

Tijdschrift van het NERG

Correspondentie adres: postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Internet: www.nerg.nl
Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

DE VERENIGING NERG

Het NERG is een wetenschappelijke vereniging die zich ten doel stelt de kennis en het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie te bevorderen en de verbreiding en toepassing van die kennis te stimuleren.

BESTUUR

prof.dr.ir. W.C. van Etten, voorzitter
prof.dr.ir. A.P.M. Zwamborn, vice-voorzitter
dr. M.J.C. van den Homberg, secretaris
ir. A.A. Dogterom, penningmeester
dr.ir. T.J. Tjalkens, programma-manager
G. van der Schouw, voorzitter onderwijscommissie
dr.ir. A.B. Smolders, tijdschrift-manager
ir. R.J. Kopmeiners, web-site beheerder
dr.ir. W.M.C. Dolmans
ing. J.S.A. van Proosdij

LIDMAATSCHAP

Voor het lidmaatschap wende men zich via het correspondentie-adres tot de secretaris of via de NERG website: <http://www.nerg.nl>. Het lidmaatschap van het NERG staat open voor hen, die aan een universiteit of hogeschool zijn afgestudeerd en die door hun kennis en ervaring bij kunnen dragen aan het genootschap. De contributie wordt geheven per kalenderjaar en is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies.

De jaarlijkse contributie bedraagt voor gewone leden f 75,- en voor studentleden f 39,-. Bij automatische incasso wordt f 3,- korting verleend. Gevorderde studenten aan een universiteit of hogeschool komen in aanmerking voor het studentlidmaatschap. In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester voor een gereduceerde contributie in aanmerking komen.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt vijf maal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie. Auteurs, die publicatie van hun onderzoek in het tijdschrift overwegen, wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de hoofdredacteur of een lid van de Tijdschriftcommissie.

Toestemming tot overnemen van artikelen of delen daarvan kan uitsluitend worden gegeven door de redactiecommissie. Alle rechten worden voorbehouden.

TIJDSCHRIFTCOMMISSIE

dr. ir. A.B. Smolders, voorzitter.
ASTRON, Postbus 2, 7990 AA Dwingelloo,
E-mail: smolders@nfra.nl
ir. H.J. Visser, hoofdredacteur.
TNO-FEL, Postbus 96864, 2509 JG Den Haag,
E-mail: visser@fel.tno.nl
ir. G.W. Kant, redactielid.
ASTRON Dwingelloo,
E-mail: kant@nfra.nl

Deze uitgave van het NERG wordt verzorgd door:



ISSN 03743853



INHOUD

Van de voorzitter	56
Van de redactie	58
Over de cultuurhistorische waarde van technische verzamelingen	60
<i>ir. W.W. Schongs Pr.Eng.</i>	
De snaargalvanometer van professor Willem Einthoven	62
<i>ir. W.W. Schongs Pr.Eng.</i>	
Museum "Waalsdorp"	64
<i>Ir. A.W.M. van der Voort</i>	
Stichting Signaalmuseum.	68
<i>Huib Visser</i>	
De studieverzameling van de faculteit der elektrotechniek TUD.	73
<i>ir. W.W. Schongs Pr.Eng.</i>	
"Het gaat niet om de onderdelen, maar om de systemen". 76	
<i>Interview met ing. C.S. Caspers door Huib Visser</i>	
Condensator-impedanties en gegeneraliseerde functies.	80
<i>ir P. van der Wurf</i>	
Reacties op dit artikel	82, 83
<i>Fred Neerhoff, W. van Etten, R. Brink en G. Heideman</i>	
De zoektocht naar de Mars Polar Lander	85
<i>Mark Bentum</i>	
Boekbespreking	89
<i>Huib Visser</i>	
Ledenmutaties NERG	92
Conferenties en symposia	93

Uitgever: ing. D.J. Wassink
Advertenties: M. de Boer
tel: (0570) 648718
E-mail: MdeBoer@kluwer.nl
fax.: (0570) 619904
Opmaak: Henk Visscher, Zutphen

Van de voorzitter

Wim van Etten
tel. 053-4893872
e-mail: etten@cs.utwente.nl



Op 13 april l.l. hebben we onze jaarlijkse Algemene Ledenvergadering gehouden in Eindhoven. Altijd jammer te moeten constateren, dat deze belangrijke, jaarlijkse bijeenkomst zo weinig in de belangstelling staat bij de leden. Het is toch een beleidsbepalende bijeenkomst, waar het bestuur verantwoording aflegt over het gevoerde beleid van het afgelopen jaar en de plannen voor het lopende jaar ter goedkeuring voorlegt aan de leden, zoals dat hoort in een vereniging. Het bestuur heeft zo zijn ideeën over het reilen en zeilen van de vereniging, maar het bestuur hoort natuurlijk niet een geïsoleerde groep te zijn, die opereert los van de achterban. Het bestuur moet terugkoppeling krijgen van de leden, om daardoor zich zekerheid te verschaffen of het een richting opgaat die past bij wat de leden grosso modo willen.

De agenda was deze keer uitermate interessant en er zijn een paar belangrijke beslissingen genomen, zoals uit het volgende blijkt.

Als eerste agendapunt hadden we de goedkeuring van het beleid van het afgelopen jaar. Hoewel het jaar financieel gezien, werd afgesloten met een negatief resultaat, is daar een simpele verklaring voor te geven. Een facet wat een belang-

rijke rol speelt, is het feit dat het afgelopen jaar de opbrengsten van een obligatiefonds waarin wij participeren sterk tegenviel t.o.v. de begroting. Als gevolg van nieuw ingezet beleid waren de kosten daarvoor ook hoger, maar andere posten vielen lager uit dan begroot was, zodat het totaal van uitgaven nagenoeg overeenkwam met de begroting. De reden voor die kostenverhoging heeft u inmiddels zelf kunnen waarnemen. Vorig jaar heeft het bestuur een beleid van vernieuwing ingezet. Dit is uitgedomd in een nieuw logo, nieuw briefpapier e.d., nieuw foldermateriaal, productie en distributie onder de leden van een ledenlijst, en "last but not least" een nieuwe opzet van het Tijdschrift. Hoewel er bij sommige leden wat reserve bestaat t.a.v. de kosten van dit alles, werd het beleid als zodanig en de tastbare resultaten ervan erg positief ontvangen, wat ook is gebleken uit mailtjes die individuele leden mij stuurden. De ALV had tenslotte geen enkele moeite het bestuur te dechargeren voor het beleid over 1999.

Het volgende agendapunt betrof een bestuursvoorstel om prof. dr. ir. K.A. Schouhamer Immink te benoemen tot erelid van het NERG. Gezien de enorme staat van dienst van deze kandidaat kon de vergadering daar van harte en unaniem mee in-

stemmen. Te zijner tijd zullen we dit nieuwe erelid officieel als zodanig installeren.

Vervolgens kwam het beleid aan de orde voor dit jaar. De begroting vertoont een flink tekort door een aantal oorzaken waarover ik u door middel van een brief die bij de ALV-stukken was gevoegd, reeds heb geïnformeerd. Dit tekort kunnen we wel opvangen, maar voorzien wordt dat het toch voor een belangrijk deel structureel gaat worden, waardoor we ook structurele maatregelen moeten nemen, waarover later meer. Als belangrijkste onderdeel van het voorgestelde bestuursbeleid valt te noemen de verdergaande aanpassing van het Tijdschrift. Het bestuur heeft de ALV voorgesteld om de productie en distributie van het Tijdschrift in handen te geven van ten Hagen & Stam, een onderdeel van het Kluwer-concern. Aan die samenwerking zal een contract ten grondslag liggen, waarvoor toestemming nodig is van de ALV. De bedoeling is dat ten Hagen & Stam ook de hele opmaak voor zijn rekening neemt. Het zal duidelijk zijn, dat dit gepaard gaat met een verhoging van de kosten die de vereniging moet maken. Echter de redactie wilde al lang meer advertenties opnemen om zo de kosten te drukken. Dit lukte echter nauwelijks, omdat de tijdschriftcommissie en de

hoofdredacteur onvoldoende tijd hebben voor advertentie-werving en er natuurlijk ook niet voor geëquipeerd zijn. Het contract voorziet erin, dat ten Hagen & Stam gaat werven voor advertenties, en omdat zij nogal wat tijdschriften op het gebied van de elektrotechniek uitgeven, hebben zij in die wereld veel contacten en hebben een infrastructuur voor die activiteiten. Een deel van de opbrengsten van de advertenties zal ten goede komen aan het NERG, waarmee we onze tijdschriftkosten kunnen drukken. De reacties op dat bestuursvoorstel waren gemengd. Sommige leden waren met het bestuur van mening, dat het een "must" is voor het NERG om deze weg op te gaan, anderen vroegen zich af of we niet kunnen volstaan met de vorm waarin het Tijdschrift nu is. Hoewel er waardering werd uitgesproken voor de nieuwe wegen die het bestuur in dit opzicht wil inslaan, was een punt van kritiek de manier waarop het bestuur dit voorstel naar de leden heeft gebracht. Men vond dat er een bestuursnota met overwegingen aan ten grondslag had moeten liggen. Het bestuur heeft zich die kritiek aangetrokken en uiteindelijk kwam vanuit de vergadering het constructieve voorstel om het contract voorlopig voor twee jaar aan te gaan en bij de ALV in 2001 de bedoelde nota aan de leden voor te leggen, met een evaluatie van de samenwerking in het eerste jaar. Het bestuur heeft dat voorstel van harte overgenomen en ook hier was vervolgens unanieme steun van de ALV.

Over het agendapunt van de contributieverhoging kan ik kort zijn. Door mijn brief daarover aan u bij de ALV-stukken was de ALV kennelijk overtuigd, want

er was nauwelijks discussie of oppositie. Dit voorstel werd vervolgens vlot aangenomen.

Het punt van de bestuurswisseling levert meestal in de vergadering geen problemen op, maar des te meer kopzorgen voor de voorzitter om de hiaten steeds weer opgevuld te krijgen, maar ook dit keer is het weer gelukt een voltallig bestuur te presenteren. Helaas, moesten dit keer Wim van der Bijl en Oscar Rikkert de Koe statutair terugtreden, twee bestuursleden die hun maximale termijn van zes jaar hebben uitgediend en in die tijd veel hebben gedaan voor onze vereniging. Van der Bijl eerst als programma-manager en later als vice-voorzitter. In die laatste kwaliteit heeft hij onder meer de uitvoering van het hele proces van vernieuwing van PR-materiaal (logo, briefpapier e.d.) voor zijn rekening genomen. Rikkert de Koe heeft naast de toch al drukke en verantwoordelijke positie van penningmeester veel extra's gedaan. Te noemen valt de coördinatie van de vernieuwing van statuten en huishoudelijk reglement en niet te vergeten de opzet van een geheel nieuw bestand voor de ledenadministratie. Het NERG is veel dank verschuldigd aan deze twee afgetreden bestuursleden. Vervolgens had Gerard Janssen mij te kennen gegeven dat hij, wegens prive-omstandigheden, niet meer in staat is zijn bestuursfunctie adequaat uit te oefenen, en derhalve wilde terugtreden, hoewel hij pas vorig jaar was benoemd. Dergelijke redenen moet je natuurlijk altijd respecteren. Voor alle drie de bestuursvacatures hebben we adequate opvolging kunnen vinden in de personen van ir. A.A. Dogterom, dr. ir. T.J. Tjalkens, en ing. J.S.A.

van Proosdij. Dit gaat gepaard met een enkele verschuiving van taken binnen het bestuur. De nieuwe taakverdeling treft u aan onder het colofon van dit nummer. Verder heeft het bestuur nog een uitbreiding ondergaan in de persoon van ir. R.J. Kopmeiners. Hij is al enige tijd WEB-master, maar gezien het belang van het WEB voor onze vereniging, heeft het bestuur behoefte aan meer beleidsmatige inpassing van dit medium in de activiteiten. Rob zal in het bestuur dit facet voor zijn rekening nemen, maar blijft ook WEB-master. Tot slot valt er nog een belangrijke mutatie te melden in de bemanning van de organisatie van het NERG. Onlangs heeft Arie Spanjersberg te kennen gegeven zijn taak als hoofdredacteur te beëindigen. Ook aan hem is het NERG veel dank verschuldigd. Vele jaren heeft hij het Tijdschrift redactioneel en qua opmaak vorm gegeven, wat natuurlijk bergen tijd en veel inspanning heeft gekost. Bovendien heeft hij de eerste aanzetten gegeven tot kwalitatieve verbetering van het Tijdschrift, zowel in vorm als qua inhoud.

Al met al was het een levendige vergadering waarop nogal wat belangrijke stappen zijn genomen, die de toekomst van onze vereniging gaan bepalen. Het bestuur is blij, dat de leden in het algemeen onze voorstellen goedkeuren, niet om dat feit op zich, maar omdat zij ons steunen een weg in te slaan die wij nodig achten. Wij stellen reacties en opbouwende kritiek altijd op prijs, en zullen die ter harte nemen, c.q. daar graag gebruik van maken om ons beleid te verbeteren in een door u gewenste richting.

Van de redactie

Huib Visser
hoofdredacteur
visser@fel.tno.nl



De verleiding is groot om de vernieuwing van het Tijdschrift van het NERG te verbinden aan het nieuwe millennium. Maar, zoals een oplettende lezer mij heeft duidelijk gemaakt, naar aanleiding van het redactioneel voorwoord in jaargang 64, nr. 4, 1999 (waarvoor dank!), begint het nieuwe millennium op 1 januari 2001! Die fout zal ik dus niet weer maken.

Helaas hebben wij in de hectiek van het uitbrengen van het eerste nummer van het Tijdschrift - nieuwe stijl wel andere fouten gemaakt. Naast enkele type- en opmaakfouten (zie ook rectificatie) en het uitblijven van de ledenmutaties, was het meest opvallend en storend de achterkant van het Tijdschrift, waar wij onze sponsors vermelden. Met het overgaan naar de nieuwe drukker zijn de logo's van de sponsors door elkaar geraakt, waar wij helaas pas na drukken en distributie van het Tijdschrift achterkwamen. Gelukkig hebben onze sponsors zich heel coulant opgesteld en is met het herstellen van deze storende fout de situatie afgedaan.

Ook hebben wij, ten onrechte, in de colofon Arie Spanjersberg nog vermeld als hoofdredacteur. Helaas heeft Arie besloten, reeds voor het uitbrengen van het eerste Tijdschrift - nieuwe stijl, zich terug te trekken als hoofdre-

dacteur, omdat hij zich niet langer kon verenigen met de wijze waarop de overgang van Tijdschrift - oude stijl naar Tijdschrift - nieuwe stijl plaatsvond. Als overblijvende leden van de redactiecommissie betreuren wij uiteraard deze keuze, want met name voor ons was duidelijk zichtbaar de hoeveelheid tijd en werk welke hij in het Tijdschrift investeerde. Wij kunnen echter niet anders dan zijn keuze respecteren en willen hem bij deze bedanken voor de vele jaren van belangeloze inzet voor het Tijdschrift van het NERG.

Veel van de fouten in het eerste nummer zijn ons gemeld door onze lezers. Dit doet ons deugd, want het betekent dat het Tijdschrift van het NERG ook daadwerkelijk gelezen wordt. Bijzonder verheugd waren wij met de vele positieve reacties op het uiterlijk van het Tijdschrift - nieuwe stijl, wat ons sterkt in de gedachte dat wij op de goede weg zijn. Wij realiseren ons echter terdege dat we op weg zijn; dat wij het eindpunt nog niet bereikt hebben en waarschijnlijk ook nooit helemaal zullen bereiken. Het NERG is immers een dynamisch genootschap! Of wij op de goede weg blijven kan alleen maar door u, de lezer, beoordeeld worden. Schroomt u dus vooral niet om uw kritiek, opmerkingen en sug-

gesties (liefst per e-mail) aan ons kenbaar te maken.

Zoals de voorzitter van de redactiecommissie, Bart Smolders, in het vorige nummer heeft vermeld, streven wij ernaar de leesbaarheid van het Tijdschrift te verbeteren, onder andere door het invoeren van rubrieken. In het voorgaande nummer vond u dit bijvoorbeeld vormgegeven door middel van een interview met een prominente persoon uit de Nederlandse elektrotechnische gemeenschap. In dit nummer hebben wij eveneens een interview opgenomen. Verder vindt u in dit nummer een rubriek 'Boekbespreking' en een rubriek 'Actueel'. Het ligt niet in de bedoeling om al deze rubrieken per sé in ieder nummer terug te laten keren, maar meer om, ten behoeve van de leesbaarheid, artikelen welke in deze rubrieken ondergebracht kunnen worden ook als zodanig herkenbaar te maken.

Verder trachten wij meer thematisch te gaan werken en artikelen te gaan groeperen naar de aard van de inhoud. Dit kan betekenen dat een artikel dat u voor publicatie instuurt enige tijd wordt vastgehouden en niet onmiddellijk in het eerstvolgende nummer van het Tijdschrift geplaatst wordt. Wij hopen van harte dat dit beleid u er niet van zal weerhouden om

uw artikelen in te zenden, want dit beleid kunnen wij alleen voeren in de (luxe) situatie dat wij voldoende materiaal ter publicatie aangeboden krijgen.

Het thema van dit nummer betreft 'technische (bedrijfs) musea en verzamelingen'. Medio vorig jaar ontvingen wij een bijdrage van ir. W.W. Schongs handelend over de studieverzameling van de faculteit der elektrotechniek van de Technische Universiteit Delft. In een redactievergadering werd het idee opgevat om, naar aanleiding van dit aangeboden artikel, ook naar andere verzamelingen te kijken en dit heeft geresulteerd in dit nummer van het Tijdschrift. Hierin treft u verder in dit kader artikelen over de snaargalvanometer van Willem Einthoven,

Museum Waalsdorp, Stichting Signaalmuseum en een interview met verzamelaar ing. C.S. Caspers. De artikelen worden ingeleid door ir. W.W. Schongs met een artikel over de cultuurhistorische waarde van technische verzamelingen.

Tijdens het samenstellen van deze artikelenreeks werd duidelijk dat er in Nederland meer interessante technische verzamelingen zijn dan wij aanvankelijk gedacht hadden. Een tweede reeks artikelen voor een volgend nummer van het Tijdschrift is dus al in voorbereiding.

Verder treft u in dit nummer onder andere een artikel aan van ir. P. van der Wurf, getiteld 'Condensator-impedanties en geeneraliseerde functies', alsmede een reactie hierop van dr. ir. F.L.

Neerhof en prof. dr. ir. W. van Etten et al.

De redactie sluit hiermee de discussie over dit onderwerp en bedankt de auteurs voor hun bijdragen in dit en voorgaande nummers van het Tijdschrift.

Terwijl ik dit redactioneel voorwoord schrijf zit ik (met laptop) op het balkon in de warme zon van 11 mei en hoop dat u het tweede nummer van de jaargang 2000 van het Tijdschrift van het NERG onder vergelijkbare omstandigheden kunt lezen.

Namens de redactiecommissie van het Tijdschrift van het NERG,

Huib Visser, hoofdredacteur
Visser@fel.tno.nl



Rectificatie

In het vorige nummer van het Tijdschrift (Jaargang 65, nr. 1, 2000) zijn in het artikel van ir. J.R.G.M. Leenen '*Digitale Signaalbewerking in Hoortoestellen*' enkele zeer storende fouten in de gebruikte eenheden geslopen. De correcte eenheden zijn:

Blz. 35, laatste regel, eerste kolom: milli-Ampère moet zijn micro-Ampère.

Blz. 36, eerste kolom, tweede alinea, regel 8: milli-Volt moet zijn micro-Volt.

Blz. 36, tweede kolom, regel 10: milli-Ampère moet zijn micro-Ampère.


Blz. 36, tweede kolom, regel onder de tabel: Watt moet zijn Ohm.

De redactiecommissie betreurt het dat deze fouten aan haar aandacht zijn ontsnapt en biedt de auteur en de lezers haar excuses aan.



Over de cultuurhistorische waarde van technische verzamelingen

*ir. W.W. Schongs Pr.Eng.
werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU Delft.*



Nu er een toenemende belangstelling bestaat voor technisch erfgoed, lijkt het zinvol eens na te gaan welke factoren bepalend kunnen zijn voor de cultuurhistorische waarde van allerlei instrumenten, apparaten en machines in technische verzamelingen.

De objecten zijn weliswaar ontheven van hun oorspronkelijke taken, maar originele manuscripten, documentaties en studies zullen de wetenschappelijke, technische of maatschappelijke relevanties aantonen, terwijl bijzondere schoonheid of zeldzaamheid ze tot de 'betere' stukken van een technisch-historische collectie kunnen maken. Omdat uitgediende technische artefacten in de regel niet meer worden verhandeld, is hun waarde niet goed in geld uit te drukken. Desondanks zijn ze altijd wel voor één of ander bedrag tegen verlies of beschadiging te verzekeren. Maar de experts van een assurantiemaatschappij komen niet de -immateriële- cultuurhistorische waarde taxeren, zodat men hiervoor de hulp van andere deskundigen zal moeten inroepen.

Vanwege hun vakkennis en opleidingsniveau zullen in de eerste plaats ervaren ingenieurs en technici in aanmerking komen om stukken op technische details en praktisch functioneren te beoordelen. Zij kunnen analyses maken van de verschillende toegepaste fysische en logische beginselen, constructiemethoden, materiaalsoorten en van machineprestaties en rendementen. Voorts is het belangrijk of het object een lid is in een ontwikkelingsreeks op weg naar een vervolmaking of dat men met een geheel nieuw concept heeft te maken. Verder moet er worden gelet op eventueel extra vernuft, maar zeker ook op aanwijsbare en leerzame imperfecties of zelfs mislukkingen.

Voor de sociaal-economische aspecten van een instrument, apparaat of machine zal men een historicus moeten raadplegen. Deze kan vaststellen of een object in feite alleen een heel ingenieus idee betrof of wellicht een uitvinding was met gevolgen voor de werkgelegenheid, leefgewoonten of volksgezondheid, enz. Echter van hun kant hebben culturele stromingen ook invloed gehad op wetenschap en techniek. Een aanvullende maatschappij-kritische beschouwing kan daarom nog onverwachte en interessante uitkomsten te zien geven.

Anders dan de meeste industriële attributen vertonen gebruiksgoederen doorgaans een typisch eigentijdse ontwerpstyl. De vorm waarin ze zijn vervaardigd kan al dan niet op geslaagde wijze hun functie uitbeelden en dat alléén kan al aanleiding zijn om een bepaald exemplaar in de verzameling op te nemen. Behalve artistieke bekoring kan een historisch stuk techniek nog heel andere charmes hebben. Confrontatie met zo'n representant van het verleden is een reis terug in de tijd en dat kan appelleren aan inlevingsvermogen en fantasie. Voorlopig kan dus worden gesteld, dat inventarisatie van de cultuurhistorische waarde van museale technische artefacten in principe een multi-disciplinaire aangelegenheid is. Maar geschiedenis lééft. Moderne ontwikkelingen veruimen onze blik op de techniek van weleer. Daarom zal er steeds weer behoefte zijn om objecten opnieuw te bestuderen. Nieuwe tijden stellen nieuwe vragen, vragen die het object zal beantwoorden.

Een beknopte objectstudie betreft de uitvinding van de snaargalvanometer door de Nederlander Willem Einthoven, rond 1900, voor het registreren van electrocardiogrammen (E.C.G.). De auteur,

prof.dr.ir.J.G. Niesten (1920-1997) was gewoon hoogleraar Dynamica van Electrische Machines aan de TU Eindhoven. Als lid van de Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek van de TU Delft

publiceerde hij zijn artikel over de snaargalvanometer in het decembernummer van het tijdschrift Energietechniek jaargang 1992.

C.V.

W.W. (Walter) Schongs (A'dam '38):
NRG, HTS, THD, Pr.Eng.(RSA).

Was werkzaam bij Blaupunkt Nederland, Graetz Duitsland, OGEM Zuid-Amerika, Electricity Supply Commission (ESCOM) Zuid-Afrika en bij het Hoger Technisch Onderwijs; publiceerde o.a. een reeks biografieën over vroege Delftse hoogleraren in de elektrotechniek en is sinds 1992 verbonden aan de Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU Delft, Mekelweg 4, 2628 CD Delft.



Stelling

"Wanneer alle vrouwen die onderzoek doen naar vrouwelijke ingenieurs, zelf ingenieur zouden worden, neemt het aantal vrouwelijke ingenieurs in Nederland aanzienlijk toe."

proefschrift van Mw. A. A. Bellekom, ORIGINS OF OFFSET IN
CONVENTIONAL AND SPINNING-CURRENT HALL PLATES,
Delft, 5 oktober 1998



De snaargalvanometer van professor Willem Einthoven

prof. dr. ir. J.G. Niesten (1920-1997), bewerkt door ir. W.W. Schong's Pr.Eng
Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU Delft.

Prof.dr. Willem Einthoven (1860-1927) hoogleraar in de elektro-fysiologie en histologie aan de medische faculteit van de Rijksuniversiteit te Leiden, presenteerde in 1901 de door hem ontwikkelde snaargalvanometer. Prof. Einthoven stipuleert, dat men voor onderzoek aan elektrische verschijnselen aan spieren, klieren, zenuwen, zintuigen, kortom vrijwel alle levende weefsels en organen rekening moet houden met: kleine elektromotorische krachten en grote inwendige weerstanden, dus met: zeer kleine stromen van grootte-orde 10^{-9} , 10^{-10} A.

Voor het meten daarvan zijn gevoelige galvanometers benodigd. Deze moeten bovendien voor het registreren van dynamische verschijnselen een bewegend deel met uiterst geringe traagheid en een doelmatige demping bezitten.

Op de galvanometermarkt waren toentertijd beschikbaar:

1 Draaispoelmetergalvanometer van Deprez d'Arsonval (1882), waarbij de te meten stroom wordt geleid door een beweeglijke spoel, die draaibaar is opgesteld in een permanent magnetisch veld. De spoel bestaat uit een aantal draadwindingen, dat zich op

een licht raampje van een spiegeltje voorzien, bevindt.

Kenmerken: gevoelig, maar traag.

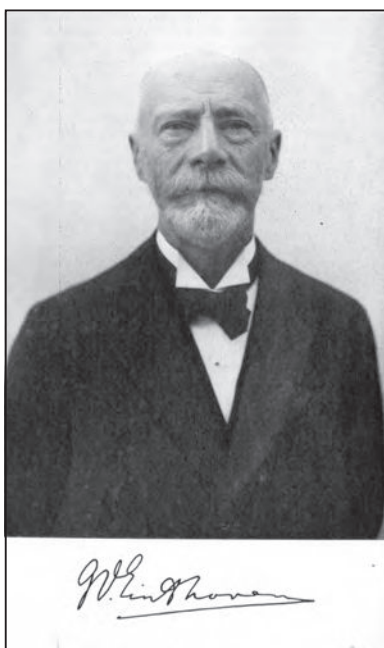
2 De oscillograaf van Duddell (1893) waarin de beweeglijke geleider is gereduceerd tot een lus.

Kenmerken: zeer ongevoelig, maar snel.

In gedachten uitgaand van een draaispoelgalvanometer kwam prof. Einthoven tot zijn conceptie, waarbij het aantal geleidende windingen tot één uiterst lichte verzilverde kwartsdraad van 3 à 2 μ dik is gereduceerd. De bewegingen van een dergelijke

13 cm lange draad met een weerstand van 20,300 Ohm, uitgespannen in een elektromagnetisch veld van 2,20 Wb/m² werden 400 maal vergroot geprojecteerd op een lichtspleet, waarachter zich een fotografische plaat met bekende constante snelheid bewoog; de tijd kon in honderdsten seconden worden aangegeven.

De demping, ten dele toe te schrijven aan lucht, anderzijds aan wervelstromen in de snaar, kon worden gereduceerd, door het evacueren van de ruimte rond de snaar en door het opnemen van een grote -1 Megohm- weerstand in serie met de snaar.

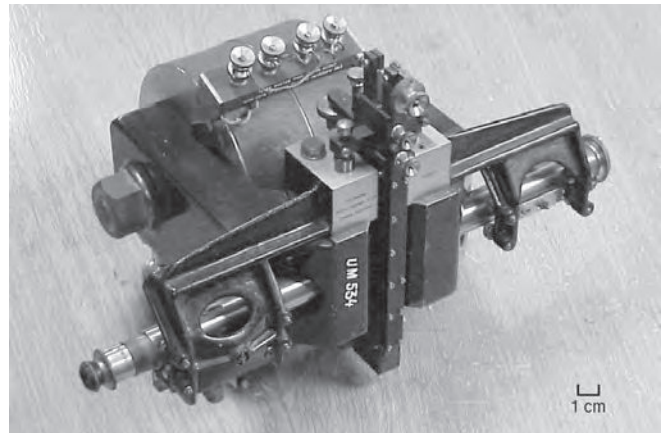


De tekst van dit artikel is ontleend aan prof. dr. ir. J.G. Niesten, 'Over het ontwikkelen van een snaargalvanometer', *Energietechnik*, Nr. 12, jaargang 70, December 1992 en is hier gebruikt met toestemming van de redactie van *Energietechnik*.

Het eerste telecardiogram werd opgenomen op 22 maart 1905. De patiënt toegerust met de gebruikelijke dompelelectroden, zit in een ziekenhuis op 1,5 km afstand van het laboratorium van Einthoven Sr., alwaar zijn E.C.G. wordt geregistreerd. Men bedenke hierbij, dat Leiden toen over de enige snaargalvanometer in Nederland kon beschikken. De ontwikkeling van de snaargalvanometer werd in 1924 gewaardeerd met de Nobel-prijs.

Toepassing bij draadloze telegrafie

De zoon van Einthoven Sr., Willem Frederik Einthoven bleek reeds op de H.B.S. over een buitengewone gave voor de wis- en natuurkundige wetenschappen te bezitten. Als H.B.S.-er kwam hij regelmatig 's middags op het laboratorium van zijn vader en wist soms met één oogopslag oplossingen te geven voor technische vraagstukken, die zijn vader moeilijkheden berokkend. Zo was hij zelfs promovendi van senior behulpzaam. Voorts droeg hij bij tot de ontwikkeling van de vacuümsnaargalvanometer, waarbij het vacuüm beperkt kon blijven tot de onmiddellijke omgeving van de snaar. Einthoven junior ging als Delfts student met de vacuüm-snaargalvanometer naar Ned. Indië om daar samen met dr.ir. C.J de Groot, de leider van de radiotelegrafische dienst van de Ned. Ind. P.T.T. en bouwer van de Malabar-zender bij Bandoeng te proberen of de snaargalvanometer als elektrisch resonantie instrument te gebruiken zou zijn voor het fotografisch registreren van de uitgezonden radiotelegrammen. Toen dit aanvankelijk mislukte wijdde de medicus senior enkele maanden uitsluitend aan radiostudie. Hij kwam vervolgens samen met junior tot de volgende conclusie: Als men de lengte van de snaar doelmatig kiest en haar mechanische spanning nauwkeurig regelt, kan de snaar in resonantie worden gebracht met nagenoeg elk praktisch voorkomende ongedempte zendgolf. Zo kan een dunne geleidend gemaakte kwartssnaar van 7 mm lengte een eigen trillingsgetal van 40.000 en meer worden gegeven. De Malabar-zender zond uit op een golflengte van 7,5 km, corresponderend met een frequentie van 40 kHz. Uiteindelijk werd op 23 januari 1923 het gezochte resultaat verkregen.



Met een snaargalvanometer voor het meten van stromen kleiner dan 10^{-9} Ampère maakte de Leidse Professor Willem Einthoven in 1900 het eerste elektrocardiogram. Dit type is uit 1911. (foto: Joosen en Schongs)

De ontvangst per galvanometer en fotografische registratie bood vele voordelen boven die per telefoon, te weten:

- grote gevoeligheid
- betere selectiviteit
- grotere seinsnelheid: van 60 naar 600 woorden per minuut

Toepassing bij elektrische machines

Blijkens een boekwerkje, uitgegeven in 1930 bij het 25-jarig bestaan van de TH Delft, heeft de snaaroscillograaf van Einthoven ooit toebehoord aan het instrumentarium van het "dynamolokaal" van prof. Cl. Feldmann, teneinde metingen te kunnen uitvoeren aan "labiele verschijnselen" bij elektrische machines.

Literatuur

- [1] De Waart A.: Levenswerk van Willem Einthoven (1860-1927). Uitgegeven ter gelegenheid van het 100-jarig bestaan der Vereniging Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde door de erven F. Bohn te Haarlem 1957.
- [2] Brans ir. J.M.: De directe radio-verbinding Indië-Nederland 1919. Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap, 1991.



Museum "Waalsdorp"

Ir. A.W.M. van der Voort
Conservator, TNO-FEL, Postbus 96864, 2509 JG 's-Gravenhage
e-mail: vanderVoort@fel.tno.nl

Geschiedenis en doel van de verzameling

De voorwerpen in dit museum zijn hoofdzakelijk producten ontworpen voor militaire doeleinden. Verder worden daarbij laboratoriumuitrustingen en andere objecten van historisch belang getoond. Deze voorwerpen zijn afkomstig van het Fysisch Laboratorium TNO en diens voorganger, "Het Meetgebouw" en het Laboratorium voor Elektronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht (LEOK), die beiden voorgangers zijn van het huidige TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (TNO-FEL). Zoals te verwachten hebben de meeste voorwerpen een experimenteel karakter.

Het museum "Waalsdorp" vervult een "Public Relations" functie ten behoeve van het huidige TNO-FEL en is geopend op verzoek, maar is niet algemeen voor het publiek toegankelijk.

De oudste objecten, die uit de periode 1927-1940 stammen, zijn afkomstig uit de collectie van prof. van Soest, die aan het begin stond van het onderzoek voor defensiedoeleinden in Waalsdorp in 1927.

Veel van het materiaal uit dit tijdvak werd opzettelijk vernietigd na de invasie van Nederland door de Nazi's in mei 1940. Sindsdien is er niet meer metho-

Het Meetgebouw 1927



Prof. dr. ir. J. L. van Soest

disch verzameld. Bovendien is de verhuizing van het Fysisch Laboratorium TNO in 1967 naar het huidige TNO-FEL gebouw gepaard gegaan met het afdanken van oud materiaal. Desalniettemin kwamen rond 1977 vele oude voorwerpen (en zelfs enkele van vóór 1940) te voorschijn toen het Fysisch Laboratorium TNO een overzichtstentoonstelling organiseerde ter gelegenheid van het 50-jarig bestaan. Deze gebeurtenis vormde het begin van het permanent tentoonstellen, onder leiding van dhr. G.J. Mooij, van gerealiseerde hardware, demonstratie en/of prototypes. Enkele objecten van het LEOK werden toegevoegd in 1984 toen het Fysisch Laboratorium TNO en het LEOK (toen ook TNO) werden samengevoegd tot het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL-TNO; later TNO-FEL).

Dit alles leidde tot een historisch overzicht waarin echter wel enkele hiaten aanwezig zijn door bijvoorbeeld het ontbreken van apparatuur.

Het Fysisch Laboratorium TNO en diens voorganger (1927-1984)

Halverwege de twintiger jaren onderkenden de militaire autoriteiten dat er behoefte was ontstaan aan ondersteuning vanuit de fundamentele fysica. Deze ondersteuning werd nodig geacht ter verbetering van bestaande militaire apparatuur en voor

de bepaling en invulling van toekomstige behoeften. Teneinde het ondersteunend werk te coördineren werd vanuit het Ministerie van Oorlog een stuurgroep opgericht, bestaande uit militaire specialisten en voorgezeten door een civiel academicus. De benodigde laboratoriumruimte werd gevonden in een gebouw van de Militaire Meteorologische Dienst dat gesitueerd was op de Waalsdorper vlakte, een van oudsher militair oefenterrein. Twee mensen, dhr. van Soest, een ingenieur (en directeur tot 1957) en dhr. Groot, een instrumentmaker, startten officieel de werkzaamheden op 1 december 1927 in twee kamers welke verhullend "Het Meetgebouw" werden genoemd.

Tussen 1927 en 1940 richtte het werk zich voornamelijk op artillerie-gerelateerde problemen. Onderzoek naar het akoestisch lokaliseren van vliegtuigen en het daaraan gerelateerde probleem van elektromechanische datatransmissie resulteerde in de realisatie van een meer praktisch akoestisch luistertoestel.

Von Weiler, die in 1934 in dienst trad van Het Meetgebouw, ontwikkelde een mobiele radio zend-ontvanger voor gebruik tussen twee grondstations. Deze zend-ontvangers werkten met een golflengte van 1,5 meter (200 MHz) wat in die tijd behoorlijk geavanceerd was.

Tijdens propagatie-experimenten ontdekte von



Prof. ir. J.L.C.W. von Weiler

Weiler de reflectieve eigenschappen van vliegtuigen op radiogolven. Dit resulteerde in de succesvolle ontwikkeling van het "Elektrische luistertoestel" in 1939. De afkorting radar (radio detection and ranging) was nog onbekend.

Met het toestel werden pulsen van 400 MHz uitgezonden met daartussen vaste ontvangst (luister)intervallen. Voor zenden en ontvangen werd dezelfde antenne gebruikt. Naast akoestische doelindicatie beschikte het toestel ook over visuele doelindicatie en afstandsbepaling door middel van een cirkelvormige elektronenstraalbuis (beeldscherm).

Akoestisch luistertoestel 1932



Elektrisch luistertoestel 1939



Een ander onderwerp van belang was rivierverdediging tegen vijandelijke schepen door ze te onderscheppen met behulp van IR bundels of onderwatergeluid. Ook een vroege vorm van elektromagnetische vriend/vijand herkenning (IFF) werd ontwikkeld.

Toen Nederland in mei 1940 door Nazi troepen werd binnengevallen, zag von Weiler kans te ontkomen naar Engeland met medeneming van de radarontwerpen. De belangrijkste hardware componenten, benodigd voor de assemblage van twee luistertoestellen, werden via een andere route vanuit bezet Nederland gesmokkeld en bereikten hem enkele weken later. In Nederland werden alle sporen van het radaronderzoek en overig werk dat voor de Duitse oorlogsmachine aangewend zou kunnen worden vernietigd. De staf van Het Meetgebouw moest de Waalsdorpervlakte verlaten en ging op in de PTT organisatie te Den Haag als Fysisch Laboratorium PTT. Formeel bestond het werk tijdens de bezetting (1940 – 1945) uit het ontwikkelen van technische hulpmiddelen voor de medische en biologische wetenschap. In de praktijk werd echter ook, clandestien, gewerkt aan de ontwikkeling van zendapparatuur. Met name werd gewerkt aan een 1 MHz omroepzender en een 6 MHz lange-afstand zender, beide bedoeld voor het lenigen van de verwachte na-oorlogse behoefte.

Vanaf 1945 werden de voor-oorlogse activiteiten op het gebied van onder andere radio, radar en infraroodtechnologie voortgezet in Waalsdorp onder de naam Fysisch Laboratorium. In 1948 werd dit laboratorium toegevoegd aan de TNO organisatie. Bezoeken aan bevriende naties hadden getoond welk een enorme groei defensie-onderzoek had doorgemaakt tijdens de oorlog en hoe dit had geresulteerd in belangrijke technische vooruitgang in militaire apparatuur. Om de verloren jaren in te halen en om weer een nationale positie te verwerven op het gebied van defensie-onderzoek, moesten nieuwe onderzoeksterreinen ontgonnen worden zoals passieve en actieve sonartechnologie, speciale radartechnologieën, elektronische rekenmethoden en operationele research. Nieuwe onderzoeksgebieden, zoals digitale vuurleidings technologie en het ontwerp van hoekinformatie-systemen met lichtgevoelige elementen (codeschijven) werden daaraan toegevoegd. Het aantal medewerkers nam evenredig toe met de explosieve groei van het aantal onderzoeksterreinen. Halverwege de jaren zestig werd het aantal van 250 mede-

werkers bereikt. Het laboratorium had zich ontwikkeld tot een internationaal erkend kenniscentrum.

De accommodatie had geen gelijke tred gehouden met de personeelsaanwas en op het eind werd het laboratorium gehuisvest in een twee verdiepingen stenen gebouw met uitbouwen, bijgeplaatste houten loodsen en andere, tijdelijke, voorzieningen. Dientengevolge werd in 1967 een nieuw, drie verdiepingen gebouw in gebruik genomen dat nu het hoofdbestanddeel vormt van het huidige TNO-FEL gebouw.

Het LEOK en diens voorgangers (1946 – 1984)

Von Weiler, die in 1940 in Engeland in dienst was getreden van de Koninklijke Marine, keerde terug in Nederland in 1946. Hij zette zijn radar ontwikkelings- en advies werk voort als hoofd van de Afdeling Ontwikkeling en Test van de Koninklijke Marine Radio Dienst in Oegstgeest. Deze afdeling, bestaande uit 25 man, werd in 1950 het Laboratorium voor Elektronische Ontwikkeling (LEO) en was gericht op het invullen van de onmiddellijke behoeften aan operationele apparatuur voor radio communicatie en radar. In 1955 werden de werkzaamheden uitgebreid tot het terrein van de Koninklijke Landmacht en Koninklijke Luchtmacht en de naam werd veranderd in LEOK, Laboratorium voor Elektronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht.

In 1958 werd een nieuw, twee verdiepingen gebouw betrokken waardoor onder andere ruimte gecreëerd werd voor onderzoek op het gebied van radarsystemen en training- en simulatie-apparatuur. In 1977 was het aantal werknemers gegroeid tot 150. In hetzelfde jaar besloot de krijgsmacht de militaire status van het LEOK te laten vervallen

Het LEO(K) begon in 1950 op één verdieping van dit gebouw





Thermische opname gemaakt in 1961

door het laboratorium te laten opgaan in de TNO organisatie.

Het TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium, TNO-FEL (1984 -)

De voortdurende discussie aangaande de organisatie van de toekomstige taken van beide laboratoria resulteerde in de beslissing beide laboratoria te integreren op één locatie. De capaciteit van het Waalsdorp laboratorium werd vergroot en het nieuwe TNO-FEL begon op 1 december 1984, precies 57 jaar nadat defensie onderzoek op Waalsdorp een aanvang had genomen.

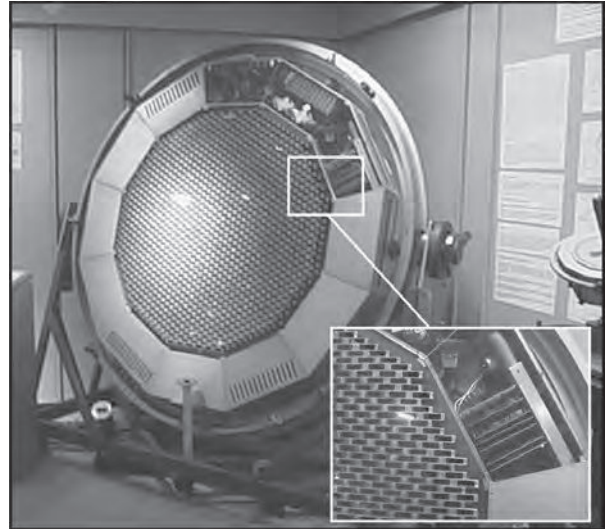
TNO-FEL heeft sindsdien zijn traditionele rol voortgezet als één van de drie instituten van de Defensie Organisatie van de Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO).

Het museum "Waalsdorp" is zoals gezegd niet algemeen voor het publiek toegankelijk. Het museum is echter wel virtueel te bezichtigen: <http://www.tno.nl/instit/fel/museum>

CV

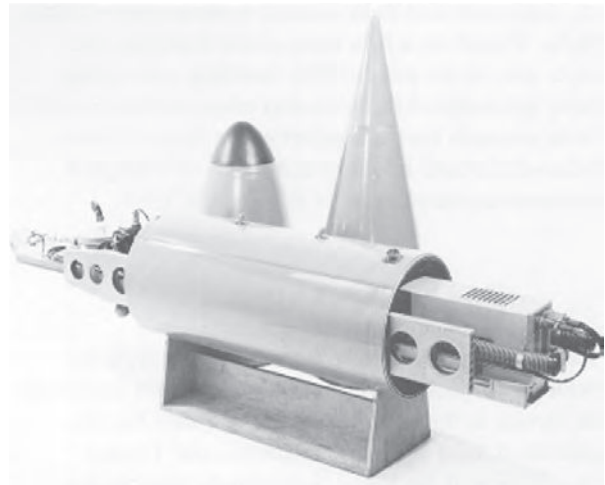
Aad van derVoort is geboren in 1932 in Den Haag. Na afstuderen aan de Technische Hogeschool Delft, richting Elektrotechniek, in 1960, treedt hij in dienst van het Fysisch Laboratorium TNO onder leiding van ir. IJ. Boxma. Na gewerkt te hebben op de afdeling geheimcommunicatie, wordt hij, in 1969, aangesteld als projectleider in de rekengroep. Hier houdt hij zich bezig met de ontwikkeling van meetapparatuur ten behoeve van het meten aan kanonnen en projectielen in de vlucht.

In 1984 wordt hij afdelingshoofd binnen de ontwikkelingsdivisie en in 1987 komt hij te werken bij de groep Bijzondere Onderwerpen binnen de divisie Radar & Communicatie. In 1992 gaat hij met VUT en datzelfde jaar wordt hij vrijwilliger bij het museum "Waalsdorp". Vanaf 1999 is hij conservator van het museum.



CAISSA golfpijp array antenne 1978

Oefen-radar stoorbron in een vliegtuigpod 1968



Stichting Signaalmuseum

Huib Visser

Dit artikel is tot stand gekomen met de welwillende medewerking van de heer H.J. Stevelink, voorzitter van de Stichting Signaalmuseum, en de heer F.H. ter Horst. Verder is uitvoerig gebruik gemaakt van 'Beknopte Geschiedenis van Hollandse Signaalapparaten B.V. te Hengelo', een uitgave van de Stichting Signaalmuseum, opgesteld door G.E. Jeunink, oktober 1994.

Stichting Signaalmuseum

Al sinds het begin van de jaren tachtig is een groep Signaalmedewerkers, met toestemming van de directie, actief bezig met het verzamelen van oude Signaal-vuurleidingapparatuur, documenten, foto's, etc. De bedoeling van deze activiteiten is het vergaren van materiaal voor het inrichten van een nog op te richten Signaalmuseum.

In 1990 is het museum ondergebracht in de vorm van een stichting. De doelstelling van de Stichting Signaalmuseum is het voor de toekomst bewaren van de historie en de daarbij behorende producten

van Hollandse Signaalapparaten B.V. De stichting draait geheel op vrijwilligers, meest gepensioneerden.

Het museum is ondergebracht in ruimten in de kelder, waarin naast een expositieruimte tevens een werkplaats, een onderdelenmagazijn en een opslag voor documenten is ondergebracht.

Naast deze expositieruimte zijn ook diverse apparaten tentoongesteld in andere ruimten van de Signaalgebouwen. Zo is door museumvrijwilligers in de oude hoofdingang o.a. apparatuur opgesteld, welke ooit door Signaal in het verleden is vervaardigd. Een opmerkelijk stuk in deze ruimte is een replica van het 'von Weiler 1939 Elektrisch Luister-toestel', zie ook elders in dit nummer. Deze replica is vervaardigd ter ere van het 75 jarig bestaan van Hollandse Signaalapparaten B.V. in 1997. (Een vaste medewerker van von Weiler, ir. M. Staal werd in 1962 directeur van Signaal). Het museum heeft zich gespecialiseerd in mechanische-electrische vuurleidingsystemen uit de periode 1930 – 1965. De reden hiervoor is dat na deze periode het digitale tijdperk intrad en vele van de in dat tijdperk ontwikkelde systemen nog in gebruik zijn. Helaas is het museum niet in staat alle toestellen en systemen die zij bezit ten toon te stellen omdat veel onderdelen te veel ruimte innemen. Het museum is niet algemeen voor het publiek toegankelijk.

De geschiedenis van Hollandse Signaalapparaten B.V. wordt, in samenwerking met de Stichting Signaalmuseum, ook tentoongesteld in openbare musea. In het HEIM (Hengelo's Educatief Industrie Museum) bevindt zich een Signaalzaal. Ook aan boord van het

Expositieruimte van het Signaalmuseum

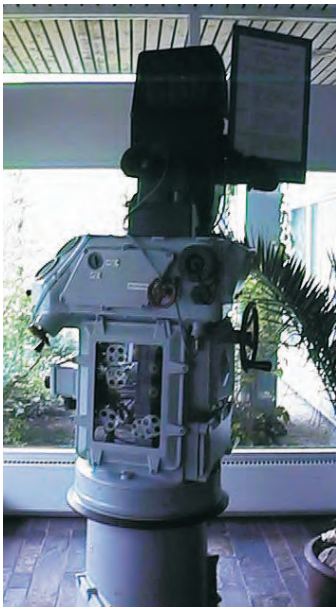


museumschip Hr. Ms. Mercurus te Scheveningen bevindt zich een Signaalkamer**.

Hollandse Signaalapparaten B.V. – Periode 1922-1945

De geschiedenis van Signaal vangt aan in 1921, wanneer de toenmalige Artillerie-Commissie van de Koninklijke Marine het advies uitbrengt om vuurleidinginstallaties te laten vervaardigen ten behoeve van de kruisers Hr. Ms. Java en Hr. Ms. Sumatra volgens het "Duitsche Systeem". Aangezien het verdrag van Versailles een fabricage in Duitsland niet toestond, werd een overeenkomst aangegaan tussen de firma's N.V. Hazemeyer, Fabrik van Electriche Apparaten te Hengelo (O), Siemens & Halske te Berlijn en de N.V. Internationale Patenthandel "IPATH" te 's-Gravenhage, waardoor fabricage in Nederland kon plaatsvinden. Dit resulteerde, in de zomer van 1922, in de oprichting van N.V. Hazemeyers Fabrik van Signaalapparaten. Het bedrijf ving aan met de eerste opdracht, de vuurleidingsystemen voor de Nederlandse Marine. Het personeel bestond toen uit 70 man, waaronder vele Duitsers, waarvan de meeste werkzaam waren als fijn-machinebouwer, bij Signaal genaamd: Mechaniker. De eerste opdracht werd al spoedig gevolgd door opdrachten uit Zweden, Roemenië, Argentinië, Chili, Spanje, Italië, Turkije, Finland, Yoego-Slavië en – indirect –

Opto-mechanisch richttoestel van "Hazemeyer Signaalapparaten", ca. 1930

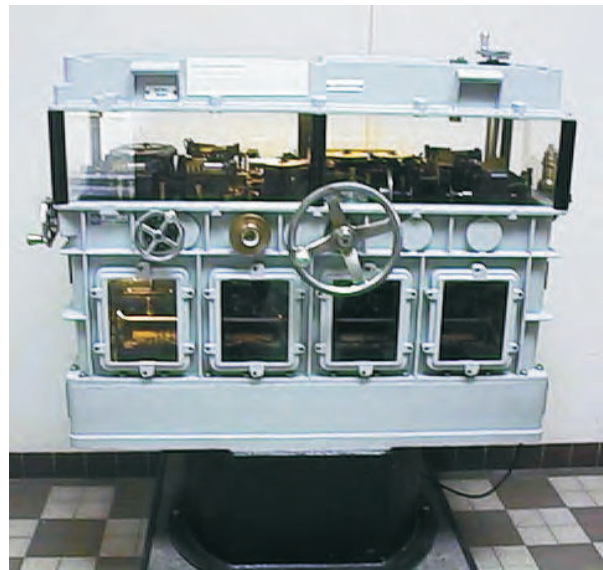


Duitsland.

Voor de goede orde dient nog opgemerkt te worden dat dit alles in het pre-radar tijdperk plaatsvond; de vuurleidinginstallaties waren opto-mechanische instrumenten.

Omdat de Koninklijke Marine zich vanaf 1931 intensief was gaan bezighouden met de verbetering van haar vuurleiding-apparatuur werd het wenselijk geacht

een waarnemer te plaatsen bij de "Duitsche fabriek" Hazemeyer Signaalapparaten om toe te zien op de Nederlandse (maritieme) belangen. In Oktober 1936 werd de artillerist Ltz 1e klasse J.J.A. Schagen van Leeuwen als "assistent van de directie" toegevoegd aan de staf van de N.V. Hazemeyer Signaalapparaten. Dit ging gepaard met de nodige tegenzin van de toenmalige overwegend Duitse directie. In de jaren dertig was de Duitse invloed namelijk steeds groter geworden, o.a. door overname van aandelen en de afhankelijkheid van kritische Duitse onderdelen.



Rekentafel ("rekenaar") behorend bij mechanische-electrische vuurleiding. Overbrenging o.a. via stangen en kruiskoppelingen. Fabrikaat Hazemeyer Signaalapparaten, ca. 1930. Afkomstig uit Zweden

Schagen van Leeuwen droeg in belangrijke mate bij aan het opwekken van de interesse voor technische problemen aan boord van schepen, verbonden aan de door hem als dringend onderkende automatisering van vuurleiding en geschut tegen zee- en luchtdoelen.

In 1936 werd de eerste vuurleidinginstallatie tegen luchtdoelen met het z.g. weg/snelheid principe aan boord van Hr.Ms. de Ruiters geplaatst. Dit bleek een groot succes, getuige het feit dat, na demonstraties in Engeland, de Amerikanen besloten deze installatie (in licentie) na te bouwen.

In 1938 werd de opdracht ontvangen voor de ontwikkeling van een prototype vuurleidingtoestel voor de landmacht, ter bestrijding van luchtdoelen. In zeer korte tijd werd door de Duitser Croll een prototype gerealiseerd dat uitstekend bleek te vol-

(*) Techniekmuseum HEIM, Bornsestraat 7, 7556 BA Hengelo, Tel: 074 – 2430054, Openingsdagen: dinsdag t/m zondag van 14:00 tot 17:00 uur.

(**) Museumschip Hr. Ms. Mercurus, Schokkersweg (Eerste binenhaven), Scheveningen (Den Haag), Tel: 070 – 3540315, Openingsdagen: dinsdag t/m zondag van 10:00 tot 17:00 uur.

doen en resulteerde in een grote bestelling van Leger en K.N.I.L. (Koninklijk Nederlands Indisch Leger) van het nieuw ontworpen Lg4 vuurleidingstoestel. Met de toename van de opdrachten aan het eind van de jaren dertig werd het noodzakelijk dat de fabriek en het personeelsbestand werd uitgebreid; het aantal werknemers steeg tot 900.

In 1939 volgde Schagen van Leeuwen F. Hazemeyer, na diens overlijden, op als directeur van de firma. De overwegend Duitse bedrijfsleiding was niet gelukkig met deze benoeming en heeft Schagen van Leeuwen het functioneren als directeur danig bemoeilijkt.

Op de eerste dag van de Duitse invasie, 10 mei 1940, werd Hengelo bezet door Duitse troepen. Door deze snelle bezetting konden voorgenomen maatregelen ter vernietiging van de fabriekscomplexen niet worden uitgevoerd. Schagen van Leeuwen en enkele medewerkers van N.V. Hazemeyer Signaalapparaten weken uit naar Engeland met medenemen van belangrijke documenten. Hierdoor was het o.a. mogelijk het in Engeland gestationeerde schip Hr. Ms. Willem van der Zaan te voorzien van moderne luchtafweerwapens met bijbehorende Hazemeyer Signaal vuurleidinginstallatie; een systeem dat door de Engelsen en Amerikanen in grote getallen werd nagebouwd.

De fabriek werd in 1944 zwaar getroffen door geallieerde bombardementen. Er werkten toen 1298 personen. Het vlak voor de oorlog ontwikkelde vuurleidingstoestel werd gedurende de bezetting in serie vervaardigd voor de Duitse luchtmacht. Na de bombardementen werden vele nog ongeschonden machines weggevoerd naar Duitsland en nam de productie snel af.

In 1945 keerde Schagen van Leeuwen terug in Hengelo met de opdracht een onderzoek in te stellen naar de toestand van het bedrijf N.V. Hazemeyer Signaalapparaten. Het bedrijf bleek inmiddels bezet te zijn door Canadese troepen. Later dat jaar werden hij en H.T. Buis, voorheen chef van de Bouw- en Onderhoudsdienst van Hazemeyer Signaalapparaten, door het militaire gezag aangesteld als beheerders waarmee de staatsrechtelijke positie van de N.V. Hazemeyer Signaalapparaten geregeld was.

Hollandse Signaalapparaten B.V. – Periode 1945-1964

Na het vertrek van de geallieerde troepen kon niet direct aangevangen worden met de ontwikkeling en bouw van vuurleidingapparatuur; wel werden voorbereidingen getroffen om de fabricage weer te kunnen opstarten. Begonnen werd, in de eerste na-oorlogse jaren, met het uitvoeren van onderhoud; wijzigingen aan Engelse vuurleidinginstallaties van de Kon. Marine en van civiele opdrachten zoals de reparatie en productie van textielmachines en ontwerp en productie van industrie-naaimachines en horlogemakers-draaibanken.

Daarna begonnen opdrachten van de Koninklijke Marine binnen te komen en in 1946 waren al weer 500 werknemers werkzaam in de oude fabriek. In 1947 werd de naam van de firma veranderd in N.V. Hollandse Signaalapparaten, welke naam in 1948 officieel werd. In 1949 werd begonnen met de start



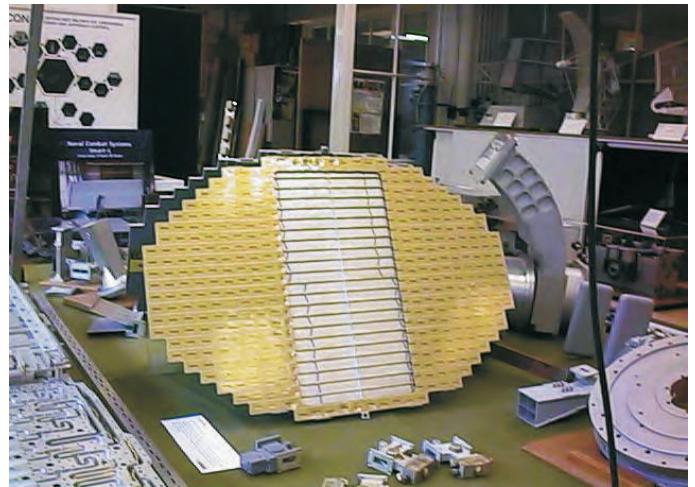
*Elektromechanisch vuurleidingstoestel ("rekenaar")
Fabrikaat N.V. Hollandse Signaalapparaten, 1952-1960*

Ballistische correcteur behorend bij bovenstaand vuurleidingstoestel



van een nieuwe fabriek. Samen met de Koninklijke Marine en P.T.I. (Philips Telecommunicatie Industrie) Huizen werd nieuwe vuurleidingapparatuur; radarapparatuur voor marine en landmacht (ook radarapparatuur voor de luchtmacht) ontwikkeld waarbij de nieuwste radarontwikkelingen werden toegepast. Deze ontwikkelingen waren bestemd voor de kruisers en jagers van de Kon. marine; navigatiestations van de luchtmacht en mobiele radar/vuurleidinginstallaties van de landmacht. Voor het leger werd begin 1950 de eerste mobiele L3/2 vuurleidinginstallatie met radar ontwikkeld, waarvan 80 stuks zijn geleverd aan België. Deze installatie, welke bestemd was voor gebruik bij het bestrijden van luchtdoelen, had tot taak het opsporen en afstand meten van het doel; gelijktijdig zoeken en volgen was in die tijd nog niet mogelijk. Voor het Nederlandse leger werd de L4/3 vuurleidinginstallatie ontwikkeld. Met deze installatie was het mogelijk een doel op te sporen en hand/automatisch te volgen. Omstreeks 1960 werd de digitale vuurleidinginstallatie L4/5 voor de Nederlandse landmacht en M44/45 voor de Kon. marine ontwikkeld waarmee tegelijkertijd een doel opgespoord en met de zoekradar gevolgd kon worden (Track While Scan). De voor de Kon.

Hollandse Signaalapparaten geïntegreerde richtklok en "rekenaar", 1960-1970



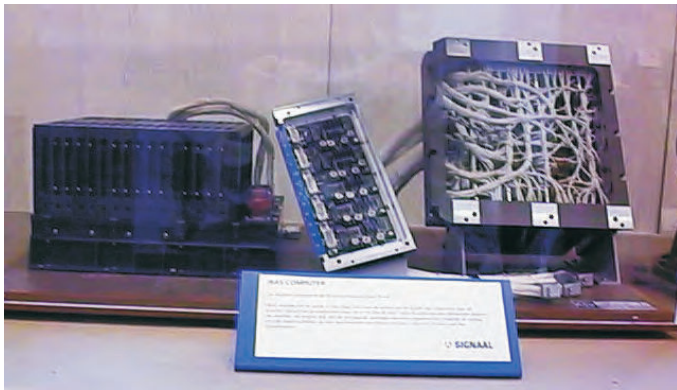
Deel van F16 radar antenne, door Signaal in licentie vervaardigd

marine ontwikkelde radar/vuurleidingsystemen werden op de v. Speyk fregatten gemonteerd en waren ook voorzien van het eerste geleide wapensysteem voor de Sea-Cat. Inmiddels was, in 1956, het grootste deel van de aandelen in handen gekomen van N.V. Philips Gloeilampenfabrieken waarmee de elektronische ontwikkeling goed op gang was gekomen.

Hollandse Signaalapparaten B.V. – Periode 1964-1979

Het jaar 1964 was een belangrijk jaar voor Signaal, vanwege de invoering van de digitale technieken middels de levering van de L4/5 vuurleidinginstallatie aan het Nederlandse leger. De eerste digitale "rekenaar" werd ontwikkeld in nauwe samenwerking met het TNO Fysisch Laboratorium. Met het binnentreden van het digitale tijdperk nam de hoeveelheid werk van de "mechanikers" af en veranderde de aard van de werkzaamheden. Werd aanvankelijk het elektronische deel van de radar gemaakt bij P.T.I.; in het begin van de jaren zestig werd de volledige productie geconcentreerd bij Signaal in Hengelo. Naast militaire apparatuur werd ook de civiele (radar) markt bediend. Daarnaast werden licentie-opdrachten uitgevoerd zoals o.a. voor Nike, Hawk, F104, F5 en F16.

Verder nam Signaal deel aan de bouw van kerncentrales (regelstavenaandrijving) en samen met Fokker en Philips werkte Signaal mee aan de bouw van de ANS (Astronomische Nederlandse Satelliet) welke eind 1974 in een baan om de aarde werd gebracht. Later heeft Signaal, samen met Fokker en NASA (In 1974 was Signaal volledig door Philips



On board computer IRAS, vervaardigd door Signaal, ca. 1980

overgenomen) de IRAS (Infra Rood Astronomische Satelliet) vervaardigd, welke in 1983 werd gelanceerd.

Voor de Nederlandse krijgsmacht werden nieuwe ontwikkelingen opgestart. Zo werd ten behoeve van de Koninklijke Marine in 1970 de 3-D radar ontwikkeld, qua afmetingen het grootste systeem ooit door Signaal gemaakt. Het Signaalmuseum kan over één van deze gebruikte systemen beschikken maar heeft helaas niet de ruimte om het ten toon te stellen.

Internationaal in het oog springende producten van Signaal zijn o.a. de M20 serie radar-vuurleiding, de eerder genoemde 3-D radar, de Goal-



Signaal nacht- of restlichtkijkers

keeper, de Flycatcher en de STIR (Signaal Tracking and Illumination Radar).

Veel van deze systemen zijn nog in gebruik en kunnen daarom nog niet in het museum opgenomen worden. Hetzelfde geldt in nog hogere mate voor ontwikkelingen van na 1979. Indien echter enthousiaste vrijwilligers zich blijven inzetten voor de doelstelling van de Stichting Signaalmuseum, dan zullen ook in de toekomst de huidige modernste radarsystemen met de achterliggende ideeën en gedachten voor het nageslacht bewaard blijven.

Stelling

“Traditie en innovatie gaan niet goed samen”

proefschrift van B.G. Arsintescu,
CONSTRAINT MANAGEMENT AND TRANSFORMATIONS,
Delft, 30 november 1998

De studieverzameling van de faculteit der elektrotechniek TUD

ir. W.W. Schongs Pr.Eng.

Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek TU Delft



Historie 1842-2000

In het najaar van 1998 werd de gerenoveerde Studieverzameling van de Faculteit der Elektrotechniek van de TU-Delft met een korte ceremonie heropend. De geschiedenis gaat echter terug tot 1842, het jaar dat in Delft de Koninklijke Civiele Akademie werd opgericht. Reeds toen was Toegepaste Natuurkunde een belangrijk basisvak. De instrumenten voor demonstraties, zoals Leidse flessen, tangentenboussoles, etc., bewaarde men in een "Fysisch

De Loewe Opta drie-in-één ballon uit 1927 wordt als de oudste geïntegreerde schakeling beschouwd (foto: Joosen en Schongs)



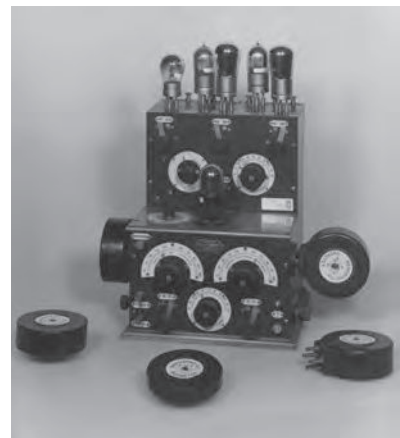
Cabinet". Pas tegen het einde van de eeuw introduceerde men de eerste echte elektrotechnische vakken. Omdat in Nederland op dat moment daar nog geen eigen industrie voor bestond, werd de voor dit onderwijs benodigde apparatuur uit het buitenland betrokken. Op die manier ontstond er een groot assortiment van Europese elektromechani-



Ericsson tafel-telefoonstoel ca. 1905. Een handinductor zorgt voor het weksignaal (foto: Joosen en Schongs)

sche fabrikaten.

Tegelijk met de oprichting van de Technische Hogeschool in 1905 begon men in Delft ook met de opleiding tot elektrotechnisch ingenieur. Daar de laboratoria van de nieuwe studierichting nu zelf het beheer gingen voeren over de technische inventaris, betekende dit het einde van het Fysisch Cabinet als het centrale depot van de instrumenten. Men



Een ontvangtoestel van het merk Ducretet met vacuumbuizen en verwisselbare spoelen uit het begintijdperk van de radio (foto: Joosen en Schongs)

richtte de aandacht vooral op de moderne techniek. De waardevolle oude instrumenten werden niet meer gebruikt en dreigden zelfs geheel in vergetelheid te geraken. Dankzij de inspanningen van enkele toegewijde professoren konden ze grotendeels worden gered, om uiteindelijk de basis te vormen van de huidige elektrotechnische studieverzameling.

In 1969 betrok de Faculteit der Elektrotechniek haar nieuwe 22-verdiepingen hoge gebouw. De riante 2500 vierkante meter grote kelderruimte werd nu het permanente onderkomen van de verzameling, die, ondanks een compacte, sobere presentatie, door de bezoekers bijzonder wordt gewaardeerd. Daar het budget alleen in de lopende kosten voorziet, is er geen moge-



Schappen met allerlei draaispoelmeters getuigen van het analoge tijdperk.
(foto: Joosen en Schongs)



Radiotoestellen maken deel uit van de Studieverzameling. Studenten Industrieel Ontwerpen zijn vooral geïnteresseerd in de vormgeving. (foto: Joosen en Schongs)

lijkheid voor het gericht aankopen van historisch materiaal. Daarvoor in de plaats heeft het motto: "Belt U ons even vóórdat U iets wegdoet", door de jaren heen tot interessante donaties geleid van binnenuit de TH/TU en van diverse firma's en rijksinstellingen uit het gehele land.

De collectie

Ondertussen groeide de Studieverzameling uit tot een belangrijke bron van informatie. Er ontstonden deelcollecties voor sterkstroom, metingen en zwakstroom en er is een bibliotheek. Sterkstroom-objecten zijn in verband met de beperkte toegankelijkheid van de ruimten niet altijd gemakkelijk te plaatsen. Om die reden staan twee gelijkstroomdynamo's gebouwd in 1890 bij Smit Slikkerveer in de entreehal van het faculteitsgebouw. In 1905 introduceerde de bekende

Ampèremeter van omstreeks 1900. Zwaartekracht zorgt voor het terugstelmoment. (foto: Joosen en Schongs)



professor Feldmann het construeren en berekenen van elektrische machines. De als onderwijsmodellen uitgevoerde delen van zulke machines hebben inmiddels een vaste plaats in de verzameling. Verder is er een klein overzicht van lichtbronnen: boog-, gloei- en neonlicht.

De hoeveelheid meetinstrumenten, volt-, ampère- en kWh-meters is enorm uitgebreid. Maar de pronkstukken zijn toch de artefacten uit de begintijd van het "Physisch Cabinet". Deze tangentenboussoles, galvanometers en andere, soms bedrieglijk primitief ogende meettoestellen zijn goed zichtbaar geëtaleerd in verlichte vitrines. Belangrijk is de door Eindhoven ontworpen snaargalvanometer die in 1904 de eerste electrocardiografie mogelijk maakte. De schappen met allerlei soorten draaispoelmeters, die vele decennia dienst deden in de faculteitslaboratoria en in een kort tijdsbestek moesten wijken voor hun digitale tegenhangers, getuigen van het analoge tijdperk.

Behalve de eerdergenoemde objecten bezit de Studieverzameling een grote afdeling zwakstroomproducten. Uniek is een Hughes elektrische morsetele-

graaf uit 1868, een geschenk van PTT. De geschiedenis van de draad-telefonie wordt getoond door enkele intacte handbediende en (half-)automatische centrales.

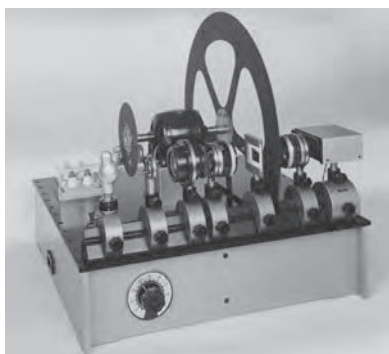
Met nagebouwde apparatuur kan men op college demonstraties geven van Hertz' historische proef. Een praktische toepassing van deze elektromagnetische golven is een gereconstrueerde scheepsradiohut met een authentieke vonkzender, staande in de entreehal van de hoogbouw. De volgende stap bij radio communicatie was de elektronenbuis. Slechts enige tientallen meer aparte typen van de duizenden opgeslagen stuks liggen uitgesteld. Genoemd zij de originele de Forest-triode uit 1906 en de Loewe drie-in-één ballon uit 1927. Laatstgenoemde ziet men thans als een voorloper van de integrated circuits.

Een reeks computers behoort mede tot de inventaris. Extra aandacht verdienen een door de TH Delft gebouwde relais computer die tot 1964 dienst deed en twee buizencomputers. Erna leidde de snelle groei van deze sector tot zo veel aanbiedingen, dat ruimtegebrek een zeer streng acquisitiebeleid nodig maakte.

Tot de Studieverzameling behoren nog een archief van documentaties van fabrieksapparatuur en een omvangrijke technische bibliotheek. Bijzondere stukken zijn biografische werken over pioniers zoals Maxwell, Hertz en Fleming. Collegediktaten van vroeger laten zien hoe er toen werd lesgegeven. De soms fraai uitgevoerde gedenkboeken van firma's en overheidsbedrijven bevatten nuttige historische informatie. De bibliotheek wordt gecompleteerd door een ruime keus van studies over technische ontwikkelingen in maatschappelijk perspectief.



De gereconstrueerde radiohut van het S.S. Oranje Nassau in de hal van de Delftse hoogbouw. De authentieke vonkzender uit 1923 is afkomstig van N.V. Radio Holland. (foto: Joosen en Schongs)



Gereconstrueerde zender met nipkowschijf voor de Baird "Televisor". (foto: Joosen en Schongs)

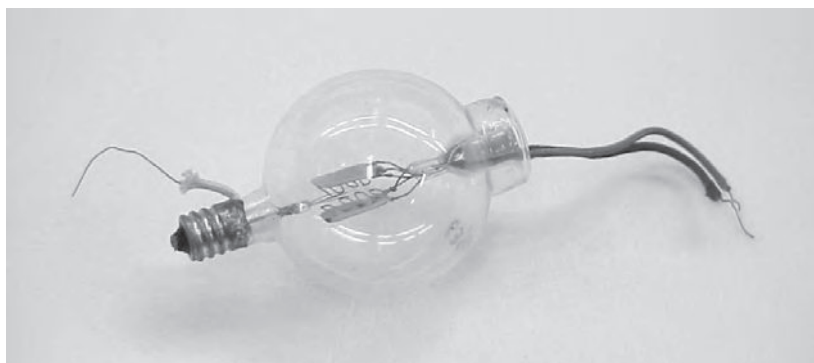
Doelstelling en organisatie

Het behoud van cultureel erfgoed uit ons technisch wetenschappelijke en industriële verleden is de hoofdtaak van de Studieverzameling. In de dagelijkse praktijk betreft dit het bijeen brengen en conserveren van representatief elektrotechnisch materiaal. Een niet onbelangrijke extra taak is het geven van relevante vakhistorische informatie aan docenten en hun studenten. Verzoeken daartoe

komen doorgaans van de zijde van hoogleraren, die de ontwikkeling van hun vakgebied willen laten zien. Soms werkt de Studieverzameling mee aan informatieve radio- en TV-programma's, tentoonstellingen of vakbeurzen. De Studieverzameling wordt geleid door een beheerder. Daarnaast is er de "Werkgroep Geschiedenis der Elektrotechniek", die uit ervaren vrijwilligers bestaat. Sommigen restau-

ren objecten, terwijl anderen zich toelagen op technisch historisch onderzoek, dat soms met een publicatie wordt afgerond. De Delftse Elektrotechnische Studieverzameling is opgenomen in het Nederlandse Museumboek. Bezoekers zijn welkom, hoewel het aanbeveling verdient dit vooraf te melden. Een catalogus is binnenkort beschikbaar op: <http://historia.et.tudelft.nl>

Een van de eerste electronenbuizen: Een Lee de Forest vacuumtriode uit 1906. (foto: Joosen en Schongs)



“Het gaat niet om de onderdelen, maar om de systemen”

Interview met ing. C.S. Caspers
Door Huib Visser*



Wat opvalt als men in contact komt met bedrijfsmusea is dat deze musea veelal gerund worden door vrijwilligers, welke zich kenmerken door een hoge graad van enthousiasme. Een bijna nog hogere graad van enthousiasme kan men aantreffen bij de privé-verzamelaar. Een goed voorbeeld hiervan is ing. C.S. (Cas) Caspers die inmiddels al meer dan een halve eeuw communicatie- en koerscontrolesystemen uit de periode 1940-1945 verzamelt en daardoor beschikt over een indrukwekkende verzameling en kennis op het gebied van deze systemen.

Het is Cas Caspers niet te doen om het statisch ten toon stellen van onderdelen, maar om het completeren van systemen en dan ook nog eens *in werkende*

staat. Het gaat hem niet om de onderdelen, maar om de systemen.

Vragen naar de oorsprong van Caspers' verzameling is vragen naar zijn loopbaan, want beiden blijken nauw verbonden te zijn en over beiden weet hij met elan te vertellen.

Als HBS - scholier zat hij tijdens de oorlog ondergedoken in Wormerveer. Gedreven door zijn interesse in elektronica ging hij er vaak op uit om neergestorte vliegtuigen van hun elektronische uitrusting te ontdoen. Zonder gevaar was dit uiteraard niet, maar geholpen door de waterrijke omgeving wist hij de Duitse bezetters toch altijd voor te blijven. Niet zonder trots weet hij te vermelden dat hij er – ook

toen – altijd in geslaagd is de apparatuur werkend te krijgen. Daar zat en zit voor hem nog steeds de grootste genoegdoening in: Uitvinden wat het is en hoe het werkt.

Veel materiaal uit die tijd is niet langer meer in zijn verzameling; het is geruimd tegen andere

objecten of verdwenen bij verhuizingen.

Na het behalen van het HTS diploma trad Cas Caspers in dienst van het NLL (Nationaal Luchtvaart Laboratorium) te Amsterdam, tegenwoordig NLR (Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium) geheten. Hij kwam te werken op de Algemene Elektronische Afdeling van de V-sectie, onder leiding van de later prof. van Oostrom. In de Sectie Onbemande Vliegtuigen (O - sectie) werd gewerkt aan de kennisopbouw met betrekking tot supersone vliegtuigen en ruimtevaart.

Het NLL beschikte in die tijd over een laboratoriumvliegtuig van het type Siebel Si204, een Duits tweemotorig licht transportvliegtuig. Dit vliegtuig was het eigendom van Z.K.H. prins Bernhard en werd door hem aan het NLL verhuurd. Later heeft het NLL dit vliegtuig gekocht. Het toestel was afkomstig van een luchtmachtbasis in Schotland alwaar zich nog wrakstukken van dit type vliegtuig bevonden. In één van deze wrakstukken bevond zich onder andere nog de originele radio-installatie; het Funk Gerät 10 (FuG10). Tegen ruiling van tij-

Cas Caspers te midden van een deel van zijn verzameling

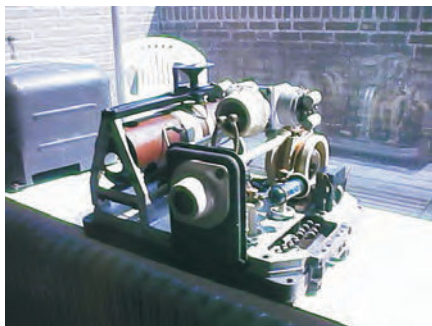


* Met dank aan Remco Caspers voor aanvullende informatie.

dens de oorlog uit neergestorte vliegtuigen verkregen apparatuur is deze radio-installatie verkregen. Een deel van deze installatie bevindt zich nog in de verzameling, een deel is bij verhuizingen weggedaan. Het korte golf gedeelte van de FuG10 is nu compleet en in werkende staat aanwezig in de verzameling.



FuG10 (Funk Gerät 10). In deze uitvoering: 3 MHz –6 MHz. Rechts afstandsbediening voor antenne-aanpassing eenheid.

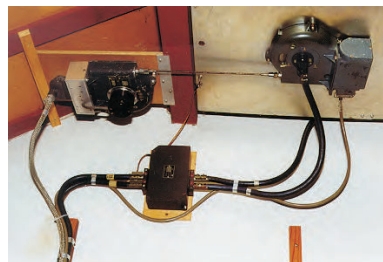


Antenne-aanpassing eenheid behorend bij FuG10

De complete FuG10 bestond uit een lange en een korte golf set. Op de foto zijn de EK10 (Empfänger Kurz 10) en de SK10 (Sender Kurz) te zien. De EL10 en SL10 hebben hetzelfde uiterlijk als hun korte golf tegenhangers.

Soms werd één van de ontvangers van de FuG10 vervangen door de EZ6 (Empfang Ziel 6), een automatische pijlinstallatie, om het vliegtuig betere navigatiemiddelen te geven. Ook de EZ6 is in de verzameling aanwezig, maar mist de zoge-

naamde "Funkbeschicker", een compensator voor pijlafwijkingen ten gevolge van het metaal in het vliegtuig. Om het systeem in werkende staat te krijgen heeft Cas Caspers dit onderdeel zelf vervaardigd in afwachting van een originele "Funkbeschicker". Dit is niet zo vreemd als het op het eerste gezicht lijkt. Meer dan 50 jaar na afloop van de tweede wereldoorlog komen er nog steeds componenten van systemen binnen. Verzamelen is bovenal een kwestie van geduld; het kan decennia duren voordat een systeem gecompleteerd wordt. In de EZ6 komen drie passies van Cas Caspers tezamen: radiotech-



Antenne eenheid behorende bij de EZ6. De antenne is zo plat, dat hij onder een plexiglasen radome in en conform de huid van het vliegtuig aangebracht kon worden! (foto: Caspers)

EZ6 (Empfang Ziel), automatische pijlinstallatie voor gebruik in vliegtuigen (foto: Caspers).



niek, navigatietechniek en elektromechanica.

Voor de O - sectie van het NLL werkte Cas Caspers onder andere aan een telemetrie-systeem voor vrije - vlucht metingen aan raket- en vliegtuigmodellen. Het systeem, dat werkte op 465 MHz, werd gecombineerd met een doppler – transponder – systeem. Voor deze oplossing werd gekozen omdat de modellen met een 'booster' in vrije vlucht gebracht werden en deze 'booster', na afstoten, het dopplerspectrum niet mocht vervuilen. Het transponder-principe werd dus toegepast als filter. In die tijd was in Nederland nog niet veel bekend op het gebied van decimetergolven. Hier vinden we weer een link met de verzameling.

Zowel informatie als componenten waren schaars in die eerste na-oorlogse jaren. Nu waren in die tijd bij het NLL veel brokstukken aanwezig van Duitse radar systemen zoals Freia en Wurzburg. Uit deze wrakstukken werd informatie gewonnen over de werking. Ook nu nog schrikt Cas Caspers er niet voor terug om van een nieuw verworven, ongedocu-

FuG16 voor communicatie tussen vliegtuigen onderling.



menteerd systeemcomponent het elektrisch schema te herleiden. Wanneer hij er in slaagt om van de betreffende component de originele documentatie te achterhalen, blijkt zijn eigen 'reversed engineering' schema het originele vaak in duidelijkheid te overtreffen.

Zoals vermeld, was ook de componentensituatie, vlak na de oorlog, nijpend. Voor het vervaardigen van de telemetrie apparatuur werd dus gebruik gemaakt van de bij het NLL aanwezige brokstukken van geallieerde elektronische systemen. Dit heeft hem nog aardig wat problemen opgeleverd, want na enkele jaren werd ineens duidelijk dat deze wrakstukken het eigendom waren van defensie. Zij waren slechts in bruikleen aan het NLL gegeven en werden

Engelse zend-ontvangstinstallatie. Gebruikt aan boord van bommenwerpers



Een installatie van bovenstaand type aan boord van een Lancaster bommenwerper. Foto gemaakt in Imperial War Museum, Londen



terugverlangd. In de originele staat! Inmiddels ontstane dump-handels hebben uitkomst geleverd voor de aankoop van componenten om de in bruikleen gekregen brokstukken te herstellen.

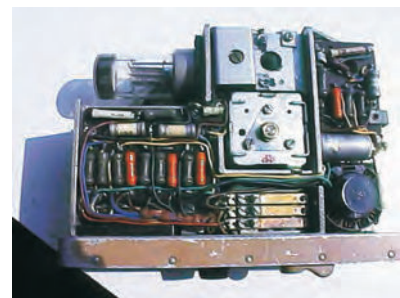
Omdat het NLL een terrein in de Noordoostpolder betrok, verhuisde Cas Caspers van Amsterdam naar de Noordoostpolder. Raketproeven werden uitgevoerd op de Noordpunt van Texel. Ten behoeve van deze experimenten werd een 'Duck' (DUKW-353: 2,5 ton Amerikaans amfibievoertuig) aangeschaft voor het recupereren van over het wad gelanceerde modellen en de lanceerinrichting werd uitgebreid met een radarinstallatie afkomstig van een gestrand schip.

Bij het NLL heeft Cas Caspers veel meetapparatuur voor vliegtuigen ontwikkeld. Met name de door hem ontwikkelde schakelingen welke in hoge mate onafhankelijk waren van temperatuur en voedingsspanningsvariaties zorgden voor veel nationale en internationale belangstelling, onder andere van het Wright Air Development Centre. Omdat een verlangd type zendbuis voor de doppler zender niet door Philips gemaakt werd, ging hij aan de slag met ongeschikt geachte buizen en slaagde er in een stabiele vermogenstrap van 250 W te maken, waarmee de belangstelling van Philips gewekt was. Philips heeft vervolgens voor het latere doppler-transpondersysteem een eindtrap ontwikkeld voor de halve frequentie van 103 MHz.

Omdat het leven in de Noordoostpolder door Caspers en zijn gezin als erg deprimerend werd



KIFuSpr d (Klein Funk Sprecher Dorette), Duitse tegenhanger (ontworpen door Philips) van de Amerikaanse handy talky. Links de batterijkast. Slechts een telefoon / microfoon en antenne hoeven aangesloten te worden voor gebruik.

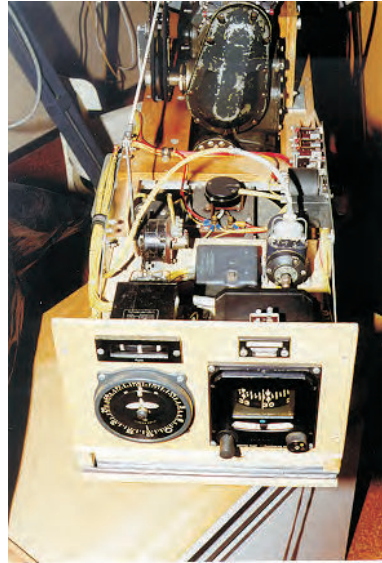


Binnenkant van de KIFuSpr d.

beschouwd, ontstond de wens om naar elders te vertrekken. Dit resulteerde in 1961 - gezien het bovenstaande niet verrassend - in de indiensttreding bij de N.V. Philips Gloeilampenfabrieken. Na verschillende managementposities bekleed te hebben binnen de Philips organisatie kwam hij bij Philips USFA (tegenwoordig Signaal USFA) weer terug bij de techniek, waar toch zijn hart lag en ligt. Bij USFA ging hij weer werken aan telemetriesystemen, nu voor nabijheidsbuizen (proximity fuses). Aanvankelijk werden kopieën van Amerikaanse WOII systemen ontwikkeld, maar met de toenemende versnellingen in de loop (van 10.000 tot 20.000g) voldeden deze kopieën niet meer en moesten nieuwe systemen ontwikkeld worden. Onder andere



SIG. 500 MHz straalverbinding-zendontvanger. Het schijnt dat onder ideale omstandigheden een bereik van meer dan 100 km realiseerbaar is.



Kurssteuerung K4U7 (foto: Caspers)



Kurssteuerung PKS11 (foto: Caspers)

heeft hij bijgedragen aan de ontwikkeling van een simulator waarmee de interferentie tussen nabijheidsbuis en doel onderzocht kon worden en aan de ontwikkeling van de eerste Nederlandse "all transistor fuse". Veel van het ontwikkelingswerk ten behoeve van de nabijheidsbuizen gebeurde in samenwerking met het LEOK (zie ook elders in dit nummer).

Via ontwikkelingswerk op het gebied van lithiumbatterijen kwam Cas Caspers uiteindelijk terecht bij het Centrum voor Fabricage Technieken (CFT), toentertijd een onderdeel van het Philips Natuurkundig Laboratorium. Na zijn tijd bij het NLL

beschouwt hij deze tijd als de mooiste uit zijn werkzame leven. Belangrijke ontwikkelingen uit die tijd zijn een zelfresonante trilvuller en een laser-doppler systeem voor het contactloos meten van de lengte van kabels. De hieruit sprekende voorliefde voor elektromechanische systemen vindt zijn weerslag ook in de verzameling. Na enig nadenken wordt de vraag naar wat nu de trots van Cas Casper's verzameling is beantwoord met: 'De koerscontrolesystemen'. Met het verzamelen, documenteren en restaureren van communicatie- en koerscontrolesystemen uit de periode 1940-1945 is niet alleen een unieke verzameling gegroeid, maar tevens is een

stuk geschiedenis vastgelegd dat niet of nauwelijks aan bod komt in reguliere musea. In het verleden heeft Cas Caspers wel advies en restauratiewerk voor het Londense Science Museum verricht, maar helaas lijkt de huidige museumwereld zich minder en minder te bekommeren om de technische details van hun inventaris en zich te richten op de educatie van het publiek. Hierdoor blijven vele, voor de vakman, interessante gegevens verborgen en zullen we voor het behoud van ons technisch erfgoed steeds meer afhankelijk worden van de gedrevenheid van individuele verzamelaars.

CV

Cas Caspers is geboren in 1927 in Den Haag waar hij, onderbroken door de tweede wereldoorlog, de HBS (B) doorloopt. Na de oorlog haalt hij zijn HTS diploma in de richting Elektrotechniek aan de Hogeschool van Amsterdam in 1948 en in datzelfde jaar treedt hij in dienst bij het NLL (Nationaal Luchtvaart Laboratorium), tegenwoordig NLR (Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium). In 1961 treedt hij in dienst bij Philips waar hij tot zijn pensioen in 1987 achtereenvolgens werkzaam is bij GEM (GEMEenschappelijke belangen), S&I (Science & Industry), USFA (Utrarood Systemen Fabricage Afdeling) en CFT (Centrum voor Fabricage Technieken).



Condensator-impedanties en gegeneraliseerde functies

ir P. van der Wurff
Geldrop

Mijn bijdrage [1] heeft twee interessante reacties uitgelokt [2,3]. Het idee voor mijn artikel ontstond toen ik mijn studenten Laplace-formules zag veranderen in Fourier-formules door domweg iedere p te vervangen door $j\omega$. Studenten tonen zich onwillig aan te nemen dat dit niet voor elke functie van p geoorloofd is, vooral niet als ze zien dat hun methode, losgelaten op $Z(p) = 1/(pC)$, de zo vertrouwde formule $Z(\omega) = 1/(j\omega C)$ voor de impedantie van een condensator oplevert, een formule die ze via de complexe rekenwijze hebben leren kennen. Het kost dan ook enige moeite aannemelijk te maken dat, bij toepassing van correcte regels (die je o.a. bij Papoulis [4] vindt), voor de condensatorimpedantie gevonden wordt:

$$Z(\omega) = \frac{1}{j\omega C} + \frac{\pi}{C} \delta(\omega).$$

Eerst vond ik dit resultaat ook wat vreemd, maar bij nadere beschouwing beviel deze formule mij wel. Als je $Z(\omega)$ opvat als de Fourier-partner van een reële tijdfunctie, dan moet $\text{Im}[Z(\omega)]$ een oneven functie van ω zijn en $\text{Re}[Z(\omega)]$ een even functie. Nu is van de functie $y = 1/x$ de waarde $y(0)$ onbepaald, maar $\text{Im}[Z(\omega)] = 1/(\omega C)$ moet de waarde nul bij $\omega = 0$ hebben, omdat anders functie niet oneven symmetrisch is. De tweede term met de deltafunctie laat zien dat een condensator bij $\omega = 0$ een reële en oneindig grote impedantie vertegenwoordigt.

Is $Z(\omega)$ ook werkelijk de Fourier-partner van een reële tijdfunctie? Ik heb dat laten zien door de condensator voor te stellen als een lineair, tijdinvariant systeem, met de eenheidsstap-sprong als (stroom)impulsresponsie en $Z(\omega)$ als overdrachtsfunctie.

Bij een heleboel toepassingen maakt het niet uit of we rekenen met de klassieke formule voor $Z(\omega)$ of met de hier besproken formule, die een term met $\delta(\omega)$ bevat. In mijn rekenvoorbeeld 1 heb ik een

situatie gepresenteerd waarin het wel uitmaakt, omdat alleen de formule met $\delta(\omega)$ het juiste resultaat oplevert [1]. Neerhoff wijst er terecht op dat bij dit soort berekeningen, waarbij de Fouriergetransformeerde $U(\omega)$ van de condensatorspanning berekend wordt uit het product van $Z(\omega)$ en de Fouriergetransformeerde $I(\omega)$ van de stroom $i(t)$, de functie $I(\omega)$ geen deltafunctie $\delta(\omega)$ mag bevatten [3]. Dat is een logische en aanvaardbare beperking. Een term $\delta(\omega)$ in $I(\omega)$ zou immers betekenen dat er vanaf het begin der tijden eeuwig een gelijkstroom door de condensator wordt gepompt, die ten gevolge daarvan vroeg of laat zal exploderen. (Een niet zo bruikbaar argument in een wiskundig dispuut, vrees ik.)

Heideman, e.a. [2] zijn te streng met hun afwijzing van sommige operaties op gegeneraliseerde functies. Zij vinden dat in mijn rekenvoorbeeld 1 de vermenigvuldiging van $Z(\omega)$ met $I(\omega)$ niet geoorloofd is, omdat $Z(\omega)$ een term met $\delta(\omega)$ bevat en $I(\omega)$ een term met $\delta(\omega - v)$. Ik ontmoet daarbij echter geen enkel probleem. Ook kunnen $S(f)$ en $I(f)$ uit formule (44) van hun artikel [2] probleemloos met elkaar vermenigvuldigd worden. Dat levert namelijk op:

$$j \left(\frac{1}{f_0} \right) \left(0,5\delta(f) + \frac{1}{2\pi f} - 0,5\delta(f - f_0) - \frac{1}{2\pi(f - f_0)} \right)$$

en dit is met de gegeneraliseerde, inverse Fouriertransformatie te herleiden tot de tijdfunctie, die ook met klassieke oplossingsmethoden (Laplace, convolutie) gevonden kan worden.

Ik vermoed dat Heideman, e.a. te hoge eisen stellen aan multiplicatoren. Deze eisen zijn gerechtvaardigd als het gaat om gegeneraliseerde functies in het algemeen, maar deltafuncties zijn gegeneraliseerde functies van een speciaal soort. De deltafunctie $\delta(x-a)$ "ziet" van zijn multiplicator $g(x)$ slechts de functiewaarde $g(a)$. Mij lijkt dat $g(x)$

slechts in de buurt van $x = a$ aan speciale voorwaarden moet voldoen.

Heideman, e.a. zijn van mening dat de ongerijmdheden, waar ik op stuit bij de uitwerking van rekenvoorbeeld 2 [1], voortvloeien uit het gebruik van niet-gedefinieerde operaties op gegeneraliseerde functies [2]. Dat moet dan slaan op de stap:

$$\omega \delta'(\omega) = -\delta(\omega) \quad \text{dus} \quad \delta'(\omega) = -\delta(\omega)/\omega,$$

want volgens Heidemans, e.a. is $1/\omega$ geen multiplier. Neerhoff gebruikt echter dezelfde operatie om van formule (48) tot (49) te geraken [3]. Ik zelf ben geneigd – net als Neerhoff – om, nadat ik me verdiept heb in hun definitie-eigenschappen, enigszins onbekommerd om te gaan met gegeneraliseerde functies als $\delta(\omega)$ en $\delta'(\omega)$.

Hinderlijk blijft de ongerijmdheid, dat dit gereken in rekenvoorbeeld 2 leidt tot een taludfunctie. De in dit voorbeeld gekozen inputfunctie $I(\omega)$ en de “verkeerde” (klassieke) formule voor $Z(\omega)$ zouden daar niet toe mogen leiden.

Referenties

- [1] P. van der Wurff, *Over condensator-impedanties en andere ongerijmdheden*, Tijdschr. NERG, deel 64, nr.2(1999), blz.82-83.
- [2] G.Heideman, R.Brink en W. van Etten, *De condensator-impedantie nader beschouwd*, Tijdschr. NERG, deel 64, nr.4(1999), blz.162-169.
- [3] F.L.Neerhoff, *Gegeneraliseerde functies en Fouriertransformaties met een introductie tot tijdvariante circuits*, Tijdschr. NERG, deel 64, nr.4(1999), blz. 170-177.
- [4] A.Papoulis. *The Fourier integral and its applications*, McGraw-Hill (1962)

Stelling

“Een vliegtuig heeft tegenwind nodig om hoogte te kunnen bereiken. Dit geldt veelal ook voor promovendi.”

proefschrift van E. J. Breeuwer,

ON THE APPLICATION OF INTEGRATED NAVIGATION IN TRAFFIC AND NAVIGATION, Delft, 28 september 1998

Nogmaals gegeneraliseerde functies

Fred Neerhoff

Faculteit Informatechnologie en Systemen

Technische Universiteit Delft, (E-mail: F.L.Neerhoff@its.tudelft.nl)



Hieronder volgen enkele kanttekeningen bij het commentaar dat de auteur van [1] geeft op de artikelen [2] en [3] in dit tijdschrift.

1. In [3] werd betoogd dat de 'ongerijmdheden' van [1] deels zijn te herleiden tot het *ongeoorloofd* gebruik van de complexe rekenwijze. Het wekt verbazing dat Van der Wurff nu geheel aan dit argument voorbijgaat.
2. Van der Wurff stelt nu geen enkel probleem te ontmoeten bij de vermenigvuldiging van $I(\omega)$ met $Z(\omega)$ in zijn rekenvoorbeeld 1 van [1]. Dat moet dan zijn op basis van de in [3] *afgeleide* formule $\delta(x) \delta(x-x_0) = 0$ zolang $x_0 \neq 0$. Immers, in [1] deed de auteur nog een vertwijfelde poging deze formule wiskundig te staven.
3. In [1] concludeert de auteur op grond van de identiteit $\omega \delta'(\omega) = -\delta(\omega)$ dat $\delta'(\omega) = -\omega^{-1} \delta(\omega)$. Dit is *onjuist*. Vooropgesteld dat het product $\omega^{-1} \delta(\omega)$ betekenis heeft (zie hieronder), luidt de juiste conclusie: $\delta'(\omega) = -\omega^{-1} \delta(\omega) + K \delta(\omega)$ met K een willekeurige constante. De legitimering zou dan zijn $\omega \delta'(\omega) = \omega(-\omega^{-1} \delta(\omega) + K \delta(\omega)) = -(\omega \omega^{-1}) \delta(\omega) + K \omega \delta(\omega) = -\delta(\omega)$ want $\omega \delta(\omega) = 0$.
4. Men moet oppassen met het *delen* van een gegeneraliseerde functie $g(\omega)$ door ω (vermenigvuldigen met ω^{-1}). Dat komt omdat vermenigvuldigen voor deze klasse van 'functies' *niet* zondermeer associatief is [4]. Het relevante voorbeeld is hier: enerzijds is $\omega(\omega^{-1} \delta(\omega)) = (\omega \omega^{-1}) \delta(\omega) = 1 \cdot \delta(\omega) = \delta(\omega)$, terwijl anderszijds $\omega(\omega^{-1} \delta(\omega)) = \omega^{-1} (\omega \delta(\omega)) = \omega^{-1} \cdot 0 = 0$. De volgorde van haakjes wegwerken doet er dus terdege toe, en is niet slechts een handigheidje.
5. Om uitglijders te voorkomen, dient men bij het rekenen met gegeneraliseerde functies steeds na te gaan of elk (tussen)resultaat een *zinvolle*

interpretatie toelaat [3]. Dit is *niet* onmiddellijk het geval voor het product $\omega^{-1} \delta(\omega)$. Men kan zich ook al niet beroepen op $f(\omega) \delta(\omega) = f(0) \delta(\omega)$, want $f(\omega) = \omega^{-1}$ is niet continu voor $\omega = 0$.

6. Om in [3] van formule (48) naar fomule (49) te geraken wordt, anders dan Van der Wurff nu stelt, het product $\omega^{-1} \delta(\omega)$ juist *vermeden*. Dit gebeurt door $\delta(\omega)$ in de term $((j\omega)^{-1} + \pi \delta(\omega))$ van (48) met behulp van de identiteit $\delta(\omega) = -\omega \delta'(\omega)$ eerst te herleiden tot $((j\omega)^{-1} - \pi \omega \delta'(\omega))$ en pas dan de vermenigvuldiging met $(j\omega)^{-1}$ uit te voeren (volgorde haakjes wegwerken). Het resultaat is formule (49).
7. Hier wordt staande gehouden dat een lineaire tijdinvariante capaciteit met een capacitantie van C Farad in het ω -domein $(-\infty < \omega < \infty)$ kan worden voorgesteld door een enkele gegeneraliseerde *admittantie* van $(j\omega C)$ Siemens. Dit staat gelijk aan een gegeneraliseerde *impedantie* van $(j\omega C)^{-1}$ Ohm *in serie* met een *spanningsbron* met sterkte $K \delta(\omega)$ Volt. De constante K volgt via het *causaliteitsbeginsel*

Referenties

- [1] P. van der Wurff, Over condensator-impedanties en andere ongerijmdheden, Tijdschr. Ned. Elektronica- en Radiogenootschap, deel 64, nr.2(1999), blz. 82-83.
- [2] G. Heideman, R. Brink en W. van Etten, *De condensator-impedantie nader beschouwd*, Tijdschr. Ned. Elektronica- en Radiogenootschap, deel 64, nr. 4(1999), blz. 162-169.
- [3] F.L. Neerhoff, *Gegeneraliseerde functies en Fourier-transformaties met een introductie tot tijdvariante circuits*, Tijdschr. Ned. Elektronica- en Radiogenootschap, deel 64, nr.4(1999), blz. 170-177.
- [4] D.S. Jones, *Generalised functions*, McGraw-Hill (1966).

Reactie op "Condensator-impedanties en gegeneraliseerde functies"

W. van Etten, R. Brink en G. Heideman
Universiteit Twente, Faculteit Elektrotechniek
Postbus 217, 7500 AE Enschede
etten@cs.utwente.nl



Het artikel van van der Wurf [1] heeft nogal wat losgemaakt [2, 3]. Het is natuurlijk nogal wat, de uitdrukking voor de impedantie van een condensator, waar hele generaties elektrotechnici al jarenlang mee werken, blijkt ineens niet helemaal correct te zijn. Bij eerste aanblik dachten wij: "Dat kan niet waar zijn!". Maar nadere bestudering van het artikel van van der Wurf overtuigde ons. Echter toen de auteur van [1] door middel van enkele voorbeelden liet zien, dat het resultaat tot iets leidde wat o.i. niet kon, namelijk dat je in de ene situatie de "oude" uitdrukking zou moeten gebruiken en in een andere situatie de "nieuwe" om tot correcte antwoorden te komen, zijn wij de zaak toch nog eens grondig helemaal gaan napluizen. Het resultaat hebben we gepresenteerd in [2]. Echter, het lijkt er op dat van der Wurf zich daar niet in kan vinden, c.q. het niet eens is met onze analyse [4].

De opstelling van van der Wurf is in twee opzichten merkwaardig. Ten eerste wordt onze analyse in [2] niet inhoudelijk weerlegt, en ten tweede geven wij aan waar zijn ongerijmdheden zoals gepresenteerd in [1] hun oorsprong vinden. We hebben hem als het ware uit de droom geholpen, maar het schijnt dat hij liever blijft dromen dan wakker te worden.

Laten we enkele fundamentele zaken nog eens kort weergeven en reageren op van der Wurf [4]. Bij de beschouwing zoals van der Wurf die opzet in [1] komt hij tot een impedantie via een beschouwing omtrent de relatie tussen de uitgang en de ingang van een lineair, tijdinvariant systeem. De beschouwing vindt in eerste instantie plaats in het tijd domein en leidt dan tot een convolutie-integraal, die echter bij gegeneraliseerde functies niet altijd bestaat. Vaak zijn convoluties lastig en maakt men

de overstap naar het frequentiedomein, alwaar de convoluties overgaan naar eenvoudige vermenigvuldigingen. Echter, ook deze weg is niet altijd toegestaan. Zo een convolutie van gegeneraliseerde functies al bestaat, is het product van hun Fourier-getransformeerden niet altijd gedefinieerd. Het blijkt dat het daarbij veelal gaat om singuliere gevallen, d.w.z. situaties waarbij discontinuïteiten, delta-functies en eventueel afgeleiden daarvan om de hoek komen kijken. In het artikel [1] worden juist voorbeelden behandeld waarbij dit inderdaad niet opgaat; in onze bijdrage [2] hebben wij dat aangetoond. Verder onderzoek dezerzijds heeft inmiddels geleid tot een methode waarbij we in staat zijn, om ook in singuliere gevallen via het frequentiedomein tot een correcte oplossing te komen. Maar daar wellicht later meer over.

Laten we enkele punten uit de reactie van van der Wurf [4] eens kritisch doornemen. Over de condensator-impedantie zegt hij dat " $1/\omega C$ de waarde nul moet hebben bij $\omega = 0$, omdat anders de functie niet oneven symmetrisch is." Die bewering is natuurlijk onjuist, de functie $1/\omega C$ is oneven symmetrisch en zal nooit de waarde nul kunnen aannemen voor $\omega = 0$. Die waarde is en blijft onbepaald. Echter, de Fourier-transformatie kan niet goed overweg met discontinuïteiten zoals die zich in dit geval voordoen. De Fourier-transformatie eist in zo'n punt een functiewaarde die het gemiddelde is van de limiet bij nadering van links en de limiet bij nadering van rechts [5].

Voorts beweert van der Wurf dat wij te streng zijn in onze afwijzing van sommige operaties op gegeneraliseerde functies. Hij vermoedt dat wij te hoge eisen stellen aan multiplicatoren en is "... geneigd - net als Neerhoff - ... enigszins onbekommerd om te gaan met gegeneraliseerde functies ...". Het komt



ons voor, dat juist deze houding in wetenschappelijk opzicht funest is, en dientengevolge men gedoemd is in ongerijmdheden te vervallen. Ook Neerhoff [3] gaat hier, hoewel hij wat meer behoedzaam is, in de fout. Men moet juist zeer omzichtig te werk gaan met gegeneraliseerde functies. Heaviside was een van de eersten die op dergelijke functies stuitte in het kader van zijn analyses van elektrische netwerken met behulp van de operatorrekening, een gebruik van de gegeneraliseerde functies "avant la lettre". Hij had een prima gevoel voor wat wel en niet kon, maar het heeft circa vijftig jaar geduurd voordat Schwartz een bevredigende theorie ontwikkelde om wiskundig te onderbouwen wat Heaviside instinctief, maar correct deed. Dat geeft aan hoe complex de materie is, en dat men er dus omzichtig mee moet omgaan.

Wat betreft de vermenigvuldiging van $\delta(f)$ met $\delta(f - f_0)$ constateren wij in [2], dat dit weliswaar mathematisch niet helemaal correct is, maar toch dit willen interpreteren als nul. Hierin gaan we met van der Wurf mee.

Anders wordt het echter als hij suggereert dat

$$\delta'(\omega) = -\frac{\delta(\omega)}{\omega} \quad (1)$$

Dat dit echt niet correct kan zijn, volgt eenvoudig als we kijken naar de definitie van een delta-functie. Die luidt

$$\langle \delta(\omega), \varphi(\omega) \rangle \triangleq \varphi(0) \quad (2)$$

of zo u wil

$$\int \delta(\omega) \cdot \varphi(\omega) d\omega \triangleq \varphi(0) \quad (3)$$

We zeggen dat de gegeneraliseerde functie $\delta(\omega)$ werkt op de toetsfunctie $\varphi(\omega)$. Wordt $\delta'(\omega)$ opgevat als gegeneraliseerde functie en er van uitgaande,

dat de vergelijking (1) correct zou zijn en laten we die uitdrukking werken op de toetsfunctie $\varphi(\omega)$, dan krijgen we

$$-\int \delta(\omega) \cdot \frac{1}{\omega} \varphi(\omega) d\omega \quad (4)$$

Dit kan ook opgevat worden als de gegeneraliseerde functie $\delta(\omega)$ die werkt op de toetsfunctie $\varphi(\omega)/\omega$. Echter, in het algemeen is deze laatste toetsfunctie niet gedefinieerd voor $\omega = 0$, zodat ook niet gedefinieerd is welke waarde toegekend moet worden aan de operatie, en dus is ook de gelijkheid zoals van der Wurf die poneert, ongedefinieerd. Daar komen dus ongerijmdheden uit voort als men er desondanks verder mee rekent. En natuurlijk zijn die ongerijmdheden hinderlijk, maar alleen een correcte naleving van regels voor gegeneraliseerde functies kan dat in dit geval voorkomen.

Referenties

- [1] P. van der Wurf, "Over condensator-impedanties en andere ongerijmdheden", Tijdschrift van het NERG, Vol. 64, no. 2, pp. 82-83, 1999.
- [2] G. Heideman, R. Brink en W. van Etten, "De condensator-impedantie nader beschouwd", Tijdschrift van het NERG, Vol. 64, no. 4, pp. 162-169, 1999.
- [3] F. Neerhoff, "Gegeneraliseerde functies en Fourier-transformaties met een introductie tot tijdvariante circuits", Tijdschrift van het NERG, Vol. 64, no. 4, pp. 170-177, 1999.
- [4] P. van der Wurf, "Condensator-impedanties en gegeneraliseerde functies", Tijdschrift van het NERG, dit nummer.
- [5] A. Papoulis, The Fourier Integral and its Applications, McGraw-Hill, 1962.



De zoektocht naar de Mars Polar Lander

Mark Bentum
ASTRON



Op ruim 300 miljoen kilometer van de Aarde, op de planeet Mars, is begin december 1999 een ruimtevaartuig van de NASA geland: de Mars Polar Lander (MPL). Het voornaamste doel van de MPL was om sporen van water in de bodem van Mars te vinden. Helaas is er sinds het inzetten van de landing niets meer van de Lander gehoord. Wat is er gebeurd? Is het ruimtevaartuig gecrashed, of is slechts de communicatie defect. Vragen waar de Radio Sterrenwacht in Westerbork misschien antwoord op kan geven.

Hoe het begon

Op woensdag 26 januari kregen we een email van NASA met de vraag of wij mee wilden helpen aan een experiment om na te gaan of de Mars Polar Lander nog 'leefde'.

Op 3 januari 1999 lanceerde de Amerikaanse ruimtevaart organisatie NASA de Mars Polar Lander. Op 3 december 1999 daalde de MPL naar het oppervlakte van de rode planeet. Helaas is na het inzetten van de landing niets meer vernomen van de MPL. Wat er gebeurd is, is onbekend. Toch is het van groot belang om te weten wat er precies fout is gegaan. Deze informatie kan van groot belang zijn bij de planning van toekomstige missies.

De communicatie tussen de MPL en de Aarde vindt plaats via een X-band systeem. Dit systeem functioneerde niet! Een tweede mogelijkheid tot communicatie is via een UHF link. Op de MPL is een UHF transceiver gemonteerd, waarmee een verbinding gemaakt kan worden met een satelliet die om Mars heen draait. Deze satelliet, de Mars Global Surveyor (MGS) maakt foto's van de planeet op een hoogte van gemiddeld 380 km. De satelliet kan als relais station dienen tussen de MPL en de Aarde. Maar ook deze verbinding kon men bij NASA niet tot stand brengen.

Wat tenslotte nog mogelijk is, is om te proberen het UHF signaal van de MPL op te pikken op Aarde! Dit signaal is dan overigens wel ontzettend zwak. Het gaat om een zender van nominaal 10 Watt op een afstand van 300 miljoen kilometer van de Aarde! Door de zwakte van dit signaal moet een radiotelescoop gebruikt worden om kans te hebben het signaal te detecteren. De radiotelescoop in Stanford (Californie, USA) meldt het signaal misschien gezien te hebben in een meting van 4 januari. De detectie is twijfelachtig, maar desalniettemin bemoedigend om verder te zoeken.

Op de wereld bestaan slechts enkele radiotelescopen die gevoelig genoeg zijn op de frequentie die de MPL uitzendt. Eigenlijk zijn dat er maar drie: de Stanford telescoop, de radiotelescoop in Jodrell Bank (Engeland) en de Westerbork Synthese Radio Telescoop in Nederland.

De Westerbork Synthese Radio Telescoop

De WSRT bestaat uit 14 25-meter parabolische radio-telescopen die op een perfecte Oost-West lijn staan, met een totale lengte van bijna 3 kilometer. In elk van de telescopen is een ontvanger geïnstalleerd die in 9 banden het frequentiebereik van 250 MHz tot 8,6 GHz kan ontvangen. Vooral door de ontvangers op de lagere frequenties is de WSRT een uniek instrument op de wereld. Nu is het de UHF-low ontvanger waarmee het MPL signaal ontvangen kan worden. Ook de radio-telescopen in Stanford en Jodrell Bank kunnen meten op deze frequentieband.

De gevoeligheid van het totale instrument is o.a. afhankelijk van het totaal ontvangend oppervlak en tevens van de gevoeligheid van de ontvanger zelf. Als deze parameters vergeleken worden

tussen de drie waarneeminstrumenten, blijkt het volgende voor de totale gevoeligheid:

$$\text{WSRT} = 1,16 \text{ JODRELL} = 2,36 \text{ STANFORD}$$

Met andere woorden: de WSRT is het gevoeligste instrument ter wereld voor deze specifieke meting!

Waar wordt naar gezocht

Om het signaal van de MPL te onderscheiden van andere signalen moeten we nauwkeurig kijken naar de karakteristieken van het signaal. Allereerst is er natuurlijk de exacte frequentie van het signaal. De UHF communicatie tussen de MPL en de MGS vindt plaats middels een FSK gemoduleerd signaal op 401,5 MHz. Dat betekent dat op een afstand van +/- 128 kHz rondom de centrale frequentie van 401,5 MHz een signaal te vinden zou moeten zijn. Maar deze frequentie wordt enigszins beïnvloed doordat Mars t.o.v. de Aarde beweegt. Mars bewoog tijdens de metingen met een snelheid van bijna 10 km/s van de Aarde weg, rekening houdende met de rotatiesnelheid van zowel Mars als de Aarde. Dit heeft tot gevolg dat de oorspronkelijke frequenties zo'n 10 kHz *verlaagd* worden.

Naast deze twee signalen in het frequentiespectrum is de tijd ook een belangrijke parameter om onderscheid te maken tussen een eventueel MPL signaal en mogelijke stoorsignalen. Er was een mogelijkheid dat de MPL nog zou reageren op commando's die gestuurd werden vanaf de Aarde. Met de NASA was afgesproken dat zij de MPL zo zouden programmeren dat op exact 15:30 (UT) de UHF transceiver op de MPL aangezet zou worden. Dit zal dan een half uur duren. Vervolgens moet de elektronica twee uur afkoelen, waarna het geheel nog een keer zou worden herhaald. Nu was de afstand tussen Mars en de Aarde op dat moment ongeveer 300 miljoen kilometer. Dat betekent dat het signaal er 16 minuten en 55 seconden over doet om de Aarde te bereiken.

Een ander belangrijk kenmerk is de stabiliteit van het signaal. Na het inschakelen zal het signaal enkele honderden Hz verschuiven ten gevolge van het opwarmen van de oscillator. Daarna zal de stabiliteit in de orde van 0,5 tot 1 Hz/s zijn.

De transceiver van de MPL heeft een nominaal vermogen van 10 Watt. Vanwege de afstand is de signaalsterkte behoorlijk afgenomen. De flux op

Aarde bedraagt nog slechts $8,84 \cdot 10^{-24} \text{ W/m}^2$. Het ontvangen vermogen op 1 telescoop (oppervlakte van 490 m^2) is dan gelijk aan $4,34 \cdot 10^{-22} \text{ W}$, is $-173,6 \text{ dBm}$. Ter vergelijking is het NL-2 signaal afkomstig van de TV-mast in Smilde (13 km van de WSRT) 23 dBm , dus bijna 200 dB sterker! Het MPL signaal heeft een sterkte van 1000 Jy ($1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ Wm}^{-1} \text{ Hz}^{-1}$) bij 1 Hz bandbreedte. Als de Westerbork telescoop gebruikt wordt in de zogeheten tied array mode in de UHF-low band, is de nominale rms ruis voor 1 Hz bandbreedte in 1 seconde ongeveer 300 Jy . Met andere woorden: het signaal is wel degelijk te ontvangen indien we een frequentie resolutie van 1 Hz en een tijdresolutie van 1 seconde aanhouden. Deze tijdresolutie is nodig om het signaal niet verloren te laten gaan t.g.v. de temperatuurdrift. Bij langere integratietijden zal het signaal versmeren in de ruis.

Samenvattend zijn we dus op zoek naar een signaal met de volgende kenmerken:

- Twee signalen, 256 kHz uit elkaar, gecentreerd rond 401,5 MHz
- Signaal start op exact 15:46:55 UT
- Signaal stopt op exact 16:16:55 UT
- Temperatuur drift is groot in het begin
- Daarna 0,5 – 1 Hz/s.

Een extra check wordt gedaan door tijdens de 'aan'-sequence de telescopen gedurende enkele minuten van Mars af te bewegen. Als er een signaal van de MPL afkomstig zou zijn, moet deze dus tijdelijk afwezig zijn. Zo niet, dan is het een stoorsignaal.

Wat zijn de moeilijkheden

Om een dergelijk signaal te ontvangen is zeer speciale apparatuur nodig. Voor reguliere astronomische waarnemingen is het namelijk niet noodzakelijk om dergelijke tijd en frequentie resoluties te hebben. Voor het onderzoeken van Pulsars is echter een machine ontwikkeld, de Pulsar Machine (PuMa), die dit wel kan. De PuMa is een instrument gebouwd door de Universiteit van Utrecht in een samenwerkingsproject tussen ASTRON en de universiteiten van Utrecht en Amsterdam.

Het signaal afkomstig van de telescopen wordt baseband gesampled. Middels een complexe Fourier transformatie kan een spectrum verkregen worden. Baseband sampling wordt gedaan op

2,5 MHz, zodat we een band van 1,25 MHz kunnen reconstrueren, voldoende om het gehele FSK signaal te ontvangen. De tijdsresolutie is dan 400 ns. De offline data processing bestaat uit een complexe Fourier transformatie met een lengte van 2^{20} punten (en dus 0,41943 s), resulterende in 2^{19} frequentie punten (en dus 2,38 Hz resolutie). Alle computers op de Radio Sterrenwacht zijn ingezet om deze transformaties zo snel mogelijk te kunnen doen. Om snel met resultaten te komen, zijn er telkens stukken van 2 minuten genomen. Deze stukken zijn afzonderlijk geanalyseerd.

De andere uitdaging was om te meten tussen de aardse storing door. De frequentieband rondom 401,5 MHz is gereserveerd voor o.a. de communicatie tussen ruimtevaartuigen, maar ook voor meteorologische hulpmiddelen. Daarnaast storen o.a. computers en telefooncentrales in de buurt van de telescopen ook. In de dagen voorafgaande aan de daadwerkelijke MPL metingen is de gehele RFI situatie in kaart gebracht. Hierbij is het volgende gevonden:

- Weerballonnen
- Weersatellieten
- Computers (intern)
- Web cam
- Telefoon centrale
- Een aantal SCSI devices
- TV-crew's
- Lokale zendamateurs

Om de storing te minimaliseren zijn de volgende acties ondernomen:

- Niemand werd zonder toestemming toegelaten in de radiovrije zone (straal 3 km rond de WSRT).
- Lokale zendamateurs waren bereid hun activiteiten te onderbreken tijdens de metingen.
- Alle apparatuur welke niet noodzakelijk was voor de metingen is uitgezet (waaronder computer apparatuur en ook de telefooncentrale).
- Via contacten met het KNMI zijn er geen weerballonnen in Nederland, Duitsland, Engeland en België opgelaten tijdens de 'aan'-sequences.

Hierdoor zijn de metingen praktisch storingvrij uitgevoerd.

De dag zelf

Vrijdag 4 februari was dan de grote dag. Nadat het systeem perfect was ingeregeld en alle RFI zo goed mogelijk was verwijderd, was het om 15:46:55 UT dan zover dat er misschien de eerste detectie van de MPL plaats zou kunnen vinden. Behalve een gespannen sfeer gebeurde er natuurlijk helemaal niets. Zodra de eerste paar minuten om waren, was het tijd om het eerste stuk te gaan analyseren. Na een uurtje rekenen kwam dan het eerste plaatje op het scherm. En tot onze grote verrassing kwam er daadwerkelijk een signaal op het scherm (Zie Figuur 1). Nadat een aantal berekeningen een aantal keren gedaan werden, kwamen we t.a.v. dit signaal tot de volgende conclusies:

- Het signaal begint *EXACT* op de goede tijd, binnen een seconde!
- De signatuur van het signaal is *EXACT* wat verwacht werd: eerst een verloop van een aantal 100 Hz en daarna stabiel met een eventuele drift van 1 Hz/s.
- De frequentie is *GOED*.

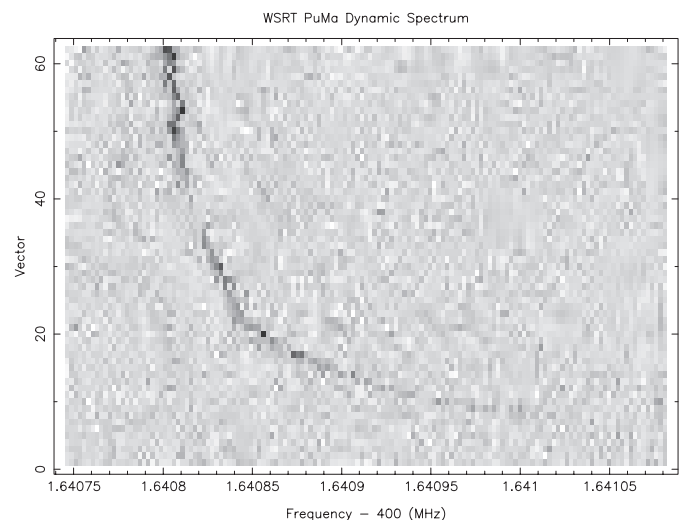


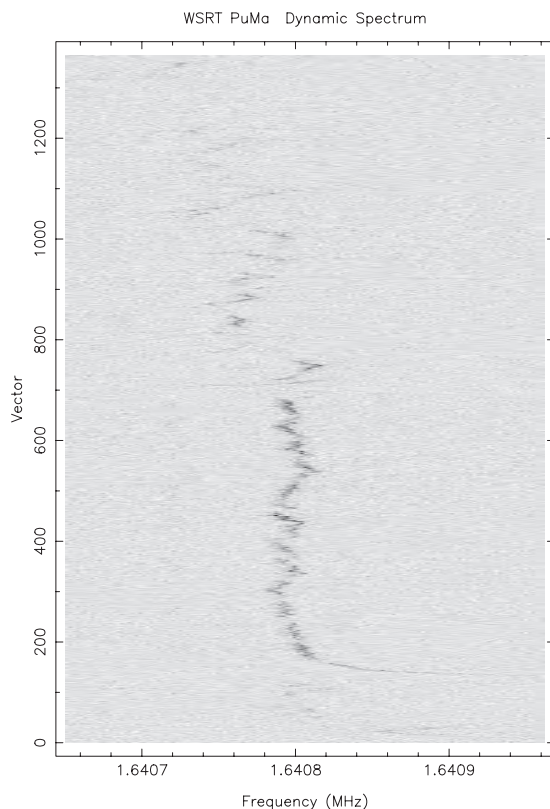
Fig 1. Het eerste mogelijk signaal van de MPL.

Logischerwijs was de stemming op dat moment natuurlijk euforisch. Werkelijk iedereen was er van overtuigd: We hadden de MPL ontvangen! Maar ... we blijven wetenschappers en dus : checken en nog eens checken. Immers, het ging om meer dan deze karakteristieken alleen!

En dan blijkt al snel dat er een aantal punten ontbreken:

- Er is geen signaal aanwezig aan de andere kant van de FSK carrier.
- Als de telescopen van Mars worden afgewend, blijven er restanten van het signaal aanwezig.
- Na een half uur blijkt het signaal NIET uit te gaan.
- Er blijkt vaag iets aanwezig te zijn vóóordat de aan-sequence echt begint.

Fig 2: De complete tijdreeks van het mogelijke MPL signaal.



In Figuur 2 is het gehele plaatje opgenomen, dat pas na een hele nacht rekenen uit de computers rolde. Naast onze eigen twijfel blijkt ook dat de Jodrell Bank telescoop dit signaal niet heeft gezien. Als het signaal afkomstig was van Mars, hadden zowel de WSRT als Jodrell Bank het signaal moeten kunnen meten. Wat het signaal nu wel is geweest is onbekend en zal altijd een groot mysterie blijven.

In de rest van de data is ook niets gevonden. Ook in een tweede experiment op 9 februari is geen signaal afkomstig van Mars gevonden.

Niets gevonden – Experiment geslaagd

Uiteindelijk is dus de conclusie dat de MPL geen signaal meer heeft uitgezonden in de UHF band. Een tijd later is door de NASA ook aangegeven dat er een aantal problemen waren en dat het zeer waarschijnlijk is dat de MPL toch gecrashed is op het Mars oppervlak. Niettemin is het gehele experiment voor de WSRT zeer geslaagd uitgevoerd. Het instrument is succesvol op de rand van de maximale capaciteit gebruikt en de metingen zijn perfect uitgevoerd. Daarnaast zijn een aantal storingszaken in kaart gebracht.

We kunnen terug kijken op een paar zeer leuke en interessante meetdagen.

Meer informatie

Voor meer informatie zie de volgende URL's:

ASTRON: <http://www.astron.nl/>

PuMa:

<http://www.fys.ruu.nl/~wwwigf/puma-intro.htm>

WSRT: <http://www.astron.nl/~morganti/wsrt/>

JPL/NASA: <http://www.jpl.nasa.gov/>

MPL: <http://marslander.jpl.nasa.gov/>

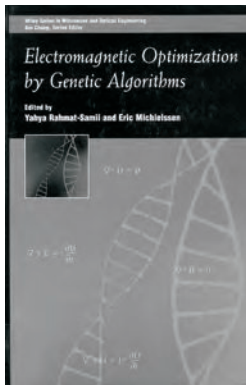
CV

Mark Bentum received his BS in electrical engineering from the Polytechnic High School of Groningen, the Netherlands, in 1988. In 1991, he received his MS, with honors, in electrical engineering from the University of Twente, Enschede, the Netherlands. In 1995, he obtained his PhD in electrical engineering, also from the University of Twente. His thesis was about interactive visualization of volume data. Since 1996 he is working for the Netherlands Foundation for Research in Astronomy, Westerbork, the Netherlands. His main research interests are real-time signal and image processing.



Boekbespreking

Huib Visser



'*Electromagnetic Optimization by Genetic Algorithms*', Ed. Yahya Rahmat-Samii and Eric Michielssen, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1999 (\$ 89,95 Amazon)

Inleiding

In de praktijk van het (toegepast) natuurwetenschappelijk onderzoek worden de (beperkte) middelen voornamelijk aangewend voor de ontwikkeling van modellen. Veel tijd is benodigd voor het beschrijven van de werkelijkheid met – per definitie – benaderde modellen en het vervolgens door middel van simulatie en metingen afschatten van de geldigheidsdomeinen van deze ontwikkelde modellen. Voor de stap van *analyse* naar *synthese* zou eigenlijk een minstens even grote investering gepleegd moeten worden, welke onder meer het herformuleren van de analysemethode behelst om een optimale aanpassing te bewerkstelligen met een voor het specifieke probleem meest geschikte optimalisatie methode. Zoals gezegd, ontbreekt het vaak aan de middelen voor het gedegen uitvoeren van deze stap en waar dus behoefte aan is, is een optimalisatie methode die 'garandeert' naar een globaal optimum te convergeren en daarbij slechts gebruik maakt van de analyse methode 'sec' in een acceptabel aantal iteraties. Een dergelijke methode schept de mogelijkheid de reeds ontwikkelde analysemodellen direct in een synthese omgeving te plaatsen en zo met een minimale inspanning de stap van analyse naar synthese te maken.

Er bestaan verschillende van deze zogenaamde 'globale' optimalisatie methoden. Een methode voor het optimaliseren van multi-parameter pro-

blemen welke in het recente verleden veel aandacht heeft gekregen is de methode van '*Simulated Annealing (SA)*' [1]. De methode is gebaseerd op de thermodynamische beschrijving van het gecontroleerd koelen van metalen, waardoor atomen zich in kristallen kunnen rangschikken en zo de laagste energietoestand kunnen aannemen. Het gebruik van deze methode vereist de nodige experimenten met de zogenaamde temperatuurfunctie die het koelingsproces beschrijft. Dit laatste vergt een naar mijn idee nogal hoog abstractieniveau in het denken omdat de aansluiting met het onderhavige optimalisatieprobleem vaak niet vanzelfsprekend is. Een globale multi-parameter optimalisatie methode die sinds het begin van de jaren (negentien) negentig steeds vaker in de literatuur genoemd wordt is de methode van '*Genetic Algorithms (GA)*'. Hoewel het gebruik van deze methode ook de nodige experimenten met diverse instellingen vereist, is de aansluiting met onderhavige optimalisatieproblemen mijns inziens nu echter wel natuurlijk waardoor het werken met GA – in ieder geval gevoelsmatig – minder geforceerd verloopt.

Genetische Algoritmen

Genetische Algoritmen zijn optimalisatie methoden welke zijn gebaseerd op de principes van natuurlijke selectie en evolutie. Concepten welke in het optimalisatieproces toegepast worden zijn: *Genen, chromosomen, generaties, populaties, ouders, kinderen en geschiktheid*.

Een *gen* is een gecodeerde versie van één der parameters van het optimalisatie probleem. Niet noodzakelijk, maar wel het eenvoudigst is een binaire codering; het gen is dan een reeks van 'enen' en 'nullen'.

Een *chromosoom* is een reeks van genen en vormt zo een oplossing van het probleem. Een chromosoom wordt ook wel *individu* genoemd.

Een *populatie* is een set van chromosomen (of individuen).

Een *generatie* is een populatie welke iteratief (uit voorgaande populaties) verkregen is. Door middel van reproductie (selectie, kruising en mutatie) wordt een nieuwe uit een voorgaande generatie verkregen.

Een *ouder* is een individu (chromosoom) uit de huidige generatie.

Een *kind* is een individu in de volgende generatie.

Geschiktheid is een getalswaarde verbonden aan een individu (chromosoom) en een maat voor 'hoe goed' de oplossing is.

In een typisch GA optimalisatieprobleem wordt (random) een startpopulatie gecreëerd. Aan elk individu in de populatie wordt een geschiktheids-waarde toegekend. Vervolgens worden uit de populatie ouders geselecteerd (verschillende selectie methoden kunnen gebruikt worden) en worden door kruising en mutatie kinderen voor een nieuwe generatie gecreëerd. Dit proces herhaalt zich tot een gewenste geschiktheid in een generatie gevonden wordt of totdat een maximaal aantal iteraties bereikt is.

In een typische kruising worden de chromosomen van de twee ouders op dezelfde plaats 'doorgeknijpt' en worden de aldus ontstane vier reeksen van genen gehergroepeerd tot twee kinderen. Mutatie bestaat uit het random modificeren van genen.

GA opereert op een groep en *evolueert* daardoor tot een optimum waarbij op het eerste gezicht 'slechte' oplossingsrichtingen niet onmiddellijk verworpen worden. Geëxperimenteerd dient te worden met ouderselectie, kruisingskans, mutatiekans en generatievervanging. Doordat deze parameters intuïtief 'begrepen' worden, wat bij vergelijkbare parameters bij andere optimalisatiemethoden lang niet altijd het geval is, verloopt het afschatten van de waarden ook minder problematisch. GA kan mijns inziens dan ook gezien worden als 'de gulden snede' van de globale optimalisatie.

Het boek

Rahmat-Samii en Michielssen hebben een boek samengesteld dat met name bijzonder geschikt is voor ingenieurs in de elektromagnetische gemeenschap die behoefte hebben aan praktische aanwijzingen voor het gebruik van GA optimalisatie.

De eerste drie hoofdstukken leveren het basismateriaal voor het begrijpen van GA. Met name hoofd-

stuk 1 (Johnson & Rahmat-Samii) geeft een bijzonder heldere en tot enthousiasme leidende uiteenzetting van het GA principe. In hoofdstuk 2 (Weile & Michielssen) wordt vervolgens het mathematische fundament voor GA gelegd en in hoofdstuk 3 (Linden) worden vuistregels voor het instellen van de GA parameters gegeven. Op basis van het materiaal uit hoofdstuk 1 en hoofdstuk 3 is het al mogelijk, heb ik ondervonden, om een GA optimalisator in software te verwezenlijken en verwonderd te staan over de mogelijkheden van GA.

De hoofdstukken 4 tot en met 10 staan in het teken van antennes. Van die zeven hoofdstukken behandelen de eerste drie hoofdstukken de synthese van array antennes, de laatste drie behandelen de synthese van enkelvoudige draad en microstrip stralers. De hoofdstukken 8 (Altshuler & Linden) en 9 (Johnson & Rahmat-Samii) vallen op doordat in die hoofdstukken het gebruik van GA behandeld wordt om zogenaamde 'niet-intuïtieve' antenvormen te genereren. Doordat de vorm van de straler als één der optimalisatieparameters wordt meegegeven aan het GA wordt in hoofdstuk 8 een 'crooked wire antenna' gevonden waarmee een 'half - omnidirectioneel' stralingspatroon verwezenlijkt wordt. In hoofdstuk 9 wordt een bijzonder breedbandige microstrip patch antenne gevonden waarvan, net als in hoofdstuk 8, de vorm zonder deze toepassing van optimalisatie niet gevonden zou zijn.

De hoofdstukken 11 en 12 behandelen filterstructuren, met name Frequency Selective Surfaces (FSS), een onderwerp dat zich de laatste tijd in een verhoogde belangstelling mag verheugen. In hoofdstuk 12 (Zuffada, Levine & Tibuleac), wordt het gebruik van het, publiekelijk beschikbare, softwarepakket PGAPACK van Argonne National Laboratory behandeld. Helaas is het mij niet gelukt om contact te krijgen met het in de referentie vermelde internet adres. Een ander klein punt van kritiek betreft de kwaliteit van enkele figuren, verspreid door het gehele boek heen (bijvoorbeeld in hoofdstuk 1). Deze figuren wekken de indruk enkele fotokopieeracties te hebben ondergaan voordat zij in het boek zijn afgedrukt.

In hoofdstuk 13 wordt het gebruik van GA voor de minimalisatie van radardoorsneden behandeld en in het laatste hoofdstuk wordt GA aangewend voor de synthese van statische componenten (zoals een electromagneet). Het boek wordt afgesloten met

een uitgebreide bibliografie betreffende het gebruik van Genetische Algoritmen voor het ontwerp van elektromagnetische componenten.

Doordat het boek bestaat uit bijdragen van een grote hoeveelheid auteurs, is enige redundantie onvermijdelijk; ieder hoofdstuk begint met het uitleggen van de basis van GA. Of dit als een nadeel gezien moet worden is, denk ik, een kwestie van smaak. Of je houdt van dit soort (samengestelde) boeken of niet. Zelf vind ik het herhalende karakter wel plezierig; het helpt mij in het doorgronden van de materie.

Wat opvalt na het lezen van het boek is dat ieder der auteurs / onderzoekers zo zijn eigen voorkeuren heeft in het toepassen van GA en het instellen van de diverse parameters. De opgedane ervaringen worden, in het algemeen, uitvoerig besproken. Dit gevoegd bij de diverse - soms bijzonder gedetailleerde - voorbeelden, maken dit boek bij uitstek geschikt voor de ingenieur die GA wil aanwenden voor synthese doeleinden en behoefte heeft aan voorbeelden en ervaringen van ouder gedienden.

Wat ook duidelijk is na lezen van het boek, is dat GA technologie nog lang niet uitontwikkeld is, wat ook door ieder der auteurs vermeld wordt. De 14 hoofdstukken van het boek laten wel enige trends zien, waarvan ik als meest opvallenden zou willen noemen de indicatie dat het vaak voordeliger is een andere dan binaire gen-codering toe te passen en de overduidelijke trend om GA te integreren met een lokale optimalisatiemethode om de efficiency te verhogen.

De populariteit van GA als globale optimalisatie methode komt voort uit de 'begrijpbaarheid' en 'robuustheid'. Dit laatste aspect wordt in hoofdstuk 8 verwoord door Altshuler & Linden:

'Niet-fatale bugs in GA programmas zijn vaak moeilijk te vinden, want, hoewel het GA niet zoveel vooruitgang boekt als wanneer het bug-vrij zou zijn, blijkt het vaak normaal te optimalizeren zelfs wanneer deze bugs aanwezig zijn'.

Rahmat-Samii & Michielssen zijn er mijns inziens uitstekend in geslaagd een boek samen te stellen dat de stand van de techniek anno 1999 – ongeveer een decennium na de introductie - weergeeft op het gebied van elektromagnetische optimalisatie met Genetische Algoritmen. Het is te hopen dat zij over tien jaar met een vervolg zullen komen. Voor wie daadwerkelijk op korte termijn met GA gaat werken raad ik dit boek zeker aan. Voor wie eerst wil weten wat GA is en wat het kan betekenen voor elektromagnetische optimalisatie, raad ik aan om eerst een artikel van Johnson & Rahmat-Samii uit IEEE Antennas & Propagation Magazine te lezen [2]. In dit artikel komt hoofdstuk 1 van het boek in nagenoeg dezelfde vorm aan bod. Daarnaast worden in het artikel kort enkele voorbeelden behandeld van GA optimalisatie. Deze voorbeelden zijn in het boek in de hoofdstukken 4 tot en met 14 uitgewerkt. Wie, net als ik, enthousiast geworden door het artikel, besluit tot aanschaf van het boek, zal denk ik niet teleurgesteld worden.

- [1] W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky and W.T. Vetterling, *'Numerical Recipes'*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, 1992.
- [2] J.M. Johnson and Y. Rahmat-Samii, 'Genetic Algorithms in Engineering Electromagnetics', *IEEE Antennas & Propagation Magazine*, Vol. 39, No. 4, pp. 7-25, August 1997.



Ledenmutaties NERG



Nieuwe Leden:

ir. V.J. Bloem
Planetenstraat 7
7521 ZD Enschede

P.Boer
Campuslaan 65-209
7522 NG Enschede

D. Dashti
Kroedhoftestraat 15
7523 ZE Enschede

T.S. Doorn
Lasonderstraat 56
7514 CJ Enschede

M.F. van den Elst
Bornerbroeksestraat 461
7609 PK Almelo

ir. N.J.M. Engelhart
Zwitserlandstraat 27
2408 CN Alpen ad Rijn

G.J. Hoekstra
Kapteynlaan 59
3571 XL Utrecht

J.A. Kleef
Benrotstraat 35
7531 AA Enschede

ing. C.H.A. Keyer
Dijkweg 162
1619 HJ Andijk

L.J.T.W. Parchomov
Witbreuksweg 379-006
7522 ZA Enschede

mr ir. A.R. Prasad
Markt 308
3431 LH Nieuwegein

H.J. van Slooten
Cumulus 77
3893 DA Zeewolde

ir. C.H. Slump
Landrebenlaan 41
7573 AZ Oldenzaal

C.A.M. Struijk
Dr. Poelsstraat 19
4902 TJ Oosterhout

J.G. Tekelenburg
't Sander 43
7522 AL Enschede

ir. P.J.M. de Veer
Harderwijkerweg 114
3852 AG Ermelo

ir. H.P. Wiersma
van Hogendorplaan 2
3771 CP Barneveld

Nieuwe adressen van leden:

ir.ing. O.M.J. van 't Erve
O. van Taverenstraat 56
7521 TG Enschede

ir. J.H. Groot Koerkamp
Stieltjesstraat 125
6511 AK Nijmegen

ir. L.H. Helmstater
Hommelmeent 230
1218 GA Hilversum

ir. F.T.M. Hoogervorst
42 Rue de l'Áltenberg
F-67140 BARR FRANCE

ir. N.W. deJong
Vroonlandseweg 56
4421 GI Kapelle

ir. E.W. Kolk
Ploegstraat 2
6552 EX Hengelo

ir. R. de Kok
Zambiapark 48
2408 JR Alphen a/dRijn

J. Koopmans
Antony Moddrmanstraat 50
5652 GJ Eindhoven

ing. A. Kuhn
Neherkade 57 G
2521VB 's-Gravenhage

ir. L. Leyten
Dr. Hein Hoebenlaan 16
5583 EW Waalre

ir. M.L. Lugthart
Lysterstraat 7
3514 TA Utrecht

M.C.J. van Pernis
Schielandse Hoge Zeedijk W
20
2841 BZ Moordrecht

ing. R.F. Sanders
U V Raesfeltlaan 17
6994 BA De Steeg

ir. G.A. Schurink
Amerikalaan 79
5691 KC Son

ir. H.F. Sikkema
Betsy Perkstraat 96
2135 HP Hoofddorp

ir. M. Steffelaar
Cliostraat 185
5631 HE Eindhoven

ir. J.C.T. van der Veen
Argusvlinderlaan 6
5691 RX Son

ir. J. Veenstra
De Vennen 24
9302 ES Roden

M.A. Vellekoop
Duinlaan 89
5691 EJ Son

ir. B. Vriesema
Braamstraat 21
3581 TK Utrecht

ir. D.H. van Wigcheren
Bosgouw 259
1352 GX Almere Haven

ir. R.K. Zubcevic
Aarbeigaarde 5
3436 GB Nieuwegein

Conferenties en symposia



2ND European Workshop On CONFORMAL ANTENNAS

The Hague, The Netherlands

April 24-25, 2001



FIRST CALL FOR PAPERS

[http://www.tno.nl/instit/fel/felnews/
conformal_antennas.html](http://www.tno.nl/instit/fel/felnews/conformal_antennas.html)

The first European Workshop on Conformal Antennas was held in Karlsruhe, Germany on October 29, 1999. At this successful workshop, chaired by Prof. Wiesbeck and Dr. Josefsson, it was decided to have a second workshop in the spring of 2001.

The TNO Physics and Electronics Laboratory in The Hague, The Netherlands, is pleased to host the 2nd European Workshop on Conformal Antennas. The Workshop is scheduled for April 24-25, 2001. The number of attendees will be limited to approximately 150. The official language of the Workshop will be English. The following topics will be addressed:

- Applications for conformal antennas
- Mathematical models and simulation
- Microstrip and waveguide antennas
- Measurement techniques
- Conformal phased and switched arrays
- Microwave and photonic feeding techniques
- Pattern synthesis
- Direction finding and adaptive conformal arrays

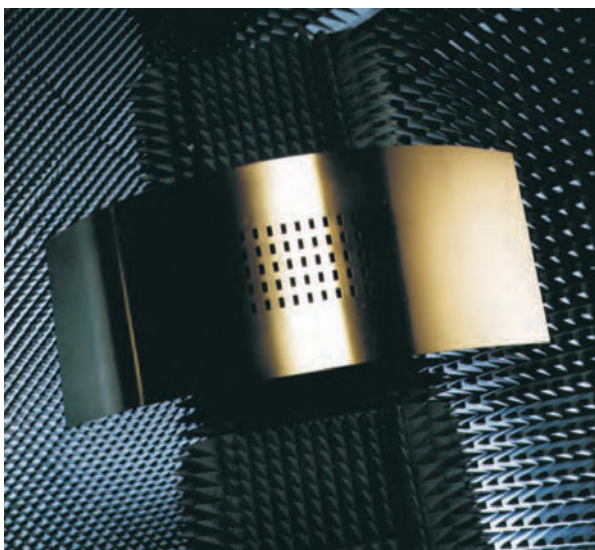
as well as other topics concerning conformal antennas. Additional information will become available at our website or can be obtained via the conference secretary.

Abstracts

Prospective authors are invited to submit a 400 word abstract with the name of the author, organization, address, phone number and e-mail address to the Conference Secretary. Abstracts are due December 15, 2000. February 15, 2001, acceptance notifications will be mailed and the (4-pages) camera-ready papers are due March 15, 2001.

Workshop Location

The workshop will be held at the TNO Physics and Electronics Laboratory in The Hague. The laboratory is easily accessible by car or public transport and close to the seaside and a number of hotels. The weather in spring in general is very agreeable. Hotel information and route descriptions will become available at our website.



Workshop Fee

The workshop fee will be **70 Euro** and will include proceedings, lunch and refreshments.

Important Dates

September 1, 2000: 2nd call for papers
December 15, 2000: 400 word abstracts due
February 15, 2001: Notifications mailed
Opening pre-registration
March 15, 2001: Camera-ready papers due
April 24-25, 2001: Workshop

Conference Secretary:

Wim L. Smith and Nelly van der Helm
TNO Physics and Electronics Laboratory
Marketing, Programme and Communications
P.O. Box 96864
2509 JG The Hague, The Netherlands
Telephone: +31 70 374 0068
Telefax: +31 70 374 0641
E-mail: iec@fel.tno.nl

Conference Chairman:

Hubregt J. Visser
TNO Physics and Electronics Laboratory
Observation Systems Division, Radar Technology
Group
P.O. Box 96864
NL-2509 JG The Hague, The Netherlands
Telephone: +31 70 374 0424
Telefax: +31 70 374 0654
E-mail: visser@fel.tno.nl

Co-Chairman:

Prof. Christoph von Winterfeld
FGAN Research Institute for High Frequency Physics and Radar Techniques (FHR)
Neuenahrer Straße 20
D-53343 Wachtberg-Werthhoven, Germany
Telephone: +49 228 9435 235
Telefax: +49 228 9435 521
E-mail: winterfeld@fgan.de

TNO Physics and Electronics Laboratory (TNO-FEL), The Hague (The Netherlands) is one of the 13 institutes of the Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO).

Although research at TNO-FEL is done mainly on behalf of the Netherlands Ministry of Defence, projects are also carried out for other ministries, institutions and companies.

TNO-FEL employs a staff of about 550.

The following products form the main output of TNO Physics and Electronics Laboratory:

- Operations Research and Business Management
- Command & Control and Simulation
- Electronics and Electronic Warfare
- Observation Systems
- Telecommunications and Security

