

OVER WERNER SIEMENS EN ZIJN ACTIVITEITEN IN HET DOMEIN VAN DE TELEGRAFIE

1. EEN BROKJE GESCHIEDENIS

In deze bijdrage belicht ik een stukje uit het leven van Werner Siemens met een focus op zijn werkzaamheden rond de telegrafie. Ik sta daarbij ook wat langer stil bij zijn minder bekende activiteiten in Rusland, mede om zijn weinig bekende 'ponsband telegraafstelsel' (ook nog KRIM-telegraaf genoemd) eens in de schijnwerper te zetten.



Werner Siemens

De firma Siemens die al lang wereldwijd zeer actief is in de wereld van de elektrotechniek werd opgericht door (Ernst) Werner Siemens, de vierde telg uit een gezin van veertien. Hij werd geboren op 13 december 1816 in Lenthe, nabij Hannover. Na middelbare studies in het 'Katharineum Gymnasium' in Lübeck trok hij in 1835 naar de 'Artillerie & Ingenieursschool' van het Pruisische leger in Berlijn. Na drie jaar hard studeren verliet hij dit instituut met de rang van onderluitenant. In de herfst van 1840 werd hij overgeplaatst naar het garnizoen van Wittenburg waar hij zich aan wetenschappelijke studies kon wijden. Al in 1842 deed hij zijn eerste belangrijke ontdekking. Hij slaagde erin een procedé te ontwikkelen dat het mogelijk maakte metaal te vergulden en te verzilveren ("galvanoplastie"). Nadien werd hij overgeplaatst naar de artilleriewerkplaatsen in Berlijn.

Deze mutatie is beslissend geweest voor zijn verdere loopbaan. Berlijn was een van de mooiste hoofdsteden van Europa. Het was een stad waar jonge militairen hun hart konden ophalen. Maar Werner Siemens nam zelden deel aan het uitgangsleven van zijn kameraden. Hij vertoefde liever in het gezelschap van wetenschapsmensen en verdiepte zich verder in alles wat met wetenschap en techniek te maken had. Hele avonden bracht hij door in het beroemde "Physikalisches Institut".

In het leger werd hij voor het eerst geconfronteerd met de problematiek van de "communicatie over grote afstanden" (het woord 'telecommunicatie' werd pas voor het eerst gebruikt door prof. Edouard Estaunié in zijn boek van 1904: *Traité Pratique de Telecommunication Électrique*). Duitsland had wel al varianten van de Franse optische telegraaf van Claude Chappe, zo bv. het Pistor systeem, maar dat had natuurlijk de gekende nadelen en beperkingen. Maar onze Werner leerde er over het prille bestaan van de elektrische telegrafie die nieuwe mogelijkheden bood. Zo bestudeerde hij de elementaire wijzertelegraaf evenals de (meer succesvolle) naaldtelegrafen van de Engelsen Cooke en Wheatstone. In 1846 dan, hij was toen 30 jaar, toonde hij aan zijn vrienden van de "Physikalische Gesellschaft" een verkleind model van een wijzertelegraaf. Daarbij had hij enkele tekortkomingen van de wijzertelegraaf van Cooke en Wheatstone handig verbeterd door, onder meer, er voor te zorgen dat de zender en de ontvanger altijd samen in de pas liepen (wat ook een probleem was bij de latere wijzertelegraaf van de Fransman Breguet).

Een van zijn vrienden, (Johann) Georg Halske (1814-1890), een getalenteerde mechaniker en instrumentenmaker, was zo enthousiast dat hij zijn diensten aanbood voor de productie van zulke toestellen. Daarop richtten Werner Siemens, nog steeds in dienst als officier van het Pruisische leger,

samen met Georg Halske een kleine werkplaats op in een gehuurd achterhuis voor de fabricage van de wijzertelegrafen. En op 1 oktober 1847 werd de firma “Telegraphen-Bauanstalt Siemens & Halske” officieel opgericht. Een neef van Werner, Johann Georg Siemens, juridisch adviseur aan het koninklijke hof, zorgde voor de financiële inbreng. Een week later behaalde Werner een octrooi op de uitvinding van zijn wijzertelegraaf. Nog in 1847 werd hij door het Pruisische leger aangesteld tot afgevaardigde van de ‘commissie voor telegrafie’, die de omschakeling van de optische naar de elektrische telegrafie moest voorbereiden. En ook nog in 1847 ontwikkelde hij een pers die lange kabels kon voorzien van een duurzame isolatiemantel van “gutta-percha”, een soort rubber. Deze uitvinding bleek later van onschatbare waarde voor het isoleren van kabels, niet in het minst voor de onderzee kabels. Dank zij deze en andere mooie referenties was het dan ook niet verwonderlijk dat de jonge firma Siemens & Halske in 1848 van de Pruisische regering de opdracht kreeg om een verbinding van meer dan 500 km (toen de langste op het continent) te realiseren tussen Berlijn, waar de regering gevestigd was, en Frankfurt, waar het parlement uit de Duitse geschiedenis vergaderde. Deze lijn en de bijhorende telegraafstoestellen werden succesvol geïnstalleerd en daarmee was ook de toekomst van de jonge firma verzekerd. Zo kreeg Werner Siemens in 1849 de opdracht deze lijn uit te breiden via Keulen en Aachen naar Verviers in België. Dat had tot gevolg dat na de doorverbinding met het Belgische net, dat in 1851 een aftakking had naar Frankrijk, nu ook een verbinding kon tot stand gebracht worden met Parijs en vandaar via de lijn Parijs-Londen (1850/1851: de onderzeekabel Calais-Dover) ook naar Engeland. (De verbinding België-Engeland, de lijn van Oostende naar Dover, kwam er in 1853).

Inmiddels kwam Werner tijd te kort en had, logischerwijze, in 1849 eervol ontslag genomen uit het Pruisische leger. Toen de lijn Mechelen (toen het centrale knooppunt van het Belgische net)-Verviers verbonden was met de lijn Verviers-Berlijn kreeg hij, begin 1850, een uitnodiging van koning Leopold I van België om aan het hof een uiteenzetting over de elektrische telegrafie te geven. Dat heeft hem wel verder niets opgebracht aangezien in die periode in België verder gewerkt werd met de twee- en de één-naald telegrafen van Cooke en Wheatstone. Hij reisde hetzelfde jaar ook naar Parijs waar hij voor de ‘Académie des Sciences’ een voordracht over -natuurlijk- hetzelfde onderwerp gaf. Hij dwong er, als wetenschapper, algemene bewondering af maar zijn onderhoud met Louis Breguet, leverancier van de door de Franse telegraafdienst erkende apparaten, leverde ook hier geen commercieel resultaat op.

In 1851 nam hij deel, samen met zijn broer Wilhelm (die zich later William liet noemen > zie verder) , aan de eerste wereldtentoonstelling die in de lente werd geopend in het speciaal daarvoor gebouwde ‘Crystal Palace’ in het Hyde Park in Londen. Ze werden er met de hoogste onderscheiding, de ‘Council Medal’, bekroond voor hun wijzertelegraaf die inmiddels meer dan zijn deugdelijkheid had bewezen.

Toen in Duitsland dan de concurrentie opkwam richtte Werner Siemens zijn blik op het onmetelijke Rusland waar men de elektrische telegrafie goed zou kunnen gebruiken als communicatie middel. Zo reisde hij in 1852 (met de postkoets) naar het verre Sint-Petersburg waar Tsaar Nicolas I verbleef. Uiteindelijk slaagde hij er in om een telegraaflijn aan te leggen van St. Petersburg naar Kronstadt. Carl, een andere broer van Werner, werd zaakgelastigde om er de werkzaamheden te leiden. In 1855 werd er een autonoom filiaal opgericht in Sint-Petersburg onder de leiding van deze Carl. En in 1880 werd er een fabriek gebouwd voor de fabricage van kabels en toestellen.

In Londen had de firma Siemens & Halske vanaf 1850 een vertegenwoordiger. Hieraan kwam een einde met de oprichting van een eigen filiaal in 1858 onder leiding van Wilhelm Siemens en die zich nu William liet noemen. In 1863 werd in Woolwich nabij Londen onder de leiding van deze William een kabelfabriek opgericht en in 1865 werd de naam veranderd in Siemens Brothers. De verwijzing ‘Brothers’ slaat op de

broers Werner, William en Carl. In 1867 trok Georg Halske zich in alle vriendschap terug uit de firma - Siemens & Halske- en die zijn naam nog tot 1966 in de firmanaam zou houden.

Ik vermeld nog graag één van de vele huzarenstukken van Werner Siemens. Tussen 1867 en 1869 realiseerde hij een verbinding die de firma nog meer wereldfaam zou bezorgen; de telegraaflijn Londen–Calcutta. De realisatie van deze enorme onderneming werd ondersteund door de medewerking van de hogervermelde broers William en Carl. Er ontbrak voor deze 11.000 km lange Indo-Europese lijn nog een stuk van 6.000 km dat aan het consortium Siemens & Halske / Siemens Brothers werd toevertrouwd. In april 1870 was de lijn operationeel en ze bleef in gebruik tot in 1930. Over deze lijn van Europa naar Azië is er een boek verschenen met als titel “In 18 Minuten von London nach Calcutta” (zie bij de bibliografie). Dat was uiteraard een verwijzing naar de tijd die nodig was om, ondanks de vele tussenstations, een kort bericht over te sturen van Londen Naar Calcutta; een ongelooflijke prestatie in 1870!

Tot zover deze terugblik op een belangrijke periode in het leven van Werner Siemens. Laat ik dan meteen doorspoelen naar zijn laatste periode. In 1888 in werd hij in de adelstand verheven; vanaf die dag was hij Werner von Siemens. Pas op vierenzeventigjarige leeftijd besloot hij, op 31 december 1889, om zich definitief uit de zaken terug te trekken. De onderneming telde op dat ogenblik 5.000 werknemers met inbegrip van de vestigingen in Londen en St.Petersburg. Hij maakte dan in die vrijgekomen tijd de balans op van zijn leven door het schrijven van zijn memoires. De eerste editie van zijn ‘Lebenserinnerungen’ verscheen in 1891. Op 6 december 1892, een paar dagen na het verschijnen van zijn memoires, overleed Werner von Siemens na een kortstondige ziekte in zijn woning in Charlottenburg bij Berlijn. Tussen de zee van bloemen aan de voet van zijn doodskist bevonden zich kransen van de Keizerin en van Thomas Alva Edison...

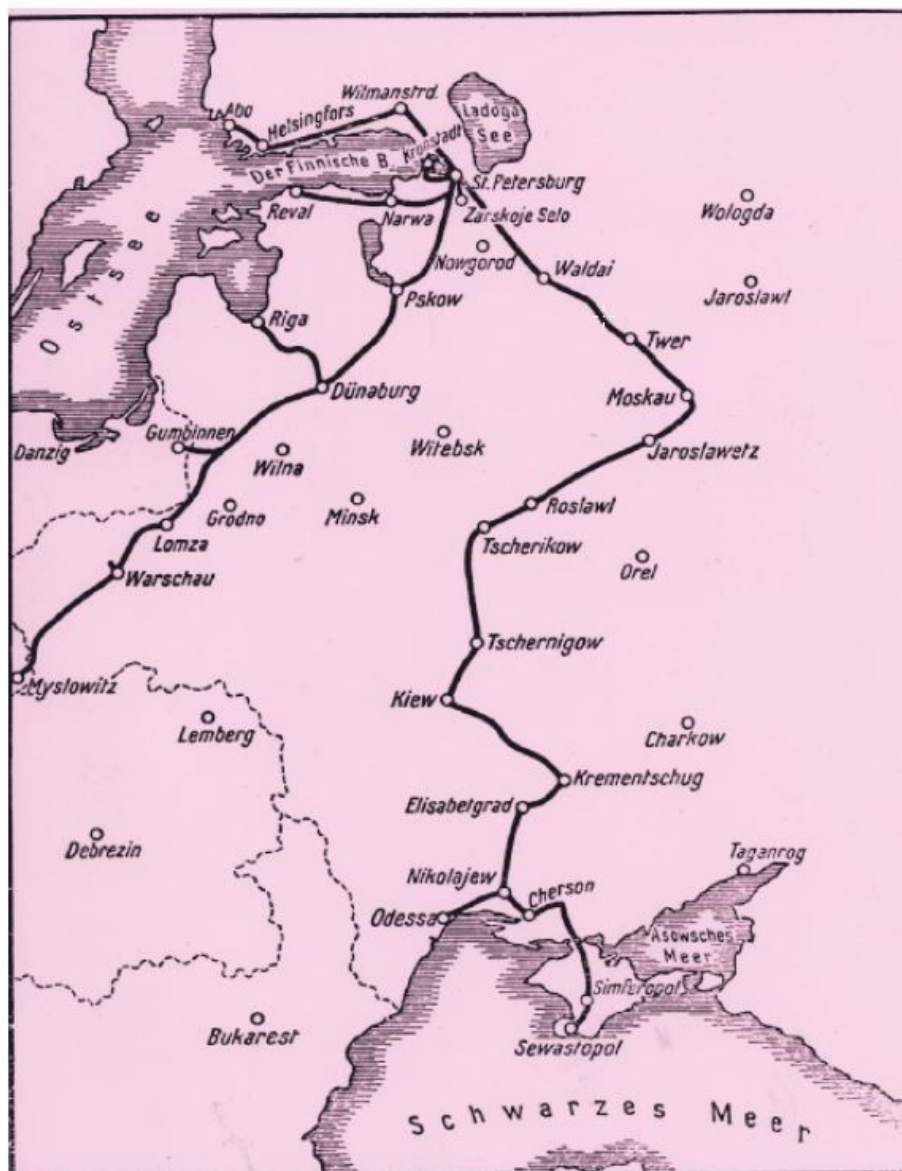
Voor de vele andere interessante prestaties van Werner Siemens verwijs ik naar de vele boeken die over hem geschreven zijn, niet in het minst zijn hoger vermeldde eigen werk “Werner von Siemens - Lebenserinnerungen”. Het werd al in 1893 vertaald in het Engels als de “Recollections”. Een uitgebreide Duitse versie werd heruitgegeven in 2008 door Prof. Dr. Wilfried Feldenkirchen via de Piper Verlag in München (ISBN 978-3-492-05269-6).

Siemens in de Krimoorlog... in de 19-de eeuw

Verderop, bij de bespreking van de S&H telegraphen ga ik speciaal de ‘ponsbandtelegraaf’, ook nog de ‘hogesnelheidstelegraaf’ genoemd, van S & H belichten. Daarom hierna nog een klein brokje ‘telecom’ geschiedenis uit de jaren 1850... Het gebruik van de elektrische telegraaf was niet echt een prioriteit bij de militaire overheid, en dit in tegenstelling tot het toenemende gebruik bij de spoorwegen, de pers, voor industriële en commerciële activiteiten, ... Maar de Krimoorlog (1853-1856) heeft hier een drastische verandering in teweeg gebracht. Een belangrijke doelstelling van deze oorlog was om de uitbreiding van Rusland naar Konstantinopel (nu Istanbul) te stoppen en het uiteenvallen van het Ottomaanse Rijk, dat dan in de Russische invloedssfeer zou belanden, te beletten. Voor de geallieerden (Groot-Brittannië, Frankrijk -onder Napoleon III- Turkije en Sardinië) was de verovering van de Russische marinebasis in Sebastopol (aan de rand van de Zwarte Zee) een essentiële eerste stap.

Tussenin eventjes dit ter herinnering: uit de Krimoorlog is ons de heldin Florence Nightingale, ‘de vrouw met de lantaarn’ bekend, de ‘zieke man van Europa’, en de ‘charge van de lichte brigade’. En het conflict wordt ook beschouwd als een van de eerste "moderne" oorlogen omdat het technische veranderingen invoerde die de toekomstige koers van oorlogsvoering mee gingen bepalen. Dit betrof het eerste

tactische gebruik van spoorwegen, de telegraaf voor actieve 'on-line' oorlogscorrespondentie (door o.a.



'The Times'), de fotografie, ver dragende wapens, ... Maar dat zijn andere verhalen....

Bij de start van de campagne hadden de Russen het voordeel dat ze over een optisch-mechanisch semafoor systeem beschikten, verwant aan het Franse Chappe systeem. Met name een verbinding tussen hun hoofdkwartier in Moskou en Sebastopol. Maar begin 1854 dan plaatsten zij een enorme bestelling bij Siemens & Halske om zo snel als mogelijk een elektrische telegraaflijn aan te leggen van Warschau naar Sint-Petersburg (de lijn van Warschau naar de grens met Pruisen hadden ze al begin 1853 aangelegd). Deze vraag werd dan uitgebreid om verbindingen vanuit Sint-Petersburg te realiseren naar het noorden o.a. naar Kronstadt, en, vooral, naar het zuiden naar Odesa en Sebastopol aan de Zwarte Zee (via Moskou en Kiev). Dit telegraafnetwerk, met een totale lengte van meer dan 10.000 km strekte zich dus uit van Polen naar Finland en vandaar naar het Krim-schiereiland. Het werd voltooid in 1855 en was natuurlijk een enorme hulp voor de Russische autoriteiten die bv. vanuit het Kremlin toezicht konden houden op de verplaatsingen van de troepen en het oorlogsmateriaal. Tevens konden

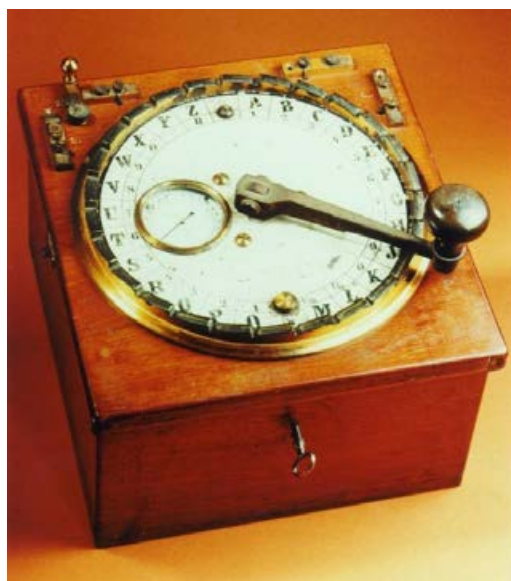
zij nu het vervoer van het zware, in Duitsland bestelde, oorlogsmateriaal contoleren dank zij de directe communicatie met Berlijn. *En het was de toch wel vrij speciale 'ponsband' telegraaf van S & H, die we hier verder zullen tonen en beschrijven, die als standaardapparaat op deze lijnen gebruikt werd, vandaar deze extra toelichting.* De geallieerden van hun kant begonnen pas in 1855 telegraaflijnen te installeren. De Fransen zorgden voor een 'mobiel' netwerk dat de bewegingen van de troepen volgde. De Engelsen legden een onderzeese kabel aan op de bodem van de Zwarte Zee tussen Varna (Bulgarije) en Baklavia (nabij Sebastopol). Ook bouwden ze, met de hulp van het een Franse bataljon, een verbinding naar het bestaande Europese netwerk (via Boekarest en Oostenrijk) om toegang te hebben tot Parijs en Londen (het 'War Office'). PS: De 'goeie' hebben gewonnen.

2. TOESTELLEN



Hier presenteer ik een aantal telegraaf toestellen die door Werner Siemens werden ontworpen en mede onder de vakkundige technische leiding van Georg Halske werden vervaardigd. Ik probeer het hier zo bondig en eenvoudig mogelijk voor te stellen (het wordt dus zeker geen cursus in telegrafietechniek). Het is natuurlijk zoals hoger beschreven allemaal begonnen in 1846/47 met de 'ABC'-of wijzertelegraaf. De basis van

ontwerp van het elektrisch gedeelte was hierbij 'geniaal' door zijn eenvoud en het bekomen resultaat. Hij maakte namelijk gebruik van het principe van de 'zelf onderbrekende stroomkring' dat reeds bekend was en toegepast werd in de elektrische bel. Daardoor bereikte hij dat twee met elkaar werkende toestellen (zender naar ontvanger) als gevolg van het sturen van een impulstrein (bevolen door het ronddraaien van de zenderarm) niets anders konden dan nauwkeurig met elkaar synchroon te lopen (zie desgevallend de gespecialiseerde literatuur voor de details). De eerste foto toont een typisch apparaat uit de beginperiode (1847). Het daar afgebeelde toestel is een replica en zit niet in mijn verzameling (al de andere hier getoonde toestellen maken wel deel uit van mijn verzameling of hebben er ooit deel van uitgemaakt). De tweede foto toont de latere versie (1856) met ingebouwde stroomgenerator (een 'dynamo') die gebruik maakte van de draaibeweging van de zenderarm. Batterijen waar hier dan ook niet meer nodig!





Reeds in het begin van de jaren 1850 begon Werner Siemens ook met de vervaardiging van morse telegraphen. Het morse systeem, opgestart in Amerika in 1844 door Samuel Morse, was ondertussen bezig met een veroveringstocht in Europa. Het grote voordeel ervan was immers dat de boodschap werd afgedrukt, weliswaar in een gecodeerde vorm middels de bekend punten en strepen. Hieronder vindt u wat naar alle waarschijnlijkheid de eerste twee type morse toestellen zijn die gemaakt werden door Siemens en Halske. Oorspronkelijk waren het 'stiftschrijvers', ook 'reliëfschrijvers' en ook nog 'droogschrijvers' genoemd. Ze waren voorzien van een scherpe metalen punt die de morsetekens in de papierband kraste. In 1854 werd door Thomas John een eerste methode uitgedacht om op een vrij eenvoudige manier ook de morsetekens met inkt af te drukken op de papierband (met een inktrolletje). Het was wel de Franse firma Digney (Parijs) die er de rechten van kocht en als eerste toepaste. Dat was in 1857 met een verbeterde versie en die heel populair werd. Zowat alle eerste toestellen van Siemens & Halske werden dan later ook omgevormd tot inktchrijvers. Die omvorming was zeer eenvoudig en dus weinig ingrijpend. Zijn eerste model uit 1851 (de twee foto's hierboven) was ook het eerste telegraaftoestel dat in gebruik werd genomen in Nederland eind 1852. Daar werd trouwens later (1858/59) de omvorming naar een inktchrijver uitgevoerd door de firma Caminada en Laporte.

Het tweede morsetoestel dan (foto's hieronder), uit 1852/53, is de telegraaf die in het hogervermelde netwerk in Rusland werd ingezet. En dit toestel wil ik hier wat speciaal in de verf zetten omdat het een van de eerste morse toestellen is van Werner Siemens, het lange tijd het enige toestel was dat op hoge snelheid morsesignalen kon ontvangen, het zeer zeldzaam is en het de Krimoorlog heeft 'meegemaakt'. En het heeft daarenboven ook een zeer laag serienummer (310). Bovendien ga ik er van uit, en hier wordt ik even sentimenteel ;o), dat Georg Halske en misschien ook Werner Siemens dit toestel nog in hun handen hebben gehad...!? Deze ontvanger was onderdeel van zijn 'automatisch schrijfsysteem', ook 'ponsband telegraaf' of 'sneltelegraaf' genoemd. Hij werd voor het eerst in gebruik genomen op de lijn Warschau-Sint-Petersburg ter vervanging van de bestaande wijzertelegraphen. Vooraf werd er aan de zenzijde een ponsband aangemaakt die dan vervolgens in een ponsbandlezer werd gelegd en die het bandje dan op 'grote' snelheid kon inlezen om dan vervolgens de morse signalen op die hoge



snelheid naar de ontvanger door te sturen onder de vorm van elektrische stroom signalen (kort en lang > morse punt en morse streep).

Het was het speciale ontwerp met de horizontale magneten (waarvan één met een draaiende kern) dat er voor zorgde dat nu morse signalen op hogere snelheid konden ontvangen worden dan dat dit bij zijn

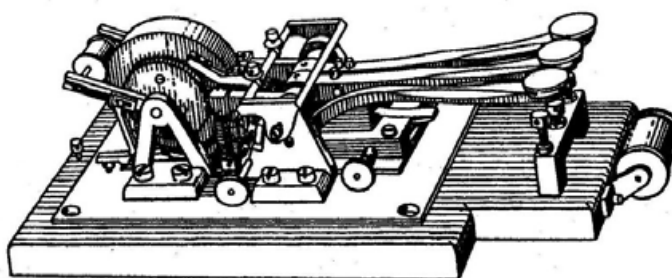


voorganger het geval was. Dat was dus nodig aangezien langs de zendkant de morsetekens machinaal werden verzonden en aan een ritme dat een stuk hoger lag dan wat met een (handbediende) seinsleutel kon gebeuren.



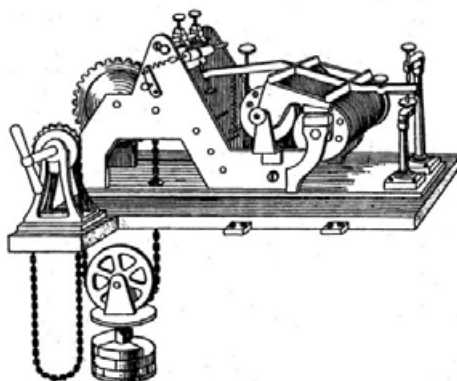
Er werd dus vooraf een ponsband aangemaakt. Men ziet hier op tekening dat de ponser voorzien was van drie toetsen. Voor het morse punt werd de linker toets gebruikt: die ponste een gaatje aan de bovenkant van de papierband. De middelste toets, voor de

morse streep, ponste zowel een gaatje boven als onder. De rechter toets was de 'spatie toets' die het bandje alleen een eindje verder doorschoof. Laat ik even vermelden dat de latere sneltelegraaf van Ch. Wheatstone (octrooi in 1858, in gebruik vanaf 1867) op hetzelfde principe stoelde (ook met een drie-toetsen-ponser). Werner Siemens heeft niet kunnen appreciëren dat Wheatstone nooit vermeld heeft dat hij het idee van hem had overgenomen ... Dat bandje werd dan in de ponsbandlezer gelegd. Deze lezer was uitgerust met twee metalen borsteltjes die, wanneer er een gaatje onder voorbijgleed, een elektrisch contact konden maken met een aandrijf cilindertje



dat bedekt was met een folie uit platina. Dat resulteerde in het uitsturen van een kort stroomimpuls op de lijn bij de detectie van één gaatje en een langer impuls bij twee gaatjes: de morse code dus. Men kon met dit systeem (ook bv. in de 20-ste eeuw toegepast bij de telex) rustig manueel het bandje ponsen om het dan op hoge snelheid te versturen. Op deze wijze kon de telegraaflijn optimaal benut worden. Zoals dus in de 20-ste eeuw met de 'telex' In een brief van Werner aan Carl tijdens de ontwikkelingsperiode van dit toestel meldde hij dat hij een snelheid van 300 karakters per minuut hoopte te bereiken... Dit lijkt mij heel hoog gegrepen; wat het uiteindelijk geworden is heb ik nergens kunnen terugvinden.

Zowel de ponser als de ponsbandlezer zijn onvindbaar; mocht er iemand eentje op zolder hebben staan, laat het dan vlug weten ☺



Hieronder nog twee afbeeldingen van reliëfschrijvers van S & H waarbij die op de eerste de oudste is, en die zou in gebruik geweest zijn bij de Duitse spoorwegen. De volgende foto toont een latere uitvoering met daarnaast het detail van de kraspen. Dit laatste type zou nog heel lang in gebruik geweest zijn.

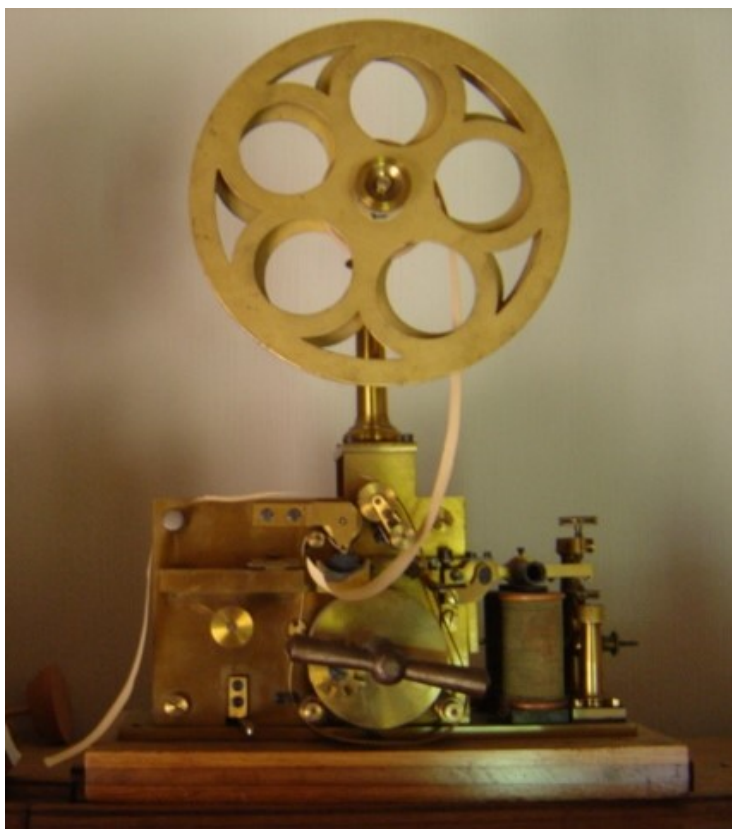


Ze werden allicht nog ingezet in de 'warme landen' waar de inkt rap zou uitdrogen.

Ze vroegen ook minder aandacht in het gebruik, minder onderhoud en waren bedrijfszekerheid. Anderzijds bleef het feit dat de ingegrifte morsetekens bij reliëfschrijvers niet altijd goed te onderscheiden waren.



De volgende foto toont het model uit 1861. Voor het eerst was nu een S & H telegraaf uitgerust met een inktpotje in plaats van een inktrolletje.



Vervolgens zien we de “Normalfarbschreiber der Deutsche Verwaltung” (inktschrijver van de Duitse administratie) uit 1867-1870 (naargelang de bron). Het is het model waarbij de veer van de motor extern gemonteerd is, omvat in een cilinder uit messing. Daarenboven heeft het een ‘relais functie’ ingebouwd zodat automatisch alle morsetekens meteen doorgestuurd worden naar een volgende ontvangstpost. Het zwarte ‘T-stuk’ links is het inktpotje en dat in de hoogte verstelbaar is (naargelang de inkt opgebruikt wordt). Dit toestel, waarbij in een andere versie de veer ingebouwd werd in de behuizing, was een succesmodel dat in zeer grote aantallen werd gebouwd. Het was gedurende decennia een standaard in Duitsland en vele andere landen en werd in de loop der jaren ook door vele andere constructeurs gebouwd (zo bv. ook door Lorenz).



En dan zien we een model uit de fabriek in Sint-Petersburg; in de detailfoto zien we de naam Siemens Halske in cyrillisch schrift op de galvanometer.



En dan hier een andere telegraaf van Siemens Brothers uit Londen.



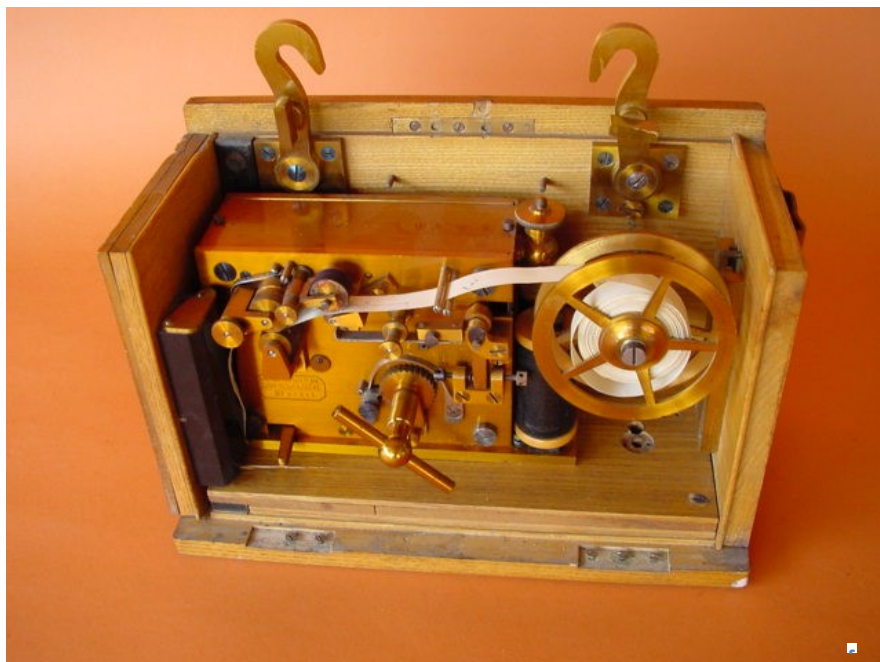
De volgende foto's tonen nog verdere 'telegraafafeltjes' met daarop ook telkens de seinsleutel dus (de zender) en die, naargelang het gebruik en de toepassing, ook konden voorzien zijn van een galvanometer (de stroommeter), een relais, een bliksemafleider, een omschakelaar,...

Een van deze toestellen draagt nog het etiket van de verkoper= de firma De Mey in Oostende...





Hieronder een mooie compacte en draagbare S&H legertelegraaf in zijn transportkistje.



Hierna zien we een (modern) uitgebreid 'tussenstation', met simpele één- naaldtelegrafen (in feite galvanometers). Het werkte ook als een versterker in beide richtingen (ook 'translator' of 'repeater' genoemd). Het is niet gemerkt maar alles wijst er op dat het van Siemens Brothers is.



Hieronder links nog een foto van een beurstelegraaf (zender én ontvanger) van S & H van rond 1900 en die er al uitziet als een tussenstap naar de 'verreschrijvers' (teleprinters, telex,...).



En tot slot ziet u nog twee afbeeldingen van meet- & test apparatuur voor telegrafie. Het eerste toestel is een



‘universeel’ meettoestel (in productie vanaf 1901).en het tweede toont een kabeltester (geproduceerd tussen 1888 en 1902) .



En dan, naast de Krim telegraaf, mijn andere grote Siemens & Halske favoriet: de drukkende telegraaf van Hughes, het model dat nog werd aangedreven door gewichten (60 kg !).





$$1 \text{ SIEMENS} = \frac{1 \text{ AMPERE}}{1 \text{ VOLT}}$$

Halle, 6 maart 2014 - op het ogenblik van hoge spanningen op en rond de Krim.

BRONNEN

DER ELEKTROMAGNETISCHE TELEGRAPH > H.Schellen – 1867
 KATALOG SIEMENS & HALSKE > C.-TELEGRAPHEN – 1881
 LEBENSERRINNERUNGEN > Werner von Siemens – 1892
 SCIENTIFIC & TECHNICAL PAPERS of WERNER von SIEMENS Vol 1 > 1892
 GESCHICHTE DER TELEGRAPHIE > Th. Karrass – 1909
 TELEGRAPHES ET TELEPHONES > Catherine Bertho – 1981
 KRONIEK DER ELEKTROTECHNIEK > Stichting NEM – Jaargang 5, Nr. 7
 SIEMENS – GESCHIEDENIS VAN EEN INTERNATIONALE ONDERNEMING > A.Michel en F. Longin – 1990
 THE VICTORIAN INTERNET > Tom Standage – 1998
 CLASSICS OF COMMUNICATIONS > Fons Vanden Berghen – 1999
 IN 28 MINUTEN VON LONDON NACH KALKUTTA > Hans Pieper en K. Künzi – 2000
 HISTORY OF TELEGRAPHY > Ken Beauchamp – 2001
 INTERNET / GOOGLE

© Fons Vanden Berghen

Zie ook:

➤ www.telegraphsofeurope.net > honderden foto's