

ELECTROTECHNIEK VOOR DEN HORLOGEMAKER

C VERHAGEN

ELECTROTECHNIEK

VOOR DEN

HORLOGEMAKER

DOOR

C. VERHAGEN.



UITGAVE DRUKKERIJ „ONS BLAD" — ALKMAAR

ELECTROTECHNIEK VOOR DEN HORLOGEMAKER

DOOR

C. VERHAGEN.

Volgens de op heden gangbare verklaring hebben electriciteit, licht en warmte den gelijken oorsprong. Zij berusten op de beweging der kleinste deelen van den ether. Het zijn bewegingen van verschillende lengten en verschillende snelheid; de oorzaak dezer bewegingen is echter nog niet precies vastgesteld.

Door warmte, chemische of mechanische arbeid zijn de bewegingen, die men electriciteit noemt, te voorschijn te brengen. Hoe de electriciteit (op ons gebied) wordt toegepast, zal uit de volgende artikelen blijken.

De galvanische electriciteit werd in het jaar 1789 door een zekeren Galvani ontdekt en daarom naar hem genaamd.

Zij ontstaat door de aanraking van 2 verschillende metalen.

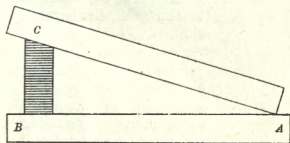


Fig. 1.

In fig. 1 is AB een zinkplaat en AC een koperplaat, die bij A verbonden zijn, terwijl zich tusschen de einden C en B een zoogenaamden vochtigen geleider bevindt.

Op de zinkplaat AB verzamelt zich nu door de verbinding in A de positieve electriciteit en op de koperplaat AC de negatieve electriciteit, en er stroomt door den vochtigen geleider steeds van B naar C positieve en van C naar B negatieve electriciteit. Deze doorstroming noemt men, zoolang de vochtigen geleider voorhanden is, een gesloten en wanneer de aanraking der beide metaalplaten met dezen vochtigen geleider opgeheven, of ook als de aanraking bij A verbroken is, een open galvanischen ketting.

Wanneer men nu meerdere zink- en koperplaten met daartusschen zich bevindende vochtige geleiders in dezelfde volgorde aan elkaar verbindt, dan ontstaat de zuil van Volta, naar den beroemden natuurkundige Volta zoo genoemd.

De zuil van Volta geeft een beduidend sterkeren stroom dan een paar platen. Door den verbindingsdraad gaat de positieve electriciteit van de eerste koperplaat in de richting van het pijltje naar de laatste zinkplaat, en omgekeerd van de zinkplaat de negatieve electriciteit naar de eerste koperplaat. (Zie Fig. 2).

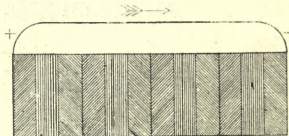


Fig. 2.

Wanneer wij spreken van de richting van den galvanischen stroom dan wordt daar immer onder verstaan, de richting van de in beweging zijnde positieve electriciteit.

Een andere samenstelling van de zuil van Volta toont Fig. 3.

De vochtige geleider is hier vervangen door een met een zuur vermengd water, dat zich in glazen potten bevindt, en waarin de koper- en zinkplaten staan.

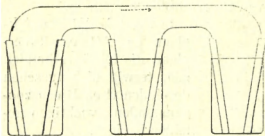


Fig. 3.

Wanneer men van de zuil van Volta in zijn eenvoudige samenstelling zooals Fig. 3 te zien geeft, den stroomloop sluit, dan ontstaan er zekere verschijnselen.

Door het doorgaan van den electrischen stroom wordt het water in de potten in zijne scheikundige bestanddeelen waterstof en zuurstof ontbonden, en er verzamelt zich op de zinkplaat de zuurstof waardoor deze langzaam geoxydeerd wordt, terwijl zich om de koperplaat de waterstof verzamelt en haar langzamerhand zoo omgeeft dat de aanraking met het water verbroken wordt. Het gevolg daarvan is, dat de electrische stroom na sluiting der leiding immer zwakker wordt en ten slotte geheel ophoudt. Opent men nu de geleiding, dan verdwijnen na eenigen tijd weder de gasblaasjes om de koperplaat, zoodat, deze met het water weder in aanraking komt; sluit men de leiding weer, dan is de electrische stroom weder in volle sterkte, om echter

na eenigen tijd al zwakker en zwakker te worden tot hij geheel ophoudt.

Om nu electrische stroomen te verkrijgen van zooveel mogelijk gelijk blijvende sterkte, heeft men de constante elementen geconstrueerd, waarbij de door den electrischen stroom ontstane zuurstof en waterstof op het oogenblik van hun ontstaan weer tot water vereenigd worden.

Het gebruik van goede elementen is voor het drijven van electrische toestellen een vereischte, nog beter moeten die zijn, waardoor electrische uurwerken gedreven worden, daar hierbij alle voorkomende fouten zichtbaar worden. Voor electrische uurwerkinstallaties zijn het Meidinger en het koolcylinder element wel de besten.

HET MEIDINGER BALLON ELEMENT.

Het bestaat uit een met een aanzet voorzien glas AA op welks bodem een kleiner glas bb staat, waarin zich een koper of loodbuis aa bevindt, waaraan een naar boven voerenden, goed met caoutchouk omwonden koperdraad verbonden is. Op den aanzet van het glas staat een zinken cylinder dd waarvan ook een koperdraad naar boven voert; verder bevindt zich op het glas AA een ringvormig deksel, dat den omgekeerden ballon B tot steun dient. De onderste opening van de ballon, die ongeveer tot aan het midden van het glaasje bb reikt, is met een kurk gesloten, waarin zich een klein glazen buisje bevindt. In de ballon B worden kleine stukjes kopervitriool gedaan en in het glas AA eene verzadigde oplossing van bitterzout (zwavelzure magnesium).

Deze vloeistof dringt eenige centimeters hoog in den ballon, vindt daar het kopervitriool en lost dit gedeeltelijk op. Door het opnemen van kopervitriool wordt de in den ballon gekomen vloeistof zwaarder en zinkt weer terug in het kleine bekglas bb, omgeeft de koperbuis aa en stijgt tot de opening van het glazen buisje. Zoolang nu de kopervitriool-oplossing (in het kleine glas) verzadigd is, wordt van het kopervitriool in den ballon niets opgelost. Zoodra echter de oplossing slapper wordt, zinkt de meer verzadigde oplossing uit den hals van den ballon naar beneden en de slappere stijgt daarenboven in den ballon op, om daar weer nieuw kopervitriool op te lossen. De oplossing wordt dus op deze wijze op haar vereischte sterkte gehouden.

Het zwavelzuur, dat hij de stroom-

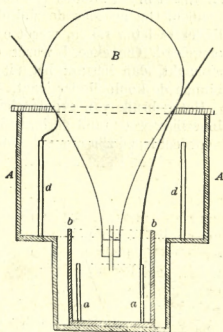


Fig. 4.

ontwikkeling ontstaat, gaat naar het zink en er ontstaat daar dus het ons welbekende mengsel van water en zwavelzuur, dat het zink aantast.

Dit element moet dan gebruikt worden wanneer bijv. elke seconde een stroom geleverd moet worden.

HET KOOLCYLINDER ELEMENT.

Het bestaat uit een glazen vat met een daarin staanden koolcilinder aa en een plaat z uit geplet zink. Als vloeistof doet men in het glas een oplossing van salmiak (chloor-ammonium).

De koolcilinder aa is hol. Men laat hem gewoonlijk eenige centimeters boven den rand van het glas uitsteken om den leidingsdraad door een vleugelmoer gemakkelijk te kunnen vastmaken. Onder den koolcilinder wordt gewoonlijk een porceleinen ring gelegd of wel houtstiften worden er in gemaakt, opdat hij niet op den bodem van het glas zou staan.

De zinkplaat die in den koolcilinder hangt, heeft bovenaan een draad, die dient ter opname van den leidingsdraad en tevens om de zinkplaat in het midden van den koolcilinder te houden. Om nergens de zinkplaat den koolcilinder te laten raken, wordt er een gummiring omgelegd. Omgekeerd wordt dit element ook gemaakt, dan bestaat het uit een cylinder van gewalst zink, waarbinnen de koolcilinder staat.

Het gebruik van groote elementen is steeds aan te raden, daar de innerlijke weerstand geringer is, wat vooral bij groote installaties van voordeel is, zij zijn dan ook constanter van werking.

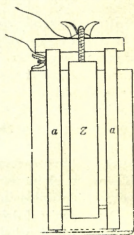


Fig. 5.

HET AMALGAMEEREN VAN ZINK.

Het is raadzaam de uit zink bestaande deelen van een galvanisch element met eene dunne kwikzilverlaag te overtrekken waardoor zij niet zoo gauw oxydeeren en de batterij langer constant blijft. Om zink te verkwikken of te amalgameeren gebruikt men een oplossing van 20 gram kwik in 100 gram koningswater. Nadat het kwik geheel is opgelost worden nog 100 gram zoutzuur toegevoegd (het koningswater bestaat uit een deel salpeterzuur en drie deelen zoutzuur). In deze oplossing worden de eerst goed gereinigde zinkstaven gedompeld, waarbij zij zich met een dun laagje kwik overtrekken, daarna worden zij goed afgespoeld in schoon water. De bovenste rand van het glas bestrijkt men ongeveer 2 c.M. breed met paraffine, waardoor het overkruipen der zouten verhinderd wordt en ook het in het ongereede raken der klemmschroeven; evenzoo handelt men met den kooleylinder die men daartoe warm maakt en dan met paraffine bestrijkt of omgekeerd in warme paraffine doopt.

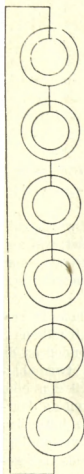


Fig. 6.

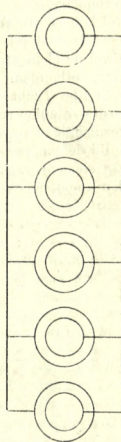


Fig. 7.

BATTERIJVERBINDINGEN.

De manier waarop men de verschillende elementen tot eene batterij verbindt, is naar gelang het doel waarvoor zij dienen zullen, zeer verschillend.

Heeft men 6 elementen, zooals Fig. 6 toont, dan kunnen die op vier verschillende manieren verbonden worden. In de volgende figuren zijn de elementen steeds voorgesteld door twee cirkels, waarvan de bin-

nenste cirkel de positieve pool en de buitenste de negatieve pool voorstelt.

In Fig. 6 zijn de elementen met hunne tegenovergestelde polen verbonden, deze verbinding, die wel het meeste voorkomt, noemt men de achterelkaar schakeling, ofwel de elementen zijn op spanning verbonden.

In Fig. 7 zijn de gezamenlijke positieve polen aan elkaar en de gezamenlijke negatieve polen met elkaar verbonden.

Bij deze manier van verbinden vormen de n gezamenlijke elementen een element van n maal zoo groot oppervlak; deze wijze van verbinden noemt men de naast elkaar schakeling.

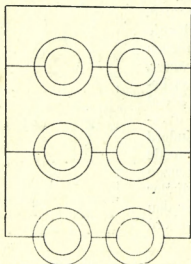


Fig. 9.

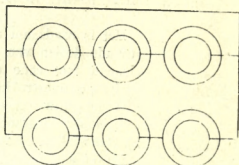


Fig. 8.

Voor electrische uurwerken wordt zulk een verbinding weinig toegepast, wijl zulke uurwerken slechts zwakke stroomen gebruiken. De eerstgenoemde manier verdient dus aanbeveling.

De Fig. 8 en 9 vormen gemengde verbindingen en wel zijn in Fig. 8 telkens 3 elementen achter elkaar verbonden en de daardoor ontstane groep van twee batterijen naast elkaar. In Fig. 9 zijn elke twee elementen achter elkaar en de daardoor ontstane groep van drie batterijen naast elkaar geschakeld. De verbinding, zooals Fig. 6 toont, wordt steeds dan gebruikt, wanneer de weerstand der leidingen van de in die leiding geschakelde toestellen grooter is dan de batterijweerstand.

Om te voorkomen dat door het springen van een batterijglas of kortsluiting of oxydeeren de uurwerken blijven stilstaan, kan men op de volgende manier twee batterijen naast elkaar schakelen. (Fig. 10).

De koolpool van 1 wordt met de koolpool van 2 verbonden, zoo ook de zinkpolen. Bij $+$ en $-$ kan men dan de leiding aanbrengen die zorgt voor de voortleiding naar de uurwerken.

Wordt deze leiding gesloten, dan werken de beide batterijen gelijktijdig, elke batterij levert echter maar de helft van de stroomsterkte, zoodat zij natuurlijk langer constant blijven.

Bij het schoonmaken of opnieuw vullen kan dan de eene batterij verwijderd worden, terwijl de andere voor den noodigen stroom alleen zorgt.

Als plaats voor de batterijen neemt men een droge, niet te warme of te koude ruimte, en zoodanig, dat men bij het nazien ze gemakkelijk kan bereiken.

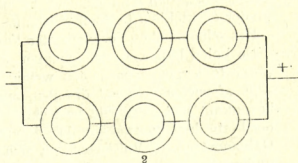


Fig. 10.

* * *

In de vorige artikelen heeft men gezien hoe de electrische stroom door de verschillende elementen wordt opgewekt en hoe de elementen te verbinden zijn.

Men neme steeds een gemakkelijk te bereiken plaats waar de elementen opgesteld zullen worden, deze moet wel droog, doch niet te koud of te warm gelegen zijn. Een kastje er omheen beschut ze tegen beschadiging, men denke er echter aan in de zijwanden van het kastje eenige groote gaten te boren, waardoor steeds luchtverversching kan plaats hebben.

De leidingen worden door middel van klemschroeven met de poolklemmen verbonden; een zeer voornaam punt is hierbij, dat de te verbinden plaatsen zuiver blank zijn, de minste onzuiverheid der verbonden plaatsen kan bij zwakstroom-uurwerken of andere apparaten een storing in de goede werking veroorzaken. Daarom zij men ook voorzichtig bij het vullen der elementen, noch water noch salmiak mag aan of op de poolklemmen of verbindingen komen.

Bij reeds eenigen of langeren tijd in gebruik zijnde elementen moet er dan ook wel op gelet worden of deze batterijverbindingen nog schoon zijn. Geoxydeerde klemmen of verbindingen vervangt men het best door nieuwe of make de oude zorgvuldig schoon. Heeft de batterij reeds eenige maanden dienst gedaan, dan komt het voor, dat het water voor de helft verdampt is, dit moet dan voorzichtig worden bijgegoten; ook kan men na dien tijd een beetje salmiak bijvoegen, ongeveer 20 gram per element is voldoende.

Is na langeren tijd de batterij bijna niet meer in staat de verschillende apparaten te drijven, dan moet ze schoongemaakt worden; heeft men de batterij oorspronkelijk verbonden zooals in de beste verbinding was

aangemerkt, dan kan element na element in orde gemaakt worden zonder de klokken te doen stilstaan.

Het schoonmaken der elementen kan men op de volgende wijze doen:

De kolen kan men schoonmaken door ze een of twee dagen in het water te leggen, waarin een weinig zoutzuur is gedaan, daarna dikwijls afspoelen en goed droogen, met schuurpapier afwrijven en den bovenkant met paraffine bestrijken. De zinkelektroden vervangt men het beste door nieuwe, zoo ook de vulling. Met den later te beschrijven Galvanoskoop of Voltmeter kan men de batterij, of elk element apart, onderzoeken.

DE LEIDING.

Naar gelang lichamen de eigenschap hebben de electriciteit voort te leiden, worden deze verdeeld in geleiders, slechte geleiders of niet geleiders.

Leiders zijn alle metalen, kolen, zuren en vloeistoffen. Slechte geleiders zijn droog hout, papier, marmer, alcohol. Geen geleiders zijn glas, porcelein, eboniet, zijde, schellak.

Niet alle geleiders geleiden den elektrischen stroom even goed, daar de eene aan den doorgang van den stroom meer weerstand biedt dan de andere. Men kan zeggen, dat hoe grooter de leidingsweerstand is, zooveel grooter de batterij moet zijn.

De weerstand der leiding is niet alleen afhankelijk van het gebruikte materiaal, doch ook van zijn lengte en doorsnede; hoe langer de leiding, hoe grooter de weerstand wordt en hoe grooter de doorsnede van den leidingsdraad is, zooveel kleiner wordt de weerstand.

Voor elektrische uurwerken wordt meestal koper of siliciumbronsdraad gebruikt, voor langere buitenleidingen ook wel ijzerdraad.

Hierbij is een tabel gevoegd, die aangeeft hoe de weerstand is voor koperdraad, siliciumbronsdraad en ijzerdraad, en waaruit men het hovegezegde over het afnemen van den weerstand naar gelang de draad dikker wordt, goed kan nagaan.

KOPERDRAAD.		SILICIUMBRONSDRAAD.		IJZERDRAAD.	
Middellijn v. d. draad in m.M.	Weerstand in Ohm per 100 Meter lengte.	Middellijn v. d. draad in m.M.	Weerstand in Ohm per 100 Meter lengte.	Middellijn v. d. draad in m.M.	Weerstand in Ohm per 100 Meter lengte.
0.05	891	1	2.12	1	12.7
0.10	223	1.25	1.36	1.5	5.7
0.20	56	1.5	0.94	2	3.20
0.35	18.2	2	0.53	2.5	2.02
0.50	8.9	3	0.23	3	1.41
0.75	4	4	0.13	4	0.80

KOPERDRAAD	
Middellijn	Weerstand
1.—	2.23
1.5	0.99
2.—	0.56
3.—	0.25
4.—	0.14

VERKLARING VAN DE ELECTROTECHNISCHE BENAMINGEN.

In het jaar 1881 had te Parijs een congres plaats tot bepaling en benaming der electrische eenheden. De uitslag der langdurige besprekingen was, dat volgende benamingen werden vastgesteld.

Weerstand („Ohm”).

Als naam voor den weerstand, die de verschillende lichamen den stroom berokkenen, heeft men eene eenheid van maat vastgesteld, waarbij het kwik als uitgangspunt diende. De maateenheid van een zuil kwik van 1 vierk. m.M. doorsnede en 106 c.M. hoogte noemt men Ohm (Ohm was de ontdekker van de naar hem genoemde wet, welke na deze naamverklaringen zal behandeld worden). De vroeger ingevoerde en ook nu nog in gebruik zijnde Siemensche maat werd door een 1 vierk. m.M. in doorsnede en 100 c.M. hooge kwikzuil voorgesteld. Het onderscheid tusschen beide maten is niet groot. 100 Ohm zijn 106 Siemens eenheden en 100 Siemens eenheden zijn 94.3 Ohm.

Spanning („Volt”).

De electromotorische kracht van elementen (de batterij-spanning) en ook de kracht welke aan de klemschroeven van een apparaat bestaat (klemschroefspanning) noemt men Volt.

Als eenheid voor deze maat is de spanning van een Daniël-element aangenomen, alle andere elementen zijn daar naar berekend.

Van de grootte der elementen hangt de electromotorische kracht niet geheel af; dat een groot element wat krachtiger werkt dan een kleiner komt doordat tengevolge van den kleineren innerlijken weerstand van het groote element minder van de spanning verloren gaat.

Millivolt is het zelfde als duizendste volt, dus: 1.3 Volt = 1300 millivolt.

Stroomsterkte („Ampère”).

De eenheidsmaat voor de stroomsterkte noemt men naar den beroemden Franschen natuurkundige Ampère: een „Ampère.”

Elke batterij, onverschillig uit hoeveel elementen zij bestaat, kan geheel verschillende stroomsterkten leveren naar gelang de weerstand,

die ingeschakeld wordt. De stroomsterkte verkrijgt men als men de batterijspanning (Volt) door den weerstand (Ohm) deelt.

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}}$$

Volt-Ampère.

Door Volt-Ampère ook „Watt” genoemd, wordt bij sterkstroom aanleg (Licht enz.) de kracht berekend. 736 Volt-Ampère zijn gelijk aan een paardekracht.

Vermenigvuldigt men de stroomsterkte (Ampère) met de klem-schroefspanning (Volt) dan heeft men Volt-Ampère.

Ampère Uren.

Ampère uur is de maat voor het groote stroomverbruik.

Heeft men 1 element met 1 volt spanning en schakelt daar een weerstand van 1 Ohm in, dan is de stroomsterkte 1 Ampère, duurt deze stroom-sluiting een uur lang, dan noemt men dat een Ampère-uur, in welken tijd zich 1.226 gram zink oplost. Duurt het 100 uur voor het element uitgeput is, dan heeft het een capaciteit van 100 Ampère-uren. Was nog eens zooveel weerstand ingeschakeld, zoodat de stroomsterkte een halve Ampère bedroeg, dan zou het element 200 uur stroom geleverd hebben, want een halve Ampère maal 200 uren is 100 Ampère-uren.

„Coulomb” is de maat voor kleine hoeveelheden electriciteit en beduidt zooveel als Ampère-seconde. 3600 „Coulomb” zijn gelijk 1 Ampère-uur.

De Wet van Ohm.

Wanneer E de electromotorische kracht van eene batterij, W de gezamenlijke weerstand en I de stroomsterkte voorstelt, dan laat de verhouding tusschen deze drie woorden zich uitdrukken door de formule.

$$I = \frac{E}{W}$$

dat wil zeggen:

De stroomsterkte is gelijk de electromotorische kracht gedeeld door den weerstand.

Deze wet noemt men de wet van Ohm.

De weerstand W bestaat uit een innerlijken batterijweerstand W₁ en uit den uitwendigen weerstand of leidingsweerstand W_a. Nauwkeuriger uitgedrukt is de formule dus

$$I = \frac{E}{W1 + Wa}$$

De eenheid der stroomsterkte noemt men, zooals we hiervoor uiteengezet hebben, Ampère, de eenheid der electromotorische kracht Volt en de eenheid van den weerstand Ohm.

Gaan we thans de toepassing van de wet van Ohm op de verschillende batterijverbindingen eens na.

Wanneer e de electromotorische kracht van een element, i de stroomsterkte en w de weerstand beduidt, verder l de weerstand der leiding, dan heeft men voor de stroomsterkte

$$i = \frac{e}{w + l}$$

Is nu de batterijweerstand tegenover den leidingsweerstand zeer klein, dan kan men ze verwaarloozen en heeft dus

$$i = \frac{e}{l}$$

Worden nu n elementen achter elkaar verbonden, dan is de electromotorische kracht n maal grooter, evenzoo wordt ook de batterijweerstand n maal grooter, voor de stroomsterkte dezer elementenverbinding heeft men dan

$$i = \frac{ne}{nw + l}$$

en wanneer de batterijweerstand zeer klein is tegenover den leidingsweerstand, dan verkrijgt men

$$i = \frac{ne}{l}$$

Voor één element verkreeg men onder dezelfde omstandigheden

$$i = \frac{e}{l}$$

daaruit volgt dus: Wanneer de batterijweerstand zeer klein is tegenover den leidingsweerstand, dan is de stroomsterkte proportionaal aan het aantal achter elkaar geschakelde elementen.

Is de leidingsweerstand ten opzichte van den batterijweerstand zeer klein, dan verkrijgt men voor dit geval de waarde

$$I = \frac{ne}{nw} = \frac{e}{w}$$

Voor één element verkregen wij in dit geval dezelfde waarde; waaruit volgt, dat het aantal der achtergeschakelde elementen bijna zonder invloed is op de stroomsterkte, wanneer de leidingsweerstand tegenover den batterijweerstand zeer klein is.

Worden n elementen naast elkaar verbonden, dan is het precies of men één element met n maal zoo groote oppervlakte heeft. De electromotorische kracht is dus ook gelijk aan die van een element, dus $= e$

De batterijweerstand is echter wegens de n maal grootere oppervlakte n maal kleiner dan bij een element, dus

$$\frac{w}{n}$$

voor de stroomsterkte dezer elementenverbinding heeft men dus

$$I = \frac{e}{w + \frac{1}{n}} = \frac{ne}{w + nl}$$

neemt men hier wederom aan, dat de batterijweerstand zeer klein is tegenover den leidingsweerstand, dan volgt daaruit

$$I = \frac{ne}{nl} = \frac{e}{l}$$

Voor één element verkreeg men onder dezelfde bepaling dezelfde waarde, daaruit volgt dus, dat het aantal der neven elkaar verbonden elementen bijna zonder invloed is op de stroomsterkte wanneer de batterijweerstand tegenover den leidingsweerstand zeer klein is.

Is daarentegen de leidingsweerstand tegenover de batterijweerstand zeer klein, dan heeft men

$$I = \frac{ne}{w}$$

Bij één element was onder dezelfde omstandigheden de stroomsterkte

$$\frac{e}{w}$$

hieruit volgt dus dat de stroomsterkte evenredig is met het aantal der neven elkaar verbonden elementen wanneer de leidingsweerstand zeer klein is tegenover den batterijweerstand.

Latere onderzoeken hebben aangetoond, dat de weerstand van een element afhankelijk is van de stroomsterkte van het element, op de vorenstaande wet oefenen deze onderzoeken echter geen invloed uit.

Om de stroomsterkte van de zoogenaamde gemengde verbindingen te bepalen, neemt men aan, dat het aantal n der elementen zich in 2 factoren laat ontbinden, er worden dan bijv. h elementen achter elkaar verbonden, waardoor g elementen-groepen ontstaan, die naast elkaar verbonden worden.

De electromotorische kracht van h achter elkaar verbonden elementen is nu $h.e$; hun weerstand $h.w$; en wanneer g groepen naast elkaar verbonden worden dan is de weerstand der geheele elementenverbinding

$$\frac{h.w}{g}$$

daaruit volgt dus, dat men voor de stroomsterkte der gemengde verbinding heeft

$$I = \frac{he}{hw + 1} = \frac{ghe}{hw + gl} = \frac{ne}{hw + gl}$$

De volgende voorbeelden zullen aantoonen welke veranderingen de stroomsterkte ondergaat bij de verschillende verbindingen, en hierbij zal aangenomen worden, dat het aantal n der elementen gelijk 12 is, de weerstand van een element 3 Ohm en de leidingsweerstand 4 Ohm.

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 12 \quad g = 1 \\ \quad \quad \quad 12 e \quad \quad 12 e \\ I = \frac{12 \times 3 + 4}{40} = \frac{40}{40} \quad (1) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 6 \quad g = 2 \\ \quad \quad \quad 12 e \quad \quad 12 e \\ I = \frac{6.3 + 4.2}{26} = \frac{26}{26} \quad (2) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 4 \quad g = 3 \\ \quad \quad \quad 12 e \quad \quad 12 e \\ I = \frac{4.3 + 3.4}{24} = \frac{24}{24} \quad (3) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 2 \quad g = 6 \\ \quad \quad \quad 12 e \quad \quad 12 e \\ I = \frac{2.3 + 6.4}{30} = \frac{30}{30} \quad (4) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 1 \quad g = 12 \\ \quad \quad \quad 12 e \quad \quad 12 e \\ I = \frac{1.3 + 12.4}{51} = \frac{51}{51} \quad (5) \end{array}$$

Uit deze berekening volgt, dat men bij dezen gegeven leidingsweerstand de grootste stroomsterkte verkrijgt, wanneer men 4 elementen achterelkaar en de daardoor ontstane 3 groepen van elementen naast elkaar verbindt. (3).

2de Voorbeeld.

Nemen wij hierbij aan dat $L = 1$ Ohm $h = 12$ en $g = 1$.

$$I = \frac{12 e}{12.3 + 1} = \frac{12 e}{37}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 6 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 2 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{6.3 + 2} = \frac{12 e}{20}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 4 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 3 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{4.3 + 3} = \frac{12 e}{15}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 2 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 6 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{2.3 + 6} = \frac{12 e}{12}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 1 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 12 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{3 + 12} = \frac{12 e}{15}$$

3de Voorbeeld.

$$\text{Gegeven } l = 40 \text{ Ohm } h = 12 \quad g = 1$$

$$I = \frac{12 e}{12.3 + 40} = \frac{12 e}{76}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 6 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 2 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{6.3 + 80} = \frac{12 e}{98}$$

$$\begin{array}{l} \text{Gegeven } h = 4 \\ 12 e \end{array} \quad \begin{array}{l} g = 3 \\ 12 e \end{array}$$

$$I = \frac{12 e}{4.3 + 120} = \frac{12 e}{132}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Gegeven } h = 2 & g = 6 & \\
 \quad \quad 12 \text{ e} & \quad 12 \text{ e} & \\
 I = \frac{\quad}{2.3 + 240} = \frac{\quad}{246} & & \\
 \\
 \text{Gegeven } h = 1 & g = 12 & \\
 \quad \quad 12 \text{ e} & \quad 12 \text{ e} & \\
 I = \frac{\quad}{3 + 480} = \frac{\quad}{483} & &
 \end{array}$$

Uit de bovenstaande voorbeelden volgt, dat wanneer de leidingsweerstand even groot of grooter is dan de batterijweerstand, het aanbeveling verdient, de elementen steeds achter elkaar te verbinden.

HET STROOM- EN KRACHTVERBRUIK BIJ ELECTRISCHE UURWERKEN.

Zeër terecht kan gezegd worden, dat nergens verkeerdere inzichten bestaan, dan in het stroom- en krachtverbruik bij electrische werken; want zooals Bohmeijer zegt in zijne *Anleitung zur Aufstellung und Behandlung electrischer Uhren* (waaraan ik deze berekening ontleen) is de nauwkeurige kennis daarvan voor de electrische uurwerkmakerij van het grootste gewicht, daar opgaven, zooals van het beste systeem, loopt met den geringsten stroom, enz., niet altijd betrouwbaar zijn.

De electrische stroom is, zooals reeds gezegd is, de drijvende kracht bij de sympathische klokken, en hij moet zoo verdeeld worden, dat van de batterij niet te veel gevergd wordt, dat wil zeggen, dat zij niet te gauw uitgeput raakt.

Een duidelijk voorbeeld geeft ons een vergelijk met water.

Veronderstel dat men een bak met water heeft, waarin 10 gaten, 1 m.M. wijd, geboord zijn, het water zal naar alle zijden uitstroomen, en het duurt een zekeren tijd al eer de bak leeg is. Worden nu de gaten opgeboord, zoodat uit elk gat het dubbele of driedubbele quantum uitstroomt, dan is de bak ook in de helft of een derde van den vorigen tijd leeg; hetzelfde gebeurt met het stroomverbruik.

Wanneer men zich inplaats van het watervat een stroombron (element) die 10 stuks toestellen met stroom moet voorzien voorstelt, dan zal het element ook maar de helft of een derde van den tijd de gelijke stroom kunnen leveren, wanneer ieder toestel twee of driemaal zooveel stroom gebruikt.

Een voorbeeld, waaruit men de inwerking der stroomsterkte op den duur der batterij kan zien, is het volgende:

Nemen wij aan, een element heeft 1 Volt spanning en 1 Ohm innerlijken weerstand. De stroomsterkte, die dit element in kortsluiting (kool en zinkpool direct verbonden) zal leveren, is

$$\frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}} = 1 \text{ Ampère}$$

en het element zal bij voortdurende kortsluiting 10 uren is 10 Ampère-uren constant blijven.

De stroom wordt bij elektrische uurwerken gewoonlijk 60 maal in het uur gesloten, dat maakt in 24 uur $24 \times 60 = 1440$ stroomsluitingen. Den duur van de stroomsluiting op 1 sec. gerekend zou het element elken dag 1440 seconden gesloten zijn (1440 Ampère sec. of Coulomb).

Het element zou dus bij dagelijks 1440 stroomsluitingen 25 dagen stroom leveren, want 10 Ampère uren zijn 10×3600 seconden = 36000 Ampère-seconden en

$$\frac{36000}{1440} \text{ dagen} = 25 \text{ dagen.}$$

Schakelen wij nu in dezen stroomloop een electromagneet in met 3 Ohm weerstand, dan is de stroomsterkte die het element leveren moet

$$\frac{1}{1 + 3} = \frac{1}{4} = 0.250 \text{ Ampère}$$

het dagelijks stroomverbruik is dus

$$1440 \times 0.250 = \frac{360 \text{ Ampère-sec.}}{36000}$$

In dit geval zou het element dus $\frac{360}{36000} = 100$ dagen van duur zijn.

Schakelen wij een electromagneet van 99 Ohm weerstand in de leiding, dan moet de batterij leveren

$$\frac{1}{1 + 99} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ Ampère}$$

het dagelijks stroomverbruik is hier dus

$$\frac{1440 \times 0.01}{36000} = 14 \text{ Ampère sec.}$$

De batterij zou dus $\frac{14}{14} = 2571$ dagen stroom leveren.

Uit de vorige voorbeelden blijkt wel, wat een voorname rol de stroomsterkte bij elektrische uurwerken speelt. er komt echter nog een gewichtig punt bij, dat nu verklaard zal worden.

Om redenen, die wij later zullen verklaren, worden bij het aanleggen van elektrische uurwerken de parallelverbindingen gebruikt.

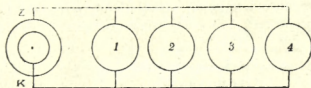
Fig. 12 is zulk eene verbinding met 4 sympathische klokken. De leidingen voeren van den kool- en zinkpool naar de met 4 aangegeven

klok en verdeelen zich naar de klokken 1, 2 en 3. Het is duidelijk, dat de stroom door deze vier klokken tegelijk moet doorgaan, de stroomsterkte moet dus, daar zij in vier deelen gedeeld wordt, ook viermaal zoo groot zijn. De gezamenlijke weerstand der leiding neemt echter met het aantal der ingeschakelde klokken af.

Is bijv. de weerstand van 1 klok 100 Ohm, dan is hij bij 2 klokken 50 Ohm en bij 4 klokken slechts 25 Ohm.

Als per klok 0.01 Ampère gebruikt wordt, dan hebben 4 klokken 4×0.01 Ampère is 0.040 Ampère en 20 klokken 20 maal 0.01 Ampère is 0.200 Ampère noodig.

Als men nu 4 klokken à 3 Ohm parallel zou willen inschakelen, dan zou de gezamenlijke weerstand slechts drie vierden is 0.75 Ohm be-



dragen, de gezamenlijke stroomsterkte zou echter als elke klok 0.250 Ampère noodig had, 4 maal 0.250 Ampère is 1 Ampère zijn.

Levert het element niet meer dan 1 Ampère, dan kunnen ook niet meer dan 4 klokken gedreven worden, en de batterij zal na eenigen tijd zijn dienst weigeren.

De geheele weerstand der leiding neemt dus af in verhouding tot het aantal der ingeschakelde klokken, terwijl de stroomsterkte toeneemt.

Hieruit volgt, dat uurwerken, die voor het drijven slechts geringe stroomsterkte gebruiken, zich het beste voor parallelverbindingen leenen, en de batterijen dan het langst van duur zullen zijn.

Niet altijd gebruikt dat electrisch toestel de minste kracht dat met de kleinste stroomsterkte werkt, maar het hangt ook af van het aantal elementen, die voor het drijven noodig zijn. Slechts de constructie verbruikt het minste kracht, die naast de minste stroomsterkte ook de minste elementen tot drijven noodig heeft.

Vermenigvuldigt men de klemschroefspanning van een klok met de stroomsterkte, dan heeft men Volt-Ampère.

Nemen wij bijv. een klok, die een weerstand van 400 Ohm heeft en bij een klemschroefspanning van 4,8 Volt (4 elementen à 1,2 volt; innerlijke weerstand niet medegerekend) goed gaat, dan is de stroomsterkte

$$\frac{4.8}{400} = 0.012 \text{ Ampère.}$$

Bij een klok met 900 Ohm weerstand, die echter 10.8 Volt (9 elementen à 1.2 Volt) noodig heeft, is de stroomsterkte

$$\frac{10.8}{900} = 0.012 \text{ Ampère}$$

dus evenveel stroomsterkte als bij de voorgaande.

Het onderscheid in krachtverbruik zullen wij vinden, wanneer wij de gevonden stroomsterkte met de spanning vermenigvuldigen.

De eerste klok heeft 4.8 Volt en 0.012 Ampère, dat is 4.8 maal 0.012 is 0.057 Volt-Ampère, de tweede klok heeft 10.8 Volt en 0.012 Ampère, dat is 10.8 maal 0.012 is 0.129 Volt-Ampère.

Hoewel de stroomsterkte van de beide klokken gelijk was, verbruikt de laatste meer dan dubbel zooveel aan arbeidsvermogen.

Nog scherper is het verschil wanneer de weerstanden der beide klokken gelijk zijn, maar de klemschroefspanning verschillend, want dan is de stroomsterkte van een klok met 120 Ohm weerstand en 4.8 Volt spanning

$$\frac{4.8}{120} = 0.040 \text{ Ampère}$$

en bij 10.8 Volt spanning en 120 Ohm weerstand

$$\frac{10.8}{120} = 0.090 \text{ Ampère.}$$

Het krachtsverbruik van de eerste is 4.8 Volt maal 0.040 Ampère is 0.192 Volt Ampère en van de tweede: 1.08 Volt maal 0.090 Ampère is 0.972 Volt Ampère.

De laatste klok heeft dus vijf maal grooter krachtsverbruik dan de eerste.

Een juiste vergelijking tusschen de verschillende systemen kan men steeds dan maken, wanneer de klemschroefspanning en stroomsterkte van de klokken bekend zijn, beide maten moesten dan ook — zooals Bohmeijer aan het slot van deze berekening zegt — door elken fabrikant van zijne klokken aangegeven worden.

DE STROOMWISSELAAR OF COMMUTATOR.

Een wisselaar of commutator wordt gebruikt om de richting van den electrischen stroom naar believen te kunnen veranderen.

Een eenvoudig, doch zeer goed toestelletje is dat, waarbij een metalen stop in verschillende gaten gestoken kan worden, om zoo een verandering in de stroomrichting te bewerken.

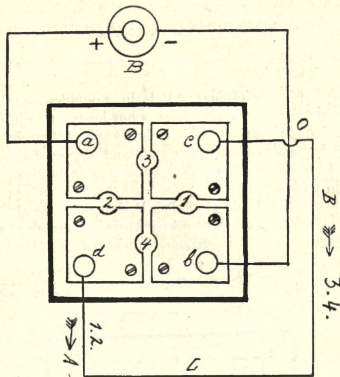


Fig. 11.

In bijgaande teekening is de onderplaat van hout of, beter nog, van eboniet, waarop door kleine tusschenruimte gescheiden, vier metalen plaatjes zijn vastgeschroefd, waarvan de draadklemschroeven a, b, c en d bevestigd zijn, en die door de in 1 en 2, of 3 en 4 te steken metalen stoppen, leidend met elkaar verbonden kunnen worden.

Wanneer de beide stoppen in 1 en 2 gestoken zijn, dan neemt de stroom de richting van het pijltje t en zijn de stoppen in de gaten 3 en 4 gestoken, dan volgt de stroom de omgekeerde richting (3—4).

Men doet goed, bij elke beschrijving van een stroomloop, dien loop op de teekening te volgen. Men begint bijv. bij den positieven pool (+) der batterij om na volging van den geheelen stroomloop bij het minusteeken (—) der batterij uit te komen. Bij dezen stroomloop begint men dus eerst bij het plusteeken, gaat den stroomloop na door de stoppen verbonden plaatjes, om bij het minusteeken de batterij te bereiken. Bij omgekeerde stroomrichting beginne men bij het minusteeken enz.

Op deze teekening en bij nog vele volgende schetsen van den stroomloop zal men bij kruising van twee stroomaangevende lijnen op het kruisingspunt een hoogje in een der lijnen vinden, op deze schets met O aangegeven, wat zeggen wil, dat zonder de beide leidingen elkander

raken, deze over elkander heengaan. Met B is de batterij geteekend, het middencirkeltje geeft steeds de zink en het buitenste cirkeltje de koolpaal aan.

Een andere constructie voor een stroomwisselaar geeft de volgende figuur aan.

Op een hout- of ebonietplaat PP is in 't midden draaibaar om K, een ebonietschijf S aangebracht. Deze schijf heeft aan zijn omtrek twee metaalsegmenten, die van elkaar geïsoleerd zijn vastgeschroefd. Op den omtrek der schijf sleepen op gelijken afstand vier contactveeren, waarvan, zooals de teekening doet zien, twee met de batterij en twee met de leiding zijn verbonden.

Staat nu de schijf S in de stelling a b, dan volgt de stroom de richting van het pijltje A, staat deze echter in de (gestippelde) stelling a₁ b₁, dan is de richting van den stroom omgekeerd (B). Denk er aan bij

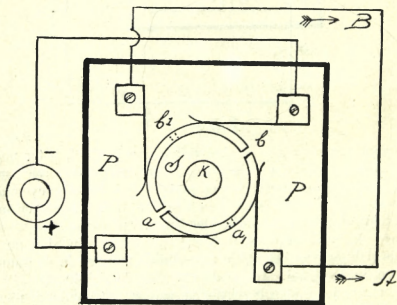


Fig. 12.

den eersten stand den stroomloop te volgen vanaf het + teeken der batterij tot het - teeken, en bij den tweeden stand omgekeerd, dus vanaf het - teeken tot terug aan het + teeken der batterij.

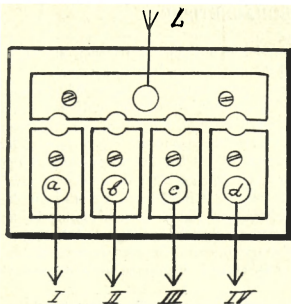


Fig. 13.

leidend verbonden worden. Zoodoende wordt de stroom der hoofdleiding L in de aftakkingen door I, II, III en IV geleid.

Worden aan deze schakelaars nog meerdere geïsoleerde dwarsstukken of zooals bij fig. 14 knopjes aangebracht, dan kan men daarmee nog meerdere toestellen bedienen, het principe is echter 't zelfde als de nu beschrevene.

Het is zeer dikwijls noodig den stroom in verschillende leidingen te kunnen voeren, waardoor men verschillende apparaten met slechts eene batterij kan bedienen. Er zijn daartoe verschillende toestellen geconstrueerd, waar van er hier enkele aangegeven worden. (Fig. 13).

Bij fig. 14 kan het draaibaar armpje K op de knopjes a, b, c en d gesteld worden en bij voorgaande figuur kan door insteken der metalen stoppen het bovendwarsstuk met de onderste geïsoleerde stukken

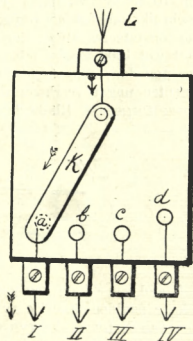


Fig. 14.

ELECTROMAGNETISME.

De natuurkundige Earsted ontdekte, dat de electrischen stroom in staat was om magnetische werkingen te voorschijn te roepen.

Toevallig bemerkte hij, dat een magneetnaald van hare richting werd afgeleid als een in de nabijheid geplaatste electrische leiding gesloten werd en dat deze afwijking der magneetnaald duurde tot dat de stroom in de leiding verbroken werd. Volgde de stroom de tegenovergestelde richting in de leiding, dan was ook de uitslag der magneetnaald omgekeerd. Verdere onderzoekingen toonden aan, dat de uitslag of afwijking der naald het grootst was als de leidingdraad parallel op den ruststand der naald werd aangebracht en dat er geen afwijking in den stand der naald plaats vond, wanneer de leidingdraad rechthoekig op den ruststand der naald werd aangebracht. Uit deze onderzoekingen bleek, dat de electrische stroom in staat is magnetische werkingen uit te oefenen.

Wordt nu de draad in meerdere windingen om de magneetnaald gelegd, dan neemt de afwijking der naald in bijna dezelfde verhouding toe. Door deze ontdekking kwam men tot de constructie der boussole, galvanometer en derg. Bij de gewone boussole ligt de leidingdraad in 16 tot 32 windingen om de magneetnaald. Dit instrument wordt gebruikt om het aanwezig zijn van electrischen stroom in de leiding te constateeren. Bij een gevoeliger soort boussole wordt de leidingdraad tot wel 1000 maal om de naald gelegd, zoodat de zwakste stroomen er nog door aangetast worden. Om de gevoeligheid van zulke instrumenten nog te verhoogen, wordt een zoogenaamd astatisch naaldenpaar toegepast. Dit bestaat uit twee magneetnaalden, die op eenigen

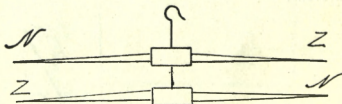


Fig. 15.

afstand van elkaar zoo verbonden zijn, dat de tegenovergestelde polen dezer naalden dezelfde richting aangeven. Zie in bijgaande figuur 15 de van N tot Z aangegeven polen. Dit naaldenpaar wordt zoo opgehangen, dat het met de minst mogelijke wrijving zich bewegen kan, daartoe wordt het aan een cocondraadje opgehangen, ook kan men in plaats van een cocondraad van warm gemaakte schellak een uiterst fijn draadje trekken. Wanneer nu de beide magneetnaalden even sterk

gemagnetiseerd zijn, dan heffen de magnetische werkingen der tegenovergestelde polen zich geheel op, zoodat zoo'n uiterst vrij opgehangen naaldenpaar in rust blijft.

MAGNETISEERING VAN IJZER DOOR DEN GALVANISCHEN STROOM.

De galvanische stroom oefent niet alleen werkingen uit op staalmagneten, doch kan ook week ijzer magnetiseeren.

Wordt een week ijzeren staaf met goed geïsoleerd koperdraad omwonden, dan wordt deze staaf een magneet als de draadwindingen door een electrischen stroom worden doorloopen, en blijft zoolang magnetisch als de stroomloop gesloten blijft; bij onderbreking van den stroom verliest de ijzerstaaf mede zijn magnetisme.

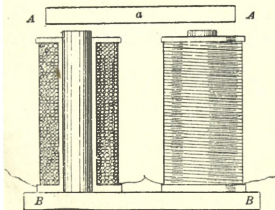


Fig. 16.

Wanneer de stroomsterkte dezelfde blijft, dan neemt de kracht van den electromagneet ongeveer in de mate van het aantal windingen toe. Een dubbel zoo groote werking wordt verkregen, wanneer de ijzerstaaf hoefijzervormig wordt omgebogen, waardoor het anker door beide polen gelijk kan worden aangetrokken.

Bijgaande figuur laat een electromagneet in den meest gebruikten vorm zien.

A A zijn twee ronde staven uit heel zacht ijzer, die in de eveneens uit week ijzer bestaande plaat B B bevestigd zijn. Over de staven A A zijn twee houten spoelen met zeer dunne wanden gestoken. Op deze spoelen wordt goed met boomwol of beter, met zijde omsponnen draad gewikkeld, zoodat de windingen van elkaar geïsoleerd zijn.

De electromagneten met bijbehorende ankers zijn in verschillende gestalten gemaakt, vooral die, welke voor elektrische uurwerken dienen, hebben naar gelang het doel, waarvoor zij dienst moeten doen, dan eens een op een as draaiend anker of een in verscheiden deelen verdeeld anker, hetwelk op een rad met zeer breede tanden lijkt.

Een bijzonder krachtige magneet is de volgende en wordt toegepast door de fabriek van elektrische uurwerken van H. Cohen Jr. te München, om normaalklokken te drijven. Zie figuur 17.

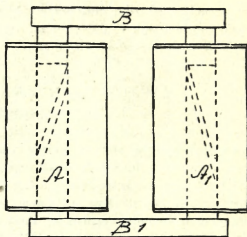


Fig. 17.

Hij bestaat uit een electromagneet, waarvan de beide ijzerhemen A A,

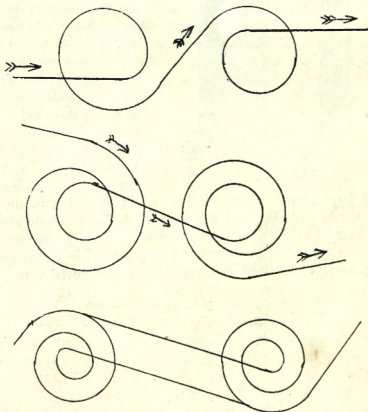


Fig. 18.

in 't midden gescheiden en schuin afgeviild zijn. Het bovengedeelte één uitmakend met het dwarsstuk B is in de holte der spoelen bevestigd, terwijl het onderste deel met het dwarsstuk B is bevestigd en zich

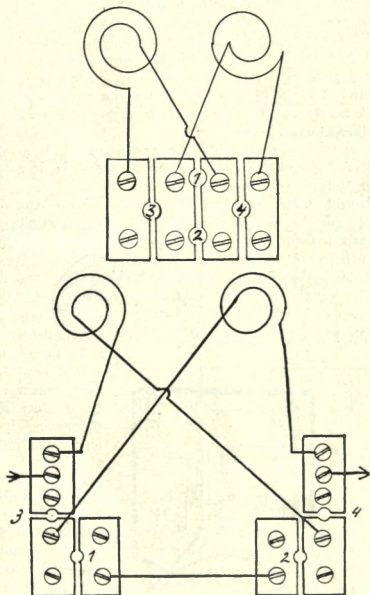


Fig. 19.

gemakkelijk in de holte der spoelen kan bewegen en door zijn zwaarte dienst doet als aandrijfkracht voor een uurwerk. Is het onderste stuk B 1 een zeker stuk gezakt, dan sluit dit den stroom en wordt omhoog getrokken. Deze zoogenaamde mantelelectromagneet werkt bijzonder krachtig. Later zal nog op dit systeem terug gekomen worden.

Het is niet onverschillig hoe de uiteinden van den op de spoelen gewikkelden draad onderling verbonden wordt; dit is op verschillende manieren te doen en voor zekere doeleinden kan het noodig zijn om de magneetspoelen naast elkaar te verbinden.

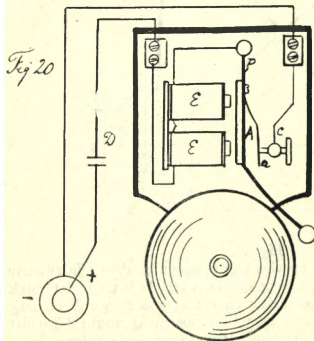
In de volgende figuren is aangegeven, op welke wijze de beide in dezelfde richting omwikkelde spoelen verbonden kunnen worden. Er zijn of wel de beide buiteneinden of de beide begindraden met elkaar te verbinden. (Denk er aan, den stroomloop op de figuren te volgen).

Op bijgaande figuren 19 wordt een schakelinrichting voorgesteld, die het mogelijk maakt, om de beide magneetspoelen naar verkiezing naast of achter elkaar te verbinden.

De beide spoelen worden achter elkaar verbonden als de stoppen in de gaten 1 en 2 gestoken worden en naast elkaar als de gaten 3 en 4 gestopt zijn. Volgt den stroomloop!!

Bij den opzet dezer artikelenreeks heb ik mij de behandeling der stof zóó voorgesteld, dat de horlogemaker, die electrische apparaten als nevenartikelen wil voeren, niet alleen zich tot de electrische uurwerken kan bepalen, doch ook schellen, huistelefonen, nummerborden enz. zal aanleggen en dus van het uitgebreide gebied van den zwakstroom eenige kennis moet bezitten. Daartoe zullen de volgende artikelen, welke aan de electrische uurwerken voorafgaan, gelegenheid geven.

DE ELECTRICHE SCHEL MET STROOMONDERBREKING.



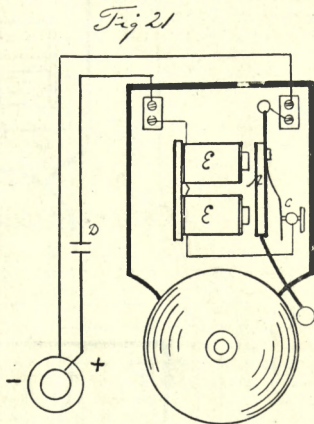
In bijgaande fig. 20 is EE een electromagneet, waarvan het anker A door zijn bevestigingsveer P van den electromagneet wordt afgedrukt.

Het verlengde dezer veer ligt bij a tegen den contactschroef C.

Wordt nu de leiding bij D gesloten, dan volgt de stroom de richting van batterij + door den electromagneet EE naar het anker A en gaat over a en contactschroef B terug naar batterij — (Volgt den stroomloop) Door het sluiten der

leiding bij D werd het anker tegen den electromagneet getrokken en wel zoo, dat de contactveer a van de contactschroef C vrij komt, waardoor dus de leiding of den stroomloop onderbroken is, daarop wordt het anker door zijn bevestigingsveer teruggetrokken, het contact van a met c weer hersteld en dus de stroomloop weer gesloten, waardoor weder een nieuwe aantrekkings plaats heeft. Zoolang de leiding gesloten blijft, zal het anker dus een heen en weergaande beweging maken, die door middel van een eraan bevestigd hamertje op een bel hoorbaar wordt gemaakt.

Op bijgaande figuur 21 is een andere draadverbinding aangebracht. Men volg op de figuur den stroomloop bij gesloten leiding (drukknop D) van af het plusteeke der batterij tot terug bij het minusteeke.



DE SCHEL ZONDER STROOMONDERBREKING.

Werd bij de zoo juist beschreven schel de leiding bij elke op- en neergaande beweging van het anker eenmaal onderbroken, bij deze heeft geen stroomonderbreking plaats. Zoodra de drukknop D de leiding sluit en dus de electromagneet het anker aantrekt, raakt dit anker na aflegging van een kleinen weg de zoogenaamde nevensluiters B. De stroom kan daardoor van batterij + over B door A naar batterij — gaan, waardoor de electromagneet bijna geheel stroomloos wordt en dus het anker door de bevestigingsveer teruggetrokken wordt; zoo gauw echter het anker A de nevensluitveer B verlaat, gaat de stroom weer in volle sterkte door den electromagneet en het anker wordt opnieuw aange trokken, enz.

Fig 22

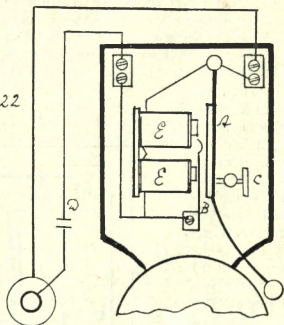
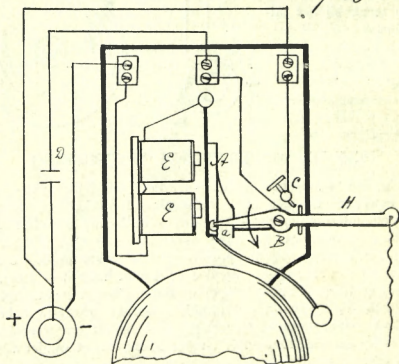


Fig 23



DE DOORSCHELBEL.

Voor zekere doeleinden is het gewenscht, dat een schel, welke eenmaal aan 't bellen is, vanzelf zoolang doorratelt tot ze afgesteld wordt, zoo'n schel is door fig. 23 voorgesteld.

De constructie is over het algemeen hetzelfde als bij de schel met stroomonderbreking. Op den pilaar B, waarin ook de contactschroef a is geschroefd, is de hefboom H draaibaar bevestigd en ligt in rust met zijn vooreinde op een half ingevijlden stift in het anker A. Een veer drukt dezen hefboom in de richting van het pijltje, wanneer hij zijn steunpunt verliest en daardoor tegen contactschroef C komt te liggen. Ligt nu de hefboom H tegen de contactschroef c, dan volgt de stroom de richting van batterij + naar C door H naar B en A, door E naar batterij — terug. De bel schelt dus zoolang door, ook na onderbreking van het contact bij D, totdat de hefboom H weder in den ruststand gesteld wordt. (Men volge den stroomloop op de figuur).

LEIDINGVERBINDINGEN.

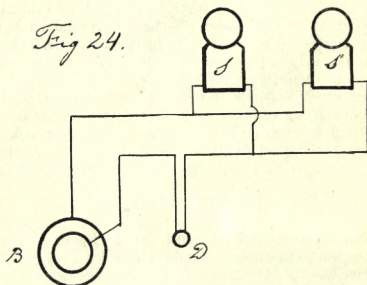
Een enkelvoudige electrische schel aan te leggen is geen kunst, moeilijker wordt het, wanneer meerdere schellen door één drukknop of corresponderende schellen en drukknoppen gelegd zullen worden. Zaak is het hierbij deze steeds met de kortste leidingdraad te leggen en niet, zooals door onkunde vaak gebeurt, dat aan de batterij voor elken drukknop of schel een aparte leidingdraad wordt aangesloten. Ik heb zelfs gezien, dat bij een door een zoogenaamden electricien aangelegde schelleiding niet minder dan 18 draden aan de batterij bevestigd waren; wat een draadverknoeijing was dit en, hoe moeilijk, ja bijna onmogelijk, om daarin een storing te vinden.

In de volgende schetsen zal aangegeven worden, hoe de verbindingen te maken, men kan dit zelf uitbreiden met meerdere schellen en knoppen. Men moet dit teekenen van de leidingverbindingen voor tamelijk uitgebreide netten steeds doen; dit is eerstens noodig om geen fouten bij den aanleg te maken en later om storingen gemakkelijker te kunnen vinden, en ook om een begrooting op te kunnen maken van onkosten van aanleg en dergelijken.

Dat het voor hen, die later op dit gebied werkzaam willen zijn, noodig is op de hierbij geplaatste schematische verbindingen den stroomloop geheel te volgen, behoef ik wel niet te herhalen. Het zou mogelijk zijn, dat per abuis of met opzet een leidingverbinding fout was.

Maak er, zooals reeds gezegd, ter oefening nog eenige verbindingen bij.

Veronderstel, dat het huis, dat men bewoont, in elke kamer, keuken en gang een bel zal hebben of van een of meer vooruit te bepalen punten opgebeld moet kunnen worden. Er zijn zoo een groot aantal varieerende opgaven te stellen, waarvan het uitwerken zeer leerzaam en absoluut noodzakelijk is om in de leidingverbindingen wegwijs te worden.



In de figuren 20, 21, 22 en 23 was de leidingverbinding van een batterij, een drukknop en een schel reeds aangegeven.

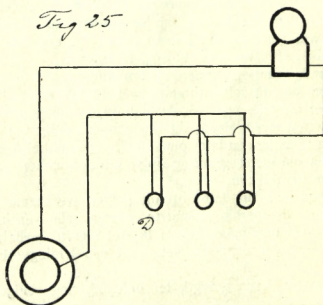
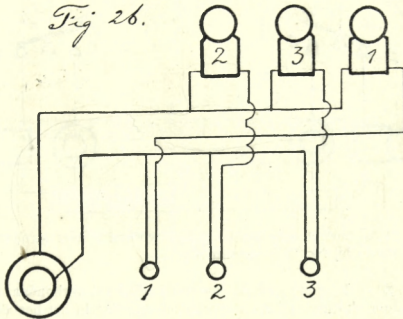


Fig. 24 toont schematisch, hoe de leiding verbonden moet worden als er meerdere bellen zijn. D is de drukknop, S de schel, B de batterij.

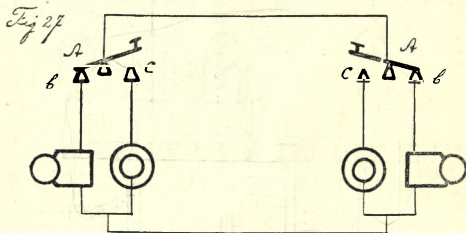
Door fig. 25 wordt aangegeven hoe de leiding zal zijn wanneer van meerdere punten uit eene schel zal ratelen.



Op fig. 26 is verondersteld dat schel no. 1 door drukknop 1, schel no. 2 door knop 2 en schel 3, door drukknop 3 in werking zal gesteld moeten kunnen worden. Volgt den stroomloop van af de koolpool der batterij, door den gesloten drukknop en door de schel terug naar den zinkpool der batterij. Daar, waar de leiding zich kruist, zijn boogjes geteekend, hetgeen beteekent, dat de leidingen op dat punt over elkaar heen gaan, zonder contact te maken, dus elkaar niet metallisch aanraken.

Fig. 27 heeft twee batterijen, twee drukknoppen en twee bellen en er is hier een anderen drukknop toegepast, zooals ook de teekening laat zien. Zoo'n drukknop of beter genaamd sleutel, die op bijgaande figuur schematisch is voorgesteld door A, dus alleen de contactplaatzen zijn er van aangegeven, bestaat uit een koperen hefboom, die om het middelste steunpunt, zooals op fig. 27 aangegeven, kan draaien. Het onderste einde van dezen hefboom rust in ruststand op een contactknopje b en wordt door een veer in dien stand op contactplaatje gedrukt. Aan het boveinde is een houten handvat, waardoor men den sleutel naar beneden kan drukken om het contact bij C te sluiten en bij b te openen. Er zijn aan zoo'n drukker dus 3 leidingdraden. Wanneer

men op dit schema den stroomloop volgt, zal men zien, dat de schel aan den kant, waar het contact gesloten wordt, medebelt, dus beide schellen ratelen als één contact gesloten wordt.



In dit geval moeten schellen toegepast worden zonder stroomonderbreking, zooals bij fig. 22 is beschreven.

Op fig. 28 is de vraag gesteld, hoe een leiding zal verbonden moeten zijn, om door sluiting van het deurcontact de schel in het benedenhuis en naar verkiezing ook de schel boven te doen werken. Door drukknop F 1 zal schel no. 2 in werking gesteld worden en door F 2 de schel no. 1. Wanneer in den omschakelaar de gaten 1 of 2 gestopt worden, dan zal bij sluiting van het deurcontact bel 1 of 2 moeten werken.

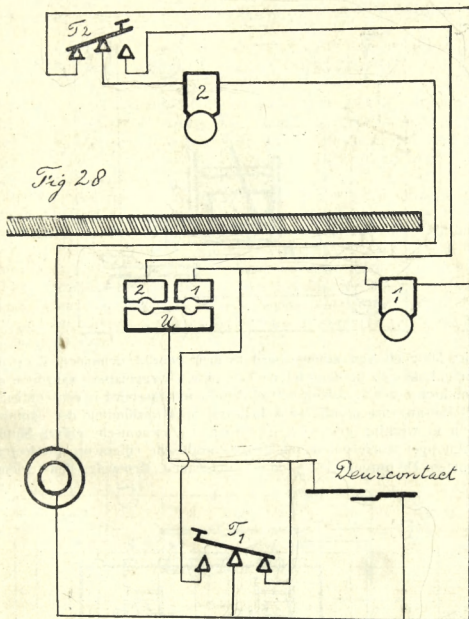
Het is zeer interessant op deze figuur na te gaan of de stroomloop goed is geteekend, d.w.z. of aan de boven gestelde eischen is voldaan.

HET NUMMERBORD.

Wanneer van verscheidene kamers meerdere drukknoppen op eene bel correspondeeren, wordt gewoonlijk een nummerbord toegepast, waarop te zien is van uit welke kamer is opgebeld. Dikwijls wordt zoo'n oproepbel nog met een van uit de meeste kamers hoorbare controlebel verbonden.

Een eenvoudige schets zal duidelijk maken, hoe zoo'n nummerbord ingericht en hoe de stroomloop is.

Op fig. 29 is E een electromagneet; bij de nummerborden wordt meest geen hoefijzervormige magneet toegepast, zooals ook op deze figuur is te zien. A is het anker dat bij d door zijn bevestigingsveer is vastgemaakt.



In het anker is aan den benedenkant een half ingevijld stift, waarin de valhefboom H, die om a draaien kan, rust. Gaat nu de stroom door den electromagneet, waardoor het anker wordt aangetrokken, dan verliest de hefboom H zijn steunpunt en valt af, waardoor achter een opening in het zwarte glas van het nummerbord een schijfje met cijfer zichtbaar wordt, dat op dezen hefboom is bevestigd, en aanwijst, van welke kamer uit is opgebeld. Op fig. 29 is de stand van den afgevalen hefboom gestippeld aangegeven.

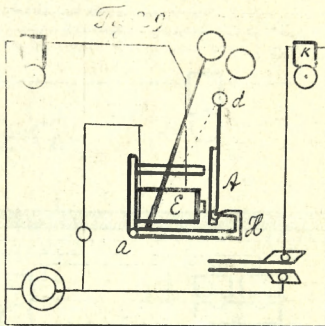
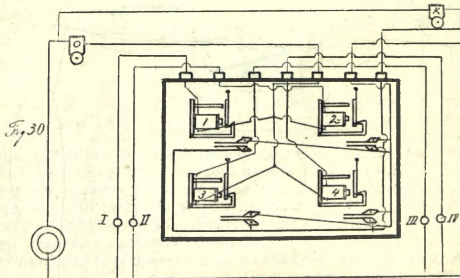


Fig. 30 geeft een nummerbord te zien voor 4 nummers. Voor de duidelijkheid heb ik de schijven met cijfers weggelaten, waardoor de stroomloop beter te volgen is. Ook bij dit nummerbord is een controle-schel K aangebracht, die naar believen door verbinding der contact-veeren in werking gesteld kan worden. De romeinsche cijfers bij de drukknoppen corresponderen met de arabische cijfers op de electro-magneten. De oproepschel is door O geteekend. Men volg den stroom-



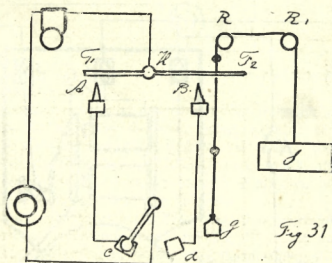
loop na in gedachte een der drukknoppen contact te hebben laten maken.

DE WATERSTANDAANGEVER.

Om na te gaan of een reservoir vol of bijna leeg is, wordt de hierbij door fig. 31 geschetste aanleg toegepast; deze werkt automatisch. Op het pompstation eener waterleiding bijv. geeft deze inrichting den stand aan van het water in het reservoir van den dikwijls ver verwijderden watertoren.

Op den waterspiegel van het reservoir ligt een drijver S, die met den waterstand op en neer gaat. Met dezen drijver is een over de katrollen R en R 1 gaande ketting verbonden, die door een tegen-gewichtje g strak gehouden wordt. Deze ketting loopt door den vork van den contacthefboom H en op daarvoor aangewezen plaatsen zijn 2 dikkere stukken ingezet die, bij hoogst en laagst toegelaten waterstand dezen contacthefboom H naar tegenovergestelde richting drukken; zoodat bij hoogsten stand de hefboom de contactveer F 2 bij B en bij laagsten stand de veer F 1 bij A raakt.

Op de teekening is de schakelaar op klem C gesteld; als nu het contact bij A gesloten wordt, dan zal de schel G steeds door bellen, totdat de omschakelaar op d gesteld wordt en de leiding dus onderbroken is, en, tegelijkertijd de inrichting nu klaar is om den hoogsten waterstand aan te geven.



ARBEIDSTROOM EN RUSTSTROOM.

Men zegt: een leiding wordt met arbeidstroom gedreven als zij slechts dan door den stroom doorloopen wordt, wanneer de erin geschakelde apparaten in werking gesteld worden.

Wordt daarentegen de leiding bij niet gebruiken ervan steeds door een stroom doorloopen en de apparaten slechts dan in werking treden als dien stroom onderbroken wordt, dan zegt men, zoo'n leiding wordt met ruststroom gedreven.

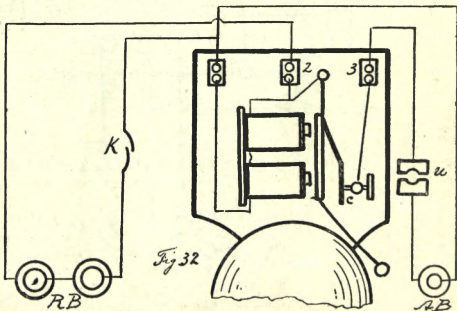
De arbeidstroom wordt 't meeste toegepast, alle reeds beschreven toestellen werkten met dezen stroom.

Voor zekere doeleinden, voornamelijk voor veiligheidsinrichtingen, inbraakverzekering enz. is het doelmatiger ruststroombedrijf te gebruiken, omdat in dit geval elke onder- of verbreking van de leiding direct opgemerkt kan worden, vooral als een galvanoscoop in de leiding geschakeld is.

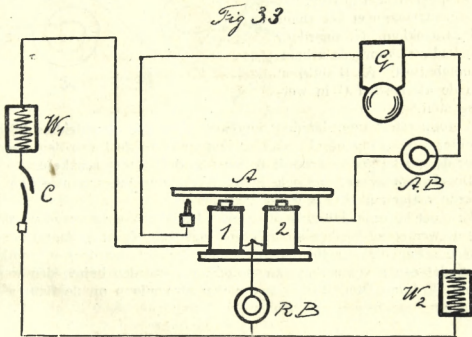
Zoolang de leiding onder stroom staat zal ook de wijzer van de galvanoscoop een gelijkblijvenden uitslag of afwijking aanwijzen; direct na het stroomloos worden der leiding bijv. door stukmaken ervan zal de wijzer op nul teruggaan.

Ruststroombelingen kunnen slechts met Meidinger-elementen gedreven worden. Bij korte leidingen is het aan te bevelen een grooteren weerstand in te schakelen om een te snel verbruiken der batterij tegen te gaan.

Door fig. 32 wordt een voor ruststroom gebruikte schel aangegeven.



Deze heeft in plaats van twee, drie klemmen, waarvan de eerste twee direct naar de draadeinden van den electromagneet gaan. Met deze beide klemmen is de ruststroomleiding verbonden. Zoolang het contact K gesloten blijft, zal de electromagneet steeds het anker aantrekken, waardoor in de schel het contact C verbroken blijft; zoo gauw echter het contact K geopend of wel de leiding op een of ander punt verbroken of stuk gemaakt wordt, is het contact bij C weer hersteld en de arbeidstroom stelt dan de schel in werking en ratelt zoolang door, als de ruststroomleiding onderbroken is.



Om een te lang doorbellen te voorkomen, is een uitschakelaar U in de leiding aangebracht.

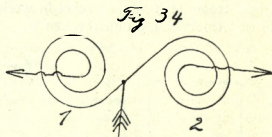
Bij de zooeven beschreven inrichting is het mogelijk door aanbrenging van een nevensluiting de schel buiten werking te houden. Een veel grootere mate van zekerheid is door den aanleg, zooals fig. 33 te zien geeft, bereikt. Hier blijft de alarmschel onder alle omstandigheden doorbellen, zoowel door verbreking der leiding als door het aanbrengen (door inbrekers bijv.) van een nevensluiting.

De stroom der ruststroombatterij wordt naar de verbindingsplaat der beide electromagneetspoelen geleid, (zie fig. 33), gaat dan door spoel I in de zekerheidsleidingen, door den kunstmatigen weerstand W 1 en het rustcontact C terug naar de batterij. De andere helft van den stroom gaat door spoel II, door den kunstmatigen weerstand W 2 terug naar de batterij. De beide electromagneetspoelen worden dus door

stroomen van gelijke richting en gelijke sterkte doorloopen; op fig. 34 zijn de beide electromagneetspoelen en de richting waarin de stroom dezen doorloopt, aangegeven.

Door de richting, die de stroom in de beide electromagneetspoelen neemt, wordt de electromagnetische werking tegen elkaar opgeheven, en kan dus de electromagneet zijn anker niet aantrekken.

Wordt nu de leiding bij C of waar dan ook onderbroken, dan gaat toch de stroom nog door spoel II, met gevolg, dat de electromagneet het anker zal aantrekken, dat daardoor de leiding voor de arbeidstroombatterij A B sluit, en zoo de alarmschel G in werking stelt.



Veronderstelt men, dat door inbrekers bijv., een nevenleiding bij het contact werd aangebracht, dan zal het grootste deel van den stroom door de spoel I gaan en wordt de weerstand W 1 uitgeschakeld.

De electromagneet zal ook in dit geval zijn anker aantrekken en daardoor alarmschel G in werking stellen.

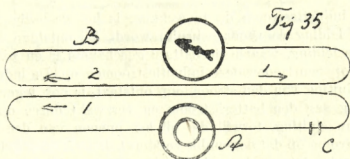
Er moet bij zoo'n inbraak- of zekerheidsleiding voor gezorgd worden, dat de weerstand W 1 en de onderbrekingsplaats (contactplaats) in een gemeenschappelijk kastje ondergebracht zijn, om daardoor te voorkomen, dat een nevenleiding aangebracht kan worden buiten den weerstand W 1 om. Men denke er aan den stroomloop op de figuren te volgen.

INDUCTIESTROOMEN.

Wanneer in de nabijheid van een leidingdraad of stroomgeleider, die met een galvanische batterij verbonden is, een tweede gesloten leiding gebracht wordt, dan ontstaat op het oogenblik, dat in de eerste leiding den stroom gesloten wordt, ook in de tweede leiding een stroom, doch van uiterst kleinen duur.

In fig. 35 is A een leiding, waarin zich een batterij bevindt, C is het contact, waarmede deze leiding gesloten en onderbroken kan worden. Parallel aan deze leiding loopt een tweede gesloten leiding B, doch zonder dat deze de eerste kan aanraken en waarin een galvanometer is geschakeld om optredende elektrische stroomen door afwijking van den wijzer te kunnen waarnemen. Op hetzelfde oogenblik nu, dat de leiding A door het contact gesloten wordt, ontstaat in de leiding B eveneens een stroom, doch van slechts oogenblikkelijken duur, dat door

een plotselinge afwijking van de naald van den galvanometer is waar te nemen. Wordt nu de leiding A steeds onder stroom gehouden, dan toont de galvanometer geen uitslag, waaruit blijkt, dat de leiding B geheel stroomloos is; zoodra echter de leiding A onderbroken wordt, toont de naald van den galvanometer weder een plotselinge afwijking. Men merkte op, dat de uitslag der naald bij onderbreking der leiding A tegenovergesteld was aan dien der sluiting der leiding. Er volgt hieruit, dat de in de leiding B optredende z.g.n. inductiestroom tegen-



overgestelde richting hebben, en de richting van den stroom in de leiding B is tegenovergesteld aan dien in de leiding A, wanneer deze gesloten wordt en in dezelfde richting is deze als de leiding A verbroken wordt. Wanneer men dus bij sluiting van den stroomloop A een stroomrichting heeft zooals door het pijltje aangegeven, dan ontstaat in de leiding B een stroomrichting aangegeven door 1 en bij verbreken der leiding A gaat deze stroom in leiding B in het met 2 geteekende pijltje. De sterkte van den inductiestroom is in verhouding tot de stroomsterkte in A, doch hangt bovendien nog af van den afstand der leidingen A en B onderling en de lengte ervan.

In de gesloten leiding B ontstaat echter ook een stroom, wanneer de onder stroom staande leiding A dezen snel nader gebracht of verwijderd wordt. De duur dezer inductiestroomen is in dit geval geen oogenblikkelijken, doch duurt zoo lang als de beweging aanhoudt, en de stroomrichting is hier ook weder tegenovergesteld aan dien van A bij nadering der leiding en heeft de gelijke richting bij verwijdering van elkaar.

Als men twee goed van elkaar geïsoleerde leidingdraden gemeenschappelijk en in vele windingen op een spoel wikkelt, dan heeft men een inductiespoel. De induceerende werking is dan veel grooter, daar de verschillende wikkelingen op dezelfde manier op elkaar inwerken als bij fig. 35 en zich onderling versterken.

Men kan ook een inductieklos maken als men den eenen draad op een spoeltje windt en dit spoeltje in de holte van een grooteren spoel steekt, waarop de andere draad is gewonden. De binnenste spoel wordt

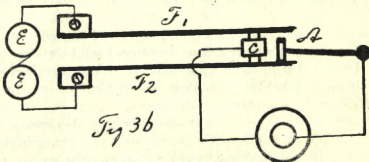
dan gewoonlijk met dikkeren draad bewonden en wordt de primaire genoemd, terwijl de buitenste spoel, de secundaire genaamd, met vele windingen heel fijnen draad wordt omwonden. Om een opeenvolgende rij van inductiestroomen te verkrijgen, moet de stroomloop der primaire spoel snel achtereenvolgens onderbroken worden, waartoe men er een zelfonderbreker aan verbindt.

DE EXTRASTROOM.

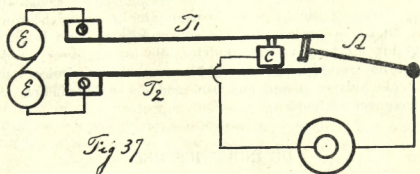
Om een inductiestroom op te wekken, is het geenszins noodig dat een aparte leiding daarvoor gebruikt wordt. Zij ontstaan evengoed in de primaire leiding, waarin de batterij geschakeld is en zoowel bij het sluiten als openen treden deze inductiestroomen op. De inductiestroom, welke bij sluiting van den stroomloop ontstaat, is ook tegenovergesteld van richting aan den batterijstroom en verzwakt dezen op het eerste moment van sluiting, terwijl die bij het openen van den stroomloop de batterijstroom op dat oogenblik versterkt. Deze laatste inductiestroom is de oorzaak, dat op de onderbrekingsplaatsen bij openen van den stroomloop op dat zelfde oogenblik een vonk ontstaat. Als nu, wat gewoonlijk het geval is, in de leiding een electromagneet geschakeld is, dan versterkt deze den inductiestroom en de daardoor optredende vonk beduidend, dikwerf zoo, dat de onderbrekingsplaats sterk geoxydeerd wordt. Het is dus noodig een inrichting aan te brengen, waardoor deze vonkvorming voorkomen wordt. Vooral bij elektrische uurwerken, waarvan de contacten met zeer weinig kracht geopend en gesloten kunnen worden, moet die van den electromagneet komende inductievonk onschadelijk gemaakt worden.

Door fig. 36 wordt zoo'n inrichting voorgesteld.

F 1 en F 2 zijn twee veeren, die zich aanleggen tegen het geleidende middenstuk C en die beiden met de einden der leiding verbonden zijn, die naar den electromagneet E voert. A is een contacthefboom, die evenals het tussenstuk C met de batterij is verbonden. Wordt nu deze hefboom gedraaid, zoodat hij de veer F 1 van 't stuk C afheft, dan



gaat de stroom over A door F 1 in de leiding naar den electromagneet en van daar door F 2 en C terug naar de batterij. Gaat nu de contacthefboom A weer terug, dan ontstaat de stand zooals in fig. 37 is te zien. Gedurende die teruggaande beweging komt er een oogenblik dat de veer F 1 het stuk C en den hefboom A tegelijk aanraakt. Op dat zelfde oogenblik wordt de stroom voor den electromagneet onderbroken



en de daardoor ontstane inductiestroom vindt een gesloten stroomloop, zoodat, wanneer de hefboom A verder zakt en dus van de veer F 1 vrij wordt, er aan de onderbrekingsplaats slechts een zwakke vonk overspringt. Als de hefboom A de veer F 2 opheft en weder loslaat, heeft hetzelfde plaats, doch de stroom gaat dan in omgekeerde richting door den electromagneet. Deze constructie wordt dan ook bij elektrische uurwerken toegepast.

Men vergeet niet den gesloten stroomloop op de figuren te volgen.

MAGNETO-INDUCTIE.

Wanneer men den pool van een staalmagneet snel in of uit de holte van een electromagneet, waarvan de draadeinden aan elkaar verbonden zijn, brengt, dan ontstaan gedurende dit insteken of uittrekken in de gesloten draadspoel ook inductiestroom. Hetzelfde heeft plaats, wanneer men met den staalmagneet de ijzerkern van een electromagneet plotseling nadert of van verwijderd en ook als men een electromagneetspoel op een staalmagneet steekt en dezen staalmagneet snel met een anderen staalmagneet of stuk ijzer nadert of er van verwijderd.

Om een voortdurende serie van magneet-inductie-stroom te verkrijgen, zijn de magneetinductoren of generatoren saamgesteld. Deze worden toegepast om de bel op de telefoontoestellen in werking te brengen. De eenvoudigste constructie is de volgende: Zie fig. 38.

Een electromagneet is tusschen zijn spoelen, op een as gemonteerd, waarop een rad en rondsel overbrenging werkt, die den electromagneet snel kan doen ronddraaien en wel heel dicht voor de polen van een

krachtigen hoefijzermagneet. De einden der spoeldraden leiden naar metalen ringen die geïsoleerd van elkaar op de as bevestigd zijn. Op deze metaalringen sleepen twee veeren, waardoor de leiding met den electromagneet verbonden is. Bij elke volle omdraaiing van de electromagneetspoelen ontstaan, als de leiding gesloten is, twee tegenovergestelde gerichte inductiestroomen.

Wordt het verisch, dat deze inductiestroomen de gelijke richting hebben, dan moet op de as een commutator aangebracht worden in plaats van de sleepingen. In zijn eenvoudigsten vorm bestaat zoo'n commutator uit twee metalen hulsjes, die tot ongeveer op de helft der lengte in 't midden zijn ingevijld en van elkaar geïsoleerd zijn. Elk dezer beide hulsjes is dan met een eind der draadwinding van den electromagneet verbonden.

DE INDUCTIESCHEL.

Zooals men in de voorgaande verklaring gezien heeft, ontstond een inductiestroom, wanneer men een gesloten electromagneet dicht voor de polen van een hoefijzervormige staalmagneet rondwentelde. Op de telefoontoestellen wordt dit toegepast om de schel in werking te stellen, deze constructie zal hierna beschreven worden. Een eenvoudigere inductieschel kan men maken als men op den eenen pool van een krachtigen staalmagneet, bijv. den Noordpool, een electromagneet vast-schoeft, waardoor de beide kerven dus ook noordmagnetisch worden. Aan den anderen pool van den staalmagneet is door middel van een veer het anker A bevestigd, dat zich tusschen de beide electromagneet-kerven C C vrij heen en weer kan bewegen. Gaat nu een inductiestroom door den electromagneet, dan wordt de noordpolariteit in den eenen kern versterkt en in den anderen kern opgeheven en in een zuidpool veranderd en daardoor het anker, dat door zijn bevestiging op den zuidpool Z van den staalmagneet, zuidpolariseert is, afwisseld door de beide kerven aangetrokken en afgestooten, en dus ook de er aan verbonden kamer in een heen en weergaande beweging gezet.

Voor langere leidingen, zooals die voor telefonie noodig zijn, was het gewenscht een sterkeren inductiestroom uit te kunnen zenden. Daartoe nam men in plaats van één hoefijzervormigen staalmagneet er 3 of 4 naast elkaar en liet tusschen de polen ervan de electromagneet draaien. Deze electromagneet is eenigszins anders van vorm dan dien wij tot nu leerden kennen. Hij bestaat uit een week ijzeren kern welke in doorsnede den vorm van een dubbelen T heeft, zooals op figuur 39 is aangegeven. In de lengte zijn een groot aantal windingen van dun geïsoleerd koperdraad gewonden. Het eene uiteinde dezer omwindingen is vastgemaakt

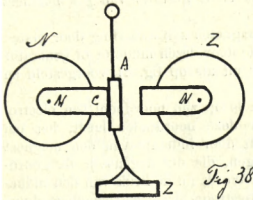


Fig 38

aan de schroef d en daardoor in verbinding met de as A. Het andere eind is vastgemaakt aan d 1, dat van de as is geïsoleerd, doch wel in verbinding staat met de pen c, die ook van de as a is geïsoleerd.

Een rondsel r, op het uiteinde der as bevestigd, wordt door een rad met een kruk rondgedraaid, waardoor men het geheel een snel draaiende beweging kan geven.

De drie of vier magneten, tusschen wier polen dit geheele samenstel draait, hebben cylindrisch uitgedraaide poolstukken, zoodat de draadwindingen van den zoo juist beschreven electromagneet dicht

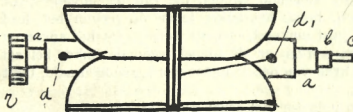


Fig 39.



Fig 39

← Fig 40

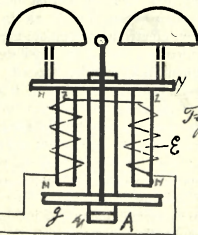


Fig 41

langs dezen heendraaien. Op fig. 40 is de gestalte van één magneet met de poolschroeven P aangegeven.

De drie of vier hoefijzervormige magneten zijn onderling door platen en schroeven verbonden. De schel, die door dezen inductor of generator in beweging wordt gebracht, ziet er uit als op fig. 41 voorgesteld en werkt als volgt:

Aan den permanenten magneet A is op zijn noordpool een electromagneet E vastgemaakt, waardoor deze noordpolen heeft, het om zijn midden draaibare anker g heeft door inductie van den magneet aan de uiteinden zuidpolen ontvangen, die dus tegenover de noordpolen van den electromagneet staan. Wordt nu de kruk van den inductor rondgedraaid, dan zal een inductiestroom den electromagneet doorloopen en heeft dezen stroom bijv. een richting, dat het noordmagnetisme aan den linkerkant verzwakt wordt, dan volgt daaruit, dat het aan de rechterzijde van den electromagneet zeer versterkt wordt. Het anker wordt dus door den rechterpool meer aangetrokken dan door den linker, bijgevolg slaat het klepeltje dat met het anker verbonden is, tegen de rechter bel.

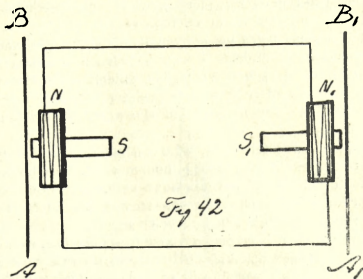
Zooals reeds vroeger verklaard, wisselen de inductiestroomen steeds van richting, zoodat de volgende stroom, die een tegenovergestelde richting heeft aan dien, welke het anker tegen de rechter bel deed slaan, alsnu de polen juist omkeert, met als gevolg, dat het anker nu links zal aangetrokken worden en de klepel tegen de linker bel zal slaan. Zoolang dus de kruk van den inductor wordt rondgedraaid, blijft de schel in werking.

Een schema van een inductor met schel geeft fig. 41 aan.

DE TELEFOON.

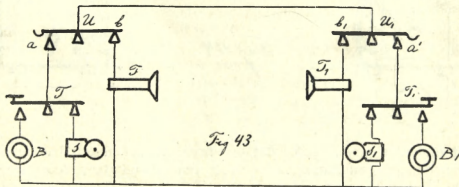
De werking der telefoon berust ook op de werking der inductiestroomen. Op den eenen pool N, zie fig. 42, van een krachtigen staalmagneet, is een electromagneetspoel geschoven, die met vele windingen dunnen geïsoleerden draad is bewikkeld. Dicht voor hetzelfde einde van den magneet, doch zonder dezen te raken, is een ronde, zeer dunne ijzerplaat, membrane genoemd, aan haar omtrek vastgemaakt. Wordt nu tegen deze plaat gesproken, dan zal zij kleine slingeren of trillingen maken en elke klank brengt een overeenkomstig aantal trillingen teweeg. Telkens nu als deze plaat door een trilling den magneet nader, ontstaat een inductiestroom en telkens als zij er zich van verwijdt, eveneens een inductiestroom, doch deze laatsten van een tegenovergestelde richting.

Worden nu de draadeinden der inductiespoel met een leiding in verbinding gebracht die eveneens met zoo'n telefoon is voorzien, dan ver-



sterkt de door de trillende spreekplaat ontstane inductiestroom den pool N 1 van de tweede telefoon en wordt de membrane A 1 B 1 ook daar aangetrokken. Gaat door een trilling de spreekplaat A B van den magneetpool N af, dan verzwakt de daardoor ontstane inductiestroom den pool N 1 van de tweede telefoon, zoodat de spreekplaat A 1 B 1, tengevolge harer spanning, zich eveneens van den pool N 1 verwijdert. Er volgt hieruit, dat de plaat A 1 B 1 de zelfde trillingen maakt als de plaat A B en dat tengevolge dezer trillingen ook dezelfde klanken zal weergeven als die waardoor de plaat A 1 B 1 in trilling werd gebracht.

Door fig. 43 is een leidingschets gegeven, hoe twee stations, waarbij een aanroepbel is geschakeld, moeten verbonden worden.

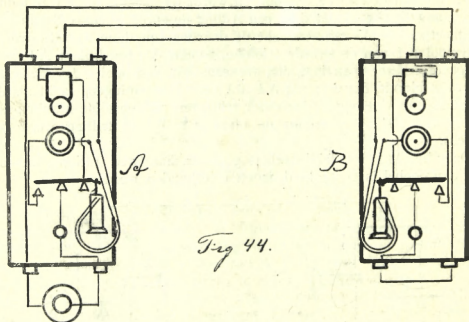


U is een automatische omschakelaar. Deze bestaat meestal uit een dubbelarmigen hefboom, waarvan de eene arm door een veer tegen het contact B gedrukt wordt. De andere arm dient om de telefoon aan

te hangen en drukt door zijn eigen gewicht den omschakelaar tegen het contact a. Neemt men nu de telefoon af, dan legt de omschakelaar zich door de drukveer tegen het contact B. Als men nu bij aangehangen telefoon den sleutel of drukker T naar beneden drukt, dan is, als men den stroomloop op de schets volgt, het duidelijk, dat de stroomloop voor de bel op het andere station is gesloten; wordt echter op beide stations de telefoons afgenomen, dan zijn alléén de telefonen in gesloten stroomloop.

Meestal zijn er twee telefoons, waarvan het eene om in te spreken en het andere om tegelijkertijd aan te hooren dient. Deze beide telefoons kan men achter elkaar of neven elkaar verbinden. De eerste manier is beter voor lange leidingen met grooteren weerstand, terwijl de tweede schakeling voor huisleiding aan te bevelen is.

Voor korte leidingen is er nog een andere schakeling, waarbij slechts een batterij en gewonen drukknop gebruikt wordt, welk voordeel weder grootendeels opgeheven wordt, wijl er dan drie leidingdraden noodig zijn. Door fig. 44 wordt de verbinding aangegeven.

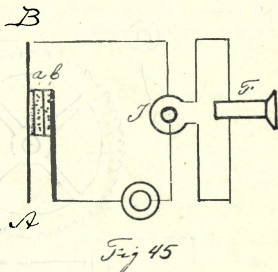


Uit onderzoekingen bleek, dat de stroomsterkte in een leiding aan schommelingen onderhevig is, wanneer een in den stroomloop aangebracht contact meer of minder sterk gesloten werd. Verdere onderzoekingen toonden aan, dat, als de contactplaatsen uit graphiet of uit retortenkolen bestonden, de minste verandering in den druk der contactplaatsen grootere stroomsterkte-verschillen in de leiding te voorschijn

riepen. Op deze verschijnselen kwam men tot de constructie der microfoon.

Fig. 45 toont een schema van een microfoon.

A B is een aan de randen bevestigde dunne ijzerplaat, waar in het midden een stuk retortenkool a is bevestigd. Op een zwakke veer is een klein stukje retortenkool vastgemaakt, dat door deze veer slapjes tegen het stuk a gedrukt wordt. Als nu de plaat A B door het spreken er tegen in op- en neergaande beweging komt, dan hebben er aan de aanrakingsplaats der beide koolstukjes lichte drukveranderingen plaats, welke in de leiding daarmede overeen-



komstige stroomsterkte verschillen opwekt en daardoor de spreekplaat der telefoon in dezelfde slingeren zet als de plaat A B. Deze telefoon zal dus dezelfde geluiden voortbrengen als die de plaat A B in slingingen brachten.

Voor grootere afstanden wordt door inschakeling van een inductie-spoel een sterkere werking verkregen. De leidingverbinding wordt dan zooals op fig. 45 is aangegeven. De eenen pool der batterij leidt naar de microfoon, de anderen pool naar de binnenste spoel eener inductie-spoel I, welke met de spreekplaat is verbonden. Wordt nu de spreekplaat in trilling gebracht, dan verwekken de stroomsterkteverschillen in de binnenste spoel inductiestroommen in de buitenste spoel, door welke de telefoon in werking gesteld wordt.

Voor hen, die zich op den aanleg van telefonen willen toeleggen, bestaat er een uitgebreid, uiterst practisch boek, n.l. Handleiding voor den technischen kantoor dienst, Deel II Telefoon dienst op de kleine kantoren, uitgegeven door het hoofdbestuur der posterijen en telegrafie, waarin alles te vinden is, wat op dit gebied betrekking heeft.

ELECTRISCHE UURWERKEN.

De electriche uurwerken kan men in drie soorten verdeelen.

Ten eerste. De zoogenaamde sympathische uurwerken die geen zelfstandig loopwerk hebben, en in zekere tijdsruimte, gewoonlijk elke minuut, door de contactsluiting van eene hoofdklok gezamenlijk worden voortbewogen.

Ten tweede. Electriscne uurwerken die wel een zelfstandig loopwerk hebben maar door den stroom afgezonden door eene hoofdklok om de 12 of 24 uur gelijk gezet worden.

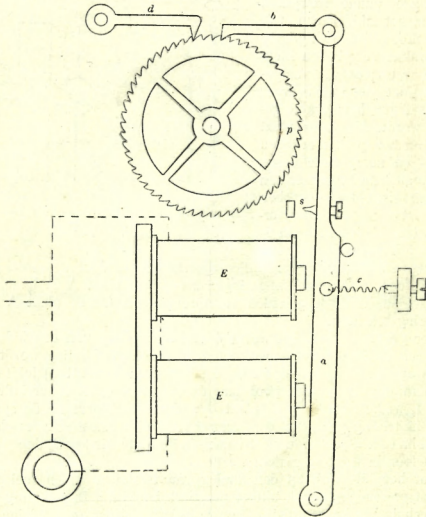


Fig. 46.

Ten derde. Electriscne uurwerken die zonder hulp van een ander uurwerk direct door den electriscnen stroom gedreven worden.

De eerste soort van electriscne uurwerken is wel de meest verspreide. De werking en constructie der meest voorkomende soorten sympathische uurwerken zal ik trachten door eenige voorbeelden duidelijk te maken.

ELECTRISCHE UURWERKEN MET GELIJKSTROOM.

Electrische uurwerken met gelijkstroom zijn dezulken, waarvan het anker door het sluiten van stroomen van gelijke richting wordt aange-trokken, en waarbij het anker na opening van den stroom door een gewicht of veer in zijnen oorspronkelijken stand wordt teruggebracht.

HET WIJZERWERK VAN SIEMENS EN HALSKE.

Het bestaat uit een electromagneet EE.

Het verlengstuk van het anker a draagt aan zijn uiteinde een pal b die telkens bij het aantrekken van het anker a een met 60 tanden voorzien palrad p om eenen tand voortschuift. Een andere pal d verhindert het teruggaan van het rad p wanneer het anker door zijn tegenveer c in zijn ruststand terug getrokken wordt. Opdat het rad bij zeer heftige ankeraantrekkingen niet meer dan een tand zal verzetten is nog een bijzondere stuiting s aangebracht, die het verzetten van slechts een tand toelaat.

De ervaring heeft geleerd, dat bij zulke uurwerken op den duur geen overeenstemmenden gang te verkrijgen is, omdat deze uurwerken door atmosferische invloeden voortbewogen kunnen worden. Wanneer de contacten geoxydeerd zijn kan bij deze soorten meermalen stroomsluiting ontstaan, waardoor dan telkens een tand verzet wordt en de werken voor loopen. Door de herhaalde stroomsluitingen blijft bij de electromagneten telkens een weinig magnetisme in de kernen achter waardoor het anker wel eens aan de electromagneetkernen kan blijven kleven.

Men kan dat kleven blijven wel verhelpen door korte messingstiften in de electromagneetkernen te maken, maar het blijft steeds een van de fouten der gelijkstroom-wijzerwerken.

Om het anker bij deze wijzerwerken aan te trekken is veel meer kracht noodig dan anders gebruikt wordt om een wijzer voort te bewegen, en door den korten weg, dien het anker aflegt zijn zij ook niet geschikt om groote wijzers voort te bewegen. Het aantrekken van het anker gaat te plotseling waardoor een snel verslijten van het raderwerk in de hand gewerkt wordt. Toch heeft men ondanks de opgenoemde fouten in deze wijzerwerken er goede resultaten mede verkregen, vooral daar waar de aanleg uit slecht's eenige klokken bestond en goede constructies en zorgvuldig afgewerkte contracten gebruikt werden.

HET WISSELSTROOMWIJZERWERK VAN STOHRER.

De fouten bij de voorgaande wijzerwerken vallen bij aanwending der zoogenaamde wisselstroom-wijzerwerken weg.

Dr. Stöhrer in Leipzig was de eerste die zulke wijzerwerken construeerde, en waarvan bijgaande Fig. 47 een schematische voorstelling geeft.

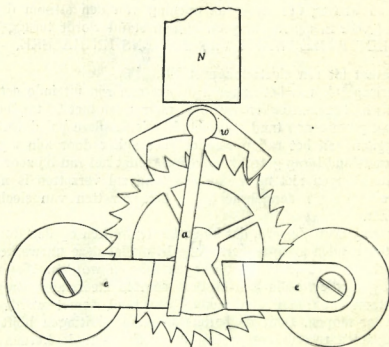


Fig. 47.

Tusschen de poolschoenen ee van een electromagneet kan zich een op een as bevestigde ijzeren staaf a. die tegelijk met een wijzerverzet-inrichting w voorzien is, vrij heen en weer bewegen.

Door een in de nabijheid bevindenden krachtigen staalmagneet N wordt nu deze weeke ijzerstaaf gepolariseerd, zoodat zij aan haar ander einde dezelfde polariteit bezit als de den as toegekeerden pool der permanenten magneet.

Wanneer nu de ijzerstaaf tegen een der beide poolschoenen gelegd wordt zoo zal zij door haar magnetisme daaraan blijven hangen. Laten wij nu aannemen dat het beweegbare einde van de ijzerstaaf een noordpool is, dan zal, wanneer door de electromagneten een stroom gaat, die den poolschoen waartegen de staaf ligt ook tot een noordpool maakt en den anderen poolschoen tot een zuidpool, de staaf door den poolschoen waartegen zij rust afgestooten en door den anderen poolschoen aangetrokken worden.

Wanneer nu de stroom onderbroken en daarop weder gesloten wordt kan geen nieuwe beweging het gevolg daarvan zijn, daar de in noordpool

gepolariseerde staaf reeds tegen den zuidpool van den electromagneet ligt. Om eene nieuwe beweging van de staaf te verkrijgen, moet eerst de stroom van richting veranderd worden, waardoor de poolschoen, waartegen nu de staaf ligt, tot noordpool wordt, waardoor eene afstooting en bij den anderen pool een aantrekking plaats heeft.

Uit de constructie dezer wijzerwerken volgt, dat het anker geene af-trekveer noodig heeft, dus veel minder kracht van noode heeft om eene beweging te volvoeren, en eenen grooteren weg kan afleggen, waardoor wederom de heftige stoot bij het verspringen der wijzers verminderd wordt.

De hoofdvoordeelen dezer constructie liggen echter daarin, dat eerstens bij meer dan eene stroomsluiting het anker slechts ééne beweging

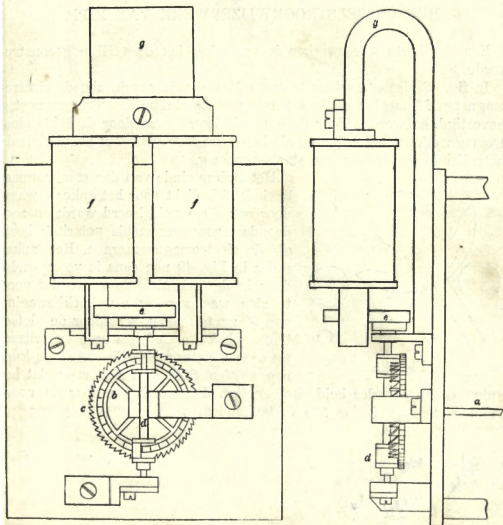


Fig. 48.

maken kan en ten tweede dat de atmosferische electriciteit geheel zonder invloed is. Want als door het opkomen van een onweer in de geleiding een stroom opgewekt wordt, die dezelfde richting heeft als de vooraf gegane batterijstroom, dan zal het anker zich niet bewegen kunnen; is echter de opgewekte stroom van tegenovergestelde richting als de vooraf gegane batterijstroom, dan zal het anker zich wel bewegen en de klok een minuut te vroeg aanwijzen, maar dan zal ook de daarop volgende batterijstroom die dezelfde richting heeft als de vooraf gegane door het onweer in de leiding opgewekte stroom, geene werking op het anker uitoefenen, en het tijdsverschil is daardoor weder gelijk gemaakt.

HET WISSELSTROOMWIJZERWERK VAN HIPP.

Een der beste wijzerwerken is voorzeker het door Hipp geconstrueerde.

In fig. 48, dat een schets is van zulk een wijzerwerk, zijn de electromagneten ff aan het einde van een zeer krachtigen hoefijzermagneet g bevestigd, en worden door deze gepolariseerd, waardoor de beide electromagneetkernen aan hunne uiteinden dezelfde polariteit hebben als de betreffende einden van den staalmagneet g.

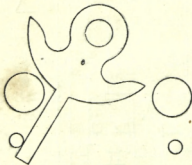


Fig. 49.

Het andere einde van den staalmagneet bevindt zich dicht voor het anker e waardoor ook dit gepolariseerd wordt en zodoende tegenovergestelde polariteit heeft als de electromagneetkernen. Het anker e dat in Fig. 49 nog eens is voorgesteld, daar in de teekening de vorm niet goed te zien was, vermag een hoekbeweging van 60 gr. te maken, waardoor de plotse schok vermeden wordt en wijzers tot over 3 Meter middellijn gedreven kunnen worden. Stelt men zich voor, dat het

anker e aan een der beide kernen ligt, dan wordt het door de voorhanden electriciteit daaraan vastgehouden.

Gaat nu een stroom door den electromagneet, dan wordt de eene kern noord- en de andere zuidmagnetisch daardoor wordt dus de in den eenen kern zijnde noordmagnetische kracht veel versterkt, terwijl de noordmagnetische kracht van den anderen kern opgeheven wordt en in zuidmagnetisme verandert. Ligt nu het anker aan den laatst genoemden kern, dan zal daar het anker ook zuidmagnetisch is, het afgestooten en door den anderen kern krachtig worden aangetrokken, want gelijknamige polen stooten af, ongelijknamige trekken elkaar aan.

Wordt nu de richting van den stroom veranderd en de leiding weder gesloten, dan zal het anker zich naar de andere zijde bewegen, enz.

Op den as a van den minuut (of seconde) wijzer zit een gangrad met schakelradtanden b en aan den omtrek paltanden c. De opstaande schakelradtanden worden door de lepels van een spil d voortbewogen, dus de gewone spilgang.

De vertikale as van de lepelspil draagt het boven beschreven anker e. Door de wisselende stroomen maakt het anker een heen en weergaande beweging en daar het anker verbonden is aan de lepelspil, zal, wanneer het schakelrad 30 tanden heeft en elke minuut een stroom gesloten wordt het schakelrad (dat hier de minuutwijzer draagt) in een uur eenmaal rondgaan. Door een pal die in de tanden aan den omtrek van het schakelrad werkt, wordt het teruggaan van het rad verhindert.

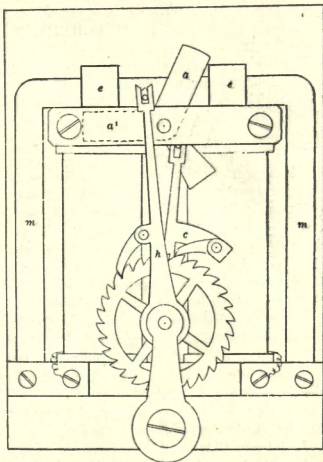


Fig. 50.

HET WISSELSTROOMWIJZERWERK VAN C. BOHMEYER.

Twee electromagneetkernen e e waarvan de bovineinden (Fig. 50), halfcylindervormig gevild zijn, staan met hun verbindingsstuk op twee rechthoekig omgebogen krachtige permanente staalmagneten m m, zoodat zij door deze verbinding magnetisch worden. Het uit week ijzer bestaande parallelanker a, dat in de teekening aan den rechtschen pool schoen zichtbaar is, wordt door de boven omgebogen permanenten staalmagneet gepolariseerd en wel zoo, dat de polariteit van het anker tegenovergesteld aan die der electromagneetkernen is.

Nemen wij aan, dat de magneetkernen noordmagnetisch zijn, het weeke ijzeren anker a zuidmagnetisch, dan zal, wanneer een stroom door de spoelen gaat, steeds een der electromagneetkernen een krachten noordpool en de andere een zuidpool worden; het gevolg daarvan is, dat het anker eene heen en weergaande beweging zal maken.

Twee met pallen voorziene hefboomen h en c, die van boven gaffelvormig gevild zijn en ingrijpen in 2 stiften die bevestigd zijn in een op den ankeras aangebracht stuk, zullen bij elke beweging, die het anker naar links of rechts volbrengt, ook zoo bewegen. Door bovengenoemde hefboomen schuift bij elke beweging van het anker een der pallen het minuutrad steeds in dezelfde richting verder. Twee begrenzingstiften zorgen er voor dat het rad, nadat het een tand verzet is, niet verder bewogen kan worden.

In lateren tijd heeft Bohmeyer een nieuw wijzerwerk in den handel gebracht, dat wel het eenvoudigste is dat bestaat; bij dit wijzerwerk, waarvan hier de beschrijving volgt, zijn alle palinrichtingen weg gelaten, zoodat veel kracht bespaard wordt, daarbij werkt het bijna geheel geruischloos.

Het anker a Fig. 51 (waarvan in de teekening de bovenste kloof d d, voor zoover als de duidelijkheid het medebracht, is weggelaten) en de electromagneten E E worden door twee permanente magneetstaven M M tegenovergesteld gepolariseerd, zoodat het anker a in zijnen ruststand door de wederzijdsche aantrekking wordt vastgehouden. Aan het anker is, om het evenwichtig te maken, een tegengewicht van koper aangebracht, in de teekening is dat weggelaten.

Wanneer nu bij het doorgaan van een stroom door de electromagneten E E die kern, waartegenover het volle gedeelte van het anker staat, dezelfde polariteit verkrijgt als het anker, en daardoor dus de voorhanden polariteit van den anderen kern zeer versterkt, dan zal het anker, door de wederzijdsche aantrekking en afstooting der beide kernen, eene halve omdraaiing maken. Wordt de richting van den stroom nu omgekeerd, waardoor de poolschoenen b b of zooals ze tot

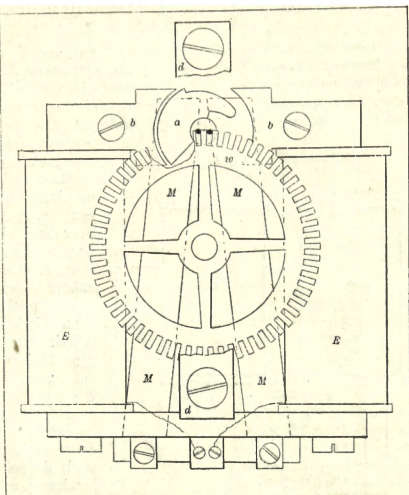


Fig. 51.

nu genoemd zijn de electromagneetkernen, tegenovergestelde polariteit verkrijgen, dan herhaalt zich hetzelfde spel.

Door middel van een tweetandig rondsel, dat op de as van het anker bevestigd is, wordt het wijzerrad w bij elke halve omdraaiing een tand voortbewogen.

In den ruststand hebben de tanden van dat rondsel een zoodanigen stand, dat ook het terug of verdergaan van het wijzerrad w verhinderd wordt. Op de teekening is de ruststand aangegeven.

Te vermelden is nog, dat de wijzerbeweging door den eigenaardigen vorm van het anker een veel langzamere is dan bij het andere systeem, waardoor zeer groote wijzers zeer goed kunnen voortbewogen worden. Kort geleden heeft Bohmeyer kleinere, sympathische wijzerwerken in den handel gebracht, die zich zeer goed in de tegenwoordige pendules laten aanbrengen.

HET WISSELSTROOMWIJZERWERK VAN GRAU VERBETERD DOOR WAGNER.

Dit electrisch wijzerwerk bestaat uit den electromagneet E, den permanenten hoefijzer-magneet M en het ronddraaiende anker A, dat uit twee door een messingstuk d van elkaar gescheiden gepolariseerde deelen a en b bestaat, zie Fig. 52 en 53. De uit week ijzer vervaardigde ankerdeelen zijn op een as c, die tusschen de beenen van den perma-

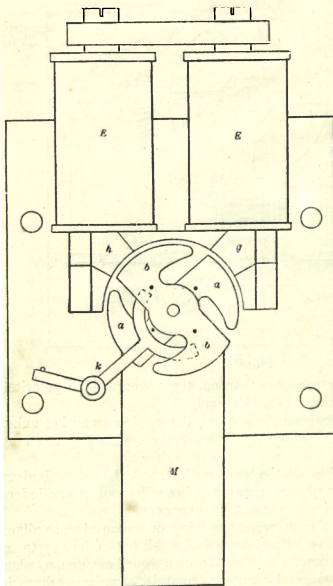


Fig. 53.

nenten magneet M doorgaat, bevestigd en staan rechthoekig op elkaar, zoodat zij een ster vormen. Door den invloed van den permanenten magneet worden de ankers gemagnetiseerd, en hebben aan hunne einden de polariteit van den tegenover hen liggenden pool. Wanneer dus e een noordpool en f een zuidpool is, dan is a ook een noord- en b een zuidpool; de ankers behouden natuurlijk steeds dezelfde polariteit, een verwisselen van de polariteit heeft alleen plaats in den electromagneet, wanneer, naar gelang de richting van den stroom, de poolschoenen g en h afwisselend noord- en zuidpolen worden.

Elke poolschoen is zoo breed, dat hij, zooals Fig. 52 te zien geeft, de beide deelen van het ronddraaien

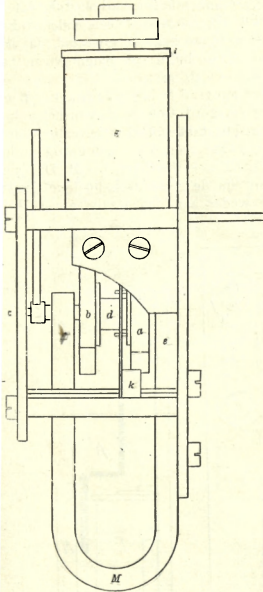


Fig. 52.

de anker overdekt. Zooals in Fig. 53 de stand van het anker is, moet, wanneer het anker voortbewogen moet worden, de poolschoen *h* een zuidpool en de poolschoen *g* een noordpool worden, waardoor het zuidmagnetische deel *b* van het anker van *h* afgestooten, en het noordmagnetische deel *a* aangetrokken wordt, gelijktijdig trekt de noordpool *g* het ankerdeel *b* aan en stoot 't ankerdeel *a* af. Tengevolge dezer dubbele aantrekking en dubbele afstooting beschrijft het anker een weg van 90 gr. en komt daardoor in zijn tweeden stand. Wordt nu een stroom, in richting tegenovergesteld aan den vorigen stroom, in de electromagneet gezonden, dan wordt *g* een zuidpool en *h* een noordpool, waaruit volgt, dat de noordpool *h* den zuidpool van het anker *b* aantrekt en de noordpool van het anker *a* afstoot, terwijl de zuidpool *g* den noordpool *a* aantrekt en den zuidpool *b* afstoot. Dit, elke minuut zich herhalende spel, wordt door een rondsel, dat op de as *s* bevestigd is, op het wijzerwerk overgedragen. Het anker wordt, na elke omdraaiing, in zijnen ruststand door de magnetische kracht, die het anker op de poolschoenen uit-

oefent, vastgehouden; voor alle zekerheid zorgt eene palinrichting er voor (in de Fig. met *i* en *k* geteekend), dat het anker na een volbrachte vierde omdraaiing niet verder beweegt.

Door figuur 54 wordt dit sympathische wijzerwerk voorgesteld.

Boven een gepolariseerden electromagneet slingert een ijzeren ankerplaat, welke afwisselend door de beide electromagneetkernen wordt bewogen.

Aan den bovenkant van het magneetanker is een verlengstuk, dat in een veer eindigt en daar in een gaffel grijpt, waarmee een grahamanker bewogen wordt. De tanden van het gangrad zijn zoo gevormd, dat het anker bij elke beweging een tand voortschuift, een omgang van het rad telt 60 minuten.

Tusschen de platinen P P zijn het gangrad S, het grahamanker H en het wisselrad 2 op assen draaibaar gelagerd. Ook de as van het anker a draait hier tusschen. De aan de magneetankerplaat A bevestigde arm B loopt aan den bovenkant uit in een fijne veer, die in een gaffel werkt, waardoor het grahamanker H heen en weer bewogen wordt. De ijzerkernen der electromagneten E aan zijn de gemeenschappelijke ijzeren grondplaat V bevestigd, die ook weder aan den staalmagneet M is vastgeschroefd.

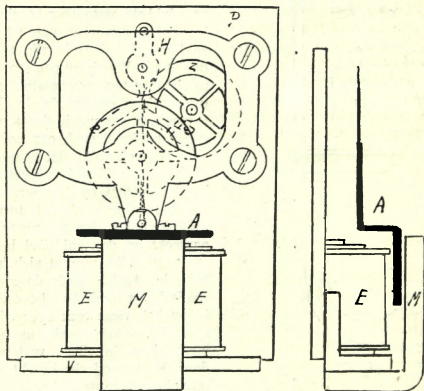


Fig. 54

In het zijaanzicht van dit wijzerwerk zijn alleen de electromagneten permanenten magneet en omgebogen anker geteekend, waardoor die eigenaardige vorm van het anker beter te zien is.

De as van het bij elke beweging door het grahamanker voortgeschoven rad draagt den minuutwijzer, het wisselrad z zorgt voor de over-

brenging op het uurrad. Door den eigenaardigen vorm der gangradtanden, die bij elke stroomsluiting door het grahamanker voortgeduwd worden, is geen bijzondere palinrichting noodig.

Opmerkelijk is bij dit systeem de kleine beweging van het magneetanker, deze bedraagt slechts een $\frac{1}{2}$ m.M. over den ijzerkern der electromagneten.

SYSTEEM PEYER, FAVARGER EN CO.

Bovengenoemde firma maak den laatsten tijd een paar nevenklokken, waarvan hier de beschrijving volgt.

Het bestaat uit een ronddraaiend anker, dat door een staalmagneet gepolariseerd wordt; de draaiing van het anker heeft steeds in dezelfde richting plaats. Door fig. 55 is dit schematisch voorgesteld.

Het gangrad a is van week ijzer en heeft 30 tanden, de minuutwijzer is voor op de as geplaatst en springt bij elke stroomsluiting der hoofdklok een halven tand verder. Dit verspringen telkens om een halven tand wordt bewerkt door den bijzonderen vorm en plaatsing der beide poolschoenen P van den electromagneet E ten opzichte der tanden van het gangrad. De punten der poolschoenen P zijn zoo geplaatst, dat de diameter van het middelpunt van het rad aan den eenen kant op een tandspits van a en op de andere zijde tusschen twee tandspitsen ligt.

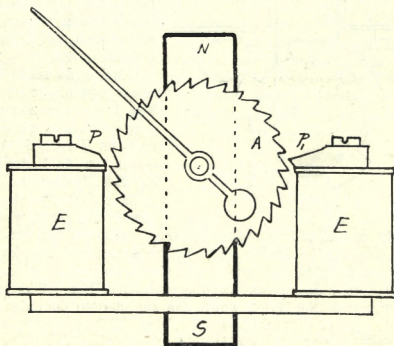


Fig. 55.

De hoefijzermagneet N S geeft aan het rad a en de poolschoenen p tegenovergestelde polariteit. Een palinrichting is hierbij niet noodig, daar het rad door de magnétische kracht op de juiste plaats wordt vastgehouden. De beweging van het rad is slechts 6 gr., en daardoor de levendige kracht van het in beweging gebrachte rad zoo gering, dat steeds een spits van het gangrad tegenover de punt van den poolschoen staat. Dit nevenuurwerk werkt dan ook geruischloos.

Om nevenuurwerken met lange wijzers zeker te kunnen drijven, is dit werk eenigszins anders gebouwd. Het gangrad heeft dan slechts 5 tanden en er is een overbrenging van 1 op 6 aangebracht om den minuutwijzer juist te doen gaan. Ook de poolschoenen van den electromagneet zijn anders gevormd, dezen bestaan uit ronde schijven en staan iets zijdelings voor de draadspoelen. Zie fig. 56.

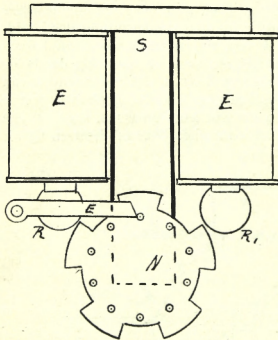


Fig. 56

De hoekbeweging van het vijftandige rad bedraagt 36 gr. en veroorzaakt een snellere levendigere beweging dan bij het rad met 30 tanden.

Een pal, tegelijk remhefboom e, die op 10 stiften in het rad a werkt, zorgt dat altijd den juiste stand wordt ingenomen. Door de grootere hoekbeweging kunnen langere wijzers dan ook beter aangedreven worden.

Believe de reeds beschreven sympathische nevenklokken, bestaan er nog vele andere soorten, zooals door Siemens en Holske, de A. E. G., Aaron, en de Nederlandsche E.N.E.M. fabriek enz. worden gemaakt. Ook wordt het systeem toegepast, waarbij de

nevenklokken niet elke minuut door eene hoofdklok worden gesteld, doch dit door die hoofdklok bijv. elk uur wordt gedaan; dan wordt meest bij centralen aanleg sterkstroom uit een bestaande leiding genomen en daardoor de nevenklokken opgewonden. Het gelijklopen der nevenklok met de hoofdklok wordt dan automatisch door den stroom bewerkt.

DE TORENKLOK ALS NEVENUURWERK.

Het komt zeer dikwijls voor, dat een torenuurwerk te ver versleten is om nog dragelijke gangresultaten te geven, terwijl het uurwerk, als het slechts dienst moet doen als loopwerk, om de wijzers te drijven, nog langen tijd dezen dienst kan verrichten. Een omwerking tot electrisch gedreven nevenklok is dan de aangewezen weg.

Ook worden torenuurwerken reeds bij den bouw als nevenuurwerk ingericht, doch is het werk meestal dan zoo gebouwd, dat door inschakeling van anker en slinger het ook mechanisch gedreven kan worden.

In het eerste geval dient het raderwerk dus alleen als loopwerk en wordt elke minuut door een hoofdklok in de sacristy of pastorie of van uit een centralen aanleg, electrisch uitgelicht.

Voor al voor groote wijzerplaten is de electrische minuut-uitlichting zeer geschikt. Er bestaan veel soorten uitlichtingsmechanismen op dit gebied.

Onderstaand systeem, door Weule uit Bochum toegepast, zal als voorbeeld genomen worden.

Het nevenuurwerk, dat elke minuut de uitlichting van het torenuurwerk moet bezorgen, is gelijk aan het reeds beschrevene Grau-Wagner systeem en is voorgesteld door fig. 52 en 53 is toen hiervan de volgende beschrijving gegeven.

Tusschen de poolschoenen van den electromagneet EE en den permanenten staalmagneet M draait om een gemeenschappelijken as twee rechthoekig op elkaar staande z-vormige ijzeren ankers aa en bb, die zooals reeds beschreven bij fig. 53, zich door de beide vangarmen k en o slechts in de richting die de wijzers moeten nemen, kunnen bewegen.

Hoe dit nevenwerk voor het beoogde doel pasklaar is gemaakt, toont figuur 57.

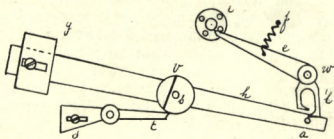


Fig. 57.

Voor op de ankeras zit een rondsel i met vier stiften, die bij elke draaiing van het anker een hefboom e naar beneden drukken. Deze

hefboom wordt door een spiraalveer f tegen deze stiften gedrukt. De hefboom e is op een as W bevestigd, die een naar beneden gerichten gaffel l draagt en die, als de hefboom door de stiften naar beneden gedrukt wordt, in de richting van het pijltje, mede verschuift.

In den hefboom h, die op den tapanzets b draait, is een pen a bevestigd, die in rust tegen den langsten gaffelarm ligt, en, bij het wegdrücken van de gaffel, op den korteren gaffelarm terecht komt en vervolgens bij het teruggaan der gaffel in dezen binnendringt, want het gewicht g aan het andere einde van den hefboom h drukt dezen met stift a omhoog. De as b heeft in het midden een verdikking v, die tot op de helft is weggeviold. Tegen deze verdikking ligt het hefboompje t, hetwelk op de as van het gangrad van het uurwerk is bevestigd. Als nu de stift a in de gaffel is gevallen en daardoor de verdekking v van de as b zich draait, dan wordt t vrij en maakt met het gangrad een omdraaiing en loopt dus het uurwerk eene minuut af.

Om nu den eersten stand weder te bereiken, moet de stift a naar beneden bewogen worden, dus het gewicht g moet opgeheven worden, zoodat t wederom tegen de verdikking v komt te liggen. Daartoe is in den hefboom t een gleuf aangebracht, waarin een pen s, die door de draaiing van het gangrad onder den hefboom g grijpt en dezen daardoor oplicht en zoo de stift a uit de gaffelinsnijding haalt. Een windvleugel op de gangradas zorgt, dat de omloop van het gangrad en de aanslag van t tegen v niet te plotseling gebeurt.

SYSTEEM BOHMEIJER.

Door de firma Bohmeijer wordt een uitlichtingsmechanisme voor torenuurwerken op de volgende eenvoudige wijze gemaakt. De slinger vervalt hierbij geheel, het gangwerk wordt dus in een loopwerk veranderd, dat elke minuut door de hoofd- of moederklok in werking wordt gesteld. In fig. 57 a wordt het aanschouwelijk voorgesteld.

Het anker c wordt, wjl het een wisselstroomwerk is, elke minuut naar links of rechts aangetrokken en raakt bij elke beweging het stalen rolletje k en licht den door zijn eigen gewicht op i rustenden hefboom omhoog, waardoor de lichter nu vrij komt en door zijn zwaarte op de stift n valt. Door het afvallen van lichter m draait het daarmede verbonden halfcylindrische rustvlak p mede, waartegen de stuitingsarm o aanlag en kan het gestippelde rad, waarop o bevestigd is, eenmaal rondloopen. Een windvleugel w zorgt voor niet al te snel afloopen. Bij kleinere werken kan de windvleugel ook op het gangrad aangebracht worden. Om te voorkomen, dat het rad meer dan een omgang afloopt, is een stift u er ingezet, die, voordat het rad een geheele omdraaiing

heeft volbracht, den nok *r* en daardoor *m* oplicht en zoo het rustvlak *p* weer in den juisten stand plaatst.

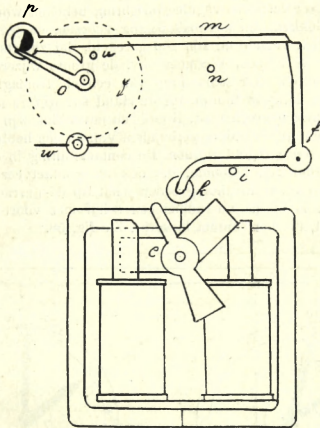


Fig. 57 a.

HET GELIJK STELLEN VAN NEVENKLOKKEN.

Uit de vele systemen, die toegepast worden om langs electrischen weg nevenklokken, die geen sympathische werken zijn, gelijk te doen loopen, neem ik dat der A.E.G. fabriek als voorbeeld.

Zij bouwt twee systemen, het eene werkt met zwakstroom en drijft de reeds beschreven sympathische nevenklokken, terwijl het andere systeem door middel van sterkstroom de mechanische nevenklokken opwindt en gelijk stelt.

De hoofdklokken der beide systemen zijn dezelfde, alleen bij die voor sterkstroom is geen inrichting, waardoor de stroom elke minuut van richting veranderd wordt. Het zijn sterk gebouwde juistheidsuurwerken met compensatieslinger, welke een zich elk uur sluitend con-

tact hebben, hetwelk de zelfstandig gaande nevenklokken moet regelen. Deze nevenklokken worden ook door den sterkstroom opgewonden. Hoe electrische opwindsystemen werken, zal later beschreven worden. Hier zal nu de electrische reguleerinrichting bekeken worden.

De nevenklokken zijn met balansgang voorzien en worden door de hoofdklok gelijk gesteld en zijn zoo geregeld, dat zij iets neiging hebben, om voor te loopen. Wanneer bijv. de groote wijzer op 12 staat, sluit de nevenklok den stroomloop van een electromagneet, die den ankerang zoo lang vasthoudt, tot de stand der wijzers met de hoofdklok nauwkeurig overeenstemt. Hoofd- en nevenklok zijn daartoe door een bijzondere reguleerleiding verbonden. Van uit een hoofdklok kunnen 25 nevenklokken geregeld worden. De contactsluiting in de nevenklok ontstaat doordat een hefboom, die ook als contactveer dienst doet, bij elk vol uur in de insnijding eener schijf op de uurradbus valt. Bij de hoofdklok is op de uurradbus een schijf met vooruitspringenden neus gemaakt, die het contact bewerkt. Zie fig. 58.

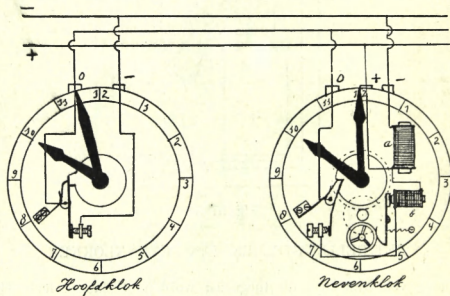


Fig. 58.

Als nu de groote wijzer op twaalf staat, valt de contact-hefboom van den neus af en opent den stroomloop. Hoe deze stroomloop voor de reguleering is, wordt door fig. 58 aangetoond.

De nevenklok wijst 10 uur en het contact voor den reguleermagneet b is gesloten. Wjl op dit tijdstip ook reeds het contact in de hoofdklok is gesloten, gaat de stroom van de + leiding door den electromagneet b, de contactinrichting naar de middelleiding o en zoo naar de hoofdklok en over 't contact terug naar de — leiding. De electromagneet b houdt

dus zijn anker vast en tegelijk de balans van den ankergang, en wel zoolang, tot in de hoofdklok de groote wijzer overeenstemt met dien van de nevenklok. De reguleerleiding wordt dan verbroken en daardoor de balans der nevenklok vrijgelaten. De op de teekening aangegeven electromagneet a zorgt voor de opwinding der nevenklok.

HOOFDKLOKKEN.

Uit de beschrijving van de verschillende systemen sympathische wijzerwerken volgt, dat de hoofdklok op zekeren tijd de stroom moet sluiten — gewoonlijk elke minuut — die dan door geleidingsdraden naar de sympathische wijzerwerken gevoerd wordt.

De stroomsluiting mag, om te snelle uitputting der batterij te voorkomen, slechts van korten duur zijn, gewoonlijk duurt zij dan ook slechts $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ seconde. Het gemakkelijkst zou eene contactinrichting aan het gangrad aan te brengen zijn, wijl dat de grootste omdraaiingssnelheid heeft. Vroeger werden de contacten dan ook wel allen op zulke manier aangebracht; tegenwoordig gebruikt men voor de contactsluiting afzonderlijke loopwerken, want met de geringe kracht, die het gangrad bezit, is moeilijk een innig contact te verkrijgen. Daarbij komt, dat bij het gebruik van wisselstroomen, de hoofdklok ook telkens de richting van den stroom moet omkeeren. Het omkeeren van de stroomrichting vordert wederom kracht, en daarom brengt men het beste een afzonderlijk loopwerk aan. Het gaandewerk heeft dan slechts elke minuut het loopwerk uit te lichten, dat op zijn beurt de stroom kan verwisselen en een innig contact kan maken.

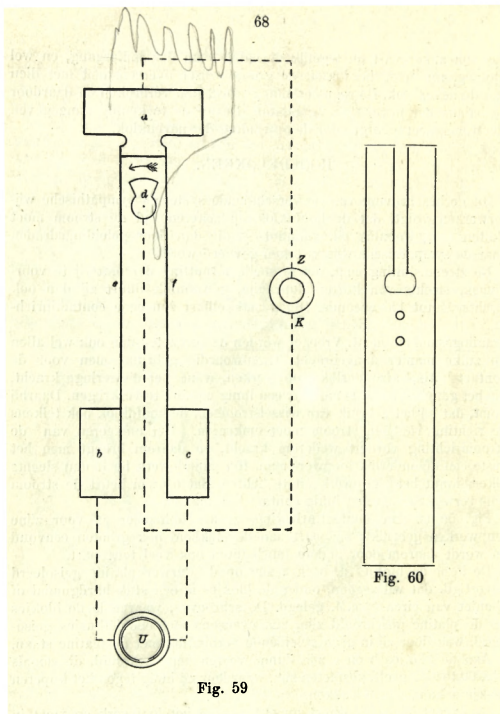
Fig. 59 is eene contactinrichting, zooals Bohmeijer ze voor zijne loopwerken gebruikt: zij paart aan degelijkheid ook grooten eenvoud en wordt daarom door andere fabrikanten ook veel toegepast.

De koperen blokjes a, b en c zijn op de uurwerkplatine geïsoleerd bevestigd, dat wil zeggen, onder de blokjes is een stuk hardgummi of eboniet van circa 3 m.M. gelegd. De schroeven, waarmee de blokjes op de platine geschoefd zijn, zijn eveneens met ebonietbusjes geïsoleerd, waardoor zij in geen geleidende verbinding met de platine staan.

Aan de blokjes b en c zijn dunne veeren aangeschroefd, die zooals Fig. 60 te zien geeft, gespleten zijn, waardoor zij innig tegen het koperen blokje a kunnen aandrukken.

De excentriek d zit direct op een as van het loopwerk en moet in zijn ruststand staan zooals Fig. 59 aangeeft, hij mag dus de beide veeren e en f niet aanraken, want daardoor zou, wijl aan den excentriek d de eene pool der batterij verbonden is (hier de kool), een steeds gesloten blijven van de leiding de batterij zeer gauw uitputten.

De zinkpool van de batterij is aan het geïsoleerde blokje a, de kool-



pool direct aan de loopwerkplatine verbonden. Bij deze laatste verbinding is het dikwijls als een fout aangemerkt, dat de stroom op de olie in de tapuitzinkingen een nadeeligen invloed zou kunnen uitoefenen; daartegenover is aan te voeren, dat door de zwaarte van het gewicht de stroom eene goede verbinding heeft door het walsrad met

de platine, en daar de stroom steeds den gemakkelijksten weg volgt, zoo heeft hij den slechteren door de olie niet te volgen.

Van de koperen blokjes b en c gaan de leidingen naar de sympathische uurwerken. Het verwisselen en het gelijktijdig sluiten van den stroom gebeurt nu op de volgende manier:

De excentriek d maakt telkens, wanneer het gaandewerk het loopwerk vrijlaat of uitlicht, nauwkeurig een halve omdraaiing. De excentriek zal dus de veer e van het blokje a aflichten en de stroom gaat dan van den koolpool over den excentriek d door de veer e en blokje b naar de sympathische klokken, van daar gaat hij terug door het blokje c over veer f naar het blokje a en komt zoo aan de zinkpool.

Bij eene volgende omdraaiing licht de excentriek d de veer f af en de stroom wordt nu in tegenovergestelde richting door de electromagneet gezonden, want nu gaat de stroom van den koolpool over den excentriek d naar veer f en blokje c door de sympathische wijzerwerken, en vandaar terug over blokje b, veer e naar het blokje a en vandaar naar de zinkpool der batterij. De aanrakingsvlakken van de veeren en aan den excentriek zijn met platina voorzien, evenzoo die vlakken, waar de veeren aan het blokje a aanliggen.

Deze contactinrichting, die zeer goede diensten bewijst, is tegelijk nog met een inrichting voorzien die voor het goed werken zeer veel bijdraagt. Deze inrichting voorkomt de schadelijke werking van den extrastroom.

De zoogenaamde extrastroom ontstaat bij het openen van een stroomloop; bij het gebruik van krachtige batterijen en dikke geleidingsdraden is hij tamelijk zwak, maar wordt veel versterkt wanneer een electromagneet in de leiding is ingeschakeld. De oorzaak daarvan is, dat het ijzer bij het openen van den stroomloop zijn magnetisme verliest, waardoor de inductiewerking in den stroomloop verhoogd wordt. Deze inductie- of extrastroom werkt nadeelig op de contactplaatsen, hij verbrandt ze, en de verbranding is zoo veel te sterker naar gelang meer uurwerken in de leiding geschakeld zijn, omdat daarmede ook de stroomsterkte toeneemt.

Daarom is deze contactinrichting uitgedacht, waardoor dit verbranden voorkomen wordt. De excentriek d maakt telkens bij het openen en sluiten van den stroom een zeer klein oogenblik kortsluiting met de batterij, want bij het aflichten en zoo ook bij het loslaten der veeren verbindt hij telkens een oogenblik de koolpool der batterij met den zinkpool. Deze verbinding, die zeer kort duurt, oefent dan ook geen nadeeligen invloed op de batterij uit.

Wanneer veel wijzerwerken te drijven zijn, gebruikt men een andere contactinrichting. Hoe grooter het aantal klokken, des te grooter ook het stroomverbruik en daarom schakelt men dan ook gewoonlijk niet

meer dan 20 klokken in eenen stroomloop, en dan is er nog op te letten, dat de verschillende grootte der klokken en het daarmee gepaard gaande grootere stroomverbruik ook mede telt, want het is natuurlijk niet hetzelfde of men 20 groote of 20 kleine wijzerwerken in eenen stroomloop schakelt.

Om nu een grooter aantal klokken door eene hoofdklok in beweging te brengen, worden meerdere leidingen aangelegd, waarin dan de sympathische klokken verdeeld zijn. De contactinrichting is nu zoo gemaakt, dat de stroom achtereenvolgens in de verschillende leidingen gezonden wordt, dat wil zeggen: bij de eerste stroomsluiting worden de klokken in de eerste geleiding, bij de tweede in de tweede leiding enz. voortbewogen, tot alle leidingen hun beurt gehad hebben.

Zulk eene contactinrichting voor meerdere leidingen is in Fig. 61 afgebeeld.

Bohmeijer geeft er in zijn reeds aangehaald werkje de volgende beschrijving van:

A en B zijn twee van elkaar onafhankelijke schijven, die op een gemeenschappelijken as zijn bevestigd, maar zoodanig, dat beiden zorgvuldig van elkaar geïsoleerd zijn. Schijf B is door de bus i, waarop de veer d van de geïsoleerde klemschroef P wrijft, steeds in verbinding met den zinkpool van de batterij, terwijl aan de schijf A de koolpool verbonden is (door de Schroef S die in de loopwerkplatine geschroefd is). Op elke schijf is een vooruitspringend neusje v en w en 2 platineschroeven 1 en 2 aangebracht.

De leiding, waardoor de stroom terug keert, is door de klemschroef R aangegeven; de klemschroef is geïsoleerd en in de figuur door een veer aan de met de koolpool verbonden schijf verbonden. In een halven cirkel zijn drie geïsoleerde blokjes m, n en o aangebracht, die veerende pallen hebben, welke boven de schijven A en B staan.

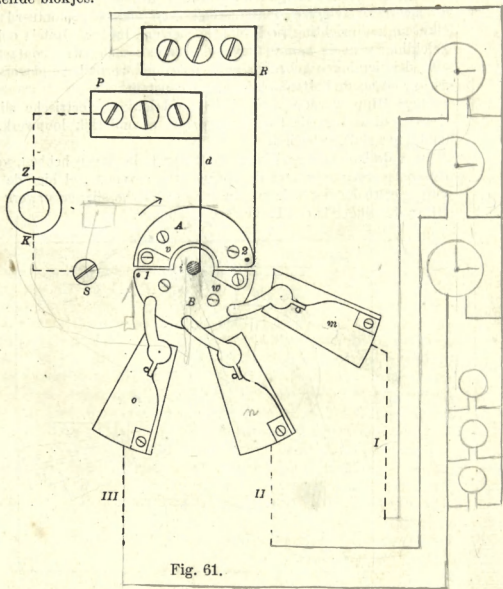
De stroomsluiting en het verwisselen van de stroomrichting heeft nu op de volgende wijze plaats:

Draait de as zich in de richting van het pijltje, dan zal de bij B vooruitstekende neus w de pal van het blokje m aanraken, waardoor de stroomloop gesloten wordt. De stroom circuleert nu van uit den zinkpool over de klemschroef P, de veer d, de bus i, schijf B, over het neusje w naar de pal op het blokje m in de geleiding I en terug door de geleiding R over A naar de koolpool van de batterij.

Dezelfde stroomloop herhaalt zich, wanneer het neusje w de pallen van de blokjes n en o aanraakt, en stuurt dan een stroom in de leiding II en III.

Wanneer de as een halve omdraaiing gemaakt heeft, wordt hij opgehouden en begint na eene minuut, als hij weer uitgelicht wordt, opnieuw een halve omdraaiing te maken: daardoor komt nu de schijf A, die de

koolpool draagt, eerst aan de pallen der blokjes m, n en o, de teruggeleiding ligt nu aan de schijf B, dus aan den zinkpool, de stroomrichting is dus eene omgekeerde van den vorigen keer, doch neemt zijn weg over dezelfde blokjes.



Ook bij dit contact heeft een kortsluiting bij opening van den stroomloop plaats ter vermijding van den schadelijk werkenden extrastroom, en dit wel op de volgende manier: Op het oogenblik, dat de pallen van de neuzen v en w afvallen, raken zij gedurende een kort oogenblik de platinapennen 1 en 2 en verbinden zoo voor een zeer kort oogenblik de beide polen van de batterij direct met elkaar.

Daar alle contacten wrijvende of slijpende zijn, is een goed werken van het geheel verzekerd. Met zoo'n contact, voor zes leidingen ingericht, kunnen tot 120 wijzerwerken gedreven worden.

Men kan echter nog meer klokken drijven, wanneer op dezelfde as meerdere schijven onafhankelijk van elkaar gemonteerd worden; elke contactinrichting heeft dan zijn eigene batterij. Het is ook bij zes geleidingen reeds aan te bevelen wanneer men twee contacten voor elke drie leidingen gebruikt, want daardoor wordt het tijdsverschil niet zoo groot en de batterij blijft langer constant.

Door Hipp worden voor zijne hoofdklokken electrische slingeruurwerken of wel gewichtregulateurs met afzonderlijk loopwerk, dat de contacten sluit, gebezigd.

Daar de loopwerken, die de contacten te bezorgen hebben, veel overeenkomst vertoonen met de vorige beschrevenen, zal hier de beschrijving met teekening volgen van een electrische slingeruurwerk systeem Hipp; de slinger is een halve secondeslinger.

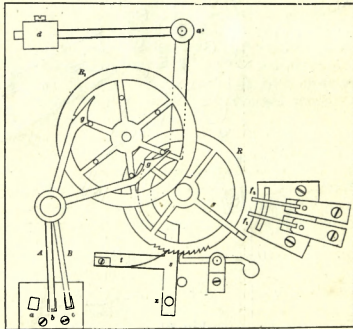


Fig. 62.

Het palrad R, fig. 62, maakt in een minuut een omgang en wordt direct door den slinger gedreven. -- Hoe de slinger in beweging gehouden wordt zal bij den electrischen gang verklaard worden. — De slingerstaaf raakt bij elke dubbele slingering de stift x, die in het onderste gedeelte van een om de as a beweegbaren hefboom S aange-

bracht is. Bij de terugslinging bewerkt deze hefboom door het tegen-gewicht d en door middel van de stalen veer t een voortgaan van het palrad R om eenen tand, zoodat de op het verlengde van de as zittende wijzer telkens eene seconde van de wijzerplaatverdeeling aflegt. Een geïsoleerde arm r , die op het palrad R geschroefd is en waarvan het einde met platina bedekt is, draait met het palrad rond en raakt bij elke omdraaiing, dus in elke minuut, twee dubbele veeren f_1 en f_2 , die van elkaar geïsoleerd zijn, maar wanneer deze arm tusschen deze veeren staat, de stroom sluit en hem in de sympathische wijzerwerken zendt.

Fig. 63 toont de contactinrichting van ter zijde gezien. P is een ebonietplaat, waarop zich de veeren f_1 en f_2 om hunne scharnieren kunnen bewegen; zooals boven reeds gezegd is, zijn deze veeren van elkaar geïsoleerd, en kunnen door de stelschroeven h en h ingesteld worden.

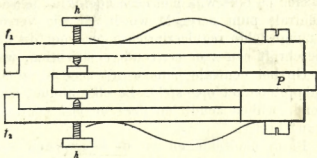


Fig. 63.

De stroomverwisselaar of commutator wordt gevormd door twee veeren A en B , Fig. 62, die van elkaar geïsoleerd zijn en die aan eenen om een as beweegbaren hefboom bevestigd zijn. Deze hefboom heeft aan zijn ander einde een ankervormig deel g . Het aandrijfrad R , waarop dit anker werkt, heeft 6 pennen en maakt in 12 minuten een omdraaiing en verschuift door middel van het bovengenoemd anker de beide contactveeren A en B van de eene minuut tot de andere afwisselend van links naar rechts en omgekeerd. In een van deze posities staan de veeren op de met platina belegde klosjes a en b en zijn er dus mede in contact, (Fig. 64) in den anderen stand raken zij de klosjes b en c (Fig. 62).

In het eerste geval gaat de stroom van de batterij P om de veer A over het klosje a en vandaar door den stroomsluiter naar het sympathische wijzerwerk, om dan door het klosje b en de veer B tot den negatieven pool der batterij P terug te keeren.

In het tweede geval gaat de positieve stroom door de veer A en klosje b (Fig. 62) en de geleidingsdraad naar het wijzerwerk en keert terug door den stroomsluiter, het klosje c en de veer B tot den negatieven batterijpool. Daar nu elke minuut deze verschillende standen zich herhalen, zullen ook de stroomzendingen elke minuut tegenovergesteld zijn, wat noodig is om wisselstroomwijzerwerken te drijven.

Wordt nu nog een veer, zooals f1 Fig. 62 en 63 aangebracht, dan kunnen twee groepen wijzerwerken gedreven worden; de arm r komt dan 2 seconden later in contact met deze veer, en bezorgt voor deze tweede wijzergroep de stroomsluiting.

Zoo kunnen 2, 3, 4, 5 en 6 stroomsluiters aangebracht worden, die dan elk eene groep wijzerwerken bedienen. De terugleiding van den stroom heeft dan langs een gemeenschappelijke leiding plaats

Is bijv. de aanleg zeer uitgebreid, zooals in steden het geval kan zijn, dan worden de leidingen van het hoofdpunt uitgaande te omvangrijk, en het is in dit geval raadzamer de stad in verschillende wijken te verdeelen en elke wijk met eene hoofdklok te voorzien, die dan van uit het centrale punt geregeld wordt. Er zijn verschillende meer of minder saamgestelde reguleerinrichtingen voor dit doel uitgedacht. Bohmeyer beschrijft een zeer eenvoudige inrichting, waarvan hier de verklaring:

Op het centrale punt wordt eene accuraat gaande hoofdklok met minuutcontact opgesteld, die elke minuut een stroom naar de verschillende wijken zendt, en daar de met contact voorziene loopwerken in gang brengt.

Bij de omdraaiingen van de loopwerken zenden deze een stroom door de aangesloten sympathische wijzerwerken.

Door deze eenvoudige methode is het mogelijk een zeer groot aantal wijzerwerken, daar ieder loopwerk 100-120 stuks in gang kan brengen, te drijven. De loopwerken worden dan ook door wisselstroom in beweging gebracht.

Om bij een zeer uitgebreid net van uurwerken de zekere werking te bevorderen, worden de loopwerken nog met een wijzerplaat voorzien om het controleeren gemakkelijker te maken. Om mogelijke storingen te voorkomen, die kunnen ontstaan door niet opwinden der loopwerken of een breuk in de leiding, kan voor elke wijk nog een hoofdklok aangebracht worden. Deze hoofdklok wordt in verbinding gebracht met een automatische omwisseltoestel, dat het drijven der betreffende wijk. in het geval dat het loopwerk ook slechts om eene minuut tegen de centrale hoofdklok zou achterblijven, overneemt.

Blijft het loopwerk ook slechts eene minuut achter bij de hoofdklok, dan wordt automatisch een stroom gesloten, waardoor in het omwisseltoestel een anker aangetrokken wordt, dat een hefboom laat vallen, die de gezamentlijke contactveeren van het verbonden loopwerk op de corresponderende contactveeren van de reserve hoofdklok schuift, die dan verder voor de wijzerwerken den stroomloop sluit.

Is de fout verholpen, dan is het slechts noodig de hefboom in zijn vroegeren stand terug te brengen, waardoor de contactveeren weer met het loopwerk verbonden zijn, en het toestel bij een volgende storing weer dezelfde dienst kan doen.

Bij geleidingen buitenshuis worden in de leidingen toestellen aangebracht, waardoor de schadelijke werking van het inslaan van den bliksem op de dunne draadwindingen van de electromagneetspoelen wordt voorkomen.

Zij bestaan uit twee dicht over elkaar geplaatste platen, waarvan de eene met de geleiding en de andere met de aarde verbonden wordt. (Fig. 65).

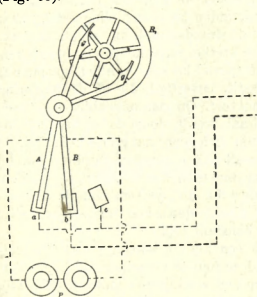


Fig. 64.

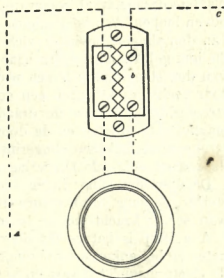


Fig. 65.

De atmosferische electriciteit neemt altijd den kortsten weg om zich te ontladen, en springt liever over kleine opne ruimen, die geen geleiders zijn, dan den zooveel langeren weg door de electromagneetspoelen te nemen. Een klein gedeelte van de atmosferische electriciteit gaat gewoonlijk toch door de spoeltjes, maar is meestentijds er niet gevaarlijk meer voor.

Fig. 65 toont de verbinding van zulk een bliksemafleider met een sympathische klok.

Hij bestaat uit twee getande platen a en b, waarvan de tandspitsen dicht tegenover elkaar staan. De buitengeleiding c is aan de bovenste schroef van de plaat b verbonden, van de onderste schroef gaat de draad naar de klemschroef rechts van het wijzerwerk.

De terugleiding gaat van de klemschroef links van het wijzerwerk naar de plaats a en van daar naar de met A aangegeven grondleiding (water- of gasbuizen). Wordt nu de buitenleiding door den bliksem getroffen, dan gaat hij door C en springt tusschen de tandspitsen over om langs A in de grondleiding zich te ontladen.

ELECTRISCHE SLINGERUURWERKEN.

De Electriche Pendule van Hipp.

Bain schijnt het eerst op het idee gekomen te zijn uurwerken te construeeren, die door electromagnetische kracht in gang gehouden werden.

Bij zijn uurwerk heeft de slinger onder de lens een horizontaal geplaatste draadspiraal, waarvan de uiteinden langs den slingerstang naar boven loopen. Aan beide zijden van de draadspiraal, dus rechts en links van den slinger, bevinden zich twee sterke permanente staalmagneten, die hun gelijknamige polen naar den spiraal keeren. Aan het bovineinde van den slingerstang is een platinastift bevestigd, die bij de slingering naar rechts raakt tegen een contactveer. Op dat oogenblik heeft een stroomsluiting plaats, de draadspiraal wordt door de rechts gelegen magneet afgestooten en de door links gelegene aangetrokken. Bij de teruggaande linksche slingering wordt het contact verbroken, om bij de daarop volgende slingering naar rechts weder gesloten te worden.

De duur der slingeringen verandert bij dit systeem met de stroomsterkte, de gang van het uurwerk is slechts dan eenigermate regelmatig, wanneer de kracht van de batterij constant blijft.

Aan Hipp is het gelukt door op een andere manier de electromagneten en het anker aan te brengen, deze fout te verhelpen. Bij Hipp staat de electromagneet b vast en kan op een weekijzeren anker a (Fig. 65), dat onder aan den slinger bevestigd is, en zoo dicht mogelijk zich over de polen van den electromagneet b beweegt, aantrekking uitoefenen. De inrichting, waardoor de stroom gesloten wordt en die Hipp elektrischen gang genoemd heeft, bestaat uit een stalen veer c d, die ongeveer in het midden van de slingerlengte horizontaal is aangebracht. Het eene einde van deze veer is door een klemschroef aan den pilaar c geschroefd, terwijl het andere einde in de insnijding van eenzelfde pilaar c1 rust en gewoonlijk op de punt van een geïsoleerde schroef ligt. Tegen eene andere schroef, die boven in den pilaar c1 is aangebracht en waarvan de punt met platina bedekt is, kan het ook met platina bedekte einde van de stalen veer c d, wanneer zij opgelicht wordt, aanraken. Ongeveer in het midden der veer c d is een stalen stukje e aangehangen, het zoogenaamde paletje, dat van onderen mesvormig is en zeer gemakkelijk om zijn ophangpunt of as kan bewegen. Het ophangpunt van dit paletje ligt niet precies in de vertikale lijn van de slingerophanging, maar wel in het slingeringsvlak van den slinger, waarvoor dan ook de slingerstaaf ter hoogte van den elektrischen gang naar achteren is uitgebogen, zooals dit door fig. 66 wordt aangetoond.

Aan den slinger zelf is een stuk f van gehard staal of achaaatsteen aangebracht, de zoogenaamde tegenpalette, waarin een of twee kleine

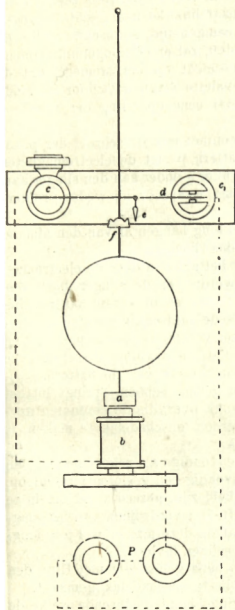


Fig. 65.

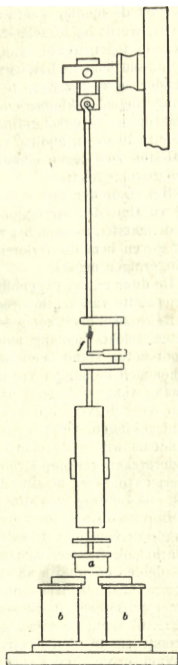


Fig. 66.

parallel met het palettemes gemaakte insnijdingen zijn. De batterij P is door leidingsdraden met den electromagneet b en de pilaren c en c1 verbonden, zooals Fig. 65 het te zien geeft.

Het geheel werkt nu op de volgende wijze: Wanneer de slinger zoo

ver uit de loodlijn gebracht is, dat de tegenpalette f de palette e passeert, wordt hij losgelaten; de palette e zal nu bij elke slinging even door de tegenpalette f aangeraakt worden. Wijl de palette e zeer gemakkelijk om haar as beweegt, wordt zij naar links of naar rechts bewogen zonder de veer c d op te heffen. Na eenigen tijd, gedurende welke de slingeren al kleiner en kleiner worden, zal er een oogenblik komen, waarop de terugslinging precies geschiedt op het moment, dat de palette in de insnijding van de tegenpalette staat, waardoor de beide paletten zich tegen elkaar opzetten, dat eene opheffing der veer c d ten gevolge heeft.

Het einde der veer c d maakt dan contact met de schroef der pilaar c1 en sluit den stroomloop van de batterij p met de electromagneten b, de laatsten trekken het weekijzeren anker a onder aan den slinger aan, en geven hem de verloren kracht terug, waardoor hij weder grootere slingeren maakt.

De duur en het oogenblik der aantrekking hangen af van den afstand der palette van den loodrechten stand des slingers.

Het geheel moet zoo gesteld zijn, dat het anker a door de electromagneten slechts zoolang aangetrokken wordt, tot de slinger bijna den loodrechten stand heeft aangenomen. Direct na de eerste aantrekking schommelt de slinger vrij uit, en de tweede aantrekking heeft dan weer plaats, wanneer de tegenpalette niet meer voorbij de palette passeert, en dan weer de veer c d opheft enz. De tijd, die verloopt tusschen twee aantrekkingen, verandert naar gelang de kracht van de batterij.

Zooals wij bij de contactinrichtingen gezien hebben, springt bij het onderbreken van den stroomloop een vonk over, die de contacten oxydeert en onzeker maakt; dezen extra-stroom onschadelijk te maken, is dan ook bij deze inrichting noodzakelijk.

Hipp deed dit op de volgende even eenvoudige als zekere manier. Hij zorgde er voor, dat de extrastroom eenvoudig een gesloten stroomloop, waarin ook de electromagneten geschakeld zijn, gereed vond om in te circuleeren en waarin hij zich zelf opheft. Het verdwijnen van het magnetisme in de electromagneetkernen gaat op deze manier wel iets langzamer, maar heeft in dit geval geen nadeeligen invloed.

Fig. 67 toont de wijze, waarop Brunn bijna gelijktijdig met Hipp den extrastroom bij den electrischen gang heeft onschadelijk gemaakt.

Wanneer de slinger zijne terugslinging begint, gedurende welke de palette in de insnijding van de tegenpalette staat, dan wordt de veer c omhoog geheven, waardoor haar linker einde de veer c1 omhoog heft; zoo gauw nu de onderste veer de bovenste aanraakt, is de stroomloop van de batterij P gesloten en circuleert de stroom door de spoelen van den electromagneet E. Wanneer de slinger zijne verdere schommeling volbrengt en daardoor de veer c weer zakt, komt de veer c1,

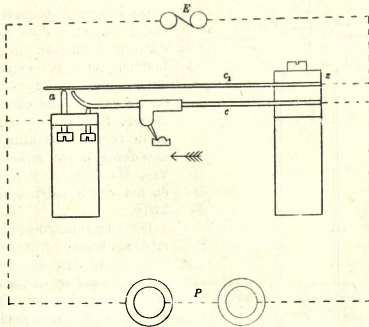


Fig. 67.

die nog steeds in aanraking is met de veer c, op a te liggen, waardoor de spoelen van E zich in eenen gesloten stroomloop E z c1 a E bevinden, en waarin de extrastroom opgelost wordt; kort daarop houdt de aanraking der veeren c en c1 op en de stroom is onderbroken. De inductievonk wordt op deze wijze bijna volkomen onderdrukt.

Hipp heeft dezen electrischen gang toegepast op halve en heele secondeslingers, de slinger werkt dan op een palrad, dat door passende overbrenging de stroom verwisselt en de contacten bezorgt, op de wijze zooals in Fig. 62 is aangegeven.

Hipp's electrische secondeslingers met electrochronometrische secondetellers, die door hem voor observatoriums geconstrueerd worden, zijn op dit gebied wel de besten die bestaan, getuige de middelbare dagelijksche afwijkingen die 0.3 sec. niet te boven gaan.

Favarger beschrijft in zijn boek „Die Electricitat und ihre Verwerthung zur Zeitmessung” dezen slinger als volgt:

De voornaamste deelen van dezen slinger zijn (Fig. 68):

1. de eigenlijke slinger A met zijn veerophanging en zijn met kwik gevulden cylinder.
2. De electromagneet B, die de slingerbeweging te onderhouden heeft.
3. De electrische gang C.
4. De contactinrichting D, die bij elke slingering afwisselend tegenovergestelde stroomen in de electro-chronometrische secondetellers zendt.

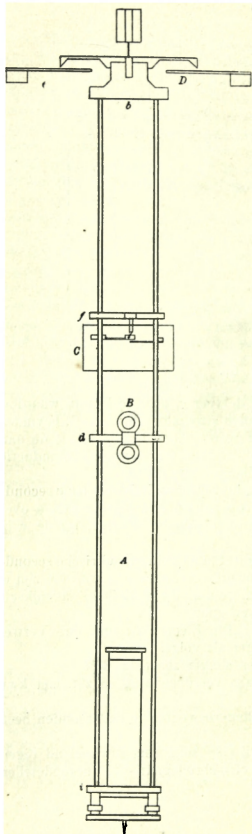


Fig. 68.

De slinger A bestaat uit twee stalen staven, die door vier dwarsstukken van messing verbonden zijn. Het eerste dwarsstuk b omvat het onderste gedeelte van de veerophanging, het tweede f draagt de tegenpalette en de reguleerinrichting daarvan, het derde d het anker van den vast staanden electromagneet B en het vierde i den cylinder met kwik.

De electromagneet B is niet meer als bij de vorige beschreven klok onder aan den slinger bevestigd, maar op de halve hoogte ervan achter hem, zoodat het anker tusschen de poolschoenen van den electromagneet slingert.

De electrische gang bevindt zich boven de electromagneten, in principe is hij gelijk aan den hiervoor beschrevene, zijne inrichting is echter een weinig veranderd om de mechanische wrijving tot een minimum te beperken.

Het eigenlijke contact, dat den stroomloop der batterij met de electromagneten B te sluiten heeft, is bij k fig. 69 te zien, het komt in werking wanneer de, de palette dragenden, hefboom e door het opzetten der palette en tegenpalette even op zijn mesvormig steunpunt m draait. Een tweede hefboom n kan ook op zijn mesvormig steunpunt o draaien, p en q zijn stelschroeven, waarop de hefboomen e en n rusten.

De as van de palette s, die driehoekig is uitgefraisd, beweegt zich vrij op een mes, dat door

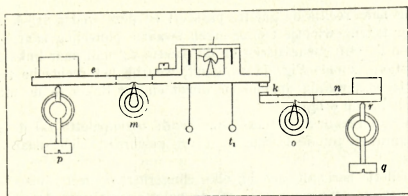


Fig. 69.

den hefboom *e* gedragen wordt, de palette zelf is naar boven gericht. (Fig. 69, 70, 71.) Links en rechts zijn in de as van de palette stiften ingezet, die onder een bepaalden hoek tot elkaar staan.

Naar gelang nu de palette naar links of rechts gericht is, heft de eene of de andere van deze stiften een der kleine tegengewichtjes *t* of *t1* op, het tegengewichtje, hetwelk niet opgeheven is, ligt in een daarvoor aangebrachte uitwijling van den hefboom *e*.

Nemen wij nu aan, dat de palette *s* naar rechts gericht is (Fig. 69) het tegengewicht ligt dan in de voor dat doel gemaakte uitwijling, terwijl het linker gewichtje door de linker stift een weinig wordt opgeheven. De tegenpalette *g*, die met den slinger naar rechts slingert, raakt even de punt van de palette, waardoor zij gedwongen wordt nog meer naar rechts te gaan en daardoor het linker tegengewicht *t* nog iets opheft. Op het oogenblik echter, dat de tegenpalette *g* bij het voortzetten harer

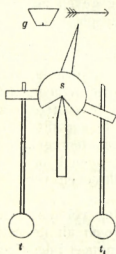


Fig. 70.

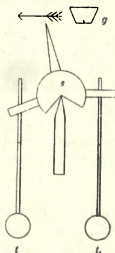
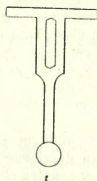


Fig. 71.

slingering naar rechts de palette passeert en deze weder vrij komt, zal het linker tegengewichtje t door eigen zwaarte plotseling naar beneden zakken en de stift medevoeren en de palette zal dan naar links gericht zijn en staan, zooals Fig. 71 aangeeft, waarbij het rechtsche tegengewichtje t1, een weinig opgeheven wordt en het linker in de uitwijling van den hefboom e ligt.

De nu van rechts naar links slingerende tegenpalette zal de palette weder aanraken tot de laatste weer vrij geworden zich naar rechts richt enz.

Dit spelletje herhaalt zich bij elke slinging, en wel zoolang als de slingeren groot genoeg zijn om de palette, nog voor dat de tegenpalette terugkeert, te laten afvallen. Op het oogenblik echter, dat de slingerboog maar zoo groot meer is dat de palette in de insnijding van de tegenpalette blijft staan, dan zal, bij de terugslinging, de hefboom e gedwongen worden even om zijn as te draaien; het gevolg daarvan is, dat het contact k gesloten wordt en de batterijstroom door den electromagneet B gaat, die dan het anker aantrekt en zoo den slinger eene nieuwe aandrijving geeft.

De plaats der palette en tegenpalette is zoo gekozen, dat het contact k slechts gedurende dat deel der slinging gesloten blijft, waarin het anker den electromagneet nadert.

Het hulpcontact, dat ten doel heeft de vonken van extrastroom te onderdrukken, is bij r aangebracht en werkt op dezelfde wijze als het vorige beschrevene.

De contactinrichting D, bestemd voor het voortbewegen van de wijzerwerken, is rechts en links van de veerophanging des slingers aangebracht. Door Fig. 72 wordt eene voorstelling van den stroomloop gegeven, ook daarbij heeft Hipp op de vroeger aangegeven manier het ontstaan van vonken en het oxydeeren der aanrakingsplaatsen op schitterende wijze vermeden.

Twee contactstukken a en b zijn haaks op het onderste deel van de veerophanging aangebracht en kunnen afwisselend met drie hefboomen c en d in contact komen. Links en rechts zijn zoo drie hefboomen aangebracht, in de teekening is aan elken kant slechts de voorste te zien, drie stuks zijn aangebracht om een zeker contact te verkrijgen. Deze hefboomen kunnen op de messen e en f gemakkelijk bewegen, hunne uiteinden rusten, wanneer zij niet door de stukken a en b opgeheven worden, op de contactveeren g en h, die door schroeven verstelbaar zijn.

Wanneer nu de slinger naar rechts zijne slinging volbrengt en de drie hefboomen links opheft, dan doorloopt de stroom uit de batterij in de volgende richting: m, +, a, c, e, j, den electromagneet i des electrochronometrischen secondetellers, k, f, d, h, —, m.

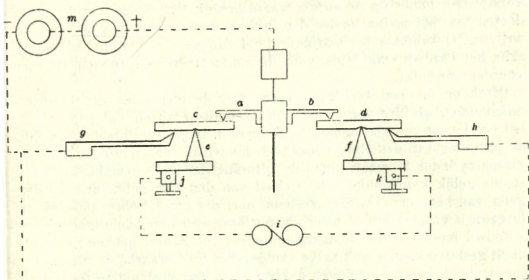


Fig. 72.

Is de slinger naar links gericht dan is de stroomloop: m, +, b, d, f, k, electromagneet i, j, e, c, g — m.

Zooals men ziet, doorloopt de stroom den electromagneet i in het tweede geval in tegenovergestelde richting als in het eerste. Dit is noodig, wijl de electrochronometrische secondenteller een gepolariseerd anker en dus wisselstroom noodig heeft.

Enkele opmerkingen, voornamelijk ontleend aan een lezing van Dr. Hirsch, mogen deze beschrijving aanvullen.

Een groot voordeel van het electrische uurwerk van Hipp bestaat daarin, dat het gebruik van olie vermeden is. De groote bron van fouten, die het gebruik van olie in een uurwerk met zich brengt, is genoegzaam bekend om haar hier onaangeroerd te kunnen laten. Zooals uit de beschrijving en de figuren blijkt, hebben de draaibare hefboomen geen tappen, maar zijn zij op messen geplaatst, de wrijving heeft daarbij plaats tusschen fijne steenen en een zeer hard en chemisch bijna onaanastbaar metaal, een legering van platina en iridium. Oorspronkelijk gebruikte Hipp voor de paletten staal en goud, maar de scherpe kant der palette, die iedere seconde onder de contre-palette wegglijdt en nu en dan daarin opzet, vertoonde bij sommige exemplaren sporen van slijting. Sedert op aanraden van Dr. Hirsch een platina-iridium legering gebruikt wordt, waarin de hoeveelheid iridium ongeveer 10 à 40 % bedraagt, is men er in geslaagd de contactplaatsen intact te houden. Ook de overige mesophangingen zijn door Hipp meer en meer in dit metaal uitgevoerd. Oorspronkelijk gebruikte hij staal daarvoor; niet-tegenstaande dat de messen geen olie kregen, zette zich toch een klein

korstje stof onder op de snede, waarschijnlijk tengevolge van het oxydeeren van het metaal onder den invloed van de vochtige lucht en de wrijving. Ook hier is het platina-iridium van meer waarde gebleken dan zelfs het hardste staal. Ook voor de contactveeren heeft men het met voordeel gebruikt.

Ofschoon in geen verband staande met de toepassing der electriciteit, moeten we hier nog op een ander voordeel wijzen, dat Hipp almee het eerst voor zijn astronomische slingers in toepassing bracht, namelijk de plaatsing van den slinger met toebehooren in een luchtdicht gesloten glazen cylinder 1), waarin men de spanning der lucht gemakkelijk bijna steeds gelijk kan houden. De invloed van den barometerstand op den gang van het uurwerk, die, ofschoon niet zoo groot, echter moeilijk na te gaan is en dus min of meer als een bron van onregelmatigheden beschouwd moet worden, is daarmee opgeheven. Sedert hebben de luchtdicht gesloten kasten, ook zulke van gegoten ijzer, waarbij de glazen met caoutchouk in de sponningen geklemd zijn, een veelvuldige toepassing gevonden niet alleen bij electriche maar ook bij mechanische slingeruurwerken.

De Electriche Pendule van Bohmeyer.

Een electriche pendule van lateren datum is de door Bohmeyer geconstrueerde; hij volgde daarbij eene nog niet toegepaste methode, waardoor zij zich voor nauwkeurige tijdmeting bijzonder leent.

De slinger is een geheel vrij slingerende, die bij elke slingering door eenige contacthefboompjes een stroomloop sluit (telkens van tegenovergestelde richting), waardoor hij zijne aandrijving ontvangt en daarbij tegelijk het anker van een secondenteller beweegt, dat door deze beweging den stroom direct weer onderbreekt. De slinger heeft dus niets te doen dan de stroomloop te sluiten, terwijl de secondenteller direct na de stroomsluiting den stroomloop weer verbreekt.

Hieruit blijkt duidelijk, dat de voor de aandrijving van den slinger noodig zijnde stroomsluiting zeer kort is, haar duur bedraagt dan ook slechts 1/30 seconde. Daar de slingercontacten slechts den stroom sluiten, kan aan deze contacten de vonk, die bij het openen van een stroomloop ontstaat, geen nadeelige werking uitoefenen.

1) Bij een eerste proefneming met een dergelijke kast, bestaande uit een glazen cylinder, die aan de uiteinden door twee platen messing gesloten was, kwam op duidelijke wijze de groote poreusheid van gegoten messing aan den dag. Langer dan een jaar had Hipp er tevergeefs naar gezocht hoe het kwam dat zijn kast maar niet luchtdicht was. Nadat hij op alle mogelijke plaatsen naar een fout gezocht had, kwam hij tenslotte tot de overtuiging dat de lucht een weg vond door de sluitplaten, die van de beste kwaliteit gegoten messing vervaardigd en 12 m.M. dik waren. Het bleek ook werkelijk zoo te zijn, nadat het gegoten messing door platen van gewalst messing vervangen waren, sloot de kast luchtdicht.

De electromagnetische aandrijving heeft juist plaats bij de slingerophanging, en geheel zonder schok of stoot, en wel op het oogenblik, dat de slinger door de loodlijn gaat; zoodoende is bij dezen slinger de gunstigste plaats van aandrijving bereikt, iets dat bij mechanische slingers onmogelijk is.

Door deze electrische slingeraandrijving kan men zeer zware slingers toepassen, waarmee zooals bekend is, eene betere regeling te verkrijgen is dan met lichtere.

Het geheele slingertoestel kan (zonder secondeteller) in een luchtdicht afgesloten kast gemonteerd worden, terwijl men den secondeteller plaats kan waar men wil.

Het schoonmaken der slingercontacten is nooit noodig, wijl geen vonk overspringt, de luchtdicht gesloten kast behoeft dus ook nooit geopend te worden.

Storende invloeden, ontstaan door de raderwerkoverbrenging of door olie, kunnen bij dezen slinger dus niet voorkomen.

De electrische slinger met secondeteller verbruikt een stroomsterkte van 7 tot 8 milliampère, waardoor bij de uiterst korte stroomsluiting kool-zink elementen toegepast kunnen worden; practische proeven hebben zulks bewezen.

De volgende beschrijving zal aantoonen, dat zelfs veranderingen in de stroomsterkte geen invloed op den gang uitoefenen, en ook dat de openingsvonk aan den secondeteller op nieuwe manier onschadelijk gemaakt wordt.

De fig. 73—74 zijn een schets van den electrischen slinger en daarbij behorende secondeteller.

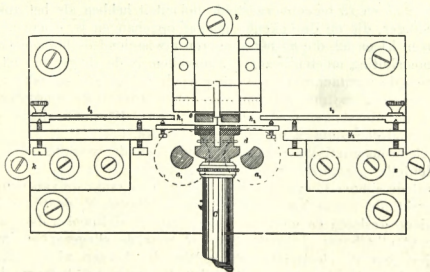


Fig. 73.

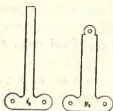


Fig. 74A. Fig. 74B.



Fig. 74C.

Onderdeelen van
Fig. 73.

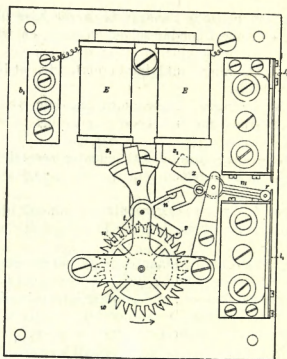


Fig. 74.

De electromagneetkernen (fig. 73) a1 en a2 en het aan den slinger bevestigde ijzeren anker d zijn gemeenschappelijk door een permanenten magneet e zoo gepolariseerd, dat de electromagneetkernen tegenovergestelde polariteit hebben als het anker d. De electromagneet in Fig. 74 is ook door een permanenten magneet zoo gepolariseerd, dat de pool-schoenen z1 en z2 tegenovergestelde polariteit hebben als het anker g.

De slinger, die op de bekende manier opgehangen is, draagt 2 contactarmen h1 en h2, die bij het slingeren afwisselend de hefboomen, die de stroomsluiting moeten bezorgen, aanraken. Is de slinger in rust, dan mag geen der contactarmen bovengenoemde hefboomen aanraken; deze laatsten rusten op fijne platinamessen en worden door schroeven zoo gesteld, dat de slinger reeds bij minder dan 1/10 graad slingerwijdte door middel der contactarmen den stroom sluit.

De electromagnetische slingeraandrijving en de werking van den secondenteller geschiedt nu op volgende wijze:

Wordt de slinger C naar rechts bewogen, dan raakt de aan den slinger bevestigde contactarm h2 den contacthefboom i2, daardoor is de stroomloop gesloten en gaat de stroom van de zinkpool z der batterij over contacthefboom i2, contactarm h2 naar de slingerophanging en van hier door de electromagneetspoeltjes der kernen a1 en a2, dan naar en door de electromagneetspoelen EE over het hefboompje m, contactrolletje r en veer l1 naar den koolpool k der batterij.

Door deze stroomsluiting oefent de ijzeren kern a_2 een aantrekkende en de kern a_1 een afstotende werking op het gepolariseerde anker d uit.

Hetzelfde gebeurt bij de electromagneten van den secondenteller. Het gepolariseerde anker beweegt zich naar rechts, wijl het door poolschoen z_2 aangetrokken en door poolschoen z_1 afgestooten wordt, en verzet door het hefboompje n de stroomverwisselaar m van veer l_1 op veer l_2 . Daardoor is de stroomloop onderbroken en tegelijk ook omgekeerd; zoodat, wanneer de slinger nu links uit slingert, de contactarm h_1 met

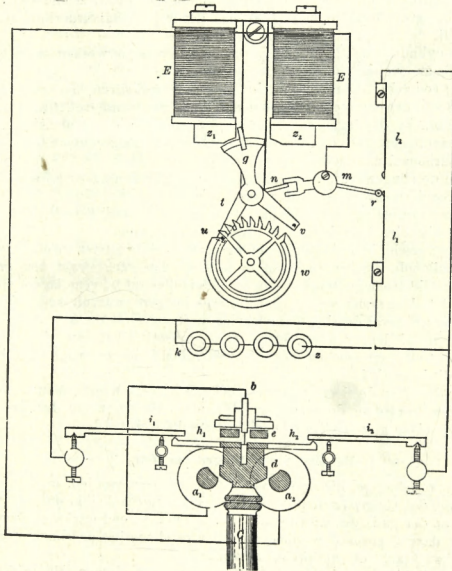


Fig. 75.

contacthefboom i1 eene nieuwe stroomsluiting bewerkt, echter van tegenovergestelde richting. Het gepolariseerde anker d wordt dan door kern a1 aangetrokken en door a2 afgestooten, en het anker g van den secondenteller komt weer in zijn eersten stand terug. De stroomverwisselaar m wordt door het anker g eerst dan in werking gebracht, wanneer het anker ongeveer de helft van zijn te doorloopen weg heeft afgelegd.

Door de beweging van het gepolariseerde anker g wordt ook het verzetten van het seconderad w bewerkt. Dit gebeurt door een op de ankeras bevestigd anker t, dat door de cylindrische stiften u en v bij elke ankerbeweging op de schuine tanden van het rad w afwisselend werkt en zoo het seconderad telkens $1/60$ deel der wijzerplaatverdeling voort-schuift.

De cylindrische stiften u en v zijn bij fijnere wijzerwerken om tappen draaibaar, evenzoo het contactrolletje r.

Om een zeker doorgaan van den stroom te verkrijgen, zijn zoowel aan de as van den stroomverwisselaar m als aan het contactrolletje r veeren aangebracht, die tegen de uitstekende tappen van de as of het rolletje vast aanliggen. De veeren l1 en l2 zijn, om een innig contact te verkrijgen, driemaal naast elkaar aangebracht.

Om de slingerwijdte te regelen, kunnen de kernen a1 en a2 nog door een reguleerschroef versteld worden.

Ter voorkoming van mogelijke storingen, de batterij betreffend, is het aan te bevelen twee batterijen parallel te verbinden.

Een verschil in de batterijspanning heeft bij deze uiterst weinig stroom verbruikende constructie geen invloed op den gang, want het anker van de electromagneten van den secondenteller zal bij eene lagere spanning iets langzamer werken dan bij eene hoogere, waaruit volgt, dat in het eerste geval de slingeraandrijving wel wat zwakker is, maar daarentegen ook langer duurt. In het tweede geval is het natuurlijk omgekeerd. Genomen proeven met zeer verschillende batterijspanningen hebben dit bevestigd.

De draad op de electromagneetspoelen is op eene nieuwe manier opgewonden, waardoor de openingsvonk aan het rolletje r van den stroomverwisselaar m geheel onschadelijk gemaakt wordt.

De electrische slinger van Fery.

Om bij slingers, die door electriciteit gedreven worden, de regelmatigheid der slingeringen te verkrijgen, is het noodzakelijk, dat het contact op den gang des slingers niet in het minst storend werkt, en tegelijk moet daarbij gezorgd worden, dat bij elke slingering de slinger steeds dezelfde kracht of aandrijving ontvangt.

De uitvinding van Féry voldoet nu aan deze eischen. Hij heeft dit vraagstuk opgelost door gebruik te maken van het toestel van Breguet

(„le coup de poing de Breguet” genaamd), dat dient om op een afstand patronen te ontsteken en dat dan ook veel gebruikt wordt om mijnen te laten springen.

Het toestel van Breguet bestaat uit een magneet NS (Fig. 76), op wiens poler. twee spoeltjes BB met geïsoleerden koperdraad omwonden, gestoken zijn. Een anker van week ijzer dat in O zijn draaipunt heeft, wordt door den magneet aangetrokken en bevindt zich in gewonen toestand tegen de polen van den magneet. Wanneer men nu door eene plotselinge beweging, een vuistslag bijv. op den knop D, het week ijzeren anker plotseling van den magneet verwijderd, dan ontstaat een inductiestroom in de draadwindingen van de spoeltjes.

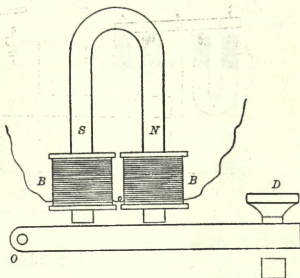


Fig. 76.

Is de schok zeer hevig, dan ontstaat een zeer sterke inductiestroom van slechts korten duur; omgekeerd geeft een langzamere beweging van het ijzeren anker een minder sterken stroom, die daarentegen langer duurt.

Naar dit principe nu is de slinger door Féry gemaakt. In het werk van Decressain en het Journal der Uhrmacherkunst komt van dezen electrischen slinger eene beschrijving voor, waarvan ik hier eene zeer vrije vertaling laat volgen.

De slinger a, die zijn slingerpunt in b heeft, draagt een magneet c, waarvan de eene pool door het midden van een holle met geïsoleerde koperdraad omwonden vaststaande spoel d gaat.

In de Fig. 76a en 76b zit in den slingerarm e eene stelschroef f. Aan haar punt is een contact h door een dunnen en zeer buigzamen draad g bevestigd. Wanneer nu het contact h het contact n opheft, zal h niet langs het contact n glijden, daar de naar alle kanten doorbuigenden draad g zich buigt, zoodat h op zijn aangrijpingspunt blijft en elke wrijving dus buitengesloten is.

In de Fig. 77 en 78 bestaat het contact n uit een veerenden, zeer dunnen leidsingsdraad, die ringvormig gebogen is en die door de drukking van het aan den slinger bevestigde contact h1, van rond ovaal

wordt, waardoor ook het contact h1, op zijn aangrijpingspunt blijft en de wrijving vermeden wordt. 1).

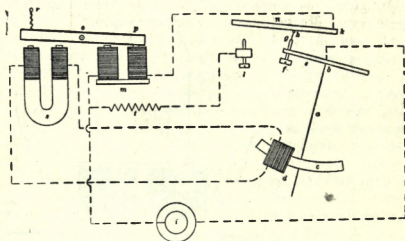


Fig. 76a.

De schroef f en het contactstuk l moeten zoo gesteld zijn, dat het sluiten en onderbreken van den stroomloop telkens op het oogenblik geschiedt, dat de slinger a de loodlijn passeert. De op deze wijze periodiek onderbroken stroom gaat door een electromagneet m, die plotseling het om o draaibare anker p aantrekt (dat eerst door de polen van den magneet aangetrokken was) en zoo in de op den magneet gestoken spoeltjes een inductiestroom opwekt. In dezen inductiestroomloop is het holle spoeltje d ingeschakeld, dat de magneet c van den slinger zijne aandrijving bezorgt.

Door den niet induceerende weerstand t wordt de vonk onderdrukt, die ontstaat, wanneer het aan den slinger bevestigde contact h de om k draaibare contactveer n verlaat.

Zooals nu het geheel is samengesteld, verwekt het anker p door zijne

1) Behalve dat deze veer door hare groote beweeglijkheid bijna geen wrijving veroorzaakt op de contactplaats, bezit ze nog een andere nuttige eigenschap, namelijk dat ze gelegenheid geeft om fouten in het isochronisme gedeeltelijk te corrigeren. Dit feit is trouwens reeds lang bekend en werd reeds meermalen door enkele horlogemakers in toepassing gebracht. De volgende door Féry met een halve-seconde-slinger verkregen resultaten doop duidelijk zien, dat het aanbrengen van deze veer een kwestie van langdurige studie en proefneming is.

Amplitude in in millimeters	Gang van den vrijen slinger	Gang van den slinger met veer	Hetzelfde met anders geadjusteerde veer.
14	+ 11.5	+ 9.0	+ 9.0
16	+ 6.0	- 4.0	+ 2.0
18	0.0	0.0	0.0
20	- 6.5	- 2.0	+ 1.0
22	- 14.0	- 4.0	+ 6.0

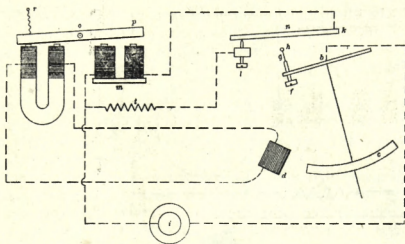


Fig. 76b.

bewegingen de inductiestroomen; hetzelfde zou gebeuren, wanneer het anker p vaststaande en de magneet s bewogen kon worden of ook wanneer de spoeltjes beweegbaar waren d. w. z. over de polen van den magneet glijden konden.

De elektrische slinger werkt nu op de volgende manier:

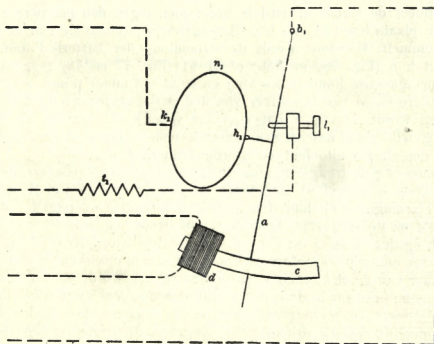


Fig. 77.

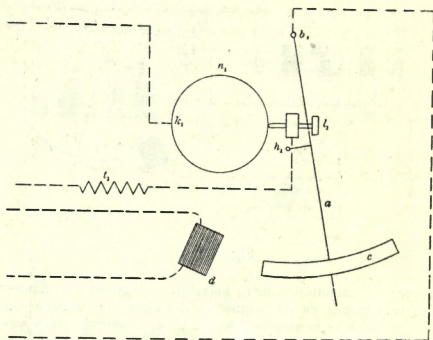


Fig. 78.

Wanneer de slinger in rust is, stoot men tegen den magneet c (die hier de plaats inneemt van het slingergewicht), zoodat de slinger links uitschommelt. Hierdoor wordt de stroomloop der batterij i door het contact h n (Fig. 76a en 76b) of h1 n1 (Fig. 77 en 78) gesloten, de electromagneet m komt in werking en trekt het anker p aan, waardoor het andere einde van het anker van den vaststaanden magneet s afgetrokken wordt. Daardoor ontvangt het spoeltje d, waarvan de draad zoo opgewikkeld is dat het eene aantrekkende werking op den magneet c van den slinger uitoefent, een korten inductiestroom.

Wanneer bij de terugslingering de slinger de loodlijn passeert, legt de contactveer n of wel n1 zich tegen de stelschroef l of wel l1, zoodat de electromagneet m door den niet induceerenden weerstand t uitgeschakeld en de schadelijk werkende extrastroom onderdrukt wordt.

Is m op deze manier uit den stroomloop der batterij geschakeld, dan wordt het anker p weer door den magneet s aangetrokken, en wanneer het anker van de electromagneten m afgetrokken wordt (door den magneet s), dan ontstaat in de spoeltjes van den magneet s een plotselinge inductiestroom, tegenovergesteld aan den eerst opgewekte. Bij het doorgaan door het spoeltje d oefent deze tweede inductiestroom een afstootende werking op den magneet c van den slinger uit. De magneet c, en zoodoende ook de slinger a, ontvangt zoowel links als rechts uit

slingerend eene aandrijving; deze beide aandrijvingen, die elk in de gevorderde richting werken, zijn even sterk, daar de hoeveelheid van de geïnduceerde electriciteit in beide gevallen hetzelfde is.

Uit het bovenstaande blijkt, dat hier twee verschillende stroomloopen zijn.

De eene stroomloop, waarin de elementen zijn geschakeld, wordt bij elke slinging onderbroken, terwijl de tweede stroomloop sd steeds gesloten blijft en afwisselend door inductiestroom van tegengestelde richting doorloopen wordt.

Men kan in den eersten of tweeden van deze stroomloopen of ook in beiden, opnemers inschakelen. Gebruikt men den stroomloop sd, dan moeten de opnemers natuurlijk gepolariseerde electromagneten hebben, want hij wordt doorloopen door inductiestroom van telkens omgekeerde richting.

Wat de gangresultaten betreft, deze hebben zich bij voortgezette proefneming met een in de kelders van het observatorium te Parijs — waar de, bovendien nog luchtdicht afgesloten slinger aan geen temperatuurafwisselingen onderhevig is — opgestelde slinger, niet zoo mooi gehouden als zich oorspronkelijk liet aanzien. 1)

Er valt daaruit echter weinig conclusie te trekken omtrent het principe van dezen slinger, wijl zijne constructie zelve nog te weinig bestudeerd is. Voorloopig zullen dan ook de slingers van Hipp nog wel de beste blijven.

De elektrische slinger van Baumann.

Bij dezen electromagnetischen slinger worden de slingeringen onderhouden door een anker dat tusschen de polen van een electromagneet schommelt en deze schommelingen overdraagt op de veeren van de slingerophanging.

De beide veeren van de slingerophanging (suspension) gaan door een opening en boven deze opening is aan het boven einde der suspension een driehoekig mes aangebracht, dat op een rechthoekig op de suspension geplaatsten arm bewegen kan; aan het mes is het anker bevestigd.

De electromagneet bestaat uit twee horizontaal aangebrachte spoeltjes EE1, (Fig. 79, 80, 81 en 82) die elk op de zuidpool van een hoefijzer-vormig omgebogen permanenten magneet SNS bevestigd zijn. De noordpolen van deze magneten zijn boven met elkaar vereenigd en staan

1) De gangresultaten uit dagelijksche observatie, gedurende 15 dagen verkregen, die men opgenomen vindt in het verslag van het „Congrès International de Chronométrie de 1900”, hadden Férv al doen gelooven, dat zijn slinger, wat de gangresultaten betreft, met de bekendste astronomische pendules gelijk gesteld kon worden.

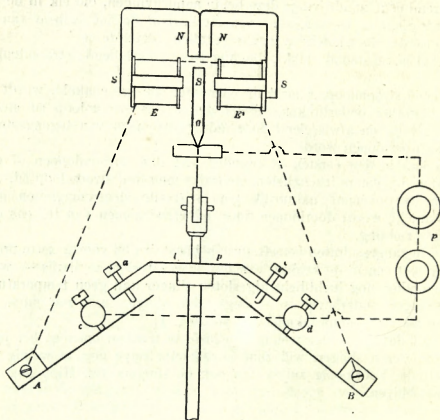


Fig. 79.

vlak boven het anker, dat aan de veerophanging verbonden is en zich tusschen de kernen van de electromagneten EE' bewegen kan.

De slingerstang heeft aan haar bovineinde een paar dwarsstukken l en p , waarvan de einden een weinig omgebogen zijn en schroeven dragen, die om beurten in contact komen met de contactveeren A en B , welke laatsten geïsoleerd zijn. Deze veeren, waarvan in de figuren aan elken kant eene zichtbaar is, rusten elk op een geïsoleerde schroef.

De figuren geven een duidelijk schema hoe de stroomloop en de stand der verschillende deelen is.

Fig. 79 toont den slinger in rust; zooals men ziet, raakt dan geen der schroeven van de dwarsstukken l en p de contactveeren A en B . In fig. 80 schommelt de slinger links uit en de stroomloop is gesloten door de schroef b , die in contact gekomen is met de veer B . De stroom doorloopt dan de spoeltjes, versterkt het magnetisme in den eenen kern beduidend, terwijl de andere kern tegenovergestelde polariteit verkrijgt. Als gevolg daarvan zal het anker zich van den eenen kern naar den

anderen bewegen en daardoor zullen de veeren van de suspension gebogen worden.

Door deze buiging wordt de slinger aangedreven bij de thans volgende slingering naar rechts.

In fig. 81 begint de slinger naar rechts te schommelen, het anker *g* wordt echter door het magnetisme nog aan den eenen kern vast gehouden, totdat de stroomloop gesloten wordt door de schroef *a* van het verbindingsstuk *l* met de contactveer *A*. De stroom circuleert nu door de spoeltjes, maar tegenovergesteld aan de vorige maal, het resultaat is dan ook tegenovergesteld, dat door fig. 82 getoond wordt. In fig. 82 ziet men dat het anker *g* tegen den rechthoekigen kern aanligt, de buiging die hierdoor aan de veeren van de suspension door het anker *g* is gegeven, geeft den slinger een aandrijving bij zijn thans volgende slingering van rechts naar links.

De schadelijk werkende extra-stroom wordt ook hier op dezelfde wijze als bij den slinger van Hipp onderdrukt. Men kan natuurlijk in den stroomloop opnemers of secondetellers inschakelen, mits het wisselstroomwerken zijn.

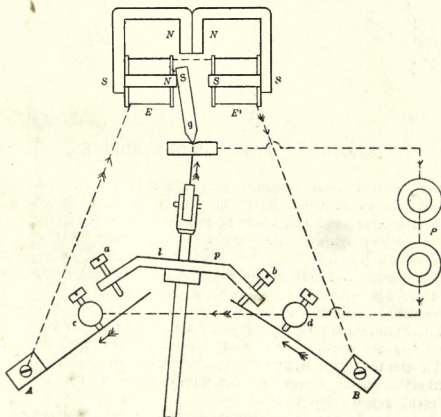


Fig. 80.

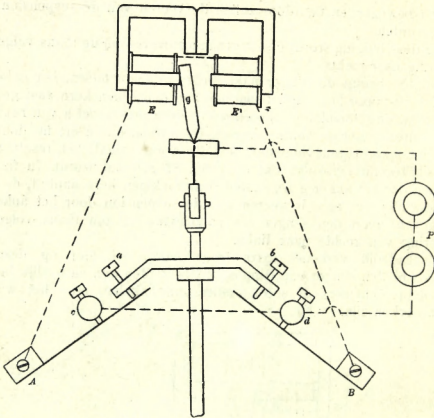


Fig. 81.

ELECTROMAGNETISCHE OPWINDINGEN.

Uurwerken met electriche opwinding zijn er zeer veel, en worden er nog dagelijks uitgevonden. Bij de meesten wordt door de kracht van den electricchen stroom een veer opgewonden of wel een gewicht opgeheven, waardoor dan gedurende een zekere tijdruimte het uurwerk gedreven wordt. Heeft de veer zich bijna ontspannen of is het gewicht in zijn laagsten stand gezakt, dan wordt automatisch een contact gesloten, dat de veer opwindt of het gewicht doet stijgen.

Velen van deze electromagnetische opwindingen zijn nog voorzien van eene inrichting, waardoor zij met eene juist loopende hoofdklok nu en dan gelijk gezet worden, want de electriche opwindingen worden gewoonlijk dan toegepast wanneer het uurwerk op eene hooge of moeilijk toegankelijke plaats is opgesteld, en men dus bij ongelijk loopen toch nog daarbij zou moeten komen.

Bijzonder goed moet de constructie en het gangresultaat zijn om een der vroeger beschreven klokken te evenaarden. Is er dan ook sprake

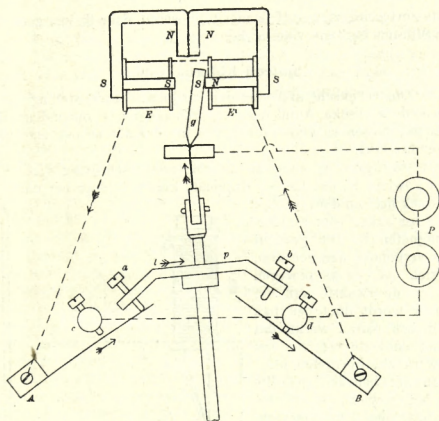


Fig. 82.

van het aanbrengen van een uurwerk op een moeilijk toegankelijke plaats, dan zou ik aanraden direct te besluiten eene hoofdklok met nevenklok aan te schaffen, en niet eene die door electromagnetische kracht opgewonden wordt.

Bij de meesten van deze tot nu uitgevonden opwindingen verbranden door den openingsvonk binnen zeer korten tijd de contacten; ook kan door een breken van de veer of door het magnetisme dat door de herhaalde stroomsluitingen in de electromagneetkernen achter blijft, een storing in den geregelde gang te weeg gebracht worden.

Breguet, die, naar ik geloof, wel het eerste deze soort opwindingen maakte, heeft later ontelbare navolgers gekregen, die ieder op hun beurt getracht hebben ze practisch bruikbaar te maken.

Mouilleron, Antoine Calland, Milde, Schweizer, Lewin, Förster, Zimmer, Bohmeyer, Siemens, Möller, Aron, Anderson, Chateau enz. enz. hebben verschillende systemen van opwinding geconstrueerd, waarvan er echter zeer velen nagenoeg hetzelfde zijn.

Enkele systemen die nu beschreven zullen worden, heb ik uitgezocht om den lezer een overzicht te geven; of het de besten uit de

groote sorteering zijn, durf ik niet te beweren, daar ik van geen enkele de resultaten bij onervinding ken.

Systeem Kuliska Antal.

In de Oostenrijksche afdeling der Parijsche Tentoonstelling van 1900 exposeerde Kuliska Antal deze electromagnetische opwinding. Hierbij wordt het sluiten en onderbreken van het contact op een eigenaardige manier bewerkt.

Décressain geeft er ongeveer de volgende beschrijving van.

Het gewicht K, dat hier de drijvende kracht is voor het uurwerk, is van week ijzer en doet tegelijk dienst als anker voor de electromagneten E. Dit gewicht nu is verbonden aan een arm, die zich om een as bewegen kan, en de zwaarte van het gewicht wordt door een pal, die in een palrad werkt, dat op het onderste rad van het loopwerk zit, overgebracht.

Aan het beneden gedeelte van het gewicht is vrij beweegbaar een lichter met ongelijke armen aangebracht. De kortste arm is voorzien van een tegengewicht P waardoor de pen N die aan het uiterste punt van den langsten arm zit, bij het zakken van het gewicht K steeds in de tanden van het palrad B grijpt.

Op de as van het rad B is een ster D bevestigd waar de springveer S op ligt, en ook eene andere ster C met slechts 4 punten, die zoo geplaatst is dat de slinger A door het stuk H haar kan aanraken, ze is dus in het slinger vlak gelegen.

Aan de slingerstang is een stuk H bevestigd, dat tot steun dient aan een lichter, die aan zijner uiteinde met tan-

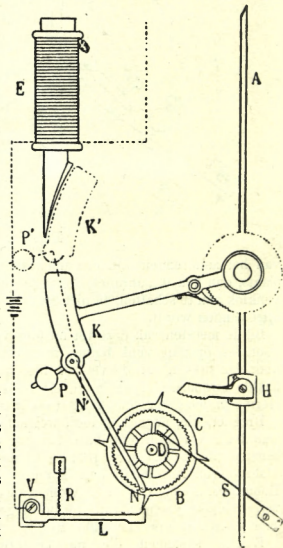


Fig. 83.

den voorzien is, en die de punten van de ster C kan aanraken en zoo deze verzetten kan. Verder bestaat deze constructie nog uit een lichter L draaibaar om de as V. Het uiteinde van dezen lichter is omgebogen en hij wordt door veer R en een stuitpen in zoodanigen stand gehouden, dat zijn omgebogen uiteinde binnen den cirkelomtrek der tanden van de ster C ligt.

De electricische stroom gaat nu van uit den positieven pool der batterij naar den electromagneet, en van dezen naar de uurwerkplatine. De negatieve pool is verbonden aan den lichter L, die van het uurwerk is geïsoleerd.

Is het gewicht K aangetrokken door de electromagneten, dan neemt het den stand K1 P1 N1 in, en bij het zakken zal de stift N in een der tanden van het rad B grijpen, dat dan met de ster C door de zwaarte van het gewicht K zich draait. Een der punten van de ster C komt door het zakken van K dicht bij de tanden van den lichter H, terwijl de tegenovergestelde tand het vooruitspringend einde van den lichter L nadert, en het is juist op het oogenblik, dat de tand met het voor-springend stuk in contact komt, dat de slinger door den met tanden voorziene lichter H een stoot geeft tegen den bovensten tand der ster C, en zoo het contact van lichter L met den ondersten tand der ster C verbreekt, en tegelijk ook de ster ongeveer een vierde omgang verzet.

Gedurende het korte oogenblik, dat de lichter L met de ster in contact is, wordt het week ijzeren anker K aangetrokken; hetzelfde spel herhaalt zich, wanneer het gewicht wederom laag genoeg gezakt is om een tand der ster met den lichter contact te doen maken.

Bohmeijer heeft in 1897 patent genomen op een zelfde systeem als het bovenstaand beschrevene, wie van beiden nu de uitvinder is, heb ik niet na kunnen gaan.

De electricische opwinding van Dr. Aron.

Eene electricische opwinding met slingerend anker is de door Dr. Aron geconstrueerde.

Dr. Aron is niet de eenige die slingerende ankers voor zijne opwinding toepast, ook Möller en Anderson doen zulks. Door de constructie van Aron worden drie belangrijke werkingen verkregen. Eerstens komt hier het slingerend anker tot zijn volle recht, dat wil zeggen, dat het een groote slinging kan maken, hetgeen van belang is, wanneer men de klok zich niet zoo dikwijls wil laten opwinden. Een tweede voordeel bestaat hierin, dat de beide contact-plaatsen, alhoewel zij lang in aanraking blijven, toch maar over een klein gedeelte over elkaar slepen, of beter over elkaar rollen; daardoor wordt ook de groote wrijving en slijtage verminderd. Ten derde is het een eigenaardigheid van dit con-

tact, dat het op een andere plaats gesloten wordt als waar het geopend wordt, waardoor de onderbrekingsvonk de contactplaatsen niet zoo gauw verbrandt.

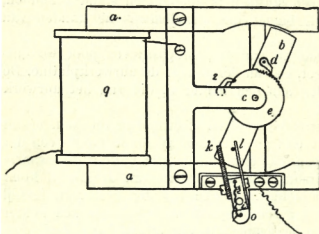


Fig. 84.

Nevenstaande figuur 84 stelt de electrische opwinding voor, waarvan echter alles niet op het contact betrekking hebbende is weggelaten.

Volgens een in het „Algemeines Journal der Uhrmacherkunst” gegeven beschrijving, werkt zij nu volgender wijze.

Van de electromagneet a zijn de polen cylindrisch uitgedraaid, waartusschen het anker

b om de as c kan slingeren, b zit zeer gemakkelijk beweegbaar op c en is aan den eenen kant met een pal d voorzien, die in het palrad e grijpt. Dat palrad zit vast op de as c en wordt door een tweeden pal z verhinderd terug te draaien. De achterkant van het anker is uitgedraaid.

In deze uitdraaiing ligt een spiraalveer, waarvan het eene einde aan het anker b en het andere aan het gestel bevestigd is. Slingert het anker dus tegenovergesteld aan de richting van den wijzer, dan wordt de veer hierdoor opgespannen en zij kan zich dan weer ontspannen door het anker in de richting van den wijzer te bewegen. Deze beweging wordt door d en e op c overgebracht, die dan door tusschenkomst van een rad en rondsel het uurwerk de gewenschte aandrijving geeft.

De opwinding, dus hier de terugslingering van het anker, wordt door den electrischen stroom te weeg gebracht, die het ijzer magnetiseert en daardoor het anker aantrekt. De zich ontspannende veer drijft het anker wederom in de andere richting, de stroom moet dus onderbroken zijn, want anders zou het magnetisme het anker vasthouden. Dit automatisch sluiten en onderbreken van den stroom gebeurt nu op de volgende manier:

In het anker zit een stift h, die in een vork met zeer wijde beenen grijpt; deze vork is om i draaibaar, en zijn cene been bestaat uit eene niet geleidende zelfstandigheid, terwijl het andere wel een stroomgeleider is. De veer nu is aan den eenen kant beneden het draaipunt van den vork bevestigd aan het gestel en aan het andere einde boven het draaipunt aan den vork, zij houdt dus de vork of wel links of rechts gericht.

In de figuur is het anker in den stand geteekend, die het inneemt, wanneer de veer afgeloopen is. De stroomloop is nu als volgt: De stroom gaat bij p in de windingen van den electromagneet en gaat door het gestel, het anker en de stift h in den vork en van hier door l naar het geïsoleerd aangebrachte stuk, waarop de vork draait en door r terug naar de batterij.

Door den stroom worden de ijzeren kernen magnetisch en trekken het anker aan. Gedurende de draaiing van het anker wordt l door de kracht der veer nu nog naar rechts gehouden en tegen de stift h gedrukt en dit zoolang tot de punten n i o een rechte lijn vormen; dan is de vork in evenwicht en zal zij zich, wanneer het anker nog verder beweegt, door de veer m naar links getrokken worden, waardoor dan het geïsoleerde been k tegen den stift h komt te liggen.

Hierdoor is de stroom onderbroken en de electromagneet houdt op het anker aan te trekken. Door de juist plaats gehad hebbende ankerdraaiing is de veer opgewonden en zal dus het anker wederom naar rechts draaien, totdat bijna den eindstand van het anker is bereikt en de vork dus ook weer naar rechts getrokken wordt en l tegen h komt te liggen, waardoor de stroom gesloten en het anker opnieuw wordt aangegetrokken.

Electrische opwinding met aandrijving gedurende het opwinden, van C. Hauswald.

Op de as U zijn twee palraderen F en F1, die beiden even groot zijn, vast bevestigd, en hebben een afstand van elkaar van ongeveer de dikte der katrol R. Verder bevindt zich op de as U de beweegbare arm E en deze grijpt door een pal, waarop een palveer, in het fijn getande palrad F, zoodat door de zwaarte van het gewicht B bovengenoemd palrad F en dus ook het andere rad in de richting van het pijltje draaien. (Fig. 85).

Aan den arm E is het einde van de snaar S bevestigd, die over de katrol R loopt en met haar andere einde aan den hefboom P is vastgemaakt. Aan den hefboom P is niet alleen het hulpgewichtje O bevestigd, maar ook nog aan het voorste gedeelte de pal Q (waarop een palveer), die in het 2de palrad F1, dat ook zeer fijn getand is, grijpt.

Het geheel werkt nu op de volgende manier: 1).

Het groote gewicht zakt langzaam en trekt daarbij den arm E naar beneden, waardoor de arm P door de snaar S wordt opgeheven. Heeft nu de arm G van den hefboom D de stift H bereikt, dan wordt de haaksche hefboom K van de contactveer L verwijderd, wat tengevolge heeft, dat het contact gesloten wordt en de electromagneet M het

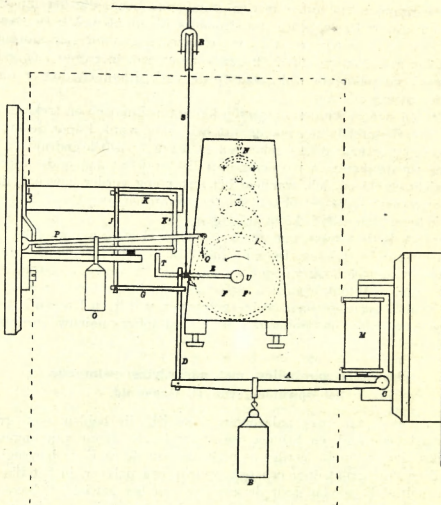


Fig. 85.

anker en het gewicht B opheft. Gedurende dit opheffen wordt de snaar S door het omhoog gaan van den arm E slap, en het kleinere gewichtje O drukt door den aan den hefboom P bevestigden pal op het tweede fijn getande palrad F1, waardoor dus ook onder het optrekken het uurwerk steeds aandrijving heeft, wat voor een goeden gang noodig is.

De elektrische opwinding van Chateau.

Décressain geeft in zijn reeds meermalen aangehaald werkje de volgende beschrijving van deze opwinding. (Fig. 86).

Het optrekken van het gewicht wordt bij dit systeem door een ketting zonder einde bewerkt, die door een motor M wordt voortbewogen en zoo het rad L, dat met een tandrad is voorzien, in omdraaing brengt.

Een tweede ketting zonder einde loopt over het tandrad van L en drijft door een gewicht het raderwerk.

Aan deze tweede ketting is het gewicht P en het tegengewichtje P1 opgehangen, en na over verschillende schijven geloopt te hebben, brengt het het rad D, dat op de onderste as van het loopwerk is bevestigd, in omdraaiing.

Het sluiten en openen van den stroomloop geschiedt nu door een naar beide zijden werkenden wip en een onderbreker. De wip A is kruisvormig en draaibaar om de eene as. Op den bovensten arm is een gewicht B aangebracht, waardoor de wip dus wel naar links of naar rechts over zal moeten vallen, waarbij zij dan tegen C of wel tegen C1 rust.

Zooals men uit de teekening ziet, werkt de onderste arm van de wip tusschen twee pennen n en n1, die in een driehoekige schijf S zijn aangebracht; deze schijf is klemmend op de as E gemaakt, maar kan niettemin daarop verdraaien. Door deze schijf S nu wordt de onderbre

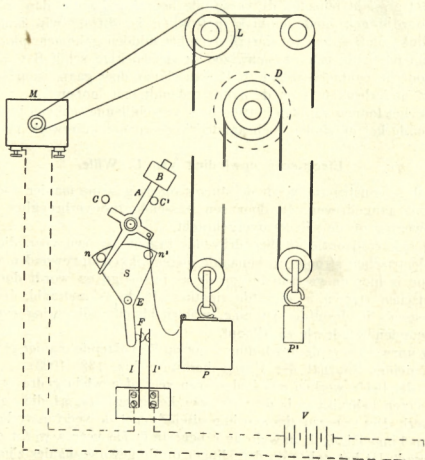


Fig. 86.

ker gevormd; aan den onderkant is zij voorzien van een arm F, die geïsoleerd is en die het contact moet sluiten of onderbreken.

De stroom is gesloten, wanneer de wip op den pen C1 rust, want dan drukt de arm F de beide contactveeren I en I1 tegen elkaar, (zie teekening) en de stroom is onderbroken, wanneer de wip tegen den pen C ligt, want dan heeft de wip door met haar onderste arm tegen den pen n1 te slaan, de driehoekige schijf S naar rechts gedreven, waardoor dus de veerende contactstukken I en I1 van elkaar af zijn gegaan.

Om nu automatisch deze beweging te verkrijgen, is het gewicht P door een koord met den rechter kruisarm der wip verbonden. Wanneer het gewicht P bijna op zijn laagst is gezakt, wordt door het koordje de wip langzaam naar rechts getrokken, tot dat zij over het midden gekomen, plotseling door het bovengewicht B tegen de pen n aan zal vallen, waardoor het contact gesloten wordt en de motor begint te loopen, die dan het gewicht optrekt.

Is het gewicht bijna op de vereischte hoogte gekomen, dan zal daar het koordje ook mede omhoog getrokken is, dit de wip langzaam naar links omtrekken, tot dat zij over het midden gekomen, plotseling linksom tegen de pen n1 slaat, zoo de driehoekige schijf S verzet en daardoor de contactveeren I en I1 van elkaar doet gaan, waardoor de stroom onderbroken is en de motor ophoudt met loopen.

Door het loopen van den ketting over verschillende schijven heeft ook gedurende het opwinden toch aandrijving van het raderwerk plaats.

Electrische opwinding van L. Wille.

Bij deze constructie wordt de slinger op de gewone manier door een gangrad aangedreven, en door een passende radoverbrenging wordt de beweging op de wijzers overgebracht.

Het ankerrad ontleent zijne drijvende kracht aan een veer, die door den electrischen stroom op bepaalde oogenblikken opgewonden wordt, daartoe is hier de veerton los op de as bevestigd en wordt door den electrischen stroom in dezelfde richting als de as gedraaid. De veer blijft steeds in dezelfde spanning, wijl zij bij elke slingering evenveel opgewonden wordt als zij afloopt.

Het uurwerk met de opwinding is nu op de volgende manier gemaakt (Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst, blz. 132, 1903).

Elk der beide werken wordt door een veer of gewicht gedreven. Hier zijn veeren gebruikt, a is de veer voor het gangwerk, a1 die voor het slagwerk. Deze veeren zijn aan hun uiteinde met de veerton verbonden, en hun binneneinde is aan de as c bevestigd. De veer a werkt op het ankerrad, dat het anker en den slinger op de gewone manier zijne aandrijving geeft.

De slinger heeft aan zijne ophanging twee dwarsarmen e en $e1$, met aan de einden twee verstelbare schroeven f en $f1$. Bij elke slingering dompelen zij hunne punten in twee met kwik gevulde potjes g en $g1$.

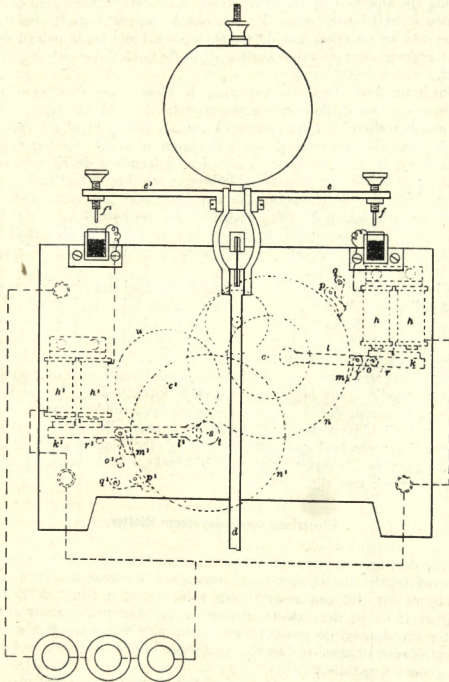


Fig. 87.

Deze kwikvulling en de schroeven zijn nu zoo met de batterij verbonden, dat door het indompelen de stroomloop gesloten wordt. In den stroomloop zijn de electromagneten h en h1 geschakeld, die bij stroomsluiting de ankers i of i1, aantrekken. Aan deze ankers zijn de hefboomen k en k1 verbonden. Zij zijn om de tappen l en l1 draaibaar, verder zijn zij voorzien met de palllen m en m1 die in de palraderen n en n1 grijpen, door veertjes worden zij in de tanden der palraderen gedrukt.

Wordt nu door de slingerbeweging de stroom aan den eenen kant gesloten, dan wordt door de electromagneten h of h1 het anker i of i1 aan den betreffenden kant aangetrokken. De palllen m of m1 springen dus in den volgenden tand der palraderen n of n1, en tegenpallen verhinderen de raderen terug te draaien. Schommelt de slinger weder terug, dan wordt de stroom onderbroken en het betreffende anker wordt door de electromagneetkernen losgelaten en zakt door zijn eigene zwaarte tot op de stift r waardoor dus het betreffende palrad een tand voort geschoven wordt en de tegenpal in den volgenden tand valt.

Op deze manier worden de palraderen n en n1 bij elke slingering een tand voortgeschoven.

In het gaandewerk is de veerton met het palrad n verbonden en door de draaiing wordt dus de veer opgewonden. Bij het slagwerk is het palrad n1 niet direct met de veerton verbonden, maar op een aparte as s bevestigd, die door het rondsel t en het rad u de los op de as c zittende veerton draait. Op de as c is het slagrad bevestigd. De veer wordt bij het slagwerk dus door tusschenkomst van t en u opgewonden, hetgeen noodig is om het aantal slagen te kunnen doen. De tandtallen zijn zoo gekozen, dat de veeren evenveel opgewonden worden als zij afloopen: zij blijven dus gelijkmatig gespannen. Bij deze constructie kunnen de veeren heel zwak zijn, daar zij bij elke slingering weder nagespannen worden, waaruit volgt, dat de kracht, noodig voor het opwinden, ook zwak kan zijn.

Electrisch opwindsysteem Riefler.

Door de firma Riefler wordt voor 't opwinden der hoofdklokken een eenvoudige electrische opwinding toegepast. Zij gaat hierbij van het standpunt uit, dat een gewicht een gelijkmatige aandrijving aan den gang geeft en bij deze electrische opwinding kan het gewicht zooveel lichter zijn dan bij de gewone aandrijving aan den wals. Een gewicht van ongeveer 10 gram is dan ook voldoende om het uurwerk te drijven. Het geheel werkt als volgt:

De ongeveer 10 gram wegende gewichtshefboom g moet met tusschenpoozen worden opgetrokken. Deze hefboom draait om de as a en grijpt

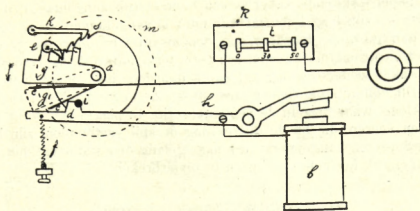


Fig. 88.

door middel van een pal *e* in het palrad *s*, dat met het rad *m* van het uurwerk door een tegenpalling, zooals in gewichtsregulateurs toegepast wordt, verbonden is. Het middenrad *m* werkt direct op het gangradrondsel. Bij elke slingering zakt de gewichtshefboom *g* door zijn eigen zwaarte een weinig naar beneden en neemt dan de pal *e* en het palrad *s* mede, waardoor het middenrad *g* voortgedreven wordt, dat dan het gangrad en wijzerwerk aandrijft. Zakt nu de gewichtshefboom *g* zoo laag, dat hij den stand *g*, inneemt, dan drukt de eraan bevestigde contactveer *c* op het contact *d* van den hefboom *h* en sluit daardoor den stroom voor de electromagneten *b*. De hefboom *h* wordt op datzelfde oogenblik opgetrokken en brengt den gewichtshefboom *g* weder in den eersten stand, waardoor de werking weer opnieuw kan beginnen. Het tegenpalwerk zorgt, zooals reeds gezegd, dat onder het opwinden het uurwerk toch doorloopt.

Eigenaardig is bij dit systeem, dat het contact sleepend is, dat komt omdat de draaipunten van *g* en *h* niet samenvallen; het contact der veer *c* met *d* is dus wrijvend en gesloten, totdat de isolatiestift *i* de veer *c* aanraakt en het contact verbreekt. De veer *f* trekt de hefboom weer in den ruststand terug.

Om een gelijkmatige spanning der batterij te verkrijgen, schakelt Riefler een weerstand *R* in. Naar gelang der spanning der batterij, heeft alle 20 tot 22 of 38 tot 40 seconden een stroomsluiting plaats. Het contact heeft bewezen jaren goed te blijven en het is slechts zelden noodig dit met een polijstvijl glad te maken.

Door de firma Cohen te München wordt het anker van een gespleten electromagneet als gewicht tot het aandrijven van uurwerken gebruikt. Een tekening van dezen electromagneet is op bladzijde 25 reeds gegeven. De toepassing ervan voor de opwinding en aandrijving van uurwerken is als volgt: In het midden van het door zijn zwaarte

naar beneden zakkende anker is een contactstuk aangebracht, dat, als het anker op zijn laagst toelaatbaar punt is aangekomen, twee contactveeren aanraakt, die daardoor den stroomsluiter en door den gespleten vorm der electromagneetkernen een zeer sterke aantrekking veroorzaken en het anker weder omhoog heffen en daardoor het contact verbroken wordt. Dit contactstuk ziet er juist uit als de opwindspil van een Walthamhorloge, waar deze in de pendant werkt. In plaats van de in viereen gespleten veeren, die bij de uittrekking de spil vasthouden, zijn bij dit contact 2 veeren aangebracht, die naar gelang den stand van het anker en contactstuk het contact sluiten of onderbreken.

Het electrisch slagwerk van Möller.

Het uurwerk wordt hierbij ook electrisch opgewonden en lijkt dit systeem wel op het op blz. 100 afgebeelde van Dr. Aron.

Het slagwerk mechanisme is ongeveer gelijk aan een repetitie-slagwerk en is ook op de voorplatine geplaatst.

Een hefboom wordt door 2 stiften in de minuutpijp elk half uur opgelicht. Op dezelfde as is een zaag gemonteerd, die ook door den eersten hefboom gelijktijdig wordt opgelicht. Op het oogenblik, dat de hefboom van de stift valt, valt ook de zaag mede, of beter gezegd, deze wordt door een spiraalveer naar beneden getrokken. Door het naar beneden trekken der zaag draait deze door haar tandkrans een contactwerk, waarvan het vlugger of langzamer loopen door een windvleugel geregeld kan worden. Nu wordt telkens, als de zaag een trapje lager is gevallen, door het contactwerk een stroom gesloten, welke een hamer in werking stelt. Een schema hoe dit werkt, vindt men in fig. 89.

Aan de as van het door de neervallende zaag gedraaide contactwerk is een contactstift N. Bij elke omdraaiing sleept de contactstift N over de contactveer F en sluit zoo een stroomloop door de electromagneten E met de uitgeholde poolschoenen P P, die het anker krachtig aantrekken.

De meenemer C doet den op de as van het anker draaibaren hamer dezelfde beweging mede maken, tot dat het anker bij B stuit. De op de as draaibare hamer gaat door de plotselinge beweging nog wat verder door, tot hij op de gongveer slaat en wordt daarna door de trekveer s teruggetrokken. Naar gelang nu het slagrad een kleinen of grooteren val der zaag toelaat, zooveel maal draait de zaag ook de as K van het contactwerk om, en even zooveel malen wordt de stroom gesloten en zal de hamer op de gongveer vallen. Om te voorkomen, dat bij het weder opheffen der zaag het contactwerk in beweging komt, is het rondsel van de as waarop de nok n met een tegenpalling voorzien.

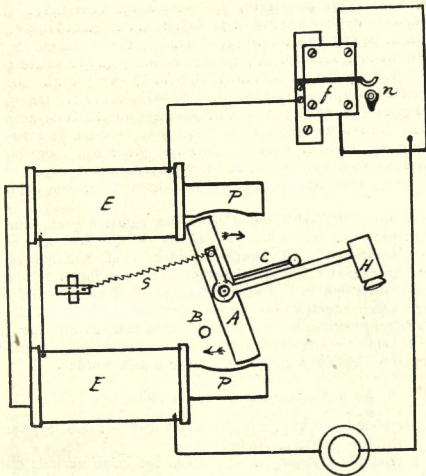


Fig. 89.

SIGNAALKLOKKEN.

In fabrieken, scholen en groote gebouwen, moet dikwijls op vastgestelden tijd een klok, bel of sirene weerklinken. Er bestaan hiervoor een groot aantal constructie's, die naar gelang het beoogde doel en uitgebreidheid der leiding door verschillende fabrikanten anders gebouwd worden. Een inzage in de meestentijds met vele afbeeldingen voorziene prijscurant der betreffende fabrikaten doet zulks zien.

Om zelfstandig op bepaalden tijd een signaal te doen klinken, moet men een uurwerk hebben, dat voor een daartoe dienend contact is voorzien. Men kan op de eenvoudigste manier aan elken wekker een contactinrichting aanbrengen om ook in de ver verwijderde kamers een schel te laten gaan. Daartoe kan men de opwindkruk van het wekkerwerk vast zetten, zoodat deze recht blijft staan en twee contact-

veeren, van elkaar geïsoleerd, op een plankje bevestigen, waartusschen dan de wekker zóó wordt geplaatst, dat in rust de opwindkruk tusschen de beide contactveeren staat zonder dezen te raken. De pooten van den wekker zet men in gaatjes van het plankje, waardoor deze bij het afloopen niet verschuift. Loopt nu de wekker af, dan draait de vaststaande opwindkruk tusschen de beide contactveeren en raakt dezen beiden, waardoor het contact gesloten wordt. Meest neemt men dan als schel een doorschelbel en hangt deze zoo, dat de gewekte het bed uit moet om ze af te stellen. Dit zeer primitieve voorbeeld is te vervolmaken door het contact in het wekkerwerk zelf aan te brengen, en is vooral voor beginnelingen in 't electriciteitsvak een aardige opgaaft.

Moeten op vastgestelde tijden elken dag signalen gaan, dan wordt de constructie ingewikkelder, vooral als de tijd der signalen naar believen veranderd moet kunnen worden en/of 's nachts afgesteld moeten zijn. Meestal zijn de signaalklokken zoo ingericht, dat door insteken van stiften in een aparte wijzerplaat of signaalschijf of verschuiven van contacten deze op den gewenschten signaaltijd gesteld worden. Eenigen kunnen met tusschenruimte van een kwartier, andere om de 5 minuten ingesteld worden. Eenige eenvoudige voorbeelden van contactinrichtingen zullen hier nader bezien worden.

Signaalklok „Systeem Möller”.

Bij deze klok is slechts een contact, dat door het bewegen van twee hefboomen wordt gesloten. Zie fig. 90.

Een horizontale hefboom h, waarin aan het lange uiteinde een contactstift s is, wordt elk kwartier opgelicht. In de signaalschijf R zijn op vastgestelde wektijden de stiften i ingeschroefd, die op den neus van een verticalen hefboom B werken en dezen dan naar rechts bewegen. Wanneer nu beide hefboomen elkaar raken, glijdt de contactstift s van den hefboom H op een schuinen veerenden kant n van hefboom B en sluit het contact. Aan den hefboom H is nog een arm A met een invijling. Valt nu de stift in de invijling, dan volgt daaruit de contactsluiting, die zoo lang duurt tot de stift geheel van den arm A is afgefallen. Door de lengte dezer invijling wordt dus de duur van het signaal bepaald, meest is dit 15 seconden. Voor signalen om het kwartier is de signaalschijf slechts klein en wordt geheel door de wijzerplaat bedekt. Met een grootere signaalschijf kan ook dit contact voor om de 5 minuten instelbare signalen gemaakt worden.

De firma Möller past dit contact ook toe op hun hotelwekklokken. Rond de wijzerplaat zijn voor elk kwartier metalen strooken met gaten er in geïsoleerd aangebracht en daaromheen weer strooken voor bijv. 25 kamers elk. Boven en onder de wijzerplaat zijn telkens drie hulp-

strooken aangebracht. Op deze figuur is aangenomen, dat om 6 uur gewekt moet worden in de kamer 7, 14, 24, 25, 36, 40, 48, 63, 72, 75 en 89. De strook voor 6 uur moet dus met deze nummers verbonden worden, hetwelk gedaan wordt door insteken der stoppen, die met de wekkerleiding in verbinding staan. Zooals op de figuur is te zien, heeft de strook voor 6 uur geen gaten genoeg en daarom is de hulpstrook aangebracht. De verbinding der schellen in de kamers met klok en batterij blijkt uit de tekening.

Er zijn duidelijkshalve slechts enkele verbindingen aangegeven. Op te merken is, dat de terugleiding van de schellen over een gemeenschappelijke draad naar de batterij gaat en vandaar naar het contact der klok dat zoo even beschreven is.

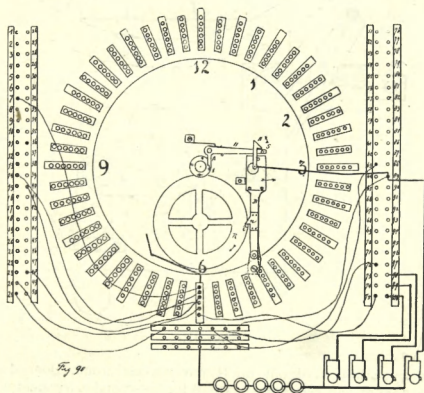


Fig. 90.

Signaalklok „Bohmeijer”.

Bohmeijer schijnt zijn signaalinrichting aan meerdere uurwerkfabrikanten te leveren, daar aan verschillende fabrikaten deze constructie gevonden wordt. De Palmtagsignaalklok bijv., welke zeer sterk is gebouwd, heeft ook dit contactwerk.

Het geheel werkt op de volgende manier: Zie fig. 91.

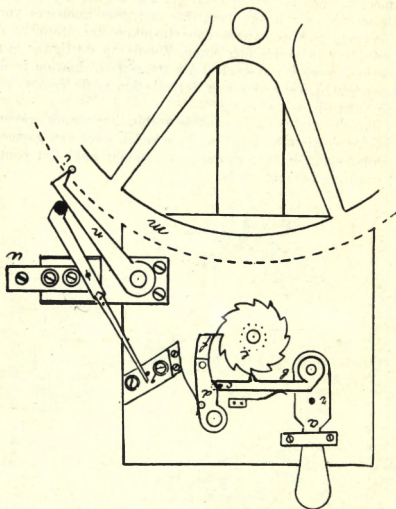


Fig. 91.

Het signaalrad m draait in 24 uur eenmaal rond. Door den arm a kan de duur van het signaal van 10 tot 30 seconden versteld worden. Door het verstellen (door den arm a) der beide lichters b en f wordt de contactduur veranderd, beiden worden door het 12 tanden tellende geïsoleerde rad e opgeheven. De lichter f valt 't eerst af, waardoor de stift c den van f geïsoleerden lichter d aanraakt. De 12-tandige schijf e zit vast op het uurrad van het wijzerwerk. Het signaalrad staat in ingrijping met het tussenrad o. Wanneer nu de ingeschoefde stift l in 't signaalrad m den lichter n oplicht, dan wordt ook de aan den punt geïsoleerde en om i draaibare lichter bewogen, die dan den stift g

aanraakt. Aan het zijstuk is de poolschroef u geïsoleerd van g, de stroom gaat dan van af u over i h g naar d, door de tusschenliggende veer en over de stift c naar de platine der klok bij t. De stroomloop is dus tusschen batterij en schel gesloten. Draait men den om r draai-bare lichter a naar rechts, dan is het contact het kortst en omgekeerd naar links 't langst. Deze signaalinrichting wordt zeer dikwijls aan een hoofdklok, welke reeds nevenklokken bediend, aangebracht, en men kan bij een kleinen aanleg met een batterij voor beiden volstaan, doch bij een grooteren aanleg is het aan te bevelen voor schellen en klokken ieder een eigen batterij te nemen.

HET ELECTRISCH OPWINDEN VAN TORENKLOKKEN.

Op dit gebied wordt een groot aantal constructies toegepast. Om electrisch te kunnen opwinden is het noodig, dat een sterkstroom aanleg de noodige energie kan leveren, want door batterijen of accumulatoren is dit te kostbaar en vooral te onbetrouwbaar. Enkele fabrikanten laten door een electromotor de gewichten elk uur opwinden, waardoor slechts een kleine valhoogte noodig is, anderen doen dit om de 6 of meerdere uren. Meestentijds hangen de gewichten aan kettingen zonder eind en zijn de werken zoo ingericht, dat bij storing in de stroomlevering deze nog enkele uren blijven doorloopen en alsnog met de hand kunnen opgewonden worden.

Eene constructie, die zijne betrouwbaarheid heeft bewezen, is die der firma B. Eijlsbouts, torenuurwerkenfabriek te Asten. Honderden uurwerken dezer Nederlandsche fabriek hebben deze opwinding, waarvan fig. 92 een schematische voorstelling geeft en waarvan de heer Eijlsbouts mij de werking als volgt beschreef:

a a zijn de kettingwielen op de onderassen van het uurwerk. b b zijn de kettingwielen op de opwindassen, waarop tevens de wormwielen c c zijn bevestigd. Als drijfkracht dienen gewichten, die zijn gehangen in kettingen zonder eind, zoodat tijdens het opwinden de trekkracht op de onderassen constant blijft op de wormas d, die met den electromotor in verbinding is. Een vaste worm e voor het gangwerkgewicht en een worm f voor het slagwerk, deze draaien echter los op de as, dragend tegen een kogeldrukklager en is voorzien van een tandkoppeling, waarin de koppeling g grijpt, die door eene pen schuifbaar met de wormas is verbonden.

h is de hefboom, die de koppeling uitschuift, zoodra het gewicht er tegen aan komt.

i is een hefboom, die den moment-schakelaar i uittrekt, terwijl k den hefboom i in rust houdt, totdat het gewicht bij m aan den draad trekt, waardoor de haak k l de pen loslaat en den schakelaar-moment doet invallen, waardoor de motor begint te werken, zoolang tot dat het

gewicht tegen de pen van den hefboom i komt, die daardoor het contact weder verbreekt. De hefboom k, die door een contra-gewicht steeds in den stand wordt gehouden als de schets aangeeft, heeft bij k2 een kleine rol, waarover de draad loopt van m naar een zwaarder gewichtje n. Deze inrichting is alleen noodig om bij een eventueele stoornis van enkele uren in het electrisch net het uurwerk toch te doen

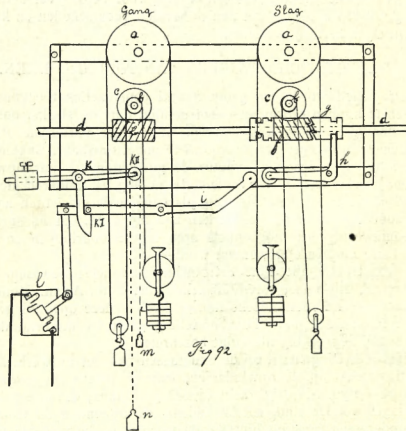


Fig. 92.

doorloopen; het contact blijft dan ingevallen, terwijl het gewicht verder kan doorzakken, daar het gewichtje n dan naar boven komt. Het contact kan men op deze wijze op willekeurige tijdstippen laten werken, Eijsbouts maakt het gewoonlijk om de circa 5 uren, terwijl het werk dan nog ongeveer eenzelfde tijd kan doorloopen. Zoo zou men het contact dus ook wel om de 9 uren kunnen laten werken, doch men zou dan slechts één uur reserve hebben en blijkt dat in de praktijk te weinig te wezen.

TIJDSCHAKELAAR VOOR WIJZERPLAATVERLICHTING.

Op het gebied van automatische licht- of tijdschakelaars bestaan er een massa constructies, welke allen door een uurwerk gedreven worden. De horlogemaker, die in kleinere plaatsen het gemeentelijk of provinciaal electriciteitsbedrijf onder zijn klanten telt, zal met deze toestellen al dikwijls hebben kennis gemaakt. Een systeem, dat zich vooral goed leent voor verlichting der wijzerplaten van torenuurwerken en door de firma Ungerer in Strassburg wordt gebouwd, zal hier als voorbeeld dienen. Zie fig. 93.

Deze tijdschakelaar bestaat uit een door de wijzerleiding gedreven rad, dat door een passende overbrenging elke 24 uur eenmaal rondgaat. Op halfuursafstand zijn daarin gaten geboord, waarin pennen

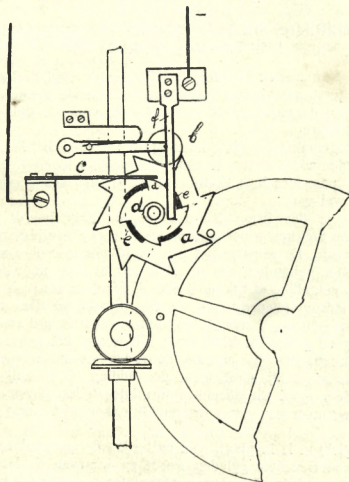


Fig. 93.

geschroefd kunnen worden, welke de ster a doen verspringen en waardoor de contactrol b plotseling overslaat en zoo het contact sluit tusschen de veer c en de vierdeelige schijf d. Bij sterkstroom moet een contact plotseling gesloten worden, anders wordt er een lichtboog gevormd, die o.a. zeer nadeelig voor de lampen is. De veer c valt door de beweging der ster a afwisselend op de messingbanden d der schijf d of op de er naast gelegen isoleerstukken e. Door het draaien der ster a wordt dus afwisselend de stroom voor de verlichting gesloten en onderbroken. De veer f sleept steeds op het messingstuk d. Alle aanrakingsvlakken zijn zoo geconstrueerd, dat zij voldoende wrijving hebben en zoo geschikt zijn om den stroom voor enkele gloeilampen door te laten.

Deze constructie kan ook op andere wijzerplaten dan voor torenklokken toegepast worden; de ster a moet dan door een tusschenrad, dat door het uurrad aangedreven wordt, verzet worden.

DE BERLIJNSCHE ELECTRICHE KLOKKENAANLEG DER FIRMA NORMAL-ZEIT.

De firma Normal-Zeit te Berlijn heeft voor de stad Berlijn en omgeving een uiterst nauwkeurig werkende tijdcentrale gebouwd, die ook zorgt voor de dagelijks juiste overbrenging van het tijdsignaal door geheel Deutschland.

Wij, horlogemakers, zullen maar uiterst zelden in de gelegenheid gesteld worden zoo'n aanleg te zien, laat staan 't leveren en aanleggen ervan, doch past hier in 't bestek dezer opstellen een beschrijving der werking er wel van.

Het systeem der firma Normal-Zeit te Berlijn wordt vooral toegepast om de klokken eener geheele stad precies in tijdsaanwijzing gelijk te doen zijn. Er worden met een hoofdklok meerdere nevenhoofdklokken gelijk gehouden, die op zich zelf al zeer nauwkeurig gaan en waarvan mogelijke afwijkingen elke 4 uur door een van de centrale komenden stroom gecorrigeerd worden. Treden in dien tusschentijd leidingstoornissen op, dan blijft de klok ongecorrigeerd en loopt, zooals iedere goed geregelde klok, door. Dit is niet het geval bij sympathische klokken, die elke minuut door den stroom worden voortbewogen, daar staat bij mankement der leiding of batterij gewoonlijk alles stil. Zeer mooi uitgedachte controletoeustellen geven in de centrale aan, wanneer een der nevenhoofdklokken niet werkt zooals het behoort.

Als energiebron is in plaats van batterijen de accumulator gebruikt, welke door sterkstroom geladen wordt en waarvan de laadinrichting zoo geconstrueerd is, dat deze accumulatoren, waarvan twee serie's in gebruik zijn, steeds op de gewenschte spanning wordt gehouden.

Om den aanleg zoo voordeelig mogelijk te maken en de abonne's weinig huur voor de klokken te kunnen rekenen, legt Normal-Zeit zoo weinig mogelijk aparte leidingen aan, doch sluit een geheele serie van installatie's op dezelfde leiding aan. In Berlijn bijv. worden de leidingen aan de telefoonpalen of de kabels door de postadministratie op kosten der firma gelegd. Het leidingnet heeft een lengte van meer dan 300 K.M. en zijn duizenden abonne's aangesloten.

In de centrale staat een hoofdklok, die door een kabel in verbinding is met de klok der sterrewacht en daardoor tot op een breukdeel van een seconde er steeds mede gelijk gehouden wordt. De aangesloten nevenhoofdklokken zijn niet steeds in leidende verbinding met deze hoofdklok, doch schakelen zich zelf alle 4 uur automatisch in om den reguleerstroom op te nemen. Elke drie en een halve minuut zendt de hoofdklok een twee minuten durende stroom in alle van haar uitgaande leidingen, om deze na anderhalve minuut weer te onderbreken. Door dit systeem wordt bereikt, dat met elke leiding binnen de 4 uren met tusschenruimte van telkens 3.5 minuut 64 klokkeninstallaties te regelen zijn, zoodat door een hoofdklok met 20 leidingen 1280 installaties geregeld en gecontroleerd kunnen worden.

Op tweedelei manier regelt Normal-Zeit de uurwerken. Bij torenuurwerken en andere groote werken, werkt de electrische stroom direct als regelaar, bijv. door aanhouding van den slinger, terwijl de klokken in fabrieken en woonhuizen door luchtdruk worden opgewonden en geregeld. Interessant is het deze luchtdrukrichting nader te bezien. Zij werkt op de volgende wijze:

Bij contactsluiting gaat de door de centrale klok uitgezonden electrische stroom door de te regelen nevenklok naar den magneet van een op de waterleiding aangesloten waterstraalluchtpomp. Hij heft daar een ijzerkerntje omhoog, dat in rust dient tot afsluiting van het waterstraaltje en waardoor nu het water in de luchtpomp stroomt en zoo de lucht zuigt uit een doosje, dat in de klok is aangebracht. Door een looden buisje staat dit doosje in verbinding met de luchtpomp. In het doosje is een lederen deksel, die door het luchtledig zuigen, door de omringende buitenlucht ingedeukt wordt en waarop een hefboom rust, die daardoor opgeheven wordt.

Onderbreekt nu de hoofdklok den stroom, dan sluit het ijzerkerntje den waterstraal af en kan er weder lucht in het doosje binnendringen. Door een veer wordt de hefboom daarop in zijn eersten stand teruggebracht en valt een stelhefboom in, die de wijzers juist stelt.

Behalve de klokken worden door denzelfden aanleg ook signalen in scholen, fabrieken en dergelijken gegeven, zelfs stempelwerken voor controle der loonkaarten en het op dag, uur en minuut stempelen van in- en uitgaande correspondentie wordt op vele fabrieken en kantoren in Berlijn er door bediend.

HET SYSTEEM DER DEUTSCHE MAGNETA A. G.

Om voor uitgebreide leidingnetten meer bedrijfszekerheid te verkrijgen, past de firma Deutsche Magneta A. G. de inductiestroom toe. Zij gebruikt de gewone sympathische klok of wel het gelijkstelsysteem, zooals door fig. 58 werd aangegeven. De dikwerf in ééne leiding zeer verschillende klemschroefspanning, veroorzaakt door de ver uiteenlopende grootte der klokken en de lengte der leiding meent deze firma 't best door den inductiestroom te kunnen overwinnen.

Door de hoofdklok, welke sterk gebouwd is, wordt elke minuut een loopwerk uitgelicht, dat een anker van een inductor plotseling een halve omdraaiing doet maken. Zoo'n inductor lijkt eenigszins op de in figuren 39 en 40 beschreven inductor voor de telefoonschel. Elke halve omdraaiing verandert de stroom in den inductor van richting, zoodat stroomwisselaars of contactinrichting aan de hoofdklok niet noodig zijn. Door de plotselinge beweging van het inductieanker, 't welk door een zeer sterk loopwerk bezorgd wordt, zijn stroomstooten op te wekken van 20 tot 60 Volt, al naar gelang de zwaarte van het gewicht van het loopwerk, dit wordt in overeenstemming gebracht met het aantal en de grootte der te bewegen wijzers.

De laatste jaren heeft men veel proeven genomen met het draadloos drijven van electrische klokken en schijnt hierbij het systeem van synchroneren, d.w.z. het regelen (draadloos) der hoofdklok en bij uitgebreide leidingnetten ook der hoofdklokken der onderstations goede resultaten opgeleverd te hebben. In Weenen bijv., worden op het hoofdstation inductiegolven draadloos uitgezonden, die in de onderstations op daarvoor afgestemde apparaten worden opgevangen. Deze apparaten sluiten dan een stroomloop, waardoor de nevenklokken gedreven worden. Om te voorkomen dat andere golven op de ontvangtoestellen inwerken, worden deze slechts heel kort voor den bepaalden tijd ingesteld.

Door den ingenieur Ferd. Snieder in Fulda zijn enkele patenten genomen op uitvindingen betreffende klokken, die draadloos elke minuut voortgezet worden. Volgens deze patenten hebben noch onweer, noch vreemde golven invloed op de door hem geconstrueerde werken. Een mij toegezegde beschrijving dezer patenten door den uitvinder, heb ik nog niet ontvangen, doch zal later wel gelegenheid krijgen hierover nog het een en ander mede te deelen.

AANLEGGEN VAN LEIDINGEN.

Wanneer bij een electrische klokkeninstallatie de aanleg slechts bestaat uit een hoofdklok en een of twee nevenklokken, dan is de verbinding tusschen hoofdklok en nevenklok zeer eenvoudig, en zal dit en

ook bij uitgebreider net, aan het einde dezer artikelen gegeven worden.

Is de nevenklok een buitenklok, bijv. een aan de winkelpui bevestigde reclameklok, dan is het gewenscht een toestelletje in te schakelen dat, gemakkelijk bereikbaar aangebracht, het mogelijk maakt, de buitenklok of iedere andere moeilijk te bereiken nevenklok telkens een minuut vooruit te schakelen.

Bij vele hoofdklokken is reeds zoo'n inrichting aangebracht en bestaat dan meestal uit een hefboom (met de hand te bewegen), die beurtelings een veer van het minutencontact oplicht en zoo den stroom sluit.

Zijn er meerdere uurwerken in de leiding geschakeld, dan worden dezen allen tegelijk telkens een minuut vooruitgezet. Met het eerst bedoelde apparaat wordt slechts één klok gelijk gesteld. Het toestelletje bestaat uit een ebonietplaat, waarop twee klemmen, die in een veerend einde uitloopen, bevestigd zijn, dit veerend eind drukt stevig tegen twee andere klemmen, waardoor de onderste en bovenste klem leidend verbonden zijn. Aan de bovenste klem is de leiding der hoofdklok en aan de onderste de nevenklok verbonden. Op fig. 94 ziet men ter zijde der veeren twee gaten in het ebonietplaatje, die dienen om metalen stoppen in te steken, waardoor de veeren van de onderste klem worden afgedrukt en zoo de leiding met de hoofdklok verbreken.

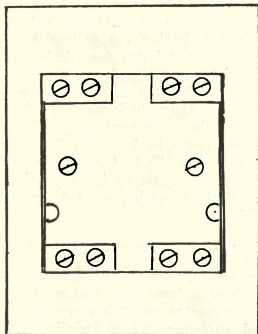


Fig. 94.

De ingestoken stoppen zijn met een batterij en een stroomwisselaar verbonden en kan hierdoor dan de nevenklok gelijk gesteld worden. Is deze gelijk gesteld, dan worden de stoppen uitgetrokken de veeren maken weer contact met de onderste klemmen en is dus de leiding met de hoofdklok weer hersteld. Bij uitgebreiden aanleg worden nog meerdere op 't zelfde principie gebouwde apparaten ingeschakeld, in de meeste catalogi van electrische klokkenfabrieken vindt men deze aangegeven. De catalogus der Wagnerfabriek bijv. geeft er zeer velen aan.

Bij buitenleidingen is het noodig, dat de uurwerken tegen het inslaan van den bliksem verze-

kerd worden. Daartoe wordt een smeltverzekering, z.g. bliksemplaatje in de leiding geschakeld. Dit plaatje bestaat uit twee op porcelein of eboniet gemonteerde koperen plaatjes, waarvan de getande zijden zeer dicht tegenover elkaar liggen.

De bliksem zoekt steeds den korsten weg voor zijn ontlading en springt liever over de kleine ruimte tusschen de getande plaatjes, dan den langeren weg door de electromagneetspoelen te nemen. Zie fig. 95.

Wel gaat nog een deel der atmosferische electriciteit door de spoelen, doch is deze er meestal niet verwoestend meer voor. De schakeling van dezezekering moet zijn zooals een schema der verbindingen dit later zal aangeven, want de hooggespannen stroom moet naar de aarde worden afgeleid.

Bij een uitgebreiden aanleg, bijv. een stadsnet, worden tot meerdere zekerheid meer dan een hoofdklok en batterij of accumulator toegepast, welke gewoonlijk met de hand kunnen worden ingeschakeld of dit geheel zelfstandig doen. Is de hoofdklok met gewicht, dan geeft het zakken van het gewicht na een bepaalden looptijd een signaal, dat ze opgewonden moet worden.

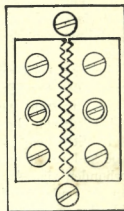


Fig. 95.

Het automatisch omschakelingstoestel bestaat gewoonlijk uit een electromagneet met anker en daaraan verbonden hefboompje, dat in rust op de contactveeren ligt, waardoor de leiding van de hoofdklok en nevenklokken is verbonden. Bij niet contactsluiten door de hoofdklok of het te laag zakken van het gewicht wordt daardoor een nevencontact gesloten, waardoor het anker aangetrokken en de er aan bevestigde hefboom op de contactveeren der reserveklok wordt geschoven, zoodat deze nu de functie der hoofdklok overneemt.

Wel zelden zal de horlogemaker de opdracht krijgen zulke uitgebreide klokkennetten aan te leggen, waarbij de bovengenoemde hulpparaten moeten ingeschakeld worden, zoodat we het gevoeglijk hierbij kunnen laten om meer de aandacht te wijden aan het leggen der leidingen en het verbinden der klokken.

HET AANLEGGEN VAN LEIDINGEN.

Leidingen leggen voor electriche uurwerken is niet te vergelijken met het leggen van schelgeleidingen. Moeten deze laatsten al goed gelegd zijn, die voor electriche klokken moeten nog zekerder en van het allerbeste materiaal geïnstalleerd worden, opdat de bedrijfszekerheid hier veel grooter moet zijn.

Als leidingdraad neemt men voor droge binnenleidingen zwaar ver-

tind koperdraad van 1 tot 1,5 m.M. dikte, welke met gummi en katoen en geasphalteerde band is omsponnen. Om hen te bevestigen gebruikte men nooit spijkers, die om den draad krom geslagen worden, doch omgebogen vertinde haken in lengte van 16—32 m.M. Twee draden onder één haak vastmaken mag nooit, men legge de leidingen een paar c.M. van elkaar. Nog beter is de bevestiging door porceleinen klemmen, die uit een onder- en bovenstuk bestaan, waarin gleuven tot het opnemen van de draden. Deze klemmen worden na het strak trekken van den draad op elkaar geschroefd. Ook porceleinen rollen, welke aan den muur worden vastgeschroefd, kunnen dienen, de leidingdraad wordt dan door binddraad aan de rollen vastgebonden.

Overal waar de leiding door een muur heengaat, is een porceleinen buisje of ebonieten huls toe te passen, in geen geval mag de draad onbeschermd door den muur gelegd worden. Men kan ook uitgeholde houten lijsten of buizen, zooals voor electrisch licht-aanleg gebruikelijk, toepassen, vooral waar de draad aan beschadiging is blootgesteld, is deze laatste manier aan te bevelen. Ook hebben de buizen het voordeel, dat de geheelen aanleg aangebracht en later de draad er door getrokken wordt; verbindingen en aftakkingen worden in doosjes tusschen de buizen gemaakt, zooals ieder dit bij sterkstroomaanleg wel zal hebben gezien.

Er moet, hoe de leiding ook gelegd worden, steeds gezorgd worden, dat deze onwrikbaar aan den muur bevestigd is. Men brenge dus waar noodig, houten stoppen aan, die in den muur worden gegipst. Hierbij is versche gips te gebruiken en niet meer tegelijk aanmaken dan voor een stop voldoende is; half hard geworden gips zet den stop niet meer vast. Voor het ingipsen gat en stop nat maken. Moeten twee draden verbonden worden, dan verwijders men voorzichtig de omhulling, zonder daarbij den koperdraad te beschadigen, maakt daarop de beide ontbloote einden zéér goed blank en draait ze met een vlaktang vast in elkaar, waarna ze gesoldeerd worden en met isoleerband vast worden omwonden. Als soldeer gebruikt men lichtvloeiend tin, dat in smalle strooken in den handel is en dat men gemakkelijk om de te soldeeren plaats kan wikkelen. De gesoldeerde plaats is voor het omwinden met spiritus schoon te maken.

Voor buitenleidingen wordt, als deze grootere afstanden beslaan, siliciumbronsdraad of ijzerdraad gebruikt. Voorkeur verdient de bronsdraad, wijl deze dunner genomen kan worden dan ijzerdraad en minder weerstand aan den stroom biedt. lichter is en gemakkelijker te behandelen, zoo'n buitenleiding wordt boven de bestaande licht- of telefoonleiding gelegd om te voorkomen, dat door breken van een dier draden een storing in de klokleiding zou kunnen ontstaan.

De terugleiding wordt bij groote afstanden, ter besparing van mate-

riaal, vaak door de aarde geleid, waartoe de terugleiding der klok aan gas- of waterleidingbuis wordt gesoldeerd. Is geen buisniet aanwezig, dan moet de terugleiding door middel van een aardplaat geleid worden. Aan een 1 Meter bij 50 c.M. metende koperplaat wordt de draad der terugleiding geschroefd en gesoldeerd en deze plaat zoo diep in den grond gegraven, dat zij steeds met het grondwater in aanraking blijft.

Een verbinding tusschen een hoofdklok, in pastorie bijv., en torenklok, wordt meestal door een loodkabel gemaakt, dit is beter dan een bloot liggende leiding; in aanleg is de eerste wel duurder, doch de bedrijfszekerheid is ook veel grooter.

Wat in 't begin van dit artikel is gezegd over de in- en doorvoering der leiding door muren, is ook van toepassing op verbinding met de buitenleiding. De buitenleiding wordt tot bij de invoerplaats in den muur gespannen en bevestigd en de loodkabel, die naar binnen zal voeren, aan de buitenleiding gesoldeerd; wordt in plaats van een loodkabeltje de geïsoleerde leidingdraad met de buitenleiding verbonden, dan moet de draad door een porceleinen huls met naar beneden gebogen hals, welke in het gat van den muur gestoken wordt, naar de buitenleiding gevoerd en daar aangesoldeerd worden. Beter is het porceleinen doppen te gebruiken, waarbij bevestiging der draden binnen in den dop kan plaats hebben, op dezelfde manier als bij telefoon- en telegraaflijnen dit gebruikelijk is.

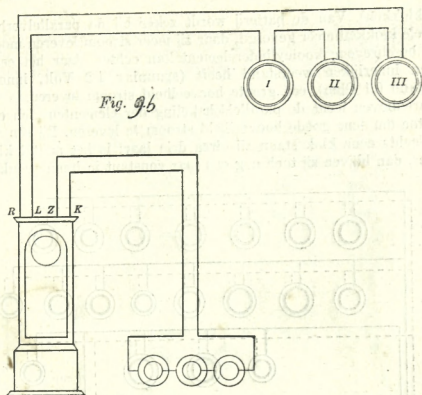
De binnenleiding wordt dan door een omgebogen buis door den muur gevoerd.

Volgens welk systeem men de leidingen ook aanlegt, er is steeds de meeste zorg te dragen, dat dezen en de verbindingen zóó zijn, dat storing in den geregelden gang der klokken niet hierdoor kan plaats hebben.

De verbinding der klokken in een leidingnet, kan op twee manieren plaats hebben: zij kunnen achter elkaar en parallel verbonden worden.

Zooals Fig. 96 aantoont, gaat de leiding L van de hoofdklok naar de eerste klamschroef van klok I, van de tweede klamschroef van klok I naar de eerste klamschroef van klok II enz. en van klok III gaat de leiding terug naar R aan de hoofdklok.

Op deze manier kunnen nog meerdere klokken in de leiding geschakeld worden. Zoo men ziet, moet de stroom door alle electromagneten der klokken doorgaan. In de leiding kan men zoowel groote als kleine uurwerken inschakelen, waarbij echter te bemerken is, dat de stroomsterkte voor de klokken bij allen even groot zij, want een klok, die een grootere stroomsterkte noodig heeft, zou niet mede gaan, terwijl een andere, die slechts weinig stroomsterkte gebruikt, de anderen in een nauwkeurigen gang zou hinderen.



In de praktijk stuit deze verbindingswijze op groote moeilijkheden, want door eene onderbreking in de leiding blijven alle klokken stil staan; zoo ook wanneer een klok uit de leiding genomen wordt en de draden niet weer direct verbonden worden. Een nadeel is het ook bij zulke verbindingen, dat door vergrooting van het aantal klokken ook het aantal elementen vermeerderd moet worden en omgekeerd het aantal der elementen moet worden ingekrompen als er klokken uit de leiding verwijderd zijn.

Buitendien is bij de achterelkaarschakeling veel meer leidingsdraad noodig.

Uit hoofde der boven genoemde nadeelen, verbindt men tegenwoordig de klokken steeds parallel. Door gebruik der parallelverbinding kunnen zooveel klokken in- of uitgeschakeld worden als men wil, zonder den gang der andere klokken te verstoren; evenzoo kunnen storingen in de takleiding van een der klokken de anderen niet tot stilstand brengen.

Het aantal elementen behoeft bij deze manier van verbinden niet veranderd te worden, onverschillig of men klokken in- of uitschakelt. Tot het drijven van een enkele klok zijn dus evenveel elementen noodig als tot het drijven van 20 klokken (zie stroomverbruik bij electri-

sche klokken). Van de batterij wordt zeker bij de parallelverbinding van vele klokken meer gevegd, daar zij meer stroom leveren moet. Het reeds beschrevene koolcilinderelement kan echter, daar het een zeer kleinen innerlijken weerstand heeft (spanning 1,2 Volt, innerlijken weerstand 0,1 Ohm), een groote hoeveelheid stroom leveren.

Daarenboven leent de parallelschakeling der elementen zich er zeer goed toe om eene goede hoeveelheid stroom te leveren. Bij een aanleg met slechts eene klok staan zij circa drie jaar; is het aantal klokken grooter, dan blijven zij toch nog een jaar constant in hunne werking.

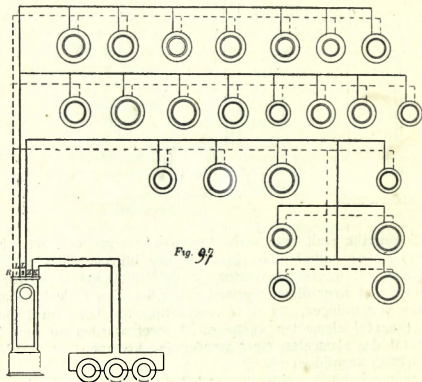
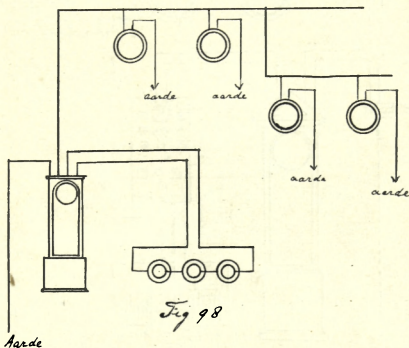


Fig. 97 toont de parallelverbinding met meerdere klokken en eene hoofdklok met een contact voor 2 leidingen. Van het eerste contact L, gaat de leiding naar de klokken in de beide bovenste rijen, van het tweede contact naar de overigen. De terugleiding, die gespippeld is aangegeven, dient voor de beide lijnen (contacten).

Door fig. 98 is te zien, hoe de verbinding moet zijn tusschen hoofdklok en enkele nevenklokken, die op grooteren afstand zijn opgehangen of geplaatst en waarbij het ter besparing van materiaal voordeliger is de terugleiding naar de aarde te voeren. Voor de terugleiding kan de draad aan gas- of waterleidingsbuizen geschroefd en gesoldeerd worden, (beter nog aan beiden gelijk), of wel door een vol-

doende diep ingegraven grondplaat teruggevoerd worden. Er moet bij leidingen, die in de buitenlucht zijn gespannen, een bliksemplaatje worden ingeschakeld dat op fig. 99 door B is aangegeven.

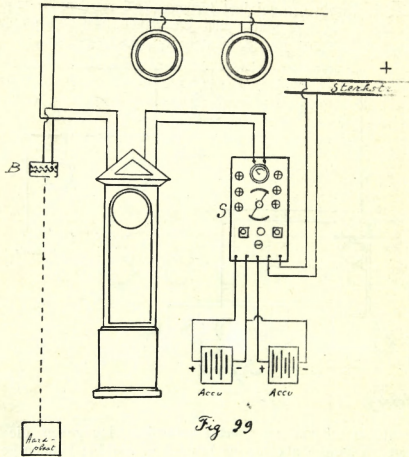


Ook is op dit schema een tweetal batterijen aangegeven, die door middel van een handschakelaar om beurten in werking kunnen gesteld worden.

Bij torenuurwerken is vaak voor de uitlichting meer electrische energie noodig dan een batterij van elementen op den duur leveren kan.

Tegenwoordig is wel in elk dorp sterkstroom voor licht en kracht welke zeer goed gebruikt kan worden om accu's te laden. Is de sterkstroom gelijkstroom, dan kan men de accu's met voorschakeling van een passenden weerstand direct aansluiten, doch in de meeste provinciën is draaistroom in gebruik en moet dan een gelijkrichter tusschen geschakeld worden. Wanneer de stroom uit de lichtleiding wordt genomen, is het gewenscht, als men zelf over niet voldoende kennis hieromtrent beschikt, dit door een electricien te laten doen. Er behoort bij zoo'n schakeling een schakelbord met zekeringen, weerstand, spanningsmeter en schakelaar, waardoor de accumulatoren-batterijen om beurten ingesteld kunnen worden. Zie fig. 99.

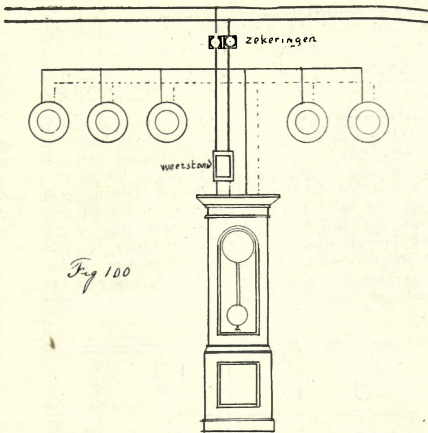
De voor te schakelen weerstand bestaat meestal uit gloeilampen. Op bijgaande figuur is te zien, hoe de leiding van uit het sterkstroomnet naar en door de apparaten van het schakelbord gevoerd en van daar



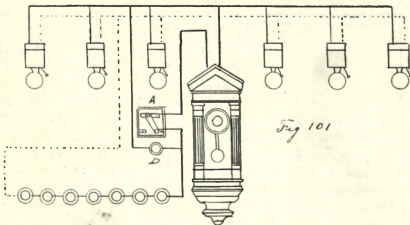
door de beide accumulatorenbatterijen gaat en naar de hoofdklok wordt geleid. Bij B is nog een bliksempaatje ingeschakeld met stroomafvoer naar de aarde.

Worden de uurwerken direct aan het lichtnet aangesloten, dus zonder dat de sterkstroom een accumulatorenbatterij laadt, dan zijn de noodige zekeringen aan te brengen, zooals men die op de schakelborden der lichtleiding vindt en op fig. 100 door z aangegeven. Er moet dan steeds een weerstand in de leiding geschakeld worden, wanneer deze niet reeds in de hoofdklok is aangebracht, anders zou de sterkstroom de contacten en fijne spoeldraden verwoesten. Deze schakeling is door fig. 100 aangegeven.

Door fig. 101 wordt de verbinding der schellen met een signaalklok aangetoond. Er is in deze leiding een afsteller A en een drukknop D aangebracht, waardoor op Zon- en feestdagen de schellen buiten werking gesteld en door middel van den drukknop een algemeen signaal kan gegeven worden. Deze leiding is in plaats van met batterij ook met



accumulator te maken, waarvoor men als ze aan het lichtnet wordt aangesloten, de schakeling voor omvormer en weerstand aanbrengt.

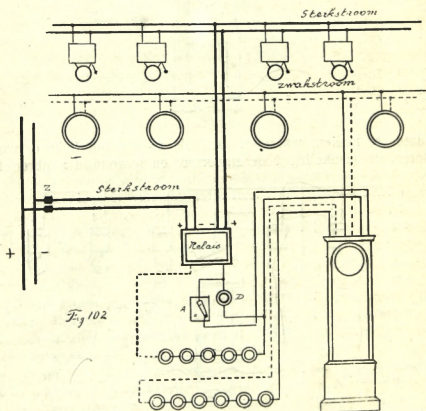


In scholen en groote fabrieken, waar zeer vele schellen het begin einde van school- of werktijd moeten aangeven, worden de schel-

len ook wel op de sterkstroomleiding aangesloten. Opdat in dit geval beschadiging der contacten der hoofdklok buitengesloten zij, wordt in de leiding een sterkstroomrelais ingeschakeld, dat dan door de signaal-contactinrichting met een batterij (3 tot 5 elementen) in werking gesteld wordt en dit relais de stroom voor de schellen sluit en opent. Zie fig. 102.

Uitgebreide schema's van leidingen voor controledoeleinden en dergelijke, vindt men in den catalogus van C. Theod. Wagner en anderen.

Op de verschillende schakelingen, welke hier als voorbeeld gegeven werden, is de stroomloop gemakkelijk te volgen; het zal wel overbodig zijn er op te wijzen, dat bij elken aanleg het absoluut noodig is éérs een schema der verbindingen te teekenen, het behoeft geen prachtig uitgewerkte teekening te zijn, doch een eenvoudige aanwijzing waar hoofdklok, nevenklokken of schellen zullen komen, is voldoende, dan de verbindingen daartusschen aangegeven en door volging van den stroomloop nagaan of deze zoo goed is. Zoo'n teekening bewaart men en is vaak van veel hulp bij het later opsporen van fouten.



HET ONDERHOUD EN NAZIEN VAN LEIDING EN KLOKKEN.

Een naar behooren aangelegde leiding voor schellen of electrische klokken heeft jarenlang zoo goed als geen nazien noodig. Mankeert er iets aan, dan zijn de fouten meest niet direct zichtbaar, zoodat men meetinstrumenten moet gebruiken om de fout of fouten te vinden. Een millie-ampère- en voltmeter zijn de aangewezen instrumenten. Dikwijls zijn deze beiden in het handige formaat van een volt- en millie-ampèremeter vereenigd en voldoende om bij niet al te groot leidingnet een fout op te sporen.

Men denke er wel aan, dat ook bij het zoeken van fouten in deze geleidingen en klokken er steeds een vaste manier van werken gevolgd wordt. In 't kort zal hier aangegeven worden hoe men praktisch dit het best bereikt.

Eerstens begint men met het onderzoek van de batterij en wel of die de behoorlijke spanning heeft, dit te onderzoeken met de voltmeter; daarna wordt de batterij op stroomsterkte onderzocht door de millie-ampèremeter met de polen te verbinden. Blijkt, dat de naald van den volt- of ampèremeter niet voldoende uitslaat, dan is elk element afzonderlijk op dezelfde wijze te onderzoeken. Hoe de elementen in orde te brengen zijn, is in 't begin dezer verhandeling reeds aangegeven. Is de batterij zoo noodig in orde gebracht, de klemschroefverbindingen goed gereinigd, dan wordt ze weder aangesloten en ziet men of de nevenklokken nu goed functioneeren. Doen dezen het niet, dan is de hoofdklok aan de beurt van onderzoek.

Daartoe maakt men de leidingdraden los en schroeft aan beide klemmen een draad, waartusschen de galvanometer verbonden wordt, die dus de plaats inneemt der nevenklok of klokken. Als men enkele minuten den uitslag van den ampèremeter bij elke stroomsluiting der hoofdklok nagaat, dan ziet men duidelijk of deze allen even groot zijn. Is de uitslag der naald niet altijd even groot, dan ligt de fout aan het contact der hoofdklok, dit kan vuil zijn of bij geen goed geconstrueerd contact soms ver- of doorgebrand zijn.

Hoe de contacten zullen zijn en of, zoo noodig, een andere schakeling der contactveeren moet aangebracht worden, is reeds eerder beschreven. Hier wordt verondersteld, dat het contact oorspronkelijk goed was, zoodat het met zorgvuldig schoonmaken weer goeden dienst kan doen. Het schoonmaken van de contacten der hoofdklok mag niet met schuurpapier of dergelijken gebeuren, want daardoor blijven vaak fijne amaril-deeltjes achter, die na korten tijd het contact weder onzeker maken. De contacten behooren met een polijstvijl glad gepolijst te worden; ook vooral er op te letten, dat, wanneer het contact uit meerdere veeren

bestaat, deze allen en met den noodigen druk op de contactplaatsen liggen.

Ook met den handstroomwisselaar, welke reeds eerder werd beschreven, en een batterij, kan men de nevenklok verbinden en blijkt dan, dat de nevenklok goed werkt, dan is de fout wederom in de hoofdklok te zoeken.

Mochten alle nevenklokken gelijkelijk achter blijven, dan is het contactwerk der hoofdklok na te zien of dit wellicht een enkelen keer weigert en daardoor geen contact sluit; schoonmaken en olie geven is dan noodig. De contacten op zich zelf mogen nooit olie hebben.

Blijft slechts een klok constant achter of blijft ze geheel staan, dan rult men met een der andere nevenklokken van plaats, blijft ook deze staan, dan is de fout in de leiding. Ook met den handstroomwender is dit op te merken.

Het komt ook voor, dat de zooeven genoemde klok op de plaats van een andere nevenklok gehangen, niet voort gaat, dan ligt de fout natuurlijk aan de klok zelf en moet hiervan de oorzaak opgespoord worden. Vooral is hierbij te letten op de draadverbinding der fijne spoeldraden.

Wanneer een geheele serie nevenklokken in een leiding of een aftakking der leiding geschakeld, blijft staan, dan ligt de fout aan een dier leidingen. Om dit te onderzoeken, worden alle verbindingen der nevenklokken los gemaakt en ook de leidingdraden aan de hoofdklok en onderzoekt men de leiding of deze ergens los of gebroken is en of kortsluiting plaats heeft. Wijst de naald een grooten uitslag aan, dan is er kortsluiting en moet de oorzaak daarvan opgespoord worden.

Meestal gebruikt een nevenklok 10—20 miliampère; zijn dus 20 nevenklokken in de leiding geschakeld, dan moet 200—400 miliampère den uitslag der naald zijn bij elke stroomsluiting.

Bestaat de leiding uit twee niet te lange parallellopende draden, dan kan men een derden hulpdraad leggen, die afwisselend in de plaats van den een of anderen draad verbonden wordt. Blijkt, dat de nevenklok op een dezer wijze loopt, dan is een der draden gebroken of in aanraking met vochtigen muur of een verbindingsplaats is los en meer dergelijke fouten doen zich voor. Is de leiding lang, dan kan met behulp van den handstroomwender en batterij de leiding, bijv. op de helft der lengte, op deze plaats worden verbonden en nagegaan of nu de klok gaat; naar gelang den uitslag van dit onderzoek maakt men nieuwe contactplaatsen verder af of dichter bij, waaruit ten slotte blijken zal, in welk deel der leiding de fout zit. Deze fouten komen meest bij slordig aangelegde leidingen voor en zijn dan vooral te vinden bij muurdoorgangen en aan de draadverbindingen onderling. Als de fout niet gauw te vinden is, dan is 't beste een nieuw stuk leiding in dit foutieve deel aan te brengen, dat men dan op behoorlijke manier verbindt en isoleert.

Behalve de opgenoemde fouten in batterij, normaalklok, nevenklok en leiding, komen nog anderen voor, die hier ter loops zullen worden aangegeven.

Bij netten, welke aan een elektrische centrale zijn aangesloten, komt het voor, dat de centrale zelf of een deel der leiding tijdelijk stroomloos is geweest. Worden accumulatoren als drijfkracht gebruikt, dan is op de toestand dezer te letten en of de voorgeschakelde weerstand, waarmee zij geladen worden, in overeenstemming is met hunne capaciteit. Als men hiervan niet zeker is, of niet over voldoende kennis hieromtrent beschikt, vrage men advies bij het aangesloten electriciteitsbedrijf. Het uur- en contactloopwerk der hoofdklok is door den horlogemaker zeker goed na te gaan en zoo noodig te herstellen; vooral is hierbij te letten op de draadverbindingen in de kast der hoofdklok en de verbindingen der contactplaatsen. Een der gevoeligste plaatsen in de nevenklok is de verbinding der draadeinden van de magneetspoelen, dezen zijn dikwijls afgebroken zonder dat dit, door de omspinning, is op te merken; door een lichte trekking aan deze draden kan men zich overtuigen of er iets aan hapert.

De tegenwoordige nevenklokken hebben wel allen gepolariseerde werken waarbij het, hoewel zelden, voorkomt, dat de staalmagneet zijn kracht verloren heeft; dit kan door inslaan van den bliksem of een breuk in 't staal ontstaan zijn. De staalmagneten moeten dan door anderen vervangen, of weer gemagnetiseerd worden.

Bij grootere netten, in fabrieken en scholen bijv., worden zeer dikwijls schellen of tijdsignalen aangesloten, waarbij wat de leiding en het nazien betreft, hetzelfde geldt als voor de elektrische uurwerken gezegd. Er is hierbij nog op de volgende punten te letten: De schellen moeten een aparte batterij hebben, daar het de oorzaak veler storingen is, als de uurwerken en schellen een gemeenschappelijke batterij hebben. De schellen hebben een veel grootere stroomsterkte noodig dan de klokken en dit levert een gemeenschappelijke batterij niet voldoende. Anders is het, wanneer een accumulatorenbatterij gebruikt wordt, deze geeft voldoende stroomsterkte voor beiden. Op te merken valt nog, dat geen gewone schellen hiervoor gebruikt mogen worden, daar dezen te lagen weerstand hebben, doch schellen met minstens 20—40 Ohm weerstand. Het onderzoek der schelleidingen behandelt men even systematisch als dat der klokken.

Hoe de fouten ook mogen zijn, deze zijn steeds te achterhalen, mits men daarbij systematisch te werk gaat en door oefening, al is het bij gewone schelleidingen, zich praktisch bekwaamt.

Moge de samenstelling dezer artikelen er toe hebben bijgedragen, dat de jonge horlogemaker zich op dit vak zal toeleggen en er mede vertrouwd raakt.