

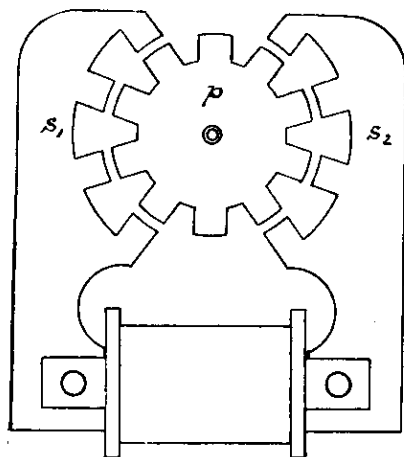
ELECTRISCHE UURWERKEN

HANDLEIDING TOT DEZELVER BESTUDERING

DOOR

W. P. HOOGEVEEN

AMBTENAAR VAN DE TECHNISCHE
DIENST DER TELEGRAFIE EN TELEFONIE



TEMPORA MUTANTUR
(DE TIJDEN VERANDEREN)

6e AANGEVULDE DRUK
N.V. DRUKKERIJ CUPERUS
DE BILT
1957

Voorbericht bij de vijfde druk

Toen met ingang van 19 Januari 1947 het Vestigingsbesluit uurwerkbedrijven werd afgekondigd, waarbij de electrische uurwerken werden opgenomen in de lijst van uurwerken waarop voornoemd vestigingsbesluit van toepassing is, is het vanzelfsprekend, dat de Horlogemakers nog meer belang gingen stellen in deze uurwerken, omdat zij overeenkomstig genoemde wet hun vakbekwaamheid moesten tonen op het gebied van de

ELECTRISCHE TIJDAANWIJZING

Ik hoop dan ook, dat de thans verschenen, aanzienlijk aangevulde, 5e druk van mijn boek

ELECTRISCHE UURWERKEN

een leiddraad moge zijn bij de bestudering van deze uurwerken.

's-Gravenhage, October 1950.

W. P. H.

Voorbericht bij de zesde druk

Bij het verschijnen van de gewijzigde en uitgebreide zesde druk van mijn boek

ELECTRISCHE UURWERKEN

is het van belang, dat de kandidaten, die zich voorbereiden voor deelname aan het vestigings-examen inzake Vakbekwaamheid in het uurwerkmakers-bedrijf, gelijktijdig met de bestudering van de verschillende hoofdstukken, de in dit boek voorkomende vraagstukken met aandacht raadplegen en uitwerken.

's-Gravenhage, januari 1957.

W. P. H.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal omwentelingen per minuut van een wisselstroommachine bij verschillende frequenties en een verschillend aantal magneetpolen.

Aantal polen v. d. mach.	Frequentie's.					
	15	20	25	40	50	60
	Aantal wisselingen per minuut					
	1800	2400	3000	4800	6000	7200
Aantal omwentelingen per minuut:						
2	900	1200	1500	2400	3000	3600
4	450	600	750	1200	1500	1800
6	300	400	500	800	1000	1200
8	225	300	375	600	750	900
10	180	240	300	480	600	720
12	150	200	250	400	500	600
15	120	160	200	320	400	480
20	90	120	150	240	300	360
24	75	100	125	200	250	300
30	60	80	100	160	200	240

Wat gebeurt er nu in een geleider, waardoor een wisselstroom gezonden wordt?

Een geleider, waardoor een elektrische stroom gaat, wekt, zoals reeds is vermeld, een magnetisch veld op. Veronderstel, dat in een stroomketen een E optreedt, die regelmatig of periodiek van richting wisselt. Wat zal er dan gebeuren, wanneer de E in positieve richting begint te werken? Op het ogenblik, dat deze E in de gesloten geleider een stroom zal trachten op te wekken, zal de geringste stroom een magnetisch veld doen ontstaan. Zoodra echter dit veld ontstaat, wordt een E opgewekt, die de oorspronkelijke E tegenwerkt of wel verzwakt. Dit is de tegen-electromotorische kracht (E) der zelf-inductie.

Immers, er komt een wijziging in het aantal krachtlijnen, dat de geleider omgeeft. Op het moment, dat er nog geen stroom was, waren er geen krachtlijnen, doch de zwakste stroom doet reeds enkele krachtlijnen ontstaan. Neemt nu het aantal krachtlijnen toe, dan moet in de geleider een E opgewekt worden. Zoals gezegd is, stijgt de E echter in positieve richting tot het maximum en dien-tengevolge zou ook de stroomsterkte in gelijke mate moeten stijgen, wanneer niet de oorspronkelijke E werd tegengewerkt of verzwakt door de tegen- E der zelf-inductie.

De E van een wisselstroom neemt toe van nul tot een zeker maximum evenals de stroomsterkte, maar gedurende de toename van de stroomsterkte zal er steeds een E der zelfinductie optreden, die de oorspronkelijke E tegenwerkt en de toename van de stroomsterkte vertraagt.

worden door een compensatie-slinger, die dan uit nikkelstaal is vervaardigd.

Behalve deze uurwerken worden door Wagner nog transportabele moederklokken gemaakt, zie fig. 121, welke zijn uitgerust met een anker-échappement en een spanveer voor het aandrijven van ieder mechanisme.

De in fig. 120 afgebeelde klokken zijn ingericht voor één groep van maximum 50 nevenuurwerken. De staande klokken echter, volgens fig. 122, worden behalve voor één groep van 50 tot 100 uurwerken, ook vervaardigd voor een capaciteit van 300 nevenklokken; verdeeld over 2 tot 6 groepen. Hierbij wordt aangenomen, dat de contactinrichting van de toegepaste moederklokken, zonder schadelijke gevolgen — als verbranden van de contactpunten — een stroom kunnen sluiten van maximum 0.5 Amp.

Teneinde nu een duidelijk beeld te krijgen, is in fig. 123 het voor-aanzicht van een uurwerk met secunde-slinger en elektrische opwindinrichting weergegeven.

Uit deze figuur blijkt, dat bovendien aan de rechterkant een 6 secunde-contact is aangebracht voor het elektrisch bewerken van speciale uurwerken, als calculagrafen, etc., die echter, inplaats van per minuut, om de 6 seconden verspringen.

Hiervoor zijn op de as van de secunde-wijzer twee palraderen geklemd. Deze raderen hebben 10 tanden en zijn ten opzichte van elkaar zó gesteld dat, om de 5 seconden, telkens één van beide hefboomen, (in fig. 124 met x aangeduid), die in hun midden draaibaar zijn en met de boven-einden over deze raderen glijden, één secunde eerder afvalt, waardoor gedurende die tijd tussen de punten x en ij (zie fig. 124) contact wordt gemaakt.

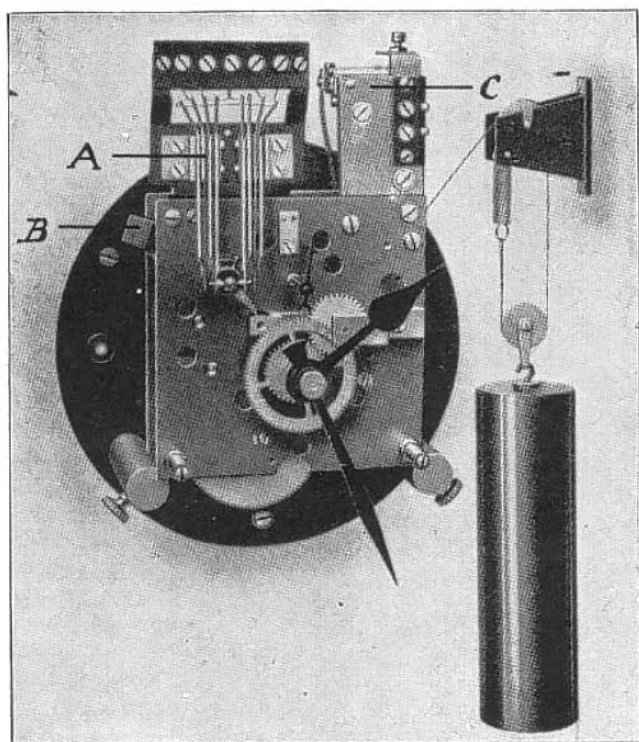
Aan de linkerkant bevindt zich nog een hefboom waarmee het mogelijk is om met de hand de nevenuurwerken gelijk te zetten. Dit geschiedt door deze hefboom in korte rustpozen op en neer te bewegen. Bij de moederklokken met elektrische opwindinrichting is het noodzakelijk, dat dan de electromagneet van deze inrichting wordt uitgeschakeld. Hiervoor is aan de onderkant van het houten blokje, waarop de beide spoelen zijn gemonteerd een schakelaartje aangebracht.

Fig. 124 geeft een algemeen overzicht van de wijze, waarop de verschillende onderdelen van een moederklok met elektrische opwindinrichting en 6 secunde-contact met elkander zijn verbonden. Dit schema spreekt voor zich zelf en behoeft derhalve geen toelichting.

11. Moederklokken van Siemens & Halske

In de laatste 35 jaar heeft de ontwikkeling van de elektrische tijd-aanwijzing grote vorderingen gemaakt en gedurende die tijd zijn, behalve in vele andere systemen, ook door de firma Siemens & Halske te Berlijn belangrijke verbeteringen aangebracht in de constructie van haar moeder- of „normaal” klokken. Waren het aanvankelijk uurwerken met een afzonderlijk loopwerk voor het slui-

ten van de contacten voor de nevenuurwerken, thans worden door Siemens & Halske moederklokken geconstrueerd, samengesteld uit een enkelvoudig gaandewerk met ingebouwd contactwerk, zie fig. 125, waarbij voor de aandrijving slechts één gewicht nodig is. De hoofd- of normaalklokken hebben een compensatie secunde- of $\frac{3}{4}$ secundeslinger, gebouwd in eikenhouten kast.



A contactinrichting B magnetische rem C elektrische opwinding
Fig. 125

In hoofdzaak komen zij voor in twee uitvoeringen, n.l. in staande kast, zoals fig. 126 aangeeft en als hangklok, waarvan fig. 127 een vooraanzicht toont.

Deze laatste uurwerken worden uitgerust met een contactwerk en een elektrische opwinding, waarvan voor beide, resp. onder no. 6 en 8 van dit hoofdstuk, een beschrijving is voorafgegaan.

In deze normaalklokken wordt de snelheid van de ronddraaiende beweging van het contactwerk geregeld door een reeds eerder genoemde magnetische rem of Ferraris-schijf genaamd bestaande uit een sterke permanente ringvormige magneet *m*, waarvan de beide polen dicht tegenover elkaar zijn gelegen, zie fig. 128.

Tussen deze polen draait een aluminium schijfje *s*. De as van

dit schijfje is voorzien van een ronsel i, dat, op dezelfde wijze als van een windvleugel, grijpt in de raderen van het uurwerk.

De remmende werking bestaat nu daarin, dat, gedurende de beweging, in het schijfje wervelstromen worden opgewekt, die dit schijfje beletten rond te draaien of althans het ronddraaien bemoeilijken. Neemt evenwel de snelheid van de beweging toe, dan treden de wervelstromen ook in sterker mate op, waarvan het gevolg is, dat de remmende werking in diezelfde mate zal toenemen. Omgekeerd zullen bij afname van de snelheid, de opgewekte wervelstromen een geringere remmende kracht op het schijfje uitoefenen.

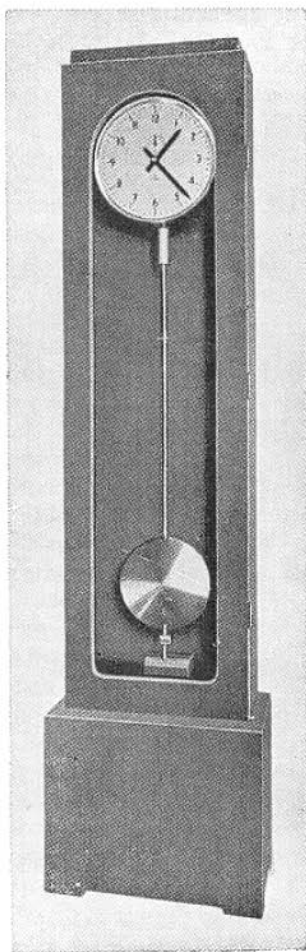


Fig. 126

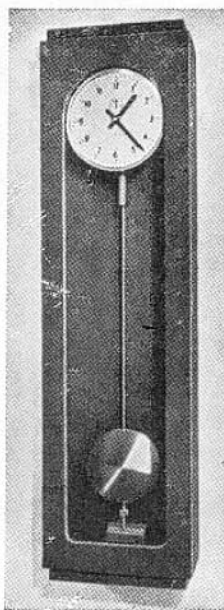


Fig. 127

In fig. 129 is nog een andere moederklok van Siemens & Halske voorgesteld, die niet alleen is uitgerust met een automatische opwindinrichting, maar bovendien met een mechanisme, een z.g. **differentieelwerk**, waarmee het uurwerk, ná herstellen van een of ander opgetreden batterij-storing (b.v. een doorgeslagen zekering of draadbreek) weder automatisch de achtergebleven tijd kan in-

halen, m.a.w. zich opnieuw op de juiste tijd instelt. Dit wordt bereikt door genoemd differentieelwerk en de beide in serie geschakelde contacten a en b.

Het differentieelwerk bestaat uit een tweetal hefbomen i en j en een raderwerk, dat in verbinding staat met de trommel van de snaar, waaraan het gewicht is opgehangen.

Gedurende het aflopen van de trommel beweegt de op een van deze raderen aangebrachte pal zich langzaam en ontkoppelt juist

op elke volle minuut de hefboom j. Deze hefboom maakt de tweede hefboom i vrij, die vervolgens het contact b sluit. Verder worden aan deze moederklok aangetroffen een pertinax sterrad r, voorzien van 5 tanden, en een metalen rad s met 10 tanden. Beide

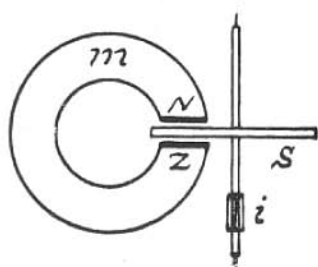


Fig. 128

raderen zitten op één as. Aan het achtereinde van deze as bevindt zich een palrad, dat wordt voortbewogen door een pal van het anker van de hefmagneet (achter het contactwerk c opgesteld).

Het pertinax rad r sluit beurtelings óf het linker óf het rechter stel veren van de contactinrichting c, terwijl het rad s de hefboom i in zijn ruststand brengt. Het contact a (achter de voorste stellingplaat) wordt bij elke dubbele

schommeling der slinger gesloten.

Het daarmee in serie geschakelde contact b daarentegen wordt elke minuut gemaakt door de hefboom i. Fig. 130 stelt het schema van deze contactinrichting voor. De werking van het mechanisme is nu als volgt:

Als het uurwerk zijn functies normaal verricht, zal zodra het contact b gesloten is. (dit geschiedt, zoals reeds eerder is meegedeeld.

op elke volle minuut door de ontkoppelde hefboom i) het contact a bij de eerstvolgende slingering van de slinger de stroomketen sluiten van de hefmagneet.

Het anker van deze magneet trekt aan, waardoor de beide raderen een stap verder draaien. Het rad r sluit dan een van beide contacten van c voor het doen verspringen van de nevenuurwerken (in fig. 129 is voorgesteld het ogenblik, waarop het linker contact is gesloten), terwijl het rad s met een tand voor de hefboom i komt te staan. Vervolgens sluit de slinger bij de daarop volgende slingering opnieuw het contact a. Het gevolg hiervan is, dat de raderen weder een stap verder gaan. Het rad r

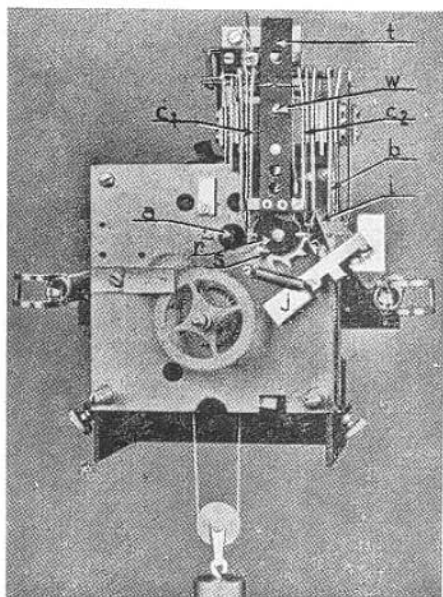


Fig. 129

maakt nu het (linker) contact open. Het rad s brengt de hefboom i

in zijn ruststand. Gelijktijdig met het aantrekken van het anker van de hefmagneet wordt niet alleen het gewicht zoveel opgetrokken als het in de voorafgaande minuut is gezakt, maar wordt door de pal van het differentieel-werk bovendien de hefboom j in z'n ruststand teruggebracht. (Voor de werking van deze opwind-

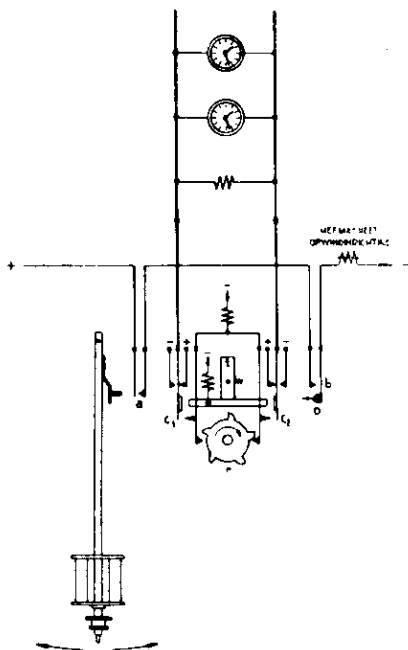


Fig. 130

inrichting wordt verwezen naar No. 8 van dit hoofdstuk). Tijdens de daarop volgende minuut kan het contact a de stroom van de hefmagneet niet sluiten, omdat het contact b gedurende die tijd geopend blijft.

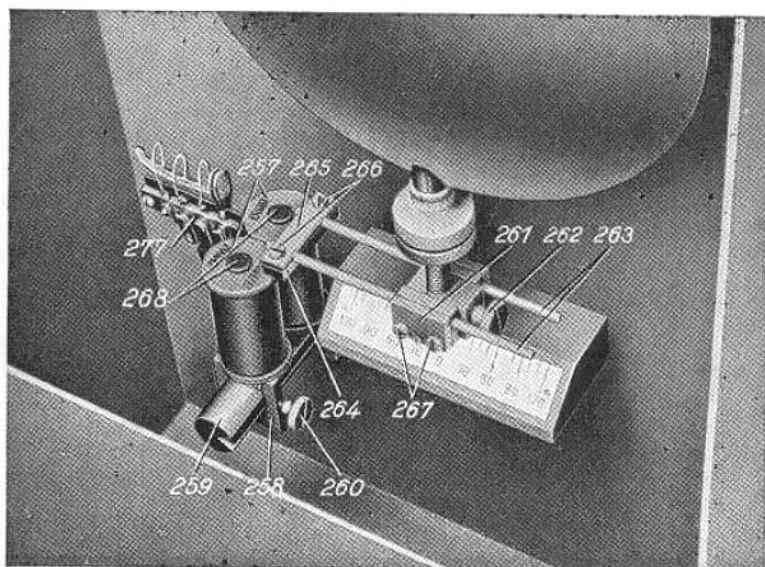
Doet het geval zich nu voor, dat een batterij-storing optreedt, die b.v. 10 minuten duurt, dan worden, op de eerstvolgende minuut na het optreden van de storing de hefboom i en j wel ontkoppeld en wordt het contact b gemaakt. Tengevolge van deze storing is echter geen spanning aanwezig, zodat geen stroom door het contact a gesloten wordt. In verband daarmee zakt het gewicht over een hoogte gelijk aan een val overeenkomende met 10 minuten, waarbij dan tevens de nevenuurwerken blijven stilstaan.

Het is duidelijk, dat, na het opheffen van de storing, bij elke dubbele schommeling van de slinger, het contact a de stroom sluit. De raderen r en s zullen vervolgens in de gelegenheid zijn 10 maal hun functie normaal te verrichten, m.a.w. bij elke dubbele slingering wordt om de beurt het linker en het rechter contact van de contactinrichting c gesloten. De nevenuurwerken ontvangen dienovereenkomstig 10 stroomstoten en stellen zich weder op de juiste tijd in. Tegelijkertijd wordt het gewicht door de hefmagneet eveneens in 10 sprongen tot zijn normale hoogte opgetrokken. Eindelijk, na de laatste (10e) impuls brengt de pal van het differentieel-werk de hefboom i in zijn ruststand terug en is het uurwerk gereed voor het verrichten van zijn normale functies. De valhoogte van het gewicht is zodanig berekend, dat de achtergebleven nevenuurwerken nog ná 12 uur ten volle op de juiste tijd worden gelijkgezet. Het is mogelijk de nevenuurwerken met de hand gelijk te zetten. Dit kan geschieden door de pertinax hefboom t van de contactinrichting c heen en weer te bewegen. Deze hefboom is bij w draaibaar, zodat, indien het boven einde heen en weer wordt be-

wogen, de contacten beurtelings gesloten worden. De contact-inrichting van deze moederklokken is geconstrueerd voor een max. belasting van 0.5 ampère; zodat, bij een batterijspanning van 24 volt op deze klokken max. 50 nevenuurwerken van het type volgens fig. 72 kunnen worden aangesloten.

11a. Synchroniseer-inrichting

Bij grote elektrische klokken-installaties, die meestal zijn uitgerust met twee moederklokken, waarvan de ene als reserve dienst doet, is het, met het oog op de noodzakelijkheid van een volkomen gelijke gang van beide uurwerken, van veel belang, dat de beide slingers onderling synchroon lopen. In het volgende nummer wordt bij de behandeling van de moederklokken van Brillié-Frères medegedeeld, op welke wijze de groepsmoederklokken of relais-slingers door de hoofd-moederklok gesynchroniseerd worden. Het is nu bij andere systemen ook mogelijk de slingers van een of meer moederklokken synchroon te laten lopen b.v. met een astronomische standaard-klok. Volgens het systeem van Dr. S. Riefler wordt voor zulk een synchroniseer-inrichting een electro-magneet



(fabrieksfoto)

Slinger van Siemens & Halske met synchroniseer-inrichting

257	electro-magneet	264	weekijzeren anker
258	verstelbare klem	265	dekplaat
259	statief	266	klemschroeven
260	knopschroef	267	klemschroeven
261	ankerklem	268	weekijzeren kernen
262	knopschroef	277	strookje met verb. klemmen
263	ankerstangen		

gebezigd, die links aan het ondereinde van de slingerstang verstelbaar wordt opgesteld, terwijl aan het uiteinde van de slinger een eveneens verstelbaar weekijzeren anker wordt geklemd. De electromagneet moet dan zo geplaatst worden, dat, zodra de slinger zijn uiterste stand heeft bereikt, het anker kan worden aangetrokken. De stroom voor het bekrachtigen van deze magneetspoel wordt gesloten door een contact, dat, telkens ná elke dubbele schommeling, door de slinger van de standaard-klok wordt gemaakt. De slingers (van rechts naar links) van de te synchroniseren moederklokken worden dan gedwongen niet alleen onderling, maar bovendien nauwkeurig gelijk te slingeren met de standaard-klok. Om dit te kunnen bereiken, moeten ieder van deze uurwerken afzonderlijk dusdanig geregeld worden, dat ze met een vrije gang in de 24 uur een paar secunden vóórlopen.

Nevenstaande foto stelt voor op welke wijze door de firma Siemens & Halske de moederklokken met zulk een synchroniseerinrichting worden uitgerust.

12. Moederklokken van Brillé Frères

Een volgens bovengenoemd fabrikaat volledig uitgevoerde elektrische klokkeninstallatie, zoals b.v. voor een openbare tijdaanwijzing, bevat, behalve de nodige nevenuurwerken:

1e. Eén hoofdmoederklok of reguleur-slinger.

2e. Eén of meer groepsmoederklokken of relais-slingers.

Beide soorten moederklokken, die op een marmeren plaat zijn gemonteerd, verschillen van de vooraf beschreven systemen daarin, dat ze geheel electrisch gedreven worden, zodat aan deze uurwerken geen gewichten of spanveren worden aangetroffen. De hoofdmoederklok of reguleur-slinger, zie fig. 131, dient nu hoofdzakelijk om de gang van de groepsmoederklokken of relais-slingers, die, zoals nader zal blijken, onderling steeds synchroon lopen, op een zo nauwkeurig mogelijke manier te regelen, waardoor dus de goede gang der secundaire-uurwerken is verzekerd. Alle oorzaken, die op de regelmatige gang van de slingering invloed kunnen hebben, zijn vermeden.

Dit uurwerk heeft b.v. geen raderwerk voort te bewegen. Het werkt uitsluitend door middel van een pal p en een palrad r (zie fig. 132) dat éénmaal per dubbele slingering twee contacten sluit, waarvan één de stroomketen van de solenoïde s van de slinger sluit en het andere zorgt voor de synchronisering van de relais-slingers R_1 en R_2 .

Deze moederklok M heeft een secundeslinger, die aan het ondereinde een massieve zinken cylinder z draagt van nagenoeg vijf kilogram. Door deze massa kan worden verwaarloosd de zeer geringe weerstand, die bij iedere beweging van het palrad wordt uitgeoefend op de pal, alsmede de weerstand, veroorzaakt door de wrijving bij de teruggang van de pal over het palrad.

De twee krachtsuitoefeningen hebben plaats juist op het midden van elke slingering dus wanneer de slinger zijn grootste snelheid