

OP TIJD SCHAKELEN

Catalogus thematentoonstelling binnen de Studieverzameling



Door Ir. R.A. Timmermans



De faculteit Elektro-Wiskunde-Informatica (EWI) van de Technische Universiteit Delft. Mekelweg 4 2628 CD Delft.



INHOUD

VOORWOORD..... blz. 4

INLEIDING..... blz. 5

Deel A van de catalogus:

INTRODUCTIE ELEKTRISCHE KLOKKEN EN TIJDDISTRIBUTIE NETWERKEN

ELEKTRISCHE KLOKKEN blz. 6 t/m 17

Inleiding slingeruurwerken

Relatie slingerlengte en slingertijd

Verbetering van de nauwkeurigheid van slingeruurwerken

De aandrijving van de slinger van een slingeruurwerk, anders dan m.b.v. de zwaartekracht of veerspanning

Overzicht van verschillende soorten elektrische uurwerken

Klokkenprecisie van 1650 tot heden

TIJDDISTRIBUTIE NETWERKEN..... blz. 18 t/m 28

Elektrische klokken autonoom (*stand alone*) en gekoppeld in netwerken (*master/slave*)

Elektrische klokken in een netwerk; Moeder- en dochterklokken

De aansturing van dochterklokken

Tijddistributie

Tijddistributie netwerken; draadgebonden

Tijddistributie netwerken; draadloos

Sprong naar het heden

Deel B van de catalogus:

DE OBJECTEN OP DE THEMATENTOONSTELLING

OBJECTEN OP DE THEMATENSTOONSTELLING..... blz. 29 t/m 138

Toelichting thematentoonstelling 'Op Tijd Schakelen'

I Moeder- en dochterklokken

II *Time Switching Devices*

Toelichting objecten 'Op Tijd Schakelen'

III Rubricering van de tentoongestelde objecten

Afbeelding op de omslag:

Mevrouw Maria Elizabeth Belville (1811/1812 – 1899), de tijdverkoopster die met haar zakhorloge/chronometer dagelijks de juiste tijd bij het Royal Observatory in Greenwich ophaalde en daarna door Londen liep om die tijd weer te verkopen aan horlogemakers en spoorwegstations.

Bron: Daily Graphic, 31 oktober 1892.

<https://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-96694>

VOORWOORD door Ir. Dr. C.J.M. Verhoeven

De tijd kan vliegen en de tijd kan stil staan. Het hangt ervan af wie je het vraagt. Maar wie wel weet "hoe laat het is" heeft in ieder geval een probleem. Natuurlijk hebben we altijd genoeg mogelijkheden gehad om de dag een beetje in te delen. De zon geeft het begin en het einde aan en de knorrende maag wanneer het tijd is om te eten. Wanneer we iets nieuws beleven onthouden we ieder moment. Wanneer iets nog een keer gebeurt dromen we weg en sluiten we begin en einde kort. Er is geen efficiëntere manier van momenten sparen dan dit. Robots met groeiende en toch steeds overvolle geheugens kunnen hier een voorbeeld aan nemen.

Heel lang hebben we deze manier van leven vol gehouden. Zelfs samenleven en samenwerken ging prima zolang je elkaar maar kon zien (wuiwen) of horen (roepen). Wie op loopafstand leefde hoorde erbij. Maar we zetten in op groei. De afstanden werden groter en de relaties koeler. Het voordeel werd een nadeel. Wie er nu achter kwam "hoe laat het was", had serieuze problemen. Mensen kunnen de tijd niet bijhouden. Een wanhopige poging hiertoe staat beschreven in het boek "Bericht uit het hiernamaals" van Simon Vestdijk [1]. Er zijn daar geen dimensies, behalve tijd. Er is een "opvangster van de doden" die aan nieuw aangekomenen de tijdsgegevens vraagt. Het verder bijhouden van de tijd is opgedragen aan "de klok". Dat is een team van geesten dat heeft geleerd tot op de seconde nauwkeurig te tellen. Helaas blijkt deze klok hopeloos onnauwkeurig.

De mens had een metgezel nodig die zich volledig zou kunnen concentreren op het tellen van de secondes en het bijhouden met de tijd. Het was duidelijk dat deze metgezel verder met rust gelaten zou moeten worden omdat elke afleider komend van buiten onvermijdelijk tot fouten zou leiden. En hoewel er veel dieren zijn die zich duidelijk beter op een taak kunnen concentreren dan mensen bleek het een onmogelijke taak deze dieren te overtuigen van het nut van het nauwkeurig bijhouden van de tijd. (Iets waar de dieren overigens misschien wel gelijk in hebben.)

Uiteindelijk bleek de slinger met een mechaniek om het aantal bewegingen te tellen de uitkomst. Deze autonome metgezel kon zich volledig concentreren op het foutloos tellen van de secondes en liet zich moeilijk van de afleiden. Hooguit af en toe moest deze niet-menselijke klok op de hoogte gebracht worden van de stand van de zon of de sterren en daarvoor gecorrigeerd worden. Maar naarmate de techniek vorderde werd de correctie steeds minder vaak nodig.

Gemeenschappen met een klok goed zichtbaar of hoorbaar voor iedereen, konden vanaf nu een goed georganiseerd leven leiden. Maar de gemeenschappen werden groter en de reistijden tussen de gemeenschappen korter. En naar hun aard communiceren klokken niet met elkaar. De tijd ging weer vliegen of stilstaan en wie dacht te weten hoe laat het was kon weer problemen verwachten.

Er zijn vele manieren bedacht om ook weer dit probleem op te lossen. Een van de mooiste daarvan is het klonen van de tijd. Eerst via tijdverkopers, waarbij een mens de klokken een tijd afdwingt, later via moederklokken die dat volledig autonoom met hun dochters regelen.

Klokken hebben een enorme invloed op ons. Ze zijn onze meest invloedrijke metgezellen, die onverstoord rust en regelmaat brengen in ons leven. Een klok die weet "hoe laat het is" brengt geluk. Alles in een klok dient dit doel. Dat maakt het kijken naar een klok, een levende klok, tot een genot. Niets is aan het toeval overgelaten. Elk detail heeft zijn reden. Hoe meer een klok zijn geheimen prijsgeeft, hoe groter de bewondering, zowel voor de klok als voor zijn maker.

Deze catalogus beschrijft levende klokken in alle details. Ik hoop dat dit werkt als een uitnodiging om ze te komen zien en horen. De klokken zullen het bezoek niet (willen) opmerken, maar wel laten voelen dat "weten hoe laat het is" ook tot groot geluk kan leiden.

[1] Simon Vestdijk, Bericht uit het hiernamaals. De Bezige Bij, Amsterdam 1982 (4de druk) ISBN 90 234 6063 4

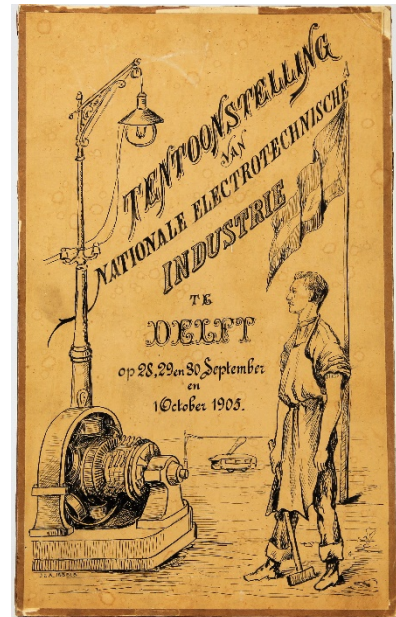
INLEIDING

De faculteit Elektro-Wiskunde-Informatica (EWI) van de Technische Universiteit Delft bezit een unieke Elektrotechnisch Erfgoed collectie; in de kelders van de EWI- laagbouw bevinden zich zo'n 50.000 objecten, die een uiterst interessant beeld geven van de ontwikkelingen binnen het brede vakgebied van de elektrotechniek over de voorbije honderd jaren.

Deze StudieVerzameling (SV) is al meer dan 50 jaar gehuisvest in de kelders van de EWI- laagbouw aan de Mekelweg 4 en geeft bij uitstek inhoud aan het begrip:

"De geschiedenis van gisteren bepaalt mede de toekomst van morgen".

Origineel affiche uit 1905 van J.L.A. Issels, van de eerste tentoonstelling ter gelegenheid van de ingebruikneming van het gebouw Elektrotechniek aan de Kanaalweg 2b, waar de studierichting elektrotechniek en de verzameling begon.



Binnen de StudieVerzameling zijn de artefacten gerubriceerd in een 17-tal deelverzamelingen, één daarvan is **elektrische (schakel-) klokken**. Het gaat hier veelal om slinger aangedreven uurwerken (klokken) met allerhande tijdschakelfuncties. Met een deel van de objecten uit deze deelverzameling is een thema tentoonstelling ingericht, met als titel: **Op Tijd Schakelen**.

Op deze thematentoonstelling wordt de bezoeker zich bewust van het feit dat in ons dagelijks leven heel veel 'op tijd' wordt geïnitieerd, geschakeld en geregistreerd. Het hebben van de juiste tijd is daarbij essentieel. Maar ook belangrijk is de **verspreiding** van de juiste tijd, zodat die op elke plek altijd voorhanden is.

Die verspreiding vindt plaats via zogenaamde tijddistributie netwerken; aanvankelijk draad gebonden, nu veelal draadloos.

Deze catalogus bestaat uit **twee delen**; In het eerste deel (**A**) wordt een introductie gegeven op elektrische klokken in het algemeen en tijddistributie netwerken in het bijzonder.

In deel twee (**B**) worden de tentoongestelde objecten in de thematentoonstelling met foto's weergegeven en kort besproken.

Ik ben Han Geijp - coördinator van de StudieVerzameling - veel dank verschuldigd voor de creatieve opmaak, fotografie (tenzij anders vermeld) en professionele begeleiding van de productie van deze catalogus.

Delft, mei 2022
Ir. R. A. (Rob) Timmermans



Als gedreven 'klokkenman' droom ik er al jaren van; de afschaffing van zomer- en wintertijd is iets dat mij zeer verblijdt!

Deel A van de catalogus:

INTRODUCTIE ELEKTRISCHE KLOKKEN EN TIJDDISTRIBUTIE NETWERKEN

ELEKTRISCHE KLOKKEN

Inleiding slingeruurwerken



Met de uitvinding van het slingeruurwerk door Christiaan Huygens in 1656 werd de nauwkeurigheid van klokken aanmerkelijk beter. Hij was geïnspireerd door studies in die tijd over de eigenschappen van slingers. Het concept was al zo'n 20 jaar eerder bedacht door Galileo Galilei, maar die wist het niet te voltooien. Door de vinding van Huygens kon het toenmalige, niet erg gelijkmatige ontsnappingsmechanisme van een zogenaamde waag (Fr: *foliot*) worden vervangen door een slinger. Genoemde verbetering van de nauwkeurigheid was aanzienlijk en daarmee een zeer belangrijke uitvinding in de ontwikkeling van de tijdmeting.

Christiaan Huygens (1629 – 1695).

In dat tijdsgewricht was de behoefte aan nauwkeurige tijdsmeting, met name voor de astronomie groot. Maar ook voor het navigeren van schepen op zee, was een betrouwbare tijdsindicatie voor de plaatsbepaling van levensbelang. In de tijd dat Huygens in Parijs de *Académie des Sciences* leidde, ontwikkelde hij samen met de klokkenmaker van de koning, Isaac Thuret, een uurwerk waarbij niet de slinger, maar een balanswiel het tempo dicteert (1675). Opnieuw een geniale uitvinding. Voor meer info, zie: https://nl.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

Een slingeruurwerk is een uurwerk (klok), waarvan de regelmatige loop door een heen en weer bewegende slinger wordt gereguleerd. Wanneer de tijd waarin de slinger heen en weer beweegt praktisch constant is, zal de klok gelijkmatig lopen. Die gelijkmatigheid maakt het mogelijk dat tijd op een betrouwbare en nauwkeurige wijze kan worden gemeten.

Slingeruurwerken worden veelal aangedreven door een opgetrokken gewicht (zwaartekracht) of een opgewonden veer (veerspanning).

De slinger van een uurwerk en de rest van de klok zijn onderling gekoppeld door een zgn. ontsnappingsmechanisme (Fr: *échappement*). Dat zorgt ervoor dat de 'opgeslagen' aandrijfenergie (een opgetrokken gewicht of een opgewonden veer) gelijkmatig wordt losgelaten. Daarmee wordt enerzijds de slinger in beweging gehouden en anderzijds de aandrijving van het uurwerk aangepast aan de slingertijd.



Slingeruurwerk.

Bij een uurwerk met een balanswiel wordt de regelmatige loop van de klok geregeld door het heen en weer draaien van een balanswiel, waaraan een spiraalveer is bevestigd. Omdat die beweging praktisch constant is, zal dit type klok ook gelijkmatig lopen. Dit soort uurwerken worden aangedreven door het opwinden van een veer.

Omstreeks 1820 werd het natuurkundig verschijnsel elektromagnetisme ontdekt (Ørsted, Ampère, Faraday). Daarmee werden ook andere varianten voor de aandrijving van slingeruurwerken dan gewicht of veer mogelijk. In eerste aanleg kon toen bij een conventioneel slingeruurwerk het gewicht elektrisch/elektromagnetisch opgehaald of de veer elektrisch opgewonden worden; die conventionele klokken werden "elektrisch" gemaakt.

In latere speciale varianten werd de slinger direct aangedreven, in casu niet meer door het uurwerk gewicht of de uurwerk opwindveer zelf. Zie hierna de paragraaf: 'De aandrijving van de slinger van een slingeruurwerk, anders dan m.b.v. de zwaartekracht of veerspanning'.



Conventionele klok 'elektrisch' gemaakt.

Relatie slingerlengte en slingertijd

De slingertijd van een slinger wordt (bij benadering) weergegeven in de formule:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}, \text{ met } \ell = \text{de slingerlengte in meter en } g = \text{de zwaartekracht-versnelling in meter/seconde}^2.$$

De slingerlengte ℓ is daarbij gedefinieerd als de afstand tussen ophangpunt en zwaartepunt van de slinger. Die 'bij benadering' heeft betrekking op de slingeruitslag; slechts bij een relatief geringe uitslag t.o.v. zijn ruststand (=slinger-amplitude) mag deze vereenvoudigde formule worden gehanteerd. Uit deze formule blijkt, dat een constante slingerlengte cruciaal is voor een nauwkeurige tijdmeting.

In de slingertijd T gaat de slinger éénmaal heen en éénmaal terug. Met de letter t wordt de halve slingertijd weergegeven; of éénmaal heen of éénmaal terug. Zo heeft een slinger met een lengte van ongeveer 1 meter een T van 2 seconde, en een t van 1 seconde.

De formule toegepast bij bijvoorbeeld een g van $9,81 \text{ m/s}^2$ is de relatie tussen slingerlengte ℓ , slingertijd $t = \frac{1}{2} T$ en tikgetal:

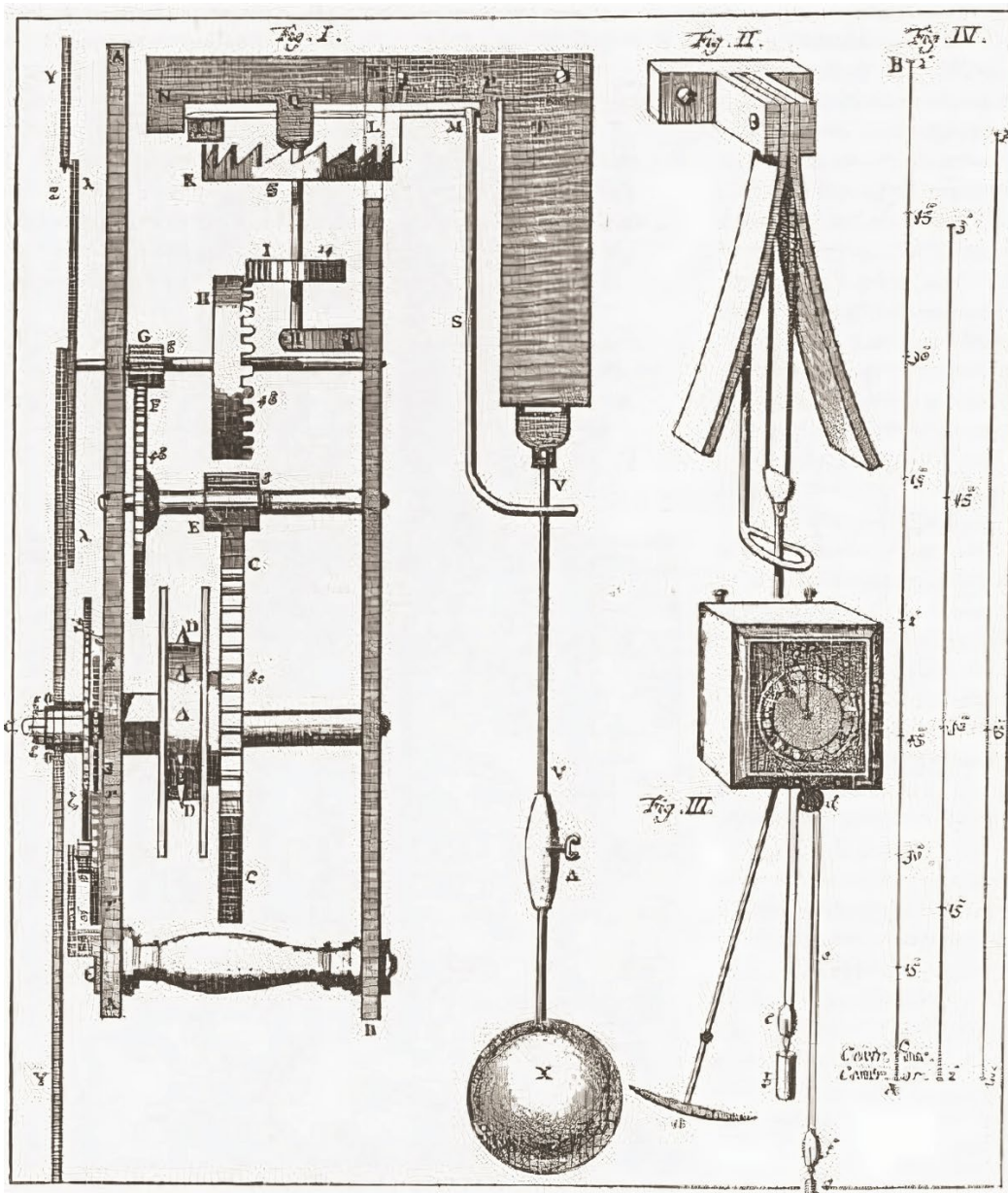
t [sec.]	T [sec]	ℓ [meter]	tikgetal [1/min]
1/4"	1/2"	6,21 cm	240
1/3"	2/3"	11,05 cm	180
1/2"	1"	24,82 cm	120
2/3"	1 1/3"	44,17 cm	90
3/4"	1 1/2"	55,91 cm	80
1"	2"	99,39 cm	60

Over cycloïdale boogjes van Huygens en het Gouden Kalf van Vening Meinesz

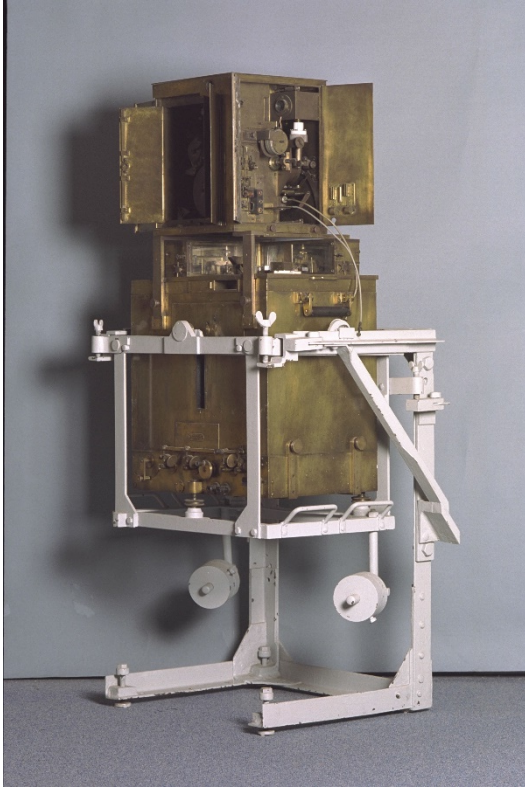
De slinger van het oorspronkelijke slingeruurwerk van Huygens had een dermate grote amplitude, dat deze formule niet kon/mocht worden gehanteerd. Dat betekende dus ook, dat de slingerlengte l niet 'constant' was. En daarmee de slingerbeweging niet (voldoende) constant.

De geniale Huygens had hiervoor ook een oplossing bedacht. Hij introduceerde de zogenaamde '**cycloïdale boogjes**', gemonteerd direct onder het ophangpunt van de slinger.

De als cycloïde gebogen plaatjes ter weerszijden van het ophanglusje van een slinger van een klok, hebben als doel bij onregelmatige amplitude van de slinger de slingertijd constant te houden door verlenging en verkorting van de slinger (l constant houden). Bij een grotere slingeruitslag raakt het ophanglusje de cycloïdeboogjes, waardoor slingerverkorting optreedt. Men treft de cycloïdeboogjes alleen aan bij klokken uit het eind van de 17e eeuw. Ze zijn een geniale vinding van Christiaan Huygens, echter met te gering praktisch resultaat.



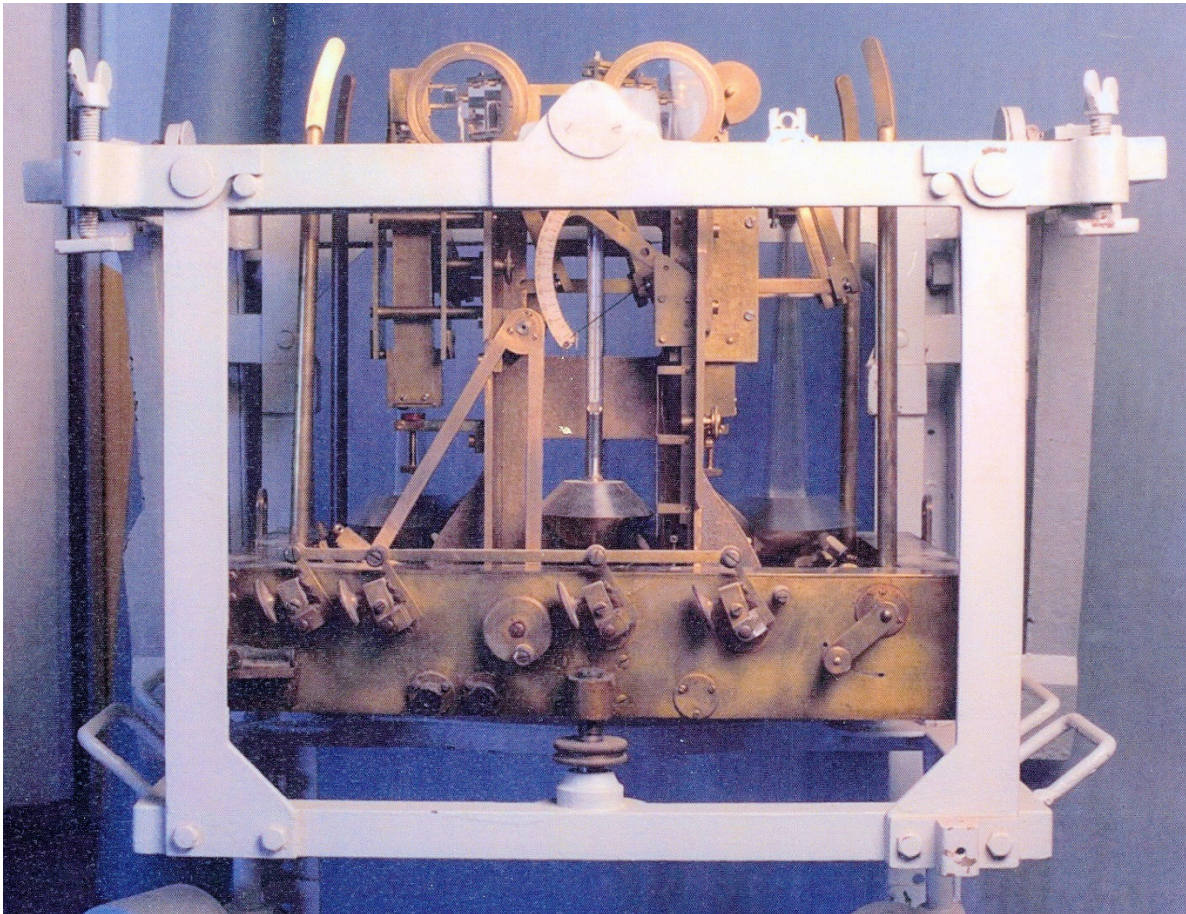
Metalen strippen die gebogen zijn in cycloïde-vorm aan weerszijden van het ophangpunt van een slinger met draadophanging. (Fig. II.). Geïntroduceerd door Christiaan Huygens in dezelfde tijd als zijn uitvinding van het slingeruurwerk.



We kunnen overigens ook op een andere manier naar de slingertijd formule kijken; wanneer de slingerlengte ℓ - de afstand tussen het ophangpunt van de slinger (steel) en het zwaartepunt van de slinger - absoluut constant is, kan aan de hand van deze formule ook de zwaartekracht-versnelling g in meter/seconde² ter plaatse worden gemeten. Dat betekent dat we niet meer op één vaste plek een slingeruurwerk analyseren (constante g), maar met het speciale slingeruurwerk met 'vaste' slingerlengte ℓ op verschillende plaatsen opereren. Dit om de valversnelling g ter plaatse te meten.

Dat was precies waar de eminente Delftse hoogleraar Prof. Dr. Ir. F.A. Vening Meinesz (30 juli 1887, Den Haag – 10 augustus 1966, Amersfoort) zich mee bezig hield. Hij had voor zijn zwaartekracht metingen een speciaal meetinstrument ontworpen en laten bouwen.

Het Gouden Kalf van Vening Meinesz in meetopstelling.
Bovenop het gouden kalf is de registratie-apparatuur gemonteerd.



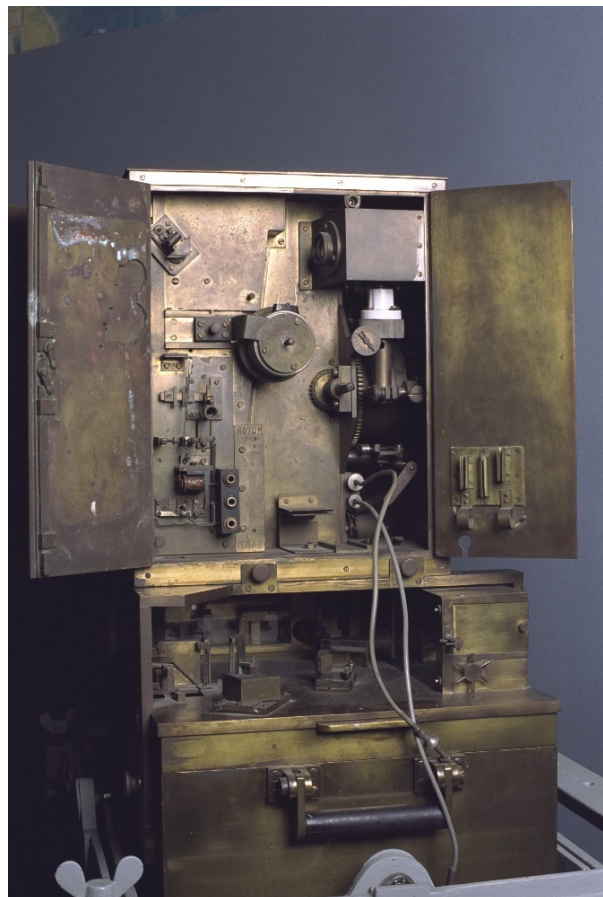
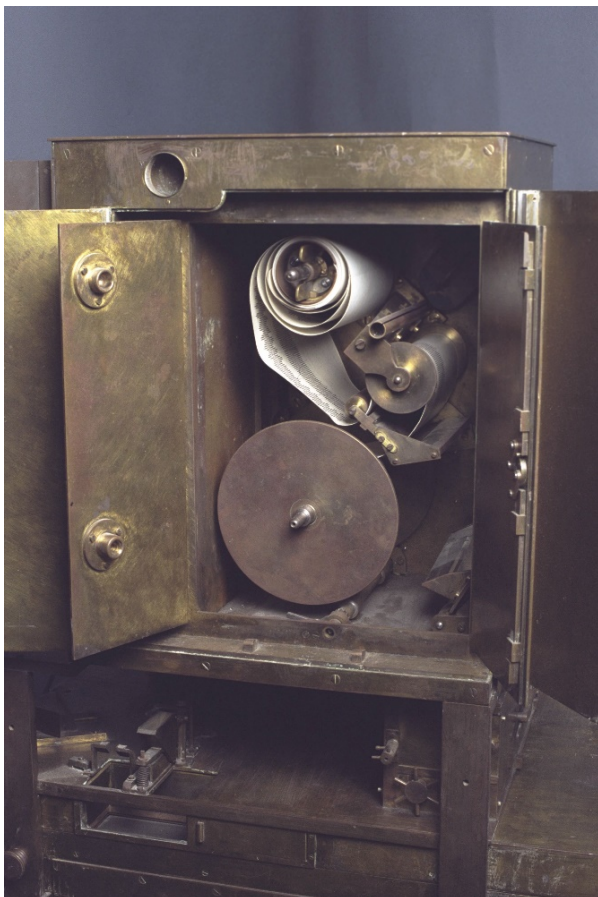
Het Gouden Kalf van Vening Meinesz.

Het **slingerapparaat van Vening Meinesz**, oftewel het *Gouden Kalf*, is een gravimeter die met behulp van 3 slingers de zwaartekracht kan bepalen. Het apparaat is ontworpen door Vening Meinesz in 1923. Het Gouden Kalf werd meegenomen tijdens de wetenschappelijke expedities aan boord van onderzeeboten van de Nederlandse Koninklijke Marine om het zwaartekrachtsveld van de aarde te bepalen.

De bijnaam van het apparaat heeft te maken met de gouden kleur, maar ook met het feit dat de bemanning van de onderzeeboten bij iedere duik en meting extra gage ontving. De bemanning moest stil in de eigen kooi gaan liggen, om trillingen te voorkomen, wat voor derving van levensvreugde zorgde.

Het *Gouden Kalf* wordt bewaard in de Academic Heritage collectie aan de TU Delft (Inventarisnummer: 2000.0535.GEO), waar Felix Vening Meinesz buitengewoon hoogleraar in de geodesie was tussen 1939 en 1957.

Bronnen: Wikipedia.



De registratieapparatuur bij het Gouden Kalf, binnenwerk aan twee zijden zichtbaar.

Verbetering van de nauwkeurigheid van slingeruurwerken



Een slingeruurwerk vereist een precieze afstelling van de slinger-(lengte), want anders loopt de klok te snel of te langzaam. Daarbij wordt overigens de slingertijd niet bepaald door het materiaal of het gewicht van de slinger (-lens), maar door de lengte van de slingersteel. (*E: pendulum bob respectievelijk pendulum rod*).

De zoektocht naar de verbetering van de nauwkeurigheid van slingeruurwerken had als doelstelling: het bereiken van de 'ideale' slinger. Immers, wanneer de slingerbeweging gelijkmatig is en daarmee de slingertijd constant, is de nauwkeurigheid van het uurwerk optimaal.

Om de nauwkeurigheid van slingeruurwerken te verbeteren - de facto de gelijkmatigheid van de slingerbeweging te optimaliseren - werden in de loop van de voorbije decennia een aantal wijzigingen aan de slingeruurwerken (klokken met een slinger) aangebracht, die hierna worden beschreven.

De allereerste wijziging/verbetering die werd aangebracht is een **compensatie voor het uitzetten/inkrimpen** van de slingersteel, bij wisselende temperaturen. Immers de slingertijd T is volgens eerdergenoemde formule evenredig aan de wortel uit de lengte van de slinger. Wanneer de lengte van de slinger door temperatuursverandering wijzigt, verandert ook de gelijkmatigheid van de gang in casu van de slingertijd en daarmee de nauwkeurigheid van de klok.

Zo'n type slinger wordt ook wel een compensatieslinger genoemd; de slingerlengte zou temperatuur onafhankelijk (moeten) zijn.

Een relatief eenvoudige oplossing voor het opheffen van het gevolg van dit temperatuur probleem werd gevonden in de toepassing van een houten slingersteel. Na droging van het hout - dan 'werkt' het niet meer - en vervolgens het schilderen - dan kan er geen vocht meer intrekken - was de slinger goed bestand tegen veranderingen van de omgevingstemperatuur en vochtigheid. De lengte van de slinger en daarmee de slingertijd bleef daardoor constanter.

Er werden ook andere methoden toegepast, zoals een slingersteel vervaardigd uit twee verschillende materialen - ieder met verschillende uitzettingscoëfficiënten - die de gevolgen van uitzetting/inkrimping van elkaar in meer of mindere mate ophieven. Zie fig. (1), waarbij **F**= ijzer en **C**= koper.

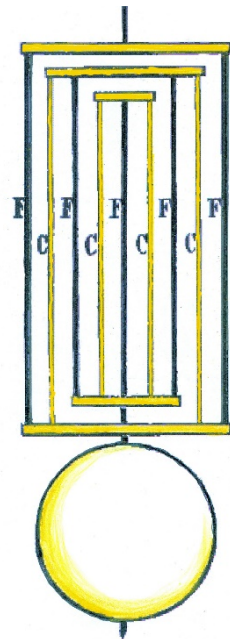


Of er werd als slingergewicht (de slingerlens) gekozen voor een met kwik gevuld reservoir, met het effect dat bij temperatuursverandering het zwaartepunt van de slinger gelijk bleef. Immers bij langer worden van de slinger door temperatuurstijging komt de kwikspiegel hoger te staan en bij korter worden door daling van de temperatuur lager.

En daarmee bleef de slingertijd effectief constant. Met de kwikslinger werd een nauwkeurigheid bereikt van 0,02 sec/dag/°C.

Houten slingersteel (zwartgelakt) en slingerlens (van messing).

(1) Compensatieslinger opgebouwd uit twee verschillende materialen (F&C).



Weer een andere compensatiemethode bood het gebruik van Invarstaal: een nikkelijzer legering - bestaande uit ongeveer 36% nikkel, 64 % ijzer en kleine hoeveelheden toegevoegde andere elementen - met een erg lage uitzettingscoëfficiënt (ong. $1,5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, acht maal minder dan staal). Die in het relevante temperatuurgebied verwaarloosbare uitzettingscoëfficiënt zorgt - ondanks temperatuurschommeling - voor een constante slingerlengte. En daarmee voor een onveranderlijke slingertijd van de compensatieslinger.

Een volgende structurele maatregel om de slingerbeweging van een uurwerk gelijkmatig te houden is het **verbeteren van de aandrijving** van de klok. Immers ingeval van de aandrijving van het uurwerk door middel van gewichten respectievelijk de zwaartekracht is die aandrijving niet constant, bijvoorbeeld op het moment dat het gewicht wordt opgehaald. Of ingeval van een veeropgewonden klok is de aandrijvende kracht van de veer afhankelijk van de mate van opwinding. (Het gebruik van een zgn. snek wordt hier buiten beschouwing gelaten).

Het lag dus toen voor de hand om die 'conventionele' aandrijving weg te nemen en te vervangen door een andersoortige (elektrische of elektromagnetische) variant, om daarmee de gelijkmatigheid van de slingerbeweging verder te bevorderen. Maar met het wegnemen van het gewicht of de veeraandrijving bij een slingeruurwerk, wordt een nieuw probleem geïntroduceerd: hoe wordt de slingerbeweging in stand gehouden? De instandhouding van de beweging van de slinger vereist immers een gelijkmatige (periodieke) toevoer van energie aan die slinger. Hierover meer in de volgende paragraaf. Er zijn overigens ook klokken ontwikkeld waarbij de gewichten elektrisch worden opgehesen of de veer elektrisch opgewonden. Dit leidt natuurlijk niet tot een gelijkmatiger gang. Dergelijke klokken lopen dan ook niet nauwkeuriger dan conventionele, volledig mechanische uurwerken. Er is hier eerder sprake van het 'elektrisch maken' van een conventioneel gewicht of veer aangedreven slingeruurwerk.



Conventionele klok 'elektrisch' gemaakt; de aandrijfgewichten worden periodiek elektromagnetisch opgehaald.

Wat verder ook helpt om de slingerbeweging van een uurwerk gelijkmatig te houden is het **wegnemen van de tandwielen en de wijzers van de klok**. Immers ook die beïnvloeden - door onder meer wrijving - de gelijkmatige loop van het uurwerk.

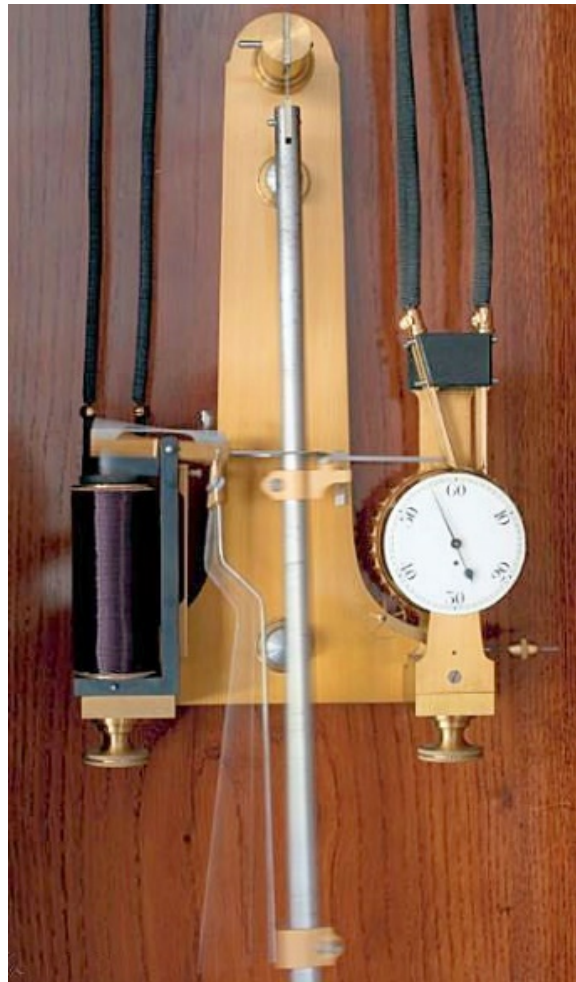
Dit soort wijzigingen aan slingeruurwerken werden allemaal uitgevoerd om de gelijkmatigheid van de slingerbeweging en daarmee de nauwkeurigheid te verbeteren.

De aandrijving van de slinger van een slingeruurwerk, anders dan m.b.v. de zwaartekracht of veerspanning

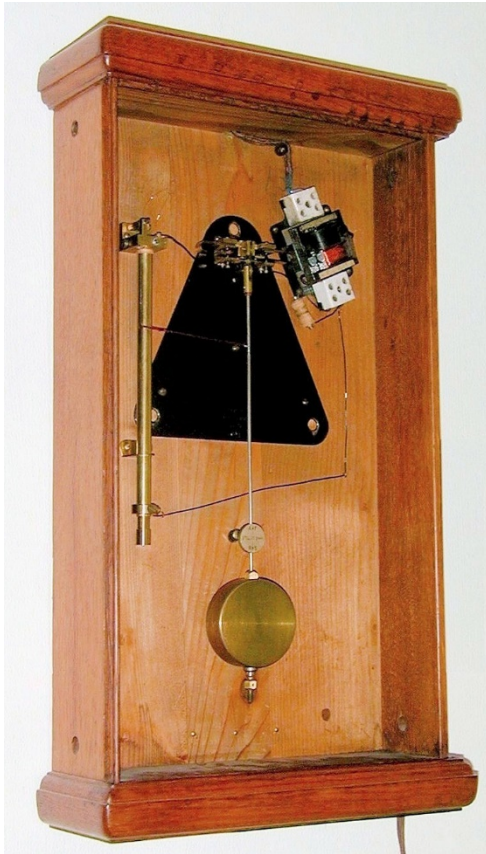
Bij slingeruurwerken waarbij de aandrijving niet meer plaats vindt door een gewicht of veer, moet de slinger zelf in beweging worden gehouden. Daarvoor zijn in de loop van de tijd verschillende oplossingsvarianten ontwikkeld, de een wat meer betrouwbaar dan de ander.

Doel daarbij is steeds dat de slinger periodiek een 'duwtje' krijgt om in beweging te blijven. Dat duwtje kan mechanisch, elektromechanisch, magnetisch of anderszins worden gegeven. Idealiter vindt die toevoer van energie aan de slinger plaats op het moment van de nul- doorgang van de slinger.

Zo kan bijvoorbeeld de slinger regelmatig (elektro)magnetisch worden aangetrokken of afgestoten. Of er wordt een gewichtje periodiek (mechanisch, elektromechanisch of elektromagnetisch) losgelaten, dat dankzij de zwaartekracht tegen de slinger valt en deze zodoende een duwtje geeft. Bij deze klok, systeem Campiche krijgt de meterslinger eenmaal per minuut een 'duwtje' van een gebogen pen, die door de kortstondige bekrachtiging van de bijbehorende elektromagneet tegen de slingersteel aan slaat. (zie foto).



Electrische moederklok, systeem Campiche (ca. 1895).



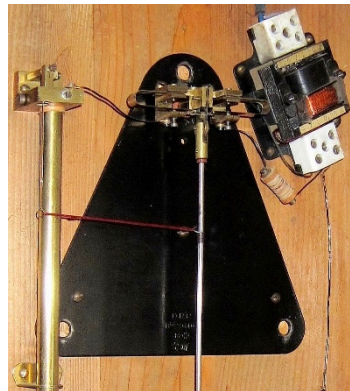
Weer een andere variant was de aandrijving van de slinger m.b.v. een aan de steel bevestigde weerstandsdraad, die bij elke slingerbeweging even stroom voerend werd en daarmee van lengte veranderde (systeem Jamin: een soort thermische aandrijving). Op die wijze werd de slinger in beweging gehouden.

Dit soort directe aandrijvingen van de slinger komt zowel bij eenvoudige, autonome elektrische slingeruurwerken voor als bij precisie uurwerken. Een en ander leidde ertoe - en dat is opmerkelijk - dat bij dit type slingeruurwerken met een alternatieve slingeraandrijving, de slinger niet meer werd aangedreven door het uurwerk, maar omgekeerd dat de slinger zélf het uurwerk aandreef.

Onafhankelijk van de toegepaste variant voor directe slingeraandrijving is de vraag, wanneer i.c. op welk moment de slinger moet worden aangedreven. Met andere woorden: wanneer is de uitslag van de slinger zó klein, dat er een duwtje moet worden gegeven om te voorkomen, dat de slinger stilvalt.

Jamin klok, achteraanzicht.

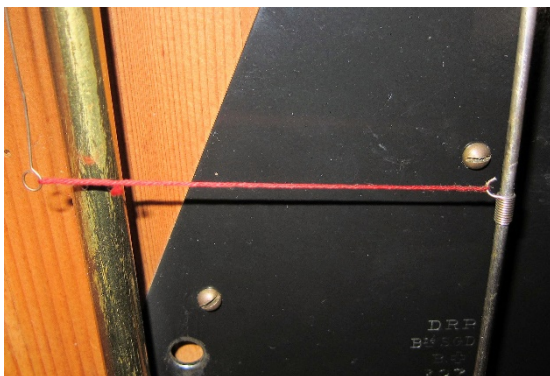
Ook daarvoor werd in het verleden een aantal interessante oplossingen ontwikkeld. Die kunnen worden onderverdeeld in (1) aandrijving bij elke slingering, (2) aandrijving na een vast aantal slingeringen of (3) aandrijving wanneer de uitslag van de slinger na verloop van tijd te klein wordt en de slinger dreigt stil te vallen.



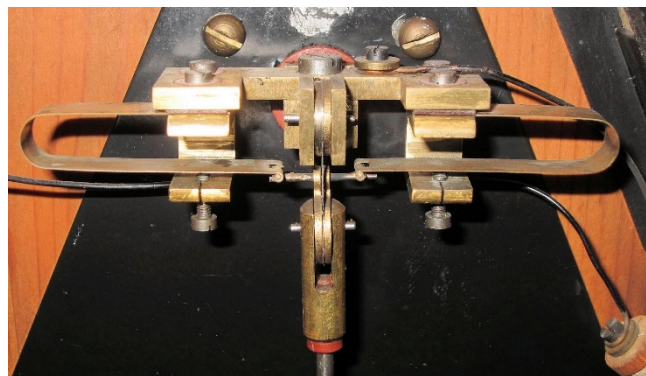
Jamin slingeraandrijving , type (1).



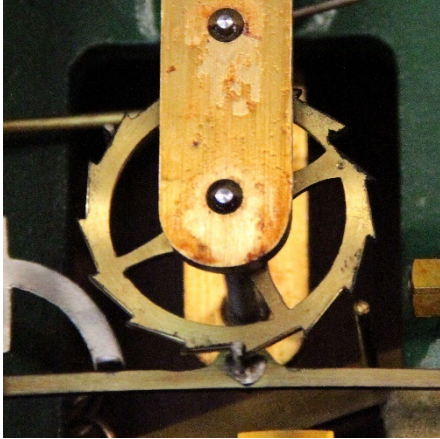
Weerstandsdraad Jamin klok.



Een touwtje verbindt slinger met weerstandsdraad.



Elektrische slingercontacten voor inschakelen weerstandsdraad.



Voorbeeld van (1) is het systeem Jamin. Maar ook veel klokken van het merk Brillié. Bij een systeem type (2) worden door een telrad (Eng.: *count wheel*) slingerbewegingen opgeteld om vervolgens na een vast aantal de slinger een duwtje te geven. Dat kan bijvoorbeeld na 30 of na 60 seconden zijn. Dat aantal slingerbewegingen, benodigd voor die halve of hele minuut is uiteraard afhankelijk van de lengte van de toegepaste slinger.

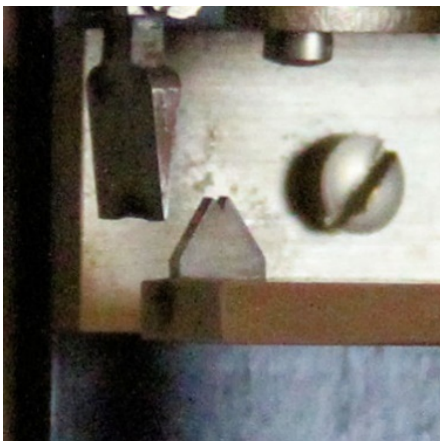
Telrad (*Countwheel*).

Bij (3) wordt feitelijk de mate van uitslag van de slinger gemeten; wanneer deze onder een bepaalde grenswaarde komt, krijgt de slinger een zetje. Dat laatste zal overigens níet in vaste, exacte tijdsintervallen - bijv. een halve of een hele minuut - gebeuren.

Een prachtig voorbeeld van (3) is de uitvinding van Matthäus Hipp (1815-1893). Hij vond de naar hem genoemde *Hipp Toggle* uit. Zijn vinding bestaat in essentie uit een palletje, dat vrijelijk van links naar rechts (en omgekeerd) over een inkeping beweegt. De inkeping maakt deel uit van de slinger(steel). Het palletje (vaantje) is bevestigd aan de arm/veer van een elektrisch contact. Als gevolg van het langzaam afnemen van de slingeruitslag zal het palletje op een gegeven moment niet meer óver de inkeping glijden maar erin vallen. Het palletje en daarmee de contactveer wordt nu ingedrukt, maakt contact met de andere contactveer en bekrachtigt aldus een elektromagneet. Deze elektromagneet is naast of onder de slinger geplaatst en trekt een weekijzer plaatje verbonden aan de slinger aan, waardoor de uitslag van de slinger weer toeneemt. Zie ook de foto's bij object **OTS 024** in deel B van deze catalogus.



Matthäus Hipp (1813-1893).



Deze eerder genoemde Matthäus Hipp was een veelzijdig man, die tal van uitvindingen op zijn naam heeft staan; onder meer de eerste (1867) Zwitserse elektromotor, een elektrische piano, een schrijvende telegraaf (1867) en een zelfregistrerende snelheidsmeter voor stoomlocomotieven. Maar dat terzijde.

Hipp Toggle.

Overzicht van verschillende soorten elektrische uurwerken

Elektrische uurwerken (klokken) kunnen in twee categorieën worden ingedeeld; mechanische uurwerken die 'elektrisch' zijn gemaakt (bijvoorbeeld door het elektrisch ophalen van het aandrijfgewicht of het elektrisch opwinden van de aandrijfveer), en uurwerken waarbij het tijd bepalend element (slinger, balans, kwarts, enz.) elektrisch aangedreven wordt. Beide types kunnen óf als onafhankelijk uurwerk (*stand alone*) opereren of als moederklok (*master*), die op haar beurt een of meerdere dochterklokken (*slaves*) aanstuurt. Moederklokken onderscheiden zich van onafhankelijk uurwerken, door de aanwezigheid van een contactinrichting (puls generator) om de nevenuurwerken aan te sturen.

Nevenuurwerken zijn te verdelen in dochterklokken en periodiek te synchroniseren klokken;

- Dochterklokken hebben geen zelfstandige gang, maar worden door een impuls vanuit de moederklok met vaste intervallen stapsgewijs voortbewogen.
- Periodiek te synchroniseren uurwerken hebben een onafhankelijke, mechanische of elektrische aandrijving en worden door een moederklok (*master*) periodiek gelijk gezet, bijvoorbeeld elke seconde, minuut of uur.

Tijdschakelklokken schakelen op bepaalde, instelbare tijdstippen een elektrisch contact AAN, UIT of OM. Voorbeelden: dag en nacht schakeling elektriciteitstarief hoog/laag, verlichting aan of uit. Die schakeltijdstippen worden ingesteld (geprogrammeerd) op een 24 uren dagschijf. Tijdschakelklokken kunnen ook een weekschijf hebben, waarop de dag van de week wordt aangegeven. Dat biedt de mogelijkheid om bijvoorbeeld in het weekeinde de (programmering van de) schakeltijdstippen te onderbreken.

Signaalklokken geven op een bepaald, vooraf ingesteld tijdstip een signaal van beperkte, veelal instelbare tijdsduur. Voorbeelden: indicatie van de begintijd/eindtijd school, van de lessen, van pauzes. Of aanvang van het werk, begin en einde lunchtijd, einde werktijd.

Daartoe is er in de signaalklok meestal een potentiaalvrij schakelcontact voorhanden.

De gewenste tijdstippen worden ingesteld op een 24 uren dagschijf, de signaalklokken hebben vaak ook een weekschijf. Dat biedt de mogelijkheid om bijvoorbeeld in het weekeinde de (programmering van de) signalen te onderbreken. Er bestaan ook tijdschakelklokken/signaalklokken, waarin beide functies werden gecombineerd. Voornoemde uurwerken kunnen weer *stand alone* zijn of als dochterklok (*slave*) functioneren.

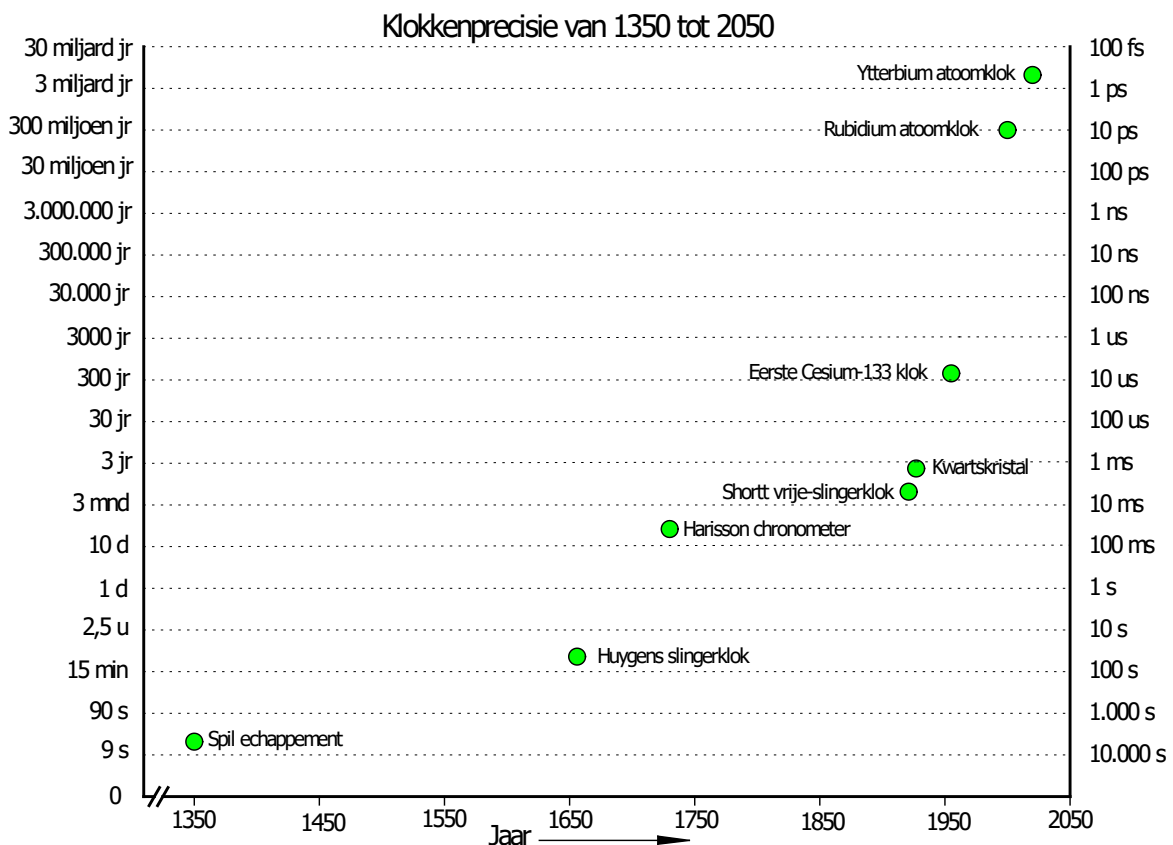
Klokkenprecisie van 1350 tot heden.

Gedurende de laatste zeven eeuwen is de nauwkeurigheid van uurwerken enorm toegenomen. De slingerklokken van ca. 1660 naar ontwerp van Christiaan Huygens hadden een afwijking van 1 minuut per dag (nauwkeurigheid: 10^{-4}). Daarvoor hadden de mechanische klokken een waag (Fr: *foliot*) als ontsnappingsmechanisme, met een afwijking van 18 seconde per uur, 17 minuten per dag. De eerste 'vrije slinger' klok van Shortt (*Synchronome clock*) uit 1921 had een afwijking in de orde van grootte van 1 seconde per jaar (nauwkeurigheid 10^{-7}). Daarbij werd een *master* slinger toegepast in een vacuümtank en een *slave* slinger in een aparte klok. Met dit type klok was feitelijk de nauwkeurigheid van een slingeruurwerk nauwelijks meer te verbeteren.

Nog een stap voorwaarts in nauwkeurigheid werd genomen, toen Warren Marrison in 1927 de kwarts-klok uitvond in het Bell Laboratorium in de VS: een afwijking in de orde van grootte van 0,1 seconde per jaar (nauwkeurigheid 10^{-8}). Een nieuw niveau van precisie. Daarmee werd de tijdmeting nauwkeuriger dan de aarde, die in zijn dagelijkse omwenteling variaties van ca. $5 \cdot 10^{-8}$ kent. Met andere woorden, de kwartsklok is ongeveer 10.000 keer nauwkeuriger dan de slingerklok van Huygens.

De kwarts-tijdmeting is gebaseerd op de resonantie van een kwartskristal, in trilling gebracht door elektronica. Het gaat hierbij nog steeds - net als bij een slinger - om een resonantiesysteem, maar door goed gekozen materiaal eigenschappen kan een nauwkeuriger tijdmeting worden bereikt. Gedurende de laatste vijftig jaar zijn de prestaties van klokken zelfs nog sneller verbeterd; hieraan hebben met name (Cesium of Rubidium-) atoomklokken bijgedragen. Een atoomklok is een klok, die als basis voor zijn tijdmeting gebruik maakt van de trillingen van atomen. De frequentie van deze trillingen is zodanig constant en onafhankelijk van de omgeving, dat de afwijking van een atoomklok bijna verwaarloosbaar klein is. Britse onderzoekers (Esser, Engeland) bouwden in 1955 de eerste nauwkeurige atoomklok op basis van Cesium-133. Die kende een afwijking van 1 seconde in de 316 jaar. Enkele jaren later werd de seconde opnieuw gedefinieerd volgens de atoomklok standaard.

Die eerste Cesium atoomklok had een 100 maal betere nauwkeurigheid dan de kwartstijdmeting (10^{-10}), maar al snel werd deze verder verbeterd. Vanaf 1955 blijkt de atoomklok elke 10 jaar 10 maal nauwkeuriger te zijn geworden, tot een nauwkeurigheid van ongeveer 10^{-15} rond 2005. Vandaag de dag is sprake van op ytterbium gebaseerde, gekoppelde atoomklokken met een afwijking van één seconde in de 10 miljard jaar, ofwel een onnauwkeurigheid van 10^{-18} . Dat betekent 100 miljard (10^{11}) maal beter dan de beste slingerklok van de 20^{ste} eeuw.



Toelichting op de grafiek:

De verticale as aan de linkerzijde: 1 seconde afwijking (gewonnen of verloren) per...

De verticale as aan de rechterzijde geeft de afwijking per dag aan.

Horizontale as = Jaar

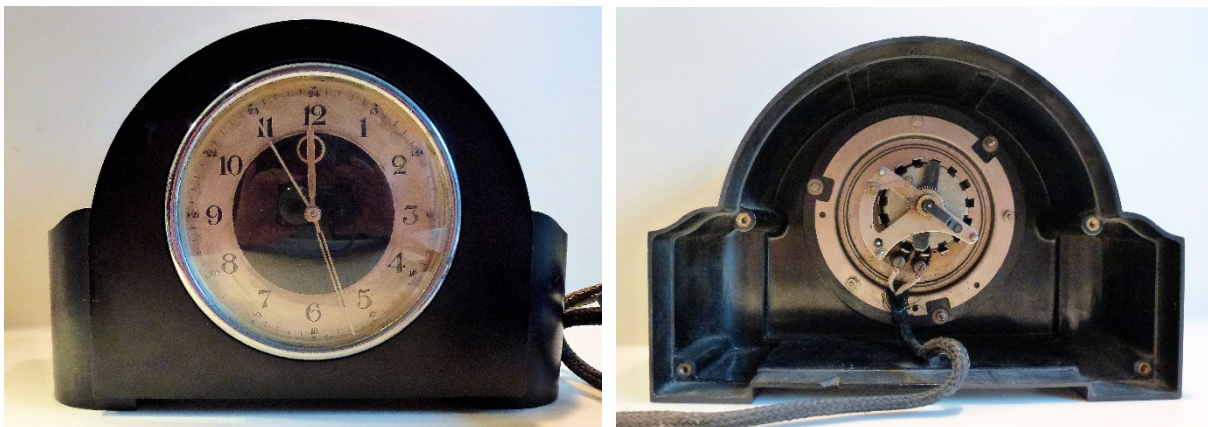
Grafiek opmaak: Piet Trimp.

TIJDDISTRIBUTIE NETWERKEN

Elektrische klokken autonoom (*stand alone*) en gekoppeld in netwerken (*master/slave*).

Elektrisch aangedreven uurwerken kunnen in beginsel in twee categorieën worden onderverdeeld; elektrische klokken die zelfstandig functioneren (*stand alone*) én klokken die onderling zijn gekoppeld. In dat laatste geval is er veelal sprake van een netwerk, waarin een moederklok (*master*) een of meer dochterklokken (*slaves*) aanstuurt.

Stand alone elektrische klokken hebben in de afgelopen decennia een duidelijke ontwikkeling doorgemaakt. Oorspronkelijk zijn ze ontstaan uit mechanische slingeruurwerken die 'elektrisch' werden gemaakt, dat wil zeggen de gewichten werden periodiek elektrisch opgehaald of de aandrijfveer elektrisch opgewonden. Maar met de uitvinding van de synchroommotor konden elektrische klokken worden gemaakt, die geen slinger meer hadden, maar werden aangedreven met een (al dan niet zelf startend) synchroom motortje. Zo'n type klok liep overigens alleen op tijd wanneer de elektriciteitscentrale de wisselspanningsfrequentie exact op 50 Hz wist te houden.

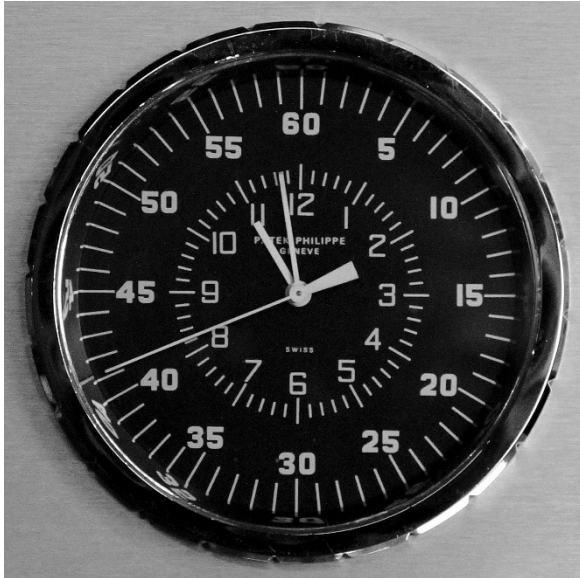


Balansuurwerk, direct aangedreven door een synchroom motor, niet zelf startend. Bakeliet/Phillite behuizing. (OTS 010)

Rond 1970 kwamen elektrische klokken (en horloges) op de markt, die werden aangestuurd met behulp van een tijdgever, bestaande uit een stukje kwartskristal (SiO_2). Dit materiaal kan worden gebruikt om een elektronische oscillator te maken, waarvan de frequentie bij verschillende temperaturen slechts weinig varieert.

De standaard frequentie van 32,768 kHz wordt door een eenvoudige logische schakeling gedeeld en daarmee de frequentie verlaagt tot bijvoorbeeld 1 puls per seconde; geschikt om direct de (seconde) wijzer van een klok aan te drijven.

Met de introductie van dit type klokken zo'n 50 jaar geleden, werden in veel marktsegmenten de mechanische uurwerken goeddeels verdrongen, niet in de laatste plaats door hun geringe prijs maar ook door hun grotere nauwkeurigheid.



Stand alone elektrische/elektronische klokken worden heden ten dage vaak draadloos aangestuurd. Daartoe ontvangt het uurwerk een tijdsignaal via de ether of vanaf een satelliet. Dat tijdsignaal wordt gegenereerd door een (Cesium of Rubidium) atoomklok en heeft een ongekende nauwkeurigheid.

Het tijdsignaal via de ether wordt onder meer Europa dekkend uitgezonden door een 77 kHz zender in Mainflingen (D).

Dit soort DCF-tijdsignaal-ontvangende klokken worden vaak aangeduid met Radio Controlled Clocks.

Kwarts klok.

Ook in mobiele telefoniesystemen zoals 4G en 5G is de juiste atoomkloktijd voorhanden en kan op het mobieltje worden afgelezen. In satellietssystemen zoals het navigatiesysteem GPS of op het Internet is die tijdinformatie opgenomen en kan deze op de ontvangers zichtbaar worden gemaakt.

Bij elektrische klokken gekoppeld in een netwerk

is er veelal sprake van een moederklok (*master*) met een of meer dochterklokken (*slaves*), die door het moederuurwerk worden aangestuurd.

We spreken dan in dat geval van 'Tijddistributie netwerken'.



DCF klok.



Radio Controlled Clock.

Elektrische klokken in een netwerk; Moeder- en dochterklokken

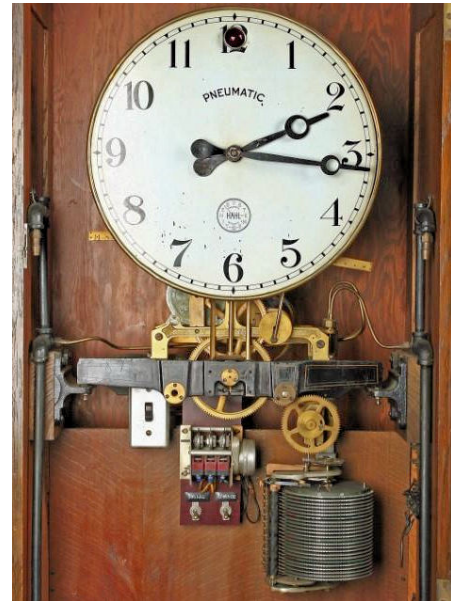
Die aansturing is in de begintijd van dit soort tijddistributie netwerken vooral met behulp van elektrische pulsen, maar er zijn ook systemen bekend waarbij die dochterklokken (hydro-)pneumatisch werden bediend.

Zo startte rond 1870 de Franse hoofdstad met het aanleggen van een perslucht-systeem.

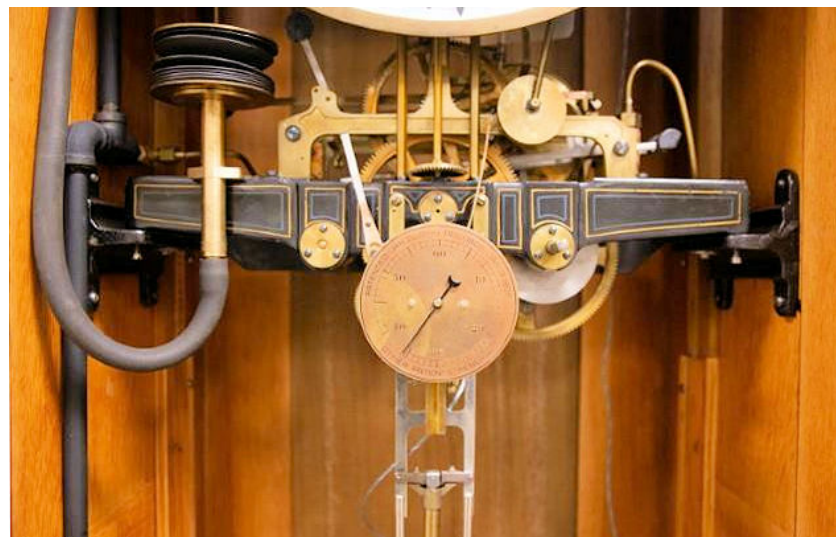
In 1880 introduceerde Parijs lughtuurwerken, en kennelijk met goed gevolg, want in 1888 waren er meer dan 9000 geïnstalleerd. Overigens was de Parijse lughtklok in hevige concurrentie gewikkeld met elektrische klokken.

Een strijd, die uiteindelijk in het voordeel van elektrische klokken werd beslecht; in het begin van de twintigste eeuw had elektriciteit definitief centraal opgewekte perslucht verdreven.

Tegenwoordig is die aansturing van dochterklokken veelal draadloos.



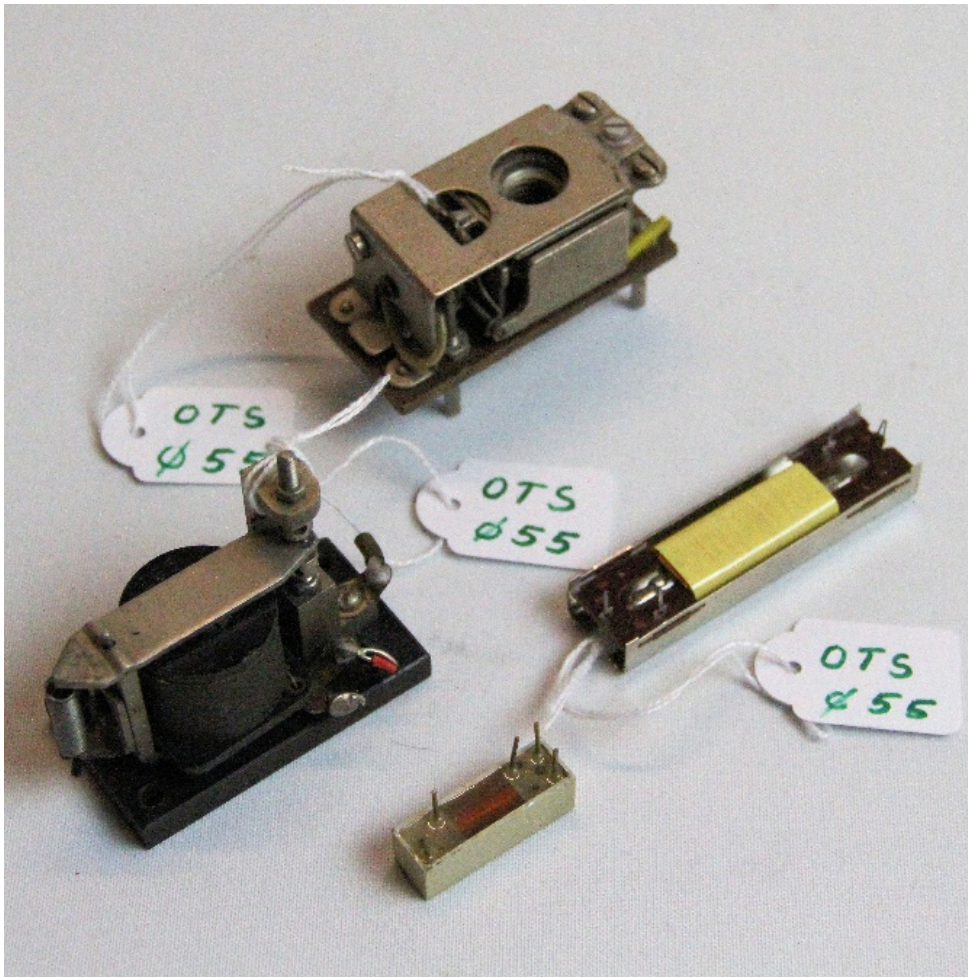
Hahl pneumatic.



Dochterklokken werden door de moederklok pneumatisch aangedreven.

In de begintijd van de toepassing van het moeder- en dochterklokprincipe was de referentie voor een moederklok een uurwerk met een slinger, aangedreven door een opgetrokken gewicht of een opgewonden veer.

Met de uitvinding van het elektromagnetisme en de toepassing van dit verschijnsel bij (de aandrijving van) slingeruurwerken, ontstond ook de mogelijkheid om klokken onderling met elkaar te verbinden. De gedachte daarbij was dat een zeer nauwkeurig uurwerk andere klokken elektrisch kon aansturen en daarmee óók nauwkeurig kon laten lopen. Op die wijze ontstond er een **tijddistributie netwerk**. De distributie van die elektrische pulsen binnen het netwerk ging toentertijd via draden. Wanneer de te overbruggen afstand te groot was, moest er onderweg gebruik worden gemaakt van 'puls versterkers' (lijnversterkers, relais).



Enkele types relais.
Zie ook **OTS 055**.

Het gebruik van het woord **relais** stamt nog uit de tijd van de postkoets. Wanneer de te overbruggen afstanden te groot waren, moesten onderweg de paarden worden ververst. Dat gebeurde bij een zgn. relais, een faciliteit langs de route (Vgl. F: *Relais de France*).

Ook in het geval van de (elektrische) verbinding tussen moederklok en aangesloten dochterklok(ken) kunnen grote afstanden worden overbrugd met gebruikmaking van (elektromagnetische) relais. Daarmee worden onderweg de impulsen 'ververst' om signaalverliezen en/of vervorming te compenseren.

Elektromagnetische relais zijn er in allerlei uitvoeringen, de essentie blijft gelijk; met een elektrische impuls wordt een spoel bekrachtigd. Die op zijn beurt een contact schakelt.

Om de toepassing van relais in de verbinding tussen moeder- en dochterklok(ken) te adstrueren, zijn op deze tentoonstelling een aantal verschillende exemplaren getoond (Objectnummers **OTS 055**).

Ook bij de aansluiting van meerdere dochters op een moederklok wordt vaak gebruik gemaakt van een relais.

De toepassing wordt in dat geval veelal ingegeven door de voorzorg om de schakelcontacten van de moederklok/schakelklok/signaalklok niet te overbelasten; inbranden of erger is daarbij een reëel probleem.

De aansturing van dochterklokken

Zoals eerder aangegeven is de slingertijd T van een slinger afhankelijk van de lengte van die slinger en wordt (bij benadering) weergegeven in een formule:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}, \text{ met } \ell = \text{slingerlengte in meter en } g = \text{zwaartekracht-versnelling in meter/seconde}^2.$$

ℓ is hierbij de afstand tussen slinger ophangpunt en het zwaartepunt. Bij een g van $9,81 \text{ m/s}^2$ is de relatie tussen slingerlengte ℓ , slingertijd $t = \frac{1}{2} T$ en tikgetal:

t [sec.]	T [sec]	ℓ [meter]	tikgetal [1/min]
$1/4''$	$1/2''$	6,21 cm	240
$1/3''$	$2/3''$	11,05 cm	180
$1/2''$	$1''$	24,82 cm	120
$2/3''$	$1 \frac{1}{3}''$	44,17 cm	90
$3/4''$	$1 \frac{1}{2}''$	55,91 cm	80
$1''$	$2''$	99,39 cm	60

Een slinger met een lengte van ong. 1 meter heeft een slingertijd T van 2 seconde (en dus een halve slingertijd t van 1 seconde. Met een schakelcontact aan beide zijden van de slingersteel kon dan een seconde-impuls worden gegenereerd. Wilde men een 30 seconde of 60 seconde impuls voor de aansturing van de dochter(s) hebben, dan moesten de seconden worden opgeteld. Daarvoor was een telrad (*count wheel*) in de moederklok voorhanden.

Voor het verzenden van elektrische tijd-schakelpulsen van moeder- naar dochterklok(ken) werden er in beginsel twee verschillende systemen ontwikkeld;

- uurwerken (vaak uit Engeland) werken met mono polaire halve minuut impulsen, en
- klokken (veelal van het vaste land van Europa) met bipolaire minuut impulsen.

De koppeling tussen moeder- en dochterklok(ken) is meestal 2-draads.

Er zijn overigens ook bijzondere *master/slave* netwerken bijv. die van SIMPLEX (IBM), waarbij moeder en dochter een 3-draads verbinding hebben.

Derhalve zijn de binnen een tijddistributie netwerk aan te sluiten dochterklokken ook in verschillende categorieën te verdelen, dit afhankelijk van de toegepaste moederklok-techniek (type pulsen). Daardoor zijn dan ook de toegepaste dochter-klokken binnen een distributie netwerk niet zonder meer onderling uitwisselbaar.

Later worden modernere technologie uurwerken als moederklok gebruikt, namelijk zonder slinger. Hierbij kan worden gedacht aan klokken aangedreven door een elektrische synchroommotor of kwarts klokken. Maar het systeem van het aansturen van meerdere dochterklokken door één moederklok binnen een netwerk - een tijddistributie netwerk - blijft onveranderd toegepast.

Heden ten dage zijn de moederklokken atoomklokken geworden met een ongekende nauwkeurigheid. De aansturing van de dochters in die betreffende netwerken is veelal draadloos.

Tijddistributie

Al meer dan honderd jaar bestaat de behoefte en/of de mogelijkheid om de juiste tijd geografisch te verspreiden. In het begin was die tijddistributie nog niet automatisch; er was eerder sprake van een tijddienst als service.

Een vroeg voorbeeld van een tijddienst was het tijddistributie systeem in Greenwich/ Londen, waarop men zich kon abonneren. Daarbij werd de juiste tijd bij je thuisgebracht door iemand met een zakhorloge, bij wie je de tijd kon kopen. Daarmee kon de gegoede burger zijn klok(ken) thuis gelijk zetten. Die tijdbezorger haalde de juiste tijd op met een zakhorloge (E: *pocket chronometer*) bij een precisie uurwerk bij het *Royal Observatory* in Greenwich en distribueerde die vervolgens naar de geabonneerden op die tijddienst.

In de begintijd van de openbare telefonie - vóór dat er sprake was van een automatische tijdmelding - konden de abonnees desgewenst gewoon de tijd aan de telefoniste vragen.

In dat verband stond in de 'Officiële Gids der Nederlandsche Bell-Telefoon Maatschappij' uit 1883 de volgende aankondiging te lezen:

"Aan de Geabonneerden wordt medegedeeld, dat het Centraal-Bureau der Maatschappij thans elken dag het tijdsein ontvangt, waardoor het uurwerk op het Centraal-Bureau naar den middelbaren tijd voor Amsterdam wordt geregeld. Geabonneerden, die hunne uurwerken naar dezen tijd wenschen te regelen, hebben slechts verbinding met 'tijd' aan te vragen. Aan hen wordt dan den juisten middelbaren tijd voor Amsterdam medegedeeld."

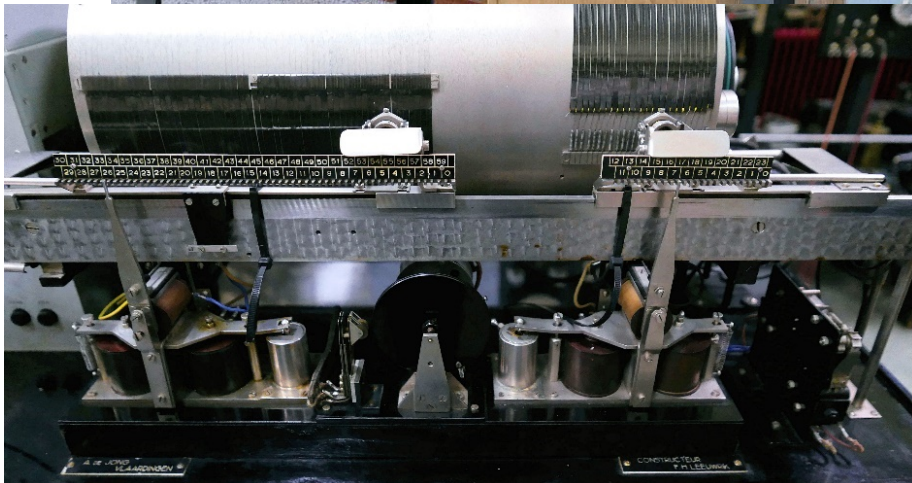
Ruth Belville (1854 – 1943) de tijdverkoopster die met haar zakhorloge (pocket chronometer) dagelijks de juiste tijd in Greenwich haalde en daarna door Londen liep om die tijd weer te verkopen aan horlogemakers en spoorwegstations. 'The Greenwich Time Lady' heeft dit tot 1940 volgehouden. Ze was toen 86 jaar oud. (Royal Observatory Greenwich).
Foto: *Daily Express*, 10 maart 1908.



Later komen er automatische tijdmeldingen voor PTT telefoonabonnees; na het draaien van het telefoonnummer 002 krijgt de beller contact met 'Tante Cor' en haar opvolgsters, die de juiste tijd 'mondeling' doorgeven. Daartoe zijn er verschillende vooraf ingesproken teksten voorhanden, die op het correcte moment voor weergave worden gekozen. De besturing van 'Tante Cor' (en haar opvolgsters) geschiedde door een moederklok in die PTT telefooncentrale.

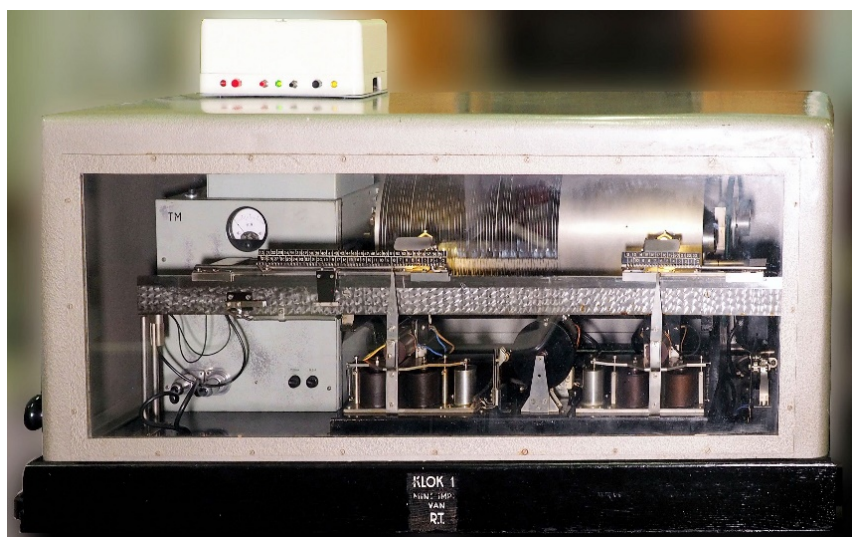
'Speaking Time'; Midden jaren 30 van de vorige eeuw konden desgewenst de abonnees de tijd gewoon aan de telefoniste vragen.

"TANTE COR"; Automatische tijdmelding voor PTT abonnees.



"Tante Cor" was in dienst bij de PTT tussen 1935 en 1969.

Bron: <http://www.telecom canon.nl>
Venster 2: 'Hoe laat is het?'



Naast de tijdsaanduiding via een telefoonnummer voor bellers bestond er ook al lang een (telefonie) tijdnetwerk, dat de tijd 'elektrisch' distribueerde d.m.v. het versturen van elektrische impulsen.

Zo staat er bijvoorbeeld in de telefoongids van Rotterdam uit 1906 het een en ander over "*Tarief en Voorwaarden voor aansluiting op den gemeentelijken dienst voor Tijdsaanwijzing.*" Rotterdam was de eerste stad in Nederland, die een elektrische openbare tijdaanwijzing kreeg. Die werd verzorgd door de 'Maatschappij voor Tijdaanwijzing', een dochteronderneming van de Nederlandsche Bell Telephoon Maatschappij (NBTM). De NBTM had vergunning gekregen tot aanleg en exploitatie van een telefoonnet binnen de Gemeente, dat in 1880 aldaar in gebruik werd genomen.

Directeur werd F.A. Hoefer, die overigens later bekendheid zou krijgen als initiator van het huidige Openlucht Museum in Arnhem.

Tijddistributie netwerken; draadgebonden

Daarbij kan onder meer worden gedacht aan de centrale aansturing van klokken op pleinen en straten in de stad. Of van stationsklokken.

Er is dan sprake van een tijddistributie systeem, met centraal een nauwkeurig lopende moederklok en vele dochterklokken (*master- & slave clocks*).

De moederklok stuurt periodiek (bijv. elke minuut) elektrische pulsen via **verbindingdraden** naar de dochterklok(ken).



NS-Stationsklok, Delft centraal.



Elektrisch uurwerk op het Noordplein te Rotterdam, begin vorige eeuw. Naar een fotografie van H.G. Gerstenhauer Zimmerman.

Het openbare tijdsignaal werd niet alleen door de PTT intern gebruikt, maar een abonnee kon ook een tijdsein-lijnaansluiting met klokimpuls huren. De (grotere) PTT telefooncentrales bezaten in die tijd één of meer precisie slingeruurwerken (elektrische moederklokken), die de betreffende minuten-impulsen genereerden.

Die PTT moederklokken zelf werden weer periodiek gelijk gezet door een precisie tijdsignaal van het Dr. Neher laboratorium in Leidschendam. In 1970 stuurden een 3-tal atoomklokken vanuit Leidschendam via het tijdnetwerk een seconde-impuls naar slingeruurwerken in districtscentrales voor het synchroniseren van de aldaar aanwezige moederklokken.

In de vorige paragraaf wordt al verwezen naar uurwerken zonder slinger, bijv. klokken aangedreven door een synchronomotor. Wanneer de frequentie van het elektriciteitsnet stabiel 50 Hz is, lopen dit soort klokken nauwkeurig op tijd. Het elektriciteitsnet zou dan voor dit soort klokken ook een 'tijddistributie netwerk' kunnen worden genoemd.

Tijddistributie netwerken; draadloos

Na 1900 begon men in een aantal landen draadloos tijdsignalen uit te zenden, waarmee de lokale tijd kon worden aangepast aan de geldende standaardtijd. Vanaf 1905 zond de US Navy draadloze tijdsignalen uit in de Verenigde Staten, en in Frankrijk werd de Eiffeltoren vanaf 1910 met dat doel gebruikt. Op 1 juli 1913 's ochtends om 10 uur zond men vanaf de gietijzeren toren het eerste wereldwijde tijdsignaal uit.



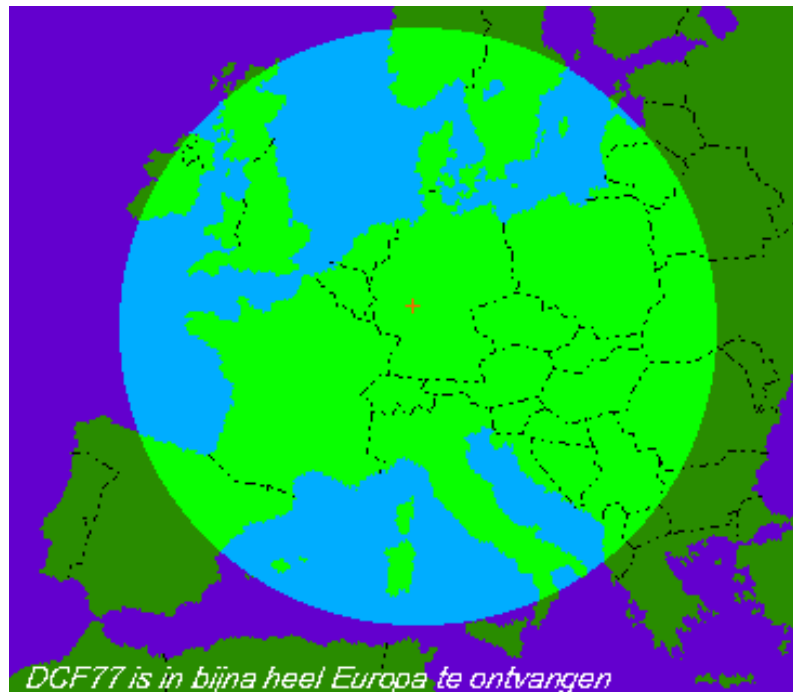
Zendmasten bij Mainflingen(D). Periodiek wordt hier vandaan een 'tijds telegram' in de ether uitgezonden op een frequentie van 77 kHz.

Na de uitvinding van de atoomklok werd al snel besloten tot het verspreiden van deze nieuwe nauwkeurige tijdmeting via radiozenders. Vanaf 1 januari 1959 kwam in Mainflingen (vlak bij Frankfurt am Main) het DCF77-systeem in de lucht. Hiermee is het in geheel Europa (het gebied rond Frankfurt met een straal van meer dan 1500 km) mogelijk, de juiste tijd te ontvangen met behulp van een simpele ontvanger in een klok. De kosten van zo'n *Radio Controlled Clock* zijn gering.

Er kwamen vanaf die tijd ook kwartsklokken op de markt, die dagelijks (meerdere malen) worden bijgestuurd door de DCF77 ontvanger. Niet alleen in Europa maar ook in andere werelddelen zijn dergelijke systemen ingevoerd.

Het Global Positioning System (GPS) ontstond in 1978 als militair systeem, maar werd al gauw ook voor burger-toepassingen vrijgegeven. Het werkt vanaf 1995 met 24 satellieten (21 en 3 reserve) aan het zwerk, waarvan er steeds minimaal 3 tegelijk moeten worden ontvangen.

Alle GPS satellieten zijn uitgerust met 4 atoomklokken (2 Cesium- en 2 Rubidium atoomklokken), waarvan de nauwkeurigheid het mogelijk maakt de positie van een ontvanger binnen enige meters te bepalen.



Hiermee beschikt de ontvanger van het GPS signaal niet alleen over een nauwkeurig navigatiesysteem, maar ook over de tijdmeting van een combinatie van meerdere atoomklokken.

Sprong naar het heden

Vandaag de dag is de toepassing van gedistribueerde tijd veel grootschaliger geworden. Denk maar aan de vele in gebruik zijnde *Radio Controlled* klokken, op basis van het ethersignaal DCF 77. Maar ook aan de tijdweergave op onze mobieltjes, de tijd in satelliet navigatiesystemen zoals GPS, tijd op internet (*Network Time Protocol NTP*), de tijd op onze digitale radio-ontvangers (*DAB*), op de *smart watch*, enz.



Smart Watch van Samsung.



Fitness tracker, RoHS (made in China).

Kortom: de behoefte aan 'altijd de juiste tijd op elke plek' is door de jaren heen onverminderd gebleven. De onderliggende technieken voor de nauwkeurige bepaling én de verspreiding van die tijd zijn echter in de voorbije decennia sterk veranderd; de

- centrale klokken (moederklokken) - oorspronkelijk slinger uurwerken - zijn inmiddels atoomklokken geworden met een ongekennde nauwkeurigheid
- verspreiding van de tijdinformatie is niet langer meer draadgebonden, maar feitelijk draadloos geworden
- distributie netwerken zijn van lokaal en nationaal gegroeid naar continentaal (DCF 77) en globaal (GPS)
- decentrale klokken (dochterklokken) zijn onze mobieltjes, ons GPS systeem, onze Internet tijd, onze DAB radio ontvangers, onze *smart watches* e.d. geworden.

Meer informatie;

<https://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-96694>

<http://www.telecomcanon.nl/> Venster 2: 'Hoe laat is het?'

<http://muscom.nl/collecties/telefonischetijdmelders.php>

<http://wp.clockdoc.org/>

<https://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-96694>

Deel B van de catalogus:

DE OBJECTEN OP DE THEMATENSTOONSTELLING.



Overzicht thematentoonstelling.

Toelichting tentoonstelling 'Op Tijd Schakelen'

Op deze thematentoonstelling wordt de bezoeker zich bewust van het feit dat in ons dagelijks leven heel veel 'op tijd' wordt geïnitieerd, geschakeld en geregistreerd. Het hebben van de juiste tijd is daarbij essentieel.

Maar ook belangrijk is de **verspreiding** van de juiste tijd, zodat die op elke plek altijd voorhanden is. Die verspreiding vindt plaats via zogenaamde tijddistributie netwerken; aanvankelijk draad gebonden, nu veelal draadloos.

De tentoongestelde voorwerpen zijn in twee categorieën (thema's) te verdelen;

(I) moeder- en dochterklokken (E: *master/slave*) en

(II) andere tijdmeters/tijdschakel objecten (E: *time switching devices*).

Tot slot worden alle objecten overzichtelijk gerubriceerd **(III)**.

I. Moeder- en dochterklokken

De toelichting bij de thematentoonstelling start bij voorkeur met de stationsklok aan het plafond. Veelal een feest van herkenning voor de bezoeker. Die geeft de mogelijkheid om het concept van moeder- en dochterklok te tonen. En dat dan weer als inleiding op het verhaal van de zoektocht om de nauwkeurigheid van de moederklok (aanvankelijk een slingeruurwerk!) te optimaliseren. Ingrepen/verbeteringen in dat verband waren achtereenvolgens compensatie voor de invloed van temperatuursveranderingen op de lengte van de slingersteel, aanpassingen om de regelmaat van de slingerbeweging te verbeteren zoals het wegnemen van de conventionele aandrijving van de klok (= gewicht of veer) én het verwijderen van tandwielen en wijzers.

Met het wegnemen van de aandrijving werd wel een nieuw probleem geïntroduceerd; de slinger moet dan op een andere wijze aan de draad worden gehouden. Verschillende methoden hiervoor worden aan de hand van de tentoongestelde moederklokken toegelicht, waarbij de *Hipp Toggle* een belangrijke uitvinding was.

Moederklokken sturen een of meer dochterklokken aan. Op de tentoonstelling zijn een aantal bijzondere dochterklokken te zien, zoals een exemplaar met personen zoek functionaliteit, een netfrequentie controle uurwerk en dochterklokken met een slinger.

Ná de moederklokken met slinger kwamen kwartsuurwerken in zwang, waarbij de nauwkeurigheid verder toenam; van een afwijking van 1 sec. in de 3 maanden tot 1 sec. per jaar (nauwkeurigheid 10^{-7}) bij slingeruurwerken naar 0,1 sec. per jaar met kwarts (nauwkeurigheid 10^{-8}). Leuk is te vermelden, dat ook de 2^{de} generatie stationsklokken - met een kwarts uurwerk als moederklok - tentoongesteld is (de 19" rekken bij de entree van de tentoonstelling).

Ook die generatie is inmiddels uitgefaseerd door de Spoorwegen en vervangen door DCF 77 ontvangers, meestal gemonteerd per dochterklok.

Nu zijn atoomklokken de tijdgever, met een maximale afwijking van 1 sec. in de 5 miljard jaar tot 1 sec. in de 15 miljard jaar (nauwkeurigheid inmiddels 10^{-18}).

Deze tentoonstellings-'lijn' kan worden afgesloten met de conclusie dat het principe van tijddistributie netwerken vandaag nog steeds in gebruik is. Echter, de moederklokken zijn van slingeruurwerk via kwarts naar atoomklok geëvolueerd; de distributie van draad gebonden naar draadloos (ether of satelliet) en bovendien zijn de oorspronkelijke dochterklokken onder meer *Radio Controlled* klokken geworden, (de tijd op) onze mobieltjes en *smart watches*, in GPS ontvangers, op onze digitale DAB+ radio's, de internet tijd op de PC, enz.

II. Andere tijdmeters (*Time Switching Devices*)

Naast de bovengenoemde moeder- en dochterklokken bestaat er een hele categorie van tijdmeters - in allerlei vormen en uitvoeringen - die ons in staat stelden om op tijd te 'schakelen'. Denk bijvoorbeeld maar aan kookwekkers, schaakklokken, parkeermeters, prikklokken, kluis klokken, duivenklokken, tijdschakelklokken en signaalklokken *).

Maar ook aan Calculagraphen, telefoon-tikken tellers, verlichtingsschakelaars, stopwatches, klokthermostaten, nachtwakersklokken, doka-timers, biljartklokken, etc.

Een aantal van die tijdmeters zijn op de tentoonstelling te zien.

Voor alle, door een synchronomotor *direct* aangedreven *time switching devices* geldt, dat de nauwkeurigheid afhankelijk is van de kwaliteit van de 50 Hertz netfrequentie.

Dit in tegenstelling tot, door een synchronomotor *indirect* aangedreven uurwerken.

Daarbij wordt het aandrijfgewicht van die klok elektrisch opgehaald of de aandrijfveer elektrisch opgewonden. De kwaliteit van de netfrequentie is dan niet meer kritisch.

*) Het verschil tussen tijdschakelklokken en signaalklokken:

Tijdschakelklokken schakelen op een bepaalde, instelbare tijdstippen een elektrisch contact AAN, UIT of OM. Voorbeelden: dag en nacht schakeling elektriciteitsstarief hoog/ laag, verlichting aan of uit. Die schakeltijdstippen worden ingesteld (geprogrammeerd) op een 24 uren dagschijf. Signaalklokken kunnen ook een wekschijf hebben, waarop de dag van de week wordt aangegeven. Dat biedt de mogelijkheid om bijvoorbeeld in het weekeinde de (programmering van de) schakeltijdstippen te onderbreken.

Signaalklokken geven op een bepaald, vooraf ingesteld tijdstip een signaal van beperkte, veelal instelbare tijdsduur. Voorbeelden: indicatie van de begintijd/ eindtijd school, van de lessen, van pauzes. Of aanvang van het werk, begin en einde lunchtijd, einde werktijd. Daartoe is er in de signaalklok meestal een potentiaalvrij schakelcontact voorhanden. De gewenste tijdstippen worden ingesteld op een 24 uren dagschijf, de signaalklokken hebben vaak ook een wekschijf. Dat biedt de mogelijkheid om bijvoorbeeld in het weekeinde de (programmering van de) signalen te onderbreken.

Er bestaan ook tijdschakelklokken/signaalklokken, waarin beide functies werden gecombineerd. De voornoemde uurwerken kunnen *stand alone* zijn of als dochterklok (*slave*) functioneren.

III. Rubricering

Aan het einde van deze catalogus, op bladzijde 136, worden de tentoongestelde objecten, zoals die onder I en II zijn beschreven, gerubriceerd. Bij die indeling is gekozen voor kenmerkende functionaliteiten respectievelijke begrippen, zoals moederklok, dochterklok, prikklok, tijdschakelklok, signaalklok, duivenklok, kluis klok, etc. De **OTS** nummers zijn daarbij de referentie.

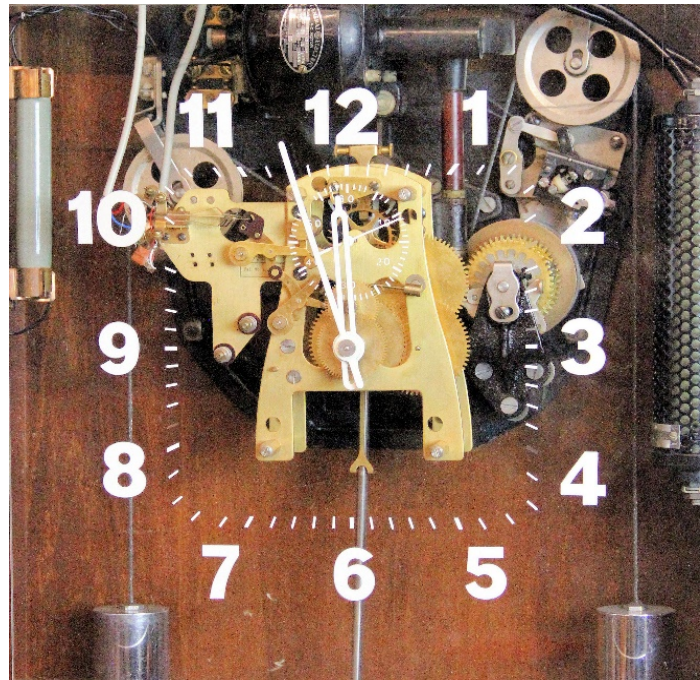
Toelichting objecten 'Op Tijd Schakelen' tentoonstelling

I. Moeder- en dochterklokken

Object OTS 000: Moederklok van IBM met twee dochterklokken

Model No: 35 MC
Serial No: 893117
Bouwjaar: 1-4-1952.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES
CORP. ENDICOTT, NEW YORK USA.



Moederklok van het voormalige gebouw Electrotechniek, Kanaalweg 2b Delft, met bijbehorende dochterklokken.



Zowel dubbelzijdig als in elke uitvoering van de dochterklokken, zijn aangesloten in de Consumentruimte en Bibliotheek van de SV.

Deze IBM/SIMPLEX moederklok heeft een vaste plaats binnen de SV en behoort als zodanig feitelijk niet tot de thematentoonstelling Op Tijd Schakelen.

Gelet op de herkomst van deze elektrische moederklok is echter vermelding in deze Op Tijd Schakelen - catalogus allerzins verdedigbaar.

Moederklok opgesteld in de bibliotheek van de Studieverzameling.

Object OTS 002: Moederklok met slinger GENTS , type : PUL-SYN-ETIC



Fabrikant: GENTS' OF LEICESTER. Bouwjaar: medio 1938.
Type: PUL - SYN - ETIC . Nr. 4794 resp. 4673.

Deze Engelse moederklok heeft een meterslinger uit Invar staal, die op een bijzondere wijze wordt aangedreven. Op het eerste gezicht lijken wijzerplaat en slinger tot één en hetzelfde uurwerk te behoren.

Maar met het openen van de kastdeur blijken slinger en wijzerplaat gescheiden te zijn; de slinger is de moederklok, de wijzerplaat behoort toe aan de 'eerste' dochterklok. (E: *pilot slave*).

De meterslinger ($T = 2$ seconde, $t = 1$ seconde) wordt nauwelijks belast. Met elke slingering wordt enkel een telwiel (E: *Count Wheel*) één tandje vooruit gezet.

Na 30 seconde is het tandwiel rond. In het tandwiel zijn inkepingen aangebracht, op één na van gelijke diepte.

Wanneer de diepere inkeping langskomt, wordt een arm met een rolletje van zijn ophanging gestoten. Die arm valt onder de zwaartekracht naar beneden (E: *Gravity Arm*) en daarmee rolt het aandrijfrolletje van de arm langs een baantje op de, op dat moment passerende slingersteel. De slinger krijgt daarmee mechanische energie toegediend om verder te slingeren.

Die bekrachtiging gebeurt precies op het moment, dat de slinger door zijn middenstand gaat. En dat is ideaal. Wanneer de zwaartekracht arm beneden is (de slinger is dan al weg), sluit de arm een elektrisch contact waardoor twee spoelen worden bekrachtigd. Die trekken op hun beurt een anker aan, dat de *gravity arm* weer terugplaatst op zijn ophanghaak (E: *Kick Rewind*).

Deze procedure vindt elke 30 seconde plaats. Onderdeel van deze zelfde procedure is ook het leveren van een halve minuut mono polaire impuls naar dochterklok(ken), als eerste de dochterklok in de kastdeur van de moederklok.

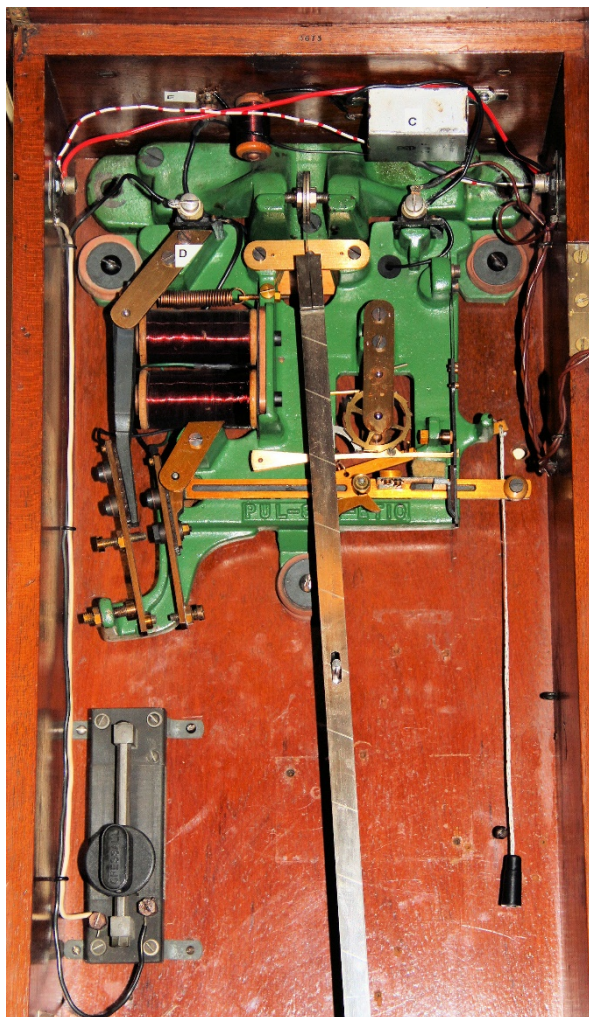
De wijzerplaat van de 'eerste' dochterklok is verzilverd en heeft Arabische cijfers. Er staat geen tekst op de wijzerplaat.

Moederklok met slinger GENTS.

Dochterklokken, in welke uitvoering dan ook, worden in dit GENTS' klokkensysteem in serie aangesloten. Ze dienen een lijnstrom van 220 mA te krijgen. Met het aansluiten van meer dochters in serie moet daartoe de voedingsspanning dienovereenkomstig worden opgevoerd.

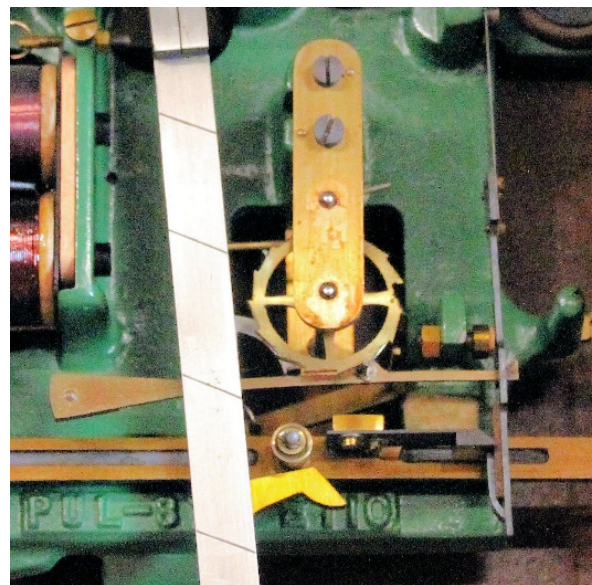
Aanbevolen wordt om met lijnversterkers (E: *Relays*) te werken. Dat spaart ook de schakelcontacten van de desbetreffende moederklok. Overigens is vaak door de fabrikant preventief een RC-kring aangebracht over het schakelcontact om vonken/inbranden te voorkomen. Tegenwoordig kunnen over schakelcontacten/relais spoel contacten ook prima snelle diodes worden gebruikt.

Boven op deze moederklok is een extra kuif aangebracht met lijn-versterkers t.b.v. de aansturing van verschillende type dochterklokken. (Zie objecten **OTS 003**, **004** en **005**). Die zijn niet alleen bedoeld om de schakel-contacten van de moederklok te sparen, maar maken het ook mogelijk om dochterklokken aan te sturen, die mono-polaire halve minuut impulsen van verschillende spanningen vereisen.



Zwaartekracht arm (E: *Gravity Arm*).

PM: Moederklokken van Engelse makelij (E: *master clocks*) leveren vaak mono-polaire 30" impulsen aan dochterklokken (E: *slave clocks*). Daarom kunnen er bipolaire 1 minuut-impuls dochterklokken niet op worden aangesloten.



Telwiel (E: *Count Wheel*), waarvan één tand dieper is.

Object OTS 003: GENT'S dochterklok/*slave clock*

Houten behuizing, Ø 45 cm. Nummer E. 275.
Wijzerplaat met Romeinse cijfers, verder geen tekst/merkaanduiding.
Bouwjaar: omstreeks 1940. Aansturing met een mono-polaire halve minuut impuls, stroomsterkte $I_{\text{typical}} = 0,22 \text{ A}$ ($0,17 < I < 0,27 \text{ A}$).

Deze impuls wordt geleverd door object OTS 002.



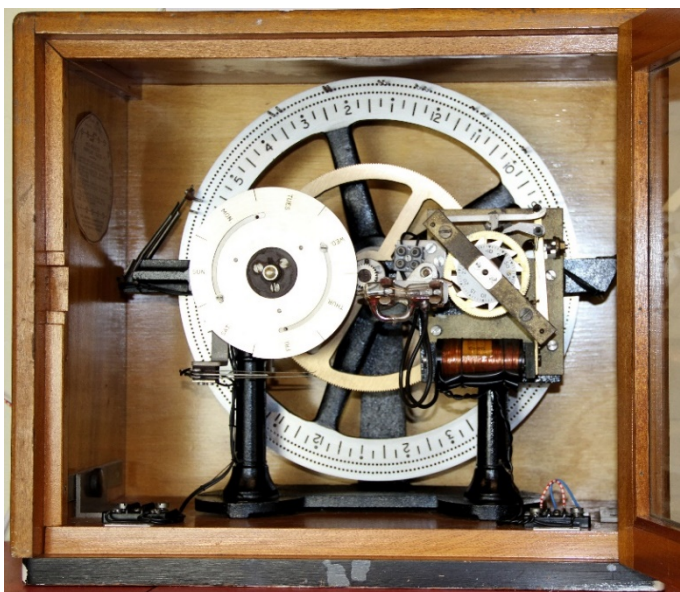
Object OTS 004: GENTS' dag/week tijdschakelklok/signaalklok

Een dochterklok van GENTS' , in een uitvoering als dag/week tijdschakelklok resp. signaal klok (E: *Adjustable Programmer*), type C69.

De aandrijving vindt plaats met een mono- polaire 30 seconde impuls van de moederklok (OTS 002). Daardoor wordt periodiek een elektromagneet bekrachtigd, die op zijn beurt zowel de 24 uren schijf vooruit zet, als een kwik-schakelaar stapsgewijze kantelt. Na 10 pulsen van de moederklok = 5 minuten valt de kwikschakelaar terug in zijn uitgangspositie, d.w.z. Normally Open (N.O.).

De schakeltijdstippen worden 'geprogrammeerd' door het inschroeven van pennetjes op het gewenste schakeltijdstip in de 24 uren schijf (minimaal interval 5 minuten).

Bij het bereiken van dat tijdstip wordt door de kwikschakelaar een potentiaalvrij contact van 5 minuten aangeboden. Daarmee kan dan een toeter of een bel worden aangestuurd.



Toepassingsvoorbeelden: Signaal begin- en einde werktijd, idem lunchpauze, aanvang of einde van de lessen, enz.

Met behulp van de dag van de week-schijf kan bijvoorbeeld gedurende het week-einde de programmering van de geluidssignalen desgewenst worden onderbroken.

Grote schijf is 24 uren dagschijf, kleine schijf is week-schijf.

Kwikschakelaar in het centrum van de klok.

Object OTS 005: GENTS' lijnversterkers voor 4 kloklijnen/slave clocks

Een *Distribution Board* van GENTS' OF LEICESTER, bouwjaar ongeveer 1950.

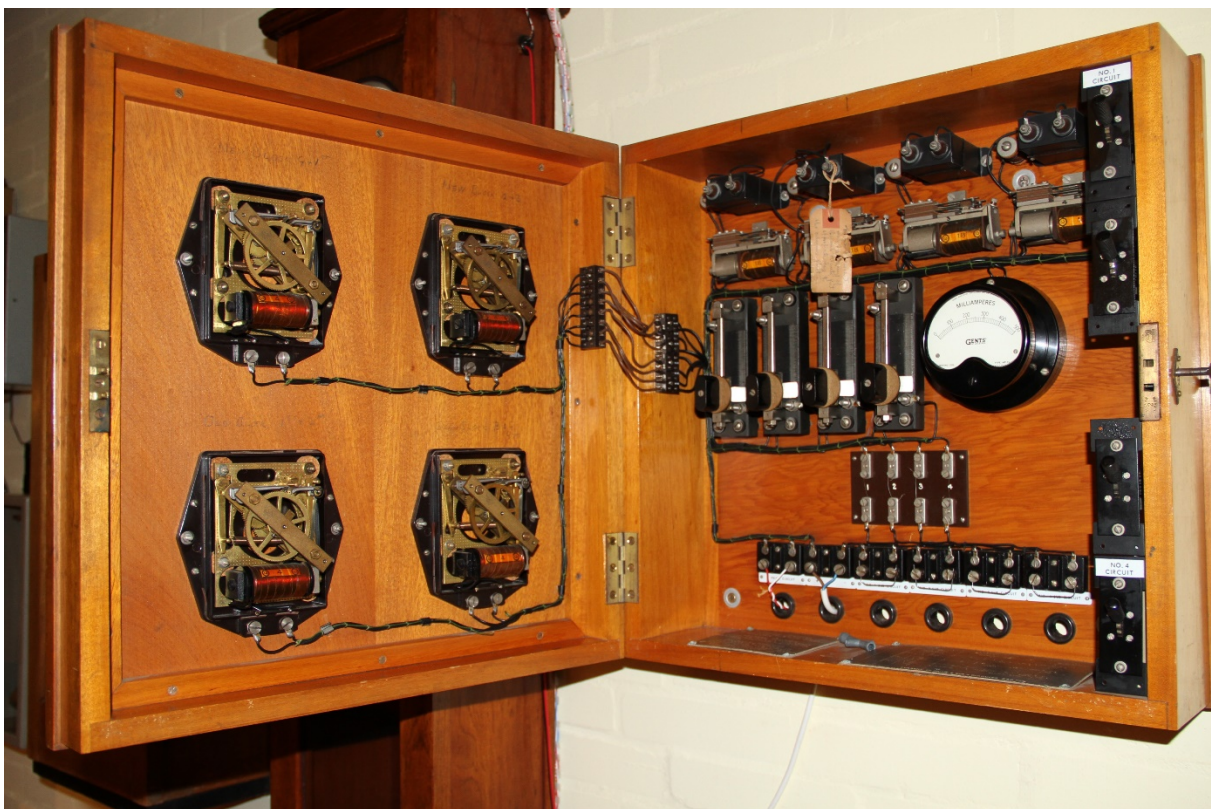
Met behulp van deze dochterklokken lijn versterkers-/verdelers kunnen tegelijkertijd vele dochterklokken worden aangestuurd. Die dochterklokken zijn opgenomen in een zgn. kloklijn.

Met een ingangsrelais wordt de mono-polaire 30 seconde impuls van de moederklok per kloklijn doorgeschakeld naar alle dochterklokken, die in die betreffende kloklijn in serie zijn geschakeld.

De vier dochterklokjes in de deur van het verdeelwerk geven de tijd aan van de, in die betreffende kloklijn opgenomen overige dochterklokken.



Het GENTS systeem vereist een stroom door de dochterklokken van 220 mA *typical*. Afhankelijk van het aantal, in serie geschakelde *slave clocks* moet de voedingsspanning worden opgevoerd. Voor de precieze afstelling van de vereiste 220 mA in de kloklijnen zijn vier schuifweerstand (van 220 Ω elk) gemonteerd (E: *Rheostats*). Die worden voor elke kloklijn apart afgeregeld.



Lijnversterker voor vier kloklijnen.

De ingestelde stroomsterkte kan per kloklijn op de ingebouwde mA meter (0 – 500 MILLIAMPERES) worden afgelezen. De vier kloklijnen zijn elk afgezekerd met een smeltdraad. Per kloklijn is een drie standen schakelaar voorhanden, waarmee desgewenst de betreffende dochterklokken op tijd kunnen worden gezet (stilzetten of versneld pulsen).

Object OTS 007: Telephone Rentals Master Clock; moederklok met meterslinger



Eikenhouten kast met getoogd glas in de deur. Het uurwerk heeft een meterslinger en geeft een monopolaire 30 seconde impuls aan de dochterklok(ken). Moeder- en dochterklok(ken) staan in serie, er moet 300 mA door het circuit lopen. Om dat af te regelen is een schuifweerstand (E: *Rheostat*) voorhanden. De 'eerste' dochterklok (E: *Pilot Slave*) is gemonteerd in de kastdeur, de wijzerplaat is verzilverd en heeft Arabische cijfers. Er staat geen tekst/fabrikant vernoemd op de wijzerplaat. Bouwjaar omstreeks 1950.

De voedingsspanning van de klokken moet worden aangepast, afhankelijk van het aantal uurwerken in serie. Bij (te) veel dochterklokken is opname van relais in de kloklijn(en) gewenst.

Het ontwerp van het uurwerk doet sterk denken aan een *low cost* uitvoering van de synchronome/PUL-SYN-ETIC; zie: OTS 002. De zwaartekracht arm is eenvoudig uitgevoerd, de twee spoelen voor het terugplaatsen van die arm lijken uit een elektrische bel afkomstig en de elektromagneet van de (eerste) dochterklok uit een relais.

De meterslinger ($T = 2$ seconde, $t = 1$ seconde) wordt nauwelijks belast. Met elke slingering wordt enkel een telwiel (E: *Count Wheel*) één tandje vooruit gezet. Na 30 seconde is het tandwiel rond.

Aan het tandwiel is een pin bevestigd die de arm met een rolletje van zijn ophanging stoot. Die arm valt onder de zwaartekracht naar beneden (E: *Gravity Arm*) en daarmee rolt het aandrijfrolletje van de arm langs een baantje op de, op dat moment passerende slingersteel.

De slinger krijgt daarmee mechanische energie toegediend om verder te slingeren.

Die bekrachtiging gebeurt precies op het moment, dat de slinger door zijn middenstand gaat. En dat is ideaal. Wanneer de zwaartekracht arm beneden is - de slinger is dan al weg - sluit de arm een elektrisch contact waardoor twee spoelen worden bekrachtigd. Die trekken op hun beurt een anker aan, dat de *gravity arm* weer terugplaatst op zijn ophanghaak, (E: *Kick Rewind*).

Moederklok met meterslinger.



Deze procedure vindt elke 30 seconde plaats. Onderdeel van deze zelfde procedure is ook het leveren van een halve minuut mono-polaire impuls naar aangesloten dochterklok(ken), als eerste aan de dochterklok in de kastdeur van de moederklok.

De oorsprong van het bedrijf Telephone Rentals (T.R.) ligt bij een andere organisatie; de Telephone Manufacturing Company (T.M.C.), die omstreeks 1902 haar activiteiten begon. In 1929 werden de T.M.C. activiteiten - fabricage en installatie/onderhoud van telefonie verhuur apparatuur - in twee entiteiten ongesplitst; de Telephone Manufacturing Co Ltd en Telephone Rentals Ltd.

In december 1966 deed GEC een overnamebod aan T.R., maar trok dat in februari 1967 weer in. Een paar maanden later nam T.R. zelf één van zijn concurrenten over - de Dictograph Telephones Ltd. - in 1985 gevolgd door Cass Electronics.

T.M.C. Ltd. werd in de 60-er jaren overgenomen door de Pye groep en herbenaamd tot Pye T.M.C. Ltd. Toen Pye op zijn beurt werd overgenomen door Philips, werd de naam T.M.C. geschrapt.

Object OTS 009: T&N telefoontoestel met dochterklokje



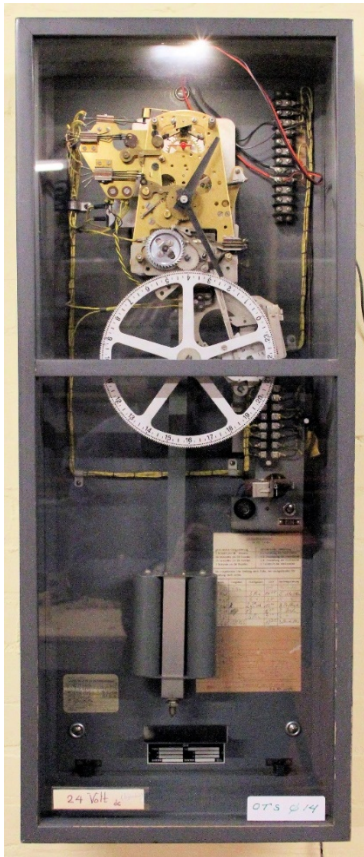
Telefoontoestel met draaikiesschijf, aan te sluiten op een bedrijfstelefooncentrale (D: *Zugelassen für private Nebenstellenanlagen*).

In het telefoontoestel is een klein klokje gemonteerd; een dochterklokje dat aangestuurd wordt met bipolaire minuut impulsen van een moederklok.



Fabrikant: Telefonbau & Normalzeit. Made in Germany. Het toestel heeft 4 aansluitdraden; 2 voor de spreek/luister verbinding en 2 voor de aansturing van het dochterklokje.

Object OTS 014: IBM Master clock (SIMPLEX) met $\frac{3}{4}$ seconde slinger



Elektrische moederklok/signaalklok combi, met dag- en wekschijf, model HSU 38 – 30, nummer: H002479. Bouwjaar: 1962. Behuizing: grijs geschilderde houten kast. Fabrikant: SIMPLEX.

De Simplex Time Recorder Company werd opgericht in 1894 in Gardner, Massachusetts, USA door Edward G. Watkins. De onderneming was tientallen jaren succesvol en kocht in 1958 de IBM Time Equipment Division in de U.S.A, later gevolgd door Gledhill-Brook in Engeland in 1964 (= SIMPLEX Time Recorder, UK, Ltd).

De wijzerplaat ontbreekt, dit om een blik te kunnen werpen in de techniek van het uurwerk. Kleine, rode seconde wijzer op 12 uur. Veer aangedreven uurwerk met Graham ankergang. De veer wordt periodiek opgewonden door een elektromagneet. Gangreserve ongeveer 12 uur.

Minuut impulsen, lengte 3 tot 4 seconde. Voedingsspanning 24 V_{dc}. Slingerlengte: ongeveer 56 cm, $\frac{3}{4}$ seconde slinger. $t = \frac{3}{4}$ seconde, T = 1,5 seconde, tikgetal = 80.

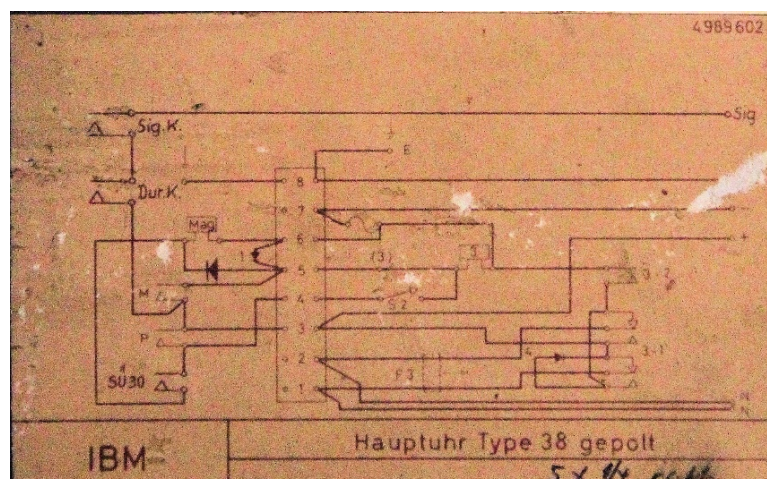
De slingerlengte is desgewenst instelbaar/corrigeerbaar door het verdraaien van een stelmoer onder het slingergewicht. De slinger heeft een slingercontact, periodiek 1 seconde gesloten en $\frac{1}{2}$ seconde open (T = 1,5 seconde).

De dochterklokken e.d. worden via een relais aangestuurd d.m.v. een driedraads systeem, waarover mono polaire pulsen worden gestuurd. Dat systeem maakt het mogelijk om alle aangesloten dochterklokken elk uur gelijk te zetten; eventueel vóórlopende dochters worden elk uur tussen minuut 50 en 59' 45" gestopt, eventueel achterlopende dochters worden tussen minuut 59' 15" en 59' 45" bijgezet.

Dit is een typisch IBM (*proprietary*) systeem. Het aansluiten van tweedraads dochters met bipolaire minuut aansturing is eventueel wel mogelijk, maar dan zijn aanpassingen in het systeem noodzakelijk. Tijdschakelklok/signaalklok met 24 uren schijf en wekschijf. Tijdstippen op 24 uren schijf instelbaar per 5 minuten met schroefstiften. Lengte van het signaal instelbaar tussen 1 en 20 seconde, typical 10 seconde.

Maximale belastbaarheid van het potentiaalvrije schakelcontact 0,6 Amp. bij 12 of 24 V_{dc} voedingsspanning. Bij grotere belasting relais toepassen.

Schakelschema uit de klok.



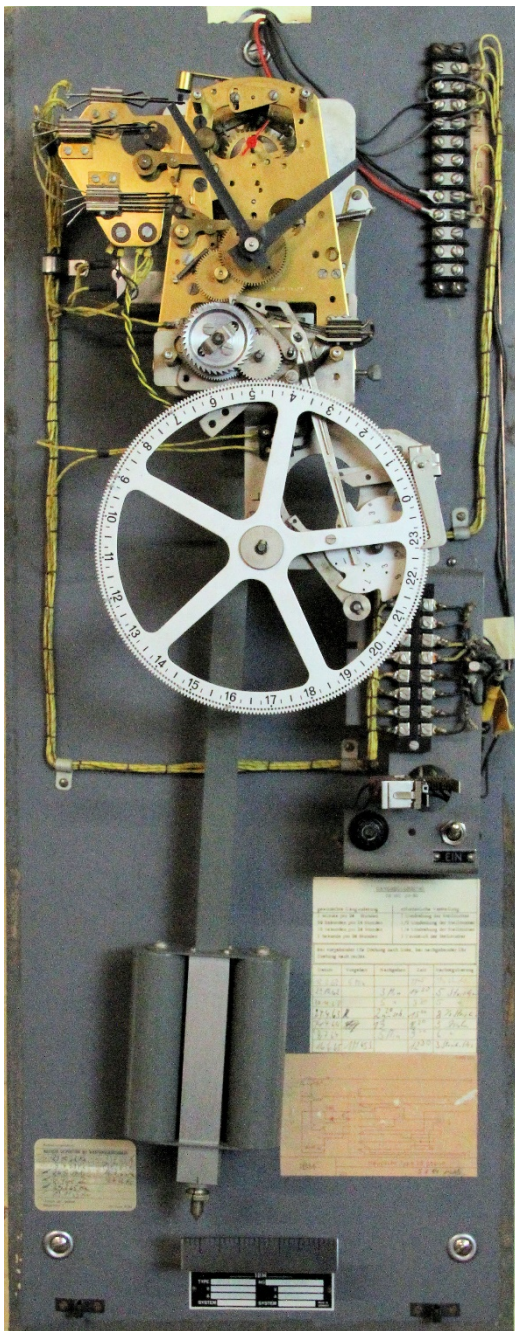
De geschiedenis van IBM begint in 1911, toen drie onafhankelijke bedrijven die al 20 jaar bestonden, werden verenigd tot de *Computing-Tabulating-Recording Company*. De naam van dat bedrijf werd in 1924 *The International Business Machine Corporation*.

Onder leiding van de visionair Thomas J. Watson groeide het bedrijf IBM uit tot een wereldconcern.

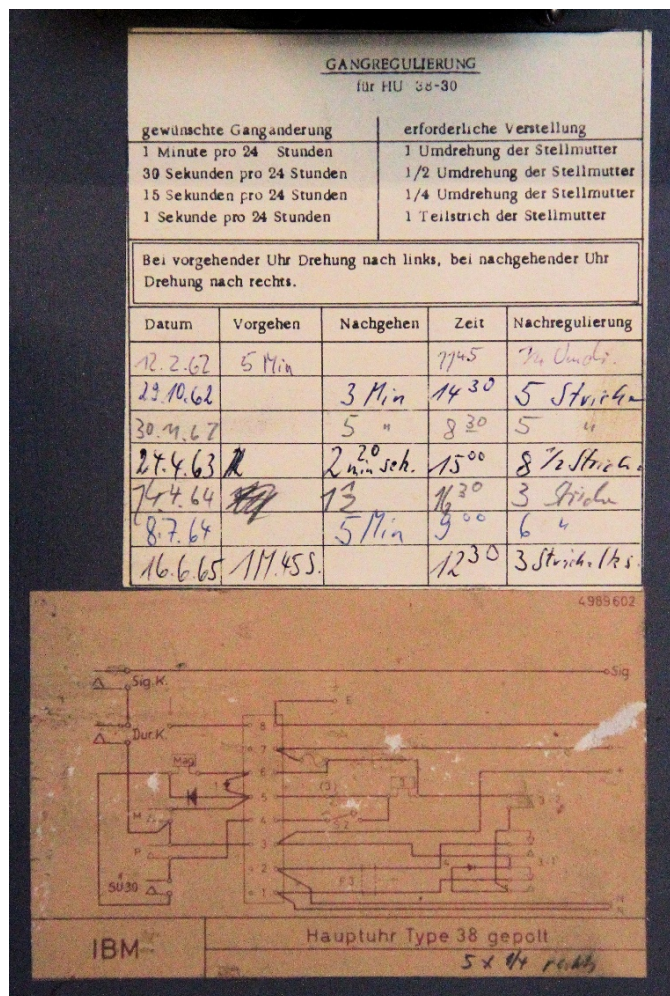
Eén van de drie oorspronkelijke bedrijven was *The International Time Recording Company of New York*; I.T.R. werd een divisie binnen IBM.

Ze bleven hun producten onder de naam *International* verkopen.

(Zie in dit verband ook object **OTS 113** en **114**). IBM verkocht in 1958 de *Time Equipment Division* aan Simplex in Duitsland; Deutsche SIMPLEX Time Recorder Gesellschaft m.b.H. in Stuttgart, met fabrieken onder meer in Gardner, Massachusetts, U.S.A. .



De IBM/SIMPLEX Master clock zonder behuizing.



Stickern in de klok.

Object OTS 023: Moederklok L.M. Ericsson, een Moser- Baer variant

Veer aangedreven uurwerk met slinger en Graham ankergang, gecombineerd met tijdschakelklok/signaal-klok. In licht eiken kast.

Leverancier: L.M. Ericsson, Code n°: KAA 1256, Serie n°: 1252. Fabrikant: Uhrenfabrik W. Moser-Baer, Sumiswald, Schweiz.

Slingerlengte = ongeveer 56 cm,
 $t = \frac{3}{4}$ seconde, $T = 1,5$ seconde.
Slingerlengte corrigeerbaar met moer onder de (cilindrische) slingerlens.
Voeding: 24 V_{DC}.

Door het uurwerk wordt elke minuut één van twee kwikschakelaars kortstondig gekanteld. Daarmee wordt een bipolaire minuut impuls van 24 V_{DC} aan de dochterklok(ken) afgegeven, maar ook een impuls aan een magneet, die de opwindveer van het uurwerk een slag spant.

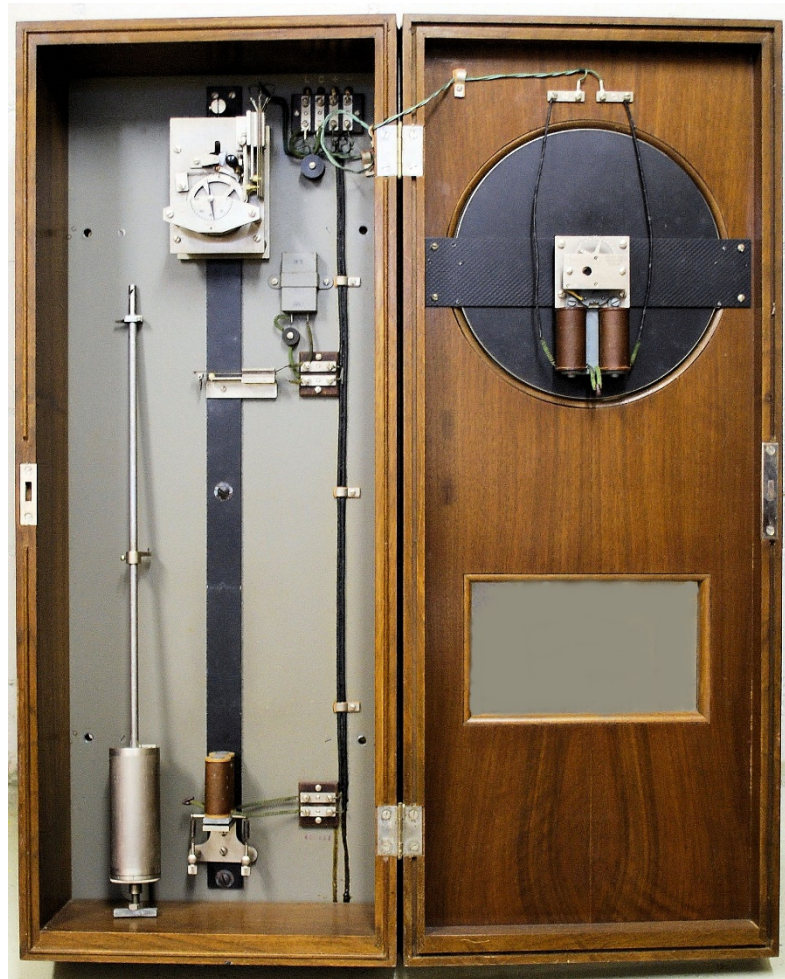


Tijdschakelklok: 24 uren schakelschijf, tijdstippen instelbaar door het inschroeven van pennen.
Minimale schakelinterval = 15 minuten.

Met weekschijf. Signaalduur instelbaar met 2 pennen op 2 uur en 3 uur. Elektrische aansluitingen (van boven naar beneden): voeding, signaal impuls en minuut impuls.

De 24 V_{DC} voeding werd speciaal voor deze klok ontworpen en gebouwd. Zie ook de tekst bij object **OTS 138**; een lijnversterker (relais) dat als 'dochter' aan deze klok werd aangesloten.

Object OTS 024: FAVAG moederklok met slinger en Hipp vaantje

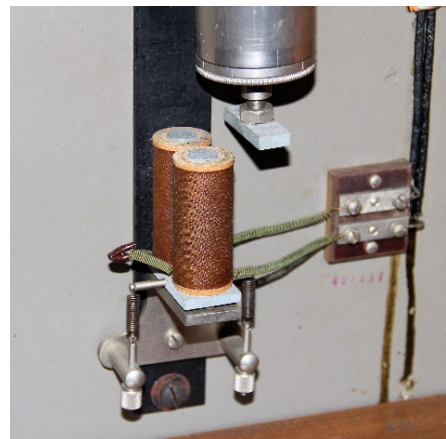


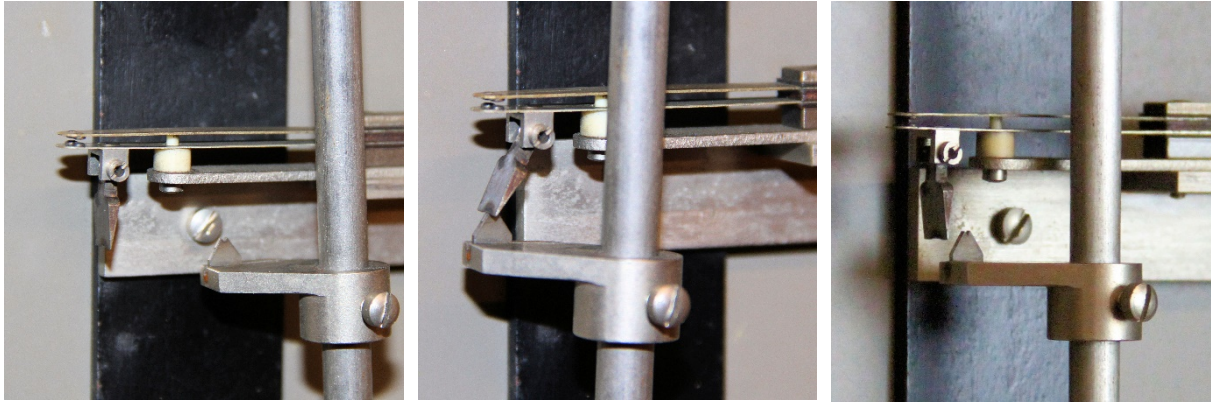
Moederklok met invar slinger, type: H14. Fabrikant: FAVAG S.A., Neuchâtel, Suisse. Slingerlengte ong. 44 cm, slingertijd $t = \frac{2}{3}$ seconde, tikgetal = 90. Bouwjaar 1941. Nummer moederklok = 1358, nummer dochterklok = 8451. Op de foto rechts werd de slinger even uitgenomen.

Bij deze moederklok met slingeruurwerk werd de conventionele aandrijving (gewicht of veer) weggelaten. Dit met als doel om de gelijkmatigheid van de slingerbeweging verder te verbeteren. En daarmee de nauwkeurigheid van de klok. Maar met het wegnemen van gewicht of veer aandrijving werd een nieuw probleem geïntroduceerd: hoe kan worden voorkomen, dat de slinger stilvalt?

Bij deze moederklok is daartoe aan de onderzijde van de slingerlens een stuk weekijzer aangebracht, dat over twee - verend opgehangen - spoelen beweegt. Wanneer de amplitude van de slinger uitslag te klein wordt, worden de twee spoelen onder de slingersteel kortstondig bekrachtigd. Daardoor wordt de slinger weggeduwd en krijgt daarmee opnieuw energie toegediend. Zo valt de slinger niet stil. Dit verschijnsel herhaalt zich periodiek (ongeveer 5 keer per minuut, contactduur 0,13 seconde). De bekrachtiging van de twee aandrijfspoelen gebeurt op het gunstigste moment, namelijk wanneer de slinger door de nulpositie gaat.

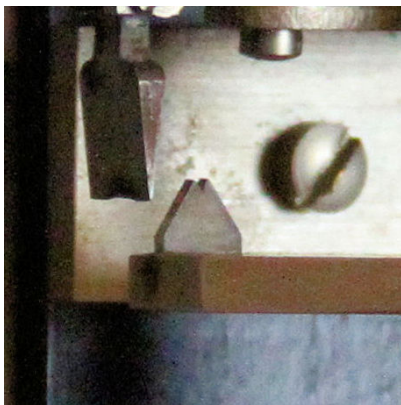
Verend opgehangen spoelen.





Hipp Toggle.

Overigens wordt bij dit aandrijvingsprincipe het uurwerk aangedreven door de slinger en niet andersom, zoals bij conventionele slingeruurwerken. Maar hoe wordt gemeten, wanneer de slingeruitslag te klein wordt? Daartoe wordt gebruik gemaakt van een uitvinding van de Zwitser Matthäus Hipp (1813 -1893). Aan de slingersteel is een nokje gemonteerd vervaardigd uit agaatsteen, dat aan de bovenzijde een kleine V-vormige inkeping heeft.



Het schakel-contact voor de beide slingerbekrachtigingsspoulen is voorzien van een gemakkelijk scharnierend opgehangen vaantje (E: *Toggle*), dat bij elke slingering moeiteloos over het slingernokje glijdt.

Neemt nu de uitslag van de slinger af, dan blijft het vaantje op enig moment in de inkeping steken en wordt hierdoor omhoog geduwd, waardoor het contact sluit. En daarmee de slinger-aandrijfspoelen bekrachtigd. Tussentijds beweegt de slinger dus vrij, zonder aandrijving.

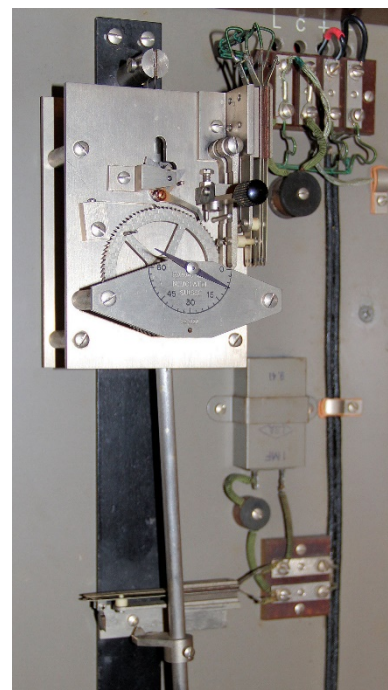
Agaatsteen met V-vormige inkeping.

Deze Matthäus Hipp was overigens een veelzijdig man, die tal van uitvindingen op zijn naam heeft staan; onder meer de eerste Zwitserse elektromotor (1867), een elektrische piano, een schrijvende telegraaf (1867) en een zelfregistrerende snelheidsmeter voor stoomlocomotieven.

Bij deze FAVAG moederklok werden ook de rondsels, tandwielen en wijzers van het uurwerk weggenomen. Dit alles om de regelmaat van de slingerbeweging opnieuw verder te verbeteren. De klok/wijzerplaat met wijzers in de deur zijn dan ook die van de eerste dochterklok.

Die wordt aangedreven door een (bipolaire) minuutimpuls van de moederklok. Omdat de slingertijd van deze FAVAG $\frac{2}{3}$ seconde is, moeten de slingeringen worden opgeteld tot 60 seconden om een minuut impuls aan de dochter(s) te kunnen geven.

Count Wheel.

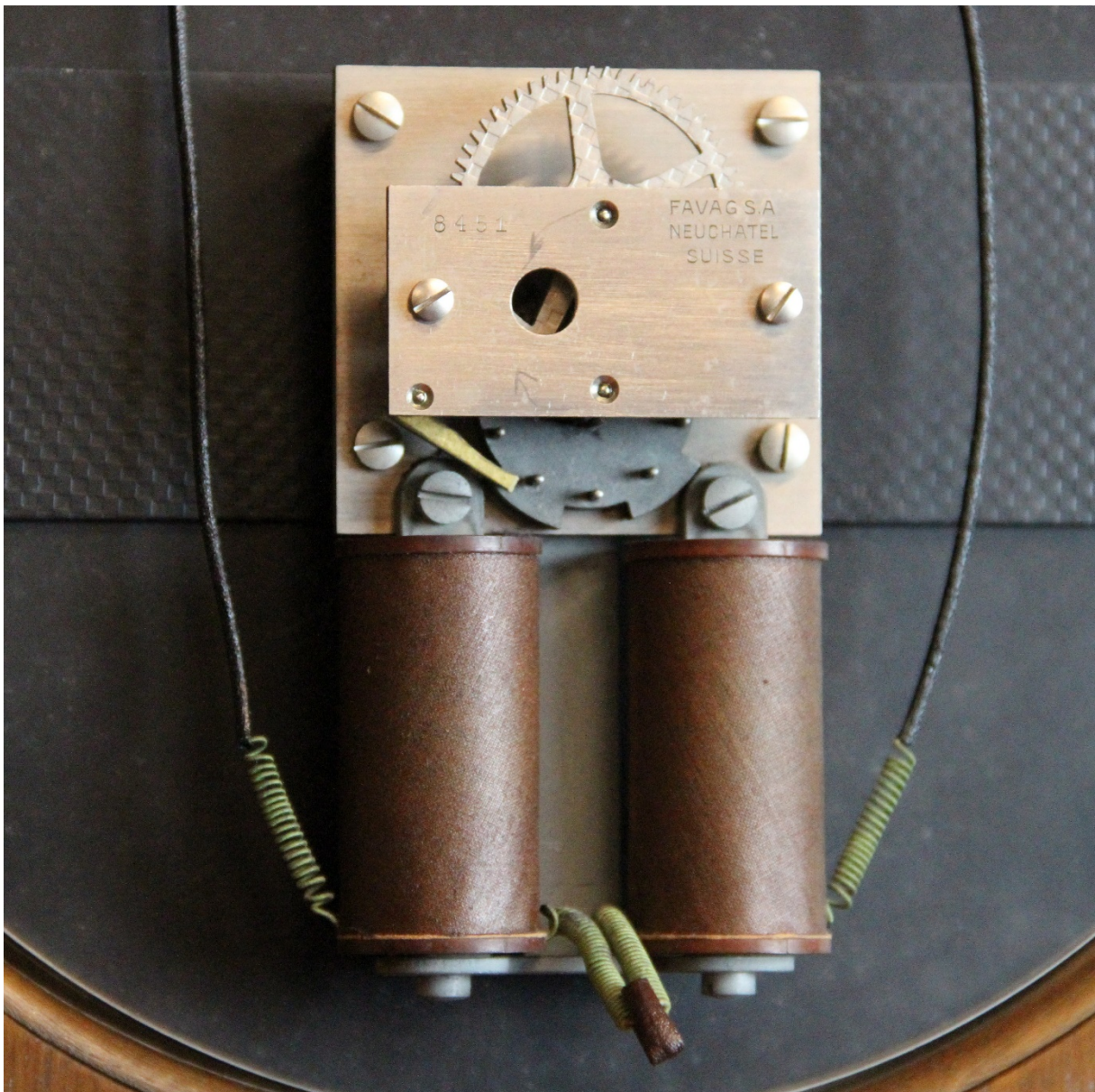


De slinger drijft daartoe een telrad (E: *Count Wheel*) aan, dat bipolaire minuutimpulsen produceert. De dochterklok(ken) zijn zodanig geconstrueerd, dat die bipolaire minuutimpulsen verwachten.

Dus afwisselend een plus puls en een min puls. Mocht onverhoopt - bijvoorbeeld door het denderen (D: *Prellen*) van een lijnversterker relais - twee pulsen direct achter elkaar met dezelfde polariteit aankomen, dan zal de dochterklok niet op de tweede impuls reageren.

Daartoe zijn de dochterklokken uitgerust met een zgn. gepolariseerd roterend anker.

NB: Het Hipp Toggle contact kan niet worden gebruikt om dochterklokken aan te sturen, omdat die pulsen niet op vaste exacte intervallen komen.



Achterzijde van de eerste FAVAG dochterklok (*pilot slave*), gemonteerd in de klokkast deur.

Object OTS 028: TELENORMA/ T&N dochterklok als prikklok

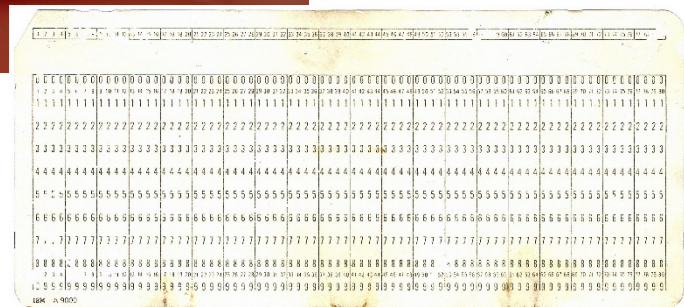


Tijdstempelklok/prikklok van TELENORMA, een ondermerk van Telefonbau & Normalzeit (T&N).

Deze prikklok is in feite een dochterklok, die de (bipolaire) minuutimpulsen van een moederklok ontvangt.

Er is tevens een 220 V~, 50 Hz synchronomotor ingebouwd voor de bekrachtiging van het stempel mechanisme.

Bouwjaar: omstreeks 1960



Registratie stempelkaart.



Het werk voor de ochtendploeg zit er op.

Object OTS 030: AEG netfrequentie controle meter/differentiaal klok



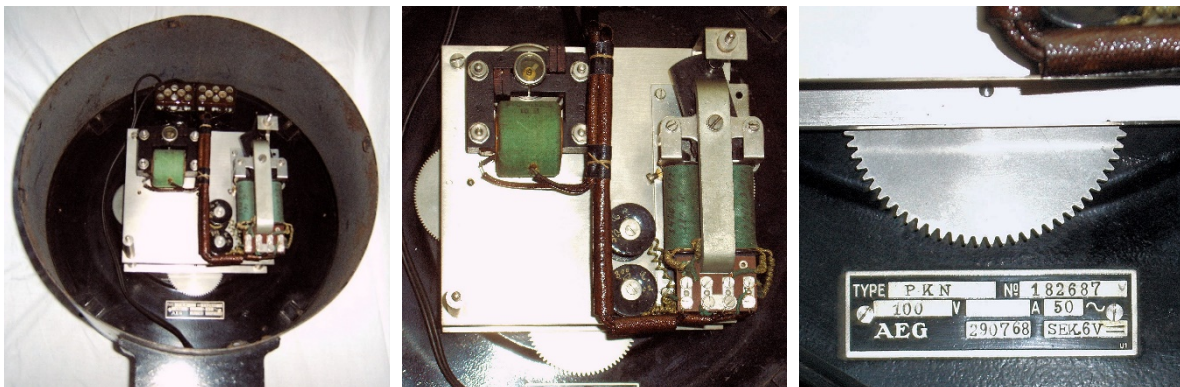
Differentiaal klok, type PKN, № 182687.
Fabricaat: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft,
kortweg AEG. Nummer: AEG 290768.
Omstreeks 1920. Voeding: 110 V ~ voor de
synchron motor en een bipolaire minuutimpuls
6 V_{dc} voor het dochter uurwerk.

Achter de grote wijzerplaat Ø 30 cm zijn twee
verschillende uurwerkjes gemonteerd: links
aangeduid met 'astron' en rechts met
'synchron'. De grote centrale wijzer geeft het
(positieve of negatieve) verschil aan in
seconden tussen de astron tijd en de synchron
tijd, waarbij astron de referentie is.
Het astron uurwerk wordt aangestuurd door de
(bipolaire) puls van een moederklok/slinger
uurwerk, het synchron uurwerk aangedreven
door een synchron motor en is daarmee
gerelateerd aan de frequentie van de
netspanning.

Dat verschil tussen beide uurwerkjes kan
oplopen tot meerdere minuten en wordt
weergegeven op het minuten wijzerplaatje 'min'
onderaan op de grote wijzerplaat (op 6 uur).

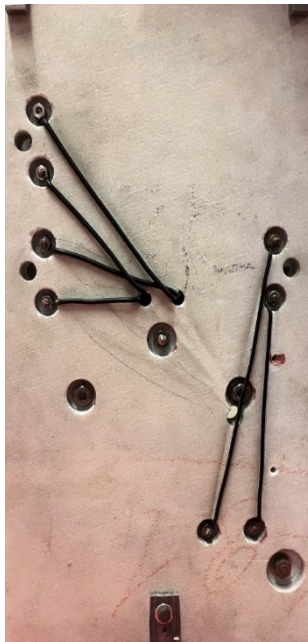
Het astron uurwerk (de referentie) wordt aangestuurd door een bipolaire 6 V_{dc} puls van een moederklok. Het synchron uurwerkje (de synchronmotor) wordt gevoed met een 100 V~ / 50 Hz netspanning. Daartoe is een netstekker-trafo 220V~ -> 110 V~ voorhanden.

Deze klok was bedoeld als instrument in een elektriciteitscentrale om de 50 Hz netfrequentie te controleren. Eénmaal per dag werd dan door de machinist het toerental van de generator zodanig bij geregeld, dat na deze procedure de kleine wijzer van het minutenplaatje én de grote differentiaal wijzer beiden weer op 0 stonden.



Achteraanzicht differentiaal klok. Links het 'synchron' uurwerk, rechts de 'astron' klok.

Object OTS 033: BRILLIÉ dochter met slinger: relaisklok met 2 kwikschakelaars



Dit is een bijzondere dochterklok, namelijk een met een slinger. Ondanks de beperkte lengte van de slinger is de slingertijd T - door de bijzondere ophanging van die slinger - 2 seconde.

De dubbele kwikschakelaars verbonden met de slinger(steel) leveren 2 x OM contacten, potentiaalvrij. Slingersteel in het midden bevestigd op een (gelagerd) draaipunt, met aan de onderzijde een hoefijzervormige permanente magneet en aan de bovenzijde een slinger-contra gewicht, dat verplaatsbaar/instelbaar is. Daarmee kan de (eigen) slingerfrequentie van de slinger worden ingeregeld.

Achterzijde van de marmeren achterplaat.

Ondanks de beperkte lengte van deze slinger is, door de bijzondere ophanging de slingerlengte effectief 99,5 cm, dus slingertijd $T = 2$ seconde, tikgetal 30. In feite functioneert deze dochterklok met slinger en dubbele sets kwik-schakelaars als een seconde impuls-lijnversterker. Behuizing: notenhouten kast met glaspanelen.

De dochterklok vereist een mono polaire aandrijfpuls met een interval van 2 seconde. Bij gebrek aan een (Brillié) moederklok met een 2 seconde dochterpuls, werd in dit geval gekozen voor een elektronische moederklok sturing/ pulsgever van Het Uur, die een 2 seconde puls (0,5 Hz) van 3 V_{dc} / 55 mA levert (*Duty Cycle* : 50%). Zie ook de tekst bij object [OTS 123](#).

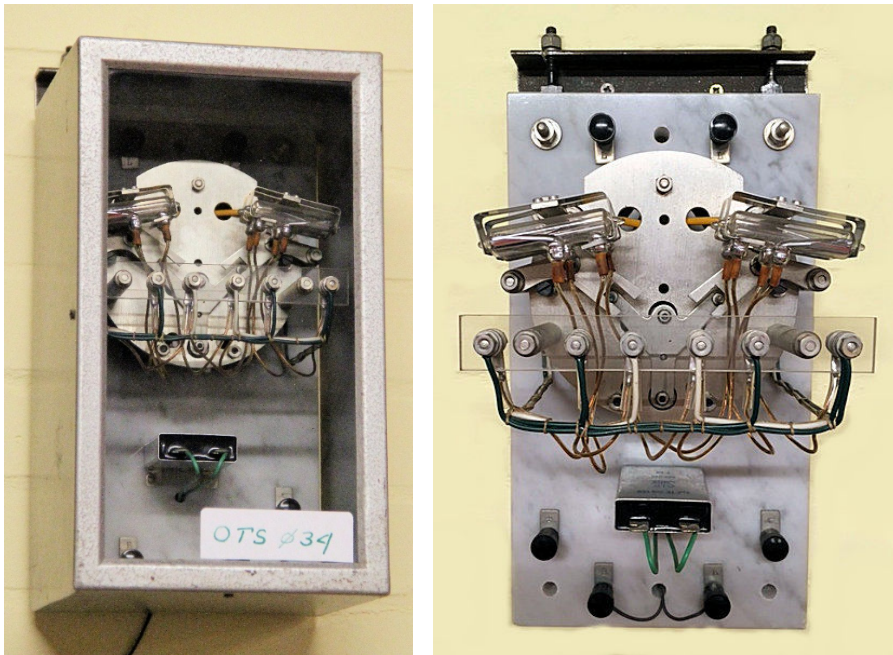
Daarmee wordt periodiek de slinger-aandrijfspoel bekrachtigd en daardoor de aan de slingersteel bevestigde, hoefijzervormige permanente staal magneet ín de slingerspoel getrokken. Door het tijdig uitschakelen van de bekrachtiging zwaait de slinger weer terug (1 sec. heen, 1 sec. terug; $T = 2$ sec.). Het is van essentieel belang, dat de mono-polaire aandrijfpuls én de slingerlengte precies op elkaar zijn afgeregeld. De slinger(beweging) moet namelijk in zijn eigen frequentie komen. In analogie met de elektriciteitsleer: de Q van de kring is smal.

De elektronische moederklok/pulsgever én een bicolor indicatie LED (2 draads, rood en groen) zijn op de marmeren achterplaat bevestigd. Ze worden beiden gevoed met een USB/5 V_{DC} netstekker voeding. Opmerking: De oorspronkelijke RC-combinaties als vonkenblussers op de marmeren achterplaat van deze dochterklok/relaisklok ontbreken helaas.

Bepaling van de slinger-eigen-frequentie.



Object OTS 034: BRILLIÉ dochterklok: relaisklok met 2 wissel kwikcontacten



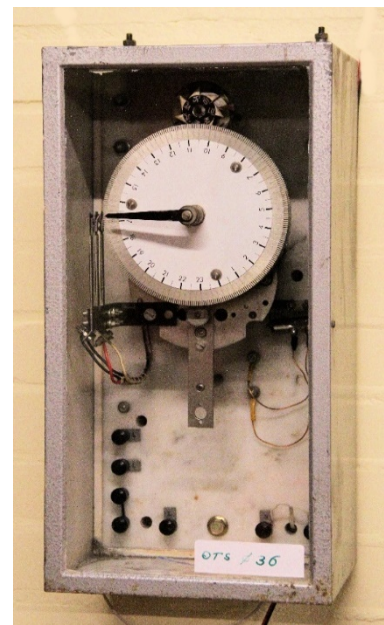
Deze dochterklok is in feite een lijnversterker, een relais met 2 dubbele, wisselcontacten/kwik-contactschakelaars waarbij door de bipolaire 30" impuls van de moederklok afwisselend elke halve minuut óf de ene set óf de andere set kwikschakelaars kortstondig kantelt. Daarmee worden de twee sets dubbele wisselcontacten afwisselend elektrisch omgeschakeld. Als 'schakelvonkenblusser' is een condensator van 2 μF gemonteerd. Fabricage omstreeks 1963. Deze dochterklok is aangesloten op de Brillié moederklok, type 1570, object **OTS 037** en benodigd een bipolaire 30 seconde impuls van minimaal 5 V_{dc} .

Object OTS 036: BRILLIÉ dochterklok: tijdschakelklok/signaalklok

Tijdschakelklok/signaalklok als dochterklok.
Fabricaat Brillié, type onbekend.
Grijs hamerslag metalen behuizing: 43 x 22 x 17 cm.
Geen tekst op de wijzerplaat.
24 uurs schakelschijf én weekschakelschijf.

Schakeltijdstippen instelbaar met schakelruitertjes op de 24 uurs tijdschakelschijf. Signaalduur is 5 minuten. Kwikschakelaar als schakelcontact.

Deze dochterklok wordt aangestuurd met een bipolaire halve minuut impuls van een Brillié moederklok, in dit geval objectnummer: **OTS 037**.



Object OTS 037: BRILLIÉ moederklok met slinger en tijdschakelschijf

Moederklok mét 24 uren tijdschakelschijf.
Fabricaat Brillié, type 1570 (R.76).
Slingersteel uit invarstaal, slingerlengte 25 cm,
slingertijd $t = \frac{1}{2}$ seconde, tikgetal 120.
Slingergewicht is een bronzen bol, daaronder
een hoefvormige permanente staalmagneet. De
lengte van de slinger is desgewenst instelbaar
door het verdraaien van een stelmoer onder de
bronzen bol. Wijzerplaat met Arabische cijfers
en de tekst: **BRILLIÉ**. Kleine seconde wijzer.
Metalen grijs gespoten kast, voorzijde is glas.

Kenmerkend voor deze fabrikant BRILLIÉ is, dat
vrijwel alle moeder- en dochterklokken werden
gemonteerd op een marmeren achterplaat.

De slinger-aandrijfspoel wordt elke seconde
kortstondig bekrachtigd door een mono polaire
impuls, waardoor de permanente magneet in de
slingerspoel wordt getrokken. De schakeling i.c.
het contact daarvoor is gekoppeld met de
slinger. Er vloeit dan orde van grootte 0,1 tot
0,2 mA door de slinger-aandrijfspoel. Na korte
tijd wordt het slingercontact weer geopend en
de slingersteel met bronzen bol en permanente
staalmagneet slingert weer terug.



Op dat moment is er dan sprake van een magneet, die door een spoel wordt bewogen. En daarmee een spanning (tegen-EMK) opwekt. Tegen-EMK en de voedingsspanning van de batterij houden elkaar in evenwicht. Door deze gekozen wijze van (periodieke) aandrijving van de slinger door een slingerspoel is het batterij verbruik zeer laag.

Met een telwiel (E: *Count Wheel*) worden door de slinger 30 seconden geteld t.b.v. de aandrijving van de aangesloten dochterklok(ken). De dochterklok(ken) halve minuutimpulsen zijn bipolair, de stroom is ong. 65 mA. Afhankelijk van het aantal in serie geschakelde dochters in de kloklijn, moet de voedingsspanning dienovereenkomstig worden aangepast. Bovendien is er een schuifweerstand voorhanden om de benodigde stroomsterkte door de kloklijn in te stellen.

Deze moederklok functioneert ook als tijdschakelklok/signaalklok. Daartoe is een tijdschakel-schijf aanwezig. Met het inschroeven van pennetjes op de gewenste plaats in de 24 uren tijdschakelschijf worden daarop de schakeltijdstippen ingesteld. Minimaal schakelinterval 15 minuten, tijdsduur sluiten (potentiaalvrij) contact ongeveer 20 seconde.

Oorspronkelijk werden de Brillié (moeder- en dochter) klokken voor de voedingsspanning voorzien van speciale, eigen merk Zink-Kool (Zn-C) batterijen in een glazen cilindrische behuizing. Later werd die batterijbehuizing kunststof. Een aantal van deze speciale Brillié batterijen zijn tentoongesteld.

Ze werden ook gebruikt door concullega's ATO, BULLE en MAGNÉTA.



Speciale batterijen voor Brillié, ATO, Bulle en Magnéta.

De batterijen voor de Brillié moederklokken zijn voorzien van een speciale ophang-aansluiting. Die batterij wordt rechtsboven in de klok aan een ophangpunt geclipd.

Object OTS 042: T&N moederklok met slingeruurwerk (Blech gehäuse)



Moederklok, midden 60-er jaren van de vorige eeuw.
Fabricaat: Telefonbau & Normalzeit G.m.b.H. (T&N), Frankfurt am Main. Gewicht aangedreven slingeruurwerk met Graham ankerengang, het gewicht wordt regelmatig (elke 3 tot 4 minuten) elektromagnetisch opgehaald. Nummers 181823 en 180767.

Het kleine aandrijfgewicht is met een touwtje om een groot vliegwiel geslagen. Daarmee wordt de aandrijfkracht vergroot (kracht x arm). Wanneer het gewichtje geheel is gedaald en daarmee het wiel linksom (CCW) is teruggedraaid, wordt door datzelfde vliegwiel een elektromagneet bekrachtigd. Die draait het vliegwiel een stuk rechtsom (CW), waardoor ook het gewichtje weer wordt opgehaald. (E: *Kick Rewind*).

Industrieel vormgegeven behuizing: plaatstalen kast, hamerslag grijs geschilderd met getoogde glazen vensterdeur. De moederklok genereert elke 60 seconden een bipolaire minuut impuls, waarmee de dochterklok (ken) worden aangestuurd.

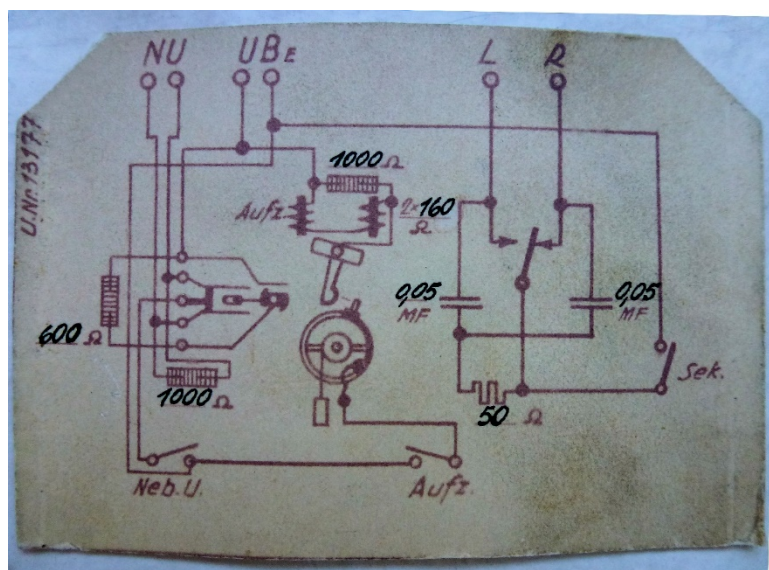
Om dat te demonstreren werd een duo LED (*bicolor*) gemonteerd, die de minuutimpuls afwisselend rood en groen weergeeft. Opmerkelijk is, dat de elektrische aansluitingen voor de dochter-klokken bij deze moederklok zijn aangeduid met W (voor *Werk*) en B (voor *Büro*); zou de tijd in de fabriek dan toch anders verlopen dan die op kantoor?!

Wijzerplaat met Arabische cijfers, kleine seconde wijzer op 12 uur. Houten slingersteel met een lengte van 56 cm. Slingertijd $t = \frac{3}{4}$ seconde, tikgetal 80.

De slingerlengte, en daarmee de slingertijd wordt ingeregeld met een moer onder de slingerlens.
Voedingsspanning 24 V_{dc}.

Op de thematentoonstelling is ervoor gekozen om deze moederklok van T&N te gebruiken voor de aansturing van de stationsklok van dezelfde fabrikant (objectnummer: OTS 051).

Klokschema.



Object OTS 043: T&N moederklok met slingeruurwerk (Holz gehäuse)

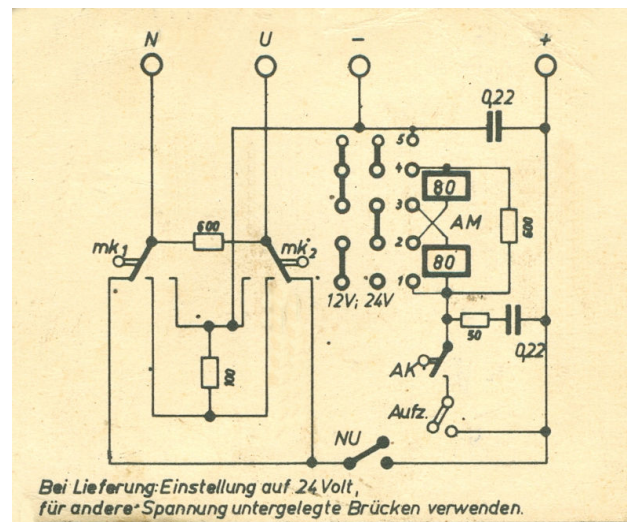


Moederklok, midden 50-er jaren van de vorige eeuw. Fabricaat: Telefonbau & Normalzeit G.m.b.H. (T&N), Frankfurt am Main (*Holzgehäuse*).

Gewicht aangedreven slingeruurwerk met Graham ankergang, het gewicht wordt regelmatig (elke 3 tot 4 minuten) elektromagnetisch opgehaald. Nummers 101038 en 100117.

Het kleine aandrijfgewicht is met een touwtje om een groot vliegwiel geslagen. Daarmee wordt de aandrijfkracht vergroot (kracht x arm). Wanneer het gewichtje geheel is gedaald en daarmee het wiel rechtsom is teruggedraaid, wordt door datzelfde vliegwiel een elektromagneet bekrachtigd. Die draait het vliegwiel een stuk linksom, waardoor ook het gewichtje weer wordt opgehaald. (E: *Kick Rewind*).

Schema van het uurwerk.



Uurwerk in houten behuizing, de houten kast is rijk gestoken. Het gaat hier om een stukje huisvlijt; de oorspronkelijke houten kast was onbewerkt. Met getoogde glazen vensterdeur.

Wijzerplaat met Arabische cijfers, kleine seconde wijzer op 12 uur. Houten slingersteel met een lengte van 56 cm. Slingertijd $t = \frac{3}{4}$ seconde, tikgetal 80. De slingerlengte, en daarmee de slingertijd wordt ingeregeld met een moer onder de slingerlens. Voedingsspanning 24 V_{dc}.

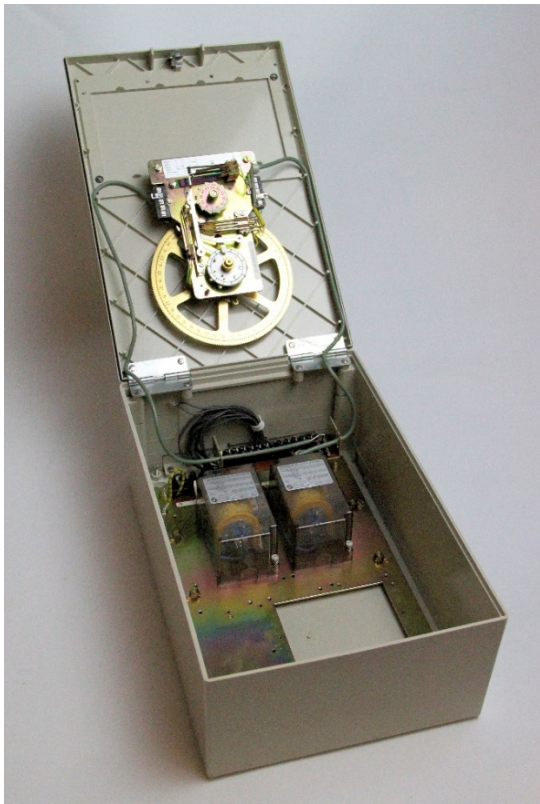
Verder is dit uurwerk identiek aan **OTS 042**.

Dit object ligt **in depot**.

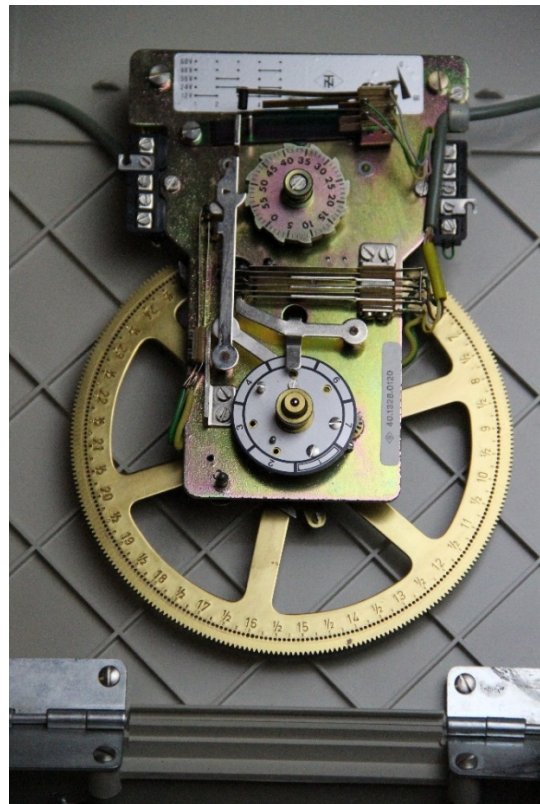
Object OTS 044: T&N dochterklok/tijdschakelklok met kwikschakelaar relais

Deze *Signalgeber* is als dochterklok een programmeerbare tijdschakelaar met dag en weekprogramming, die wordt aangedreven door een bipolaire minuut impuls van een moederklok, in casu geen zelfstandige gang heeft. Fabrikant: Telefonbau & Normalzeit, type: 40.1328.0200. Kunststof behuizing. De tijdschakelklok stuurt 2 of 4 Eberle relais aan, type: 100.04 BV 001, die als 'lijnversterkers' fungeren.

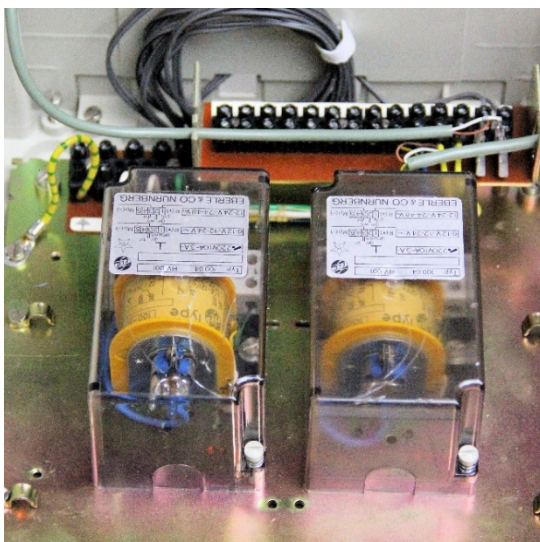
Die Eberle relais bestaan uit een solenoïde met in de kern een kwikschakelaar (1 x maak). Maximaal schakelvermogen per relais: 220 V \sim , 10 A \sim / 3 A=. De relais kunnen naar keuze worden bekrachtigd met 6 - 12 V= / 12 - 24 V \sim resp. 12 - 24 V= / 24 - 48 V \sim .



Tijdschakelklok in kunststof behuizing.



Dag en week tijdschakelschijf.



EBERLE Relais met kwikschakelaars.

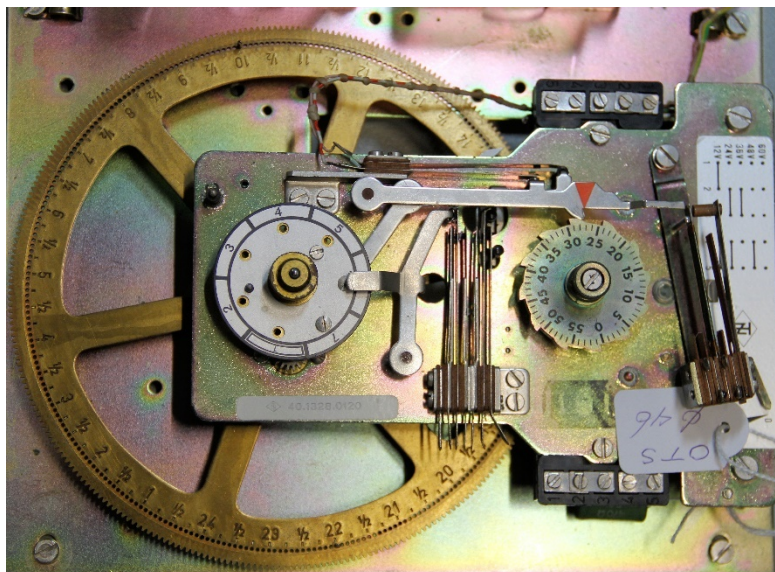


Kwikschakelaar in de kern van de spoel.

Object OTS 046: T&N dochterklok/tijdschakelklok zonder relais

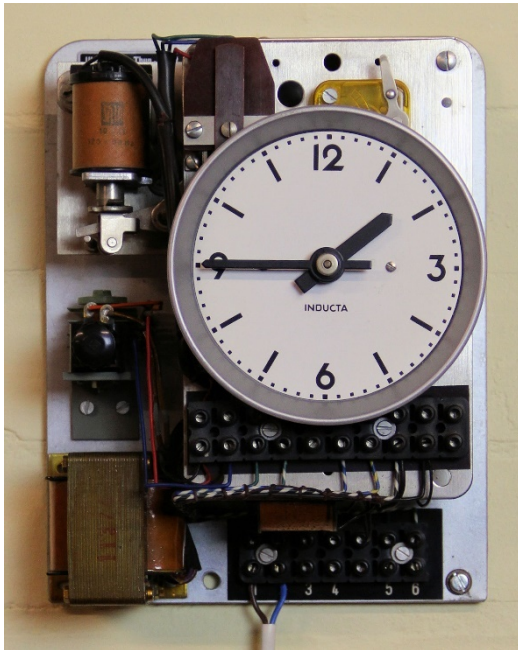
In het object OTS 044 werd object OTS 046: T&N - *Signalgeber*, type: 40.1328.0120 ingebouwd. Daarmee ontstond een dubbele configuratie dochterklok resp. tijdschakelklok met weekprogramming, die 2 identieke Eberle relais type: 100.04 BV001 als lijnversterkers aanstuurt. Configuratie met nummer op de platine: 493.271

Tekst op spoel: I. 1200 - 12.200 - 0.08 CuL
 II. 1200 - 8.700 - 0.08 CuL
 Bv. - 8 A - 5/1
 U T&N 49.2353.0151



Tijdschakelklok zonder relais.

Object OTS 045: INDUCTA Memory Master, Type USB1/SY (moederklok)



Merk: INDUCTA, Uhrenfabrik Thun-Gwatt (Schweiz).

Bouwjaar: omstreeks 1960.

Moederklok met balansuurwerk.

Een synchronomotor windt automatisch/periodiek het veeraangedreven uurwerk op.

De nauwkeurigheid van het uurwerk kan desgewenst worden ingeregeld door het verdraaien van een schuifje.

Daarmee wordt de effectieve lengte van het spiraalveertje aan het balanswiel gewijzigd. De moederklok levert bipolaire minuut impulsen.

De synchronomotor-veeropwinding start en stopt automatisch om de gewenste c.q. benodigde aandrijfveerspanning te behouden. Voeding: 230 V_{ac} / 50 Hz, ingebouwde gelijkrichter naar 24 V_{dc}. Behuizing: plexiglas kap. Fabrikant: INDUCTA, Landis & Gyr, ZUG (Zwitserland).

Het spreekt voor zich, dat de lengte van de balans/spiraalveer onafhankelijk moet zijn van de temperatuur (verschillen). Dat wordt bereikt met de juiste materiaalkeuze van de spiraalveer.

Object OTS 048: Wagner moederklok met slingeruurwerk

Vroeg exemplaar moederklok. Fabricaat: C. Theod. Wagner te Wiesbaden, omstreeks 1907. (Type B). Kastnummer: 12.

Conventioneel slingeruurwerk, gewicht aangedreven.

De klok is 'elektrisch' gemaakt: twee gewichtjes aan een eindeloze ketting, worden elke 60 seconden '1 minuut' opgehaald. Tegelijkertijd krijgt de dochterklok een (bipolaire) elektrische puls om één minuut vooruit te springen.

Het rechter gewicht drijft het gaande werk aan, het linker gewicht genereert de minuutpuls. Maximaal 50 dochterklokken aan te sluiten. Voedings-spanning 24 V_{dc}.

Zolang de voedingsspanning voorhanden is, blijft de klok lopen en de gewichten min of meer op dezelfde plaats. Mocht onverhoopt de voedingsspanning wegvallen, dan blijft de klok op zijn gewichten ongeveer vier uur doorlopen. De dochterklokken staan dan echter stil.

De slingersteel is van hout vervaardigd, dit ten behoeve van de compensatie van de effecten van wisselende temperaturen op de slinger (lengte). Slingerlens van messing. Slingertijd $t = \frac{3}{4}$ seconde, slingerlengte 56 cm, tikgetal 80.



De lengte van de slingersteel - en daarmee de slingertijd - kan desgewenst worden ingesteld door het verdraaien van de stelmoer aan de onderzijde van de slingerlens.

Object OTS 051: T&N stationsklok Nederlandse Spoorwegen/dochterklok

Dubbelzijdige, vierkanten stationsklok met (een ronde TL) verlichting, omstreeks 1950.

Fabricaat: Telefonbau und Normalzeit G.m.b.H. (T&N).

Dochterklok met 'slepende seconde' (D: *schleichende Sekunde*).

Secondewijzer rood, model pollepel. Achter beide wijzerplaten is een dubbele elektrische motoraandrijving gemonteerd; een synchronomotor 230 V \sim voor de aandrijving van de rode seconde wijzer en een stappenmotor 24 V $_{dc}$ met een gepolariseerd roterend anker voor de aandrijving van de minutenwijzer. No 3120.

De minutenwijzer zelf drijft via een tandwiel mechanisch de urenwijzer aan.



De rode secondewijzer maakt in 58 seconde een rondje en stopt dan op 12 uur.

Het wachten is op een (bipolaire) minuutimpuls van de moederklok. Wanneer die komt start de seconde- wijzer voor een nieuwe ronde en tegelijkertijd springt de minutenwijzer 1 minuut vooruit. Feitelijk wordt dus de stationsklok elke minuut gelijk gezet door de nauwkeurige moederklok.

Het gaat hier om een zgn. eerste generatie tijddistributie van de NS, waarbij de moederklok een slingeruurwerk was. De verbinding met de dochterklokken was draadgebonden.

Dit type dochterklokken werd in de periode 1990 tot 2014 gebruikt.

Vanaf 2013 werden ze langzaam uitgefaseerd om plaats te maken voor digitale klokken, die in de digitale treinaanwijzers zijn geïntegreerd. Zie ook object [OTS 089](#).

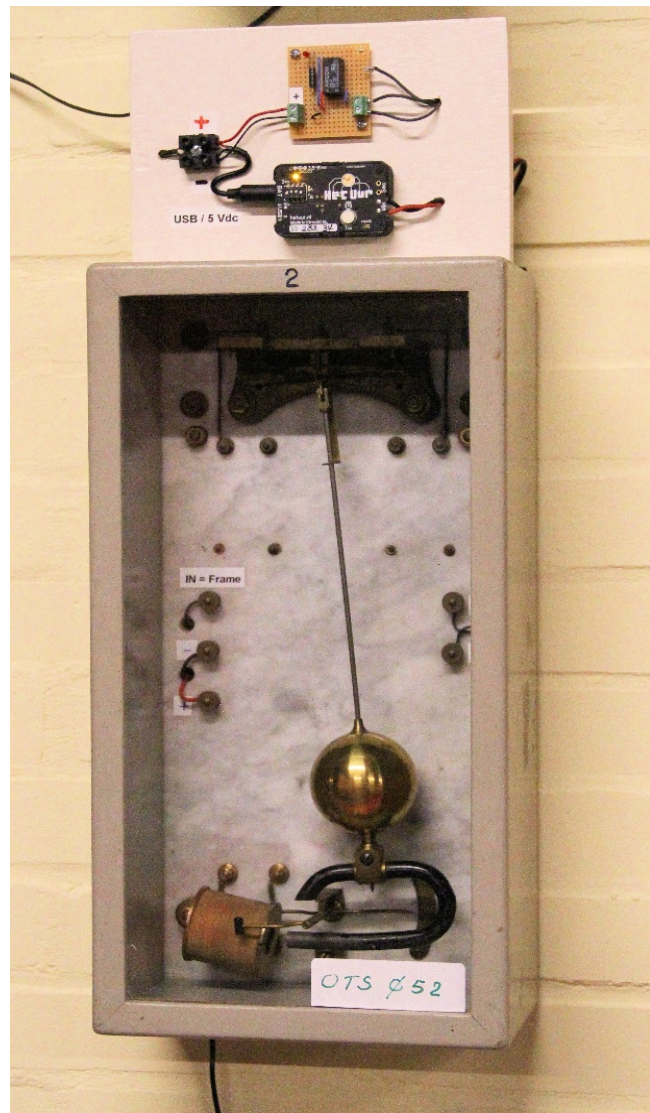
Op de thematentoonstelling is gekozen voor de aansturing van deze stationsklok door een moederklok met slinger van dezelfde fabrikant T&N. Zie objectnummer: [OTS 042](#).

Object OTS 052: BRILLIÉ dochter met slinger: relaisklok met 2 maak contacten

Een bijzondere dochterklok met een slinger en twee (mechanische) slingercontacten, die elke halve seconde afwisselend kortstondig worden gesloten.

Bevestigd op een marmeren achterplaat.
Behuizing grijs geschilderd hout met glas.

Slingersteel uit invarstaal, slingerlengte 25 cm, slingertijd $t = \frac{1}{2}$ ", tikgetal 120.
Slingergewicht is een bronzen bol, met daaronder een permanente staalmagneet.
Geen wijzers/ wijzerplaat.



Deze dochterklok vereist een mono polaire aandrijf-puls van 1 seconde. Bij gebrek aan een (Brillié) moederklok met een 1 seconde dochterpuls, werd in dit geval gekozen voor een elektronische moederklok van Het Uur, die een 1 seconde puls (1 Hz) van 3 V_{dc}/ 55 mA levert (*Duty Cycle* : 50 %). Zie ook de tekst bij object nummer [OTS 123](#). Daarmee wordt periodiek de slinger aandrijf spoel bekrachtigd en de hoefvormige permanente staal-magneet ín de slingerspoel getrokken.

Door het tijdig uitschakelen van de bekrachtiging zwaait de slinger weer terug.

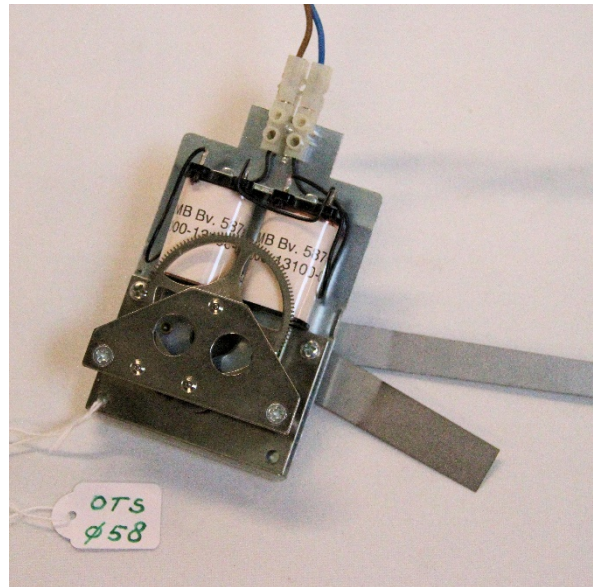
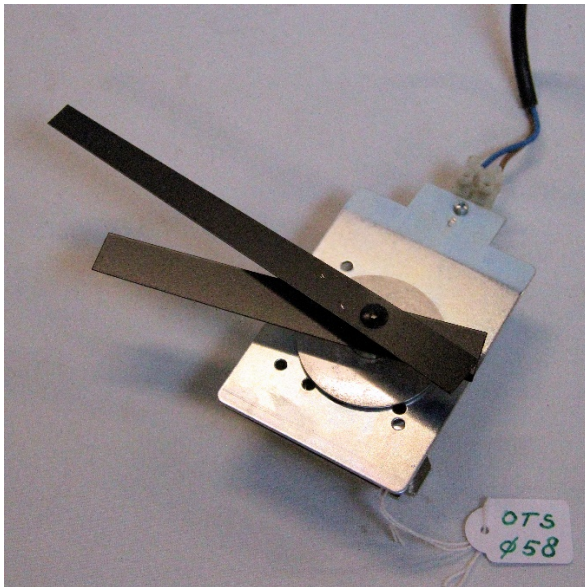
Het is van essentieel belang, dat de monopolaire aandrijfpuls van de elektronische moederklok/pulsgever én de slinger-lengte respectievelijk slingertijd precies op elkaar zijn afgeregeld.

De slinger(beweging) moet namelijk precies in zijn eigen frequentie komen.

In analogie met de elektriciteitsleer: de Q van deze kring is smal.

Bovenop deze klok is een kuif aangebracht, waarop de elektronische moederklok/pulsgever plus een lijnversterker relais (5 V_{DC}) met (rode) indicatie LED werden gemonteerd. Genoemde componenten worden gevoed met een USB / 5 V_{DC} netstekkervoeding.

Object OTS 058: los dochteruurwerk T&N



Los, niet ingebouwd dochterklok uurwerk van T&N, compleet met uur- en minutenwijzer, respectievelijk 13 en 17 cm lang. Aandrijfspanning/bipolaire minuutimpuls instelbaar op 24, 36, 48 of 60 Volt d_c , dit afhankelijk van de voor de aansturing gebruikte moederklok. De dochterklok heeft een gepolariseerd roterend anker.

Tekst op de beide spoelen: VMB Bv. 587^a en 2000 - 13.100 - 0,09CuL, waarbij Bv. staat voor *Bauvorschrift*. Betekenis van de cijferreeks: 2000= weerstand van de wikkeling in Ohm, 13.100 = aantal windingen van 0,09 dik koperdraad (Cu), geëmailleerd ter isolatie (L).

Object OTS 060: NHTM dochterklok met personen zoek functionaliteit (P.Z.I.)

Deze dochterklok is geleverd door de Nederlandse Huis Telefoon Maatschappij (zie **NHTM** logo op de wijzerplaat), echter gebouwd door Telefonbau & Normalzeit G.m.b.H. (T&N, № 365018).

De dochterklok heeft een gepolariseerd roterend anker, aangestuurd met een bipolaire minuutimpuls.

De NHTM heeft deze dochterklok 'verrijkt' met een personen zoek functionaliteit. Daartoe werden er achter de wijzerplaat, meer in het bijzonder achter de cijfers 1 t/m 5 lampjes (Taunus lichtjes, 60V/40 mA) aangebracht. De toepassing was als volgt: wanneer er in een bedrijf zowel een moederklok installatie als een bedrijfstelefooncentrale aanwezig waren, kon de telefoniste (m/v) een combinatie van de 5 lampjes op dit type dochterklok handmatig inschakelen.

Dat deed ze, wanneer er een inkomend telefoongesprek voor een functionaris binnen het bedrijf niet kon worden doorverbonden, omdat betrokkene niet op zijn plaats zat. Bepaalde sleutelpersonen binnen de organisatie hadden namelijk een 'lampjes-oproep-code' gekregen.



Vervolgens werd door de telefoniste de betreffende lampjescode ingeschakeld.

Op alle dochterklokken in het bedrijf met deze personen-oproep-functionaliteit ging dan deze lampjescode branden en tegelijkertijd klonk er een akoestisch attentie signaal. Wanneer de gezochte persoon zijn code zag, ging hij naar het dichtstbijzijnde telefoontoestel en belde de telefoniste. Zij gaf het inkomend gesprek aan hem of haar door en schakelde vervolgens de lampjes-oproep-code uit. Met de vijf lampjes zijn $2^5 - 1 = 31$ combinaties mogelijk voor evenzovele sleutelfunctionarissen.

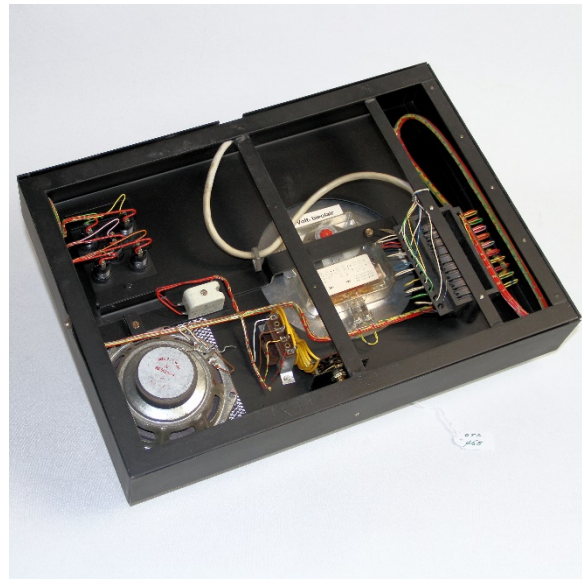
Om de attentie waarde te verhogen is er bovendien een zoemer (buzzer) gemonteerd achter de wijzerplaat, aangesloten op een multivibrator. Die stuurt zowel lampje(s) als zoemer intermitterend aan.

Aansturing van deze dochterklok: bipolaire minuutimpuls ($24 V_{dc}$) van de LME moederklok object **OTS 014** Bovendien $24 V_{dc}$ voor de voeding van een multivibrator, die op zijn beurt lampjes en zoemer aanstuurt.

Object OTS 065: NHTM dochterklok met P.Z.I. - functionaliteit (optisch + audio)

De lay-out van deze dochterklok met optische én akoestische personen oproep is anders dan die van de objecten **OTS 060** en **078**. In dit geval is de (NHTM i.c. T&N) dochterklok met vierkanten wijzerplaat gemonteerd in een frame, waarin ook vijf lampjes ($24 V / 50 mA$) in een cluster én een luidspreker (PHILIPS, AD 5080/X4) zijn aangebracht. Het gebruik van deze installatie is identiek aan de functionaliteit van de uitvoering zonder luidspreker; zie beschrijving bij object **OTS 060**.

Hier is echter een luidspreker toegevoegd, zodat een personen oproep ook auditief gedaan kan worden. Bouwschema: Bv. 63 – 1050.207/3.



Opm: Telefonbau & Normalzeit (T&N) heeft zelf ook dochterklokken met personen zoek functionaliteit op de markt gebracht. Daarbij werd echter geen gebruik gemaakt van lampjes achter een wijzerplaatcijfer, maar van een aparte rode wijzer met een 'oog', dat door de telefoniste in een gewenste, gecodeerde positie kon worden geplaatst ingeval van een personen oproep. Daartoe had zij een speciale bedien-draaiknop ter beschikking. De rode wijzer had een ruststand op 12 uur.

Object OTS 067: SIEMENS tijdschakelklok/signaalklok/dochterklok

Siemens *Signalnebenuhr*, type: 9 USk 3011/15V.

Bouwjaar 1956. Fabricage nummer: 2M0183.

Deze dochterklok wordt aangestuurd met een bipolaire minuut-impuls van een moederklok, 12 of 24 Volt.

De klok ligt **in depot**.

De klok heeft zowel een dag- als een week-schakelschijf. Bij een gesloten schakelcontact wordt 33 V ~/ max. 2 A~ aangeboden via een in de dochterklok ingebouwde wisselspanningstransformator: 230 V~ -> 33 V~. De tijdsduur van sluiten van het schakelcontact is instelbaar m.b.v. de hendel K <-> L rechtsonder (D: *Kurz en Lang*).



Object OTS 072: BRILLIÉ moederklok met slinger en aangesloten dochterklok



Moeder- en dochterklok combi, gemonteerd op een plankje. Fabricaat: Brillié, moederklok type 1556, dochterklok aluminium behuizing Ø 16 cm. Slingersteel moederklok uit invar staal, slingerlengte 25 cm, slingertijd $t = \frac{1}{2}$ seconde, tikgetal 120.

Slingergewicht is een bronzen bol, daaronder een hoefijzervormige permanente magneet. De lengte van de slinger is desgewenst instelbaar door het verdraaien van een stelmoer onder de bronzen bol.

Wijzerplaat met Arabische cijfers en de tekst: *Electrique Brillié*. Grote centrale seconde wijzer. Notenhouten kast.

De moederklok levert 30 seconde bipolaire pulsen aan de in dit ensemble aangesloten dochterklok.

De moederklok heeft een batterij voeding van 1,5 V_{dc}, het dochterklokken circuit benodigd een eigen voeding (in dit geval bij één aangesloten dochterklok ook van 1,5 V_{dc}).

In dit geval werd de batterij voeding vervangen door een USB voeding/5 Volt en een elektronische spanningsregelaar (5 V_{DC} -> 1,5 V_{DC}).

Wijzerplaat dochterklok met Arabische cijfers. Tekst op de wijzerplaat: **BRILLIÉ**. Dochterklok mechaniek met gepolariseerd anker, halve minuut impuls.

Door de gekozen wijze van aandrijving van de slinger met een permanente magneet, die periodiek heen en weer gaat door een in en uit te schakelen slingerspoel, is het batterij verbruik zeer laag.

Zie in dit verband de beschrijving van **OTS 037**.

Brillie ensemble; moeder- en dochterklok.

Object OTS 074: BRILLIÉ moederklok met slinger



Moederklok met vierkanten wijzerplaat □ 16,5 x 16,5 cm. Overigens (functioneel) identiek aan de Brillié, type 1556. Zie objectnummer : OTS 072. Dit uurwerk bevindt zich **in depot**.

Object OTS 075: ATO moederklok met slinger, batterij aangedreven

Elektrische moederklok, fabricaat: ATO (Léon Hatot, Fabricants á Paris). Geproduceerd omstreeks 1961. Nr. 110051. Tekst op de wijzerplaat: **ELECTRIQUE ATO, B^{TÉ} S.G.D.G.**, Made in France. Met de afkorting B^{TÉ} S.G.D.G. werd een Frans type octrooi aangegeven, dat in 1968 ophield te bestaan.

Het was de gebruikelijke afkorting voor " *Breveté Sans Garantie Du Gouvernement* ".

Arabishe cijfers, kleine seconde wijzer op 12 uur.

Messing omranding van de wijzerplaat.

Het systeem ATO - uitgevonden door Marius Lavet, die nauw samenwerkte met M. Favre-Bulle - werd toegepast door de Franse firma Léon Hatot. Het systeem werd geïntroduceerd in 1922.



Slingersteel van nikkelstaal (INVAR), messing kleurig. De slingerlens is een cilindervormig gewicht, ook messing, met daaronder een permanente (kobalt) staal magneet, zwart kleurig. Elke halve seconde wordt de slinger-aandrijf-spoel bekrachtigd en daarmee de slingermagneet in de spoel getrokken. Enkele slinger-aandrijf-spoel linksonder. Er zijn ook exemplaren met dubbele aandrijfspoelen, maar het rechter exemplaar heeft in dat geval geen functie; uitsluitend om esthetische redenen aangebracht.

De slinger heeft een arreter inrichting, die het transport van de klok vergemakkelijkt.

Slingertijd $t = \frac{1}{2}$ seconde, slingerlengte 25 cm., tikgetal 120.

De slingertijd kan worden gecorrigeerd door het verdraaien van een stelmoer aan de onderzijde van de slinger, boven het slingergewicht (slingerlens).

Batterij aandrijving 1,5 V_{dc} (D type/ LR 20 = Alkaline-Mangaan), minimaal 1,1 V_{dc}.

Dit object bevindt zich **in depot**.

Eventueel aan te sluiten dochterklokken benodigen een eigen gelijkspanningsvoeding (batterij) en krijgen elke halve minuut een bipolaire impuls. Daartoe zijn aansluitterminals aan de rechterzijkant bovenzijde van de klokkast voorhanden. NB: Deze terminals zijn niet (meer) bedraad.

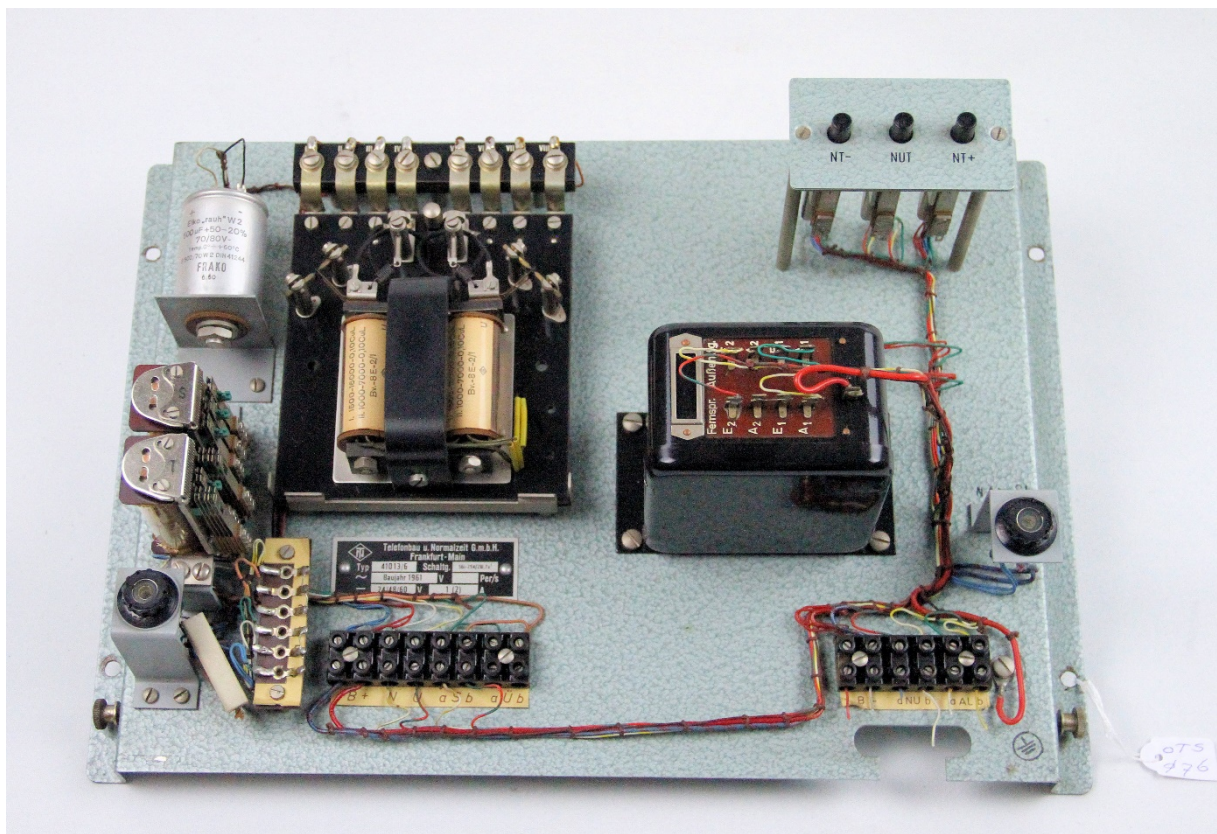
Object OTS 076: T&N lijnversterkers/relais

T&N Relaiskast met diverse type relais: 41013/6

(Schaltung: SGi – 294 / 2 Bl. 7a¹) en

Type 4.1014.1102 (Schaltung: SGi - 294 / 2 Bl.3¹).

Dit object bevindt zich **in depot**.



Object OTS 077: BODET dochterklok, 'klepjes klok'

Dochterklok met aanduiding uren, minuten, dag en datum m.b.v. klepjes. Fabrikant Bodet, model: 14T50, Nr. 3834151 (#807516). PAT-PEND, made in France. Leverancier in Nederland: nedklok

Paletten met letters en arabische cijfers, die deels elke minuut draaien/vallen. Schrikkeljaar-inrichting.

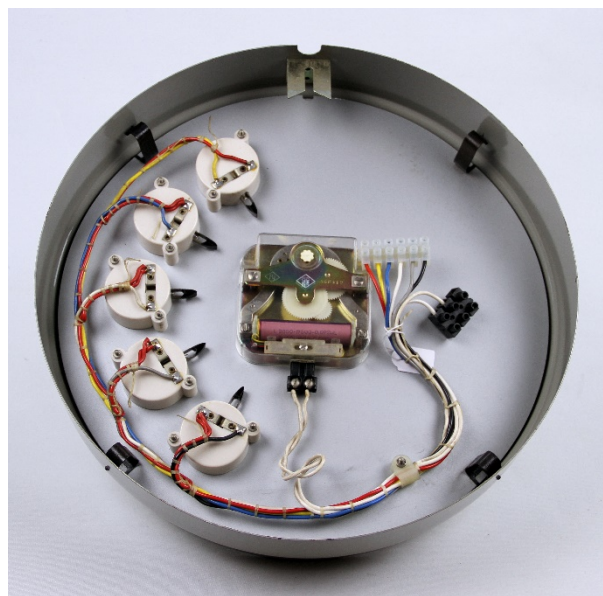
Sticker op de achterzijde: nedklok, nederlandse klokkenindustrie bv, prins hendrikkade 126, 1011 an amsterdam, telefoon 020 – 252025/245890 telex 13476 nufa.nl.

NB: Omdat de telefoonnummers van nedklok negen-cijferig zijn, moet deze dochterklok geleverd zijn vóór 1995, de implementatiedatum van het KPN project 'Decibel'.



Object OTS 078: NHTM dochterklok met personen zoek functionaliteit (P.Z.I.)

Fabrikant: T&N, № 366312. Stempel: Geprüft FOA 6413. Object identiek aan OTS 060. Echter zonder akoestisch signaal. Opgeslagen in depot.



Vooranzicht en achteraanzicht. Duidelijk zichtbaar zijn de 5 lampjes (TAUNUS licht). Centraal de (bipolaire) minuten - impuls - aandrijving.

Object OTS 079: ATO moederklok met slinger, batterij aangedreven



Elektrische moederklok, fabricaat: ATO (Léon Hatot, Fabricants á Paris). Omstreeks 1962. Nummer: 114310. Tekst op de wijzerplaat: **ELECTRIQUE ATO, B^{TE} S.G.D.G.**, Made in France. Arabische cijfers, kleine seconde wijzer in de vorm van een schijfje op 12 uur.

Voor verdere informatie wordt kortheids-halve verwezen naar de tekst bij object: **OTS 075**.

Slingersteel van nikkelstaal (INVAR), verchroomd. De slingerlens is een cilindrisch gewicht, ook verchroomd plus daaronder een permanente (kobalt) staal magneet (zwart).

Tekst op de messing achterplaat: S^{TE} A^{ME} Des ET^{TS} LEON HATOT, FABRICANTS PARIS. MADE IN FRANCE.

De slinger heeft een arreteeur inrichting, die het transport van de klok vergemakkelijkt.

ATO moederklok met schakelaar om de aangesloten dochters bij te regelen.

Eventueel aan te sluiten dochterklokken benodigen een eigen gelijkspannings-voeding (batterij) en krijgen elke halve minuut een bipolaire impuls. Daartoe zijn aansluitterminals aan de linker boven/buitenzijde van de klokkast voorhanden.

Bovendien is een schakelaar in de klokkast gemonteerd om de dochterklok(ken) op tijd te zetten. De hoogte van de separate voedingsspanning wordt bepaald door het aantal aan te sluiten dochterklokken (orde van grootte: voor maximaal 10 dochterklokken $3 V_{dc}$).

Object OTS 080: BÜRK elektronische moederklok, tijdschakelklok/signaalklok



Computer Hauptuhr, type HUS / Q6 van BÜRK ZEITSYSTEME resp. KIENZLE UHREN FABRIKEN. Leverdatum: 24.03.1988.

Deze moederklok/tijdschakelklok is een tweede generatie moederklok; in tegenstelling tot de eerste generatie - gebaseerd op slingeruurwerken - heeft de tweede generatie een kwarts tijdsbasis. En daarmee een aanzienlijk grotere nauwkeurigheid dan mechanische slingeruurwerken. Zie ook de paragraaf 'Klokkenprecisie van 1350 tot heden' in deel A/ blz. 16 van deze catalogus.

Kenmerken van de Bürk *Computer Hauptuhr* HUS/Q6 zijn: Tot maximaal 165 dochterklokken kunnen worden aangestuurd. Voorts: in 500 geheugenplaatsen kunnen 20 verschillende dagprogramma's, 10 weekprogramma's, 1 jaarprogramma en 40 datumafhankelijke programma's worden vastgelegd.

Tot het jaar 2050 vast geprogrammeerd, voorts zijn maximaal 8 tijdschakel-circuits (maakcontacten/ N.O.) programmeerbaar.

Voedingsspanning: 230 V_{AC} /50 Hz met RA. De moederklok-installatie genereert de voedings-spanning voor de aan te sluiten dochters: 24 V_{DC} (29 V_{DC} onbelast) en heeft een back-up accu: 24 V_{DC} / ??? Ah, voor ongeveer 36 uur.

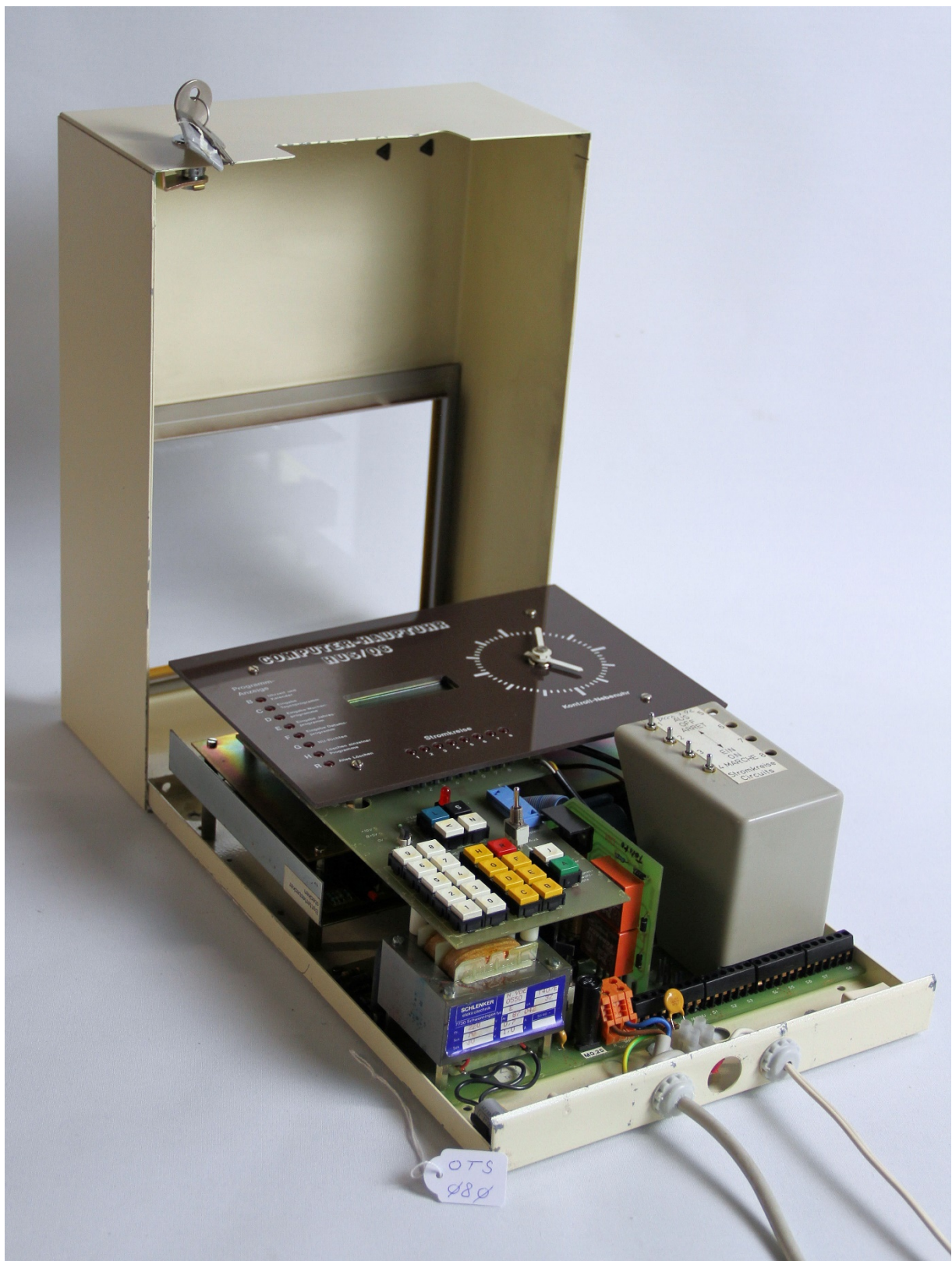
Op de dochterklokken-uitgang (*NU Ausg.* klemmen) kunnen dochters (D: *Nebenuhren*) tot maximaal 1000 mA bij 24 V_{DC} worden aangesloten. Dat komt overeen met maximaal 165 dochterklokken van 24 V_{DC}. Wanneer de uitbreidingsprintplaat (*NU Sekunde Platine*) is gestoken, kunnen speciale dochterklokken met dubbele loopwerken - voor minuten wijzer en seconde wijzer - worden aangesloten tot maximaal 100 mA bij 24 V_{DC}. Dat komt overeen met maximaal 16 dochterklokken van 24 V_{DC}.

Op deze elektronische moederklok worden tevens 4, maximaal 8 (S1 - S8) potentiaalvrije, in de tijd programmeerbare N.O. contacten aangeboden, elk 230 V_{AC}/ 5 A max.

In de 'ruiven' onderin de stalen behuizing kunnen 4 printplaten (D: *Platinen*) worden geschoven. Van links naar rechts:

1. Voeding 230 V_{AC} -> 24 V_{DC} (en 5 V_{DC})
2. Printplaat voor dochterklokken met secundewijzers (D: *PLatine NU Sek*). In deze uitvoering helaas niet aanwezig.
3. Printplaat met 4 programmeerbare 'maak-contacten' (D: *Schliesskontakte S1 - S4*)
4. Uitbreidingsprintplaat met 4 extra, vrij programmeerbare 'maak-contacten' (S5 - S8). In deze configuratie helaas niet aanwezig.

Bij de ingebruikname van deze elektronische kwarts moederklok moeten de functies worden geprogrammeerd. Daartoe is een HUS/Q6 *BEDIENUNGSANLEITUNG; Anwender- und Programmieranleitung* voorhanden.



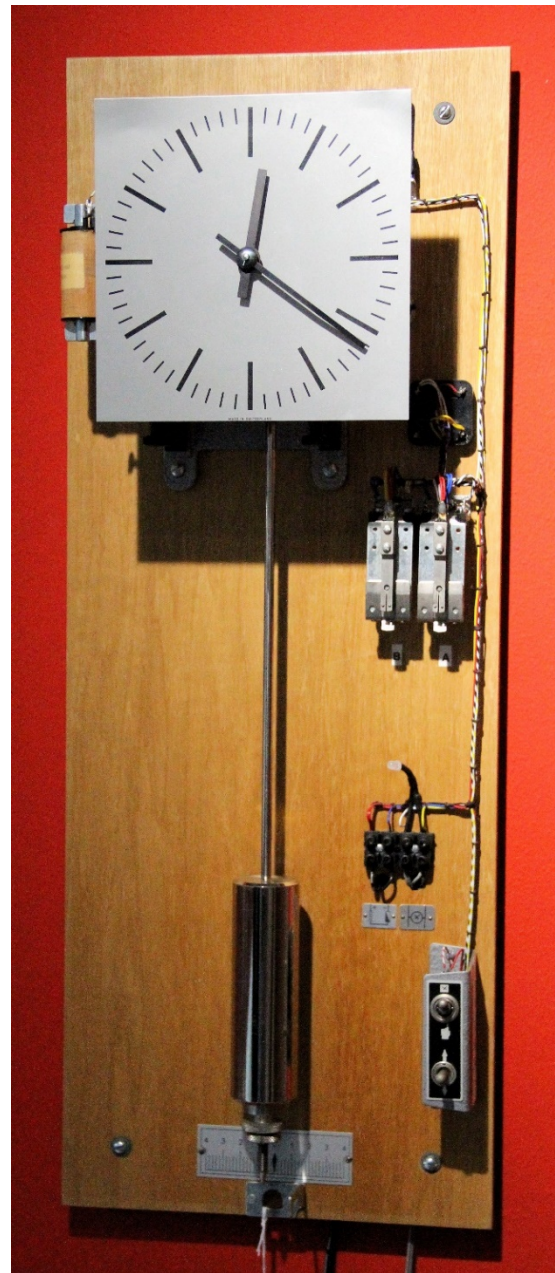
BÜRK elektronische moederklok, tijdschakelklok/signaalklok, bevindt zich **in depot.**

Object OTS 082: Moederklok MOSER-BAER

Moederklok type: H 261A, 24 V_{DC}, nummer: 8989.
Bouwjaar: februari 1969.
Fabrikant: Uhrenfabrik W. Moser-Baer, Sumiswald (S).
Schema nummer: H50A.
Lengte slinger = ong. 56 cm, T = 1,5 seconde,
 $t = 3/4$ sec.
Het uurwerk is veer-aangedreven, de veer wordt periodiek elektrisch opgewonden m.b.v. een 24 V_{DC} magneet. Elke minuut wordt afwisselend relais A of relais B bekrachtigd. Daarmee wordt er niet alleen een (bipolaire) minuut impuls (24 V_{DC}) afgegeven aan de dochterklok(en), maar ook een impuls aan de opwind magneet. Die spannt dan de opwindveer van het uurwerk weer een stukje.

Op de achterwand van de klok zijn niet alleen die twee relais (A en B) aangebracht, maar ook een tweetal schakelaar; de bovenste 'Modus' met de keuze om de aangesloten dochter-klok(ken) door de moederklok per minuut te laten pulsen óf handmatig (bij) te pulsen. Met de onderste schakelaar 'Bijpulsen' kunnen desgewenst handmatig (bipolaire) pulsen aan de dochter(s) worden gegeven. Bijpulsen gaat alleen maar met de Modus schakelaar in Manual stand.

NB: De opwindveer moet een bepaalde voorspanning hebben, anders wil de klok niet starten. Dat kan desgewenst door de bovenste schakelaar op MANUAL te zetten, en met de onderste schakelaar afwisselend naar boven en naar beneden 'bij te pulsen', (= de veer te spannen).



Aan deze moederklok is een dochterklok T&N aangesloten (zie OTS 122). Maar ook een voltmeter met middenstand/nulstand: 100 – 0 – 100 V_{DC}. Dit om de bipolaire minuutimpulsen zichtbaar te maken voor de toeschouwer.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindingsgang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Voltmeter.

Object OTS 084: CALCULAGRAPH , Model No. 6, slave clock

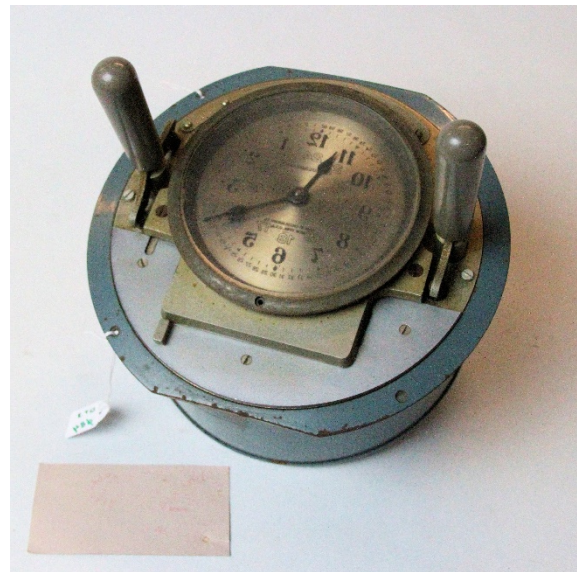
Vervaardigd door de *CALCULAGRAPH Company*, East Hanover, New Jersey. Uitvoering als elektrische dochterklok met aansturing door een moederklok. Apparaat nummer: 20895.

Gemaakt begin 50-er jaren van de vorige eeuw.

Aandrijving met bipolaire minuutimpuls.

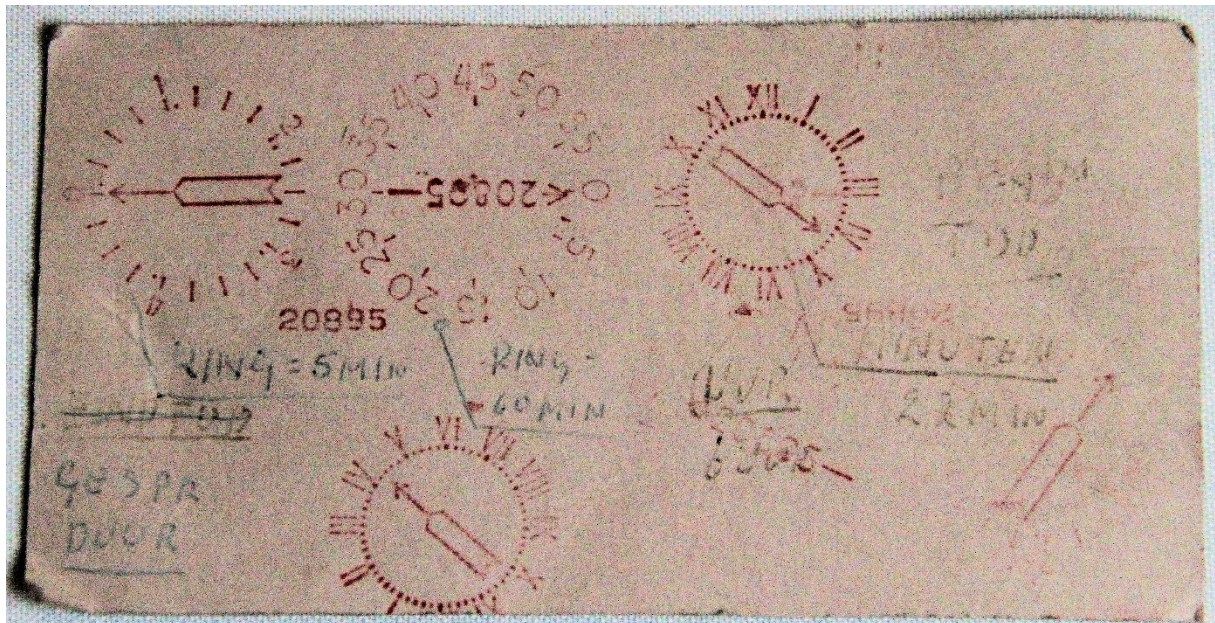
Tekst op de wijzerplaat: **CALCULAGRAPH Made by CALCULAGRAPH CO. New York. U.S.A.**

Er zijn geen gaten voor een opwindsleutel in de wijzerplaat, het gaat hier immers over een elektrisch aangedreven dochterklok.



Alhoewel deze 'verstreken tijd'-meters aanvankelijk werden gebruikt bij biljarttafels nam, met de inzet van deze tijdregistratie apparatuur bij telefoon operators vanaf 1894, de productie een grote vlucht. De operators gebruikten dit instrument om de tijdsduur van een telefoongesprek - meestal een intercontinentaal gesprek - te meten om vervolgens de kosten ervan aan de abonnee te kunnen doorbelasten.

Het apparaat werd verzonken gemonteerd in het werkblad van de telefonistes, die de aanvragen voor *long distance calls* afhandelden.



Een CALCULAGRAPH registratie strook.

Voor de bediening zijn er twee hendels aanwezig. Onder de linker hendel werd bij de aanvang van het door te berekenen telefoongesprek een papierstrook geschoven en vervolgens werd die naar voren gehaald. En daarmee de starttijd op het papierstrookje afgeprint. Wanneer het betreffende telefoongesprek was beëindigd, werd door de telefoniste datzelfde strookje onder de rechter hendel gelegd, die dan werd overgehaald. Daarmee werd de eindtijd van het gesprek vastgelegd en konden de bijbehorende kosten aan de aanvrager worden berekend en doorbelast. Het gebruikte inktlint in de CALCULAGRAPH heeft twee kleuren: rood en zwart.

Object OTS 087: G.P.O. moederklok met slinger, model 36/Mark 6



Nummering: #208, 6FBR62'6, 36□ K48/4.

In 1936 zette de Engelse PTT, de *General Post Office* de specificaties van deze moederklok i.c. pulsgever uit bij de toenmalige Engelse (elektrische) klokken industrie: GENT's, English Clock Systems, Silent Electric/Magneta Time Company, Gillet & Johnston en Synchronome. In genoemde specificaties stond met name de eis geformuleerd, dat het uurwerk een drietal pulsen met grote nauwkeurigheid moest leveren: 1 seconde, 6 seconde en 30 seconde.

Deze moederklok bestaat in feite alleen maar uit een slinger, die elektromagnetisch wordt aangedreven. Daartoe is een *Hipp Toggle* schakeling voorhanden, die bij té geringe uitslag van de slinger kortstondig twee aandrijfspoelen bekrachtigd.

De slingersteel is uit Invar staal vervaardigd en heeft een lengte van ongeveer 1 meter: $T = 2$ seconde, $t = 1$ seconde. Deze G.P.O. moederklok/pulsgever was typisch bedoeld voor gebruik in telefooncentrales (E: *Telephone Exchange*) om aldaar dochterklokken en overige telefonie apparatuur aan te sturen. Vandaar de uitgangen 'CLOCKS' en 'EXCHANGE EQUIPMENT' (EXCH. EQMT.), waarop de 30 seconde mono-polaire impulsen worden aangeboden. De uitgang '6 SECONDS' was nodig voor het meten van de tijdsduur van telefoongesprekken ten behoeve van het doorbelasten van de kosten aan de respectievelijke abonnees. De 1 seconde puls wordt direct door de meterslinger i.c. het slingercontact geleverd, de 6 en de 30 seconde pulsen d.m.v. twee telwielen (E: *Count Wheels*).

Bóven op de klokkast is een kuif gemonteerd, met daarop drie lijnversterkers; relais voor de 1 seconde, de 6 seconde en de 30 seconde mono polaire impulsen van de G.P.O., model 36.

PM: In depot staat een GMT 34 Clock Unit, een oorspronkelijke Relay Box van G.P.O., bedoeld om de pulsen van de Master clock te versterken en te distribueren. Die box moet worden nog gerestaureerd (Ref: OTS 090). In afwachting daarvan werd de kuif op de klokkast aangebracht.

Op deze detailfoto zijn de beide telwielen en de slinger aandrijfspoelen zichtbaar.



Object OTS 089: PATEK PHILIPPE elektronische moederklok installatie



Elektronische moederklok installatie/moeder- en dochterklokken op basis van een kwarts uurwerk moederklok. Opgebouwd in een 19 inch-rek. Fabrikant: PATEK PHILIPPE, Genève, bouwjaar omstreeks 1980. Het gaat hier om de tweede generatie tijddistributie, onder meer toegepast bij de NS in de periode 1980 tot 2000. Voeding van het rek: Power Supply type M24 - 10, 2 x 24 V DC, 10 A van delta elektronika (zierikzee, holland).

Deze installatie bestaat uit 10 verschillende type modules: DCF antenne met versterker, DCF tijdimpuls radio-ontvanger-module, tijdbasis module, bijpuls-module, zomer/wintertijd instel- plus DCF controle-module, voedings-beveiligings-module, minutenimpuls-versterker-module, minutenimpuls-groep-module, toonfrequent zender-module en de toonfrequent-ontvanger en minuten-impuls-versterker-module. De nauwkeurigheid bedraagt 0,03 seconde per dag.

De toonfrequent-ontvanger en minuten-impuls-versterker-modules van het beroemde horlogemerk Patek-Philippe - ook wel onderposten genoemd - fungeerden in de periode 1990 tot 2010 als moederklok op kleinere stations.

In feite waren dit geen echte moederklokken, want ze werden aangestuurd door een moederklok op een groter station, die meerdere dochterklokken en onderposten aanstuurde. Functie van dit soort onderposten was de (bipolaire minuut-) impulsen van de centrale moeder-klok te versterken en te distribueren. Daarom werden ze ook wel versterkers genoemd.

De moederklokken en de onderposten waren jarenlang op vele stations in Nederland verantwoordelijk voor de centrale tijds-aansturing van alle klokken op perrons en stations, zodat deze altijd dezelfde tijd aangaven.

In het 19" rek op de tentoonstelling werden - van boven naar beneden - de centrale moederklok (kwarts gestuurd met DCF controle), de versterkers voor de lokale onderposten, de transmissie apparatuur en de remote onderposten gemonteerd.

PATEK PHILIPPE elektronische (kwarts) moederklok installatie, gemonteerd in een verplaatsbaar 19 inch-rek op wielen.

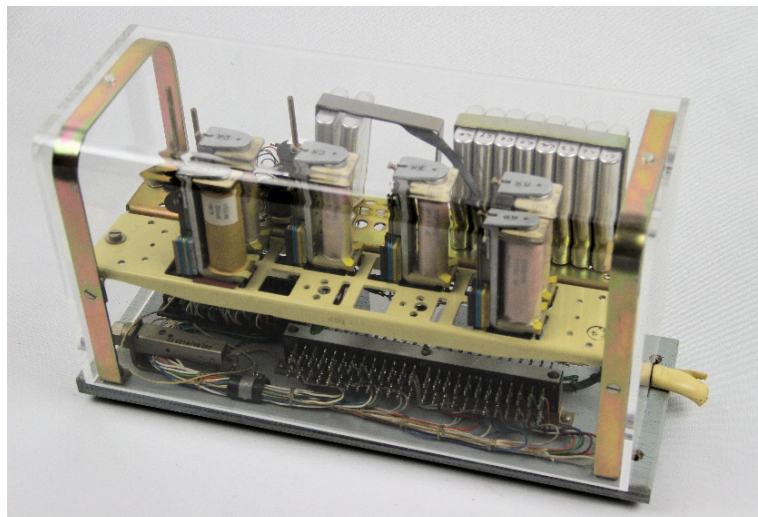
Deze tweede generatie technologie is inmiddels ook alweer uitgefaseerd bij de NS. De stationsklokken zijn vervangen door onder meer klokken met DCF ontvangst modules. Voordelen daarvan zijn; draadloos, automatisch omschakelen van zomertijd en wintertijd v.v. en voor het DCF tijdsignaal uit de ether zijn atoomklokken de centrale tijdgevers met een onwaarschijnlijke nauwkeurigheid. Voor een eerste generatie tijdsdistributie bij de NS, zie objectnummers: **OTS 042 en 051**.



Informatiepaneel met tijdsaanduiding op het NS-station Delft Campus, 6 maart 2022.

Object OTS 090: G.P.O./GMT 34 lijnversterkers

Relaisbox. Type GMT 34 met lijnversterkers voor de General Post Office Masterclock (G.P.O. 36/Mk 6). Zie: **OTS 087**, tekst bij PM. Renovatie project.



Object OTS 098: hugo müller elektronische moederklok/tijdschakelklok

Elektronische moederklok/tijdschakelklok op basis van een kwartsuurwerk, gemonteerd in 19" rek.
Fabricaat: hugo müller, type: SC 93.47 *pro*. Voeding 230 V \sim plus een 24 V $_{dc}$ / 500 mA voedingseenheid NT 73.64 *pro* met *battery back up* (goed voor 10 jaar gangreserve).

Na spanningsuitval worden de dochterklokken automatisch weer op tijd gezet.

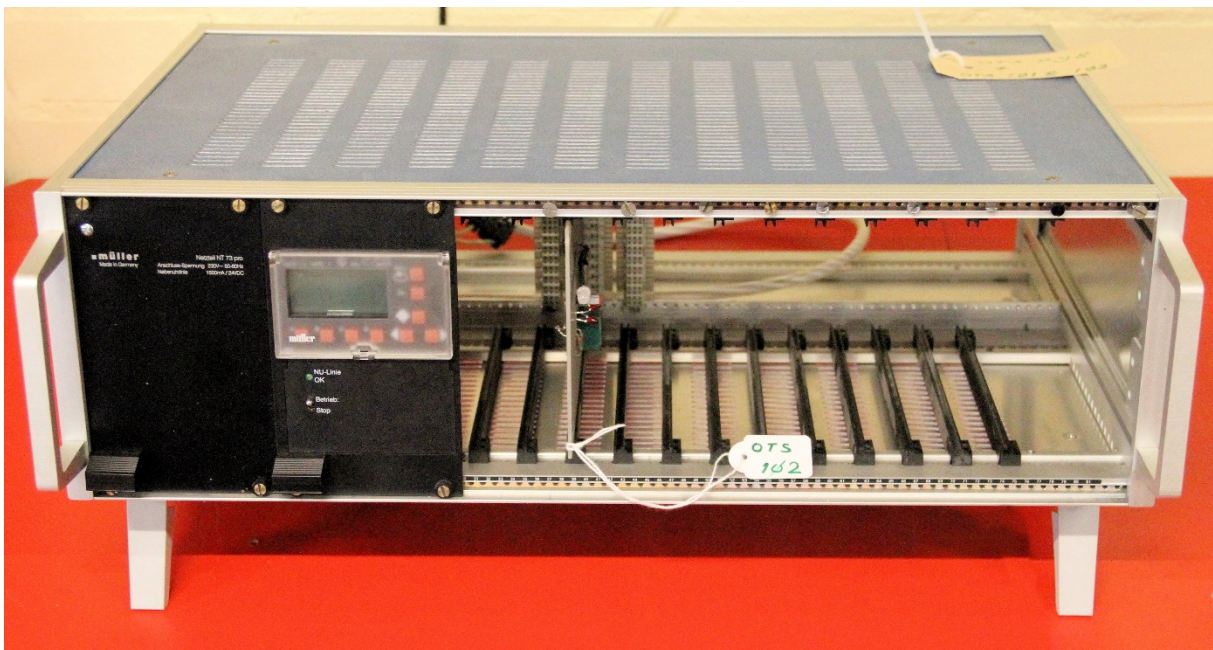
Uitbreidbaar met een DCF 77- ontvanger, type: FU 20.00 *pro* (D: *Funkempfänger*) om de moederklok te synchroniseren. Deze DCF-ontvanger is vooralsnog niet aangesloten aan de SC 93.47 *pro*, dit in verband met de slechte ontvangst van het DCF-tijdsignaal in de kelders.

Zie in deze **OTS 101**. Tevens uitbreidbaar met extra printplaat, zie **OTS 102**.

Eén uitgang voor de aansluiting van dochterklok(ken). De dochterklokken ontvangen een bipolaire minutenimpuls van 24 V $_{dc}$. Er kunnen maximaal 200 dochterklokken worden aangesloten. Met de toegepaste voedingseenheid NT 73.64 *pro* 24 V $_{dc}$ / 500 mA kunnen ongeveer 60 dochterklokken worden gevoed.

Deze SC 93.47 *pro* is tevens een tijdschakelklok met 4 schakel-kanalen (relais contacten) , die individueel kunnen worden geprogrammeerd: AAN, UIT of IMPULS (4 potentiaalvrije schakel-relais-contacten; 1x OM, 250 V \sim , 5 A, max. 1250 W). Jaarprogrammering is mogelijk.

Zie verder: www.hugo-mulluer.de



Elektronische moederklok/tijdschakelklok.

Object OTS 107: Siemens moederklok met meterslinger

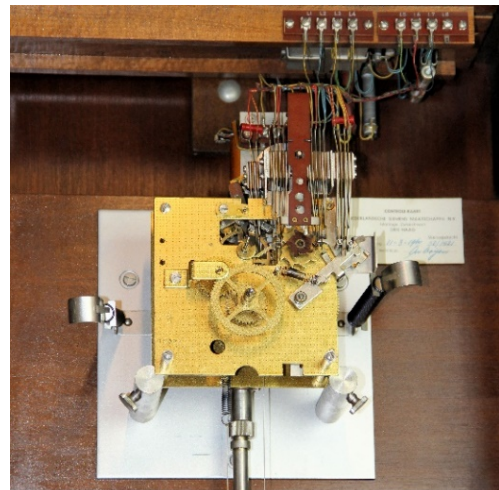


Slingeruurwerk, gewicht aangedreven, met GRAHAM ankerangang. Fabricaat : Siemens & Halske, type: HU 20/24, nummer: 18004. (F. Nr. 2P 1960).
Bouwjaar: 1960. Wijzerplaat met streepjes, kleine seconde wijzer op 12 uur. Slingerstaaf uit invarstaal, slingerlengte ong. 1 meter, $T = 2$ seconde, $t = 1$ seconde. De lente van de slinger kan worden gecorrigeerd door het verdraaien van een stelmoer aan de onderzijde van het slingergewicht/slingerlens.

De voedingsspanning van deze klok is 24 Volt_{DC}. Het uurwerk genereert bipolaire minuut impulsen naar de aangesloten dochter(s). Maximale belasting: 550 mA, dat zijn ongeveer 50 uurwerken. Indien er meer dochterklokken moeten worden aangesloten, dienen deze via een aparte relais schakeling (lijnversterker) te worden aangesloten.

Elke minuut wordt het aandrijfgewicht elektro-mechanisch opgehaald. Mocht onverhoopt de voedingsspanning wegvallen, dan blijft de moederklok op haar gewicht doorlopen; de dochterklok(ken) staan dan echter stil. Gangreserve: ongeveer 12 uur.

Bij terugkeer van de voedingsspanning haalt - via een ingenieus systeem van tandwielen, het differentieelwerk - de moederklok versneld haar gewicht weer op tot de hoogte, die het gewicht bij wegvallen van de voedings-spanning had. Tegelijkertijd worden de dochterklokken versneld gepulst. (D: *Nachlaufeinrichtung*). Aan het einde van deze procedure is het aandrijfgewicht weer op zijn oorspronkelijke uitgangspositie c.q. hoogte én staan de dochterklokken weer gelijk met de moederklok.



Complexe schakelcontacten, ook voor de *Nachlaufeinrichtung*.

Object OTS 115: L.M. ERICSSON prikklok/dochterklok



Fabricaat: TELEFON A-B. L.M. ERICSSON, STOCKHOLM. Zie ook de tekst op de verzilverde wijzerplaat. Arabische cijfers. Type: KC 140 / 24. Nummer: 350.

De dag van de week wordt in een klein rechthoekig venster weergegeven op 3 uur.
 Deze prikklok is in feite een dochterklok (minuut impuls $24 V_{dc}$).
 Het printmechanisme wordt met de hand bediend. Twee kleuren afdruklint; rood en zwart.
 De kleur was instelbaar voor binnen en buiten werktijd. Omstreeks 1935.

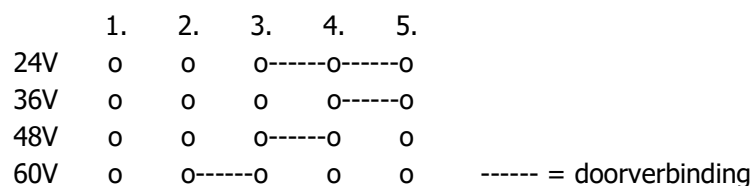
Object OTS 122: T&N dochterklok



Deze dochterklok met nummer 149438 heeft een gepolariseerd roterend anker en is aangesloten aan de MOSER-BAER moederklok (OTS 082).
 Aansturing met bipolaire minuut impuls, $24 V_{dc}$.
 Tekst op de spoel: 1.4000-24000-0,08 CuL.
 Bv-8A-1/17

Beide objecten bevinden zich in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindingsgang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Aansluitschema:



Object OTS 123: Elektronische moederklok/pulsgever van "Het Uur"

Anno nu zijn er elektronische moederklokken i.c. pulsgevers leverbaar, die periodiek een dochterklok-impuls produceren. En daarmee een conventionele moederklok (slinger of kwarts) vervangen. Een voorbeeld daarvan is de elektronische pulsgever van 'Het Uur' uit Utrecht.

Er zijn diverse uitvoeringen van deze pulsgever leverbaar om de aansturing van verschillende type dochterklokken mogelijk te maken.



Bijvoorbeeld stroomsturing of spanningssturing, minuut impuls of seconde impuls met instelbare pulslengte, 12 V of 24 V alternerende puls, etc. Opvallend zijn de geringe afmetingen van deze pulsgever: l x b x h = 65 x 40 x 15 mm, exclusief de gekozen voeding. De pulsgever wordt naar keuze gevoed met batterijen (3,5 tot 6 Volt_{dc} uit een batterijhouder voor 4 x AA batterijen, ronde DC stekker (2.1 x 5.5 x 9 mm) óf met een USB/ 5 V_{dc} (netstekker) voeding met micro-USB aansluiting.

Zo'n pulsgever is ideaal om een verweesde dochterklok tot leven te brengen, zonder het oorspronkelijke uurwerk van de dochter uit te wisselen. Zie verder: www.HetUur.nl

Een aantal van deze elektronische pulsgevers van Het Uur zijn in gebruik op de thematentoonstelling. Zie daarvoor de objectnummers **OTS 033** en **052**.

Object OTS 141: G.P.O. dochterklok, 'Post Office' op de wijzerplaat.

Nummering General Post Office: (630834) , 96 A DCA 77/11. Bouwjaar: 1977.

Deze dochterklok moet aangedreven worden (door een Engelse moederklok) met een mono polaire halve minuut impuls. Aangesloten op G.P.O. 36/ Mk6 (**OTS 087**).



De dochterklok(ken) worden in serie geschakeld aangesloten.

Min. Operating Current: 200 mA.
Mean Operating Current: 300 mA.
Max. Operating Current: 500 mA.

Wijzerplaat met Arabische cijfers 13 t/m 24.
Tekst op de witte wijzerplaat: Post Office.

Codes aan de achterzijde: 96A DCA77/11 (630834).

Deze dochterklok behoort bij de moederklokken **OTS 002** en/of **OTS 087**.

Object OTS 146: C. Theod. Wagner, dochterklok (PTT)



Nº 294245, met gepolariseerd anker. Aan te sturen met een bipolaire minuut impuls, spanning instelbaar op 24 V, 36 V, 48 V of 60 V.

Tekst op de spoel: 24 Volt, 4200 - 28.600 - 0,09 CuL.

In depot.

Object OTS 147: C. Theod. Wagner, dochterklok (PTT)

Nº 208263, met gepolariseerd anker. December 1955. Aan te sturen met een bipolaire minuut impuls, spanning instelbaar op 24 V, 48 V of 60 V.

Tekst op de spoel:

Werk I 24 Volt, 4200 - 28.600 - 0,09 CuL.

Dit object bevindt zich in depot.



Object OTS 148: C. Theod. Wagner, dochterklok (PTT)



Nº 273656, met gepolariseerd anker. Aan te sturen met een bipolaire minuut impuls, spanning instelbaar op 24 V, 36 V, 48 V of 60 V.

Tekst op de spoel: 24 Volt, 4200 - 28.600 - 0,09 CuL.

Object OTS 150: C. Theod. Wagner, dochterklok



Type plaatje: 60 Volt / 8400 Ω (puls spanning niet instelbaar). Gepolariseerd Z-anker. Wijzers/ tijd niet handmatig bij te stellen. N^o 105107. Handgeschreven nummer: 1427.

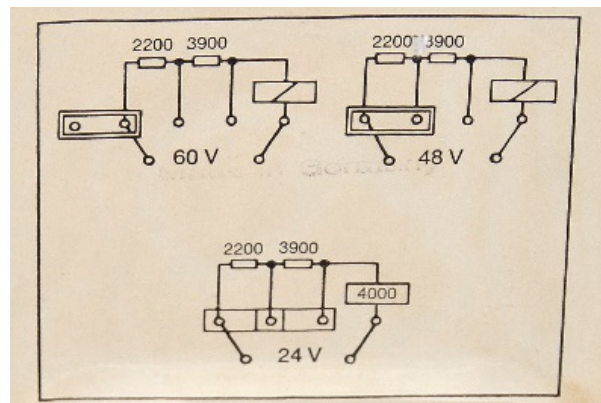
Object OTS 151: T&N, dochterklok (PTT)

Sticker: PTT, N^o 421340 (Dez. 1974).

Gepolariseerd anker. Aan te sturen met een bipolaire minuut impuls, spanning instelbaar op 24 V, 48 V of 60 V.

Tekst op de spoel: Werk IB, 4000 - 25.000 - 0,08 CuL.

Deze dochterklok is aangesloten op de Siemens moederklok met meterslinger, object OTS 107.



Klokschema.



Object OTS 152: T&N dochterklok, PTT



Nº 279417 (Jan. 1969). Gepolariseerd anker. Aan te sturen met een bipolaire minuut impuls, spanning instelbaar op 24 V, 36 V, 48 V of 60 V. (Zie aansluitschema hieronder).

Tekst op de spoel: I. 4000 - 25.000 - 0,08 CuL.

BIW. 3206

BV.-8A-1/17

Aansluitschema:	1.	2.	3.	4.	5.
24V	o	o	o-----o-----o		
36V	o	o	o	o-----o	
48V	o	o	o-----o	o	
60V	o	o-----o	o	o	o

----- = doorverbinding

Object OTS 153: T&N dochterklok met chromen rand

Nº 126282. Sticker: 4.5117. 2125.

De rode seconde wijzer loopt constant en drijft op zijn beurt de minuten- en de uurwijzer aan

Tekst op de spoel: I. 2000 - 13.000 - 0,08 CuL

II. 2000 - 10.800 - 0,08 CuL

Bv. 8 A - 1/4 12- 24 V.



Object OTS 154: T&N dochterklok met seconde én minuut impuls aandrijving



Nº 565241. T 49.2353.0502. Stickers: 40.5507.4125, 01-1980 A3. Dubbele impuls aandrijving: seconde én minuten impuls (bipolair).

Tekst op de spoel: I. (1,2) 2000 - 16.500 - 0,071 CuL

II. (3,4) 2000 - 11.800 - 0,071 CuL

Object OTS 155: T&N dochterklok met seconde wijzer aandrijving



Nº 478175 op de achterplaat. Stempel: fm 14684116? en ?F4E64116 (?).

Seconde – impuls – aandrijving , bipolair. De seconde wijzer drijft de minuten wijzer (en de uren wijzer) aan.

Tekst op de spoel: Bv. - 8A - 4 / 1

U T&N 49.2353.0101

I. 2000 - 17.500 - 007 CuL

II. 2000 - 11.800 - 0,07 CuL

Object OTS 156: T&N "buiten klok" , dochterklok

met rode seconde wijzer. Dubbele stappenmotor aandrijving voor seconde en minutenwijzer.

T&N Nº 651013, stempel: 2056. Sticker: 40.5154.4130 - 9078 - A1, T 49.2353.0502. 9056 Bo.

Tekst op de spoel: I. (1,2) 2250 - 14.300 - 0,071 CuL.

II. (3,4) 1750 - 14.300 - 0,08 CuL.



Object OTS 157: nedklok/PTT/SIEMENS dochterklok



Type: A 200, kleur groen. 12/ 24 V_{DC}. Gepolariseerd anker. Bipolaire minuut impuls , instelbaar op 24 V, 48 V of 60 V.

Object OTS 158: MAGNETA dochterklok



Aansturing met mono polaire 30 seconde impuls (Engels!).

Tekst op de spoel: 4 – 7.

Object OTS 159: Moser-Baer dochterklok

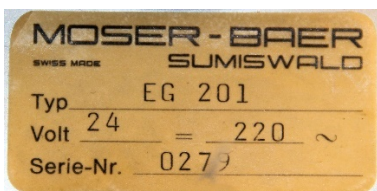
Moser-Baer Sumiswald, Typ: EG 201, serienummer: 0279. Volt: 24 V= en 220 V~.

Ingebouwde trafo: 220 V~ -> 24 V~ t.b.v. de verlichting van de 'opgloeiende' wijzerplaat.

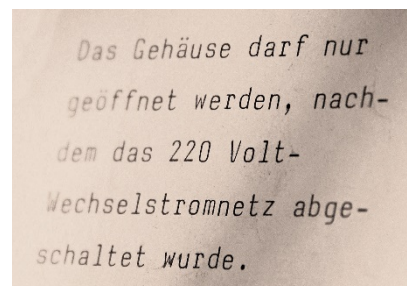
De seconde wijzer van het uurwerk wordt aangedreven door een synchroon motortje 220V~, die op zijn beurt de minuten - en de urenwijzer aandrijft.

Bayerische Rundfunk T-Nr. 74804.

Tekst op beide spoelen: WMB Bv. 587 B 2000 – 11.500



Tekst in de binnenzijde geplakt.



II. Andere tijdmeters/ *Time Switching Devices*

Object OTS 001: Siemens Schuckert tijdschakelklok



In een gietijzeren behuizing bevindt zich een conventioneel, veeraangedreven uurwerkje met een slinger. Omschakelklok Mod. PH. , bouwjaar 1920. Nummer: 123785.

Klok opwindsleutel #8 is aanwezig bij dit object. Kleine 60 minuten schijf met rode wijzer.

Op de 24 uren schijf is één omschakelcontact voorhanden, met twee schakelruiters AAN en UIT (omschakelen/ contact omleggen). Typisch gebruikt voor het in en uitschakelen van de (openbare) verlichting.

De slinger kan - ten behoeve van het transport - mechanisch worden vastgezet. Het geheel is gemonteerd op een houten standaard. Het slingertje is 18 cm lang en heeft een T van 0,8 sec. , een t van 0,4 sec.

Object OTS 008: PTT synchroon klok, stand alone



Grijs metaal Ø 32 cm. N° 2361 resp. L97540, D100099 en 15492839. Fabrikant: Inducta. Elektrische wandklok met een veeraangedreven balansuurwerk, de veer wordt elektrisch opgewonden met een synchroon motor (zelf startend). 127 V of 220 V/ 50 Hz. De nauwkeurigheid van de klok is daarmee niet direct afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.

Object OTS 010: PHILIPS synchroon klokje



Balansuurwerk, direct aangedreven door een synchroon motor, niet zelfstartend. Bakeliet/Philite behuizing. Bouwjaar: 1950.

In 1907 vond de Belgisch-Amerikaanse chemicus Leo Henricus Arthur Baekeland (Gent, 14 -11-1863 ~ Beacon N.Y., 23-2-1944) bakeliet uit. Aan het begin van de twintigste eeuw experimenteerde hij met mengsels van fenol en formaldehyde. Het resultaat was uiteindelijk de uitvinding van het kunststof bakeliet in 1907. In 1909 vestigde hij - na jaren van onderzoek - zijn '*Heat and pressure*' patent en zijn voorspelling kwam uit: "Het product van 1000 toepassingen". Fenolhars werd voor het eerst commercieel geproduceerd onder het merk Bakelite door de Duitse firma Bakelite GmbH, later Bakelite AG, mede opgericht door Leo Baekeland in Erkner bij Berlijn.

Philips begon in 1923 bakeliet toe te passen voor de fabricage van radiokasten en elektrotechnische onderdelen. Grote bedrijven als Edison (grammofoonplaten, 1912), Western Electric (telefoon-toestellen, 1914) en Kodak ("Brownie" fotocamera, 1916) gingen Philips al daarin voor. Het bakeliet mocht in licentie worden vervaardigd, maar mocht door Philips niet zo worden genoemd, omdat bakeliet een beschermde naam was.

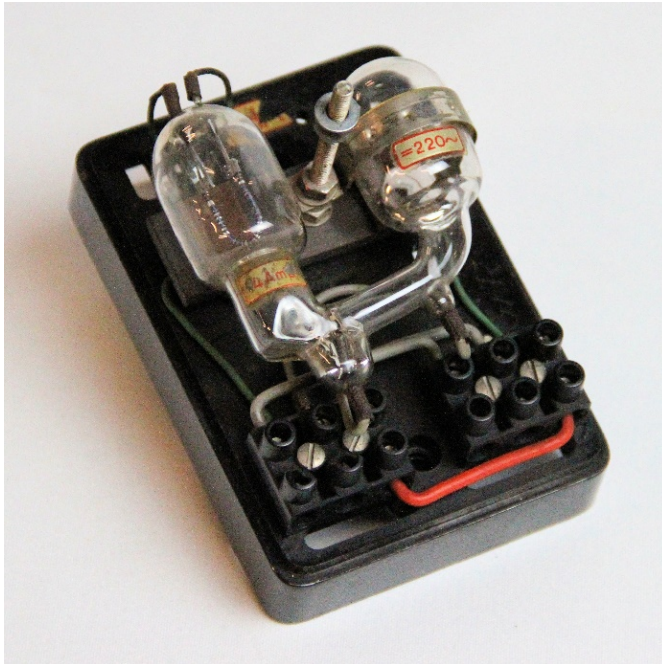
In 1930 werd het thermohardende kunststof van Philips onder de merknaam Philite geregistreerd met als bedoeling om het materiaal breder te gaan toepassen. Philips was tot 1945 de grootste kunststof fabrikant van Nederland. Tijdens de oorlogsjaren was het door de Duitse bezetter verboden om radio's op grote schaal te produceren. De fabriek ging zich toeleggen op producten voor huishoudelijk gebruik, zoals bakeliet deurbeslag en wc brillen.

In 1952 werd een nieuwe fabriek hiervoor geopend. De belangrijkste grondstof voor Philite - fenol - werd van de Staatsmijnen betrokken.

Bron: www.bakelietverzameling.nl



Object OTS 012: SLATEX knipperautomaat met thermo-kwik relais



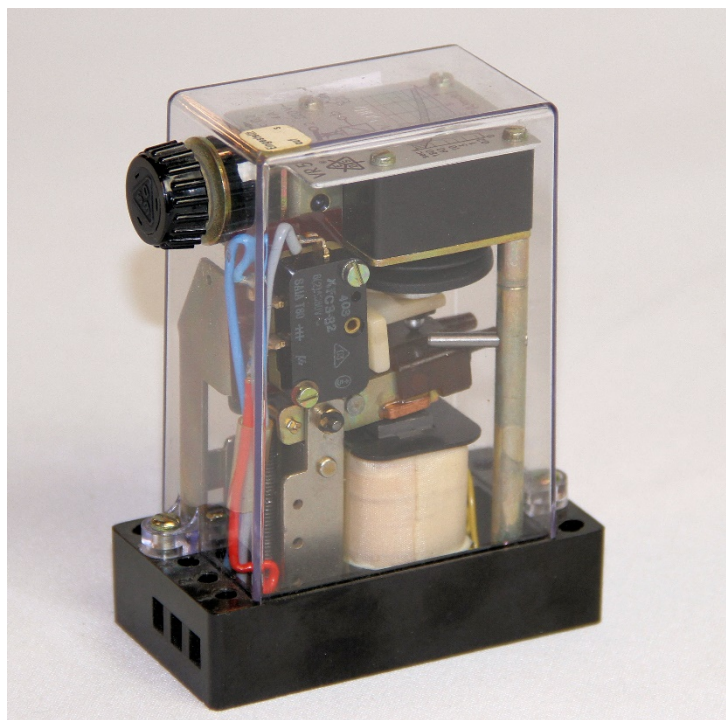
In een afgesloten glazen ballon bevindt zich een gloeispiraal, die na inschakeling van de voeding (220 V) via een kwikschakelaar (N.C./4 Amp.), begint te gloeien.

Door verwarming van de opgesloten lucht wordt kwik uit het verbindings-buisje weggeduwd in een reservoir/overloop. Daardoor wordt een gesloten kwikschakelaar in het verbindingsbuisje geopend en de stroomtoevoer naar de gloeispiraal verbroken.

De gloeispiraal koelt af en het kwik zakt uit het reservoir weer terug, waardoor de kwikschakelaar opnieuw wordt gesloten. Het gehele proces herhaalt zich dan weer.

De aangelegde ingangsspanning (220 V ac of dc) wordt cyclisch doorgeschakeld naar de uitgang; knipperautomaat. Het geheel wordt afgesloten met een transparante, plexiglazen kap.

Object OTS 013: EDS relais, vertraagd opkomen en/of afvallen



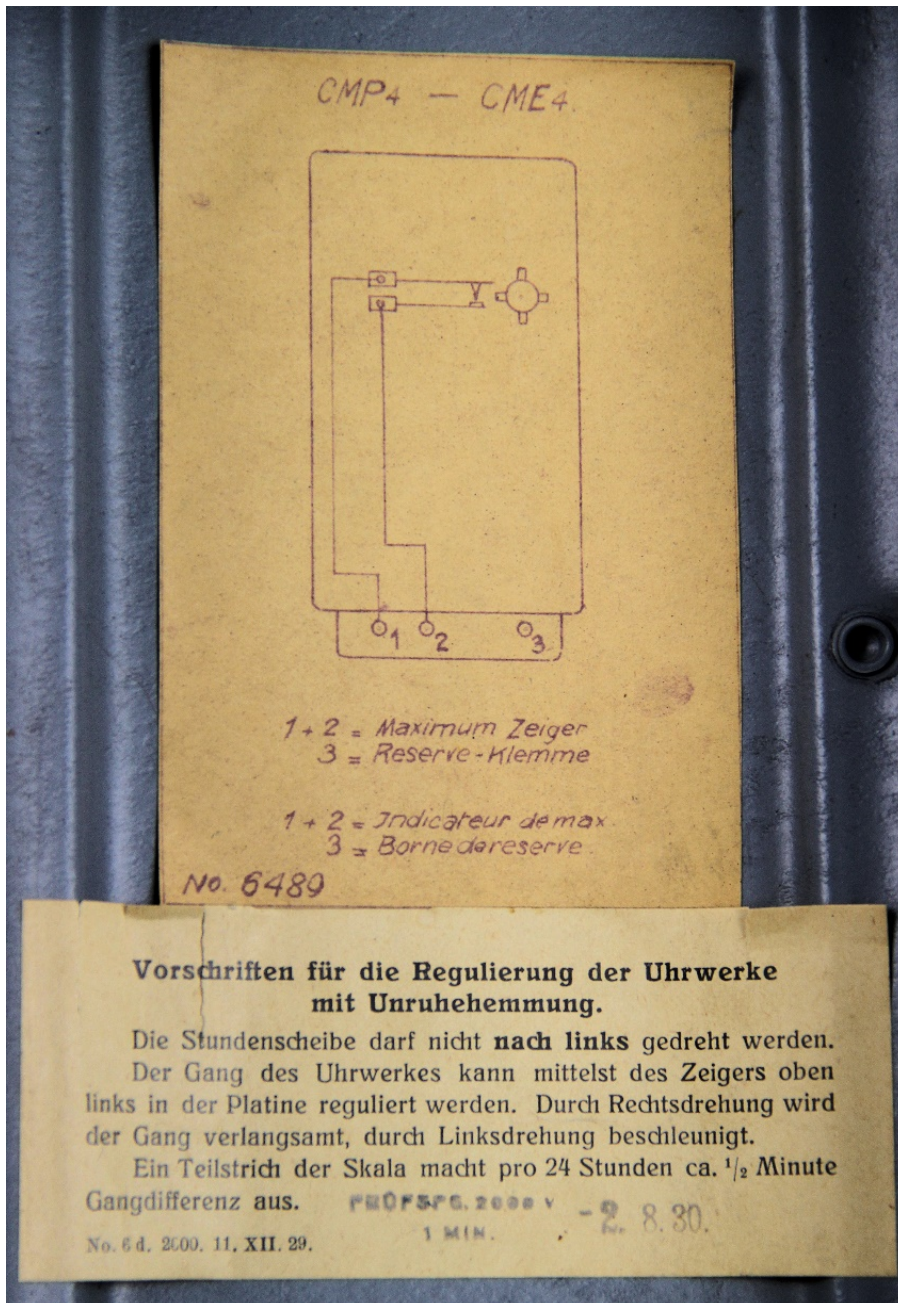
Relais, type VR 510.
1x OM, 220 V~/4A. (4-7-1975).
Bekrachtiging/aansturing 24 V~/50 Hz.
Vertraging instelbaar van 0,2 seconde tot 180 seconde.

Object OTS 015: SAUTER/SARDEMANN, tijdschakelklok/signaalklok

Typeplaatje met de tekst: *Fabrik elektr. Apparate FR. SAUTER A.G., BASEL (SCHWEIZ). Vert. v. Nederland & Koloniën D. SARDEMANN AMSTERDAM.* Type CME 4. No 266.903. Veeropgewonden balansuurwerk. Nummer op de voorplaatje: 165099. Productie datum: 11-12-1929. De klok doorstond op 2-8-1930 een hoogspanningstest: 2000V gedurende 1 minuut.

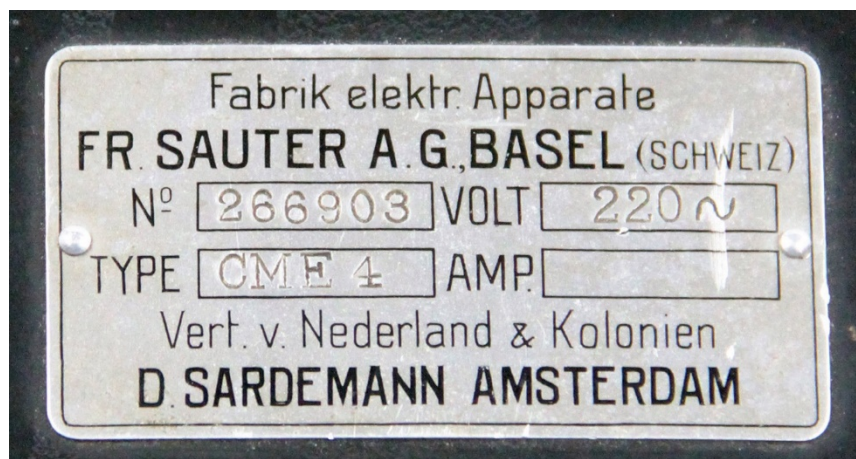


De tijdschakelklok heeft een uurschijfje, de schakelpuls wordt versterkt met een kwikschakelaar 1 x maakcontact, N.O. . De tijdsduur van de schakelpuls is instelbaar met de hendels S en U. Aan de binnenzijde van het deksel staan het elektrische schema voor CMP4 en CME 4 (No. 6489), alsmede instructies voor het afregelen van het balans uurwerkje (No. 6d. 2000. 11. XII.29.).

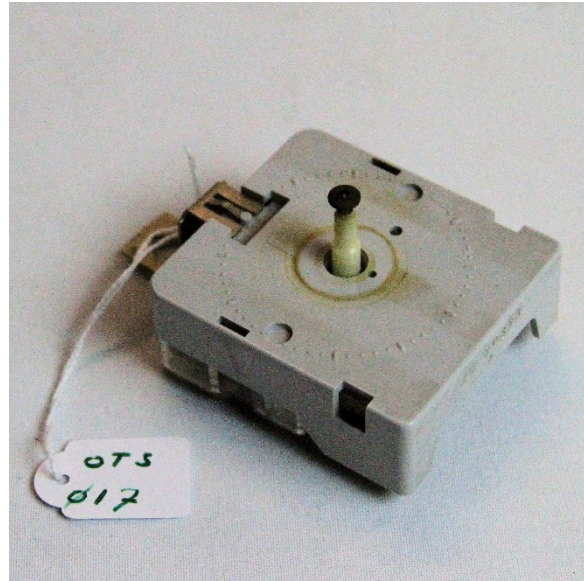
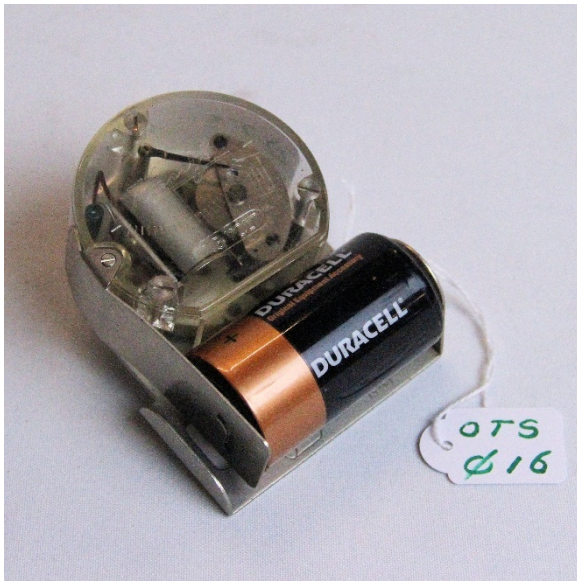


Elektrisch schema en instructies voor het afregelen van het balans uurwerkje.

Aluminium typeplaatje.

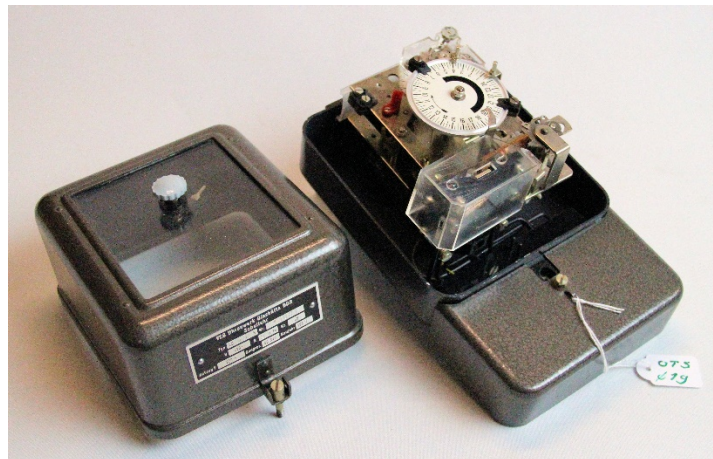


Object OTS 016 en 017: Batterij uurwerkjes (inbouw)



Een KIENZLE uurwerkje en een LIDATO uurwerkje, beiden inbouw. Balansuurwerkjes, batterij aangedreven: 1,5 Volt.

Object OTS 019: VEB tijdschakelklok



24 uren tijdschakelklok, fabricaat VEB Uhrenwerk Glashütte DDR, type: LSV3S. Nummer: 243881. Stalen behuizing, grijs hamerslag gespoten. Bouwjaar 1987. Veeraangedreven balansuurwerk, de veer wordt periodiek opgewonden met een synchroon motortje, 220 V~, 50 Hz. Gangreserve van 50 uur. Twee schakelruitertjes op de 24 uren schijf schakelen gelijktijdig 3 schakelcontacten AAN of UIT (maak-/ verbreek-contacten, drie fase krachtstroom). De schakelruitertjes op de 24 uren dagschijf zijn van buitenaf verstelbaar. Schakelvermogen: 3 x 230 V~, 16 A maximaal.

Object OTS 020: KROMER kluisblok



Mechanische kluisblok,
merk: KROMER
ZEITSCHLOSS. #E1010.
Drie identieke,
veeraangedreven
balansuurwerkjes van
hoge (Zwitserse)
kwaliteit. (15488,12035
en 12036).
Opdruk: *Thirteen (13)*
Jewels. Hersteller:
Fabrique d'Horlogerie de
St. Blaise. Saint-Blaise
(Suisse).

Dit soort kluisblokken werd ingebouwd in de kluisdeur van een te beveiligen brandkast. Bij het sluiten van de kluisdeur werd tenminste één van de drie klokjes met een passende sleutel opgewonden. Deze opwindsleutel #3 is voorhanden bij het object.

Pas wanneer alle drie de uurwerkjes waren afgelopen, werd het slotmechanisme van de kluisdeur mechanisch ontgrendeld m.b.v. de messing schoot.

De klokjes hebben een relatief grote veertrommel. Wanneer een klokje was afgelopen, resteerde er nog 40 tot 50 % van de veerkracht; ruim voldoende om het kluislot mechanisch te deblokken.

Omwille van de zekerheid werden drie identieke klokjes gebruikt. Mocht één van de uurwerkjes uitvallen dan blijven er nog twee functioneren, lees na aflopen in staat om de deur te deblokken. De extra kosten hiervan wegen absoluut niet op tegen de benodigde inspanning om de kluisdeur te forceren. Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 021: KROMER kluisblok

Mechanische kluisblok, merk: KROMER
ZEITSCHLOSS. Drie identieke, veeraangedreven
balansuurwerkjes van hoge kwaliteit.

Tekst op de uur schijfjes: Theodor Kromer
G.m.b.H. & Co. KG, D-7801 Umkirch bei
Freiburg BRSG. Benodigde opwindsleutel #3.

Voor de beschrijving van de werking: zie de
tekst bij object OTS 020.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige
rookruimte op de begane grond, aan de
verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en
laagbouw.



Object OTS 022: rench kluis-klok



Mechanische kluis-klok, merk: rench, TIME LOCK MODEL 1003, MADE IN ARGENTINA.

Zwarte (alu en kunststof) behuizing, met een klepdeksel.

Drie identieke balans uurwerkjes, veer aangedreven.

Benodigde opwindsleutel #3

Dit type kluis-klok is een *low cost* uitvoering van de KROMER kluis-klokken (zie: OTS 020 en 021).

Voor de beschrijving van de werking: zie de tekst bij object OTS 020.

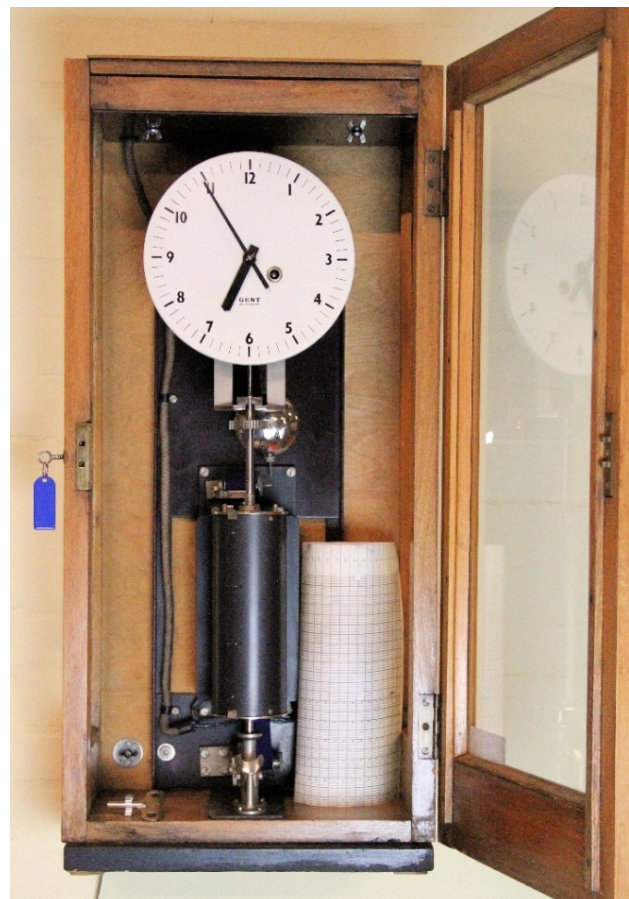
Object OTS 025: GENT's nachtwakersklok, stationaire controleklok

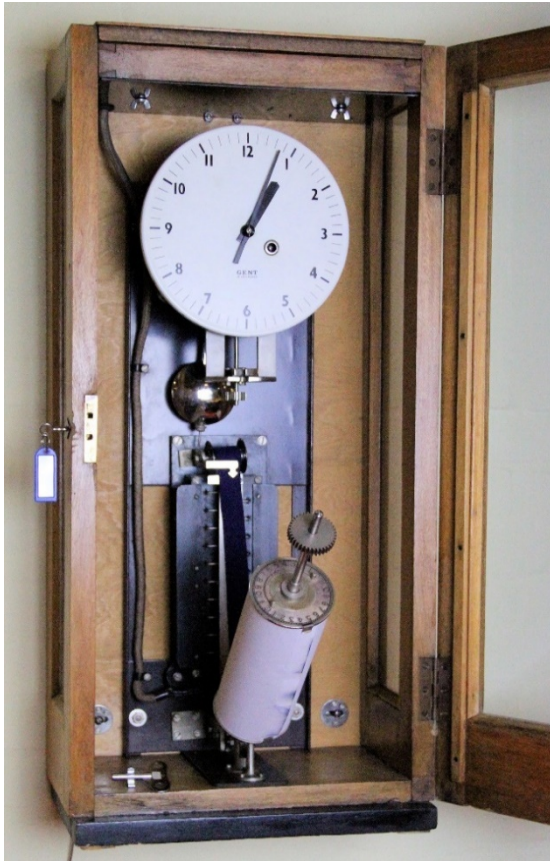
Conventioneel slingeruurwerk, veeraangedreven, 8 daags uurwerk. Omstreeks 1950.

In centrale, stationaire nachtwakers-controleklok uitvoering (E: *Time Recorder*, ook wel *Watchman's Tell Tale* of *Watchman's Clock* genoemd) met elektromagnetische/mechanische registratie op een papierrol. Wijzerplaat met Arabische cijfers.

Tekst op de wijzerplaat: **GENT of LEICESTER**. Slingerlengte = 26 cm, $T=1$ sec., $t=0,5$ sec. Benodigde opwindsleutel #8 is bij de klok voorhanden.

In tegenstelling tot een conventioneel nachtwakersklokje zoals object OTS 026, waarbij de ronde-informatie op het draagbare klokje van de betreffende nachtwaker werd vastgelegd, is hier sprake van een centrale registratie (controle) van de activiteiten van de nachtwaker. Het uurwerk van deze centrale nachtwakersklok drijft een cilindervormige rol aan, waarop elke dag een nieuw registratieblad wordt bevestigd.





De registratie cilinder naar voren gekanteld.

Op de registratie cilinder is een 24 uren tijdsverdeling aangebracht van tweemaal 12 uur: 0 - 12 AM en 0 - 12 PM. Achter de registratie cilinder zijn 20 relais gemonteerd. Bij bekrachtiging van het betreffende relais wordt er een pen uitgeschoven, die d.m.v. het tussenliggende blauwe inktlint een punt afdruckt op het registratiepapier. De 20 relais zijn verticaal gemonteerd, de registratie rol draait eenmaal per dag rond. Aan de hand van de positie van de puntjes op het registratie-papier kunnen de gangen van de nachtwaker desgewenst worden nagegaan. De deur van de registratieklok was uiteraard afgesloten. Met het dagelijks wisselen van het registratiepapier, werd bij het naar voren kantelen en opnieuw op de juiste tijd inkoppelen van de registratie cilinder, het inktlint automatisch verder gespoeld. Dit om te voorkomen, dat er op den duur geen afdruck meer zichtbaar was of erger nog, gaatjes in het inktlint werden geslagen.

Op zijn ronde trof de nachtwaker bij dit systeem geen unieke sleuteltjes meer aan zoals bij object **OTS 026**, maar elektrische drukknoppen. Daarmee werd dan één van de 20 relais in de controleklok door hem bekrachtigd.

Registratieblad.

Object OTS 026: Conventioneel, draagbaar nachtwaker controleklokje



Nachtwakersklok met registratie-schijfjes.

Veeraangedreven balansuurwerk. Merkloos, alleen de vermelding op het scharnier: Made in France, Ø 9 cm. Bouwjaar: ongeveer 1950.

Het uurwerk wordt opgewonden met een passende sleutel #1 op de centrale as.

In het uurwerkje is een rond papieren schijfje gelegd (Ø 7,3 cm) met een tijdsindeling voor de nachtelijke uren en 6 posities op de straal.

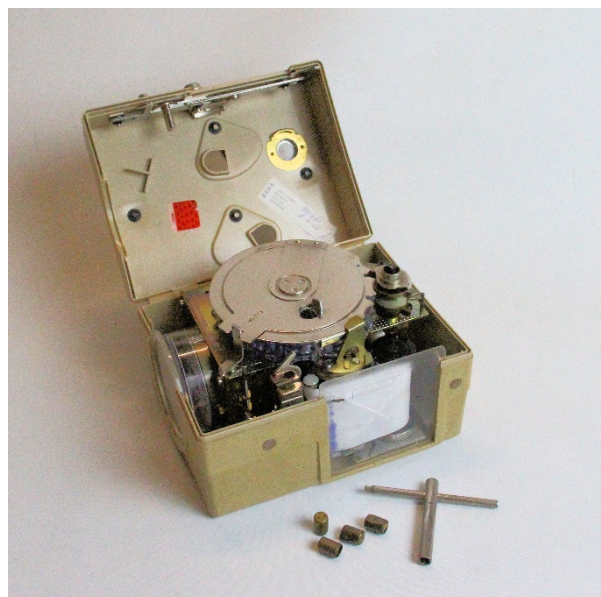
Dat registratie-schijfje wordt door het uurwerk eenmaal per 12 uur rondgedraaid.

Het klokje werd voorafgaande aan looprondes van de nachtwaker op slot gedaan.

Dit registrerend draagbaar klokje dateert uit de tijd van nachtwakers, die 's nachts hun rondes liepen door de te bewaken gebouwen en over terreinen. Die functionarissen droegen het klokje aan een riem over hun schouder.

Op hun rondes kwamen ze langs bepaalde punten, waar een sleuteltje hing. Dat sleuteltje werd gebruikt om in het klokje te steken en om te draaien. Daarmee werd er op een specifieke plek een gaatje in het papieren registratie-schijfje geprikt; een indicatie voor het tijdstip én de plaats waar het sleuteltje hing, ergo waar de nachtwaker op dat moment was. Bedoelde sleuteltjes waren uniek; ze hadden allen een andere baard. Zie ook objectnummer: **OTS 025**.

Object OTS 027: BENZING duivenklok



Duivenklok (B: *Constateur*). No 245061. Het model 'ELITE' werd door BENZING in 1971 op de markt gebracht, dit exemplaar is uit 1976. Veer aangedreven balans uurwerk met papierstrook printer in een kunststof behuizing. Van buiten af op te winden met een passende kloksleutel. Deze speciale (opwind) sleutel is bij het object aanwezig. Zie ook objectnr.: **OTS 094**.

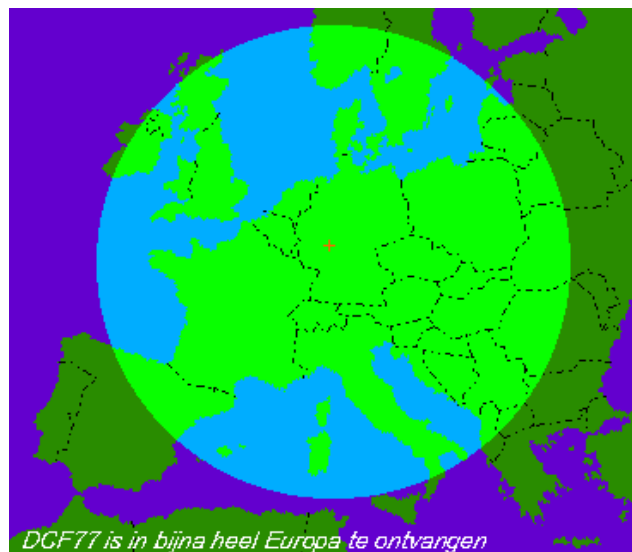
Even een kleine introductie in de duivensport. Wedstrijdduiven werden voorzien van een tijdelijke ring; een rubber bandje om de poot. Er was sprake van twee identieke bandjes; één voor in de klok en één voor de wedstrijdduif. Vóór elke wedstrijd werden op de vereniging de duivenklokken van de eigenaren geprepareerd. Dat wil zeggen vooraf geladen met één van de twee identieke rubber bandjes van de deelnemende wedstrijdduiven van die betreffende eigenaar. Vervolgens werden alle klokken 'afgeslagen'. Daarbij werden de klokken gelijk gezet met het tijdsignaal van de radio; zes piepjes, op het zesde piepje werd er afgeslagen/ de tijd afgeprint. Tot slot werden de klokken verzegeld door de wedstrijdleiding.

De verzegelde klokken gingen vervolgens met de duivenmelker mee naar huis. De wedstrijd duiven waren voorzien van een kopie van de tijdelijke ring, het gummi bandje om de poot. Zodra de duif binnen kwam werd door de eigenaar het bandje verwijderd en in een koperen hulsje gestopt. Dat hulsje werd in een carrousel schijf in de duivenklok gedaan - een ring met vierkanten bakjes - en de schijf werd vervolgens doorgedraaid. In die carrousel schijf zat al het kopie bandje. Met het doordraaien werd ook de kloktijd 'afgeslagen' door een stempel- mechanisme op een strookje papier in de klok. Wanneer voldoende duiven binnen waren = geregistreerd, ging de eigenaar met de klok naar de wedstrijdleiding. Die verbrak de verzegeling van de duivenklok, controleerde de rubber bandjes en las de tijden af. Zo werd uiteindelijk de winnende duif aangewezen en kon de trotse eigenaar de uitgelopen prijs in ontvangst nemen.

Object OTS 029: SIEMENS DCF 77 wandklok, stand alone



Radio Controlled wandklok.



Bereik DCF 77 tijdzender.

Wandklok Ø 25 cm met batterij aandrijving (C type). Fabrikant: JUNGHANS, N^o W761.

Radio Controlled klok, ontvangt het DCF signaal met 'tijdtelegram' uit de ether. DCF 77 is een tijdzender, die vanuit Mainflingen in Duitsland via de lange golf op een frequentie van 77,5 kHz met een vermogen van 50 kW een signaal uitzendt, dat binnen een straal van meer dan 1500 km in heel Europa te ontvangen is. Zie bijgaand kaartje.

Het DCF77 signaal (en z'n draaggolf) wordt d.m.v. atoomklokken door de PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) opgewekt, dit met een afwijking van minder dan 1 seconde in 300.000 jaar en vervolgens vanaf Mainflingen uitgezonden.

Object OTS 031: AEG dag/week tijdschakelklok/signaalklok

Dag/week tijdschakelklok, AEG type LUG, № 642834. Aandrijving 220 V~/ 50 Hz synchroommotor. Met 24 uren schijf en wekschijf. Schakeltijd interval minimaal 5 minuten. Potentiaalvrije schakelcontacten. Signaalengte instelbaar. In houten behuizing. Fabricaat: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, kortweg AEG.

Uurwerk uitneembaar door twee schroeven aan de achterzijde te verwijderen. Aansluitstrip aan de bovenzijde van de klok.

Dit object bevindt zich **in depot**.

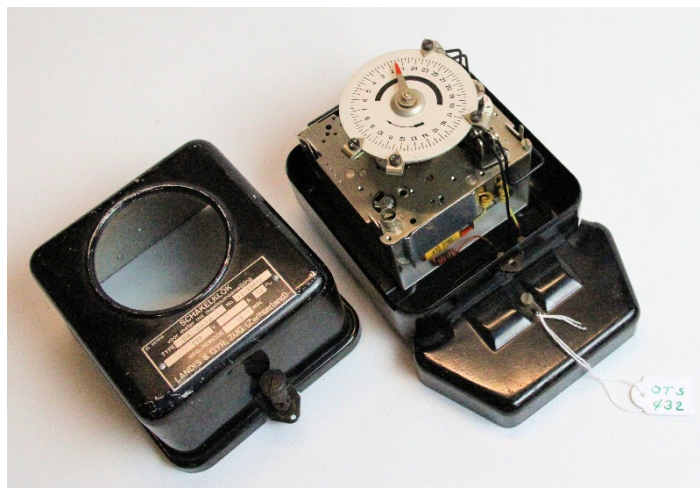


Object OTS 032: LANDIS & GYR, tijdschakelklok

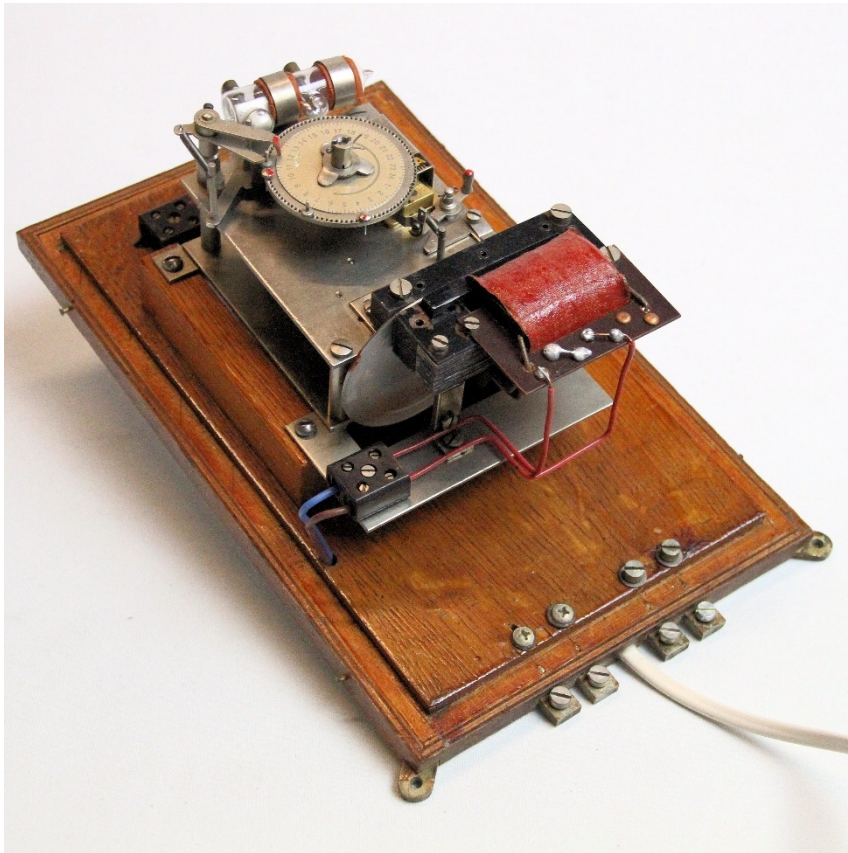
Schakelklok voor meter met maximumaanwijzing. Type: SR2dm1s. Fabrikant: LANDIS & GYR, ZUG (Zwitserland). De tijdschakelklok heeft een 24 uren schijf (met twee schakelruiters AAN en twee UIT) en een wekschijf.

Het uurwerk wordt aangedreven met een synchroommotor 220 V~, 50 Hz. Valt de netspanning weg, dan is er een reserve veeraangedreven balans uurwerkje, dat de aandrijving overneemt totdat de netspanning weer terug is. De 24 uren schijf draait onder een rode wijzer door.

Registratieperiode 15 min.



Object OTS 035: Tijdschakelklok met Ferrarismotor aandrijving



Tijdschakelklok met een veeraangedreven balansuurwerk, gehuisvest in een houten kastje met glas. Merk: FOREIGN? . De veer wordt opgewonden m.b.v. een zogenaamde Ferraris motor.

Dat is een type elektromotor met een laag vermogen, aangedreven door enkelfase wisselstroom.

Hij werd uitgevonden in 1885 door de Italiaanse ingenieur Ferraris. Het meest in het oog springende onderdeel is een draaiende ronde schijf. De oudere elektriciteitsmeters in onze huizen hebben ook zo'n draaiende Ferraris schijf.

Dit type motor is opgebouwd uit een elektromagneet, waarbij tussen de polen een aluminium schijf draait. Op één van de polen van de magneet is een kortsluitwikkeling aangebracht, waardoor er een elektrisch draaiveld ontstaat en de aluminium schijf als rotor draait. Het principe is vergelijkbaar aan de één fase motor met een condensator. Het nauwkeurigheid van het geheel is overigens afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz frequentie van het elektriciteitsnet. Omdat in dit geval de Ferraris elektromotor niet direct het uurwerk aandrijft, maar een veer opwindt is die nauwkeurigheid van de 50 Hz netfrequentie niet kritisch.

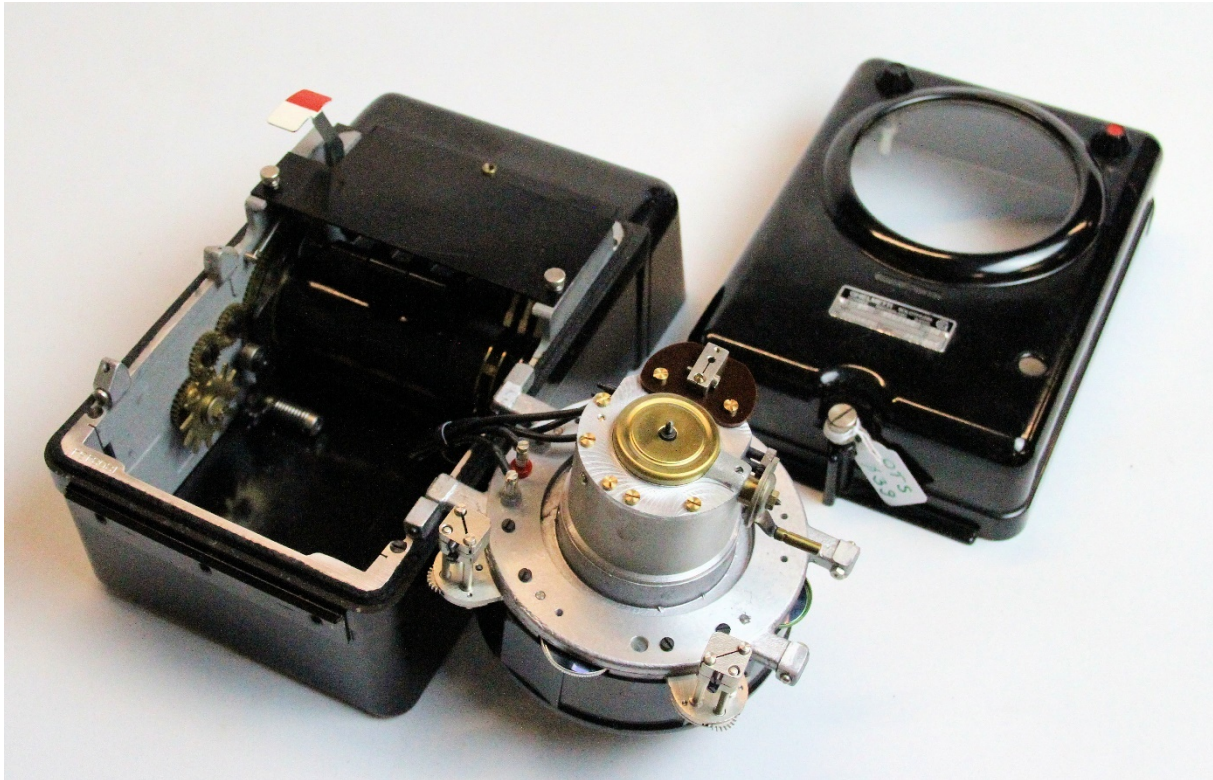
De tijdschakelklok heeft een 24 uurs dagschijf met twee schakelruitertjes AAN en twee ruitertjes UIT. Met die ruitertjes AAN en UIT wordt een kwikschakelaar gekanteld (lijnversterker). Die kwikschakelaar is Normally Open (N.O.).

De Ferraris motor wordt aangesloten op 220 V~ en windt de veer van het balansuurwerk naar behoefte op. Gangreserve: 4 uur.

De balansgang van het uurwerk is niet zelf startend en kan desgewenst handmatig worden opgestart door een zetje aan het balanswiel te geven. Er is een instelling voor langzamer/snelser lopen voorhanden. Daarmee wordt de effectieve lengte van het balansveertje veranderd.

Object OTS 039: GHIELMETTI tijdschakelklok

Tijdschakelklok, type: ZAD 203. Fabricaat: GHIELMETTI, SOLOTHURN, Schweiz. No 1808434, schema: 32423. Het hart van deze tijdschakelklok wordt gevormd door een ZBINDEN veeraangedreven balansuurwerk van hoge Zwitserse kwaliteit, type EM7 met nummer 259189. Deze tijdschakelklok heeft een maandschijf, een weerschijf en een 24 uren schakel-schijf. Het mechaniek dwingt bewondering af. De veer van het balansuurwerk wordt elektrisch (230 V~) opgewonden. De veer levert de gangreserve.



De klok heeft drie hoofdschakelcontacten en een hulp schakelcontact op een schakelwals. Die schakelwals wordt aangedreven door een motor, type J.725d, 2220 / 380 V~, 50 Hz. De schakelmomenten van de hoofdschakelcontacten (220/ 380 V~, 20A) zijn vanaf de buitenzijde instelbaar. De instelling van het hulpcontact vanaf de binnenzijde van de klok.

De 3 hoofdschakelcontacten schakelen gelijktijdig (3 fase krachtstroom zonder nul-leider: driehoekschakeling), de tijdstippen worden ingesteld op de rode en de witte schakelschijf. De stand van de hoofdschakelcontacten op de schakelwals wordt geïndiceerd met de kleur in het venster: Rood = 1 : contacten gesloten, Wit = 0 : contacten open.

Op die ingestelde tijdstippen draait ook de schakelwals-motor kortstondig om de drie hoofdschakelcontacten om te schakelen; AAN of UIT, resp. rood of wit in het venster.

Het hulpschakelcontact is potentiaalvrij en schakelt éénmaal per 24 uur IN en éénmaal UIT; de tijdstippen zijn instelbaar op resp. de groene (IN) en gele (UIT) tijdschijf.

Object OTS 040: GHIELMETTI tijdschakelklok

Tijdschakelklok , type: SRC 203. No 695044. Fabricaat: GHIELMETTI & Cie. A.G., SOLOTHURN, Schweiz. Het hart van de tijdschakelklok wordt gevormd door een ZBINDEN veeraangedreven balansuurwerk van hoge Zwitserse kwaliteit, type EM7. No 136950/ S 2511. Schema nr. S 324/a. De veer van het balansuurwerk wordt periodiek elektrisch (230 V~) opgewonden. De veer levert de gangreserve. Deze tijdschakelklok heeft een maandschijf, een weekschijf en een 24 uren schakelschijf. Het mechaniek dwingt bewondering af.



De klok heeft drie hoofdschakelcontacten en een hulp schakelcontact op een schakelwals. Die schakelwals wordt aangedreven door een motor, type J.725d, 2220 / 380 V~, 50 Hz. De schakelmomenten van de hoofd-schakelcontacten (220/ 380 V~, 20A) zijn vanaf de buitenzijde instelbaar. De instelling van het hulpcontact vanaf de binnenzijde van de klok.

De 3 hoofdschakelcontacten schakelen gelijktijdig (3 fase krachtstroom zonder nul-leider: driehoek-schakeling), de tijdstippen worden ingesteld op de rode en de witte schakelschijf. De stand van de hoofdschakelcontacten op de schakelwals wordt geïndiceerd met de kleur in het venster: Rood = 1 : contacten gesloten, Wit = 0 : contacten open.

In dit type GHIELMETTI zijn twee rode en twee witte schakelschijven gemonteerd, waardoor de mogelijkheid bestaat om per etmaal / 24 uur de hoofdschakelcontacten tweemaal om te schakelen van AAN naar UIT en omgekeerd. Op die ingestelde tijdstippen draait ook de wals- motor kortstondig om de drie hoofdschakelcontacten om te schakelen; AAN of UIT, resp. rood of wit in het venster. Het hulpschakelcontact is potentiaalvrij en schakelt éénmaal per 24 uur IN en éénmaal UIT; de tijdstippen zijn instelbaar op resp. de groene (IN) en gele (UIT) tijdschijf. Stiften op de 24 uren schakelschijf, schakeltijd interval minimaal 30 minuten. Maximaal 48 schakel stiften op de schakelschijf.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

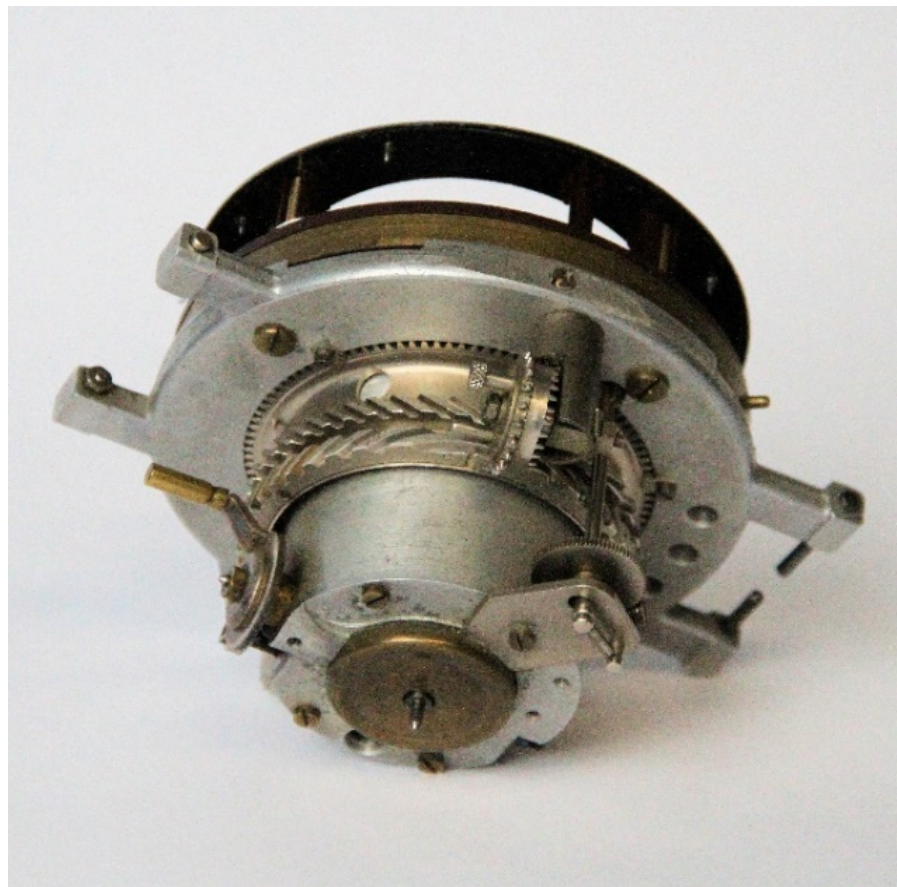
Object OTS 041: Een los ZBINDEN uurwerk uit een GHIEMETTI tijdschakelklok



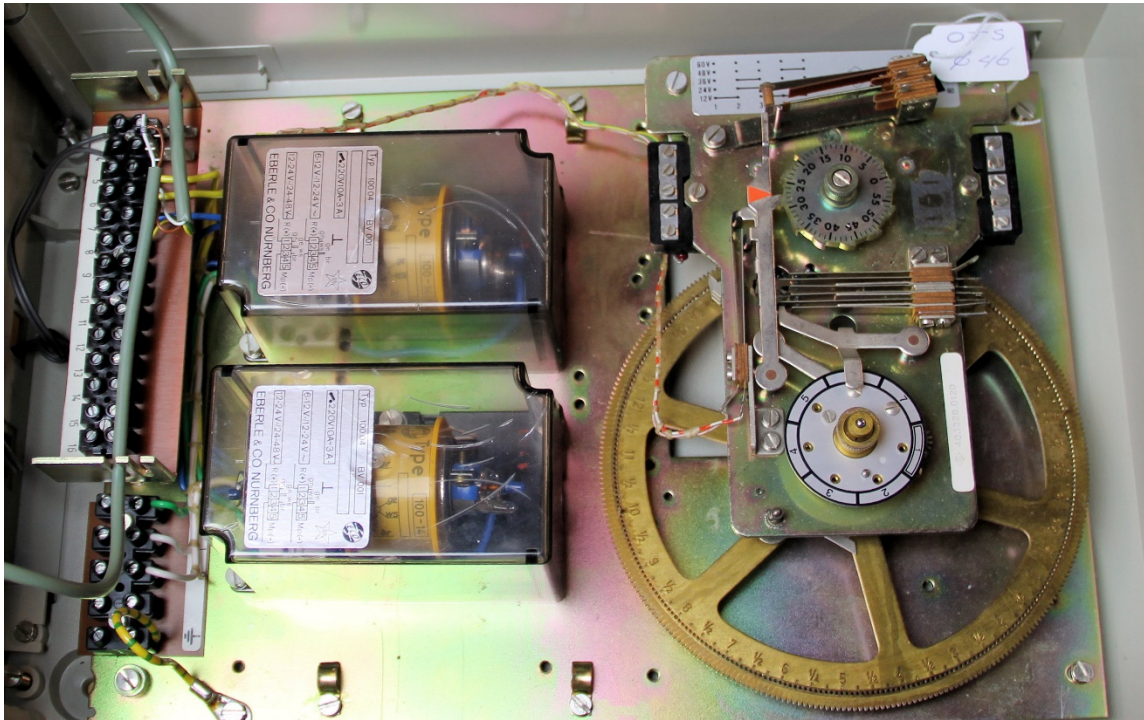
Los SYSTEME ZBINDEN uurwerk. Het hart van de tijdschakelklokken (OTS 039 en 040) wordt gevormd door een ZBINDEN uurwerk, type EM7, van hoge Zwitserse kwaliteit. No 80938. S &Co 3424. Het heeft een veeraangedreven balans uurwerk met Zwitserse ankerangang. De balans veer is een Breguet spiraalveer, temperatuur gecompenseerd. De veer van het uurwerk wordt periodiek opgewonden door het verdraaien van de opwindkruk. Die verdraaiing wordt elektrisch aangedreven. Met dag, week en maandschijf.

De Zwitserse precisie mechanica is bewonderingswaardig en dwingt respect af.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.



Object OTS 046 en 044: T&N dochterklok/tijdschakelklok met kwikschakelaar relais



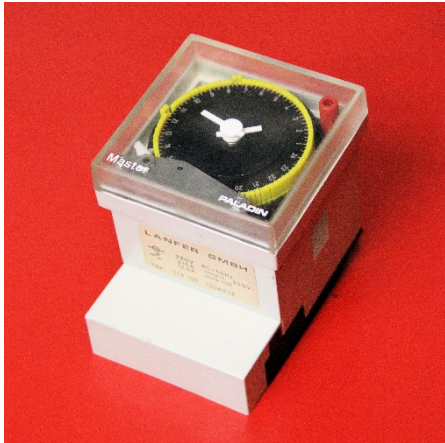
Samenbouw van de objecten **OTS 044** (tijdschakelklok zonder relais) en **046** (met EBERLE relais). Zie ook de tekst op bladzijde 54 en 55.

Object OTS 047: Impulsgever (1 minuut)



Met een synchron motor (12 V~, 50 Hz) aangedreven pulsgever. De as van de motor draait eenmaal per minuut rond. Op de as zit een nok, waardoor eenmaal per minuut een contact sluit. Fabricaat: Société Industrielle De Sonceboz S.A. , SUISSE. Type: 395.

Object OTS 049: LANFER/ PALADIN, tijdschakelklok



DIN rail model tijdschakelklok, tijdschakelklok, type Master, 124 100 QUARTZ, met ingebouwde (reserve gang) batterij. Fabricaat LANFER G.m.b.H. Synchronomotor 220 V~, 45-60 Hz. Schakelcontact: μ 16 A met $\cos \varphi = 1$, 250 V~ resp. 2,5 A bij $\cos \varphi = 0,6$.

NB: LANFER en PALADIN zijn sub merken van hugo müller.
Zie ook Object OTS 098.

Object OTS 050: Solid State Relais, model DC60S5/opto 22

Met de introductie van transistortechnologie resp. power elektronica kon het conventionele elektromechanisch relais met bekrachtigingsspoel, worden vervangen door het equivalent in Solid State technologie. Belangrijk voordeel daarvan is het geheel ontbreken van mechanisch bewegende delen. Ook het mogelijk inbranden van schakelcontacten is niet meer aan de orde.

Input: Operating Voltage: 3-60 V_{DC} Typical Input Current: 2,2 mA @ 5 V_{DC}. Load Current: 0,02-5 A_{AC}.



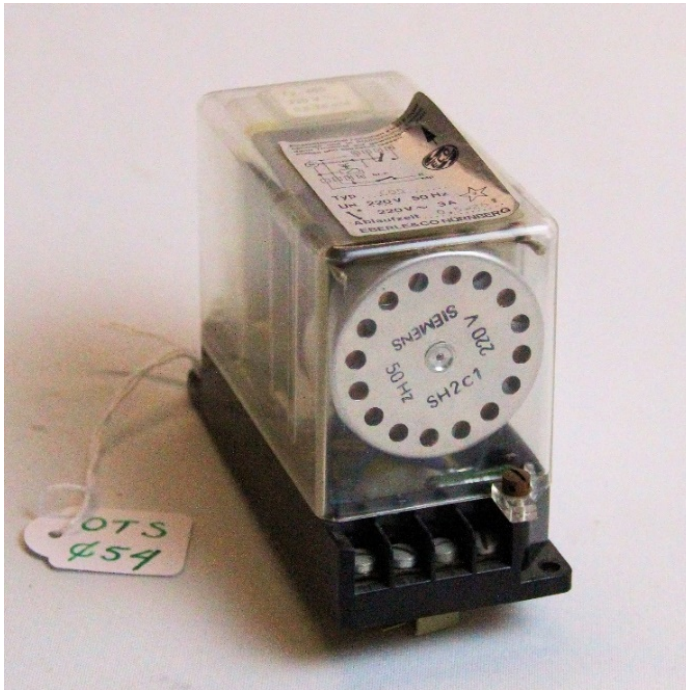
Object OTS 053: GAMMA tijdschakelklok (netstekker uitvoering)



24 uren tijdschakelklok met instelbare tijdstippen. Schakeltijd interval minimaal 15 minuten. GAMMA Art. nr. 237276. Netstekker model. Aandrijving synchronomotor 230 V~, 50 Hz. Schakelcontact: 250 V~, 16 A.

Een voorbeeld van een hedendaagse tijdschakelklok - *low cost* consumenten model - dit in contrast met de bouwwijze van zo'n zelfde apparaat in het verleden, veelal als dochterklok aan een slingeruurwerk. (Bijvoorbeeld: OTS 004, OTS 036).

Object OTS 054: EBERLE & CO, vertraagd afvallend relais



Vertraagd afvallend relais. EBERLE, type: 605.

Aandrijving: synchronomotor van Siemens, 220 V~, 50 Hz. Vertraging instelbaar tussen 30 seconde en 26 minuten.

Maximaal schakelvermogen: 220 V~, 3A.

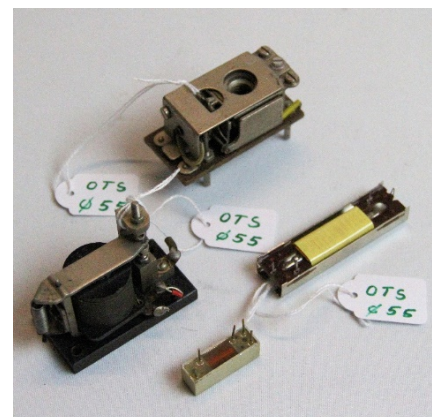
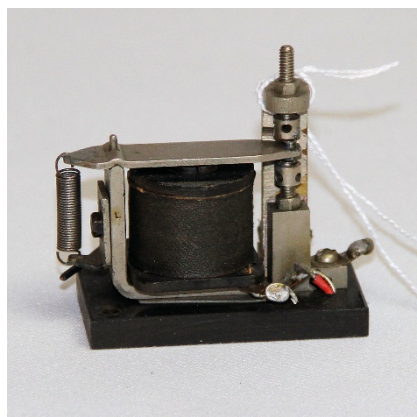
Object OTS 055: Verschillende type relais (lijnversterkers)

Aanvankelijk waren moeder- en dochterklok(ken) onderling verbonden door middel van draden. Daarover werden de elektrische impulsen van de moederklok verzonden naar de aangesloten dochter(s). Wanneer de te overbruggen afstand te groot was, was er sprake van demping en/of vervorming op de lijn. Om dat tegen te gaan, werden elektromechanische relais in de lijnverbinding opgenomen als 'lijnversterkers'.

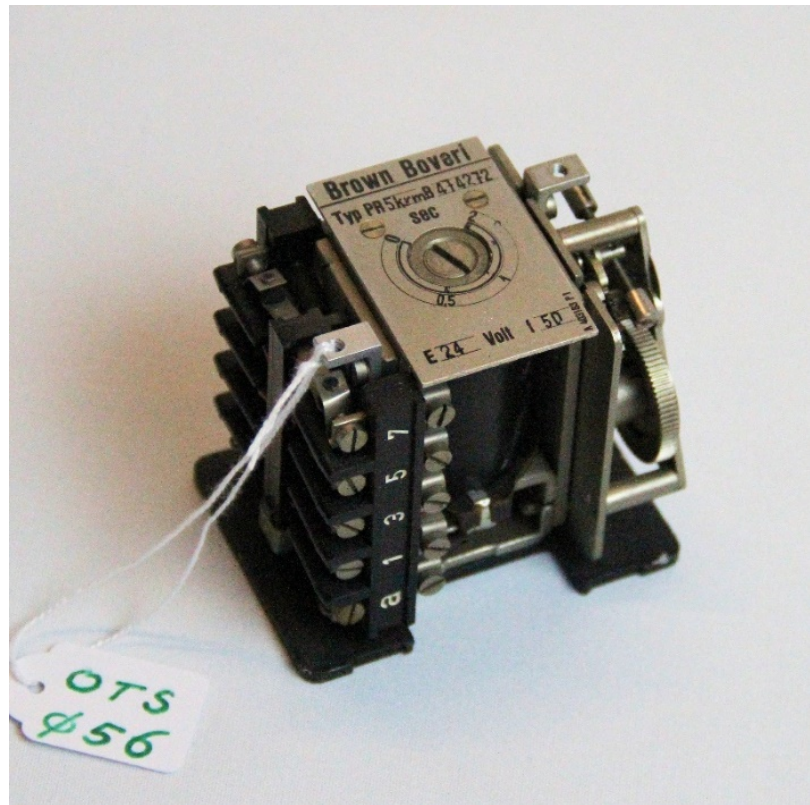
Relais zijn er in eindeloos veel uitvoering gemaakt. Om het specifieke gebruik in de tijddistributie netwerken te adstrueren, zijn een paar relevante uitvoeringen op de tentoonstelling zichtbaar.

Ook bij de aansluiting van relatief veel dochterklokken aan een moederklok werd gebruik gemaakt van een relais. Het gebruik hierbij was primair bedoeld om te voorkomen, dat door (te) grote schakelstromen/vermogens de schakel-contacten gaan inbranden.

Overigens vindt het woord relais zijn oorsprong in de tijd van de postkoetsen. Op de lange routes werden de paarden onderweg ververst bij een relais (F: *Relais de France*).



Object OTS 056: BROWN BOVERI, vertraagd afvallend relais



Type: PR5krmB474272.
Vertraging instelbaar tussen 0 en 2 seconde. Voeding: 24 V~, f = 50Hz.

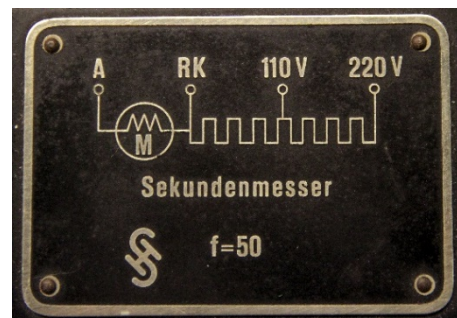
Object OTS 057: Siemens & Halske Sekundenmesser



Exemplaar uit het laboratorium Elektriciteitsvoorziening van de T.H. Delft (# F.19).

Fabrikant: Siemens & Halske, Type S&H 2964310.

Hiermee werd een tijdverloop in seconden gemeten.



Schema op de deksel.

Object OTS 064: BÜRK tijdschakelklok/signaalklok, met slinger

Tijdschakelklok/*Signaluhr*, type 204-Si in licht eiken behuizing (type A/K). Geleverd door de Firma Joh. E. Post. Nummers: 13141/DBP 922 575 en (in kastdeur) N° 33. Gestempeld: 9 Jan '63.

Fabricaat: BÜRK (Württembergische Uhrenfabrik Bürk Söhne, Schweningen am Neckar).

Veer aangedreven uurwerk met GRAHAM ankerang (met verstelbare paletten) en een invarstaal compensatie slinger. Slingerlengte 25 cm, $t = \frac{1}{2}$ seconde, tikgetal 120. Nauwkeurigheid ong. ± 30 seconde per maand. Elektrische, automatische opwinding 110 V~ of 220 V~ (110 - 160 of 170 - 250 V~). Gangreserve ong. 18 uur. 24 uren tijdschakelschijf met weekprogramma, instelbaar per 5 minuten. Potentiaalvrij omschakelcontact: max. 6 A bij 220 V~. Signaalduur instelbaar tussen 5 en 40 seconde.

Deze klok werd in Nederland geleverd door de Firma Joh. E. Post, Singel 137 te Amsterdam, de vertegenwoordiger van o.a. Bürk hier ten lande. Bürk leverde naast signaalklokken ook moederklokken en prikklokken.



Johannes Bürk (1819 – 1872) begon in 1855 met de productie van controleklokken. Na zijn dood werd de firma voortgezet door zijn zoon en vervolgens zijn kleinzonen. De firma heeft onder de naam "Württembergische Uhrenfabrik Bürk" als zelfstandig bedrijf bestaan tot 1984.

Object OTS 071: Netstekker voedingen

Een collectie netstekkervoedingen met verschillende specificaties; 12 V en 24 gelijkspanning, idem gelijkspanning uitgang instelbaar, wisselspanning en diverse andere types/varia. Netstekkervoedingen worden gebruikt als handzaam alternatief voor batterij/accu voedingen van moeder- en dochterklokken. Daarbij heeft elk object zijn specifieke (constante) spanning of stroom behoefte. **In depot.**



Object OTS 085: CALCULAGRAPH , Model No. 6, stand alone



Uitvoering met een veer-aangedreven balans uurwerk uit begin 50-er jaren van de vorige eeuw. Nummer: 18436. Opwindsleutel # 5 aanwezig. Overigens wordt dit model al vermeld in de catalogus van Western Electric Company/Telephone Apparatus & Supplies uit 1908.

Hierin staat bij de "CALCULAGRAPH/Case Style C" op bladzijde 18 de volgende beschrijving:

"Model 6 calculates and prints elapsed time in minutes and quarter minutes, has visible dial and records the time of day... \$ 100.00. May be obtained to calculate and print elapsed time in hours and minutes and the day of the month and year".

U.S. PATENTS: R13597, 1091786, 1534755 and 1582651. TRADE MARKS: 95597 and 99080.

Voor de werking, zie de beschrijving bij het objectnummer **OTS 084**.

In tegenstelling tot die *slave clock* uitvoering, is deze variant *stand alone* en wordt aangedreven door het opwinden van een veer. Overigens zijn er twee opwindgaten in de wijzerplaat; één veer voor het gaande werk / balansuurwerk en één voor het printer mechanisme. Het gebruikte inktlint in de CALCULAGRAPH heeft twee kleuren: rood en zwart.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindingsgang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 086: CALCULAGRAAF van PTT



Deze uitvoering is identiek aan de vorige (OTS 085), zij het dat op de wijzerplaat van dit exemplaar de tekst: **CALCULAGRAAF** en **PTT** staat. Nummer: 16135. Opwindsleutel #5 bij het object voorhanden. De Calculagraaf was bij de Nederlandse PTT in gebruik in de periode van ± 1970 tot 1980.

Telefoongesprekken buiten Europa moesten in die tijd nog bij de telefoniste (0016) worden aangevraagd. Zij bediende de Calculagraaf apparatuur handmatig. De conditie van deze Calculagraph is helaas slecht. Bron: www.vomkpngv.nl/riet1953.html

PTT - 028-57 Stations van PTT		Ontvangen	Doorgegeven
		Sluitingstijd	Begin
		Vertraging	
Datum	Tijd v. avg.	van	GESPREK met
Opg. pl.	Beh. pl.	Geleidingen	
door	door	nr.	

Printstrookje van de PTT CALCULAGRAAF.



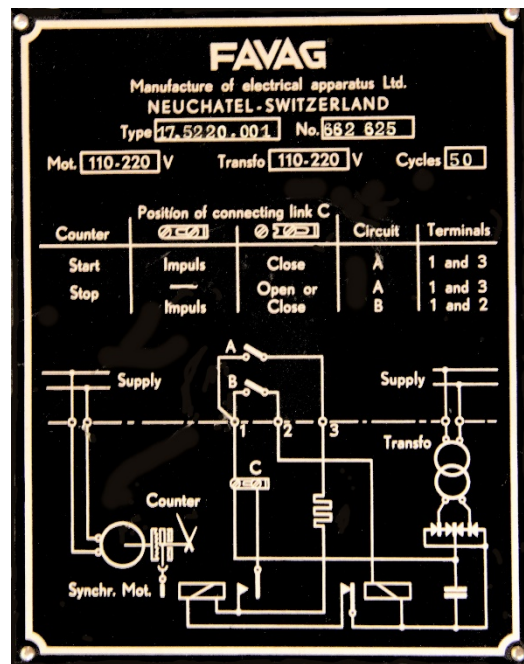
Op de telefoonzaal in Amsterdam werden in 1953 vele CALCULAGRAAFEN gebruikt.

Object OTS 088: FAVAG elektrische counter



Fabricant: FAVAG, Manufacture of electrical apparatus Ltd. NEUCHÂTEL-SWITZERLAND. (Thans MOSER-GLASER & CO AG , MUTTENZ bei BASEL). Type: KU 0,015 en 17.5220.001, nummers 662 625 en J 1224/108. Voeding: synchronomotor, 110 - 220 V ~, 50 Hz. Transformator: 110 - 220 V ~ met brug-gelijkrichter.

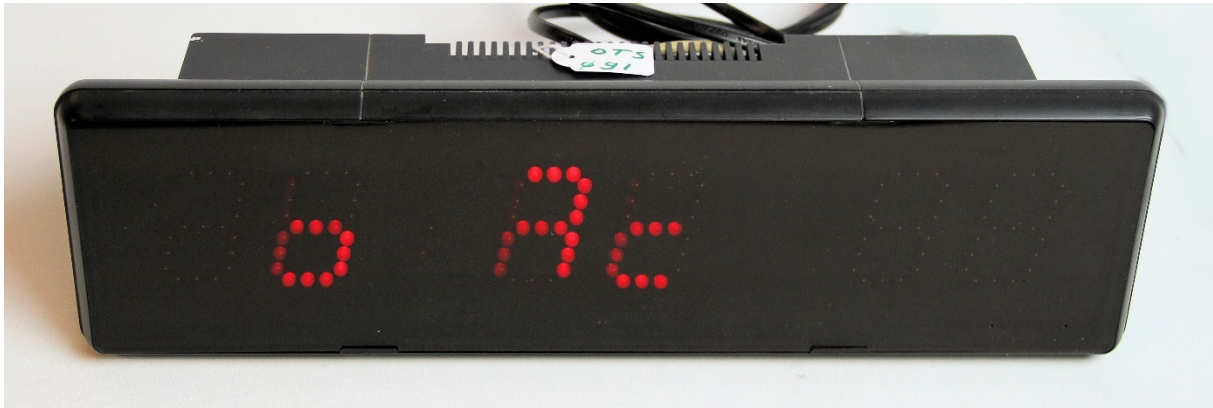
De elektrische synchronomotor drijft de wijzers van de counter aan, die zichtbaar is aan de voorzijde van het apparaat. Daarop wordt de verstreken tijd aangegeven. Die counter kan handmatig/mechanisch worden gereset. De counter wordt gestart en gestopt door een elektrische impuls óf door het openen of sluiten van een contact (aansluitingen terminals 1, 2 en 3), dit afhankelijk van de instelling van schuifschakelaar C.



Achterzijde met schakelschema.

Object OTS 091: BODET, stand alone elektronische klok met (rode) LEDs display.

Fabrikant: BODET 94013126 (# 936411). Afmetingen: 35 x 11 cm. Voeding: 230 V~, 50-60 Hz, 35 mA. Tijd- en datumweergave op zes digits, elk opgebouwd uit een aantal discrete, rode LED's.



Object OTS 092: AMANO prikklok, stand alone

Fully Automatic Time Recorder, type 9600. Model: 9604. Fabrikant: AMANO CORPORATION, YOKOHAMA, JAPAN. In Nederland vertegenwoordigd/ geleverd door Technisch Handels-bureau KOK B.V. , Assendelftstraat 2c, 2512 VV 's-Gravenhage. Tel. 070 – 64 38 56.

NB: Omdat het telefoonnummer van KOK 9-cijferig is, moet deze prikklok geleverd zijn vóór 1995, de implementatiedatum van het KPN project 'Decibel'.



Tafel model of wand montage.
Weekprogramma plus signaalfunctie (tijdsduur: instelbaar tussen 1 en 20 seconde, standaard 6 sec.). Printwerk met twee kleuren inktlint: zwart rood.
Aandrijving: synchron motor 220 V~/ 50 Hz / 0,6A.
Back-up functie met kwartsklok en oplaadbare batterij (minimaal 4 V_{dc}).

Object OTS 094: BENZING duivenklok

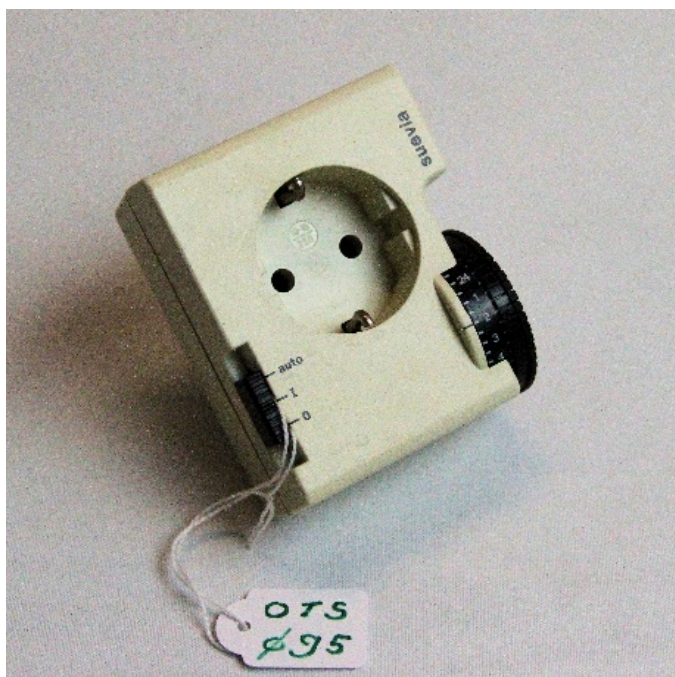
Duivenklok, fabricaat BENZING, bouwjaar 1963. Veer aangedreven balans uurwerk met papierstrook printer in een houten behuizing.

Van buiten af op te winden met een passende sleutel. Deze speciale (opwind) sleutel is bij de duivenklok voorhanden. Er is overigens sprake van een tweetal verschillende sleutels; één om het uurwerk op te winden en één om de carrousel draaischijf te bedienen i.c. het hulsje met het tijdelijke rubberbandje van de wedstrijdduif weg te draaien en tegelijkertijd de momentane tijd af te printen. Voor beschrijving van de werking: zie objectnummer: **OTS 027**.



Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindingsgang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 095: SUEVA tijdschakelklok/netstekker uitvoering

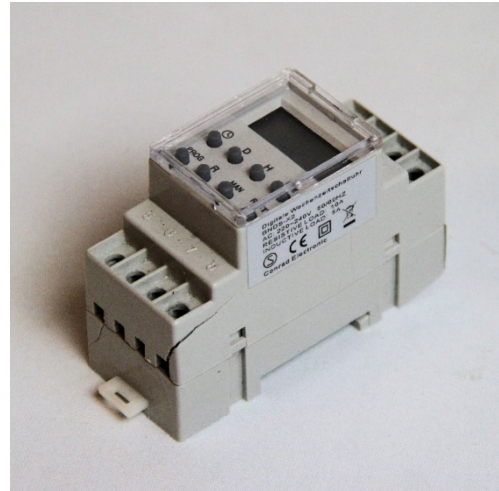


Type 240, nummer 615-9. Met 24 uurs schijf, minimale schakeltijd interval 30 minuten. Schakelvermogen: 16(4) A bij 250 V~.

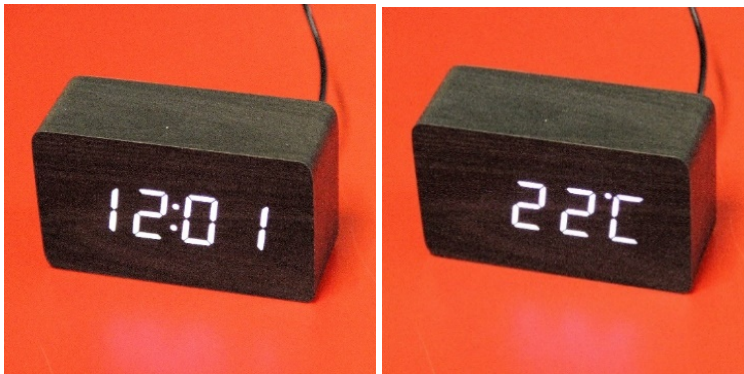
Aandrijving: synchronomotor 220 V~, 50 Hz.

Object OTS 096: CONRAD digitale tijdschakelklok, wekklok (DIN rail)

Dag en week tijdschakelklok. Fabricaat CONRAD, type BNDS-X2, nummer: 198520. Aandrijving 220 V/ 240 V~, 50 Hz. Schakelcontact: 1x wissel, max. 10 A (Resistive Load) of 5 A (Inductive Load). DIN rail montage. Back up Accu: 1,2 V/70 mAh.

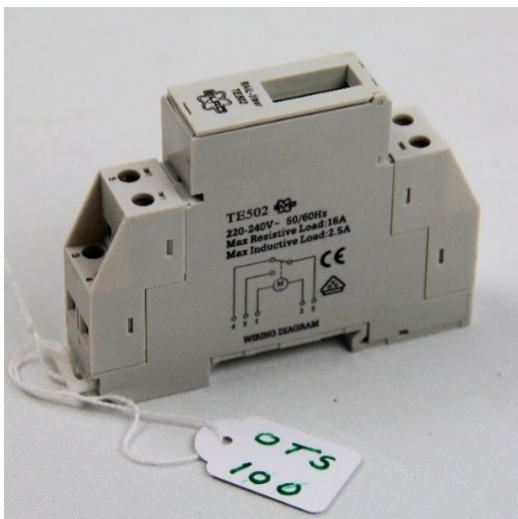


Object OTS 097: FiBiSonic digitaal klokje, type 'Wooden Clock'



Elektronisch/ digitaal klokje met digitaal display.
Voeding via USB of 4 x AAA batterij.
Type nummer: fb 1294002.

Object OTS 100: ELRO elektronische timer voor DIN rail montage



Dag/ week timer, elektronisch, type: TE 502.
220 – 240 V~, 50/ 60 Hz.
Smal type: één positie/steekplaats op een DIN rail in een groepenkast. Max. resistive load: 16 A, max. inductive load: 2,5 A.
Twee stuks, waarvan één in de opslag.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 101: hugo müller/DCF 77 - ontvanger

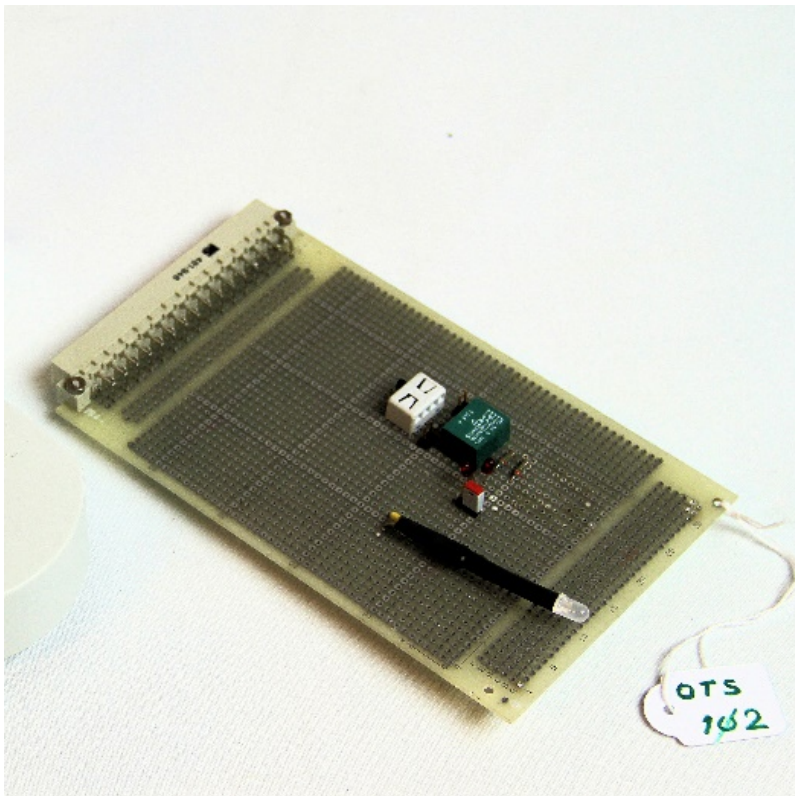
Type: FU 20.000 *pro*, Funkempfänger für Wandaufbau (mit Wandhalter, drehbar). Voor de ontvangst van DCF 77 (77,5 kHz). Maakt onderdeel uit (extensie) van de hugo müller elektronische moederklok/tijdschakelklok op basis van een kwartsuurwerk, gemonteerd in 19" rek. Zie daarvoor OTS 098.

Bij gebruik van deze DCF ontvanger ontstaat de mogelijkheid van het kwartsuurwerk te controleren/corrigeren. Echter, de ontvangst van het DCF tijdsignaal uit de ether is problematisch in de kelders van de SV.



Object OTS 102: hugo müller/extra printplaat

Printplaat in eurocard formaat met bijbehorende connectoren voor opname in het 19" rek van de elektronische moederklok hugo müller, type SC 93.47 (OTS 098). Op deze printplaat kunnen desgewenst uitbreidingen/testschakelingen worden gemonteerd.



Uitbreidingen bij de hugo müller elektronische moederklok/tijdschakelklok. (object OTS 098).

Object OTS 103: Bell Labs, tijdbasis kristal



CRYSTAL UNIT # D 168670 van Bell Telephone Laboratories. 7 – 100 kc .

Bij de ontwikkeling van het radio-navigatie systeem LORAN - A gedurende de tweede wereldoorlog, was de beschikbaarheid van nauwkeurige en stabiele oscillatoren om de pulsen in dit systeem te timen, van eminent belang. Daarvoor ontwikkelde Bell Labs speciaal gesneden kwarts kristal plaatjes, die in een vacuüm behuizing waren gemonteerd. Ze waren benodigd in de LORAN timer oscillatoren en kregen de type aanduiding D-168670 mee.

LORAN staat voor **LO**ng **RA**nge **N**avigation system.

Het is een navigatiesysteem met een groot bereik, dat gebruik maakt van laagfrequente signalen op een draaggolf van 100 kHz. Het bereik van het huidige LORAN - C systeem is ongeveer 800 zeemijl voor signalen, die zich parallel aan het aardoppervlak voortplanten (de zogenaamde *ground wave*) en 2500 zeemijl voor signalen die reflecteren tegen de ionosfeer (de zogenaamde *sky waves*). Het navigatie systeem heeft een nauwkeurigheid van 40 tot 400 meter.

Het systeem bestaat uit groepen zendstations: de zogenaamde ketens. Elke keten bestaat uit een *master station* en minimaal twee (secundaire) *slave stations*, veelal drie of meer. Ontvangers kunnen hun positie bepalen aan de hand van de tijdsverschillen tussen de ontvangen radiogolven van een secundair station en het master station. Daarom is het zo belangrijk om de timing van de pulsen in dit soort systemen zo nauwkeurig mogelijk uit te voeren.

De voorloper van het huidige LORAN-C was LORAN-A, ontwikkeld tijdens de Tweede-Wereldoorlog op het *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Dit systeem maakte gebruik van een hogere frequentie en was minder nauwkeurig dan LORAN-C.

Het bereik van LORAN-A lag rond de 600 zeemijl.

LORAN-C is oorspronkelijk ontwikkeld als een Amerikaans militair systeem in de vijftiger jaren. De VS hebben ongeveer 10 ketens geplaatst, verspreid over de wereld. Het militair gebruik van LORAN-C verviel grotendeels door de introductie van GPS (1990-1993). Het beheer van de ketens is inmiddels overgenomen door derden, zodat het systeem tegenwoordig civiel in gebruik is. Doordat GPS ook civiel te gebruiken is, heeft het LORAN systeem niet veel gebruikers meer.

Door de TU Delft is een op Loran-C gebaseerd DGPS-systeem (Differentiaal GPS) ontwikkeld met de naam Eurofix. Dit systeem is productie klaar en uitgetest, tezamen met CHAYKA, de Russische versie van LORAN-C.

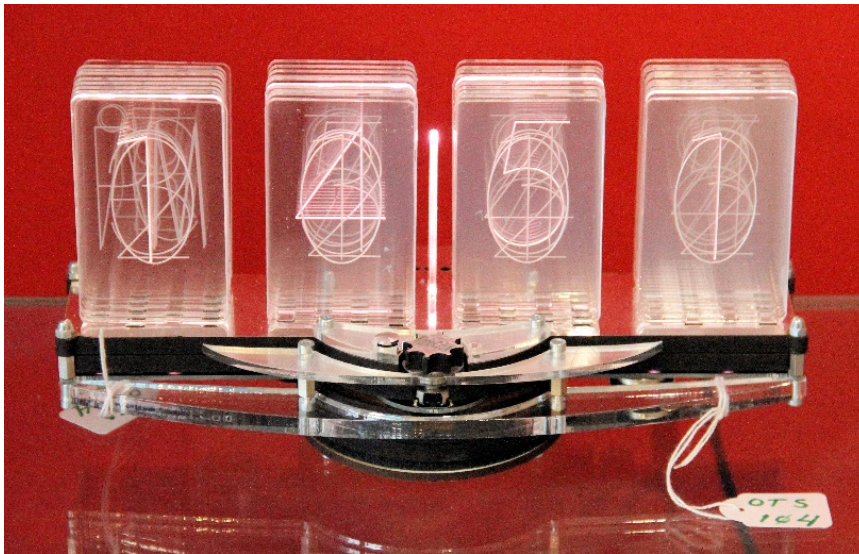
Bronnen: Voor de ontwikkeling van een lange afstand navigatiesysteem LORAN-A tijdens WO-II, zie:

http://www.jproc.ca/hyperbolic/loran_a.html

Voor het Eurofix DGPS systeem van TU Delft, zie :

<https://web.archive.org/web/20060709121449/http://www.eurofix.tudelft.nl/>

Object OTS 104: DIAMEX, NixieCron M4 kit, elektronische klok



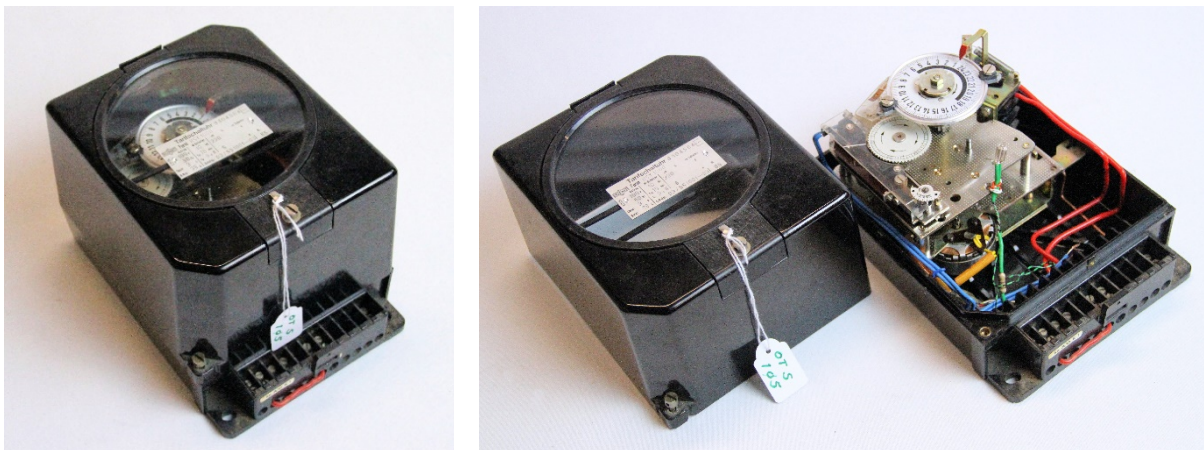
Zelfbouw kit met 4 digits LED tijdsweergave in transparante, kleurloze kunststof behuizing.

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Dit object is in bruikleen van Ronald Lokker.

Object OTS 105: HELIOWATT tarief-omschakelklok (Tarifschaltuhr)

Tarief omschakelklok van HELIOWATT, type: HSY 100G, nummer: 9304564. Bouwjaar 1965.



Balansuurwerk met veeraandrijving. De veer wordt periodiek opgewonden m.b.v. een synchronomotor 100 V~, 50 Hz. Duur 3 uur, gangreserve 36 uur. Twee schakelruiters: eenmaal AAN en eenmaal UIT. Schakelaar 1x AAN of UIT, 10 VA. Met neonbuislampje als indicatie.

Het spreekt voor zich, dat de lengte van de balans/ spiraalveer onafhankelijk moet zijn van de temperatuur (variaties). Dat wordt bereikt met de juiste materiaalkeuze voor de spiraalveer.

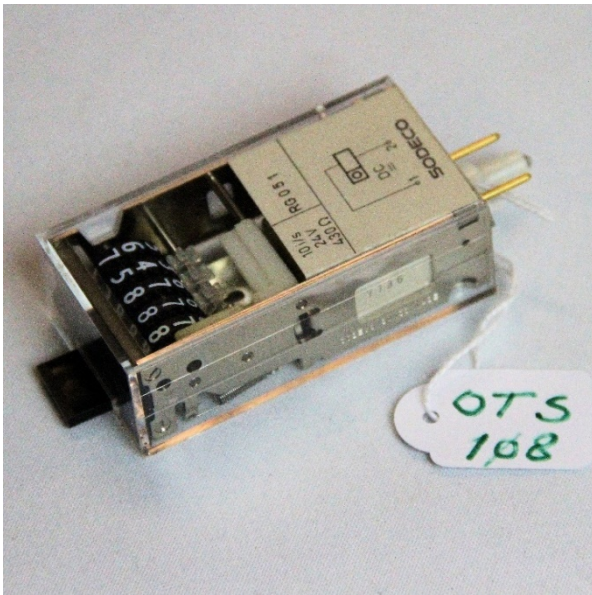
Object OTS 106: SMITH'S/SECTRIC elektrische klok

Elektrische klok, stand alone, voeding 200 ~ 250 Volt AC, 50 Hz, zelfstartend. Fabrikant: Smith's English Clocks Ltd. Diameter Ø 60 cm, glas Ø 45 cm.



De nauwkeurigheid van de klok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.

Object OTS 108: SODECO telefoontikken telrelais



Telefoontikken telrelais, type: RG 051, 10 i/s, 24 V_{dc}, 430 Ω. N° 7736.

Om de kosten van telefoongesprekken te kunnen doorbelasten aan de abonnee, die het gesprek aanvraag bij een telefoniste of iemand belde via een kiesschijf op zijn toestel, werden 'tikken' geteld.

Het woord tikken werd gebruikt omdat een mechanische gesprekkenkostenteller, die voor iedere aangesloten abonnee in de centrale aanwezig was, een tikkend geluid maakte als die een stap verder sprong.

De tellers werden eenmaal per 2 maanden gefotografeerd en vervolgens werd de laatste stand vergeleken met die van twee maanden geleden.

Het verschil van die twee getallen werd dan in rekening gebracht bij de abonnee. Daarbij werd een bedrag per tik gebruikt, bijvoorbeeld 16 cent. Die tellers waren gemonteerd in blokken van 100 of bij kleine centrales van 50. [Zie foto].

Het aantal tikken per gesprek varieerde afhankelijk van de bestemming en de duur ervan. Tot de jaren 80 van de vorige eeuw kostte lokale gesprekken slechts één tik onafhankelijk van hoe lang dat duurde. Een lokaal gesprek wordt gevoerd tussen de abonnees die hetzelfde netnummer hadden. Nadat eind jaren 70 de abonnees massaal de telefoon gingen gebruiken om op afstand te kunnen babysitten en bedrijven de lokale verbinding ook dagenlang lieten staan, is het lokale tijdtarief ingevoerd. Dan kreeg de bellende abonnee iedere 5 (overdag) of 10 minuten ('s nachts en weekend) een tik op zijn teller erbij. Belde je buiten een lokale bestemming bijvoorbeeld naar een ander netnummer of naar het buitenland dan kreeg de bellende abonnee iedere vastgestelde tijdseenheid een tik. Bijvoorbeeld een keer per 45 seconden als je naar de andere kant van Nederland belde en een keer per 6 seconden als je naar Amerika belde.

De tijdseenheid varieerde ook naar gelang of het dag, nacht of weekend tarief op dat moment van kracht was. De tijdseenheid werd automatisch vastgesteld via zogenaamde tijdzone overdragers. Dat waren voor die tijd erg gecompliceerde mechanische apparaten. Bij het afregelen daarvan werd ook een stopwatch gebruikt. Zie: [OTS 117](#).

Tegenwoordig draait de telefoon applicatie op een server. Daar komen geen gesprekken-tellers meer bij van pas.

Van ieder gesprek wordt het tijdstip van start en einde plus bron en bestemming opgeslagen in het computergeheugen. Een programma verzorgt vervolgens dan de facturering.

Deze tellers werden eenmaal per 2 maanden gefotografeerd.

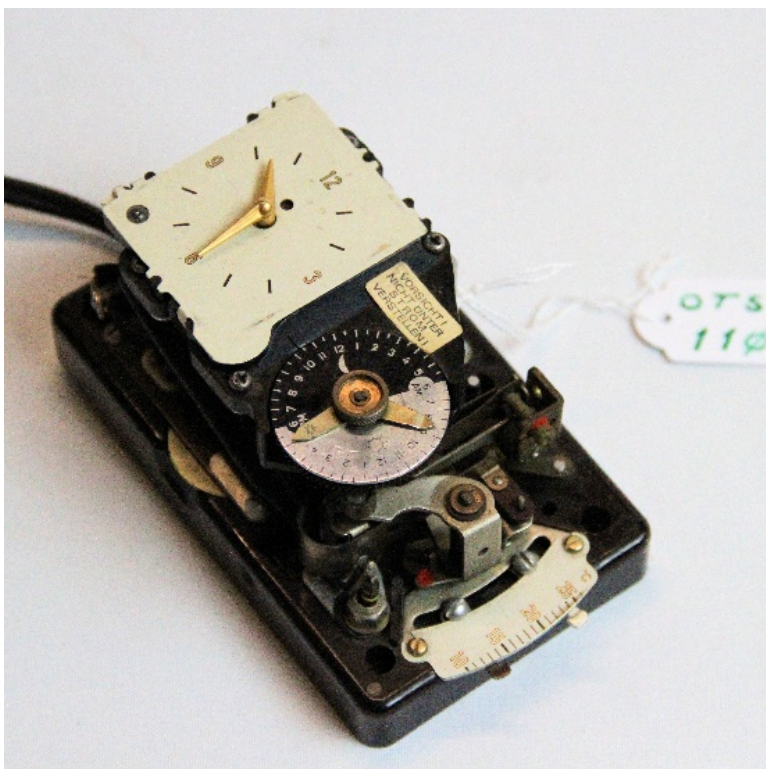


Object OTS 109: NORDMENDE telecontrol]]



Draadloze (hoogfrequent geluidsverbinding) afstandsbediening met ingebouwde timer voor een televisie toestel, ook van NORDMENDE. Type: teletimer. Sender B 583.237 G, nummer 304949. Printplaatnummer: 147/B. Voeding: 9 Volt blokbatterij.

Object OTS 110: Klokthermostaat (Honeywell?)



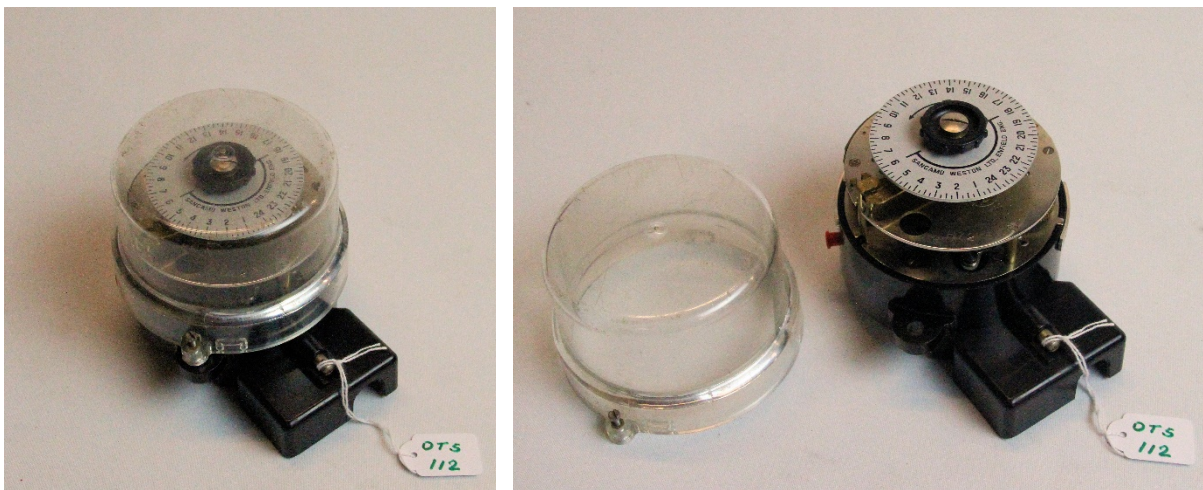
Merk onbekend (Honeywell?), U.S.A. Type T452A, nummer 1016. Aandrijving synchroon motortje, 220 V~. 24 uursschijf met dag en nacht indicatie (AM en PM). Omschakelbaar naar DAG en naar NACHT. Temperatuur instelling tussen 10 en 25°C.

Object OTS 111: AEG timer



Timer, tijd instelbaar tussen 0,6 sec en 12 sec. Fabrikaat: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, kortweg AEG. Type: ZS 012, uitvoering: A, fabricage nummer: 4448. Voeding: 220 V~, zekering: 250 V/ 2,5 A.

Object OTS 112: SANCAMO tijdschakelklok



Fabrikaat: SANCAMO WESTON LTD., ENFIELD ENG. Tijdschakelklok met ronde, kunststof kap. Type: S 355.1.13E (H72), nummer: P46145. 24 uren schijf en wekschijf. Balansuurwerk met veeraandrijving. Schakelcontacten: 1x ON en 1x OFF. 20 A, 200/ 250 V~, 50 Hz. Synchronomotor windt een veer op, die op zijn beurt het uurwerk aandrijft.

Object OTS 113: SIMPLEX prikklok

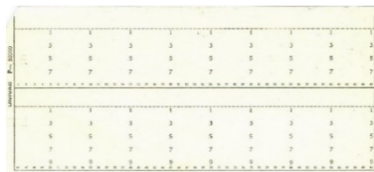


Simplex, prikklok van *SIMPLEX TIME RECORDER CO. GARDNER, MASS., U.S.A.*



Model: JCG10R4, serie nummer: 219326 CJ.
Het uurwerk wordt aangedreven door een synchronomotor 220 V~, maximaal 4 A, 50 Hz. De synchronomotor zet via een reductiebakje (versleten) de tijdsindicatie telkens één minuut vooruit. Automatische afslag.

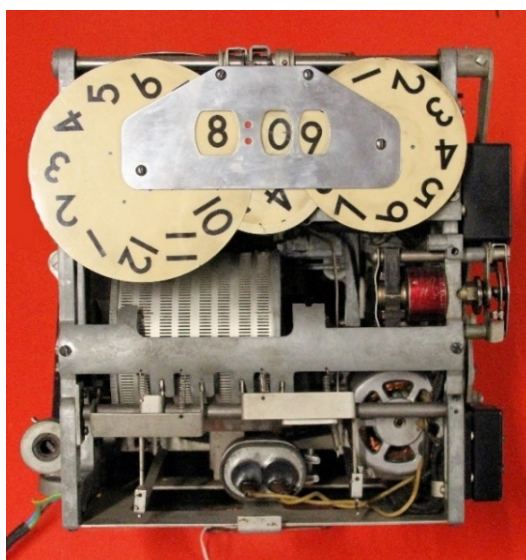
Voor de ontstaansgeschiedenis van deze fabrikant wordt korthedshalve verwezen naar de tekst bij: **OTS 014**.



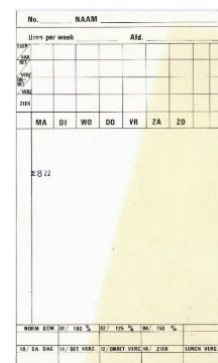
Registratie stempelkaart

Object OTS 114: INTERATIONAL prikklok

Fabricaat: **INTERNATIONAL**, MADE IN U.S.A.. Model 8600. Deze prikklok kan naar keuze als *slave clock* fungeren (DC impuls) óf *stand alone* (met synchronomotor aandrijving). De uitvoering van dit exemplaar is stand alone; synchronomotor 220 V~, 0.45 A, 50 cycles, enkelfase. Nummer: 802488 X 8600-5. De prikklok werd ooit als 'Workman's Time Recorder' in de markt gezet, typisch bedoeld als controle instrument. Automatische afslag.

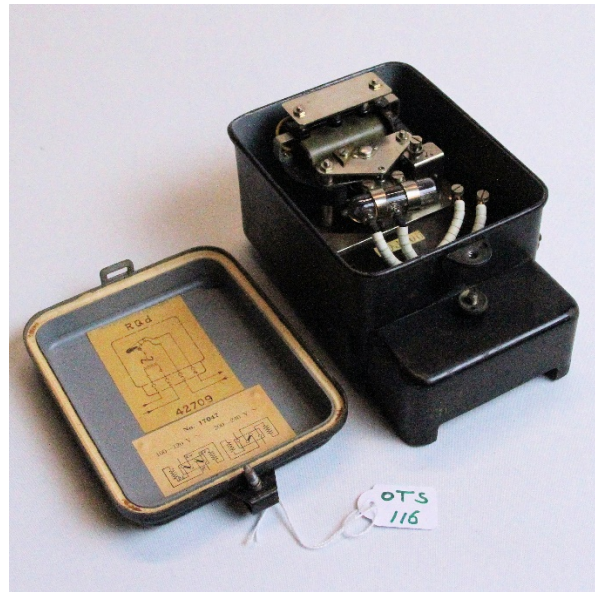


INTERNATIONAL prikklok waarvan de behuizing is afgenomen.

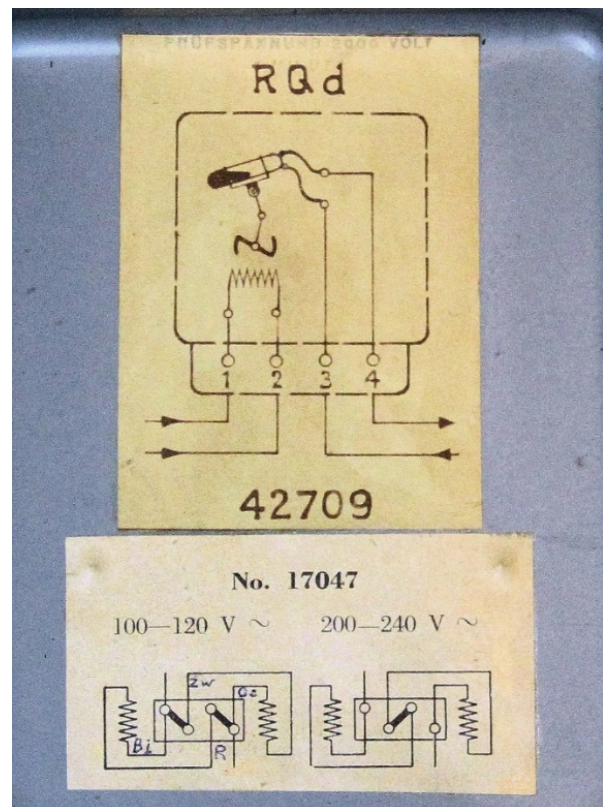


Registratie stempelkaart.

Object OTS 116: SAUTER, lijnversterker/relais



Relais met kwikschakelaar. Typeplaatje met de tekst: *Fabrik elektr. Apparate FR. SAUTER A.G., BASEL (SCHWEIZ)* en *N.V. GROENEVELD VAN DER POLL & C^o's. Electrotechnische Fabrik Amsterdam.* Type: RQd1. 220 V~, 2 A. Nummers: 703 266 / 42709 / 17047. Schakelschema aan de binnenzijde van het deksel.



Schakelschema RQd van Sauter.

Object OTS 117: Minerva/PTT stopwatch

Stopwatch, fabricaat *Minerva*, Zwitserland.

Veer aangedreven balansuurwerk.

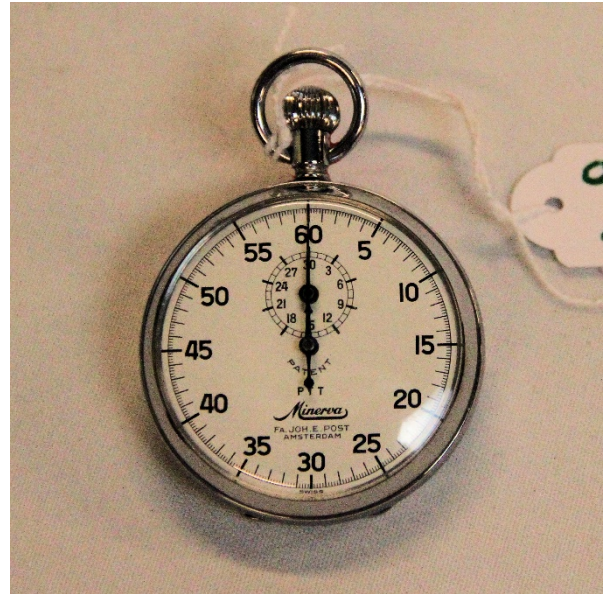
Op de wijzerplaat staat ook P.T.T. en de naam

FA. JOH. E. POST, AMSTERDAM vermeld.

De grote wijzer gaat éénmaal rond in 60 seconde, de minuten worden geteld op een kleine wijzerplaat op 12 uur: 0 tot 30 minuten.

Bij de toenmalige PTT werden deze stopwatches breed ingezet bijvoorbeeld om te meten of vertragingsschakelingen (meestal alarmcircuits) correct waren afgesteld.

Deze stopwatches - geleverd door de firma Joh. E. Post uit Amsterdam - zullen ook wel gebruikt zijn bij de Post, de Postcheque en girodienst, de Rijks Automobiel Centrale (RAC) enz. voor allerlei metingen in de productieprocessen.



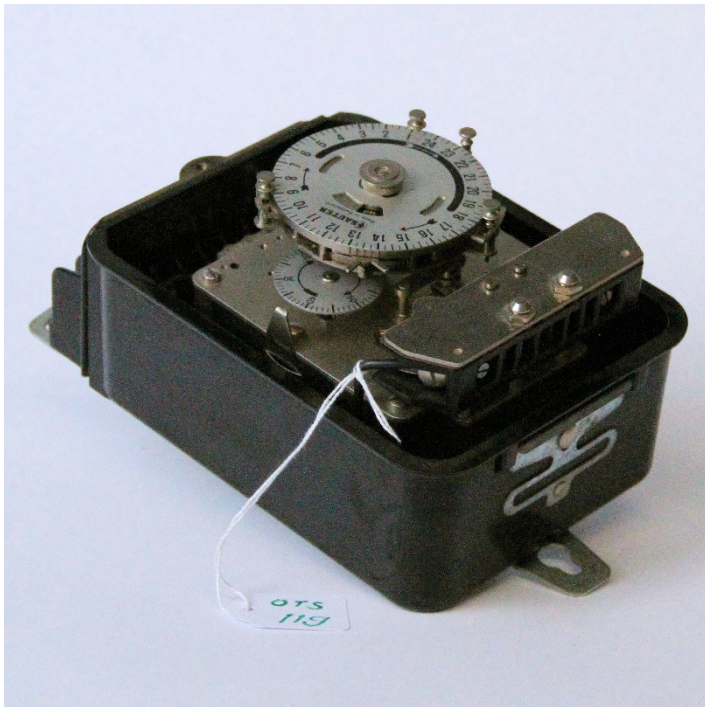
PTT zette destijds al snel gebruiksvoorwerpen in de naamlijst en liet er dan PTT opzetten om aan te geven dat het geen voorwerpen waren voor particulier gebruik. Of dat veel heeft geholpen weten we niet. Soms viel intern het devies te beluisteren: "Wat de baas u biedt, dat koop je niet".

Object OTS 118: commodoor, elektronisch stopwatch



Een moderne versie van de mechanische stopwatch (zie ook OTS 117). Combinatie stopwatch en alarmklok. Batterij voeding 1,5 V type: 392/384, horloge batterij.

Object OTS 119: SAUTER, tijdschakelklok



Veer aangedreven balansuurwerk # 000702, de veer wordt elektrisch opgewonden. Voeding 220 V óf 380 V, instelbaar met keuzeschakelaar. Fabrikant: SAUTER, Made in Switzerland. Een 24 uur schakelschijf met 1 x AAN/UIT contact.

Tekst bij de schakelklok: *27 jaar trouwe dienst bij het gemeentelijke waterleiding bedrijf Amsterdam.*

Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 120: Tesch, vertraagd schakelend relais

Relais met instelbare tijdsvertraging van Tesch, type VMU 100, nummer 16381/1. Cilindervormige, transparante kunststof behuizing (inbouw). Schakelvermogen: vertraagd: 5A/ 220 V, 2A/ 380 V en onvertraagd: 2A 220V/380V.

Vertraging instelbaar in 3 bereiken van 2,5 seconde tot 100 minuten. De instelling vindt plaats met de kleine draaiknop met zwarte wijzer. De rode wijzer geeft het tijdsverloop weer.



Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 121: AEG tijdschakelklok



Fabrikant: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, kortweg AEG, model: TE 522, nummer: 1623697.

Veer aangedreven balansuurwerk, veer wordt opgewonden door een synchronomotor 220 V~, 50 Hz.

Contacten: 1 x AAN, 1 x UIT.

Schakelvermogen: 220 V~, 16 A.

Deze tijdschakelklok werd gemonteerd op een plankje en voorzien van de tekst: "Laboratorium voor scheepsconstructies, N^o --, Technische Hogeschool Delft".

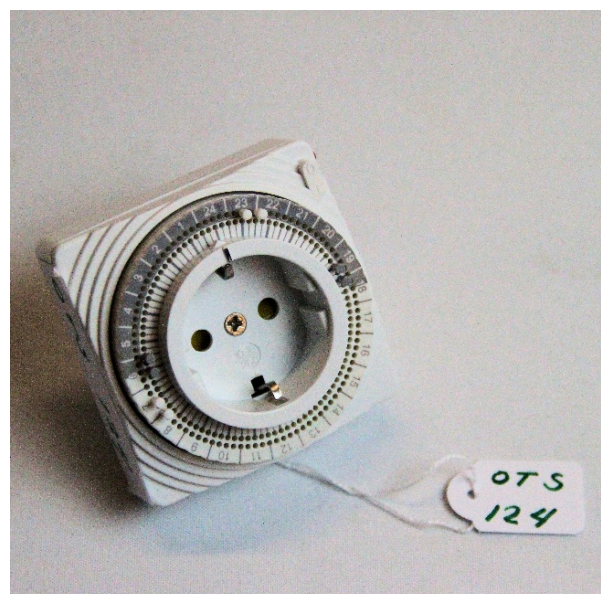
Dit object is tentoongesteld in de voormalige rookruimte op de begane grond, aan de verbindinggang tussen de EWI hoogbouw en laagbouw.

Object OTS 124: ELRO, tijdschakelklok, netstekker model

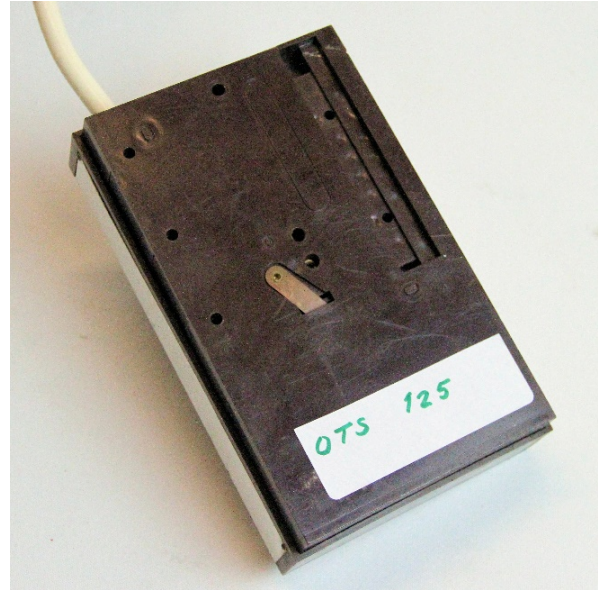
Type: TM 105, nummer: 0241. 24 uren schakelschijf, schakeltijd interval minimaal 15 minuten.

Aandrijving synchronomotor: 220 – 240 V~, 50 Hz. Schakelcontact: 16 (2) A, 240 V_{AC}, dat wil zeggen maximaal 16 Amp. bij ohmse belasting en maximaal 2 Amp. bij inductieve belasting.

De nauwkeurigheid van deze tijdschakelklok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.



Object OTS 125: AMF Venner, tijdschakelklok in alu behuizing



New Malden Surrey, Made in England. Een combinatie van een tijdschakelklok en een WCD/RA in een rechthoekige kunststof/ alu behuizing, voorzien van een aansluitsnoer met RA stekker.

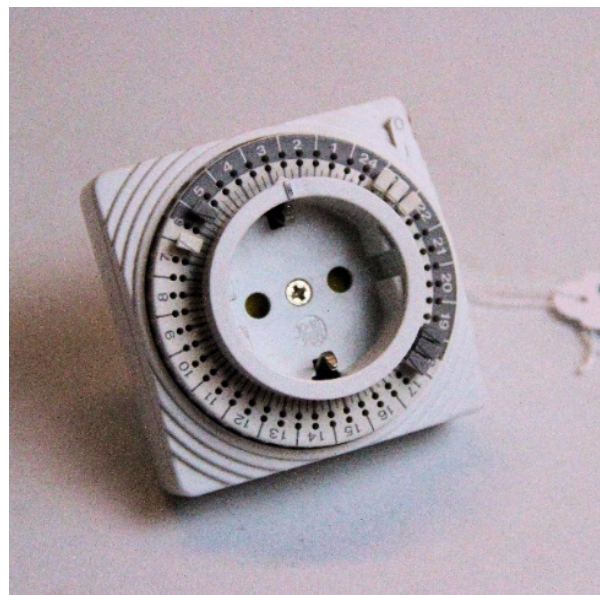
Synchroonmotoraansturing. Schakelruiters rood = AAN en grijs = UIT. Interval schakeltijd minimaal 15 minuten. Een rood (neon) indicatielampje geeft aan dat op dat moment de spanning op de WCD/RA is ingeschakeld.

Een uitvoering van een tijdschakelklok in netstekker model is aanzienlijk compacter dan deze bouwwijze.

Object OTS 126: FLAMINGO, tijdschakelklok, netstekker model

Type: DAY 10500, # 9620. Aandrijving: synchroonmotor 220 - 240 V~, 50 Hz. Schakelcontact: 16 (2) A, 240 V~. 24 uren tijdschakelschijf, schakeltijd interval minimaal 30 minuten.

De nauwkeurigheid van deze tijdschakelklok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.



Object OTS 127: timecontrol ® , tijdschakelklok, netstekker model

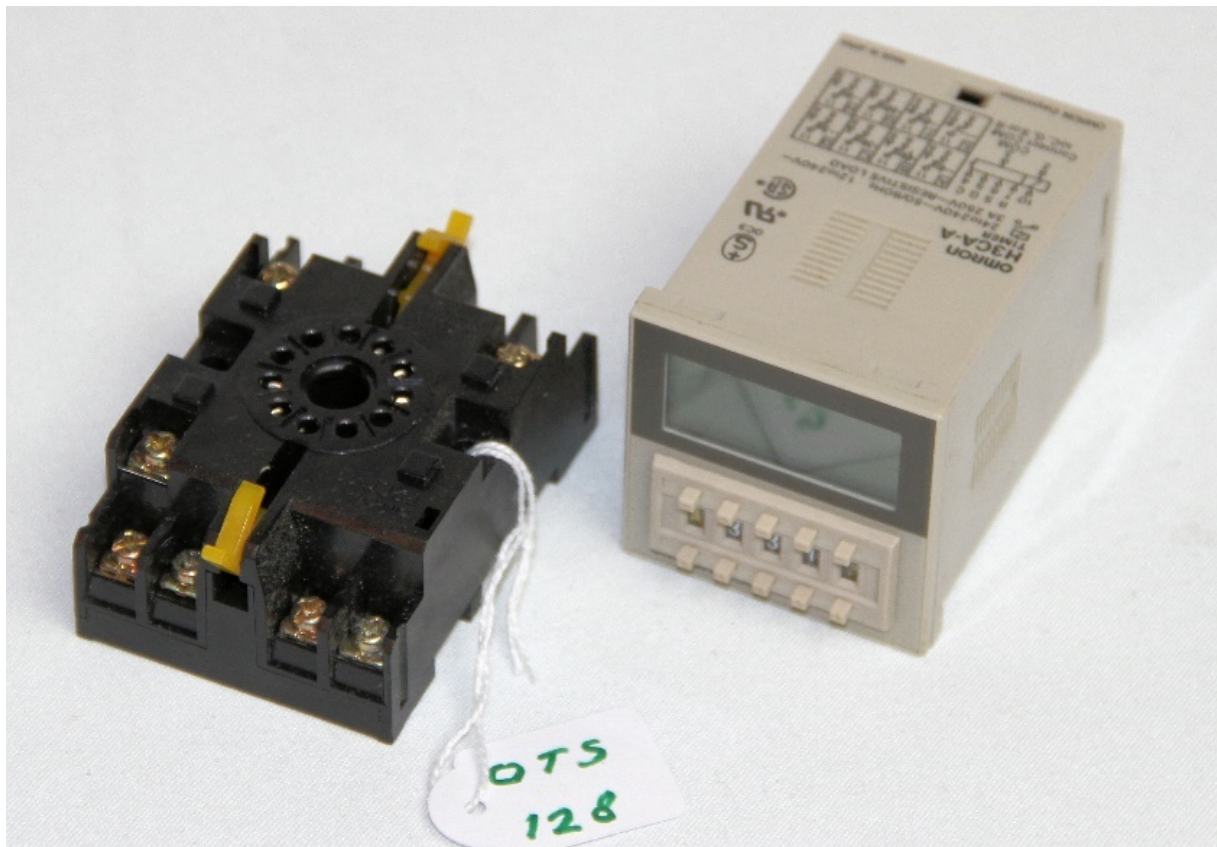


Fabricaat: theben, type: 025 0 000, nummer: 8704. Aandrijving synchroonmotor 220 V~/ 50 Hz. Schakelcontact: 16 (2) A / 250 V~. 24 uurs schakelschijf, schakeltijd interval minimaal 15 minuten. Kleur zwart.

De nauwkeurigheid van deze tijdschakelklok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.

Object OTS 128: omron TIMER Relais met steekvoet

Solid-State Digital Timer; 0,1 Second to 9.990 Hours Range. Fabrikant: OMRON Corp., Made in Japan. Type: H3CA-A, nummer: 03840A1. Montagevoet typenummer: 16840N. Relaispoel: 12 to 240V~ resp. 24 to 240 V~, 50/ 60 Hz. Schakelcontact: 3A , 250 V~ / Ohmse belasting (*Resistive Load*).



Object OTS 129: LANDIS & GYR, tijdschakelklok



Tijdschakelklok met 24 uur schijf en twee schakelruiters (1 x AAN en 1 x UIT per 24 uur).

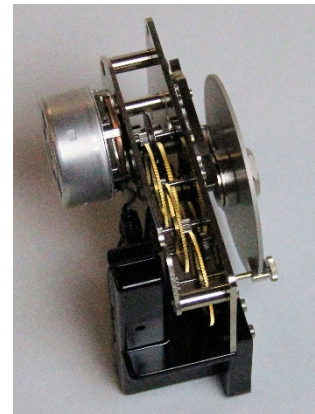
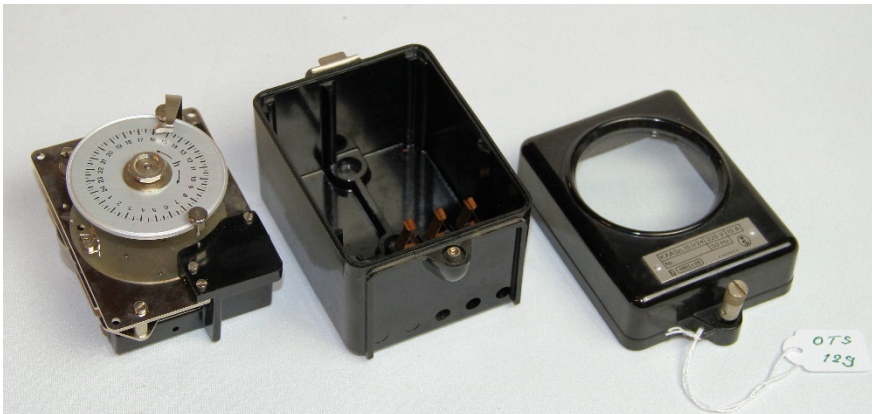
Fabrikant LANDIS & GYR, ZUG (CH). Type: KXA 3 zs 15.1/24.

Aandrijving synchroonmotor 220 V~ / 50 Hz.

Schakelvermogen: 220 V, 15 A.

Schakeltijd interval minimaal 15 minuten.

De nauwkeurigheid van deze tijdschakelklok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.



De tijdschakelklok in delen uiteen genomen.

Object OTS 130: SONY SOLID STATE DIGIMATIC, klokradio met klepjes



Type: 8FC – 100E # 298927. FM/ AM DIGITAL CLOCK RADIO, 10 transistors. Deze 'vreemde eend in de bijt' is opgenomen in deze thematentoonstelling, omdat de radio is uitgerust met een klokradio (met klepjes), aangedreven door een synchroonmotor.

Object OTS 131: *Mehne* tijdschakelklok



Mechanisch balansuurwerk, veer aangedreven.
Klok opwindsleutel # 4. Drijft een 24-uurs schakelschijf aan (*Aura*) - zichtbaar aan de achterzijde - met twee verplaatsbare schakelruiters AAN en UIT, resp. rood en wit.
Doorschakelvermogen: 100/250 V, 600 Watt DC of 1000 Watt AC .

Aan de schakelschijfzijde van deze tijdschakelklok zijn een drietal netstekker-insteekbussen aanwezig. In deze insteekbussen kan op twee manieren een netstekker worden gestoken. Afhankelijk van de stand van deze netstekker aan de uitgangszijde, wordt de ingangsspanning = snoeraansluiting 230 V~ direct doorgeschakeld óf via de tijdschakelschijf doorgeschakeld naar de uitgang.



Aan de buitenzijde van het tijdschakelklokje zijn een drukknop en een schakelaar voorhanden om het schakelcontact kortstondig of permanent te overbruggen.

Object OTS 132: Diverse "pagers" (ITT, SBE, Bell, MOTOROLA, NIRA, etc.)

Op deze thematentoonstelling is ook het begrip Personen Zoek Installatie geïntroduceerd.

Zie met name de tekst bij de objecten OTS 060, 065 en 078.

Deze *pager* modellen worden gebruikt als voorbeelden/ opvolgers van de P.Z.I. van NHTM.



Verschillende type *paggers*.

Object OTS 133: Mechanische timer met elektrisch doorschakelcontact.



Merk onbekend. De aflooptijd is instelbaar tussen 0 en 60 schaaldelen, deze schaaldelen instelbaar naar keuze in secondes of in 1/10 secondes.

De timer wordt gestart met het indrukken van de hendel aan de bovenzijde (= spannen van de opwindveer). Ingang van de timer is een 220 V~ voedingsnoer, uitgangen zijn stekkerbussen aan de achterzijde.

Afhankelijk van de plaatsing van de (uitgangs-) stekker wordt óf de geschakelde timer spanning aangeboden óf de constante netspanning doorgeschakeld. Het zou zeer wel mogelijk zijn, dat deze timer werd gebruikt in de doka.

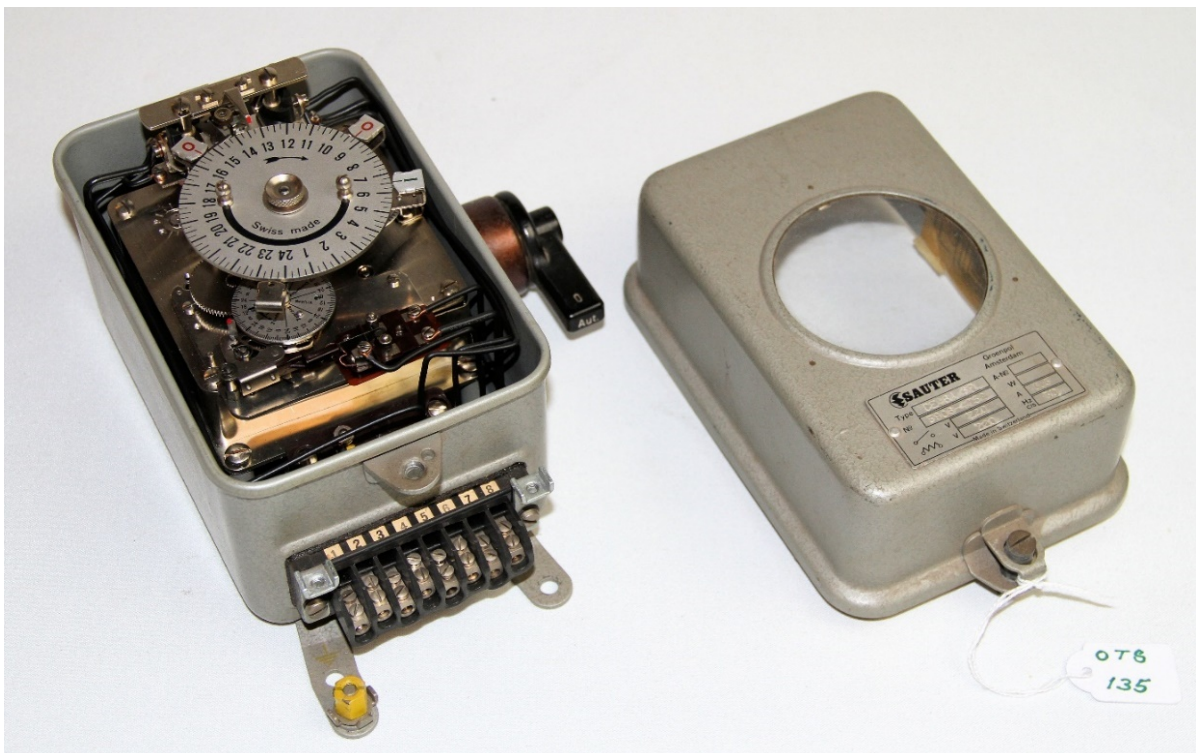
Object OTS 134: SIEMENS vertraagd inschakelend relais



Type: 7 PN 5051- 1 / Z49 I. Aandrijving: synchroommotor 220 V/ 50 Hz. Vertraagd inschakelen/om-
schakelen. Instelbare vertraging tussen 1 en 20 seconde. Schakelcontact: 220 V~ / 5 A, Cos φ : 0,7.

Object OTS 135: SAUTER tijdschakelklok (Groenpol Amsterdam)

Type: CE 46 A SP. № 5906-4752. No.57 op platine. Tijdschakelklok, schema CE4/S-1083. Veer
aangedreven balansuurwerk, wordt periodiek elektrisch opgewonden. Dag- en wekschakelschijf met
4 schakelruiters. Aandrijving: synchroommotor 220 V/50 Hz. Schakelcontact: 220 V /0,5 A. Made in
Switzerland. Vertegenwoordiger SAUTER in Nederland en levering: Groenpol Amsterdam.



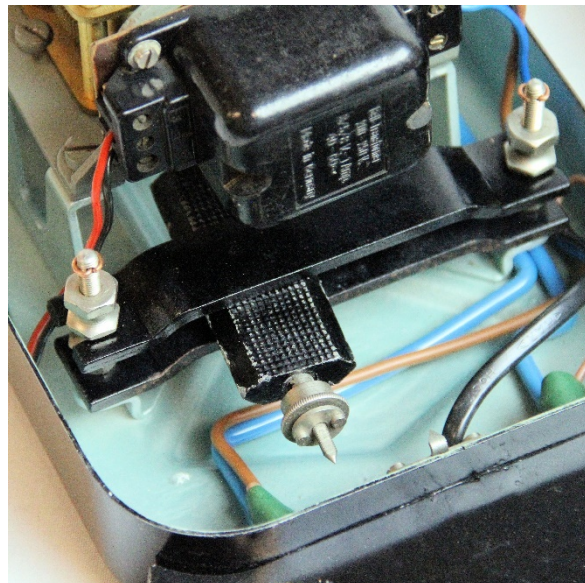
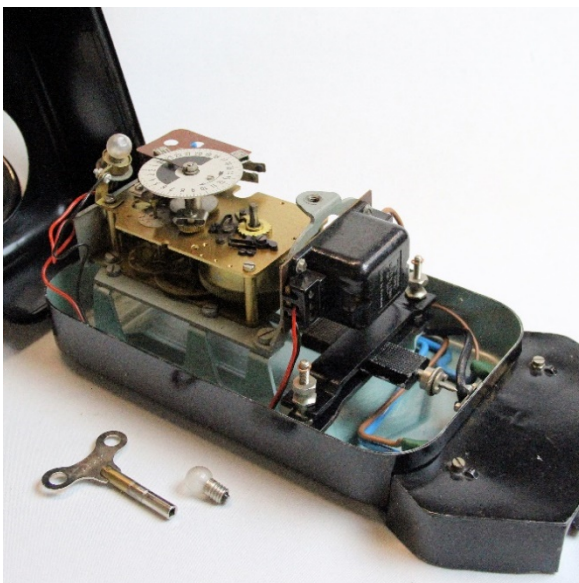
Object OTS 136: Siemens Schuckert tijdschakelklok

In een gietijzeren behuizing bevindt zich een conventioneel, veer aangedreven uurwerkje met een slinger. Schakelklok Type: SPH. N^o 245678 , 10 A. $t_m = 15$ min , $t_r = -$ s. Klokopwinding voor 220 V~, 50 Hz. Op de 24 uren schijf is één omschakelcontact aanwezig, met twee schakelruiters HT en NT (omschakelen/contact omleggen). Ter controle werd er een klein lampje ingebouwd inclusief met beltrafo voeding: 3, 5, 8 V~ aangesloten op 5 V~.



Tijdschakelklok op basis van een veer aangedreven uurwerkje met een slingertje.

De slinger kan - ten behoeve van het transport - mechanisch worden vastgezet. Het slingertje is 18 cm lang en heeft een T van 0,8 sec. , een t van 0,4 sec. Bouwjaar omstreeks 1920. Bij de schakelklok zijn opwindsleutel #7 en reserve indicatie lampje voorhanden.



Het slingertje kan voor transport mechanisch worden vastgezet.

Object OTS 137: Conventioneel mechanisch balansuurwerk, veer aangedreven



Inbouw model, merk: onbekend. Veeropgewonden balansuurwerk. Opwinden met kloksleutel # 4.

Object OTS 138: Relais/lijnversterker met kwikschakelaar

Dit relais bestaat uit een spoel, die bij bekrachtiging een staaf naar binnen trekt. Wanneer de spoelspanning afvalt, zakt de staaf onder de zwaartekracht weer uit de kern.

Aan deze staaf is een kwikschakelaar bevestigd. Daarmee is een lijnversterker gerealiseerd, die maximaal 2200 VA kan schakelen.

Merk, Standex- Meder.
Type: *Gerät*: KSK 21/ 810, № P081 229/ 1.

Erregerspannung: 24 V=
Leistung: 220 V_{max}, 10 A_{max}
Schema nummer: SB 130 - 21.
Tekst op de spoel: 250 Ω, 6000Wdg.



Deze lijnversterker werd als dochter aangesloten op de LME moederklok object **OTS 023**, met name om de werking van de combinatie relais en kwikschakelaar te laten zien.

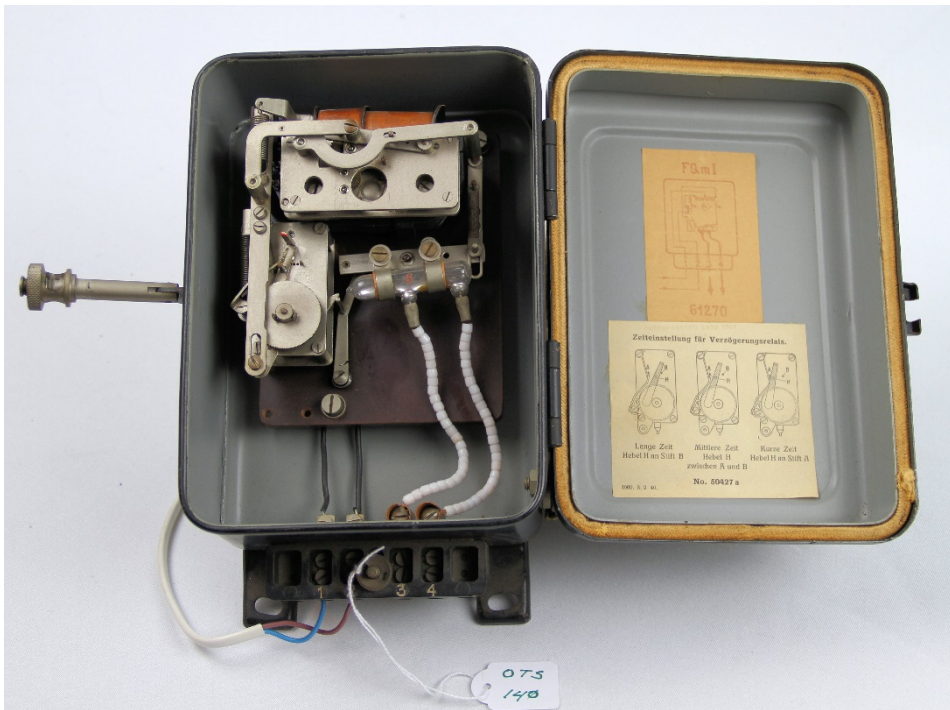
NB: Voor alle, door een synchronomotor direct aangedreven *time switching devices* geldt, dat de nauwkeurigheid afhankelijk is van de kwaliteit van de 50 Hertz netfrequentie. Dit in tegenstelling tot, door een synchronomotor indirect aangedreven uurwerken. Daarbij wordt het aandrijfgewicht van die klok elektrisch opgehaald of de opwindveer elektrisch opgewonden. De kwaliteit van de netfrequentie is dan niet meer kritisch.

Object OTS 139: AEG, tijdschakelklok

Tijdschakelklok type: WTU 3 van AEG, BERLIN. № 10669083. Aandrijving synchroonmotor, 220 V~, 50 Hz. Twee schakelruiters, dubbele AAN/ UIT schakelaar. De nauwkeurigheid van deze tijdschakelklok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie.



Object OTS 140: SAUTER, vertragsrelais



Synchroonmotor aangedreven vertragsrelais.

Type: FQmI, № 61270.

Op de achterplaat: № 439. Vertragingstijd instelbaar tussen Lang, Middel en Kort.

Bouwjaar: 3-2-1940.

Schema aan de binnenzijde van het deksel. No. 50427 a.



Schema aan de binnenzijde van het deksel № 50427a. (OTS 140).

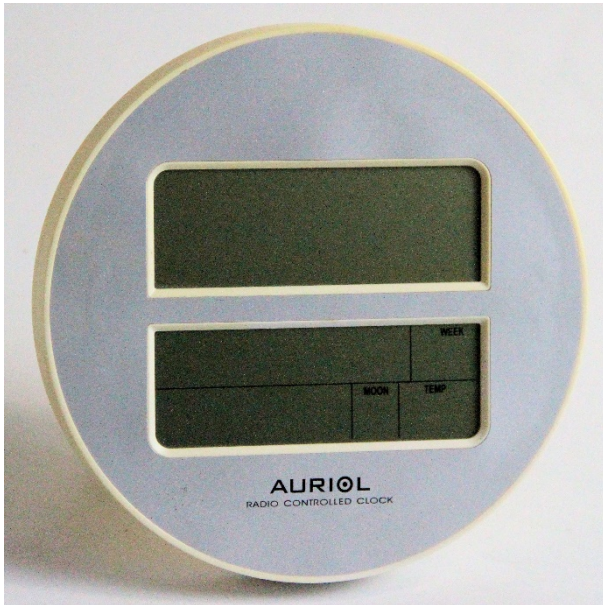
Object OTS 142: Synchroon klok, stand alone, van Doorn

Aandrijving synchroonmotor, 220 V~, 50 Hz.
Zelf startend. Dit type wandklok was in gebruik binnen de gebouwen van de TUD.

De nauwkeurigheid van deze klok is afhankelijk van de kwaliteit van de 50 Hz netfrequentie. Dit object ligt in depot.



Object OTS 143: AURIOL digitale klok, type Reclock



Stand alone digitale klok met tijd, dag, week datum, maand, wekker en temperatuur indicatie in LCD display. Batterij aangedreven; twee stuks AA batterijen.

Type: 4-LD 2990-2

Art.nr. 53622. Radio Controlled Clock.

Fabricaat: digi-tech, Valterweg 27A, D 65817 Eppstein.

Object OTS 144: Soundlogic multifunctionele klok met USB-lader

Een 4-in-1 multifunctionele draadloze oplader, oplader via een USB-poort, nachtlampje en digitale klok/wekker in één. Nachtlampje aan en uit schakelen met een touch-functie. Laad twee apparaten tegelijk op met de USB- en draadloze oplaadfunctie.

Input: QC 3.0/ 18 W min.

Draadloos oplaadvermogen: 10 W max.

USB vermogen: DC 5 V/ 2,1 A max.

Draadloze oplaad efficiëntie: $\geq 70\%$.

Kleuren nachtlampje: Warm wit/Multicolor.

Afmetingen: 15,8 x 7,8 x 5 cm.



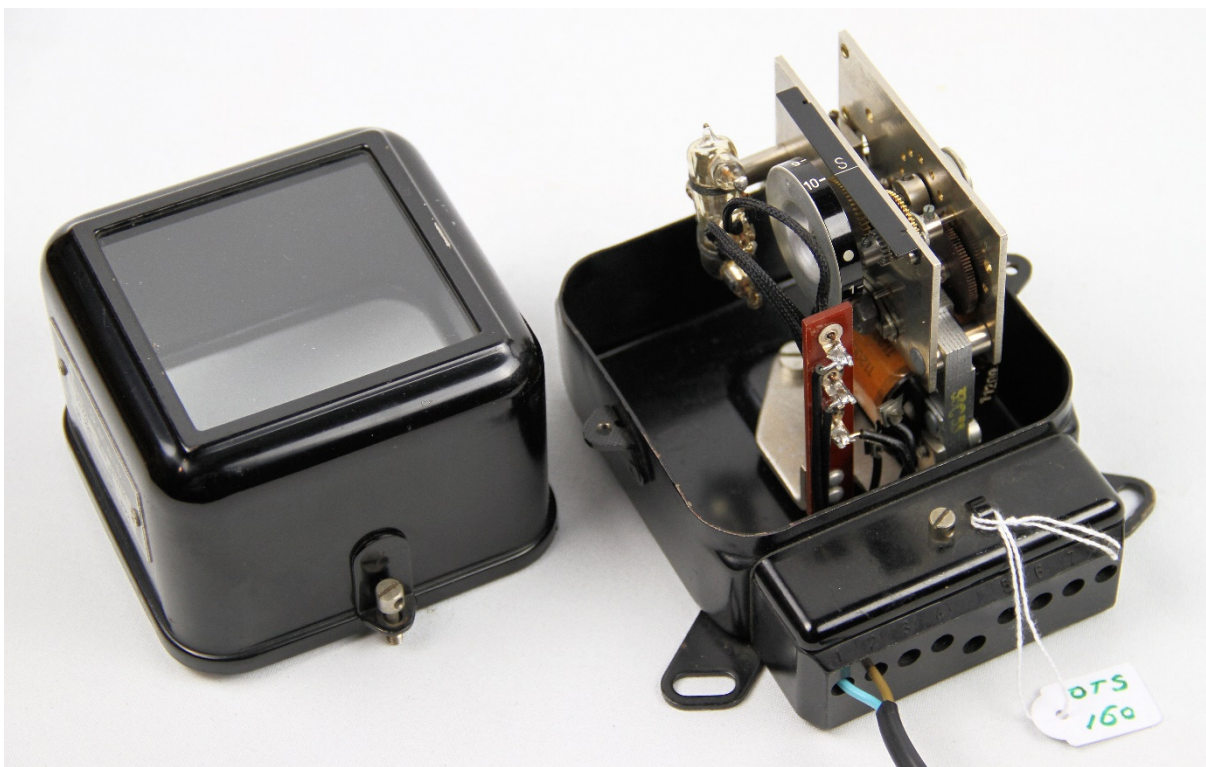
Object OTS 145: Ever Flourish, digitale tijdschakelklok, netstekker model



Type: EMT 757, Ref: 5312327. Schakelcontact
230 V~, 50 Hz. Maximaal 1800 W.

Object OTS 160: Siemens Schuckert Relais, vertraagd inschakelen

Type: Rs 103, Nr. 383761. 220 V~, 50 Hz, 10 A. Bouwjaar: 1955.
Vaste inschakelvertraging : 10 seconde.
Het tijdsverloop na bekrachtiging is door het venster waarneembaar.



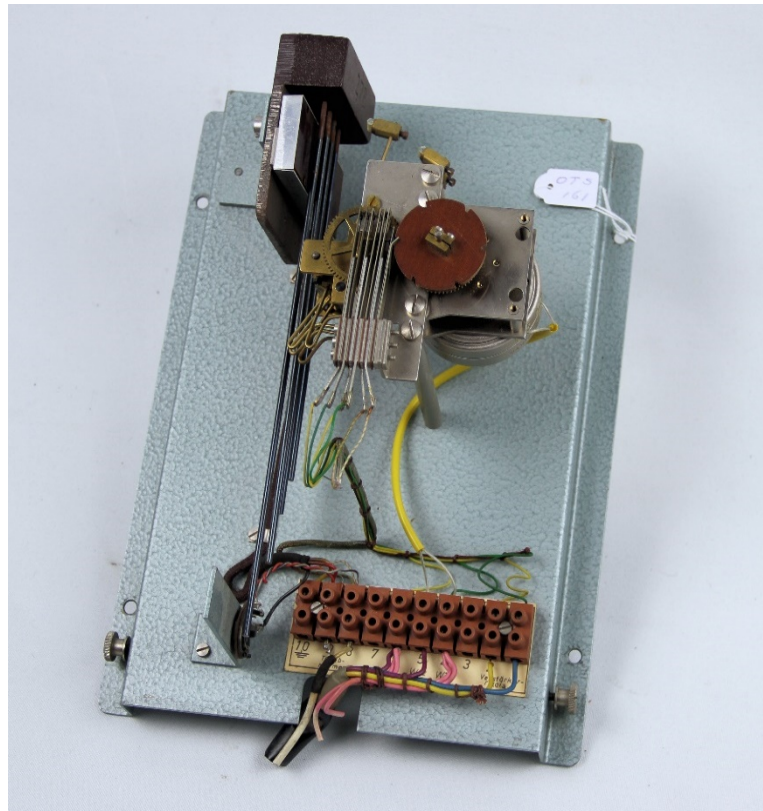
Object OTS 161: T&N 'Attentie gong'

In een metalen behuizing – hamerslag gespoten – bevindt zich een 'gong'; vier hamers slaan in een bepaalde volgorde evenzovele staven aan.

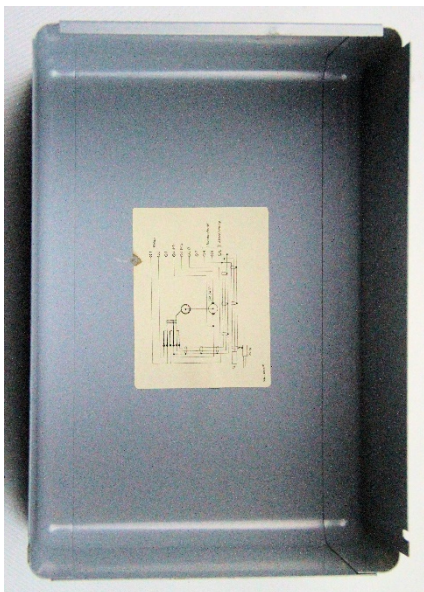
Die slaghamers worden mechanisch geheven en vallen vervolgens op de respectievelijke gongstaven. De hamers worden bestuurd door een kunststof (pentinax) schakelwiel, dat op zijn beurt wordt aangedreven door een 24 V_{AC} motor.

Zie aansluitschema nummer S8e – 362/5 II aan de binnenzijde van het deksel. Bij elke bekrachtiging van de aandrijfmotor draait het schakelwiel één volledige ronde.

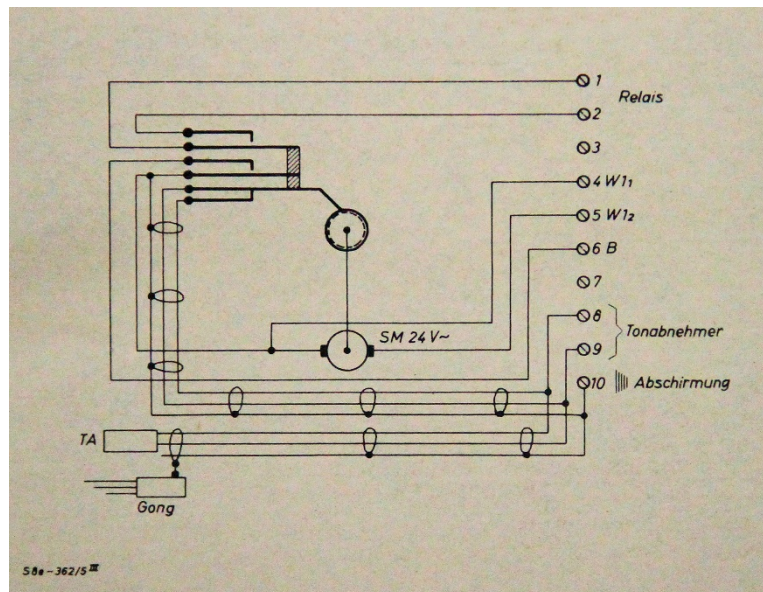
In de behuizing is een microfoon (*Tonabnehmer*) voorhanden om het gonggeluid op te pikken en elektronisch te versterken.



Dit type attentie gong werd gebruikt om aandacht te vragen voor een mondelinge mededeling, bijvoorbeeld het omroepen van reizigersinformatie op de perrons.



Schema aan de binnenzijde van het deksel.



Elektrisch schema.

Object OTS 162: T&N dochterklok, model "vallende klepjes"



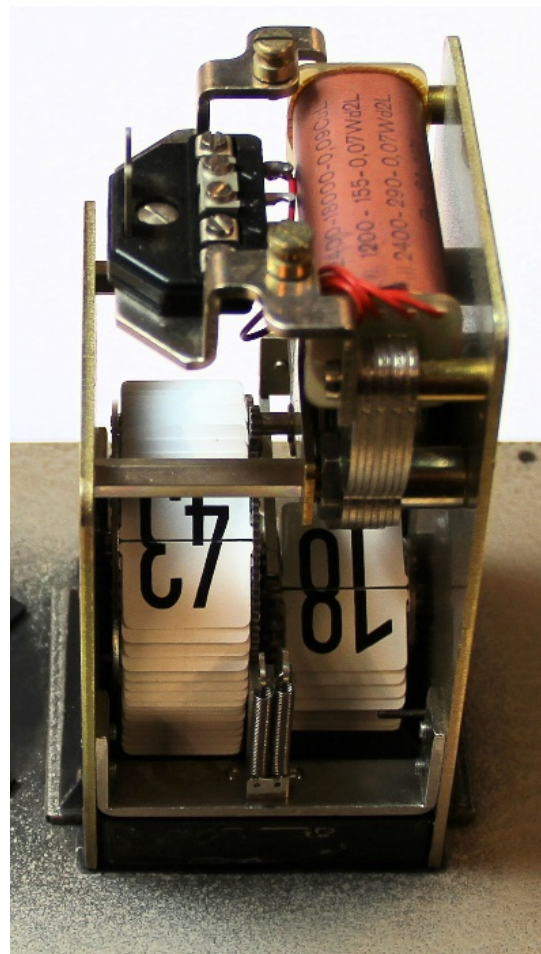
Inbouw dochterklok, fabrikant Telefonbau & Normalzeit G.m.b.H. (T&N). № 174 712.
Handgeschreven nummer: 2388.
Aansturing met bipolaire minuutimpuls, instelbaar op 24, 36, 48 of 60 V.
(Zie aansluitschema hieronder).

Tekst op de spoel: I. 2400 - 18.000 - 0,09 CuL
II. 1200 - 155 - 0,07 Wd2L
III. 2400 - 290 - 0,07 Wd2L
Bv. - 8A - 1/21
U T&N 4908760021.

Aansluitschema:

	1.	2.	3.	4.	5.
24V	o	o	o-----o-----o		
36V	o	o	o	o-----o	
48V	o	o	o-----o	o	
60V	o	o-----o	o	o	

----- = doorverbinding



Object OTS 163: SIEMENS moederklok/tijdschakelklok/signaalklok, ¾ seconde slinger

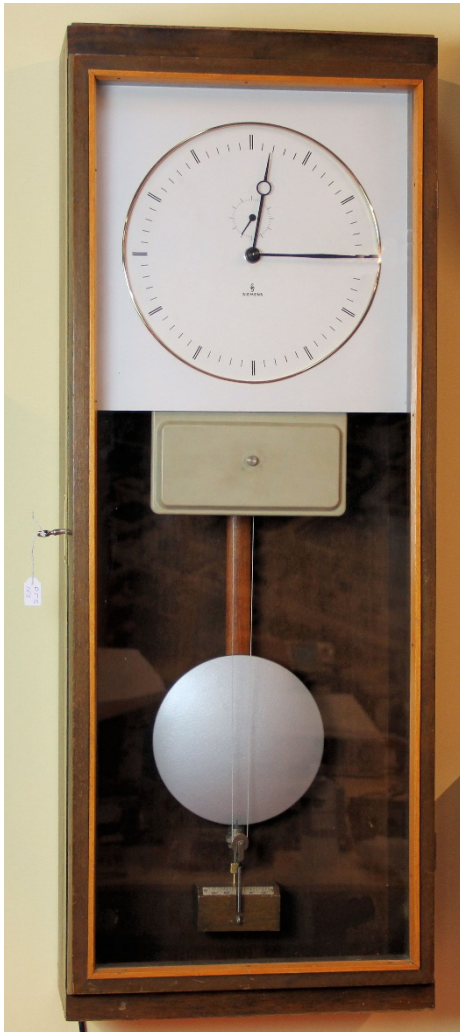
Type: HU ¾ sec., 24 V/min.

Met 5 kanaals ponsbandlezer voor de 'programming' van de tijdschakel/signaalklok functionaliteit.

Schemanummers: S 24511 - 12 - A2 - 1

A 24511 - E1 - X - 1 - 11 en

T 24511 - 11 - A1 - 1.



Bij andere/eerdere modellen van tijdschakelklokken/signaalklokken bevindt zich onder de wijzerplaat vaak een 24 uren tijdschakelschijf. Zie bijvoorbeeld OTS 014, 023, 031 of 067. Daarop kunnen dagprogramma's worden 'geprogrammeerd', dit d.m.v. het indraaien van stiften op het gewenste schakeltijdstip. Vaak hebben deze tijdschakelklokken/signaalklokken ook nog een weerschijf, waardoor het dagprogramma desgewenst gedurende een aantal dagen, bijv. in het weekend kan worden onderbroken.

Rond 1960 bracht Siemens een variant op de markt; het dag- en weekprogramma werd vastgelegd op een eindeloze 5 kanaals ponsband. In de rechthoekige behuizing onder de wijzerplaat bevond zich de (mechanische) ponsbandlezer, die de ponsband las en de schakelcommando's uitvoerde. Dat zou de flexibiliteit en het bedieningsgemak van de tijdschakelklok ten goede komen.

III. Rubricering

Moederklokken met slingeruurwerk

Objectnummers: OTS 002, 007, 014, 024, 037, 042, 043, 048, 072, 074, 075, 079, 082, 087, 107

Moederklokken met balansuurwerk (elektrische veeropwinding)

Objectnummers: OTS 014, 023, 045

Moederklokken/kwarts, elektronisch

Objectnummers: OTS 080, 089, 098, 101, 102, 123

Dochterklokken

Objectnummers: OTS 003, 004, 005, 009, 028, 033, 034, 036, 044, 051, 052, 058, 060, 065, 067, 072, 077, 078, 084, 122, 141, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 162

Elektrische klok, stand alone/synchroonmotor-aangedreven

Objectnummers: OTS 008, 010, 106, 142

Elektrische klok, stand alone/balansuurwerkje, batterij aangedreven

Objectnummers: OTS 016, 017, 029

Elektrische klok, stand alone/elektronisch

Objectnummers: OTS 091, 097, 104, 143, 144

Prikklokken (in dochterklok uitvoering)

Objectnummers: OTS 028, 114, 115

Prikklokken (in *stand alone* uitvoering)

Objectnummers: OTS 092, 113, 114

Tijdschakelklokken

Objectnummers: OTS 001, 004, 015, 019, 031, 032, 035, 036, 037, 039, 040, 044, 046, 049, 053, 064, 067, 093, 095, 096, 100, 105, 109, 112, 119, 121, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 139, 145, 163

Signaalklokken

Objectnummers: OTS 004, 015, 031, 036, 067, 163

Relais

Objectnummers: OTS 005, 012, 013, 034, 050, 054, 055, 056, 076, 090, 108, 116, 120, 128, 134, 138, 140, 160

Duivenklokken

Objectnummers: OTS 027, 094

CALCULAGRAPHEN

Objectnummers: OTS 084, 085, 086

Kluis klokken

Objectnummers: OTS 020, 021, 022

Overig Objectnummers: OTS 012, 025, 026, 030, 041, 047, 057, 071, 088, 103, 110, 111, 117, 118, 130, 132, 133, 137, 161



Auteur Rob Timmermans studeerde elektrotechniek en telecommunicatie aan de TU in Eindhoven. Hij was 40 jaar actief op het gebied van IT en telecommunicatie in het internationale bedrijfsleven. Hij is oprichter van de Stichting Telecommunicatie Erfgoed Nederland (sTEN). Zie ook www.telecomerfgoed.nl en www.telecomcanon.nl

Rob heeft al jarenlang een brede interesse in technisch erfgoed; zo restaureerde hij door de jaren heen Engelse oldtimers, Harley-Davidson motorfietsen, klokken en barometers.

Een aantal jaren geleden ontdekte hij een niche in de klokkenwereld; elektrische (tijdschakel/signaal) klokken. Een perfecte combinatie van enerzijds zijn studierichting en anderzijds de grote interesse in klokken.

Rob werkt aan de opbouw van de tentoonstelling '**Op Tijd Schakelen**'

Binnen de Electro Studieverzameling specialiseert Rob zich in de ontwikkelingsgeschiedenis van tijddistributie systemen en de toepassing van tijdschakelklokken. Hij heeft een thema tentoonstelling in de kelders van de EWI laagbouw ingericht, met als thema **Op Tijd Schakelen**.

Bij de tentoonstelling is ook deze catalogus uitgebracht. Hierin wordt enerzijds een introductie gegeven van de technische ontwikkelingen achter deze systemen, anderzijds worden alle tentoongestelde objecten stuk voor stuk uitgebreid beschreven. Daarmee wordt deze catalogus een uniek tijdsdocument.



Studenten bezoeken o.a. de tentoonstelling 'Op tijd Schakelen' in de Studieverzameling; maandag 2 mei 2022.

De SV heeft ernaar gestreefd de rechten met betrekking tot de illustraties volgens de wettelijke bepalingen te regelen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot ons wenden. ©