z. B. alle 8 Tage aufgezogen werden muss. Der Electromagnet, mit einem ganz gleichen Anker versehen, wie der oben beschriebene, dient alsdann nur dazu, das Werk je alle Minuten auszulösen, und dadurch die Uhrzeiger um eine Minute vorrücken zu lassen. Es wird auf diese Weise möglich, mit einem und demselben Regulator jede Grösse von Zeigern, in Thurmuhren und dergleichen, in eben denselben regelmässigen Gang zu bringen, wie die kleinsten eingeschalteten Zeigerwerke.

Im Folgenden ist die elektrische Auslösung beschrieben, wie sie für Thurmuhren angewendet wird.

Auf der Axe b sitzt eine halbkreisförmige Scheibe a, auf welcher ein Arm der um die Axe c drehbaren Gabel aufliegt. Die Enden der beiden Gabelarme sind in Gelenken beweglich, wie aus der Fig. 22 ersichtlich ist. Der schwere Doppelhebel d liegt auf der Axe e auf, und sein hinterer Arm stützt den auf der Axe e lose aufsitzenden

Winkelhebel g in Punkt f. Auf dem obern Arme des Winkelhebels g liegt der mit der Windflügelaxe fest verbundene Arm h, welcher die Bewegung hemmt.

Kommt also ein Strom in den Elektromagnet, so bewegt sich



der Anker wie in gewöhnlichen Uhren, von dem einen Pol zum andern. Die Axe b dreht sich. Die kleine Scheibe lässt den auf ihr ruhenden Arm fallen, zu gleicher Zeit verliert daher der Arm d

seinen Stützpunkt und fällt ebenfalls nach unten. Sein hinterer Theil stösst dann den Winkelhebel g nach oben, es dreht sich derselbe also und lässt den Windfang los. Das ganze Räderwerk setzt sich nun in Bewegung und das Zeigerwerk dreht sich um eine Minute vorwärts. Während der Bewegung aber macht die Scheibe i eine volle Umdrehung. Der Hebel g ist während der Hebelauslösung aus der in der Scheibe angebrachten Vertiefung herausgehoben worden und schleift nun auf der Peripherie derselben entlang. Auf der Scheibe befindet sich aber ein seitlicher, senkrechter Stift, der während der Bewegung derselben auf den Hebel d stösst, denselben abwärts drückt und dadurch das ganze Hebelsystem in seine ursprüngliche Lage bringt, mit dem einzigen Unterschied, dass nun der andere Arm der Gabel auf der halbkreisförmigen Scheibe a aufliegt. Die beiden Enden der Gabel sind um verticale Axen drehbar, bei der Hinaufbewegung kann das vorher abgefallene Gabelende ungehindert an der Scheibe vorbei, das andere schleift an seinem conischen Rande hinauf, indem es sich nach aussen biegt; sobald es aber die Scheibe passiert hat, wird es durch eine Feder wieder nach innen getrieben, so dass es jetzt nicht mehr über die Scheibe hinuntergehen kann, so lange wenigstens dieselbe in dieser Lage bleibt. Erst bei einer neuen Drehung der Scheibe, d. h. des Ankers, kann die Gabel wieder nach unten fallen.

Nach der vollständigen Drehung der Scheibe i fällt der hintere Arm des Winkelhebels g von ihrer Peripherie in den Ausschnitt und es fängt dann sein anderer Arm den an der Windfangaxe befestigten Hebel auf, und das ganze Räderwerk ist in Ruhe, bis eine neue Stromemission, in umgekehrter Richtung, dasselbe Spiel wiederholen lässt.

Es ist selbstverständlich, dass mit dieser Uhr ein Schlagwerk in Verbindung sein kann, wie es bereits an mehreren Orten der Fall ist. Wahrscheinlich das grösste Zeigerwerk Europa's, die Thurmuhr zu St. Peter in Zürich, wird auf oben beschriebene Weise bewegt. Die Zeiger wiegen zusammen ca. 14 Zentner und haben eine Länge von 28 Schweizerfuss. Trotzdem ist diese Uhr auf gewöhnliche Weise in eine der städtischen Uhrenlinien eingeschaltet und geht ebenso regelmässig wie die kleinen eingeschalteten Zeigerwerke.

4. Die elektrische Coincidenz-Uhr.

Sollen bloss in grösseren Zeitintervallen, z. B. täglich, Zeitsignale gegeben werden, so bedient man sich mit Vortheil der unten beschriebenen Coincidenzuhren.

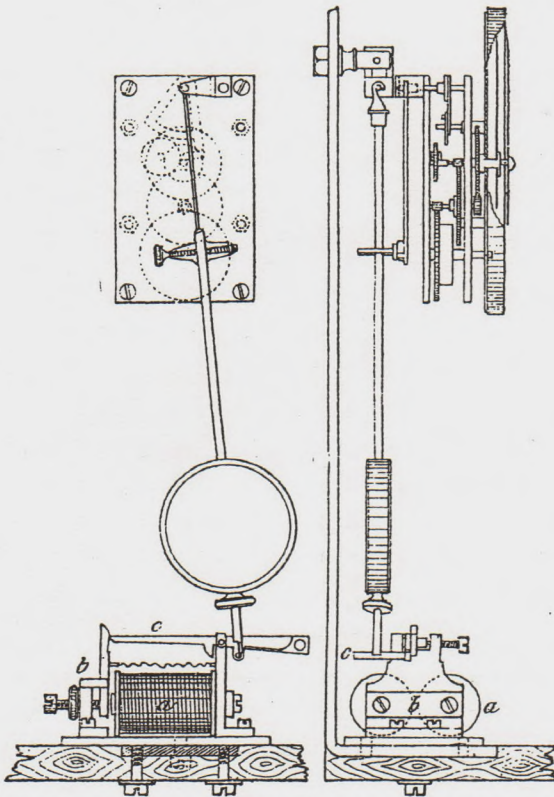


Fig. 23.

Ein einfaches Exemplar ist in nebenstehender Figur wiedergegeben. Sobald der Elektromagnet *a* seinen Anker *b* anzieht, lässt der an ihm festverbundene Hacken den Hebel *c* los. Dieser dreht sich infolge seiner Schwere und hackt das auf seiner durchschnittenen Axe sitzende Pendel los, welches dann zu schwingen anfängt.

Je nach dem Zwecke der Coincidenzuhr macht das Pendel während einer Minute 60 oder 61 ganze Schwingungen.

Erstere Einrichtung hat den Vortheil, gegenüber einem blossen Signal, dass eine Zeitvergleichung auch dann noch gemacht werden kann, wenn man selbst die Ankunft des Stromes verpasst hätte, und ferner erlaubt diese Errichtung eine mehrmalige Vergleichen, da die Uhr nach der Auslösung noch eine geraume Zeit fortgeht.

Die zweite Einrichtung ist vorzuziehen, wenn man z. B. einen Regulator nach dem Signal der astronomischen Uhr vergleichen will. In diesem Falle handelt es sich stets um eine Schätzung kleinerer Bruchtheile einer Sekunde, die man durch gewöhnliche Vergleichung nur ungenau bekommen würde. Es bildet nämlich in diesem Falle das Pendel der Coincidenzuhr mit dem Pendel des zu vergleichenden Regulators einen Vernier, welcher sodann den $\frac{61}{20}$ Theil einer Sekunde noch zu beobachten erlaubt. Vergehen z. B. 20 Schwingungen der Coincidenzuhr bis zu dem Augenblicke, wo seine Schwingungen mit denjenigen des Regulators übereinstimmen, so entspricht dieses einem Zeitunterschied der beiden von $\frac{20}{61}$ einer Sekunde. Durch vorausberechnete Reduktionstabellen ist dieser Bruch sofort in Hundertstel umgewandelt.

Am Regulatorpendel angebrachte Hülfspendel, die man beliebig lange Zeit mit demselben in Verbindung lassen kann, erlauben diesen Gangunterschied zu corrigiren.

In speciellen Fällen kann die Coincidenzuhr mit einem gewöhnlichen elektrischen Zeitindicator verbunden sein und alsdann jede beliebige Minute in Thätigkeit gesetzt werden, was besonders für Uhrmacherateliers von grossem Werth ist.

E. Einschaltung der elektrischen Zeigerwerke.

Sobald es sich darum handelt, eine grössere Anzahl von Zeigerwerken durch eine einzige und nicht zu grosse Batterie zu treiben, ist man genöthigt, dieselben neben einander einzuschalten, damit der Widerstand nicht zu bedeutend werde. Man hat es für zweckmässig erachtet, in einer einzelnen Linie nie mehr als 20 à 25 Uhren anzubringen. Wollte man aber die Uhren auf gewöhnliche Weise neben einander einschalten, so würde auf die letzte Abzweigung nur noch ein Minimum vom Strom gelangen. Man schaltet daher in jeder Abzweigung einen solchen Widerstand ein, dass sämmtliche Abzweigungen von Strömen gleicher Intensität durchflossen werden. Eine einfache Berechnung gibt leicht die in jeder Abzweigung einzuschaltenden Widerstände. Man sieht sofort ein, dass die einzuschal-

tenden Widerstände von dem Widerstande der Uhren unabhängig, und nur abhängig sind von den Widerständen der zwischen den einzelnen Abzweigungen befindlichen Linien, da man als Rückleitung für kleinere Distanzen (Städte etc.), die Gasleitung benützt oder für grössere Distanzen die Erde, so kann man diesen Widerstand, weil für jede Abzweigung derselbe, ausser Betracht lassen.

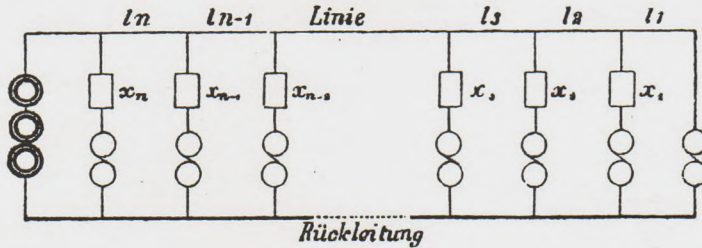


Fig. 24.

Bezeichnet man alsdann mit $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ die Linienwiderstände zwischen den einzelnen Abzweigungen vom Ende angefangen; ferner mit $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ die in den resp. Ableitungen einzuschaltenden Widerstände, so erhält man den in irgend einer Abzweigung, z. B. der m ten, vom Ende an gerechnet, einzuschaltenden Widerstand nach der Formel:

$$x_m = m l_m + x_{m-1}$$

oder wenn man ihn ganz unabhängig von den andern berechnen will:

$$x_m = m l_m + (m-1) l_{m-1} + \dots + 3 l_3 + 2 l_2 + l_1$$

Vermittelst dieser leicht im Gedächtniss zu behaltenden Formel hat man sofort die einzuschaltenden Widerstände für eine ganze Reihe von Abzweigungen berechnet, indem man m successiv alle Werthe von 1 bis n gibt.

Als praktisches Beispiel wähle ich die Linie, durch welche das Zeitsignal täglich von der Sternwarte in Neuchâtel in die hauptsächlichsten Uhrenfabrikationscentren, resp. in dort aufgestellte Coincidenzuhren, und nach Bern gesendet wird. Jede Uhr der Leitung wird nach diesen Dispositionen durch einen Strom von gleicher Intensität durchlaufen. Wenn der in einer Abzweigung einzuschaltende Widerstand grösser oder ebenso gross ist als derjenige einer Uhr, so kann

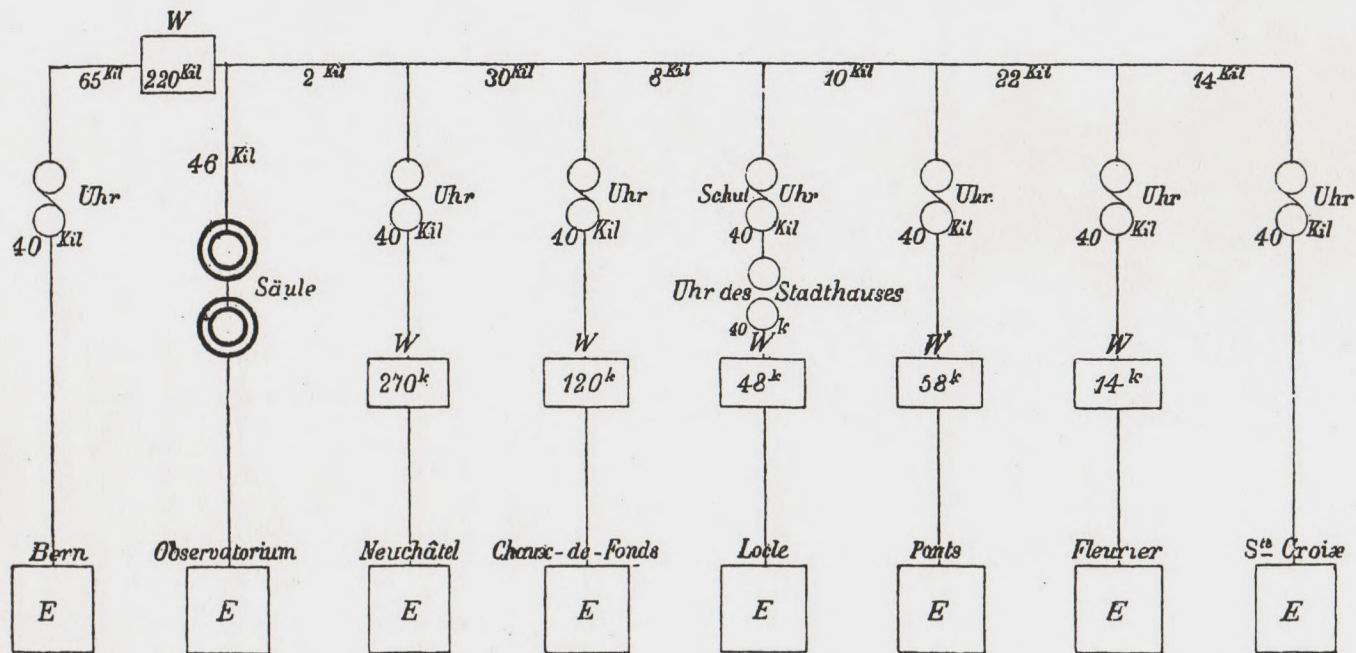


Fig. 25.

man mit Vortheil anstatt des Widerstandes noch eine oder mehrere Uhren in derselben anbringen, wie in obigem Beispiel es in Locle geschehen ist. Die Widerstände in obigem Beispiel sind in Kilometern des schweizerischen Telegraphendrahtes angegeben (Eisendraht von 3 $\frac{m}{m}$); ich füge bei, dass 1 Kilometer dieses Drahtes einem Widerstande von 17,77 Quecksilbereinheiten entspricht.

Diese Art der Einschaltung der Indicatoren genügt, wenn, wie schon erwähnt, deren höchstens 25 von den Regulatoren zu treiben sind. Wenn indessen, wie diess in grössern Stärken der Fall ist, hundert und mehr durch denselben Batteriestrom bewegt werden müssen, könnte diess nur bei Anwendung einer sehr starken und daher kostspieligen Batterie geschehen. Man theilt daher in diesem Falle die Zeigerwerke in Gruppen von 20 à 25; schaltet dieselben, wie oben erwähnt, je in eine Linie und schickt dann nacheinander den Strom in die erste Linie, dann in die zweite etc. Es ist zu

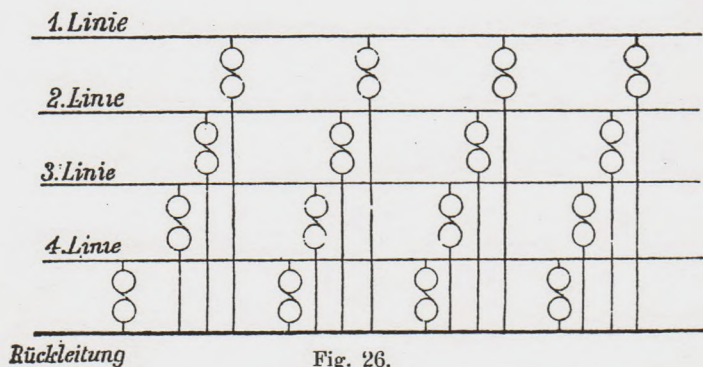


Fig. 26.

diesem Zwecke, wie früher erläutert, die Kontaktvorrichtung vervielfältigt; in jeder folgenden Sekunde ist der Kontakt mit der folgenden Linie hergestellt.

Die allgemeine Anordnung ist aus folgendem Schema ersichtlich; es ist nur noch hinzufügen, dass die für alle Linien gemeinsame Rückleitung entweder ein dicker Draht oder die Gasleitung oder die Erde ist. Welche von den drei Arten der Rückleitung gewählt wird, hängt natürlich von den Kosten, die sie in jedem speciellen Falle verursachen, ab.

Es ist selbstverständlich, dass bei längern Leitungen, die sich in freier Luft befinden, vor den Uhren Blitzplatten eingeschaltet werden. Ueber dieselben habe ich weiter nichts beizufügen; es sind dieselben Apparate, die man in der Telegraphie verwendet und in allen Lehrbüchern der Physik beschrieben sind.

F. Die Batterie.

Die Batterie als motorische Kraft bedarf einer besondern Beachtung. Die mannigfachsten Erfahrungen haben gezeigt, dass die Zinkkohlenbatterien in grossen Dimensionen sich am besten zum Betrieb eines Netzes elektrischer Indicatoren eignen. Der Strom ist ziemlich stark und lange constant, wenn er nur in Intervallen für kurze Zeit geschlossen wird, wie es beim Betrieb elektrischer Uhren der Fall ist.

Als beste Füllung werden empfohlen:

3 Theile Salmiak,
1 Theil Kochsalz,
20 Theile Wasser.

Da diese Mischung grosse Kälte erzeugt, so muss dieselbe in hölzernen Gefässen vorgenommen werden, und erst dann wird die Flüssigkeit in die Elemente gegossen.

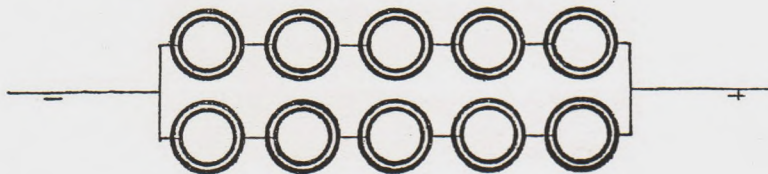


Fig. 27.

Eine gesättigte Auflösung von Chlorzink, ebenso von Kochsalz, letztere etwas weniger günstig, sollen ebenfalls denselben Zweck erfüllen.

Ziemlich häufig findet man die Meidinger Batterie angewendet, die sich durch ihre Constanz auszeichnet. Als Füllung benützt man am Besten eine ziemlich concentrirte Auflösung von Bittersalz (schwefel-

saure Magnesia) in Wasser. In neuerer Zeit scheinen auch die verbesserten Leclanché Elemente für den Betrieb elektrischer Uhren eine Rolle spielen zu sollen.

Es ist von grösster Wichtigkeit, dass die Batterie ganz sicher ihre Wirkung ausübe; es kann aber das Zerspringen eines Glases etc. vollständige Störung herbeiführen. Um diess zu vermeiden, schaltet man zwei Batterien nebeneinander ein, wie es in Fig. 27 dargestellt ist, von denen jede für sich das System zu treiben vermag. Wird dann eine der beiden Batterien unthätig, so übt die andere die Funktion aus.

G. Schlussbemerkung.

Wir haben exclusive die Hipp'schen electrischen Uhren und Zeitindicatoren behandelt; es schien dies angezeigt, da der Zweck der vorliegenden Arbeit nicht eine historische Darlegung der bis jetzt vorgeschlagenen und theilweise auch ausgeführten Systeme electrischer Uhren und Zeitindicatoren ist, sondern vielmehr eine für den Techniker und Physiker angelegte Beschreibung einer wirklich brauchbaren Erfindung auf diesem Gebiet. Es geht der praktische Werth dieses Systems aus folgenden Mittheilungen hervor, die mir gütigst aus dem Bureau der Telegraphenfabrik in Neuenburg übermittelt worden sind. (Siehe beiliegendes Tableau.)

„Die Zahl der Uhren, die für Privathäuser, Hôtels, Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude etc. bis jetzt geliefert wurden, beträgt mehr als das Vierfache der in obigem Verzeichniss angeführten Zahl.

„Der Beweis für die befriedigenden Leistungen unserer electrischen Uhren liegt in der grossen und stets wachsenden Zahl von Städten, Eisenbahn- und Postverwaltungen etc., welche dieselben eingeführt und in den Zeugnissen, welche diese verschiedenen Administrationen über den regelmässigen und sichern Gang derselben ausgestellt haben.

„Eine Thatsache verdient besonders hervorgehoben zu werden, nämlich, dass mehrere Verwaltungen nach Einführung der ersten electrischen Uhren, deren Anzahl vermehrt haben und das Uhrennetz je nach Bedürfniss ausdehnen.“

Verzeichniss

der in verschiedenen Städten aufgestellten electrischen Uhren.

System Hipp.

Städte.		Datum der Aufstellung der ersten Uhren.	Regulator.	Zahl der Uhren.	Nach- trägliche Bestel- lungen.	Total.	Durchmesser der grössten Zifferblätter.	Art der Regulatoren.
							Centimeter.	
Basel	Stadt	1872	1	22	26	48	90	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Berlin	Lehrter-Bahnhof	1874	1	8	—	8	172	" " " "
Berlin	Berlin-Stettiner-Eisenbahn	1876	1	7	—	7	80	" " " "
Bellagio	Grand Hotel	1873	1	15	—	15	80	Durch die Elektricität getrieben.
Biel	Stadt	1876	1	8	—	8	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Bochum	Stadt	1876	1	11	—	11	75	" " " "
Buda-Pest	Telegraphenbureau	1873	1	39	—	39	123	Durch die Elektricität getrieben.
Bukarest	A. Engels	1875	1	13	—	13	50	" " " "
Cöln	Bahnhof	1871	1	6	—	6	90	" " " "
Chemnitz	Bahnhof	1872	1	6	—	6	40	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Constanz	Bad - Hotel	1875	1	12	—	12	32	Durch die Elektricität getrieben.
Genf	Stadt	1862	1	15	16	31	186	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Haag	Bahnhof	1872	1	8	20	28	40	Durch die Elektricität getrieben.
Ifeilbronn	Bahnhof	1874	1	16	—	16	175	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Heilbronn	Königl. Postbau-Verwaltung	1876	—	5	—	5	50	Durch die Elektricität getrieben (mit dem Regulator des Bahnhofes).
Königsberg	Stadt	1869	1	4	—	4	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Königsberg	Börse	1875	1	3	—	3	60	Durch die Elektricität getrieben.
Lichtensteig	Bank	1873	1	5	—	5	60	" " " "
Lima	Gebrüder Roggero & Cie.	1876	1	5	—	5	33	" " " "
Linz	Stadt	1876	1	3	—	3	60	" " " "
Madrid	M. Höfler	1875	4	27	—	27	26	" " " "
Magdeburg	Potsdamer-Bahnhof	1874	1	17	—	17	180	Mit Gewicht, nebst Commutator.

Magdeburg	Leipziger-Bahnhof	1875	—	12	—	12	140	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Mailand	Stadtrath	1875	1	18	9	27	60	" " " "
Mannheim	Badische Staatsbahnen	1876	1	3	—	3	90	Durch die Elektrizität getrieben.
Neuenburg	Stadt	1864	1	16	20	36	120	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Odessa	Hotel Europa	1873	1	6	—	6	40	Durch die Elektrizität getrieben.
Paris	Menier	1875	1	13	—	13	110	" " " "
Philadelphia	G. W. Russell	1876	1	8	—	8	55	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Plauen	Bahnhof	1875	2	6	—	6	100	Durch die Elektrizität getrieben.
Ragatz	Hotel Quellenhof	1869	1	9	—	9	40	" " " "
Schinznach	Bad Schinznach	1868	1	14	15	29	90	" " " "
Stuttgart	Bahnhof	1867	1	30	8	38	120	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Stuttgart	Postgebäude	1872	—	14	—	14	60	" " " "
Stuttgart	Königl. Realanstalt.	1876	1	6	—	6	26	Durch die Elektrizität getrieben.
Wien	Telegraphenbureau	1873	1	30	—	30	123	" " " "
Windisch	Spinnerei Kunz	1876	1	15	—	15	33	" " " "
Winterthur	Stadt	1869	1	52	—	52	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.
Winterthur	Bank	1869	1	15	8	23	100	Durch die Elektrizität getrieben.
Zug	Rathhaus	1875	1	10	—	10	35	" " " "
Zürich	Stadt	1865	1	55	35	90	60	Mit Gewicht, nebst Commutator.

P. S. Ferner wurden seither in den Städten Mailand, Zürich, Winterthur, Basel, Genf, Neuenburg u. s. w. den schon bestehenden eine neue Anzahl Zeigerwerke beigelegt.

Wir haben vorstehendem Verzeichniss bloß noch hinzuzufügen, dass der die Zeigerwerke treibende Regulator entweder in einer gewöhnlichen elektrischen Halbskundenpendeluhr (in unserm Verzeichniss „Durch die Elektrizität getrieben“ bezeichnet) oder in einer vollständigen Normaluhr eines Systems elektrischer Zeit-indicatoren besteht (in vorstehendem Verzeichniss durch „Mit Gewicht nebst Commutator“ angedeutet).

Inhaltsverzeichniss.

	Seite.
Einleitung:	
a. Die electrischen Zeigerwerke	1
b. Die electrischen Uhren	5
Vergleichende Bemerkungen	7
A. Die electrische Uhr von Hipp.	
I. Die electrische Pendeluhr	11
1. Das electrische Pendel	11
2. Die Contacteinrichtung	13
3. Das Zeigerwerk	16
4. Die Contactvorrichtung mit Commutator	17
B. Der electrische Regulator oder das electro-magnetische Pendel	21
C. Die Normaluhr eines Systemes electrischer Zeitindicators:	22
a. Der Regulator mit Auslösung	22
b. Der Commutator mit Contactvorrichtung	25
c. Der Hülsregulator und Kurbelcommutator	28
D. Die electrischen Zeigerwerke.	
1. Der gewöhnliche electrische Zeitindicator... ..	30
2. Zeigerwerke mit zwei Zifferblättern	33
3. Electrisches Zeigerwerk mit Gewichtsaufzug	35
4. Die electrische Coïncidenz-Uhr	38
E. Einschaltung der electrischen Zeigerwerke	39
F. Die Batterie	43
G. Schlussbemerkung... ..	45

Fig. 12.

Fig. 12a.

Fig. 11a.

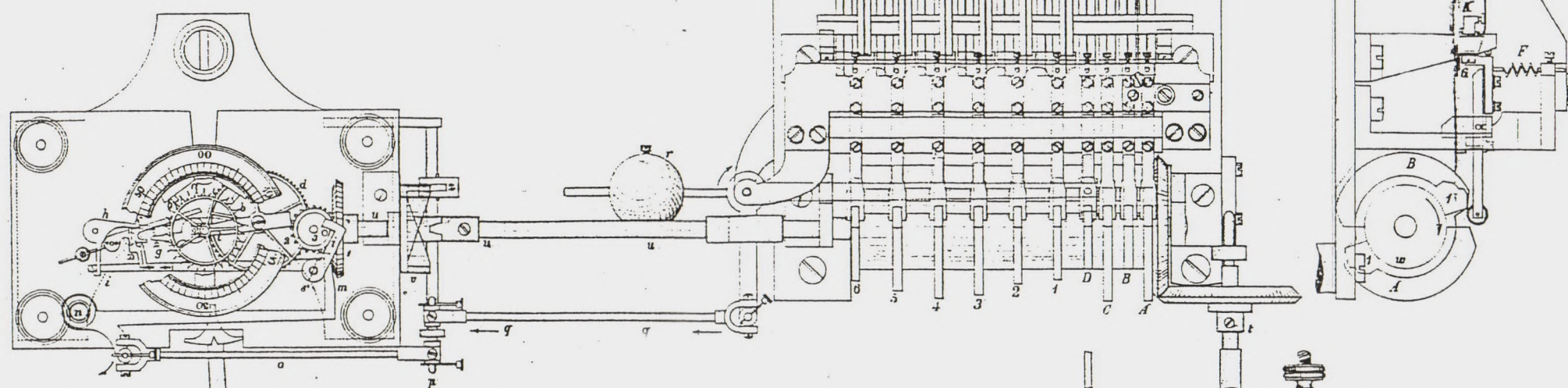


Fig. 11 b.

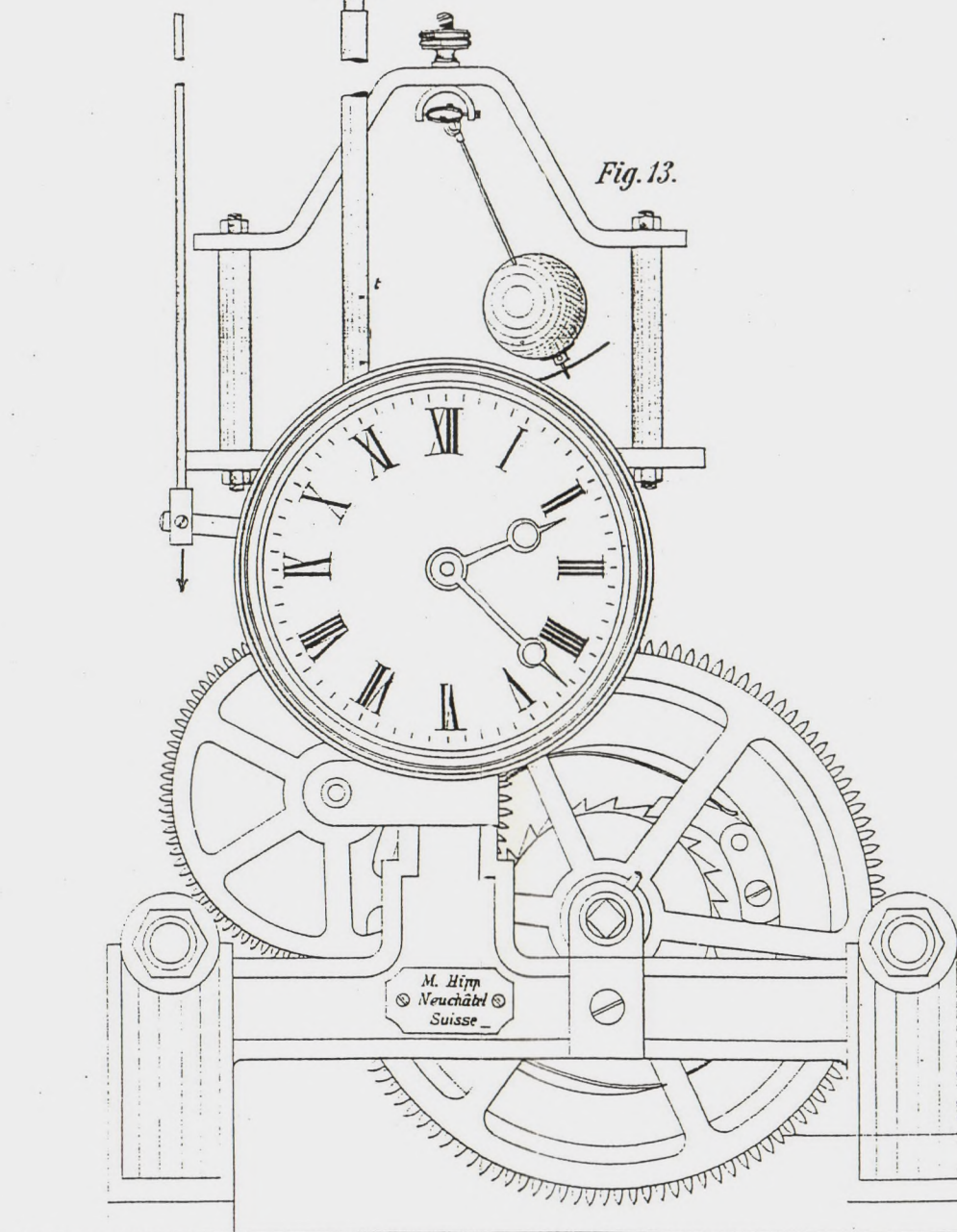
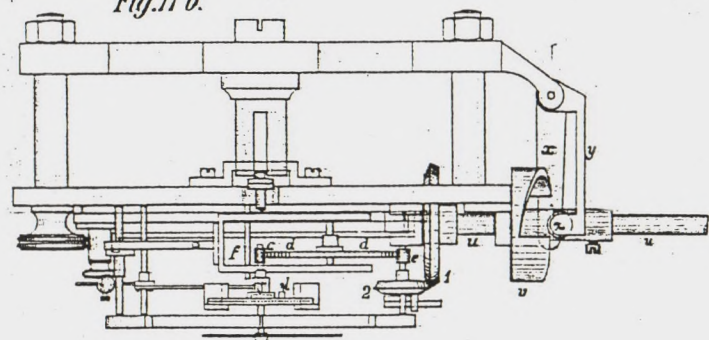


Fig. 13.

