

## ELECTROTECHNISCHE ONTWIKKELINGEN TUSSEN 1865 EN 1885

*J. Kistemaker \**

In 1881 werd in Parijs een tentoonstelling gehouden over de ontwikkeling der electrotechniek. Het was een belangrijk gebeuren waar de wetenschappelijke wereld, burgerij en overheden voor het eerst werden geconfronteerd met het begin van de 2e phase der industrieële revolutie: de komst van de inductief opgewekte electriciteit (dynamo en electromotor) waardoor over grote afstanden arbeidsvermogen langs een koperdraad kon worden getransporteerd.

Op deze tentoonstelling werden behalve dynamo's en electromotoren ook diverse soorten lampen voor verlichtingsdoeleinden gedemonstreerd. De telemicrofoon bleek reeds goed bruikbaar te zijn. Zelfs ging men in 1881 ter gelegenheid van de Parijse tentoonstelling er toe over de eenheid van elektrische weerstand, de Ohm, vast te stellen.

De statische en de galvanische electriciteit hadden nog niet afgedaan. Teyler' Museum was op de Parijse tentoonstelling vertegenwoordigd met een inzending waarin o.a. Van Marum's grote wrijvingselectriseermachine prijkte. Teyler verkreeg hiermee officiële erkenning door toekenning van het Erediploma. De influentie electriseermachine van Wimshurst had evenwel sinds 1865 de wrijvingsmachine verdrongen.

De galvanische electriciteit die zich na de zuil van Volta rond 1800 begon te ontwikkelen, had via de elementen van Bunsen (1840) tot de ontwikkeling van batterijen geleid die rond 1881 de bekrachtigingsbron waren voor allerlei booglampen en ook voor het gehele telegraafwezen dat tussen 1851 en 1870 tot ontwikkeling kwam.

De ontwikkeling van de 20e eeuwse atoomphysica kondigt zich op de Parijse tentoonstelling aan in diverse gasontladingsexperimenten met Geisslerse buizen. Rond 1850 werkte de glasblazer Geissler een jaar of 8 in Nederland. Zijn werk werd overgenomen door Plücker en Crookes en rond 1890 door Röntgen.

Zij ontdekten de invloed van magneetvelden op de kathodestralen, wat het begin was van de moderne natuurkunde der vrije geladen deeltjes.

---

\* Conservator van Teyler's museum te Haarlem.

Zo zien wij hoe van 1865 tot 1885 de revolutie der geesten zich gaat concretiseren in een geheel nieuw beeld van het leven van alle dag : de telefoon, de moderne verlichtingskunde en de ontwikkeling der electro-motor en dynamo. Zij allen stammen uit de periode van 1860 tot 1880. Voor de komst van Marconi's radiogolven was het nog 10 jaren te vroeg.

De snelle ontwikkeling van gelijkstroom naar wisselstroom electriciteit, die de werkelijk grote gebeurtenis is in deze periode van 20 jaren, was mogelijk gemaakt door het werk aan de grondslagen door *Ampère* (1775 tot 1836) die voor het eerst de electro-magnetische wisselwerking tussen twee stroomgeleiders onderzocht, door *Faraday* (1791 tot 1867) de grootste intuïtieve experimentator met electro-magnetische verschijnselen uit de eerste helft der 19e eeuw en door Maxwell (1831 tot 1879) de grondlegger van de theorie der electro-magnetische golven.

In 1871 werd in Londen « The Institution of Electrical Engineers » gesticht. De samenstelling van de 8 eerste leden was als volgt : 5 van hen waren militairen die betrokken waren bij de veldtelegraaf, de overigen waren Charles Wheatstone, James Clerk Maxwell en William Thomson (Lord Kelvin). Ook toen waren militaire toepassingen een stimulans voor een nieuwe technologische ontwikkeling.

Uit dit rijke tijdperk der 19e eeuw heeft Teyler's Museum diverse objecten welke o.a. op de Parijse tentoonstelling zijn aangekocht. Wij zullen u thans op een paar typische objecten opmerkzaam maken die alle in het z.g. Nieuwe Museum staan dat in 1885 in gebruik werd genomen.

### 1. *Influentie electriseermachines.*

Na 1865 komen deze machines in de plaats van de wrijvingsmachines. In kast III staat een eerste versie naar *Holtz* (nr. 513). *Wimshurst* kwam kort daarna met een exemplaar zoals nr. 1204. Deze machines kunnen echter slechts zwakke stromen leveren en spelen na 1870 geen rol meer daar voor het opwekken van hoge spanningen *Ruhmkorff* inductieklossen in zwang komen.

### 2. *Dynamomachine van Gramme (1871)*

Hierbij is een op een ijzeren ring gewonden koperdraad tussen de polen van een hoefmagneet geplaatst. Door ronddraaien van deze ring wordt een inductiestroom opgewekt die als gelijkstroom wordt afgetapt. Deze machine is omkeerbaar en kan dus ook als motor fungeren zoals dat wordt gedemonstreerd aan de combinatie van een dynamo van *Wilde* (nr. 699) die door een geleidende verbinding is verbonden met een zeer vernuftige motor van *Froment*. Deze motor heeft een stelsel stroomverbrekers, waardoor telkens een volgend stuk ijzer op het drijf wiel door de magneet wordt aangetrokken. Een betere uitgave is de machine van



*Wheatstone* en van *Siemens* die zelfbekrachtigende electromagneten uitvond, waardoor van hun dynamo inderdaad sterke stromen konden worden afgenomen. Reeds in 1871 werd het Gare du Nord in Parijs met een Gramme generator van elektrische verlichting voorzien.

### 3. *Booglamp van Siemens (1878).*

In kast X staat een zelfregelende booglamp (nr. 623) die gedurende lange tijd (ca. één uur) een constante verlichting mogelijk maakte in tegenstelling met de koolboog van Davy (1809) die wegens het verdampen der spitsen slechts een paar minuten aanbleef. De Siemens lamp wordt geregeld doordat een weekijzeren staaf in een draadklos wordt getrokken die door de boogstroom zelf wordt bekrachtigd. Wordt door het afbranden der koolspitsen de stroom zwakker, dan glijdt de staaf door zijn eigen gewicht langzaam uit de klos. Daarmee zakt echter tevens de mechanisch verbonden bovenste koolspits, zodat de lichtboog even lang blijft.

Een merkwaardige variant uit de verlichtingstechniek vormen de zg. elektrische kaarsen van *Jablotsjkow* (nr. 1020) die in Parijs rond 1880 werden gebruikt voor straatverlichting.

### 4. *Rekje met diverse gloeilampen (nr. 624).*

Nadat in 1845 *King* de gloeilamp had uitgevonden heeft het nog ruim 30 jaren geduurd alvorens ze praktisch gebruikt konden worden. Dat geschiedde pas toen de Gramme, en andere, energiegeneratoren werden gebouwd als eerste miniatuur elektrische centrales. Op de Parijse tentoonstelling waren de producten van diverse uitvinders van gloeilampen te zien. Zo ziet u hier de lampen van Edison, Swan, Lane Fox en Siemens. Het zijn allen kooldraadlampen in een beschermende gasatmosfeer.

### 5. *Monsters onderzeese telegraafkabels.*

Deze bevinden zich in een groot aantal in het kastje nr. 1056. Men ziet er o.a. de eerste kabel die tussen Dover en Calais werd gelegd (1850) en na één dag stuk was. Maar tevens ziet men diverse transatlantische kabels die reeds vóór 1870 naar Amerika werden gelegd. De kabels werden gebruikt om te telegraferen met de Morsesleutel (1844). Wij denken dat anno 1971 alles zo snel gaat. Toch lag er tussen het breken van de eerste kabel over het Engelse Kanaal en de eerste succesvolle transatlantische kabel nauwelijks 10 jaren!

### 6. *Standaard weerstanden.*

In 1832 had Gausz de wenselijkheid bepleit om alle natuurkundige eenheden uit te drukken in een centimeter, gram, seconde stelsel

(C.G.S.-eenheden). De standaard weerstanden nr. 631, van Siemens, en nr. 633, de zg. British Association Unit (B.A.U.) uit kast VI, weerspiegelen de strijd die daarna zich ontspon om tot een goed eenheden systeem te geraken. De *Siemens* eenheid van 1860 was een kwikkolom van 1 meter lengte en 1 mm<sup>2</sup> doorsnede bij 0° C. Het Siemens etalon nr. 631 bevat een draad van nieuw zilver van deze weerstand.

Het hoofdbezwaar dat de Engelsen tegen de Siemens weerstand hadden was dat hij niet was uit te drukken in C.G.S.-eenheden. De B.A.U. standaard klos (1865) is gemaakt uit « Germain Silver » en kan t.g.v. een stroompassage een electro-magnetische kracht uitoefenen die wel is uit te drukken in C.G.S.-eenheden. Men gebruikte hiervoor een galvanometer opstelling. In 1881 werd in Parijs de eenheid van weerstand, de *Ohm*, vastgesteld op basis van zo'n B.A.U.-klos.

#### 7. De Mikro-Telefoon.

In kast IX staan enkele instrumenten uit de jaren 1860 tot 1880 die de snelle ontwikkeling demonstren van telegraaf naar de moderne telefoon.

De eerste mikrofoon, die ooit gemaakt werd, was die van *Reis* (1861). Het is nr. 289. Evenals bij de telegraaf ging hij uit van stroomonderbreking, maar nu door de trillingen van een membraan dat door het geluid in vibratie werd gebracht. Bij de ontvanger werden door die stroomonderbrekingen stoten in een electro-magneet veroorzaakt met hetzelfde frequentie spectrum. De ontvanger hoorde derhalve de electro-magneet « spreken ».

Het was *Graham Bell* die door het invoeren van een volledig symmetrische opstelling bij spreker en ontvanger de telefoon bruikbaar maakte (1876). Nr. 293 is een Bell telefoon. Het bevat aan weerszijden een geleidende draadklos om een stukje magneetstaaf. Vóór de magneetstaaf bevindt zich een ferromagnetisch membraan dat door de magnetische veldsterkte gespannen wordt gehouden. Acoustische trillingen van het membraan veroorzaken inductiestromen in de klos en bij de ontvanger vice-versa.

Literatuur: De meeste gegevens zijn ontleend aan de « Gids door de Verzameling Natuurkundige Instrumenten » in Teyler's Museum te Haarlem, door Prof. Dr. A. D. Fokker en Drs. A. M. Muntendam (1933).