

Electrologica

Nederlands eerste computerindustrie

HT de Beer
huub@heerdebeer.org
<https://heerdebeer.org>

Amsterdam, 26 februari 2008

Met dank aan P. Don, bedrijfsarchivaris, documentalist en museumbeheerder van AEGON N.V. voor hulp bij het doorwroeten van het Electrologica-archief van de Nillmij.

Inleiding

J. Engelfriet, directeur van de *Nillmij van 1859*, een grote levensverzekeringsmaatschappij, was zeer geïnteresseerd in de nieuwe ontwikkelingen op rekenmachinegebied. Zo zeer zelfs, dat hij de andere directeuren van de Nillmij ervan overtuigde een computerindustrie op te richten: Electrologica. Het doel van Nederlands eerste computerindustrie was het ontwikkelen van een geschikte computer voor gebruik door de Nillmij.

De kennis en ervaring voor het ontwikkelen van een computer kocht Electrologica in bij het Mathematisch Centrum in Amsterdam. Onder leiding van A. van Wijngaarden bouwde de Rekenafdeling van dat centrum al vanaf eind jaren '40 computers voor eigen gebruik. Engelfriet en Van Wijngaarden waren beide hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam en ze kenden elkaar persoonlijk.¹ Het was niet verwonderlijk dat Engelfriet bij Van Wijngaarden te rade ging om zijn interesse in computers te bevredigen. Van Wijngaarden op zijn beurt had alle reden om de oprichting van een computerindustrie te stimuleren: halverwege de jaren '50 verdween de noodzaak voor het Mathematisch Centrum om eigen computers te bouwen.

Beide mannen bleven nauw betrokken bij Electrologica. De eerste jaren waren spannend en succesvol; de Electrologica X1 computer werd goed verkocht en al snel maakte Electrologica winst. Het succes had ook een keerzijde, Electrologica bleek niet in staat de grote ambities van de initiatiefnemers te rijmen met de praktische bedrijfsvoering. De verzelfstandiging van Electrologica mocht niet meer baten, het bedrijf stond er zo slecht voor dat er niets anders opzat dan de overname door Philips Computer Industrie. Van Electrologica bleef enkel de naam en verhalen over.

¹D. de Wit, 'Wat niet te verzekeren valt: Electrologica als casus uit de opbouw van een Nederlandse computerindustrie (1956–1967)', in: *Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek*, deel 9 (Amsterdam: NEHA 1992), 261–291, aldaar 267–268

In dit artikel staat de intrigerende geschiedenis van Electrologica centraal. Het begint in de jaren '50 bij levensverzekeringsmaatschappij de Nillmij en de wens van Engelfriet om een computer in te zetten. Na het ontstaan van Electrologica komt de ontwikkeling van de succesvolle X1 computer aan bod: waardoor onderscheidde deze machine zich van eerdere door het Mathematisch Centrum gebouwde computers? En waarom was de X1 zo'n groot succes?

Het succes van Electrologica en bovenal ook de problemen die voortkwamen uit dit succes worden behandeld door op zoek te gaan naar de klanten van Electrologica en naar de wensen en behoeften van de gebruikers van de X1. De aandacht verschuift van de computer X1 naar het totale X1-systeem inclusief allerhande randapparaten en de opkomst van software.

Daarna verschuift de aandacht naar de pogingen om het succes te consolideren met een opvolger voor de X1 computer. Na jarenlang discussieren over verschillende opvolgers haalde de markt Electrologica in. Electrologica schoof de ontwikkelde ambitieuze ideeën op de lange baan en introduceerde een achtmaal versnelde X1: de X8. Nadat IBM in 1964 de System/360 aankondigde probeerde Electrologica te volgen met de Electrologica X serie computers.

Het mocht allemaal niet baten, Electrologica kwam in zwaar weer terecht en de Nillmij wilde van Electrologica af. Ondanks de slechte verhouding tussen Electrologica en Philips bleken de twee bedrijven tot elkaar veroordeeld. Uiteindelijk nam Philips Electrologica over en van een integratie in Philips Computer Industrie kwam weinig terecht. Deze teloorgang van Electrologica wordt in de laatste paragraaf beschreven. Tot besluit wordt ingegaan op de geschiedschrijving van Electrologica.

Het ontstaan van Electrologica

Vanaf 1950 werkten de levensverzekeringsmaatschappijen de *Nillmij van 1859* (Nillmij) en de *Arnhem* samen, twee jaar later fuseerden ze. Hierbij werden de twee administraties geïntegreerd en gereorganiseerd tot een nieuwe administratie die van de modernste hulpmiddelen gebruik zou moeten gaan maken. Aanjagers van deze modernisering waren de directeuren A.W. Dek en in het bijzonder J. Engelfriet.²

Voor verregaande mechanisering van de administratie en grootschalig rekenwerk wilde Engelfriet bij de Nillmij een elektronische rekenmachine inzetten. Om te bepalen wat voor de Nillmij de meest geschikte apparatuur zou zijn schreef de Nillmij eind 1952 drie grote kantoormachinefabrikanten aan met het verzoek om met behulp van hun rekenapparatuur een proefopdracht uit te voeren.³ Daarnaast informeerde Engelfriet ook bij het Mathematisch Centrum naar de mogelijkheden om het Mathematisch Centrum speciaal voor de Nillmij een automatische rekenmachine te laten bouwen met 'een magnetisch geheugen van ± 2000 getallen van 10 decimale cijfers of van ± 4000 getallen'⁴.

Van de aangeschreven bedrijven reageerde IBM al helemaal niet. Ook Remington Rand viel af. Op 1 april 1953 rapporteerde het bedrijf dat ze de bere-

²Ibidem

³Rapport Directie te Djakarta betreffende Mechanisatie' ('s-Gravenhage, 20 juli 1953). 'Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 251', X.046.1:658.564

⁴Brief van J. Engelfriet aan de directie van het Mathematisch Centrum van 25 Maart 1953'. 'Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 172', X.009.02

keningen op zich wel uit konden voeren, maar dat dit te veel tijd zou kosten. De derde kandidaat, Bull, had beter nieuws: met behulp van de Bull GAMMA 3 kon de proefopdracht naar tevredenheid worden opgelost.⁵ In juli 1953 besloot de directie van de Nillmij daarop tot aanschaf van zo'n Bull GAMMA 3 rekenmachine. Tegelijkertijd werd ook de gehele ponskaartenadministratie overgezet op apparatuur en toebehoren van Bull.⁶

De Bull GAMMA 3 was de enige machine waarmee de proefopdracht uitgevoerd kon worden, maar voor dagelijks gebruik moest de machine toch nog stevig uitgebreid. De Bull GAMMA 3, de rekenenheid, had slechts zes woorden geheugen. Omdat dit voor de toepassing bij de Nillmij verre van voldoende was, werden nog eens drie geheugenkasten van elk acht woorden aan de GAMMA 3 aangesloten. De installatie bestond verder uit een reproductrice voor de invoer van ponskaarten en een tabulatrice voor de uitvoer.⁷ Nadat de GAMMA 3 en de geheugenkasten op 12 mei 1955 bij de Nillmij waren geïnstalleerd⁸, was Bull nog zes weken bezig het geheel te testen. Daarna konden de eerste programma's gedraaid worden, zoals het programma Atlas voor het jaarwerk, of de dagelijkse nieuwe verrekeringen van de polissen. Al snel bleek dat de Bull apparatuur allerhande kinderziekten vertoonden.⁹

De interesse van Engelfriet voor automatische rekenmachines werd niet door de aanschaf van de Bull GAMMA 3 getemperd, integendeel: 'Met de aankoop van Gamma 3 zou de gedachte om door het Mechanisch Centrum [Mathematisch Centrum] een machine te doen construeren, vervallen, hetgeen om allerlei redenen wel te betreuren zou zijn. In de eerste plaats, omdat de mogelijkheid om met een magnetische trommel te werken dan praktisch voor vele jaren opzij wordt geschoven; in de tweede plaats, omdat wij er wel voor voelen op enigerlei wijze de hand te hebben in een verdere ontwikkeling op dit speciale electronische gebied. Wij hebben daarom toch aan het Centrum een voorlopige opdracht verstrekt, n.l. om na te gaan of het mogelijk is een machine te construeren, die automatisch correspondentie kan voeren en allerlei tikwerk kan verrichten, voorzover de specifieke gegevens daartoe via ponskaarten aan het apparaat worden toegevoerd. Een dergelijke machine zou een magnetische trommel moeten bevatten, omdat een grote geheugencapaciteit nodig is en verder praktisch alle logische acties moet verrichten, die ook een rekenapparaat moet verrichten. Waarschijnlijk zal dan ook in deze machine, omdat het slechts een kleine uitbreiding betreft, een rekenorgaan worden ingevoegd, hetgeen dan het voordeel heeft, dat er een hulpapparaat achter de hand is, indien er een stagnatie met de Gamma optreedt. Dit project zal pas in behandeling worden genomen, wanneer de rekenmachine, die nu bij het Centrum gebouwd wordt, gereed is en haar bruikbaarheid in de praktijk heeft bewezen.'¹⁰

De Nillmij was niet het enige bedrijf dat in 1953 bij het Mathematisch Centrum aanklopte met de vraag of het Mathematisch Centrum een computer zou

⁵'Rapport Directie te Djakarta betreffende Mechanisatie' ('s-Gravenhage, 20 juli 1953). 'AEGON:251', X.046.1:658.564

⁶'Nota dd. 27 Juli 1953 aan de Directie te Djakarta'. 'AEGON:251', X.046.1:658.564

⁷'M(echanisatie) A(dministratie). Een en ander over de Electronische rekenmachine', Personeelscirculaire 173 ('s-Gravenhage, 9 september 1955). 'AEGON:251', X.046.1:658.564

⁸'Extract uit notulen kleine Chefsvergadering op Maandag, 23 Mei 1955'. 'AEGON:251', X.046.1:658.564

⁹'Notulen kleine Chefsvergadering d.d. 9.1.56'. 'AEGON:251', X.046.1:658.564

¹⁰'Nota dd. 27 Juli 1953 aan de Directie te Djakarta', 2. 'AEGON:251', X.046.1:658.564

willen bouwen: ook Fokker was geïnteresseerd.¹¹ Waar de Nillmij in eerste instantie afhaakte, kwamen Fokker en het Mathematisch Centrum in 1954 tot een overeenkomst. Begin 1955 leverde het Mathematisch Centrum de FERTA¹² af aan Fokker die daarmee de beschikking kreeg over een eigen versie van de ARRA.¹³

Het plan om een automatische rekenmachine door het Mathematisch Centrum te laten bouwen schoof de Nillmij voor nu opzij, maar werd niet vergeten. In 1954 sprak de Nillmij ‘uiteraard ook verder (...) over de mogelijke samenwerking tussen de Bull, het Mathematisch Centrum, Philips en N.H.M. [= Nederlandse Handelsmaatschappij] en ons. Het resultaat daarvan is – naar wij menen te mogen aannemen – geweest, dat men nu meer beseft, welke waarde e.e.a. voor hen kan hebben: er is in Nederland zoveel kennis op dit gebied aanwezig, dat verwacht mag worden dat de Nederlandse partijen elkaar vinden en dan behoefte hebben zich te wenden tot een fabrikant van ponsmachines.’¹⁴ Voor Philips waren dit geen serieuze gesprekken in die zin dat Philips pertinent niet van plan was om computers te gaan produceren.¹⁵ In 1955 werden de gesprekken tussen de Nillmij en het Mathematisch Centrum serieuzer. Uiteindelijk mondden ze uit in onderhandelingen over de oprichting van Nederlandse eerste computerindustrie.

Sinds eind jaren '40 had het Mathematisch Centrum al veel ervaring opgedaan met de bouw van de automatische rekenmachines ARRA¹⁶, de herziening van de ARRA, de bouw van de FERTA voor Fokker en was ondertussen begonnen aan de bouw van de ARMAC¹⁷, de opvolger van de ARRA. Verder deed het laboratorium allerhande onderzoeken naar elementen van en onderdelen voor computers. Het Mathematisch Centrum had de ambitie om een echt grote computer te bouwen, de AERA¹⁸, die 2500 keer sneller zou zijn dan de ARRA.¹⁹

De ervaring en kennis van de computerconstructiegroep van het Mathematisch Centrum dreigden verloren te gaan omdat de behoefte van het Mathematisch Centrum aan meer rekencapaciteit voorlopig bevredigd was met de nieuwe computer ARMAC. Natuurlijk moest onderhoud gepleegd worden aan de ARMAC en kon verder gegaan worden met onderzoek naar nieuwe hardware, maar het Mathematisch Centrum kon het zich financieel niet veroorloven nu een nieuwe grotere computer te bouwen of andere bevredigende projecten door deze groep uit te laten voeren. Aangezien verschillende leden uit deze groep goede aanbiedingen uit binnen- en buitenland hadden gekregen, was het uiteenvallen

¹¹Notulen van de 13e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum, gehouden op Woensdag 24 Februari 1954 in het gebouw van het Mathematisch Centrum', 4. 'Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum (RAHN, SMC), 1946–1980', inv. nr. 4

¹²Fokkers Electronische Rekenmachine Type ARRA

¹³Notulen van de 15e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum, gehouden op Donderdag 25 April 1955 in het gebouw van het Mathematisch Centrum', 2. 'Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum (RAHN, SMC), 1946–1980', inv. nr. 4

¹⁴Extract uit brief van de directie te 's-Gravenhage (w.g. J. Engelfriet) aan Hr. Dek d.d. 24 Maart 1954', 1. 'AEGON:251', X.046.1:658.564

¹⁵I.J. Blanken, *Een industriële wereldfederatie*, deel 5 (Zaltbommel: Europese Bibliotheek 2002), 155–156

¹⁶Automatische Relais Rekenmachine Amsterdam

¹⁷Automatische Rekenmachine Mathematisch Centrum

¹⁸Automatische Elektronische Rekenmachine Amsterdam

¹⁹'ARRA, FERTA, ARMAC, AERA. Verslag van machines met het ook op de curatorenvergadering van 15 April 1955'. 'RAHN, SMC', inv. nr. 91

van de computerconstructiegroep zeer reëel.²⁰

Dit zou voor het Mathematisch Centrum, maar zeker ook voor Nederland in het algemeen ‘een zeer groot verlies aan wetenschappelijk en technisch potentieel [betekenen].’²¹ Het Mathematisch Centrum zag het niet als haar taak om op commerciële basis computers te gaan produceren, het was immers een wetenschappelijke instelling. Toch wilde men de kennis en ervaring van de computerconstructiegroep voor Nederland behouden en in de loop van 1955 werd de oplossing gevonden in de oprichting van een Nederlandse computerindustrie door de Nillmij: *NV Electrologica*. In opdracht van deze computerindustrie zou de computerconstructiegroep van het Mathematisch Centrum voor de Nillmij ‘vrij kostbare elektronische rekenmachines (...) ontwerpen en (...) construeren, die mogelijksterwijs ook voor andere instanties aantrekkelijk zullen zijn.’²²

Voordat *Electrologica* op 21 juni 1956 door de Nillmij werd opgericht, onderhandelden de Nillmij en het Mathematisch Centrum stevig over de voorwaarden van samenwerking. Voor het Mathematisch Centrum was het belangrijk dat, indien het met *Electrologica* niet goed zou gaan, dit financieel geen negatieve gevolgen zou hebben voor het Mathematisch Centrum. De Nillmij kwam het Mathematisch Centrum hierop tegemoet in de garantie-overeenkomst die beide organisaties op 25 juni 1956 ondertekenden.²³ Hierin stond de Nillmij garant voor alle financiële verplichtingen van *Electrologica* ten opzichte van het Mathematisch Centrum.

Op dezelfde dag tekenden ook het Mathematisch Centrum en *Electrologica* een overeenkomst waarin deze financiële verplichtingen en andere afspraken werden vastgelegd.²⁴ Het Mathematisch Centrum kreeg 150.000 gulden verdeeld over twee jaar plus een klein percentage van de omzet van *Electrologica*. Ook kon het Mathematisch Centrum tegen kostprijs een computer bij *Electrologica* aanschaffen. Zolang *Electrologica* een omzet kleiner dan f. 2.500.000 genereerde, zou *Electrologica* alle computers door het Mathematisch Centrum laten bouwen. Hierna zou de computerconstructiegroep in dienst treden van *Electrologica* en het Mathematisch Centrum zou zich terugtrekken uit de computerbouw.

De ontwikkeling van de *Electrologica X1*

De technische leiding van *Electrologica* kwam in handen van de twee computerbouwers van het eerste uur: B. Loopstra als technisch directeur van *Electrologica*

²⁰‘Vertrouwelijk memorandum d.d. 18 september 1956, inzake de werkgroep voor de constructie van elektronische rekenmachines van het Mathematisch Centrum’, 1. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 52; ‘Notulen der 16e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op Dinsdag 7 Februari 1956 in het gebouw van het M.C., 2de Boerhaavestr. 49’, 5. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 4

²¹‘Vertrouwelijk memorandum d.d. 18 september 1956, inzake de werkgroep voor de constructie van elektronische rekenmachines van het Mathematisch Centrum’, 1. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 52

²²‘Vertrouwelijk memorandum d.d. 18 september 1956, inzake de werkgroep voor de constructie van elektronische rekenmachines van het Mathematisch Centrum’, 1. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 52; ‘Notulen der 16e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op Dinsdag 7 Februari 1956 in het gebouw van het M.C., 2de Boerhaavestr. 49’, 5. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 4

²³‘Garantie-overeenkomst’ (Amsterdam, 25 juni 1956). ‘Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum (RAHN, SMC), 1946–1980’, inv. nr. 52

²⁴‘Overeenkomst tussen *Electrologica* en Stichting Mathematisch Centrum, 25 juni 1956’. ‘RAHN, SMC’, inv. nr. 52

en C. Scholten als chef van de computerconstructiegroep van het Mathematisch Centrum. Onder hun leiding ontwikkelde de computerconstructiegroep Electrologica's eerste computer. In januari 1957 konden ze rapporteren dat 'het ontwerp voor de nieuwe machine, de X1, gereed is.'²⁵ Halverwege 1957 was al een deel van de machine gebouwd en bleek dat er ook van derden veel interesse voor de X1 was.²⁶ Begin 1958 kon de X1 grotendeels getest worden, enkel het snelle geheugen moest nog uitgebreid naar 4096 woorden en ook de koppeling van de ponskaartinstallatie was nog niet gereed. Wel werd er met nadruk op gewezen dat dit 'uitsluitend constructie en testen [betreft], daar alle ontwerpen gereed zijn.'²⁷

Deze machine die eind 1957 gereed was om getest te worden, het prototype bestemd voor de Nillmij, omschreef Electrologica als volgt: 'De basismachine bevat het arithmetische orgaan, de verschillende interne registers, de bestuursapparatuur etc. De fysische gedaante is ongeveer die van een normaal schrijfbureau waarop zich tevens de verschillende bedieningsschakelaars en de indicatielampjes bevinden. De circuits welke in de elektronische onderdelen worden gebruikt zijn alle volledig getransistoriseerd, zodat het totaal opgenomen vermogen voor een machine van deze omvang bijzonder laag is (enkele honderden Watts).'²⁸ De X1 was daarmee de eerste door het Mathematisch Centrum gebouwde computer waarin bijna geen enkele radiobuis was verwerkt. Door het gebruik van transistors was niet alleen de energieconsumptie ten opzichte van eerdere machines erg laag, ook de warmteontwikkeling verminderde drastisch en de betrouwbaarheid van de machine steeg enorm.

Het geheugen bestond volledig uit magnetische ferriet kerntjes en was verdeeld in een klein dood deel en een groot levend gedeelte. Het dode geheugen bevatte de systeemsoftware, zoals de communicatieprogramma's, bepaalde standaard programma's en subroutines. Doordat dit dode geheugen read-only was en niet overschreven kon worden, was het een stuk goedkoper was dan het levende geheugen. In principe kon elke klant zelf beslissen over de hoeveelheid en inhoud van het dode geheugen en de hoeveelheid van het levende geheugen. De minimale hoeveelheid levend geheugen was 4096 woorden van 27 bits verdeeld in blokken van 512 woorden, oftewel één geheugenkast. Het dode geheugen was verdeeld in blokken van 64 woorden. Het totale geheugen, dus het levende en dode geheugen samen, kon uitgebreid worden tot maximaal 32768 woorden verdeeld over verscheidende geheugenkasten.²⁹

De X1 was door het snelle kerngeheugen en het gebruik van transistors een zeer snelle machine, zeker in vergelijking met de ARMAC. Waar de ARMAC optelde met een snelheid van 417 μ s plus een gemiddelde wachttijd op de trommel van 7 ms, duurde een optelling op de X1 nog maar 64 μ s en er was geen sprake

²⁵Notulen van de 20ste Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op Donderdag 10 Januari 1957 te 10.00 uur v.m. in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2de Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 4. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

²⁶Notulen van de 21ste Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op dinsdag 11 juni 1957 te 10.00 v.m. in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 9. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

²⁷Notulen van de 22e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 13 maart 1958 te 14.30 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 13. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

²⁸Electrologica, 'Korte algemene beschrijving van de X-1', Technisch rapport EL-1-N (1957), 1

²⁹B.J. Loopstra, 'The X-1 Computer', *The Computer Journal* 2:1 (1959), 39-43

van een wachttijd doordat een kerngeheugen in plaats van een trommelgeheugen werd gebruikt.³⁰

Invoer geschiedde via een ponsbandlezer en de uitvoer ging via een bandponser of een schrijfmachine. Voor administratieve toepassingen was het mogelijk een ponskaarten-reproductrice aan te sluiten waarmee de X1 in staat was ponskaarten uit te ponsen en in te lezen. De ponskaartenmachines werden met behulp van een buffergeheugen gesynchroniseerd waardoor de X1 tijdens het kaartlezen of -ponsen gewoon door kon werken.³¹

De opdrachtcode van de X1 was op het eerste gezicht vergelijkbaar met die van de eerdere machines van het Mathematisch Centrum, de code was enkel uitgebreider. De X1 had twee 27 bits registers, A en S, die beide verschillende optel-, vermenigvuldig-, deel- en logische opdrachten kenden. Daarnaast was er een kleiner modificatieregister B van 16 bits waarop ook een aantal opteloperaties konden worden uitgevoerd. Tenslotte waren er een viertal sprongopdrachten: de additieve sprongopdracht, de gewone sprongopdracht, de tellende sprongopdracht en de subroutine sprongopdracht. De tellende sprongopdracht werd gebruikt in combinatie met een teller (een speciaal daarvoor gereserveerde geheugenplaats) waarmee eenvoudig iteraties van een vast aantal stappen uitgevoerd konden worden. Met een additieve sprongopdracht werd de inhoud van een adres opgeteld bij de opdrachtteller, hiermee kon dus over een bepaalde hoeveelheid adressen gesprongen worden.

Een instructie van 27 bits was verdeeld in een adresgedeelte op de eerste 15 bits gevolgd door zes bits die de opdracht specificeerde en afgesloten door 3 groepen van 2 bits die het karakter of de variant van de opdracht bepaalden. Hiermee kon bijvoorbeeld aangegeven worden dat het adres in een opdracht als een getal geïnterpreteerd moest worden, of dat het adres in de opdracht eerst vermeerderd werd met de inhoud van het modificatieregister B. Deze verandering kon eventueel ook teruggeschreven worden in het geheugen. Andere mogelijkheden waren het instellen van allerhande condities, zoals tekenwisselingen, nultests en dergelijke. Verder kon een conditionele sprong of conditionele opdracht worden gespecificeerd. Deze laatste zes bits maakte de opdrachtcode van de X1 duidelijk verschillend van die van voorgaande machines van het Mathematisch Centrum.³²

Naast de eerder genoemde rekenkundige en logische opdrachten, totaal aantal 48, had de programmeur van de X1 ook nog de beschikking over een aantal "communicatieopdrachten" waaronder schuifopdrachten, normeeropdrachten, registertransportopdrachten, snelle vermenigvuldig met tien, stopopdrachten en opdrachten ter besturing van alle in- en uitvoerapparatuur.³³ Bij deze zogenaamde communicatieopdrachten werd het adresgedeelte altijd als een bepaalde code geïnterpreteerd die de werking van de opdracht bepaalde en verwees dus niet naar een adres in het geheugen.

Met de bandponser, de bandlezer en de typemachine waren de ontwerpers van de X1 duidelijk vertrouwd. De verschillende opdrachten om deze appara-

³⁰P.J. van Donselaar, 'De ontwikkeling van elektronische rekenmachines in Nederland (Een historisch overzicht van Nederlandse computers)', Technisch rapport (Amsterdam: Stichting Het Nederlands Studiecentrum voor Administratieve Automatisering en Bestuurlijke Informatieverwerking juli 1967), 19, 24

³¹Electrologica, 'Korte algemene beschrijving van de X-1', 1-3

³²Ibidem

³³Ibidem

tuur aan te sturen waren vergelijkbaar met die in eerdere machines. Ook voor de aansluiting en besturing van de ponskaartenapparatuur was een oplossing gevonden door deze, net als de andere drie in- en uitvoerapparaten, aan te sturen met behulp van speciale machineopdrachten. Verder wilde Electrologica in de toekomst ook nog andere randapparaten aansluiten, zoals een snelle printer, magneetbandeenheden, enzovoorts. Elk aan te sluiten apparaat kreeg zijn eigen opdrachten in de machinecode waarmee de programmeur het apparaat aan kon sturen.

Bij het aansluiten van randapparatuur aan de X1, of wat dat betreft bij aansluiten van randapparatuur aan welke computer dan ook, trad een synchronisatieprobleem op. Randapparaten werkten namelijk in een eigen tempo dat vaak niet overeenkwam met de snelheid waarmee de computer de gegevens verwerkte. Bijvoorbeeld bij het lezen en verwerken van gegevens op ponskaarten kon het voorkomen dat de X1 eerder nieuwe gegevens wilde verwerken dan dat de ponskaartenmachine kon lezen. Of andersom, dat de X1 langer bezig was met het verwerken van de ingelezen gegevens en dat de ponskaartenmachine niet verder kon met het lezen van de volgende kaart. Voor een deel werden deze problemen opgelost door het gebruik van een buffergeheugen. Maar het ‘streven bij het ontwerp van de X1 is echter geweest, om deze (...) extra buffers tot een nog praktisch minimum te beperken.’³⁴

Voor administratieve applicaties waar veel in- en uitvoer van gegevens plaatsvindt, was deze situatie problematisch. In 1957 lostte A.W. Dek, een van de directeuren van de Nillmij en commissaris van Electrologica, dit probleem op. Dek probeerde een programma voor de X1 te schrijven waarmee de X1 twaalf ponskaarten per seconde zou kunnen verwerken. Dat bleek onmogelijk, tenzij er een zogenaamd ingreepmechanisme (interrupt) in de X1 werd ingebouwd.³⁵ Zodra een randapparaat, bijvoorbeeld een ponskaartenmachine, klaar was met inlezen van een ponskaart en de net ingelezen informatie in de buffer had geschreven of klaar was met ponsen van de gegevens in de buffer, genereerde het een ingreepsignaal. Hierop werd het lopende programma op de X1 onderbroken en de toestand van de registers veiliggesteld in het geheugen waarna het ingreepprogramma, in dit geval voor de ponskaartenmachine, door de X1 werd uitgevoerd die daarop de gelezen informatie verwerkte, bijvoorbeeld door het op de juiste plaats in het geheugen te plaatsen. Zodra het ingreepprogramma was afgehandeld werd de X1 weer in de oude toestand teruggebracht en het onderbroken programma hervat.³⁶

‘Met andere woorden: zodra er urgenter werk te doen is, wordt de X-1 automatisch even “uitgeleend” aan een ingreepprogramma, dat dan dit “haastkar-

³⁴E.W. Dijkstra, ‘Verslag van de voordracht door Dr E.W. Dijkstra, gehouden op 11 december 1959. De faciliteit tot interruptie in de X1’, *Mededelingen van het Rekenmachinegenootschap* 2:1 (februari 1960), 3–8, aldaar 6; N.V. Electrologica, ‘Korte algemene beschrijving van de elektronische rekenmachine X1 (EL-3)’, Technisch rapport EL-3 (’s-Gravenhage 1958), 27; B.J. Loopstra, *Input and output in the X-1 system*, in: *Information processing : proceedings of the International conference on information processing, Unesco, Paris 15-20 June 1959* (1959), 342–344

³⁵E.W. Dijkstra, ‘A programmer’s early memories’, in: N. Metropolis, J. Howlett en G. Rota ed., *A History of Computing in the Twentieth Century: a Collection of Essays* (New York: Academic Press 1980), (URL:<http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd05xx/EWD568.PDF>), 563–573, aldaar 10; G. Alberts en H.T. de Beer, ‘Interview met A.W. Dek, directeur van de Nillmij en commissaris van Electrologica, gehouden op 8 januari 2008’ (2008)

³⁶Electrologica, ‘Korte algemene beschrijving van de elektronische rekenmachine X1 (EL-3)’, 27; Loopstra, ‘The X-1 Computer’, 43

weitje” onmiddellijk uitvoert. Vergeleken bij oplossingen zonder ingreep wordt hierdoor het nuttig effect van de X-1 enorm verhoogd, niet in de laatste plaats, doordat het nu mogelijk is de X-1 samen te laten werken met een aantal, onderling gesynchroniseerde apparaten.³⁷

Om meerdere apparaten tegelijkertijd aan te sturen moest Electrologica voor elk soort apparatuur een apart ingreepprogramma schrijven. Ingreepprogramma’s waren ingedeeld in zeven klassen die de prioriteit van de ingreepsignalen bepaalden. Ingreepprogramma’s met een hogere prioriteit konden niet door ingrepen voor ingreepprogramma’s met een lagere prioriteit worden onderbroken. De zevende en hoogste klasse behoorde toe aan de X1 zelf, aan de console en kon door geen enkel ander ingreepsignaal, behalve uit de zevende klasse, worden onderbroken.³⁸ Met behulp van dit ingreepmechanisme was Electrologica in staat om de X1 beter geschikt te maken voor administratieve toepassingen. Het maakte het zelfs mogelijk om op de X1 twee programma’s tegelijkertijd te draaien.³⁹

Deze ingreepprogramma’s, maar ook subroutines voor de ingreepfunctionaliteit en allerlei in- en uitvoerprogramma’s en subroutines werden bedraad in het dode geheugen van de X1 meegeleverd. Dit conglomeraat van programma’s en subroutines werd het communicatieprogramma genoemd en was geschreven door E.W. Dijkstra die al sinds 1952 bij het Mathematisch Centrum werkte als programmeur. In 1959 promoveerde hij zelfs op zijn werk voor Electrologica met zijn proefschrift *Communication with an automatic computer*⁴⁰ aan de Universiteit van Amsterdam.

Omdat dit communicatieprogramma bedraad in het dode geheugen was opgenomen, zouden eventuele fouten enkel door vervanging van blokken dood geheugen opgelost kunnen worden. Daar kwam nog bij dat Dijkstra niet de mogelijkheid had zijn communicatieprogramma eerst te testen.⁴¹ Nu had Dijkstra al veel ervaring met het schrijven van dergelijke programma’s: hij had immers de invoerprogramma’s en de pons- en typeroutines voor de opeenvolgende machines van het Mathematisch Centrum geschreven. Maar de introductie van het ingreepmechanisme veranderde de zaak voor hem drastisch; hij schrok terug voor het feit dat door het ingreepmechanisme de X1 een non-deterministisch karakter kreeg. Bij nadere bestudering van het ingreepmechanisme zoals hem dat was voorgelegd, bewees Dijkstra dat het zo niet zou werken. Na verbetering van de ingreep begon Dijkstra aan de implementatie van het communicatieprogramma dat hij begin 1958 afrondde.⁴²

Met behulp van het communicatieprogramma konden een aantal zelfstandige in- en uitvoerprogramma’s worden gestart met behulp van de zogenaamde autostartknoppen op de console. Er waren elf van dergelijke knoppen die elk een ander programma startte, bijvoorbeeld het inlezen van een ponsband, het uittypen van de inhoud van een adres, het ponsen van een reeks opeenvolgende adressen in het geheugen, het starten van een programma, enzovoorts. Even-

³⁷Electrologica, ‘Korte algemene beschrijving van de elektronische rekenmachine X1 (EL-3)’, 27

³⁸Ibidem, 27–29

³⁹Loopstra, ‘The X-1 Computer’, 43

⁴⁰E.W. Dijkstra, ‘Communication with an automatic computer’, Proefschrift, Universiteit van Amsterdam (1959)

⁴¹Dijkstra, ‘A programmer’s early memories’, 10

⁴²Ibidem

tuele adresgegevens of getallen konden met behulp van de schakelaars op de console worden ingegeven. Ook de console zelf werd met behulp van het communicatieprogramma aangestuurd.

Veel van de functionaliteit die via deze autostarts beschikbaar was, kon ook via subroutines worden aangesproken. Zo kon een programmeur vanuit zijn programma allerhande typeroutines aanroepen waarmee hij de opmaak van de pagina en de opmaak van getallen kon bepalen en die getallen vervolgens uit kon laten typen door de X1. Maar ook het ponsen en het lezen van ponsband kon een programmeur via subroutines aansturen. Tenslotte waren er een aantal voorzieningen voor aansturing van het ingreepmechanisme.⁴³

Naast Dijkstra's communicatieprogramma werden er ook ingreepprogramma's geschreven voor ponskaartenmachines en andere administratieve randapparatuur door mensen van de Nillmij en Electrologica. Eind 1958 was de status van dergelijke "extra" software nog onduidelijk: moest deze software gratis meegeleverd worden, of zou de klant ze moeten bestellen en betalen? Scholten stelde nog voor om een eenvoudig ingreepprogramma te schrijven en dat mee te leveren en dan de klant er op te wijzen dat er een beter, uitgebreider programma was dat besteld kon worden. Dit voorstel werd afgewezen.⁴⁴

Het Electrologica X1-systeem

Het succes van de Electrologica X1

Terwijl het Mathematisch Centrum na de oprichting van Electrologica aan de ontwikkeling van de X1, nam de Nillmij de commerciële activiteiten van Electrologica voor zijn rekening. De Nillmij ging op zoek naar potentiële klanten voor de X1 bij andere verzekeringsmaatschappijen. Veel succes had de Nillmij hierbij niet, deels doordat andere levensverzekeringsmaatschappijen huiverig waren om met een computer van de Nillmij, hun concurrent, in zee te gaan.⁴⁵ Toch werd de X1 een succes: eind 1957 waren er bij Electrologica al negen machines besteld⁴⁶ (Zie Tabel 1). Verder was het ook al bijna zeker dat het Mathematisch Centrum een X1 zou bestellen. In 1958 gebeurde dat ook.⁴⁷ En dat allemaal voordat de eerste machine überhaupt een programma gedraaid had.

Van deze negen bestellingen kwamen er zes uit Duitsland, min of meer bij toeval. Een Duitse ingenieur, Schuff, wist van de X1 en toonde interesse voor zo'n computer voor zijn adviesbureau. Schuff's collega zag in dat er een markt voor de X1 in Duitsland was en begon met de verkoop van de Electrologica X1 in Duitsland.⁴⁸ Al snel was Duitsland een belangrijke markt voor Electrologica en om deze markt beter te kunnen bedienen werd in 1959 een Duitse vestiging

⁴³Dijkstra, 'Communication with an automatic computer', 62-121

⁴⁴Notulen van de vergadering gehouden op woensdag 1 oktober 1958 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 171', X.008.13.053.7 G

⁴⁵Alberts en De Beer, 'Interview met A.W. Dek'

⁴⁶N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1957' in: 'Nota aan H.H. Gedelegeerde Commissarissen van "Ned. Nillmij" en "Arnhem", 13 november 1958', 1. 'Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 165', X.003.3:657.372

⁴⁷Notulen van de 22e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 13 maart 1958 te 14.30 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 16. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

⁴⁸Alberts en De Beer, 'Interview met A.W. Dek'

#	klant	B	L	I
X1-1	Nillmij	1956	NL	1958
X1-2	Mathematische Beratungs- und Programmierungsdienst	1957	DE	1959
X1-3	(Nieuwe) Eerste Nederlandse	1957	NL	1960
X1-4	CBS	1957	NL	1960
X1-5	Hoesch AG (1)	1957	DE	1960
X1-6	Mathematisch Centrum	1958	NL	1960
X1-7	Mannesman AG (1)	1957	DE	1960
X1-8	Hoesch AG (2)	1957	DE	1960
X1-9	Ruhrkohle Treuhand GmbH (1)	1957	DE	1960
X1-10	Interatom AG	1957	DE	1960
X1-11	Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation	1960	NL	1961
X1-12	Universiteit Kiel	1960	DE	1961
X1-13	Rijksuniversiteit Leiden	1960	NL	1962
X1-14	Algemene Kunstzijde Unie NV	1960	NL	1962
X1-15	Rheinlbe Bergbau	1960	DE	1961
X1-16	Hoesch AG (3)	1960	DE	1963
X1-17	TH Braunscheig	1960	DE	1962
X1-18	Nationaal Luchtvaartlaboratorium	1960	NL	1962
X1-19	Amstleven/Hollandsche Sociëteit	1961	NL	1963
X1-20	Reactor Centrum Nederland	1961	NL	1962
X1-21	Rekencentrum Electrologica (1)	1961	NL	1963
X1-22	Algemeen Rekencentrum Amsterdam NV	1962	NL	1964
X1-23	Margarine Union GmbH (1)	1962	DE	1963
X1-24	Werkspoor NV	1962	NL	1963
X1-25	Hoesch AG (4)	1962	DE	— ³
X1-26	Universiteit Saarbrücken	1962	DE	1964
X1-27	Ruhrkohle Treuhand GmbH (2)	1962	DE	— ³
X1-28	Tchibo	1963	DE	1965
X1-29	Rijksuniversiteit Utrecht ¹	—	NL	1963
X1-30	Fokker ¹	—	NL	1963
X1-31	Coöperatieve vereniging U.A.	1963	NL	1965
X1-32	Margarine Union GmbH (2)	1963	DE	1964
X1-33	Industrie Company Kleinewefers GmbH	1963	DE	1964
X1-34	Rekencentrum Electrologica (2)	1964	NL	1965
X1-35	Mannesman AG (2)	1964	DE	1965
	Electrologica ²		NL	

#: Rangnummer van de X1-machine.

B: jaar van de bestelling

L: Land van de klant

I: Jaar van installatie of ingebruikname van de X1.

¹: Enkel totdat de in 1963 bestelde X8 geleverd kon worden.

²: Enkel voor testdoeleinden in de fabriek.

³: Bestelling werd ingetrokken in 1963.

bronnen: jaarverslagen Electrologica 1956, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 'periodieke rapportering' (5 April 1966).

Tabel 1: Bestelde en geïnstalleerde Electrologica X1 computers

van Electrologica gesticht: Electrologica GmbH. Naast verkoop verzorgde deze vestiging ook het onderhoud van de X1 van de meeste Duitse klanten.⁴⁹ Hierna wist Electrologica Duitsland nog elf bestellingen voor de X1 binnen te slepen, twee bestellingen werden later weer ingetrokken.

Voor dit Duitse succes was de bestelling van het Mathematische Beratungs- und Programmierungsdienst in Dortmund erg belangrijk. Mislukte deze, of werd de levering ernstig vertraagd, dan, zo vreesde Electrologica, zouden meerdere Duitse klanten hun bestelling opzeggen. Daarom besloot Electrologica om deze X1 aan de Mathematische Beratungs- und Programmierungsdienst te leveren zonder dat deze uitgebreid getest was.⁵⁰

Buiten Nederland en Duitsland had Electrologica beduidend minder succes, ondanks de vele contacten met potentiële klanten werd er geen enkele X1 verkocht buiten Nederland of Duitsland. In totaal werden er naast het prototype voor de Nillmij en een testmachine voor de fabriek van Electrologica 34 X1-computers besteld. Hiervan kwamen 18 bestellingen uit Duitsland, waarvan er 16 ook daadwerkelijk geleverd bij 12 verschillende klanten. Van de overige 16 bestellingen waren er twee voor het rekencentrum van Electrologica. Fokker en Rijksuniversiteit Utrecht hadden in 1963 een X8 besteld en tijdens de levertijd van deze nieuwe machine kregen ze goedkoop de beschikking over een X1-computer. Hierdoor was het Duitse aandeel in het succes van de X1 nog geprononceerder.

De klanten van Electrologica waren zeer divers. Naast de Nillmij waren er nog drie andere verzekeringsmaatschappijen die voor een X1 kozen en dus de X1 gebruikten voor administratieve toepassingen in de verzekeringssfeer. Het Centraal Bureau voor de Statistiek gebruikte de X1 natuurlijk voor statistische berekeningen. De verschillende rekencentra, het Algemeen Rekencentrum Amsterdam en het Rekencentrum Electrologica, verrichtte voor het grootste deel administratief werk. Daarnaast gebruikten ook een aantal Duitse industrieën de X1 voor administratieve werkzaamheden. De rest van de X1-gebruikers zette de machine in voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk. Hieronder zaten een aantal onderzoeksinstellingen, universiteiten, het Mathematisch Centrum en ook een groot aantal industrieën, zoals Fokker en Interatom AG.

Het succes van de X1 werd deels veroorzaakt doordat het een moderne middelgrote machine was met een aantrekkelijke prijs. De basismachine van de X1, de console plus 512 woorden dood en 512 woorden levend geheugen, kostte 175.000 gulden. Uitbreiding van het levend geheugen kostte 32.000 gulden per 512 woorden. In een geheugenkast paste acht van dergelijke geheugeneenheden van 512 woorden, elke extra kast kostte nog eens 20.000 gulden. Het uitbreiden van het dode geheugen ging per eenheid van 64 woorden à 200 gulden. In een kast paste 64 van dergelijke eenheden, een extra kast kostte 11.000 gulden. Wat betreft de standaard in- en uitvoerapparatuur waren de kosten voor een IBM typemachine 7.500 gulden, voor een Ferranti ponsbandlezer 4.200 gulden en voor de Creed bandponser 3.700 gulden. Daarbovenop kwamen de kosten voor eventuele ponskaartenapparatuur plus aanpassingskosten om dergelijke apparatuur

⁴⁹De Wit, 'Wat niet te verzekeren valt: Electrologica als casus uit de opbouw van een Nederlandse computerindustrie (1956–1967)', 274; N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1960' ('s-Gravenhage), 5. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁵⁰Notulen van de vergadering gehouden op Donderdag 16 April 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

met de X1 te laten samenwerken.⁵¹

Het grote succes van de X1 had ook een keerzijde. Bij de oprichting van Electrologica zou het Mathematisch Centrum een machine voor de Nillmij bouwen en waarschijnlijk ook een voor het Mathematisch Centrum zelf. Hiernaast zou er misschien her en der bij andere levensverzekeringsmaatschappijen ook nog interesse zijn voor de X1. In 1958 was de orderportefeuille al zeer goed gevuld en Electrologica besloot zelfs tot een orderstop om alle energie te richten op de productie van de al bestelde machines.⁵² Door het grote succes was het Mathematisch Centrum genoodzaakt om, zoals bepaald in de overeenkomst met Electrologica, stevig uit te breiden om aan de opdrachten en behoeften van Electrologica te kunnen voldoen. Bestond de computerconstructiegroep eind 1955 uit ± 20 personen en groeide dat aantal amper in 1956 en 1957 (± 25 personen), in 1958 explodeerde dat aantal tot 60 personen⁵³.

Deze enorme groei had een ruimtegebrek tot gevolg waardoor zelfs het prototype eigenlijk niet in het Mathematisch Centrum afgemaakt kon worden. Electrologica ging daarop op zoek naar nieuwe werkruimte en in de loop van 1958 kon, mede door bemiddeling van de gemeente Amsterdam, een fabriekspand in Duivendrecht worden gehuurd. Het grootste deel van de machinebouwactiviteiten werd naar deze nieuwe locatie overgeheveld, terwijl het onderzoekswerk in het Mathematisch Centrum bleef.⁵⁴ Later, in 1964, opende Electrologica een nieuwe fabriek in Rijswijk.

Alhoewel het Mathematisch Centrum en Electrologica overeengekomen waren om het Mathematisch Centrum de computers voor Electrologica te laten bouwen totdat in een jaar Electrologica meer dan 2.500.000 gulden omzette, verrichtte Electrologica door het in gebruik nemen van de vestiging in Duivendrecht al veel machinebouwactiviteiten zelf. De groei van Electrologica was sowieso een reden voor zowel het Mathematisch Centrum als voor Electrologica om eerder dan verwacht de computerbouwactiviteiten volledig over te laten gaan op Electrologica. Voor het Mathematisch Centrum betekende de vele opdrachten voor Electrologica veel extra rompslomp en het Mathematisch Centrum was nu eenmaal geen industriële organisatie. Electrologica wilde zich naar de buitenwereld toe zelfstandiger kunnen vertonen.⁵⁵ Daarom werd besloten om de computerconstructiegroep van het Mathematisch Centrum versneld in twee fasen over te hevelen naar Electrologica; op 1 november 1958 vertrokken de eerste 22 personeelsleden, gevolgd door de overige 38 personen op 1 januari 1959.⁵⁶

⁵¹Brief aan CBS ter attentie van P.J. Houweling van 7 januari 1957. 'AEGON:172', X.009.02

⁵²Notulen van de 22e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 13 maart 1958 te 14.30 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam'. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4; 'Notulen van de 23e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 26 juni 1958 te 10.00 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam'. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

⁵³'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1956), 4-5; *ibid.*, 6-7; 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1957), 5-6; 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1958), 43-45

⁵⁴Notulen van de 22e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 13 maart 1958 te 14.30 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam'. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4; 'Notulen van de 23e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 26 juni 1958 te 10.00 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 8. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

⁵⁵Notulen van de 23e Curatorenvergadering van het Mathematisch Centrum op donderdag 26 juni 1958 te 10.00 uur in het gebouw van het Mathematisch Centrum, 2e Boerhaavestraat 49 te Amsterdam', 8. 'RAHN, SMC', inv. nr. 4

⁵⁶'Jaarverslag Mathematisch Centrum', 43-45

Problematische randapparatuur

Electrologica gebruikte Bull ponskaartenmachines om de X1 voor administratieve toepassingen geschikt te maken en Bull apparatuur was daarmee onderdeel van het X1-systeem. Bull was maar al te graag bereid om Electrologica ponskaartenapparatuur te leveren voor de Nederlandse markt. Voor andere landen waarin Bull zelf al actief was, zoals in Duitsland, lag dat anders. Vanwege deze problematische verhouding met Bull begon Electrologica ook onderhandelingen met andere fabrikanten, waaronder IBM, en overwoog zelfs om zelf ponskaartenapparatuur te gaan ontwikkelen.⁵⁷

Tijdens onderhandelingen met Bull in 1958 bleek dat er vanuit Bull interesse bestond voor Electrologica's X1 machine als 'een zeer bruikbaar intermediair (...) tussen gamma-tambour en gamma-soixante'⁵⁸ Verder eiste Bull dat Electrologica enkel Bull apparatuur zou gebruiken in het Electrologica X1-systeem. In die landen waar Bull al aanwezig was, behalve in Nederland, zou Bull de X1 gaan verkopen. Electrologica betwijfelde of zo'n innige samenwerking wel zou werken, zeker gezien hun ambities voor een volgende machine. Verder wilden ze zich enkel vastleggen voor een vast aantal ponskaartenmachines.⁵⁹

Uiteindelijk kwamen Bull en Electrologica in juli 1959 tot een overeenstemming waarbij Bull vrijblijvend aan Electrologica zou leveren maar zich daarbij het recht onthield om te weigeren als de belangen van Bull geschaad zouden worden. Verder had Bull geen bezwaar tegen aansluiting van andermans randapparatuur in die landen waar Bull zelf niet actief was. Met deze overeenkomst verminderde ook de interesse van Electrologica in de mogelijkheden van het aansluiten van ponskaartenmachines van andere leveranciers, alhoewel het contact met Bull's concurrenten bleef bestaan.⁶⁰

Toch bleef Electrologica spelen met het idee om zelf een deel van de ponskaartenapparatuur te ontwikkelen. Doordat verschillende onderzoekswerkzaamheden meer prioriteit kregen, besloot Electrologica eind 1959 om de ontwikkeling van de ponskaartponser voorlopig op een laag pitje te zetten. Electrologica ging wel door met het ontwikkelen van een snelle ponskaartlezer.⁶¹ Twee jaar later zette Electrologica ook die ontwikkeling stil. Het werd duidelijk dat Electrologica zich met alle facetten van ponskaartenmachines zou moeten bezighouden, niet alleen met de elektronische kant. Omdat Electrologica vreesde dat de huidige ponskaartentechniek snel verouderd zou raken, besloot Electrologica deze ontwikkeling af te bouwen.⁶²

Naast de ontwikkeling van ponskaartenapparatuur was Electrologica ook geïnteresseerd in de ontwikkeling van allerhande andere randapparaten. De basis van het Electrologica X1-systeem was de console en het kerngeheugen, beide

⁵⁷Notulen van de vergadering gehouden op vrijdag 4 april 1958 ten huize van drs. B.J. Loopstra'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen van de vergadering gehouden op dinsdag 9 september 1958 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁵⁸Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 17 juli 1958 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁵⁹Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 10 juli 1958 op het Mathematisch Centrum te Amsterdam'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁰Notulen van de vergadering gehouden op Maandag 6 Juli 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶¹Notulen van de vergadering gehouden op 1 december 1959 bij de Nillmij', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶²Notulen E.L.-vergadering d.d. 18 oktober 1961', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

ontwikkeld en gebouwd door Electrologica zelf. De rest van het X1-systeem, van de schrijfmachine van IBM tot de ponskaartenmachines van Bull kocht Electrologica in. Vervolgens werden deze apparaten aangepast om aangesloten te kunnen worden op de X1. Naast de standaard bandlezer, bandponser en schrijfmachine en de optionele ponskaartenmachines van Bull kwam er ook vraag naar aansluiting van andere randapparaten zoals een snelle regeldrukker, magneetbandeenheden, een trommelgeheugen of een schijfengeheugen. Electrologica wilde haar klanten graag van dienst zijn, waarbij gold dat apparatuur van eigen fabrikaat eerste keus was.

In 1957 begon Electrologica in het laboratorium van het Mathematisch Centrum met de ontwikkeling van een sneldrukker en een nieuw soort geheugen. De Nillmij bekostigde het onderzoek. Het onderzoek leek in 1958 voorspoedig te verlopen,⁶³ maar een jaar later was de eigen sneldrukker nog verre van gereed, terwijl de vraag naar een dergelijke printer steeg. Electrologica stond voor de keuze om de ontwikkeling van de eigen sneldrukker versneld uit te voeren of zo'n printer extern te betrekken en geschikt te maken voor aansluiting aan de X1.⁶⁴

Loopstra voerde daarop een onderzoek uit naar potentiële geschikte sneldrukkers. De Xeronic high speed printer kwam daarbij als beste uit de bus en werd opgenomen in het assortiment van Electrologica. Omdat Electrologica in overleg was met het bedrijf Atlas, waarbij de eigen ontwikkeling van de sneldrukker een rol speelde, besloot Electrologica met die ontwikkeling toch door te gaan.⁶⁵ Electrologica hoopte dat de eigen hoge snelheids printer in mei 1960 aan hun klanten zou kunnen worden aangeboden voor ongeveer f 301.000.⁶⁶

Mei 1960 was te optimistisch, de sneldrukker was nog niet klaar. Electrologica besloot daarop de sneldrukker enkel off-line te laten werken. Dat wilde zeggen dat het niet meer mogelijk was de printer direct aan de X1 te koppelen; de sneldrukker kon alleen nog via ponsband, magneetband of een ander medium worden aangestuurd. De voorkeur ging hierbij uit naar aansturing met behulp van magneetbanden.⁶⁷ Een jaar later naderde de sneldrukker zijn voltooiing en in december 1962 kon Electrologica haar eerste zelf ontwikkelde en geproduceerde sneldrukker overgedragen aan de klant. Hiermee kwam tevens een einde aan de eigen ontwikkeling van sneldrukkers door Electrologica.⁶⁸

De meeste aanvragen voor extra randapparatuur kwamen binnen nadat al een X1 besteld was. Zelfs als dat niet zo was, dan werd de X1 over het algemeen eerder geleverd dan de extra randapparatuur. Klanten keken de kat uit de boom en hadden veel wensen, niet in de laatste plaats omdat Electrologica ook veel beloofde, net zoals de concurrentie. Van die beloften kwam uiteindelijk maar weinig terecht. In veel gevallen waar Electrologica zo'n extra randapparaat leverde, kreeg de klant de beschikking over het ontwikkelde en gebouwde

⁶³N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1957' in: 'Nota aan H.H. Gedelegeerde Commissarissen van "Ned. Nillmij" en "Arnhem" 13 november 1958' ('s-Gravenhage). 'AEGON:165', X.003.3:657.372; 'Notulen van de vergadering gehouden op Vrijdag 28 maart 1958 ten huize van Prof. Dr. Ir. A. van Wijngaarden', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁴'Notulen van de vergadering gehouden op Maandag 9 maart 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁵'Notulen van de vergadering gehouden op 19 juni 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁶'Notulen van de vergadering gehouden op dinsdag 22 oktober 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁷'Notulen E.L.-vergadering d.d. 26-7-1960', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁶⁸'Notulen E.L.-vergadering d.d. 18 oktober 1961', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1962' ('s-Gravenhage), 2. 'AEGON:165', X.003.055.5

prototype. Zo'n ontwikkeling duurde jaren, de levering was laat en zelfs na levering werkte het apparaat zelden probleemloos met de X1 samen. Eigenlijk was elke aanpassing of uitbreiding van de X1 problematisch, er werd over geklaagd.

De grootste problemen ontstonden bij de pogingen magneetbandeenheden aan te sluiten aan de X1-machines van Electrologica's grootste klant, Hoesch AG. De vraag werd daarom gesteld 'of [Electrologica] niet een X-1 permanent in de fabriek moet hebben om deze zaken grondiger uit te testen.'⁶⁹ Die test-machine kwam er. Vanaf 1960 was Electrologica bezig magneetbandeenheden geschikt te maken om met de X1 samen te werken. Pas in 1963 konden de eerste twee installaties overgedragen worden, maar de 'werking van deze apparatuur [was] echter nog niet geheel bevredigend.'⁷⁰ Ook in 1964 was Electrologica niet in staat de problemen met de magneetbandeenheden op te lossen waardoor sommige bestellingen niet konden worden gehonoreerd. Dit debacle werd ook gezien als een van de redenen waarom er in 1964 amper nieuwe bestellingen voor de X1 binnenkwamen.⁷¹

Electrologica ontwikkelde één randapparaat dat wel succesvol was: de EL 1000 snelle ponsbandlezer waarmee die maximaal 1000 symbolen per seconde kon lezen.⁷² Vanaf 1961 leverde Electrologica deze ponsbandlezer standaard mee met de X1 in plaats van de Creed ponsbandlezer die eerder werd gebruikt.⁷³ Ondanks het succes van de bandlezer twijfelde Electrologica of het de EL-1000 als een zelfstandig randapparaat zou gaan verkopen.⁷⁴ Vanuit het buitenland werd van verschillende zijden belangstelling getoond voor de verspreiding van de EL 1000 in bijvoorbeeld de Verenigde Staten, Canada of Australië.⁷⁵

Electrologica was niet in staat om met de beperkte onderzoeksmogelijkheden zoveel verschillende onderzoeksprojecten succesvol uit te voeren. Dit gold zeker voor de ontwikkeling van eigen randapparatuur; Electrologica bleek te klein om te kunnen concurreren met andere producenten. Electrologica miste daarvoor de kennis, ervaring en middelen. Wat betreft de basismachine van de X1 werd veelal voortgebouwd op de kennis en ervaring van de computerconstructiegroep van het Mathematisch Centrum. Maar ook de ontwikkeling van de X1, vooral wat betreft ponskaartenapparatuur, kostte meer tijd dan vooraf werd aangenomen. Het omschakelen van het bouwen van een puur wetenschappelijke rekenmachine naar het bouwen van een computer die ook geschikt was voor administratieve toepassingen was verre van eenvoudig. Daarbovenop groeide in begin jaren '60 de noodzaak om snel een opvolger voor de X1 uit te brengen gericht op wetenschappelijke toepassingen. Ook daarvoor was meer onderzoekscapaciteit nodig dan waarover Electrologica beschikte.

De opmars van software

Het X1-systeem bestond niet alleen uit hardware, ook de programmatuur speelde een belangrijke rol. De X1 werd geleverd met basissoftware, een communicatie-

⁶⁹Notulen EL-vergadering op 15-7-1960', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁷⁰N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1963' ('s-Gravenhage), 3. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁷¹N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1964' ('s-Gravenhage), 3. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁷²N.V. Electrologica, *Programming EL X8* (Den Haag: Electrologica 1966), 9.3

⁷³N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1961' ('s-Gravenhage), 2. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁷⁴Notulen E.L.-vergadering d.d. 3 april 1962', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁷⁵'Verkoop/vertegenwoordiging voor de EL-1000 in de V.S. en Canada' ('s-Gravenhage, 7 juni 1963). 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen EL-vergadering d.d. 9.7.1963'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

programma en enkele ingreepprogramma's, waarmee de computer eenvoudiger geprogrammeerd en bestuurd kon worden. Maar er was meer nodig dan enkel deze basissoftware om de X1 goed te kunnen gebruiken.

De X1 werd ingezet voor zowel administratieve automatisering als voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk, twee toepassingsgebieden met totaal andere tradities, behoeften en problemen. Voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk waren uitgebreide subroutinebibliotheken met numerieke subroutines erg interessant, die maakten een computer bruikbaar. Bij technisch-wetenschappelijk rekenwerk kwam het aan op het rekenwerk, in- en uitvoer was van secundair belang. In de administratieve automatisering was dit juist omgekeerd, daar ging het om massale gegevensverwerking. Waren eigenlijk alle automatiseringsprojecten uniek, bij technisch-wetenschappelijk rekenwerk werden juist veel vergelijkbare problemen opgelost. Dit verschil tussen automatisering en technisch-wetenschappelijk rekenwerk kwam ook tot uitdrukking in de houding van *Electrologica* ten opzichte van software: deze twee toepassingsgebieden werden zo goed als gescheiden behandeld.

Er was eigenlijk sprake van nog een derde toepassingsgebied: systeemsoftware. Toch was ook bij het schrijven van systeemsoftware, de basissoftware voor de X1, de scheiding tussen administratieve toepassingen en technisch-wetenschappelijk rekenwerk al merkbaar. Dijkstra, werknemer van het Mathematisch Centrum, schreef het communicatieprogramma plus de ingreepprogramma's voor de bandlezer, bandponser en schrijfmachine. De ingreepprogramma's voor de ponskaartenmachines schreven de medewerkers van de Nillmij waarbij Dijkstra wel adviseerde. *Electrologica* was zeer tevreden met het werk van Dijkstra. Zo kreeg Dijkstra vanaf 1959 f. 1.000 per jaar van *Electrologica* voor zijn werk aan het communicatieprogramma, dat twee jaar later nog eens met f. 800 à f. 900 werd verhoogd.⁷⁶ Het proefschrift dat hij daarover schreef werd ook deels bekostigd door *Electrologica* die 250 exemplaren ervan aanschafte.⁷⁷ Later werd Dijkstra aangesteld als adviseur van *Electrologica*.

Halverwege 1958 kwam de vraag naar de rol van het Mathematisch Centrum op het gebied van programmeren van de X1 voor wetenschappelijke toepassingen naar voren. Allereerst zou het Mathematisch Centrum voor eigen gebruik een uitgebreide subroutinebibliotheek maken die ook door anderen zouden kunnen gebruiken 'op basis van wederkerigheid'.⁷⁸ Alhoewel het Mathematisch Centrum betwijfelde of dat voor hun iets op zou leveren. In 1959 werd begonnen aan de programmering van deze bibliotheek die gepubliceerd werd als de serie MCP.⁷⁹ Het was echter onduidelijk of met deze bibliotheek alle klanten waren geholpen: zou *Electrologica* ook niet zelf een subroutinebibliotheek moeten maken?⁸⁰

Het antwoord op deze vraag werd in 1959 bevestigend beantwoord. Het

⁷⁶Notulen van de vergadering gehouden op Maandag 9 maart 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen E.L.-vergadering d.d. 29 maart 1961', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁷⁷Notulen van de vergadering gehouden op vrijdag 28 augustus 1959 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁷⁸Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 18 september 1958 op het Mathematisch Centrum te Amsterdam', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁷⁹Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1959), 38, 45

⁸⁰Notulen van de vergadering gehouden op dinsdag 10 juni ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 18 september 1958 op het Mathematisch Centrum te Amsterdam', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

Mathematisch Centrum dekte voor een groot deel de behoefte aan software-ontwikkeling voor Electrologica voor klanten die de X1 wilden inzetten voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk. Voor administratieve toepassingen voldeed de programmabibliotheek van het Mathematisch Centrum niet. Eind 1959 besloot Electrologica om een programmabibliotheek met subroutines en programma's voor administratieve toepassingen te gaan maken. Deze bibliotheek was vergelijkbaar van opzet met die van het Mathematisch Centrum.⁸¹

Dit programmeerwerk werd verricht door de programmeerafdeling van Electrologica, onderdeel van de door de Nillmij opgezette verkooporganisatie voor Electrologica. Deze afdeling had ook al enkele ingreepprogramma's geproduceerd voor ponskaartenapparatuur. Daarnaast bood Electrologica hulp aan klanten ter ondersteuning van hun automatisering. Software werd een steeds belangrijker onderdeel van een computersysteem. Wat betreft de aansturing van randapparatuur was enkel een ingreepprogramma niet meer genoeg. De klant wilde meer programma's die de programmeur zouden ondersteunen bij het schrijven van programma's die gebruik maakten van deze apparatuur. Het Centraal Bureau voor de Statistiek uitte in 1962 interesse in magneetbandeenheden, maar wilde wel van tevoren weten of Electrologica programma's voor sorteren, samenvoegen en verschillende conversies zou kunnen meeleveren.⁸² Vanaf 1960 groeide ook de vraag naar programmeertalen waarmee programmeurs eenvoudiger en sneller programma's zouden kunnen schrijven.

Electrologica verleende ook diensten in de vorm van een rekencentrum. In 1961 werden deze taken nog op de X1 van de Nillmij uitgevoerd, maar door het grote succes liet Electrologica zich daar een aparte machine voor bouwen.⁸³ Het jaar daarop werd het Electrologica Rekencentrum opgericht, terwijl Electrologica ook voor 40% deelnam in het Algemeen Rekencentrum in Amsterdam.⁸⁴ Het succes van het eigen rekencentrum was zo groot dat in 1964 een tweede X1-installatie werd gebouwd om aan de vraag te kunnen voldoen.⁸⁵

Naast het produceren van een programmabibliotheek zou het Mathematisch Centrum ook hulp moeten kunnen bieden aan klanten van Electrologica op het gebied van wetenschappelijke programmeerproblemen. Electrologica nam daarvoor een aantal programmeurs in dienst en detacheerde die aan het Mathematisch Centrum. Ze zouden onder leiding van Dijkstra gaan werken die zich dan 'meer en meer [kan] gaan beperken tot het opstellen van de hoofdlijnen om deze vervolgens door anderen te laten uitwerken.'⁸⁶ Dijkstra zou zich voornamelijk gaan bezig houden met het programmeren van de basissoftware voor de X1 en daarnaast ook programmeerwerk voor het Mathematisch Centrum verrichten. Verder zou het Mathematisch Centrum zich niet met het programmeren voor Electrologica bemoeien, daarvoor waren de gedetacheerde programmeurs van

⁸¹'Subroutine-bibliotheek van de X 1 gebruiken', *Programmeermededeling* 12 (1 december 1959). 'Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 254', X.046.1:658.564

⁸²Brief van Prof. Dr. Ph. J. Idenburg, directeur-generaal van de statistiek, aan Prof. Dr. J. Engelfriet, directeur Nillmij, over X-1-installatie, 27 juni 1962'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁸³N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1961' ('s-Gravenhage), 2. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁸⁴N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1962' ('s-Gravenhage), 2. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁸⁵N.V. Electrologica, 'Jaarverslag 1964' ('s-Gravenhage), 2. 'AEGON:165', X.003.055.5

⁸⁶'Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 18 september 1958 op het Mathematisch Centrum te Amsterdam', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen van de vergadering gehouden op dinsdag 10 juni ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

Electrologica.⁸⁷ Overigens waren niet alle klanten tevreden over de door het Mathematisch Centrum geboden programmeerservice, volgens Fokker bestond deze hulp voornamelijk uit het weggeven van de programmabibliotheek.⁸⁸

Het Mathematisch Centrum deed meer voor de softwareontwikkeling voor de X1. Eind jaren '50 raakte het Mathematisch Centrum betrokken bij een internationaal initiatief om een eenvoudig te gebruiken programmeertaal te definiëren speciaal bedoeld voor mathematische toepassingen: ALGOL.⁸⁹ Begin 1960 werd het rapport over de programmeertaal ALGOL 60 officieel gepubliceerd en aan het Mathematisch Centrum begonnen Dijkstra en Zonneveld aan de programmering van een compiler voor deze programmeertaal. Amper acht maanden later was de compiler gereed, het Mathematisch Centrum had de eerste, bijna volledige, ALGOL 60 compiler ter wereld gemaakt. En dat feit werd ook trots uitdragen: 'De Algolcompiler is er en wel voor de X1 geprogrammeerd'⁹⁰.

Het aandeel van ALGOL 60 programma's op de X1 van het Mathematisch Centrum groeide van zo'n 20% bij de ingebruikneming van de compiler tot 70% in 1962.⁹¹ Naast de bestaande machinecode programmabibliotheek publiceerde het Mathematisch Centrum ook een ALGOL 60 programmabibliotheek. Al voordat deze ALGOL 60 compiler volledig klaar was, toonden andere gebruikers interesse om ook over de compiler te kunnen beschikken.⁹² Het Mathematisch Centrum was bereid de compiler ter beschikking te stellen, maar dit was geen triviale taak omdat de verschillende X1-installaties niet één-op-één compatible met elkaar waren.

De X1 van het Scheepsbouwkundig Proefstation in Wageningen was de eerste andere X1-installatie waarop het Mathematisch Centrum de ALGOL 60 compiler overzette. Toen dat gelukt was, ging het overzetten steeds eenvoudiger⁹³ en het Mathematisch Centrum kon de andere X1-gebruikers mededelen dat er vanaf nu, begin 1961, een ALGOL 60 compiler beschikbaar was voor de X1. Electrologica liet hun klanten vervolgens weten dat eventuele aanpassingskosten om de ALGOL 60 compiler geschikt te maken voor hun machine volledig betaald werden door Electrologica.⁹⁴

Naast de verspreiding van de ALGOL 60 compiler en de verschillende programmabibliotheeken door Electrologica en het Mathematisch Centrum, wisselden ook andere gebruikers van de X1 programma's, kennis en ervaring uit. Deze mentaliteit van delen was zeer sterk aanwezig onder die gebruikers die hun computers inzetten voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk. Dit waren veelal onderzoeksinstellingen, universiteiten en laboratoria waar een zekere academische sfeer heerste en publicatie van programma's op enige manier de norm was. Vaak richtten dergelijke gebruikers van een bepaalde computer een special gebruikersvereniging op, zo ook voor Electrologica, zowel lokaal in steden als Düsseldorf

⁸⁷Notulen van de vergadering gehouden op donderdag 18 december 1958 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁸⁸Notulen E.L.-vergadering d.d. 22 september 1961', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁸⁹Voor meer informatie over dit ALGOL-initiatief zie: HT de Beer, 'The history of the ALGOL effort', Scriptie, Technische Universiteit Eindhoven (2006), (URL:<http://www.heerdebeer.org/ALGOL>)

⁹⁰Notulen van Electrologica-vergadering dd. 10-9-1960', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹¹'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1962), 64

⁹²Notulen van Electrologica-vergadering dd. 10-9-1960', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹³Notulen E.L. vergadering d.d. 14 maart 1961', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹⁴Notulen E.L.-vergadering d.d. 29 maart 1961-', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

en Braunschweig, als nationaal in Nederland.⁹⁵

De opvolging vertraagd

Kleine administraties en grote wetenschappelijke ambities: de ontwikkeling van X0 en X2

Van meet af aan was duidelijk dat Electrologica een opvolger voor de X1 moest ontwikkelen, een X2. Wat dat voor een machine moest worden, was eind 1959 nog niet duidelijk. Het zou een grote computer kunnen worden, of, net als de X1, een middelgrote van ongeveer anderhalf miljoen gulden. Engelfriet wilde ook zeker niet de mogelijkheid om kleinere machines te gaan bouwen, uitsluiten. Electrologica overwoog zelfs om een decimale machine te ontwikkelen met veel mogelijkheden om randapparatuur aan te sluiten specifiek gericht op administratieve toepassingen.⁹⁶ Een half jaar later waarschuwde Van Wijngaarden dat de 'X1 niet lang meer als wetenschappelijke machine aantrekkelijk zal blijven'⁹⁷ en dat het ontwikkelen van de X2 niet langer vertraagd kon worden.

Loopstra en Scholten rapporteerden al snel dat het zo goed als onmogelijk zou zijn het geheugen van de X1 meer dan twintig keer te versnellen. Elementaire rekenkundige operaties zouden in minder dan 10 μ s uitgevoerd kunnen worden. Maar nog steeds was onduidelijk wat nu eigenlijk de wensen waren voor de X2, zeker op het gebied van administratieve toepassingen.⁹⁸ Gaandeweg 1961 kwamen twee ideeën voor een opvolger van de X1 naar voren: een grote snelle computer, de X2, en een kleine administratieve computer, die X0 werd genoemd.

Door gebruik te maken van nieuwe transistoren zou de snelheid van de X2 ten opzichte van de X1 zo'n dertig keer worden vergroot. Nog snellere transistoren gebruiken was zinloos omdat het voorlopig onmogelijk was het geheugen voldoende snel te krijgen om van een dergelijke snelheidswinst te profiteren. Ook de opmars van programmeertalen beïnvloedde de ideeën voor de X2. Sommige veel voorkomende constructies in bijvoorbeeld een ALGOL 60 compiler zouden gegeneraliseerd als een machineinstructie opgenomen kunnen worden. Nadeel was dan wel dat dergelijke instructies weer niet altijd van toepassing waren op de vertaling van andere programmeertalen. De X2 zou juist zo veel mogelijk verschillende programmeertalen moeten kunnen bedienen. Om dit probleem op te lossen werd gedacht aan een vorm van microprogrammering waarbij een variabele machinecode instructieset te realiseren zou zijn.

Naast de al bestaande standaard randapparatuur zou de extra randapparatuur voor de X2 bestaan uit een groot random access geheugen zoals een trommelgeheugen of een schijfengeheugen. Daarnaast konden ook magneetbandeenheden, ponskaartenmachines en printers worden aangesloten. Tenslotte werd gedacht over de mogelijkheden van time-sharing.⁹⁹

⁹⁵Notulen E.L.-vergadering dd. 21 oktober 1960', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹⁶Notulen van de vergadering gehouden op woensdag 1 oktober 1958 ten kantore van de Nillmij te 's-Gravenhage', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹⁷Notulen E.L.-vergadering d.d. 26-7-1960', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹⁸Notulen E.L. vergadering d.d. 29 november 1960, gehouden in de fabriek', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

⁹⁹Beschouwingen betreffende toekomstige machines' (19 mei 1961). 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

De X0 zou een totaal andere machine worden, niet zo zeer een opvolger van de X1, maar eerder een verbeterde X1 speciaal voor administratieve toepassingen. De programmering van de X0 moest flexibel zijn door gebruik te maken van functionele bits. De mogelijkheid om met behulp van drijvende komma te rekenen was gewenst. Verder zouden zeer grote geheugens aangesloten moeten kunnen worden. Wat betreft de in- en uitvoermogelijkheden werd gedacht aan character-reading-apparatuur, telecommunicatie, ponskaartenapparatuur en magneetbandeenheden.¹⁰⁰

De X2 zou met nieuwe onbekende componenten gebouwd moeten worden en dat bracht een grote mate van onzekerheid met zich mee. Daarom besloot Electrologica eerst de X0 verder te ontwikkelen. Binnen zes maanden zou deze machine ver genoeg ontwikkeld moeten zijn zodat Electrologica de machine officieel zou kunnen aankondigen. De prijs mocht in het begin niet onder die van de X1 uit komen, maar de marges op de machine moesten groot genoeg zijn om de prijs later snel te kunnen drukken.¹⁰¹

Eind 1961 was het idee van de X0 veel duidelijker uitgewerkt. Het X0-systeem, dat ongeveer 550.000 Duitse marken zou moeten kosten, bestond uit de basismachine X0, ponsband in- en uitvoer en twee magneetbandeenheden die eventueel uitbreidbaar waren tot vier eenheden. Optioneel waren een sneldrukker en een groot random-access-geheugen.

Voor de programmering wilde Electrologica een volledig interpretatief systeem gebruiken. Met behulp van micro-opdrachten konden in het dode geheugen macro-opdrachten worden gevormd. Het zou mogelijk zijn om hiermee bijvoorbeeld een COBOL compiler te bouwen. Alhoewel het geheugen en de logica van de machine sneller was dan die in de X1 zou de X0 door het interpretatieve karakter toch ongeveer even snel zijn als de oudere machine.¹⁰²

Ondanks de vooruitgang die geboekt was met de ontwikkeling van de X0, ging het niet snel genoeg. Aan de ene kant was Electrologica met allerlei verschillende ontwikkelingswerkzaamheden voor de X1 bezig. Aan de andere kant beschikte Electrologica niet over voldoende kennis en ervaring om de nieuwe ideeën in de X0-techniek uit te werken.¹⁰³ Daarom werd begin 1962 ook weer aan de ideeën omtrent X2 verdergewerkt om de wetenschappelijke klanten te blijven bedienen. Omdat de opzet van de X2 vergelijkbaar was met die van de X1 zou het ontwikkelen van deze computer een stuk sneller gaan dan het maken van een volledig nieuw ontwerp zoals bij de X0. De enige verandering ten opzichte van het eerdere idee van de X2 was de toevoeging van de mogelijkheid om met drijvende getallen te rekenen.¹⁰⁴

Tegelijkertijd werd ook steeds duidelijker dat het moeilijk zou zijn de X0 rendabel te maken. Het produceren van een X0 zou Electrologica ongeveer 560.000 gulden kosten, de verkoopprijs zou daarmee stijgen tot 680.000 gulden. Daarnaast betekende het verkopen van een nieuwe reeks machines dat er nog eens 1.000.000 gulden extra vaste lasten per jaar bij zouden komen. Om dat allemaal te kunnen bekostigen zou Electrologica ongeveer 25 machines per jaar moeten verkopen, geen eenvoudige taak voor een redelijk dure machine. De X0 was moeilijk goedkoper te maken zonder grote veranderingen in het ontwerp

¹⁰⁰‘Verdere toekomstige mogelijkheden’ (23 mei 1961). ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁰¹Notulen E.L.-vergadering d.d. 26 juni 1961’, 2. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁰²Notulen E.L.-vergadering d.d. 22 december 1961’, 2. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁰³Notulen E.L.-vergadering d.d. 22 december 1961’, 2. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁰⁴Notulen E.L.-vergadering d.d. 3 april 1962’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

door te voeren en dat was al zo goed als onmogelijk omdat de ontwikkeling van de X0 al veel te lang duurde.¹⁰⁵

Eind 1962 werd geconstateerd dat Electrologica niet in staat zou zijn om met de X0 een kleinere en goedkopere machine te maken dan IBM met hun 1410 computer. De eerdere schatting van de kosten van de X0 waren zeker 150.000 gulden te laag, zeker als dan ook nog programmacompatibiliteit met de IBM 1410 gerealiseerd zou moeten worden. Zowel Electrologica met de X0 als IBM met de 1410 richtten zich op de kleinere klant, maar die zou in deze situatie natuurlijk nooit voor een X0 kiezen.

De X0 moest goedkoper. De compatibiliteitseis met de IBM 1410 liet Electrologica varen. Tevens zou Electrologica zich met de X0 niet meer op de kleinste klanten kunnen richten omdat een machine die ongeveer 700.000 gulden zou gaan kosten daarvoor veel te duur was. Daarom werd besloten om zich te richten op verbetering van de filosofie van de basismachine. De heer Loopstra zegt, dat het nu beter is, dat eerst de commerciële afdeling formuleert, wat er nu precies gemaakt moet worden.¹⁰⁶ Afzien van verdere ontwikkeling van de X0 was een optie. In dat geval zou de X1 verder uitgebreid moeten kunnen worden met extra randapparatuur, zoals een geheugentrommel, een schijfengeheugen, snelle magneetbandeenheden en een snelle bandponser.¹⁰⁷

Maar de X1 was niet geschikt voor nog meer uitbreiding met randapparatuur. Het was wel mogelijk de X1 zo'n acht keer te versnellen en daarnaast een beperkte hoeveelheid randapparatuur aan te sluiten. Zo zouden verschillende versies van de X1 gemaakt kunnen worden elk met een andere beperkte configuratie van randapparatuur. Dit idee was aantrekkelijk, zeker als het goedkoop gerealiseerd kon worden.¹⁰⁸

Versneld X8

In november 1962 kreeg Rijksuniversiteit Utrecht, die geïnteresseerd was in een X2, een aanbieding van Elliot, een concurrent van Electrologica. Elliot zou binnen een jaar een Elliot 503 kunnen leveren met 8000 woorden geheugen voor f. 700.000 à f. 800.000. Mocht de levertijd langer zijn, dan zou de Universiteit Utrecht gratis een Elliot 803 mogen gebruiken totdat Elliot de 503 kon leveren. Electrologica dreigde zijn eerste klant voor een X2 te verliezen en deed een tegenvoorstel.

'Ons voorstel: te bouwen voor Utrecht een rekenmachine met exact dezelfde code als de X1 (hierna te noemen X1-accent), met een snelheidsverhoging 1:8, zowel wat betreft geheugen als opdrachttijden. Nier daaronder vallen uiteraard in- en uitvoerorganen. De machine zal bevatten 16.000 woorden en een ingebouwde drijvende komma arithmetiek. Voorts bandlezer, schrijfmachine en bandponser.

Wij verwachten deze machine te kunnen aanbieden voor circa 9 ton. Gezien ons belang een opdracht daarvoor te hebben voordat wij met de bouw van het proto-type beginnen, zijn wij bereid de Utrechtse Universiteit een korting toe te staan van $1\frac{3}{4}$ ton (alle bedragen exclusief omzetbelasting).

¹⁰⁵Notulen E.L.-vergadering d.d. 3 mei 1962'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹⁰⁶Notulen E.L.-vergadering d.d. 19 oktober 1962'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹⁰⁷Enkele conclusies en overwegingen besproken door Prof. Engelfriet, Hr. Dek en Hr. Schmidt op 27 oktober 1962'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹⁰⁸Notulen E.L.-vergadering d.d. 29 oktober 1962', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

#	klant	B	L
X8-1	Mathematisch Centrum	1963	NL
X8-2	Rijksuniversiteit Utrecht	1963	NL
X8-3	Fokker	1963	NL
X8-4	Technische Hogeschool Eindhoven	1963	NL
X8-5	Electrologica	1963	NL
X8-6	Reactor Centrum Nederland	1963	NL
X8-7	Interatom	1963	DE
X8-8	Universiteit Kiel	1963	DE
X8-9	Universiteit Karlsruhe	1963	DE
X8-10	Universiteit Würtzburg	1963	DE
X8-11	PTT (Dr. Neherlaboratorium)	1964	NL
X8-12	Hoesch AG	1964	DE
X8-13	Grande Dixence (stuwdam)	1964	CH
X8-14	IKO	1965	NL
X8-15	KNMI	1965	NL
X8-16	Philips (NatLab)	1965	NL
X8-??	Gelsenkirchener Bergwerke AG (1)	1966	DE
X8-??	Gelsenkirchener Bergwerke AG (2)	1966	DE
X8-??	Philips (HIG Electronische Componenten)	1966	NL
X8-??	Centrale Melkcontrole Dienst Utrecht	1966	NL

#: Rangnummer van de X8-machine.

B: Jaar van bestelling

L: Land van klant

Bronnen: jaarverslagen Electrologica 1963, 1964, 1965 en ‘periodieke rapportering’ (2 maart 1966).

Verder ook Philips, ‘Philips Data Systems 1959 – 1969’ (jaar onbekend).

Tabel 2: Verkochte en gebruikte Electrologica X8 computers

Wij stellen ons voor deze installatie te leveren 2 jaar na ontvangst van de opdracht. Voorts zullen wij 1 jaar na ontvangst van de opdracht een X1-installatie leveren voor de duur van een jaar op huurbasis, (...)’¹⁰⁹

Deze X1-accnt werd al snel de X8 genoemd en was bedoeld om de wetenschappelijke klanten tegemoet te komen die niet op de X2 konden of wilden wachten en voor wie de X1 verouderd was. Omdat de X8 snel geleverd moest worden, kreeg dit project voorrang boven het X2-project dat Electrologica daarom voorlopig op de lange baan schoof. Alhoewel de X8 opgezet was om de wetenschappelijke klant tevreden te houden, wilde Electrologica in een volgende fase de computer ook geschikt maken voor administratieve toepassingen door het mogelijk te maken allerhande administratieve randapparatuur aan te sluiten.¹¹⁰ Maar tevergeefs, de Electrologica X8 was echt een wetenschappelijke machine die voornamelijk door wetenschappelijke gebruikers werd ingezet voor technisch-wetenschappelijk rekenwerk (zie Tabel 2).

Desalniettemin was de X8 ook voor wetenschappelijke doeleinden niet het hoogst haalbare op de markt. Het uitstellen van de X2 om de X8 te ontwikkelen en op de markt te brengen, vervreemde ook een aantal klanten die wel in de X2 geïnteresseerd waren, maar niet in een X8. Zo zag het Mathematisch Centrum de X8 enkel als een ‘tijdelijke oplossing voor de overbrugging van de tijd, dat een X2 geleverd kan worden.’¹¹¹ Aan de andere kant kon betwijfeld worden of de X2 wel zo geavanceerd was ten opzichte van de concurrentie. Het uitstel kon ten goede gekeerd worden door later ‘met nog iets veel machtigers aan de markt

¹⁰⁹‘Electronisch Rekencentrum der Rijksuniversiteit Utrecht’ (1 november 1962), 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹¹⁰Notulen EL-vergadering gehouden op donderdag 29 november 1962 ten kantore van de Nillmij te ‘s-Gravenhage’, 2. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹¹¹‘Notulen E.L.-vergadering d.d. 10 december 1962’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

te verschijnen'.¹¹²

De Universiteit Utrecht was de eerste klant die een X8 bestelde, niet veel later gevolgd door het Mathematisch Centrum. Besloten werd het prototype bij het Mathematisch Centrum te plaatsen omdat daar meer kennis en ervaring met computers aanwezig was en het uiterlijk niet zo belangrijk was. De machines voor het Mathematisch Centrum en Universiteit Utrecht zouden tegelijkertijd gebouwd worden om de computer zo snel mogelijk te kunnen leveren.¹¹³ Deze bestellingen werden begin 1963 officieel ingediend en in datzelfde jaar kwamen nog acht andere bestellingen binnen (zie Tabel 2). Hierna zwakte het aantal bestellingen heel snel af. Zowel in 1964 als in 1965 werden maar drie machines besteld. Het jaar daarop nog eens vier.

Het uitblijven van succes voor de X8 verklaarde Electrologica door de grote buitenlandse concurrentie.¹¹⁴ Daarmee werd voornamelijk gedoeld op IBM die in begin 1964 de derde generatie computers aankondigde: de IBM System/360, een familie van compatibele computers van oplopende capaciteit. Daar had Electrologica vooralsnog geen antwoord op, de aankondiging van de X8 was te laat. De X1 was niet meer interessant voor de markt en de X8 niet vernieuwend genoeg.

Een andere factor voor het uitblijven van succes was software, of het gebrek daaraan. Zeker in de administratieve sector was de beschikbare software voor een machine een beslissende factor bij computeraanschaf. Waar de X1 in Duitsland erg succesvol was geweest, bleef het succes van de X8 wat achter. De administratieve klanten wilden weten met wat voor software Electrologica zou komen en Electrologica bleef daarbij in gebreke.¹¹⁵ Electrologica raakte diep in de problemen. Niet veel later, in 1966 werd Electrologica overgenomen door Philips.

Het X8-systeem bestond uit een centrale eenheid: de basismachine en het geheugen. De minimale configuratie had een kerngeheugen van 16.384 woorden en kon uitgebreid worden tot een geheugen van 262.144 woorden van 27 bits plus een pariteitsbit. Waar Electrologica voor de X1 het geheugen nog zelf produceerde, kocht Electrologica dat voor de X8 in. Daarnaast was er een centraal in- en uitvoerbesturingsapparaat, het Centraal Hulporgaan Autonome Regeling Overdracht Nevenapparatuur (CHARON), en per type communicatieorgaan konden dan een of meerdere randapparaten worden aangesloten. De CHARON maakte het mogelijk dat verschillende randapparaten tegelijkertijd en onafhankelijk van het rekenorgaan het geheugen konden aanspreken.¹¹⁶

De aan te sluiten randapparatuur bestond uit een teleprinter, een tijd klok, een EL-1000 ponsbandlezer, een bandponser, een printer, een trommel, magneetbandeenheden en een schijfengeheugen. Later, in een volgende fase, zouden ook nog een periodeklok, telecommunicatieapparatuur, ponskaartenapparatuur, een optisch leesstation, een magnetische karakterlezer, een multi-channel selector, een fotoprinter, Plessy-geheugens en een X1 kunnen worden aangesloten.¹¹⁷ Dan zou Electrologica met de X8 ook administratieve klanten kunnen gaan be-

¹¹²Notulen E.L.-vergadering d.d. 10 december 1962', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹¹³Notulen E.L.-vergadering d.d. 10 december 1962'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹¹⁴N.V. Electrologica 'Jaarverslag 1964' ('s-Gravenhage). 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹¹⁵Notulen EL-vergadering 24-6-65'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹¹⁶Electrologica, 'Electrologica ELX-series. General Description', (URL:http://kmt.hku.nl/~hans/pdf_files/electrologica-eng1.pdf), 6

¹¹⁷Verslag EL-vergadering d.d. 30 mei 1963'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

dienen.

Halverwege 1963 vroeg professor Weise van de universiteit Kiel of zijn faculteit niet in opdracht van Electrologica een FORTRAN-compiler zou kunnen maken voor de X8 machine die hij aan het eind van dat jaar verwachtte te bestellen.¹¹⁸ Een maand later werd een bespreking gehouden over het maken van een autocode, een eenvoudige assembleertaal, voor de X1 door de Universiteit Utrecht en andere belangstellenden. De conclusie van die bespreking was om de autocode voor de X8 te ontwikkelen in plaats van voor de X1.¹¹⁹ Ook bij andere toekomstige gebruikers was de wens ontstaan zo'n autocode te ontwikkelen¹²⁰ en verwacht mocht worden dat verschillende gebruikers zelf compilers en andere software voor de X8 zouden gaan ontwikkelen. Om al deze verschillende initiatieven te coördineren en te voorkomen dat er dubbel werk werd geleverd, besloot Electrologica een commissie op te richten onder leiding van Van Wijngaarden met deelname van Dijkstra en Van der Poel: de Z8 commissie.¹²¹

Bijna alle Nederlandse onderzoeksinstituten en universiteiten die een X8 hadden besteld namen deel aan het programmeerwerk dat de Z8-commissie geïntegreerde. Zo maakte Het Mathematisch Centrum een ALGOL 60 compiler, het Dr. Neherlaboratorium een tracer en een assembler. Universiteit Utrecht maakte ook een ELAN assembler, waarbij ELAN stond voor: Electrologica LANguage.¹²² Dijkstra die in 1962 hoogleraar aan de Technische Hogeschool Eindhoven was geworden schreef het befaamde THE-multiprogrammeringssysteem¹²³ met een eigen ALGOL 60 implementatie. Daarnaast zou universiteit Kiel een FORTRAN compiler schrijven.

Met het werk van de Z8-commissie werd de productie van software voor en door een grote groep wetenschappelijke gebruikers gedekt. Maar er moest veel meer software geschreven worden. De belangrijke basissoftware voor invoer en uitvoer bijvoorbeeld. In de X8 werd de in- en uitvoer bestuurd door de CHARON, de communicatiebesturing, voor aansturing van de CHARON door de basismachine moest ook software geschreven worden. Dit was de taak voor de programmeerafdeling van Electrologica, die naast deze basissoftware ook veel software voor administratieve toepassingen moest schrijven en daarbovenop ook nog software voor wetenschappelijke doeleinden.

Het was een enorme taak, bij inventarisatie werd geschat dat er 130.000 regels code geschreven moesten worden voor de software van de X8. Dit zou 130 manjaren gaan kosten.¹²⁴ Electrologica kreeg dat niet voor elkaar, ondanks de groei van de programmeerafdeling en de groei van het budget voor softwareontwikkeling. Zo was Electrologica niet in staat een COBOL-compiler te ontwikkelen. Deze compiler zou tienduizenden opdrachten groot worden en manjaren vergen.¹²⁵ Voor een juiste implementatie van COBOL zou zelfs de

¹¹⁸Notulen EL-vergadering d.d. 14-6-1963', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹¹⁹'Verslag bespreking "Autocode" X1 dd. 20 juni 1963'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹²⁰Notulen EL-vergadering d.d. 9.7.1963'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹²¹Notulen EL-vergadering d.d. 3-9-1963'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹²²Voor meer informatie over ELAN, zie Electrologica, *Programmering EL X8*

¹²³E.W. Dijkstra, 'The structure of the 'THE'-multiprogramming system', *Communications of the ACM* 11:5 (1968), (URL:<http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd01xx/EWD196.PDF>), 341-346

¹²⁴Notulen EL-vergadering 20-4-1966', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹²⁵'Communicatiebijeenkomst medewerkers HA Verkoop en Bedrijfadvisen en HA Programma Research' (28-5-1965). 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

opdrachtenset van de X8 uitgebreid moeten worden.¹²⁶ Er werd geprobeerd de COBOL compiler in ALGOL 60 te schrijven, maar tevergeefs, de compiler werd nooit voltooid.

Een familie machines: X2, X3, X4, en X5

In antwoord op de aankondiging van de IBM System/360 in april 1964 kwam Electrologica met een eigen familie computers: de series X2 – X4 – X8 en X3 – X5 – X8.¹²⁷ Met deze computerfamilie blies Electrologica het idee om met een kleine computer voor administratieve doeleinden te komen weer nieuw leven in en hoopte daarmee beter de concurrentie met IBM aan te kunnen. Alle machines uit deze series waren bedoeld voor kleine en middelgrote bedrijven. De X2 en X3 waren, zogezegd, de startmachines van de twee series. Was een grotere capaciteit echter gewenst dan kon zonder problemen overgestapt worden op de volgende machine in de reeks, de X4 of X5. De top van beide series was de X8. Electrologica verwoordde het als volgt: ‘De EL-systemen kunnen met de onderneming groeien, want de flexibiliteit is praktisch onbegrensd. Met het kleinste model is het fundament voor de grootste installatie gelegd.’¹²⁸

De X2–X4-serie was speciaal bedoeld voor administratieve toepassingen, de X3–X5 kon daarnaast ook goed ingezet worden voor wetenschappelijk rekenwerk doordat bij deze serie het rekenen met drijvende komma was ingebouwd. De X3–X5-serie bestond dan ook uit uitgebreidere machines wat betreft de hoeveelheid rekenregisters, machinecode opdrachten en indexregisters. Voor de rest waren de twee series gelijk.¹²⁹ Hierdoor had de X3–X5-serie dan ook meer verwantschap met de X8 dan de X2–X4-serie. Dit uitte zich ook in een grotere compatibiliteit tussen de machines, programma’s geschreven voor de X3 konden zo gedraaid worden op de X5 of X8 en omgekeerd, zolang het geheugen maar voldoende groot was.¹³⁰

Het enige verschil tussen de X2 en X3 aan de ene kant en de grotere X4 en X5 aan de andere kant zat in de aansluitmogelijkheden van extra randapparatuur. Aan de kleine machines konden geen magnetische trommel, schijfengeheugen of snelle magneetbandeenheden worden aangesloten omdat de snelle kanalenkiezer ontbrak. Dat hield ook in dat bij deze kleine machines de basismachine alle communicatie met randapparatuur verzorgde, terwijl dat bij de grotere machine wat betreft de snelle apparaten voor rekening kwam van de snelle kanalenkiezer. De aan te sluiten randapparatuur bestond verder uit een ponsbandlezer, een bandponser, snelle kaartponser en kaartlezer, een gewone ponskaartenmachine voor lezen en ponsen, een regelrukker, een verreschrijver, gewone magneetbandeenheden, een plotter, telecommunicatieapparatuur, meet- en regelapparatuur en een klok.¹³¹

¹²⁶Notulen EL-vergadering 19-8-1965’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹²⁷N.V. Electrologica, ‘Jaarverslag 1964’ (‘s-Gravenhage). ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹²⁸N.V. Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX3, ELX5* (‘s-Gravenhage: N.V. Electrologica 1965), 5

¹²⁹N.V. Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX2, ELX3, ELX4, ELX5* (‘s-Gravenhage: N.V. Electrologica 1965), 1,2

¹³⁰Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX3, ELX5*, 9

¹³¹Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX2, ELX3, ELX4, ELX5*, 1,2; Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX3, ELX5*, 9

#	klant	B	L
X2-1	Willem Smit Transformatoren ¹	1964	NL
X2-2	Verenigde Touwfabrieken	1965	NL
X2-3	Intromart	1965	NL
X2-4	Belgische Spoorwegen	1965	BE
X4-1	C.M.C.D.	1965	??
X4-? ²	Willem Smit Transformatoren	1966	NL
X4-? ²	Steenkolenhandelsvereniging NV	1966	NL

#: Rangnummer van de machine.

B: jaar van bestelling

L: Land van klant

¹: Dit was een X2 of een X3? In het jaarverslag van 1964 staat vermeld dat Willem Smit Transformatoren een X3 bestelde, maar in alle andere staatjes staat ze bij de X2.

²: Het is onduidelijk of deze twee computers inderdaad besteld zijn, en zo ja, of het X4 dan wel X2 machines waren.

bronnen: jaarverslagen Electrologica 1964, 1965, periodieke rapportering 2 maart 1966 en Philips, 'Philips Data Systems 1959 – 1969' (jaar onbekend).

Tabel 3: Verkochte en gebruikte Electrologica X2, X3, X4 en X5 computers

De minimale configuratie bestond uit een basismachine en een kerngeheugen van 4096 woorden dat uitgebreid kon worden tot maximaal 32.768 woorden van 28 bits, inclusief een pariteitsbit. Op alle machines kon met behulp van ELAN geprogrammeerd worden, een ELAN-assembler behoorde tot de standaard software. De software bestond verder uit testprogramma's, sorteerprogramma's, tabelleerprogramma's, communicatieprogramma's, een programmabibliotheek en meer. Op de X3–X5 serie bestond daarbovenop de mogelijkheid een ALGOL of FORTRAN compiler te draaien. Op de twee grote machines, de X4 en X5, behoorde multiprogrammering ook tot de mogelijkheden.¹³²

In augustus 1965 besloot Electrologica om met de serie X2–X4 te stoppen en nog enkel de serie X3–X5 aan te bieden. Hiermee zou veel tijd en middelen bespaard kunnen worden, onder andere wat betreft de ontwikkeling van software en documentatie. Het idee was een X3 aan te bieden voor de prijs van een X2.¹³³ Er zijn nooit X3 of X5 machines besteld, wel een viertal X2 computers en een X4 computer (zie Tabel 3).¹³⁴ Electrologica's familie computers was geen succes, maar veel tijd om zich te bewijzen hadden deze computers dan ook niet. Binnen twee jaar na de aankondiging van de families werd Electrologica overgenomen door Philips.

¹³²Electrologica, *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX2, ELX3, ELX4, ELX5*, 5

¹³³'Notulen EL-vergadering 19-8-1965', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notulen EL-vergadering 26-8-1965', 1. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹³⁴Het is onduidelijk of deze X2–X4 computers daadwerkelijk als X2–X4 computers geleverd zijn, of dat in plaats daarvan X3–X5 computers werden geleverd. Het is ook onduidelijk of er een of drie X4 computers besteld zijn

Van Electrologica tot Philips-Electrologica

Electrologica en Philips, een onmogelijke samenwerking (1960–1963)

De verhouding tussen Philips en Electrologica was al vanaf het begin moeilijk. In 1954 voerde Engelfriet gesprekken met het Mathematisch Centrum, de Nillmij, Bull, de NHM en Philips, maar op voorhand stond het resultaat van die bespreking vast: Philips gaat niet in computers. Ook de PTT kwam in 1955 bij Philips langs met de vraag of Philips geen interesse had in de ontwikkeling en productie van de bij het Dr. Neherlaboratorium ontwikkelde ZEBRA computer. Ook dit aanbod werd verworpen, alhoewel Philips wel bereid was om een uitgewerkte machine te monteren bij Philips Telecommunicatie Industrie.¹³⁵ Overigens had Philips Technische Industrie wel grote interesse in het ontwikkelen van de ZEBRA en andere computerapparatuur, maar het hoofdbestuur van Philips voerde duidelijk een andere koers: Philips maakt geen computers, Philips levert enkel componenten aan de computerindustrie.¹³⁶

In 1956 sloot Philips een overeenkomst met IBM van die strekking. Philips beloofde daarin niet zelf een computerindustrie te beginnen en zich enkel te richten op de vervaardiging van componenten. In ruil daarvoor nam IBM deze componenten af en zou zelf geen componenten fabriceren. Verder zou ook samengewerkt worden op het gebied van elektronische informatiesystemen, maar daar kwam niets van terecht. Tot in het voorjaar van 1960 veranderde er weinig in de relatie tussen IBM en Philips. Toen IBM echter besloot zelf componenten te gaan produceren, begon ook Philips te denken aan een eigen computerindustrie. Op 30 juni 1960 stelde het bestuur de commissie *Numerieke Informatie* in die eind dat jaar concludeerde dat Philips zich op de productie van computers voor administratief en wetenschappelijk gebruik moest gaan toeleggen. Verder adviseerde de commissie dat samenwerking met bestaande computerfabrikanten de beste oplossing was. De eerste keus ging daarbij als vanzelf uit naar Electrologica.

In de tweede helft van 1960 vonden de eerste besprekingen tussen Electrologica, Philips en de Nillmij plaats. Er werd gesproken over de mogelijkheden van samenwerking en eventuele deelname van Philips in Electrologica. Verder kwam ter tafel waar de verschillende bedrijven zich op het gebied van computers mee bezig zouden gaan houden.¹³⁷ De voorkeur van Philips ging uit naar een minderheidsaandeel van 40% en zou tevens bereid zijn in Nederland geen computerfabriek op te starten. Engelfriet zag graag dat Philips 50% van de aandelen op zich zou nemen om daarmee meer geld binnen te krijgen.

Een ander thema was de productie van de door het Philips NatLab ontwikkelde computer PASCAL¹³⁸. Philips zag graag dat Electrologica de PASCAL zou produceren, eventueel na transistorisatie. Loopstra zag daar niets in¹³⁹ en

¹³⁵Verslag van de vergadering van de laboratoriumbestuursraad van 25 mei 1955. 'Nationaal Archief, Den Haag, Ministerie Verkeer en Waterstaat (NL-HANA), Staatsbedrijf der PTT 1955–1988, inventarisnummer 9994'.

¹³⁶Deze paragraaf is, tenzij anders aangegeven, gebaseerd op Blanken, *Een industriële wereldfederatie*, 136–145, 153–165, 345–389.

¹³⁷'Behoort bij notulen dd. 7 oktober 1960'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G; 'Notities ter inleiding van een bespreking Philips-Nillmij–Electrologica'. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹³⁸Philips Automatic Sequence Calculator, of in het Nederlands: Philips Akelig Snelle Calculator

¹³⁹'Notulen van Electrologica-vergadering dd. 10-9-1960', 3. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

zijn sentiment werd gedeeld door de rest van de directie en commissarissen van Electrologica. Maar ‘Botweg weigeren gaat niet, het is wel nodig te weten te komen, wat de Ph-research groep gaat doen, als ze niet zelf bij de productie van Pascals helpen. Zij konden beter meehelpen een X2 te ontwerpen. De samenwerking lijkt overigens heel goed te verdelen in verschillende terreinen. Philips b.v. magneetbanden, geheugen, koppen, e.d.’¹⁴⁰

De besprekingen verliepen moeizaam. Electrologica was niet bereid de PASCAL te produceren. Een getransistoriseerde versie, de P3, zou nog overwogen kunnen worden, maar Electrologica wilde ‘alleen een *goede* Pascal maken.’¹⁴¹ Het in productie nemen van de PASCAL zou ook betekenen dat pas eind 1963 of begin 1964 de eerste computers geleverd zouden kunnen worden. Tegen die tijd was de techniek van de PASCAL, ook in getransistoriseerde vorm, sterk verouderd.¹⁴² De vraag was of Philips bereid zou zijn de PASCAL aan te passen. Verder zou het produceren van de PASCAL ook betekenen dat Electrologica de apparaten zou moeten verkopen, wat weer de nodige investeringen met zich mee zou brengen. Aan de andere kant, mocht Electrologica de PASCAL niet produceren, dan zou Philips terug kunnen komen op eerdere toezegging geen computerfabriek in Nederland te stichten. Tenslotte wilde Electrologica graag de naam Philips gebruiken, maar daar stond Philips niet positief tegenover.

Philips was bereid af te zien van computeractiviteiten in de Benelux. Buiten de Benelux zou het per land bekeken worden hoe de samenwerking te organiseren. In Duitsland wilde Philips een fabriek beginnen en de verkoop van de apparaten aan Electrologica over laten. Engelfriet zag graag dat Philips en Electrologica samen in een buitenlandse fabriek zouden participeren op een basis van 50% aandeel elk.¹⁴³ Een half jaar later liepen de onderhandelingen met Philips vast. Volgens Engelfriet was Philips uit op te veel macht.¹⁴⁴

Philips ging daarop op zoek naar een andere partner en knoopte gesprekken aan met Control Data Corporation in de Verenigde Staten. De voorgeschiedenis van Control Data Corporation met hun eerdere moederonderneming Sperry-Rand bemoeilijkte verregaande samenwerking. Philips Amerika wilde per sé een minderheidsaandeel in het Amerikaanse bedrijf Control Data Corporation en was bereid om van alle andere eisen af te zien. Toch haakte Control Data Corporation af, ze waren bevreesd voor hun zelfstandigheid.

Electrologica en Philips: samenwerking noodzakelijk (1963–1966)

Ondertussen besloot Philips daadwerkelijk in de computerindustrie te stappen. De technisch directeur van de hoofdindustriegroep Telecommunicatie, Jorna, kreeg in de zomer van 1962 de opdracht om Philips Computerindustrie op te bouwen. Jorna dacht daar vijf jaar voor nodig te hebben. Naast het opbouwen van de organisatie zou in die vijf jaar ook een familie van middelgrote machines ontwikkeld moeten worden. In zijn visie was Philips’ computerindustrie

¹⁴⁰Notulen E.L.-vergadering dd. 21 oktober 1960’, 3. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴¹Notulen van Electrologica-vergadering d.d. 24 oktober 1960’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴²‘Vertrouwelijk’ (11 januari 1961). ‘Oud Archief AEGON. Afd. Documentatie nr. 173’, X.009.02

¹⁴³Notulen E.L.-vergadering d.d. 21 december 1960, gehouden in de fabriek te Amsterdam’, ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴⁴Notulen E.L.-vergadering d.d. 22 september 1961’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

primair bedoeld ter ondersteuning van de hoofdindustriegroepen Philips Industriële Toepassingen, Philips Technische Industrie en Hollandse Signaal. Hij deelde daarmee de visie van de raad van bestuur.¹⁴⁵

De verhouding tussen Philips en Electrologica verslechterde na aankondiging van de oprichting van Philips Computer Industrie (PCI). Electrologica voelde zich bedreigd door de ambities van PCI en ‘in het algemeen lijkt het verstandiger de contacten met Philips een beetje stugger te maken.’¹⁴⁶ Daarnaast vond Electrologica dat de kwaliteit van Philips producten, zoals kerngeheugen en magnetische trommel, onder de maat bleven.¹⁴⁷ En waarom zou Electrologica bij Philips producten blijven kopen terwijl Philips eigenlijk niets van Electrologica afneemt?¹⁴⁸

In 1964 werd Electrologica verzelfstandigd, de Nillmij wilde van Electrologica af omdat de computerindustrie haar belemerde in de contacten met andere verzekeringmaatschappijen. Philips was wederom geïnteresseerd; Electrologica, zo was de redenering, zou snel een nieuwe financier nodig hebben en Philips wilde die rol graag op zich nemen om toegang tot Electrologica’s kennis te krijgen. En Electrologica had een financier nodig, na begin jaren ’60 positieve resultaten te hebben behaald, liepen de verliezen na 1963 sterk op. Pas in januari 1965 werden nieuwe onderhandelingsgesprekken gevoerd tussen Philips en Electrologica. Omdat Electrologica ook met met Elliot Automation in onderhandeling was, verliepen de onderhandelingen tussen Electrologica en Philips stroef totdat Electrologica besloot niet met Elliot in zee te gaan.

Een belangrijk thema bij deze onderhandelingen was integratie van Philips Computerindustrie en Electrologica. Beide bedrijven hadden veel investeringen gedaan in onderzoek en ontwikkeling van eigen machines, de vraag was hoe die kennis, ervaring en investeringen zo goed mogelijk te benutten op het moment dat Electrologica en Philips Computerindustrie daadwerkelijk samengingen.¹⁴⁹ Op 19 maart 1965 besloten Electrologica en Philips tot samenwerking waarbij Philips 40 % aandeel in Electrologica verkreeg. Een jaar later bleek dat Electrologica er zó slecht voorstond dat Philips genoodzaakt was het gehele bedrijf over te nemen.

Electrologica zou in Philips Computer Industrie geïntegreerd worden. Verschillende scenario’s werden daarvoor bedacht, zoals een P1000 als opvolger van de X8, of een P1400 met een ALGOL optie en een X8 optie om X8 code te kunnen draaien.¹⁵⁰ Voor Philips was deze compatibiliteit met Electrologica enkel bedoeld om de migratie van Electrologica-klanten naar Philips-systemen te vereenvoudigen. Voor Electrologica was het echter een mogelijkheid de X8 langer levend te houden.¹⁵¹ Andere scenario’s waren enkel doorgaan met een van beide ontwikkelingen, die van Electrologica of die van Philips, een echte integratie van beide ontwikkelingen of een echte samenwerking die zou leiden

¹⁴⁵Deze paragraaf is, tenzij anders aangegeven, gebaseerd op Blanken, *Een industriële wereldfederatie*, 136–145, 153–165, 345–389.

¹⁴⁶Notulen E.L.-vergadering d.d. 27 mei 1963’, 2. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴⁷B.J. Loopstra, ‘Stand van zaken met betrekking tot geheugens X-8’ (Amsterdam, 4 maart 1963). ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G; ‘Notulen EL-vergadering dd. 3-7-1963’, ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴⁸Notulen E.L.-vergadering d.d. 27 december 1962’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁴⁹Bijlage bij de agenda voor de EL-vergadering van 15-12-1965 op de Nillmij’, 1. ‘AEGON:171’, X.008.13.053.7 G

¹⁵⁰Bespreking bij PCI, Apeldoorn 18/1, 19/1-66’, 1–2. ‘AEGON:172’, X.008.13.053.7 G

¹⁵¹Notulen EL-vergadering 23-2-1966’, 4. ‘AEGON:172’, X.008.13.053.7 G

tot een totaal nieuwe machine.¹⁵² Na overname van Electrologica zette Philips zijn eigen ontwikkeling voort, Electrologica's identiteit verdween langzaam in Philips Computer Industrie totdat enkel de naam overbleef.

In 1966 werd ook een nieuw tienjarenplan voor PCI gepresenteerd dat sterk afweek van het plan dat Jorna eerder presenteerde. De omvang van het plan was enorm, het was zelfs maar de vraag of Philips de investeringskosten zou kunnen dragen. Het hoofdbestuur schaarde zich echter achter dit plan omdat het "betreden van het 'digitale pad'"¹⁵³ noodzakelijk zou zijn om de plaats die Philips had in deze bedrijfstak te kunnen behouden, niet in de laatste plaats als leverancier van componenten.

Op 12 juni 1968 werd in Apeldoorn Philips Computer Industrie officieel geopend onder de naam Philips-Electrologica. Dit bedrijf had drie typen computers in haar assortiment die overeen kwamen met computers uit de IBM 360 serie. Ondanks de positieve geluiden die bij de opening klonken was de situatie van PCI allerminst zeker. In 1970 bleek dat er van de P1000 serie computers veel minder werden verkocht dan beraamd. Het totale verlies van PCI liep daarmee op tot 215 miljoen gulden. Het was duidelijk dat Philips een zelfstandige computerindustrie niet zou kunnen dragen en in 1970 werden samenwerkingsgesprekken gevoerd op initiatief van de Europese Commissie met alle grote Europese computerproducenten.¹⁵⁴

Besluit

De geschiedenis van Electrologica is eerder beschreven. In 1992 publiceerde D. de Wit het artikel *Wat niet te verzekeren valt: Electrologica als casus uit de opbouw van een Nederlandse computerindustrie (1956-1967)*¹⁵⁵, grotendeels gebaseerd op dezelfde bronnen. Zijn werk vertoont dus veel overeenkomsten met mijn geschiedenis van Electrologica, de grote lijnen zijn vergelijkbaar.

De Wit ging op zoek naar het bedrijf achter Electrologica, hij schreef een bedrijfsgeschiedenis. Mijn onderzoek naar Electrologica is deel van een groter onderzoek naar de computerpioniers van Nederland. Ik ben op zoek gegaan naar de technische kant van Electrologica en de ontwikkeling vanuit het Mathematisch Centrum.

Juist de details en de verschillen tussen beide verhalen geeft een nieuw en vollediger inzicht in de geschiedenis van Electrologica. Tegelijkertijd wordt ook duidelijk dat de geschiedenis van Electrologica nog maar amper geschreven is. En dat meer inzicht enkel tot meer vragen leidt.

Wat er nu precies gebeurde in de fabriek zelf is onbekend. Wie werkten daar en aan welke projecten? Hoe verliep de serieproductie van de X1 machine ten opzichte van de stukproductie eerder? Waarom werden bepaalde beslissingen genomen en hoe capabel was de onderzoeksafdeling van Electrologica?

Ook wat betreft de klanten en gebruikers van Electrologica apparatuur moet nog veel onderzocht worden. Waarom kozen de klanten voor een X1 en waarvoor zetten ze het apparaat in? Voor administratieve toepassingen of technisch-

¹⁵²Notulen van de EL-vergadering 1-10-1965', 2. 'AEGON:171', X.008.13.053.7 G

¹⁵³Blanken, *Een industriële werelfederatie*, 367

¹⁵⁴Ibidem, 345-389

¹⁵⁵De Wit, 'Wat niet te verzekeren valt: Electrologica als casus uit de opbouw van een Nederlandse computerindustrie (1956-1967)'

wetenschappelijk rekenwerk, zoveel is wel duidelijk, maar dat is dan eigenlijk ook alles. Hoe werd de computer gebruikt en was het eigenlijk wel een goede machine in de praktijk?

Om het succes van Electrologica en Electrologica's positie in de markt beter te begrijpen is het ook noodzakelijk om meer vergelijkend onderzoek te doen naar andere computerfabrikanten en computersystemen. Hoe groot was de rol van IBM's dominantie in de computermarkt bij de teloorgang van Electrologica? Speelde de concurrentie een rol bij interne beslissingen van Electrologica?

Al deze vragen maken nog maar eens duidelijk waarom Nederlands eerste computerindustrie het verdient onderzocht te worden. Niet alleen is het een intrigerend en spannend verhaal, de geschiedenis is nog verre van volledig.

Referenties

- 'Electrologica ELX-series. General Description', (URL:http://kmt.hku.nl/~hans/pdf_files/electrologica-engl.pdf).
- 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1956).
- 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1957).
- 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1958).
- 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1959).
- 'Jaarverslag Mathematisch Centrum' (1962).
- Alberts, G. en H.T. de Beer, 'Interview met A.W. Dek, directeur van de Nillmij en commissaris van Electrologica, gehouden op 8 januari 2008' (2008).
- Beer, HT de, 'The history of the ALGOL effort', Scriptie, Technische Universiteit Eindhoven (2006), (URL:<http://www.heerdebeer.org/ALGOL>).
- Blanken, I.J., *Een industriële wereldfederatie*, deel 5 (Zaltbommel: Europese Bibliotheek 2002).
- Dijkstra, E.W., 'Communication with an automatic computer', Proefschrift, Universiteit van Amsterdam (1959).
- Dijkstra, E.W., 'Verslag van de voordracht door Dr E.W. Dijkstra, gehouden op 11 december 1959. De faciliteit tot interruptie in de X1', *Mededelingen van het Rekenmachinengenootschap* 2:1 (februari 1960), 3–8.
- Dijkstra, E.W., 'A programmer's early memories', in: Metropolis, N., J. Howlett en G. Rota ed., *A History of Computing in the Twentieth Century: a Collection of Essays* (New York: Academic Press 1980), (URL:<http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd05xx/EWD568.PDF>), EWD568, 563–573.
- Dijkstra, E.W., 'The structure of the 'THE'-multiprogramming system', *Communications of the ACM* 11:5 (1968), (URL:<http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd01xx/EWD196.PDF>), 341–346.

- Donselaar, P.J. van, ‘De ontwikkeling van elektronische rekenmachines in Nederland (Een historisch overzicht van Nederlandse computers)’, Technisch rapport (Amsterdam: Stichting Het Nederlands Studiecentrum voor Administratieve Automatisering en Bestuurlijke Informatieverwerking juli 1967).
- Electrologica, ‘Korte algemene beschrijving van de X-1’, Technisch rapport EL-1-N (1957), CWI archief M3c.
- Electrologica, N.V., ‘Korte algemene beschrijving van de elektronische rekenmachine X1 (EL-3)’, Technisch rapport EL-3 (’s-Gravenhage 1958), Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum, 1946–1980, inv.nr. 51.
- Electrologica, N.V., *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX2, ELX3, ELX4, ELX5* (’s-Gravenhage: N.V. Electrologica 1965), Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum, 1946–1980, inv.nr. 52.
- Electrologica, N.V., *Electrologica EL elektronische informatieverwerkende systemen ELX3, ELX5* (’s-Gravenhage: N.V. Electrologica 1965), Rijksarchief in Noord-Holland, Archief van de Stichting Mathematisch Centrum, 1946–1980, inv.nr. 52.
- Electrologica, N.V., *Programming EL X8* (Den Haag: Electrologica 1966).
- Loopstra, B.J., *Input and output in the X-1 system*, in: *Information processing : proceedings of the International conference on information processing, Unesco, Paris 15-20 June 1959* (1959), 342–344.
- Loopstra, B.J., ‘The X-1 Computer’, *The Computer Journal* 2:1 (1959), 39–43.
- Philips, ‘Philips Data Systems 1959 – 1969’ (onbekend).
- Wit, D. de, ‘Wat niet te verzekeren valt: Electrologica als casus uit de opbouw van een Nederlandse computerindustrie (1956–1967)’, in: *Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek*, deel 9 (Amsterdam: NEHA 1992), 261–291.