

Mechanische rekenmachines en medische apparatuur	Chris Hakkaart
---	-----------------------

Histechnica/KIvI

Enige tijd geleden bezocht ik een lezing van Histechnica/KIvI Geschiedenis der Techniek, met als titel Mechanische Rekenmachines. Alhoewel ik er iets van weet, is het toch interessant om er iemand over te horen spreken die niet in één van de ons bekende groepen zit.

De lezing werd gegeven door prof. dr. ir. Paul Breedveld, werkzaam op de TUD en betrokken bij de *Bitegroup*. Hij is verzamelaar en restaurateur van (elektro-)mechanische rekenmachines van vóór de zakjapanner. Het zijn volgens hem fascinerende apparaten, waarin de meest vernuftige en complexe mechanismen te vinden zijn, bestaande uit vele mechanische onderdelen.



Wat voor mij toen duidelijk werd is, dat er een flink groep verzamelaars is die niet aangesloten zijn bij de ons bekende (internationale) groepen. Zij opereren veelal via Marktplaats en Ebay. Bij hen zit heel veel bijzondere kennis van mechanismen in rekenmachines, wat blijkt uit de uitspraak:

"There is something special about antique mechanical calculators: the weight, the many buttons, the spinning wheels and the mysterious innards packed with gears and cylinders that makes these things so cool"

Fabrikanten

Net zoals bij rekenlinialen bestond er flink wat competitie tussen de verschillende fabrikanten van mechanische rekenmachines. Zo heeft een *Burroughs* bijvoorbeeld een rij knoppen meer dan een *Comptometer* waardoor nauwkeurigere berekeningen (een extra cijfer) te maken zijn.

Het is bekend dat de rekenliniaal uit de gratie viel toen de elektronische zakjapanner op de markt kwam. Hetzelfde geldt voor de (elektro-)mechanische rekenmachine. Echter, de techniek van de mechanische rekenmachine heeft, zij het jaren later, een voortzetting gehad, namelijk in de ontwikkeling van nieuwe types chirurgische instrumenten. Om dat te begrijpen eerst een kort overzicht van de ontwikkeling van de betreffende technieken.

Pascaline

Pascal heeft in 1642 met zijn *Pascaline* de eerste mechanische rekenmachine gebouwd die ook werkte, gebaseerd op een soort ouderwetse telefoondraaischijf (die toen nog niet bestond). De presentatie (gemaakt voor werktuigbouwkundige studenten) laat zien hoe data van het input-register en de bediening van de toetsen tot bewerkte data in een output-register komen. Voor ons niets nieuws onder de zon. Om in tegenwoordige terminologie te spreken, (nagenoeg) alle mechanische rekenmachines werken decimaal en niet binair zoals de huidige computers. Mechanische rekenmachines zijn weldegelijk digitaal. Ze werken immers met discrete getallen en niet met continue, zoals rekenlinialen.

Optellen met een digitale machine is een koud kunstje. Met behulp van complementaire getallen kun aftrekken terugbrengen tot optellen.

Arithmometer

De *Arithmometer* (zie figuur 1) heeft een extra telregister waardoor er mee vermenigvuldigd en gedeeld kan worden. Hiervoor heeft Leibniz een wiel (zie figuur 2) ontwikkeld door een tweedimensionaal tandwiel uit te breiden naar een driedimensionaal tandwiel en dat voor elke cijfer.



Fig. 1. De Arithmometer.

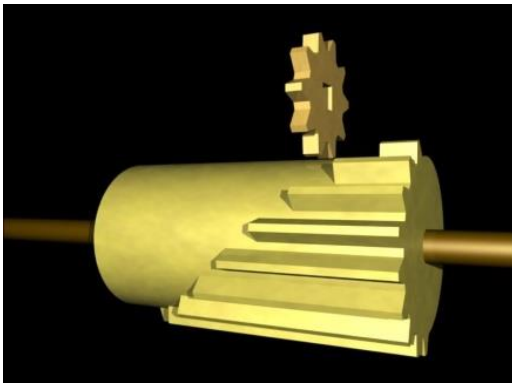


Fig. 2. Het wiel van Leibniz.

Wat mij weer opvalt is, dat deze rekenmachines in die tijd gemaakt werden door klokkenmakers. Deze laatste beroepsgroep kom je steeds tegen als makers van fijnmechanische instrumenten. Tegenwoordig is dat niet meer zo.

Nu de 4 basisfuncties optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen uitgevoerd konden worden, kwam de uitdaging om de aanvankelijk grote machines te verkleinen en compacter te maken. De *Mercedes Euklid* paste, in plaats van de wielen van Leibniz, tandheugels toe, waarmee wieltes contact maakten. Door de tandheugel met een pinnetje te blokkeren aan de ene of de andere kant kon er opgeteld of afgetrokken worden. De twee pinnetjes zijn te bedienen door een knopje. In feite wordt hier de complementaire rekenmethodiek gebruikt. Het knopje maakte het bedienen gemakkelijker. De diameter van de tandwielen bleek de beperkende factor te zijn.

Verkleinen van het mechaniek

De veel verkochte rekenmachines van *Odhner* en *Brunsviga* (zie figuur 3) wisten het verkleinen te realiseren door een pinwiel (sprossenrad) (zie figuur 4) toe te passen. In feite is het pinwiel een serie schijven waarbij de tanden ingetrokken kunnen worden door een ingenieus systeem van handelen en gebogen geleidingen. Het totale rekenwerk kon hierdoor zeer compact worden.

Opmerkelijk is dat er nog steeds discussie is wie de uitvinder van het pinwiel is. De reden is een verschil tussen de aanvraag-systematieken van patenten. In de USA is de uitvinder Baldwin, omdat hij als eerste een schets van een pinwiel maakte. In Europa/Rusland is *Odhner* de uitvinder, omdat die als eerste het patent aanvroeg.

Curt Herztark

De compacte *Brunsviga* en soortgenoten zijn al zeer compact vergeleken met de eerdere machines, maar Curt Herztark deed een geslaagde poging om het rekenmechaniek nog kleiner te maken.



Fig. 3. De Brunsviga.



Fig. 4. Een pinwiel.

Hij ging uit van slechts één Leibniz-wiel waar hij vele kleine tandwielletjes omheen lardeerde. Zo kon hij een input, een register en een output realiseren.

Echter de tandwielen werden zo klein, dat de tanden haakjes moesten worden, met als gevolg dat ze maar in één richting konden bewegen. Voor het (complementair) aftrekken is dus een ander tandwiel nodig, met de haakjes de andere kant op. Hij realiseerde dit door het Leibniz-wiel in dunne plakjes te maken, waarbij om en om een plus- en min-tandwiel zit. Kleiner kon en kan het niet.

Bekend is dat de container waar de *Curta* in zit linksdraaiend is. De reden zou zijn dat je zo niet ineens het slingertje zou bedienen. De *Curta's* (zie figuur 5) blijken veel gebruikt te zijn tijdens autorally's. Let dus op als je er een koopt dat er geen zandkorrels in zitten.

Duitse patenten

Een interessant punt betreffende alle Duitse patenten is, dat na WWII bepaald werd dat alle Duitse patenten door iedereen gebruikt mochten worden. Wanneer dat voorrecht gestopt is weet ik niet. Gevolg was wel dat vooral in Rusland veel machines van Duitse oorsprong nagemaakt werden. Dat geldt waarschijnlijk ook voor rekenlinialen. Daar hebben we (ik althans) nooit zo naar gekeken.



Fig. 5. De Curta.

Hogere rekensnelheid

Na het verkleinen van de machines kreeg het verhogen van de rekensnelheid de volle aandacht. Die werd in eerste instantie bereikt door mechanisering. Er werden onder andere elektromotoren toegevoegd.

Een tweetal topmerken stond als *robuust* bekend. De *Cellatron* (zie figuur 6) komt oorspronkelijk uit een Oost-Duitse fabriek en dat bleef zo na WWII. Maar medewerkers vertrokken naar het westen en bouwden daar exact dezelfde machine, zij het in grijs, in plaats van in wit. De kenners zeggen dat de Oost-Duitse variant iets degelijker is.

Dit doet me denken aan de ronde rekenschijf van T, die oorspronkelijk in Oost-Duitsland geproduceerd werd door vader Emil, maar later door de gevluchte zoon Hans ook

in West-Duitsland. Ze zijn nagenoeg identiek.

Fig. 6. De Cellatron.

Merchandising

Dat merchandising van alle tijden is laat het volgende voorbeeld zien. De *MADAS* (zie figuur 7) stond bekend als een kwalitatief uitstekende machine, gebouwd in Zwitserland. In Duitsland waren er vergelijkbare types, maar groter, zwaarder en minder *fancy*.

De Duitse producenten en distributeurs staken de koppen bij elkaar en besloten geen reclame te maken voor de *MADAS*, waardoor deze nagenoeg onbekend was in dit grote land.



Fig. 7. De MADAS.

Echter wel in andere Europese landen.

In de USA kwam de *Marchant* (zie figuur 8) op de markt. Deze stond eenzaam aan de top met een snelheid van 1.200 optellingen per minuut in vergelijking tot 450 bij de concurrenten. De reden was de volgende. Snel rekenen betekent tandwiel snel versnellen en weer stoppen, Dat geeft slijtage. Daar hadden alle machines last van. *Marchant* loste het anders op,



door onder elke rij toetsen een kleine versnellingsbak te plaatsen, waardoor alle tandwielen continue even hard liepen en daardoor veel minder sletten. Er zitten 6.000 onderdelen in. Kortom een zeer complex mechanisme.

Fig. 8. Marchant.



Elektronische machines

Na de elektromechanische machines verschenen de elektronische rekenmachines. Eerst als tafemodel, maar al snel als de HP 35 (1972) en soortgenoten. Die veroorzaakten het plotselinge einde van (elektro-)mechanische rekenmachines. De producenten ervan gingen allemaal binnen zeer korte tijd failliet, net zoals de fabrikanten van rekenlinialen.

Chirurgische instrumenten

De hierboven genoemde technieken uit de rekenmachines zijn, na veel doorontwikkeling, toegepast in mechanische, chirurgische slangachtige instrumenten. Daarbij waren twee aspecten in het bijzonder van belang. Kun je tevoren een te volgen route, dus een 3D-route, door het lichaam, van de kop van de slang vastleggen en kun je deze route blijven onthouden voor het gedeelte van de slang achter de kop?

Je stuurt de kop en de rest volgt door het vormgeheugen (zie figuur 9). Hiervoor zijn vergelijkbare mechanische ringen ontwikkeld, aangestuurd door langs-draden.

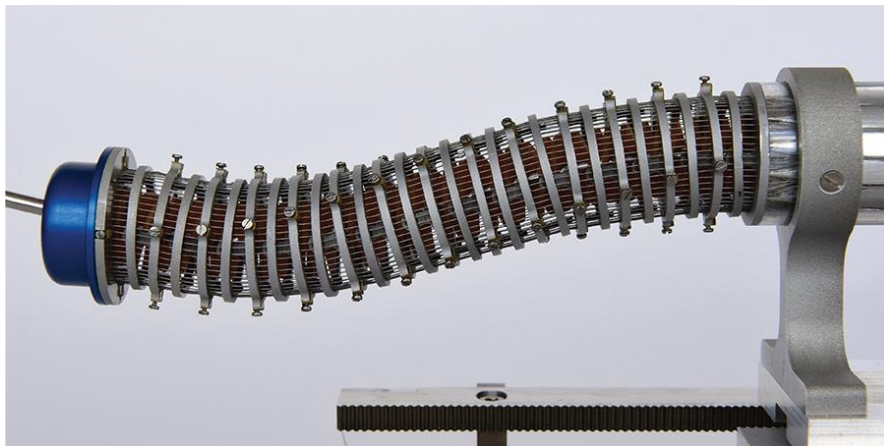


Fig. 9. De Multiflex.

De Bitegroup (www.bitegroup.nl) is het gelukt een Multiflex Tentacle slang uit staal, met een diameter van 5 mm, te ontwerpen en te maken voor bijvoorbeeld hersenchirurgie. Zie figuur 9.

Oude technieken, nieuwe toepassingen

Zo zie je maar weer dat oude technieken ook tegenwoordig nog voor nieuwe toepassingen gebruikt kunnen worden. Daarvoor is het in de eerste plaats nodig dat ook jonge generaties leren hoe oude technieken en oude apparaten werken. Je moet eerst de geschiedenis van het oude terdege kennen voordat je tot innovatie over kunt gaan.

Over dit woord *innovatie* struikel je tegenwoordig. Het wordt, mijns inziens, voornamelijk gebruikt door mensen die daar nu juist niets aan doen. Dat lijkt een dooddoener, maar kijk maar eens hoe jongelui omgaan met een oude telefoon met draaischijf. Zie <https://www.youtube.com/watch?v=oHNEzndgiFI>.

En zijn er meer van dergelijke filmpjes op internet te vinden.

Bronnen:

1. Lezing oktober 2021, de youtube video: <https://www.youtube.com/watch?v=1wrg5H90-9c>
2. <https://www.nn-group.com/article/the-arithmometer-a-unique-calculating-machine.htm>
3. <http://www.rechnerlexikon.de/artikel/Sprossenrad>
4. <http://www.martinvanneck.nl/wp-content/uploads/2021/02/23-Leibniz-wiel-wiki.jpg>
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Odhner_Arithmometer#/media/File:Original-Odhner-Arithmos-Typ-5.jpg
6. <https://www.mortati.com/glusker/elecmech/rotary/CellatronR44SM.htm>
7. https://www.madas.ch/?page_id=3917
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Marchant_Calculating_Machine_Company
9. <http://www.vintagecalculators.com/html/marchant.html>
10. www.bitegroup.nl