

DE ELECTROTECHNISCHE SCHOOL

5e DRUK.

DEEL IV.

De Zwakstroomtechniek.

DOOR

Ir. C. L. VAN DER BILT,

CIVIEL-INGENIEUR.

HOOGLEERAAR AAN DE TECHNISCHE HOOGESCHOOL.



N.V. UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ, VOORHEEN
VAN MANTGEM & DE DOES. — AMSTERDAM

HOOFDSTUK XXX.

ELECTRISCH BEWOGEN UURWERKEN.

§ 145. Verschillende systemen van tijdaanwijzing.

Men heeft den electrischen stroom ook toegepast om een regelmatigen gang van uurwerken te verzekeren.

Daarbij worden in den regel drie verschillende gevallen onderscheiden:

1. De tijd moet op ieder oogenblik op een bepaalden afstand worden aangegeven.

Dit geschiedt of daardoor, dat de wijzers van eene klok van seconde tot seconde of minuut tot minuut door een stroomstoot, afkomstig van de plaats, van waar men den tijd wil overnemen, een overeenkomstig eind verder worden bewogen, of de drijfkracht der klok, gewicht of veer, wordt door eene electro-magnetische vervangen.

2. Op een bepaald tijdstip moet een sein (z.g. t i j d s e i n) gegeven worden, waarnaar men zijne klokken gelijk kan zetten.

3. Men laat de aanwijzing der klokken op bepaalde tijdstippen door den electrischen stroom zelven regelen (vóór- en naloopen).

Het e e r s t e van de genoemde gevallen is het meest belangrijke en zal hier besproken worden. Men kan daarbij, zooals wij zagen, twee gevallen onderscheiden.

Het meest voorkomende is dat, waarbij een zuiver loopende, z.g. m o e d e r k l o k, opgesteld ter plaatse vanwaar de seingeving geschiedt, op bepaalde oogenblikken stroomstooten afzendt naar een groot aantal uurwerken (z.g. s y m p a t h i s c h e k l o k k e n, ook wel genoemd b i j k l o k k e n) en bij deze den wijzer doet verspringen.

Op welke wijze dit laatste geschiedt, zal nu allereerst besproken moeten worden.

§ 16. De constructie der sympathische uurwerken (bijklokken).

Denken wij ons eene wijzerplaat, verdeeld in 60 minuutstrepen en de as van den wijzer door de bekende overbrenging met getande raderen nog met de as van een uurwijzer verbonden, dan zal het duidelijk zijn, dat slechts langs electro-magnetischen weg i e d e r e minuut een stoot aan den wijzer behoeft gegeven te worden, om eene juiste aanwijzing te verkrijgen.

De oudere elektrische klokken bevatten nu eenvoudig een electromagneet welks anker, door een veer tegen een rustcontact gehouden, bij aantrekking van den stroom daarvan verwijderd werd en dan door een daaraan bevestigden pal, die in de fijne tanden van een rad greep, dit deed draaien.

De constructie is later eenigszins gewijzigd en zal nu voor de tegenwoordig meest verspreid zijnde soorten besproken worden.

Men kent n.l. voornamelijk:

a. De klok van Hipp.

b. „ „ „ Wagner (Grau-Wagner).

c. „ „ „ Siemens en Halske.

Deze fabrikanten hebben zich alle tot taak gesteld de stooten, die bij het aantrekken van het anker door zijn electromagneet op het raderwerk worden uitgeoefend, zooveel mogelijk te vermijden.

Daarvoor is het naast eene goede constructie noodig, dat o. a. de wijze van inschakeling, de weerstand der buitenleiding, de stroomsterkte, die den electromagneet moet bekrachtigen, juist worden vastgesteld en door den fabrikant worden medegedeeld.

De grootte der klokken, waarbij nog eene zekere overdraging wordt verkregen, is, naar het systeem dat gekozen wordt, verschillend.

Hipp gaat tot 1.20 M. middellijn van de wijzerplaat.

Grau-Wagner „ 2 „ „ „ „ „

Siemens en Halske „ 2 „ „ „ „ „

Terwijl oorspronkelijk de klokken meest door gelijkstroom werden gedreven, worden de zoeven genoemde soorten door een van teeken wisselenden stroom gevoed.

Bij gelijkstroom is het n.l. mogelijk, dat bij eene stroomsluiting, als het contact niet deugt, twee stooten inplaats van één ontstaan en dus de wijzer twee standen verder verplaatst wordt, terwijl hij slechts één stand verder mag draaien.

Bij van teeken wisselenden stroom is dit, zooals wij straks zien zullen, anders. Het anker blijft dan in denzelfden stand aanliggen, totdat een nieuwe stroomstoot van tegengestelde richting dien verbreekt.

Men gebruikt dan n.l. gepolariseerde electro-magneten, waarvan het beginsel vroeger o. a. bij de polaire relais reeds verduidelijkt is. Deze hebben vooreerst eene krachtiger werking en daarenboven kunnen dan vreemde stroomen (b.v. door inductie of atmosferische invloeden opgewekt) geen storenden invloed op den normalen gang der uurwerken uitoefenen. Al naar gelang het anker nu aanligt, zal het door zulk een stroom òf niet bewegen, als de stroom n.l. niet de daarvoor noodige richting heeft, of wèl en in dit laatste geval de beweging van het anker eenvoudig vervroegd worden. Komt dan echter daarop de volgende stroomstoot van de moederklok, dan zal deze aan den stand der wijzers niets kunnen veranderen.

Allereerst zal nu besproken worden de klok van Hipp.

§ 147. De klok van Hipp.

Een hoefijzervormige electromagneet (zie fig. 359) is met zijn juk P aan de ééne pool van een krachtigen staalmagneet M bevestigd.

De beide vrije uiteinden van dezen zullen dus dezelfde polariteit aannemen, als de met het juk verbonden pool van den staalmagneet.

Gaat er nu een stroom door de windingen van den electromagneet, dan zal het magnetisme aan de ééne pool versterkt, aan de andere verzwakt worden. Keert de stroom van teeken om, dan geschiedt juist het tegengestelde.

De staalmagneet heeft een tweede, langer been, welks einde tegenover het horizontaal draaibare anker A ligt. De vorm van dit anker blijkt uit fig. 360.

Onder den invloed van de magneetpolen zal A aan zijn uiterste einde de tegenovergestelde polariteit hebben als de electromagneetpolen en door deze beide

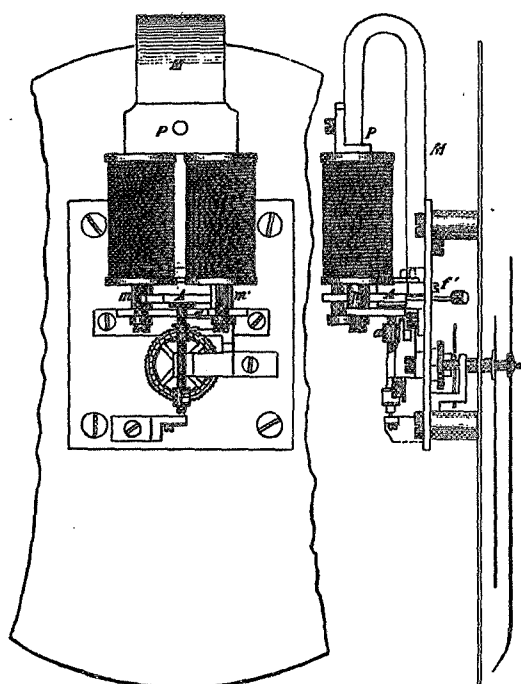


Fig. 359.

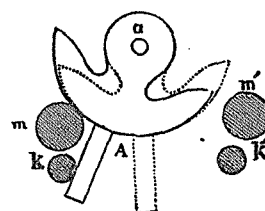


Fig. 360.

even sterk worden aangetrokken, als er geen stroom door de windingen gaat. Is dit echter wel het geval, dan zal de aantrekking van één der polen n.l. van degene, die versterkt is, de overhand hebben en daarom zal het draaibare anker door deze pool worden aangetrokken.

Bij de volgende wisseling der stroomrichting zal de werking van de andere pool het sterkst zijn en de arm dus naar de andere zijde gaan, zoodat het anker heen en weer gaat slingeren.

Men zal den eigenaardigen vorm van het anker opmerken. De beide vleugels aan den arm hebben tot taak de werking van de aantrekkende pool gedurende de geheele draaiende beweging zoo gelijkmatig mogelijk te doen zijn.

Met het anker is nu eene spil verbonden, die bij iedere heen en weer gaande beweging het rad een tand verder schuift en daardoor de wijzers doet ronddraaien.

Men heeft later eene methode bedacht om aan het anker eene draaiende beweging te geven, zoodat het door tandraderen direct met de as van den minuutwijzer kan worden verbonden. Dit beginsel is nu ook toegepast bij het thans te bespreken uurwerktype.

§ 148. De klok van Grau-Wagner.

Bij deze electrische klok (zie fig. 361) gaat door de pooleinden van een hoefijzervormigen staalmagneet *M* eene as, waarop twee eigenaardig gevormde ankers zijn bevestigd, elk bestaande uit twee diametraal tegenover elkaar gelegen armen, met zijdelingsche verlengstukken aan de einden.

De beide ankers (zie ook fig. 362) kruisen elkaar onder een rechten hoek en zijn door een geelkoperen stuk *d* gescheiden.

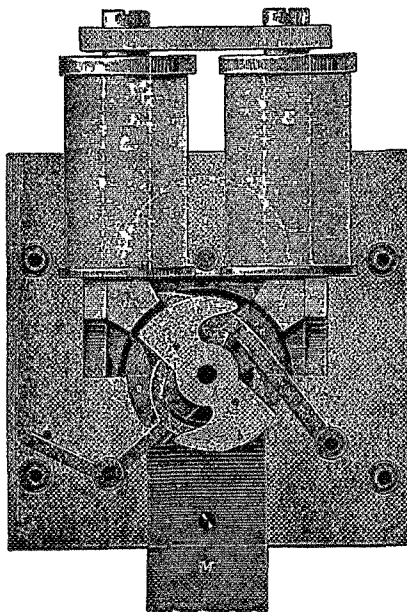


Fig. 361.

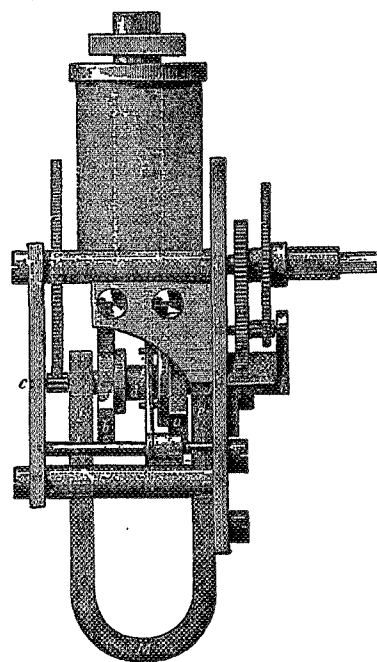


Fig. 362.

Ieder anker bevindt zich dicht vóór eene pool van den staalmagneet, zooals uit fig. 362 blijkt en worden door deze zoodanig gepolariseerd, dat zij aan de vrije einden de polariteit van de magneetpool verkrijgen (zie fig. 363).

De electromagneten zijn nu van poolstukken *h* en *g* voorzien, die een zoodanigen stand hebben, dat als één der poolstukken tegenover een arm van het ééne anker ligt, het andere poolstuk tegenover een arm van het andere anker ligt.

De randen van de neusvormige verlengstukken aan de armen der ankers zijn nu geen cirkelbogen, maar eenigszins naar binnen gekromd. Stel nu,

dat been f van den staalmagneet (zie fig. 362) de Noordpool is, dan zijn de einden van het ankerdeel b Noord-magnetisch en die van a Zuid-magnetisch. Zoodra nu door de moederklok een electrische stroom wordt afgezonden, waardoor de poolstukken h en g dezelfde polariteit verkrijgen, als de er tegenover liggende ankerdeelen, werkt de Noordpool bij h afstootend op b en aantrekkend op a , terwijl de Zuidpool bij g afstootend op a en aantrekkend op b werkt.

Het anker draait zich dus (zie ook fig. 363), waar b en a resp. A_2 en A_1 zijn genoemd, onder den invloed dezer magnetische werking zóóver, totdat de einden der armen tegenover de poolstukken der aantrekkende magneetpolen komen te liggen.

Eene minuut later zendt de moederklok een stroom van tegengestelde richting af en het anker draait andermaal 90° in dezelfde richting verder. Deze omwentelingen worden door middel van het op de as c bevestigde rondsel op het wijzerwerk overgebracht, terwijl eene bijzondere vanginrichting den wijzer belet telkens verder dan ééne minuut te verspringen, zoodat hij niet heen en weêr kan slingeren.

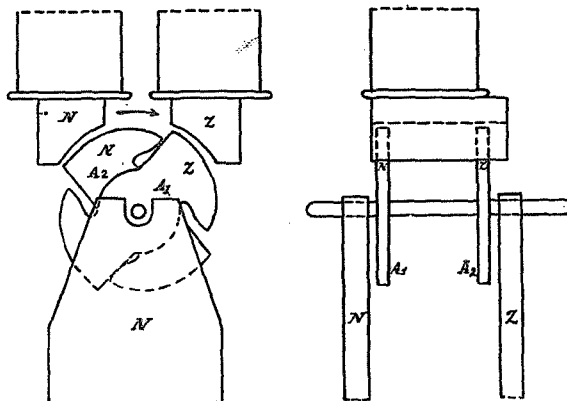


Fig. 363.

§ 149. De electrische klok van Siemens en Halske.

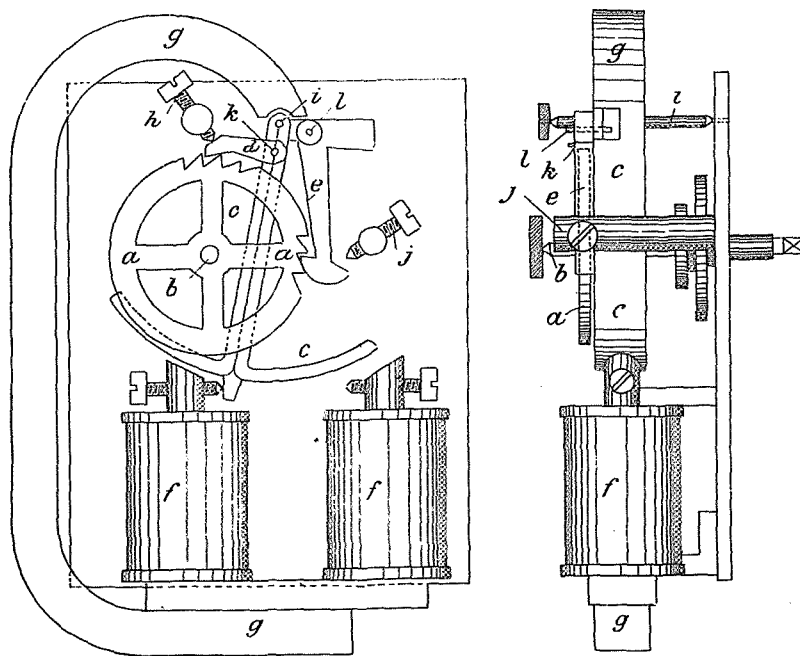


Fig. 364.

Hierbij wordt (zie fig. 364) het door een permanenten magneet *g* gepolariseerde anker *c*, dat zijn draaipunt in *i* heeft, door de werking van den electromagneet *f* in slingerende beweging gebracht.

Aan het anker *c* zijn de, om de punten *k* en *l* draaibare, beweeglijke, pallen *d* en *e* aangebracht, die zoodanig werken, dat bij de beweging van het anker naar links de pal *d* het rad *a* doet draaien, bij de beweging naar rechts echter de pal *e* het rad in dezelfde richting trekt.

Door den bijzonderen vorm van het anker *c*, worden het rad en daarmee de wijzer zeer langzaam voorwaarts bewogen, terwijl ook de groote lengte van het anker maakt, dat daarop slechts eene geringe kracht uitgeoefend behoeft te worden.

De regelbare aanslagschroeven *h* en *j* beperken den uitslag der pallen *d* en *e*.

§ 150. De moederklokken.

Voor deze soort klokken is een onberispelijke gang eene eerste vereischte. Het beste is daarom goede regulateurs met gewichten en secondslingers te gebruiken en, ter vermindering van storende invloeden op den gang van het uurwerk, het sluiten der contacten niet in de klok zelve te doen geschieden.

Het is n.l. beter, dat het uurwerk een daarmee verbonden bijzonder raderwerk alle minuten b.v. ontkoppelt en dat d i t werk dan de contacten sluit.

De inrichtingen, die daarvoor gemaakt zijn, zijn zeer verschillend. Een der meest in ons land verspreide, is die van *G r a u - W a g n e r*.

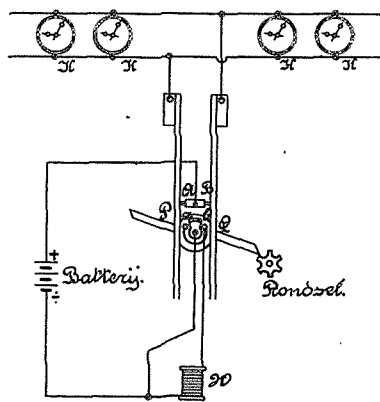


Fig. 365.

Het normaal-uurwerk in dit systeem bestaat uit twee deelen, ieder door een afzonderlijk gewicht in beweging gebracht, nl.

1°. een gewoon slinger-uurwerk met secondslinger;

2°. een raderwerk, dat een commutator kan ronddraaien, maar alleen, als daartoe een pal wordt losgelaten, die in hare beweging gestuit wordt door de tanden van een rondsel uit het gewone slingeruurwerk.

In een type klokken, zooals zij b.v. indertijd door de *Nederlandsche Instrumentenfabriek te Utrecht* veel voor onze spoorwegen zijn vervaardigd, draait

het rondsel, waarop de pal rust, met zoodanige snelheid, dat juist iedere minuut de pal vrijkomt en 180° kan draaien, vóórdat hij komt te rusten op een volgenden tand van het rondsel (zie fig. 365).

Op dezelfde as met den pal zit nu een commutator van de volgende constructie.

Twee harde veeren van nieuw-zilver met platina-contactruggen P en Q zijn door middel van koperen toestelblokjes gehecht aan de keten, waarin de klokken zijn geschakeld.

De $+$ en $-$ pool van eene batterij *Leclanché*-elementen zijn verbonden resp. aan een metalen dwarsarm met platina-einden A , B en aan een veertje drukkende tegen de as, waarop de bovengenoemde pal zit en waarop tevens een contactschijfje c met platinarug is bevestigd.

Op die as is ook nog bevestigd een geïsoleerd schijfje (eboniet), waarop 2 platina-pinnetjes a en b , die samen verbonden zijn met dezelfde pool van de batterij, die aan het contactstukje c is bevestigd, echter door een weerstandsklosje W van ongeveer 70Ω heen, welk klosje bovendien nog inductievrij gewonden is.

Uit fig. 366 blijkt nu duidelijk, dat als c in aanraking komt met de veer Q , het contact tusschen deze veeren en $A B$ verbroken is en de stroom dus in de richting van den pijl verloopt, terwijl bij aanraking met P deze juist is omgedraaid, zoodat de stroom iedere minuut in tegengestelden zin door de klokken gaat.

Welke is nu de rol van de stiften a en b van fig. 365? Draait de commutator uit den in fig. 365 aangegeven stand in den zin van den horlogewijzer een halven slag rond, dan wordt door de stift b eerst het contact bij B verbroken, doordien de stift b de veer Q op zijde drukt.

Dit is noodig, daar anders de kortsluiting $+ B Q c$ zou ontstaan. Daarna komt geleidelijk, omdat de stiften a en b en de platinarug van c op eenzelfde cirkelomtrek liggen, deze platinarug met veer Q in aanraking en zoolang dit contact bestaat, gaat de stroom door de leiding $m K n$.

Dan komt, vóór dat de verbinding tusschen c en Q wordt opgeheven, wat gepaard zou gaan met eene vrij sterke vonk als gevolg van het feit, dat de keten, waarin de sympathische uurwerken zijn geschakeld, eene vrij hooge zelfinductie heeft (veel magneetklossen), de stift a met Q in aanraking.

Een oogenblik bestaan dan twee stroomwegen.

$Q c \div$ pool van de batterij en $Q a W \div$ pool batterij, waarvan de eerste een zeer geringen, de tweede een weerstand van ongeveer 70Ω heeft.

Wordt nu het contact tusschen c en Q verbroken, dan geschiedt dit zonder vonk, omdat het contact tusschen Q en a nog bestaat en dus ook de gesloten stroomloop $+ \text{pool batterij} - A m K n Q a W \div$ pool batterij.

Draait de commutator verder door, dan komt eerst Q weer in aanraking met B en bestaat nog slechts de gesloten keten $+ \text{pool batterij}, B, Q, a W \div$ pool batterij, zonder zelfinductie en met een vrij hoogen weerstand, terwijl daarna deze keten uit den aard der zaak zonder vonkvorming verbroken wordt,

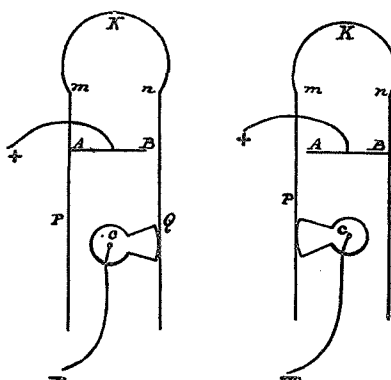


Fig. 366.

(zwakke stroom!) en de commutator zich bevindt in den stand, diametraal tegenover die, welke in fig. 365 is aangegeven.

Op een zeer soliede wijze wordt dus zonder vonkvorming en dus met een minimum slijtage de stroomrichting omgedraaid.

Ten slotte zij er op gewezen, dat een moederklok niet altijd een duur precisie-uurwerk behoeft te zijn, maar ook een goed loopende klok, die op bepaalde tijden, als z.g. tijdsein, b.v. van een sterrenwacht ontvangen wordt, gelijk wordt gezet, daarvoor kan dienen. De Nederlandsche spoorwegen en de Rijkstelegraaf ontvangen b.v. zulk een tijdsein van de sterrenwacht te Leiden.

Dit geval treft men dus bij onze spoorwegen nog al eens aan, b.v. te Roosendaal, waar tevens eene klok wordt gebezigd, die nimmer opgewonden behoeft te worden, aangezien iedere minuut, als de wijzers der sympathische uurwerken verspringen, de kleine gewichten, die het loopwerk en de contact-inrichting drijven, evenveel worden opgeheven, als zij gedurende het overige deel van de minuut gedaald zijn.

§ 151. Aanleg eener klokkenleiding bij parallelschakeling.

De sympathische uurwerken worden zoo goed als altijd naast elkaar in de leiding geschakeld. Dan is de eene onafhankelijk van de andere.

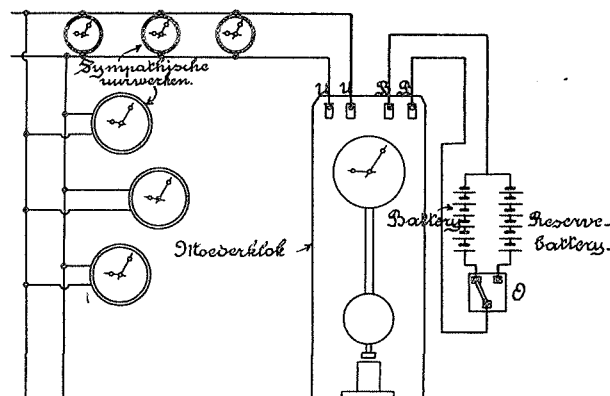


Fig. 367.

Blijft er dus eene klok stilstaan, terwijl de andere doorloopen, dan duidt dit op een gebrek in die klok.

Als geleiddraad binnenshuis is goed geïsoleerd koperdraad van minstens 1,5 mM. koperdoorsnede te gebruiken, voor buitenleidingen geëgalvaniseerd ijzerdraad van 2 mM. dikte of nog beter (vooral waar in-

vreten door rookgassen te duchten is) siliciumbronsdraad van 1,5 mM.

De batterij bestaat in den regel uit eene serie L e c l a n c h é-elementen van grootere, dan de normale afmeting (A. G. P e y e r - F a v e r g e r-elementen worden veelal gebruikt) of een aantal accumulatoren. Zij heeft dan in ieder geval een zeer geringen inwendigen weerstand.

De sterkte der batterij kan berekend worden uit de sterkte van den stroom, dien iedere klok moet hebben. Deze stroom bedraagt in den regel ongeveer 15—20 m.A. De klemspanning bedraagt veelal 6 Volt; W a g n e r

(te Wiesbaden) gaat wel hooger, n.l. tot 9 à 10 Volt en het zal duidelijk zijn, dat hoe grooter de wijzerplaat is, hoe moeilijker de langere en dus zwaardere wijzer bewogen kan worden.

Wagner geeft voor de stroomberekening van zijne klokken dan ook deze formule:

Er moet $0,004 d$ Watt beschikbaar zijn, als d = de middellijn van de wijzerplaat.

Het zal voorts duidelijk zijn, dat als klokken van verschillende grootte ingeschakeld moeten worden, dus klokken van verschillend stroomverbruik, de naast elkaar schakeling der klokken beslist toegepast moet worden.

In fig. 367 is voorgesteld een klokkenaanleg, waarbij van eene elementenbatterij gebruik is gemaakt. Is ze uitgeput, dan kan door het omschakelen van een krukje de reservebatterij ingeschakeld worden.

Onder den slinger van de moederklok ziet men een electromagneet

aangebracht. Deze ontvangt, als de slinger te langzaam gaat slingeren, een stroomstoot uit het net, die hem dan, daar onder den slinger een stukje week ijzer is aangebracht, aantrekt en harder laat slingeren.

Zooals gezegd, wordt veelal van accumatorenbatterijen gebruik gemaakt, wat ook minder aan onderhoud vordert. Zoo'n batterij moet dan uit een sterkstroomnet opgeladen

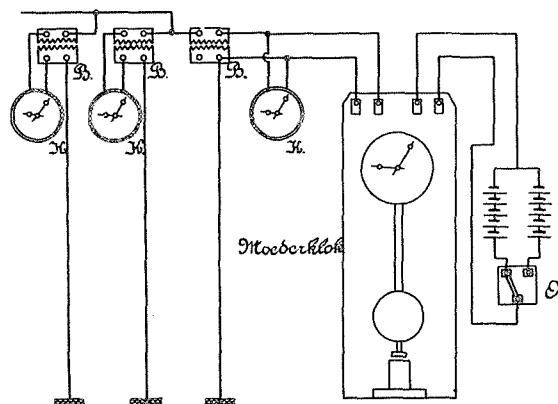


Fig. 369.

kunnen worden ¹⁾. Figuur 368 geeft aan hoe dan de aanleg wordt.

Vooral als de leidingen eenigszins lang worden en dus de aanleg vrij duur wordt, maakt men van de aarde als terugleider gebruik. De klokken worden dan tusschen deze en den eenen geleiddraad geschakeld, op de manier als in fig. 369 aangegeven.

Heeft men een bovengrondschen aanleg, dan moeten daarbij natuurlijk bliksemafleiders B ingeschakeld worden.

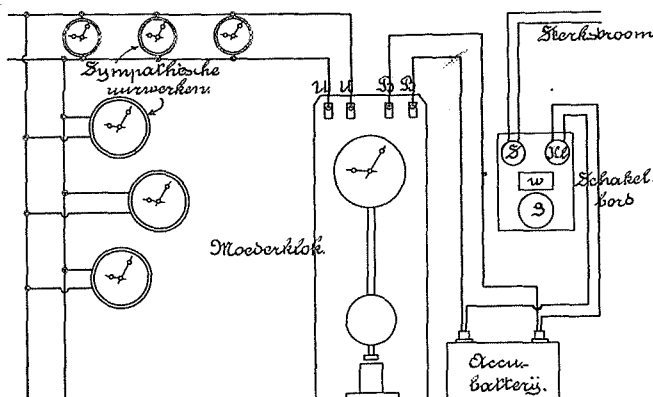


Fig. 368.

¹⁾ Bij de spoorwegen geschiedt dit ook wel, aangezien de spanning van het lichtnet te hoog is, door eene batterij Meidinger-elementen (3 elementen per accumulator).

Men behoeft niet altijd aardplaten in te graven, maar kan de terugleiding bij iedere klok aan gas- of waterleidingbuis soldeeren; men moet er dan echter zeker van zijn een metalliek doorverbonden weg te hebben en het soldeeren moet zeer nauwkeurig geschieden.

Als alleen één van de klokken achter of vóór gaat loopen, is dit zeer dikwijls te wijten aan een onvolledig contact van één der draden met de aarde.

Om de klokken gelijk te zetten met de moederklok, wordt dikwerf een commutator ingeschakeld. Met een snoercontact wordt eene verplaatsbare batterij (b.v. droge elementen) ingeschakeld en daarna de commutator met de hand zoo dikwijls heen en weêr bewogen, als het aantal minuten bedraagt, dat de wijzer vooruit gebracht moet worden.

§ 152. Aanleg eener klokkenleiding bij serieschakeling volgens het systeem *Brillié frères*.

Onder de nieuwere soorten electrische uurwerken verdient dat van *Brillié frères* in het bijzonder de aandacht.

Dit Fransche systeem, dat in ons land in de Landsdrukkerij te den Haag het eerst is toegepast, en thans bij de gemeente 's-Gravenhage voor de openbare tijdaanwijzing in gebruik is, werkt met:

- a. Een regelslinger, die als moederklok fungeert.
- b. Verdeelklokken, wier uurwerken door den regelslinger worden beïnvloed.
- c. Bijklokken die door de verdeelklokken gedreven worden.
- d. Relaisklokken, die eveneens door eene verdeelklok gedreven worden, maar op haar beurt ook bijklokken drijven.

De regelslinger *G* (zie fig. 370) bevat geen uurwerk en bestaat alleen uit een secondeslinger van ongeveer 1 M. lengte, die een tandraadje drijft, waardoor de contacten worden gemaakt.

Om den regelmatigen gang van den slinger niet te verstoren, is deze van een bronzen gewicht van ongeveer 5 K.G. voorzien en wordt het palletje, dat het tandraadje drijft, dicht bij het ophangpunt aangebracht.

Door eene bijzondere wijze van ophanging is de wrijving tot een minimum teruggebracht.

De invloed der temperatuur op de slingerlengte wordt door het gebruik van metalen met verschillende uitzettingscoëfficiënt gecompenseerd.

De amplitude der slingering wordt zeer zorgvuldig constant gehouden, door de werking van een electromagneet M_1 op een permanenten magneet A , welke laatste aan het ondereinde van den slinger is aangebracht.

Iedere 2 seconden (de duur van ééne volle slingering) wordt het contact C_1 gesloten en de electromagneet M_1 door een stroom, ontleend aan het element B_1 bekrachtigd, zoodat A versneld en de wrijving opgeheven wordt.

Daar de permanente magneet A tevens induceerend op M_1 werkt, is de stroom kleiner dan $\frac{E}{R}$, als E de electromotorische kracht van het element en R de weerstand van den stroomkring beduidt. Immers hij is steeds $\frac{E - E_i}{R}$, waarin E_i de electromotorische kracht is, in de magneetwikkelingen geïnduceerd.

Van deze induceerende werking wordt bovendien gebruik gemaakt om

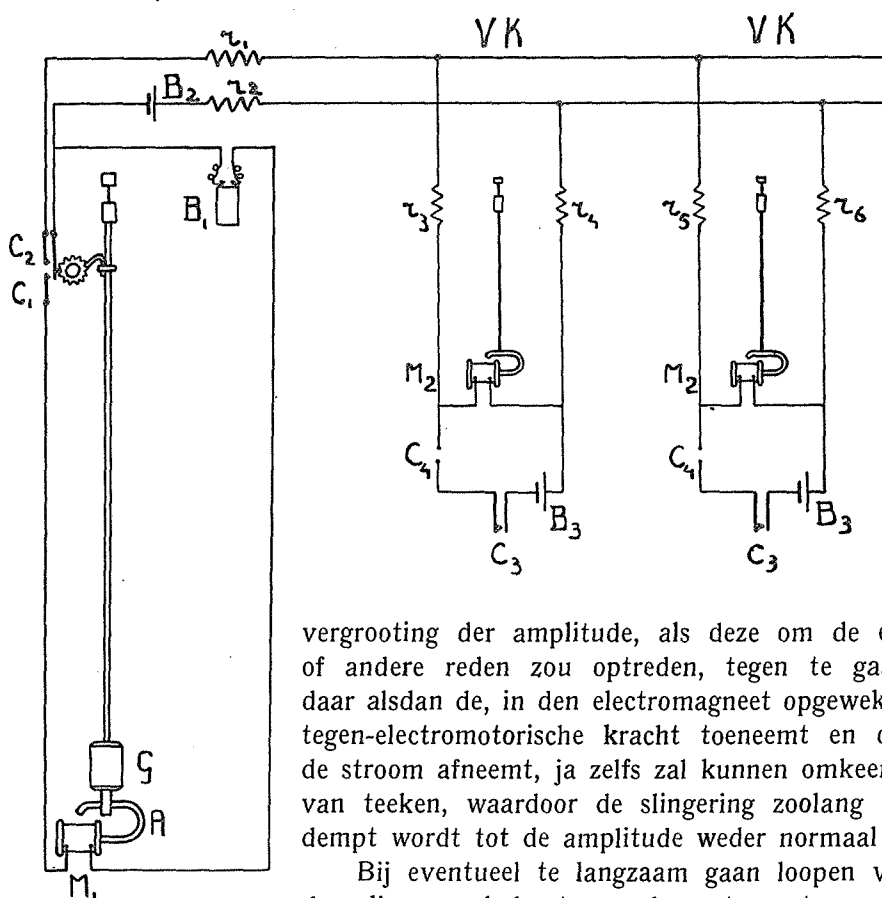


Fig. 370.

vergrooting der amplitude, als deze om de een of andere reden zou optreden, tegen te gaan, daar alsdan de, in den electromagneet opgewekte, tegen-electromotorische kracht toeneemt en dus de stroom afneemt, ja zelfs zal kunnen omkeeren van teeken, waardoor de slingering zoolang gedempt wordt tot de amplitude weder normaal is.

Bij eventueel te langzaam gaan loopen van den slinger, zal de stroom daarentegen toenemen en daardoor de slinger steeds sterker aangetrokken worden, zoodat hij spoedig zijn normalen gang zal hernemen.

Normaal is dus de spanning van het element, E iets grooter dan de inductieve spanning E_i , zoodat er een zwakke stroom, groot 0,1 à 0,2 milli-Ampère ontstaat, welke voldoende is om de wrijving te overwinnen.

Daar het contact slechts gedurende $\frac{1}{7}$ eener volle slingering gesloten is, dus $\frac{1}{7}$ eener seconde, wordt iedere seconde door het element slechts een stroom van hoogstens $\frac{1}{7} \times 0,2 = 0,03$ milli-Ampère afgegeven; het element heeft eene capaciteit van 3 Ampère-uren en kan derhalve ongeveer 100000 uren of wel een twaalftal jaren dienst doen.

Tegelijk met het contact c_1 wordt ook c_2 gesloten en zal het element B_2 stroom aan de verdeelklokken leveren.

Deze verdeelklokken (V. K, fig. 370) bevatten een gewoon uurwerk en kunnen geheel onafhankelijk van den regelslinger loopen, daar ook zij een electromagneet met element B_3 bezitten, welke den gang verzekert, geheel analoog als bij den regelslinger. Zij verschillen hiervan:

1°. door de slingerlengte, welke slechts 0,25 M. bedraagt en waardoor de slingertijd slechts de helft bedraagt (immers deze is evenredig met den vierkantswortel uit de lengte: $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$).

2°. door het drijven van een uurwerk met uur-, minuut- en secondewijzer.

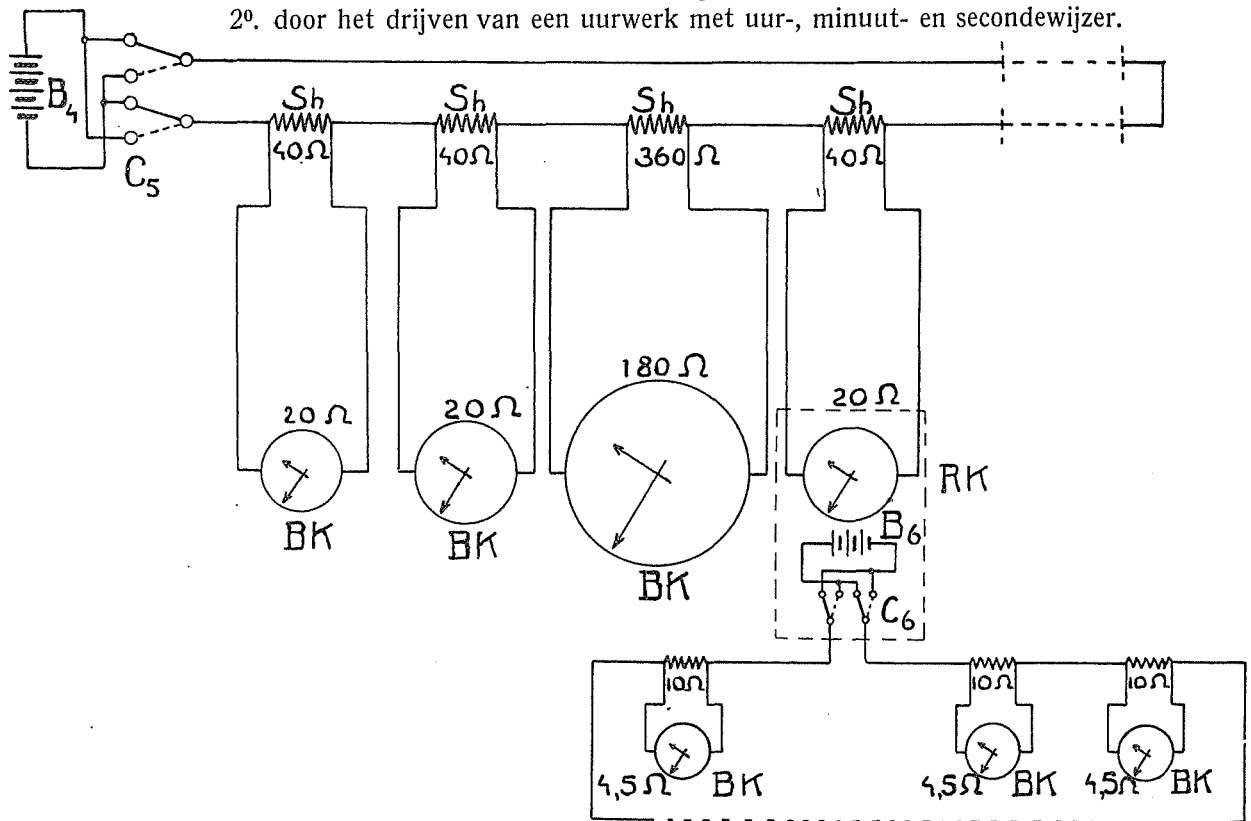


Fig. 371.

Op den secondewijzer van dit uurwerk is een excentriekje aangebracht, waardoor iedere halve minuut een contact (C_5 , fig. 371) wordt gesloten, waardoor de bijklokken en de relaisklokken iedere halve minuut een stroomstoot ontvangen van tegengestelde richting.

3°. doordien de electromagneet M_2 iedere 2 seconden behalve van B_3 , ook van B_2 stroom kan ontvangen (zie fig. 370), waardoor de synchrone gang met den regelslinger gehandhaafd blijft. Daarbij verhinderen de weerstanden r_1 , r_2 , r_3 en r_4 enz., variërende van 100—1000 Ω , den stroomdoorgang van het eene element naar het andere, voor het geval de electromotorische krachten onderling zouden verschillen.

Daar de synchrone gang der verdeelklokken door den regelslinger verzekerd is, behoeven ze minder nauwkeurig gemaakt te zijn.

Het contact c_3 wordt dus iedere seconde gesloten, het contact c_4 wordt bij plaatsing der klok van zelf blijvend gesloten.

De bij klokken (B. K. fig. 371) ontvangen nu van uit de verdeelklok iedere halve minuut een stroomstoot en wel telkens van wisselende richting. Een groot aantal er van kan op iedere verdeelklok loopen.

Zij worden daarbij in serie geplaatst en van verschillende weerstanden (20—180 Ω) voorzien, afhankelijk van de grootte der wijzerplaat.

De constructie volgt uit fig. 372 en 373. Een draaibare electromagneet, welke het uurwerk drijft, is tusschen de polen a, b, c, d van een permanenten magneet N. S. aangebracht.

Door de wisselende stroomstooten

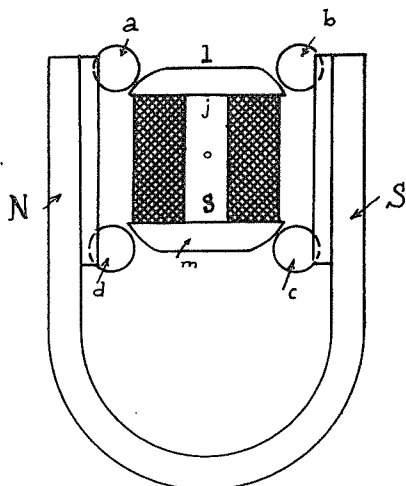


Fig. 372.

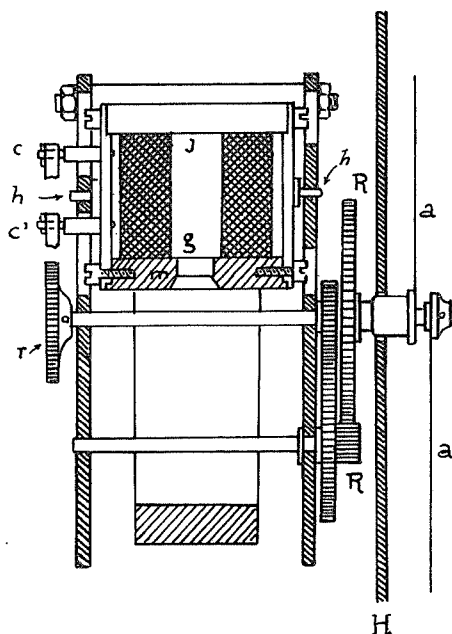


Fig. 373.

zal (fig. 373) de electromagneet om de tapjes $h h$ schommelen en zoo het uurwerk R drijven.

De electromagneten der bijklokken ontvangen hun stroom van de batterij B_4 en zijn parallel aan de shuntweerstand (fig. 371) ingeschakeld. Hierdoor wordt vonkvorming bij verbreking van het contact c_5 (zie fig. 371) in de verdeelklok voorkomen.

Deze shuntweerstand zijn tweemaal zoo groot als die der electromagneten der bijklokken.

Aangezien de stroom in de keten ongeveer 50 milli-Ampère bedraagt, gaat derhalve door de electromagneten ongeveer 34 m.A. en door de shuntweerstand ongeveer 17 m.A.

De stroomstoot duurt ongeveer 1 seconde, zoodat per jaar

$$\frac{0,050 \times 24 \times 365}{30} = 14,6 \text{ Ampère-uren nodig zijn.}$$

Bij gebruik van Leclanché-elementen van eene capaciteit van 60 Ampère-uren kunnen deze elementen het dus ongeveer 4 jaar uithouden.

Bijklokken met eene middellijn van de wijzerplaat, groot 45 à 70 cM. hebben 20 Ω weerstand, waarvoor dus 0,6 Volt per klok noodig is. Voor bijklokken tot 140 cM. diameter (180 Ω weerstand) is ongeveer 6 Volt voldoende.

De z.g. relaisklokken (R. K. fig. 371) worden in serie met de bijklokken op eene verdeelklok aangesloten en zijn bedoeld voor particulieren, welke eene serie bijklokken met afzonderlijke stroombron op het hoofdnet wenschen aan te sluiten.

De relaisklok bedient dan ook hoofdzakelijk een commutatorcontact c_6 (fig. 371), dat in de lokale keten iedere halve minuut stroomen van wisselende richting doorlaat. De grootte der lokale batterij B moet in overeenstemming met het aantal klokken in de lokale keten bepaald worden.

Deze hebben meestal eene middellijn, kleiner dan 50 cM. De seriestroom bedraagt weêr 50 mA., de shuntweerstand 10 Ω , de magneetweerstand ongeveer 4,5 Ω . Per klok is derhalve ongeveer 0,16 Volt voldoende, zoodat op een element een 9 tal kan aangesloten worden.

§ 153. Eene klok van Nederlandsche vinding.

In den laatsten tijd worden hier te lande electromagnetische uurwerken vervaardigd door de E. N. E. M. (Eerste Ned. Electromagn. Uurwerkenfabriek te Utrecht) volgens het patent Laméris.

Evenals bij vorige systemen maakt eene moederklok iedere minuut contact voor diverse bijklokken, waarvan de benoodigde stroomsterkte naar gelang klokdiаметer en weerstand 4 à 20 mA. bedraagt.

De moederklok is zoodanig ingericht, dat de veer van het uurwerk iedere minuut, electromagnetisch, zooveel wordt opgewonden, als ze gedurende dien tijd is afgeloopen, zoodat deze klok met de, daarop aangesloten, bijklokken door een zestal elementen 5 à 6 jaar kan loopen, waarna alleen de batterij vernieuwd behoeft te worden.

Door de E. N. E. M. worden eveneens op zich zelf staande penduleklokken uitgevoerd, waarop in particuliere huizen een aantal kleine bijklokken kunnen worden aangesloten; pendule en eventueel ook de bijklokken worden zoo noodig van slagwerk en wekkerinrichting voorzien, waarvan de veeren eveneens electromagnetisch worden opgewonden.

De contactinrichting in de moederklok is in fig. 374 (vergroot) aangegeven.

De stroomomkeering voor de buitenleiding wordt verkregen door de contacten c_1 en c_2 , welke met de + en — pool der batterij verbonden zijn en iedere minuut eenê halve omwenteling maken. Gedurende ongeveer ééne seconde slepen ze dan langs de veeren F_1 en F_3 , waardoor de stroom

in de leiding gaat. Om vonkvorming bij het verbreken van den stroom te voorkomen is eene veer F_2 aangebracht, welke via een inductievrijen weerstand van $80\ \Omega$ met F_1 verbonden is. F_2 is naast F_1 geïsoleerd aangebracht en wel zóó, dat c_1 of c_2 eerst van F_1 afglijdt, waardoor de weer-

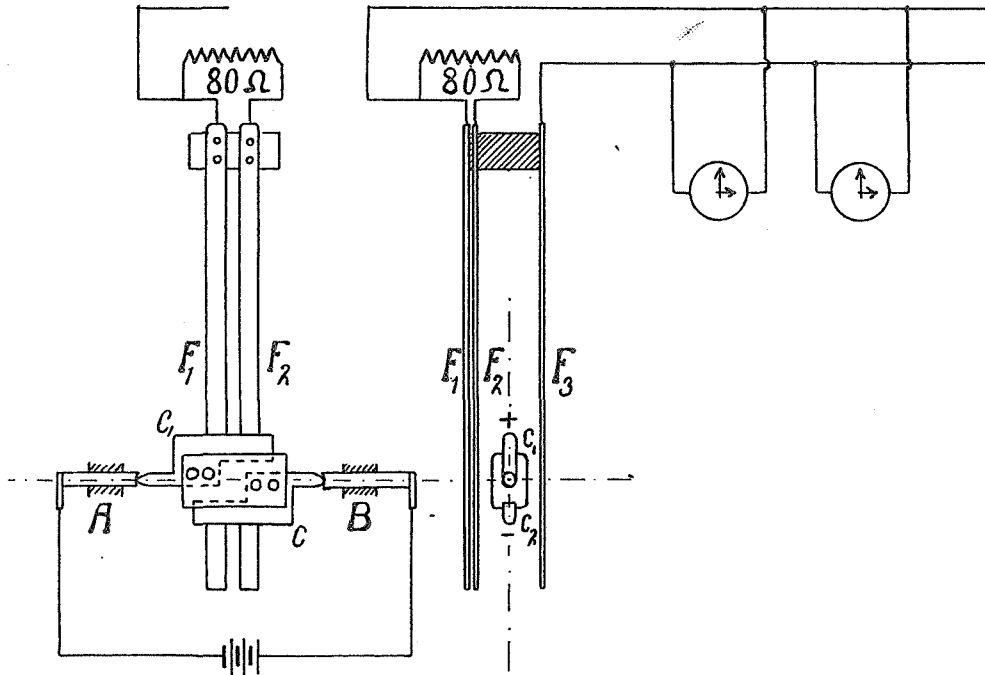


Fig. 374.

stand van $80\ \Omega$ in de leiding wordt geschakeld en dan pas van F_2 en F_3 . De stroom is dus bij verbreking zoo sterk gereduceerd, dat geen contactvonk optreedt.

De contacten c_1 en c_2 zijn op een ebonieten stukje aangebracht en draaien in de tapjes A en B, welke met de batterij zijn verbonden. Door het vermijden van aanliggende contacten worden door het sleepen en draaien de deelen steeds blank gehouden.