

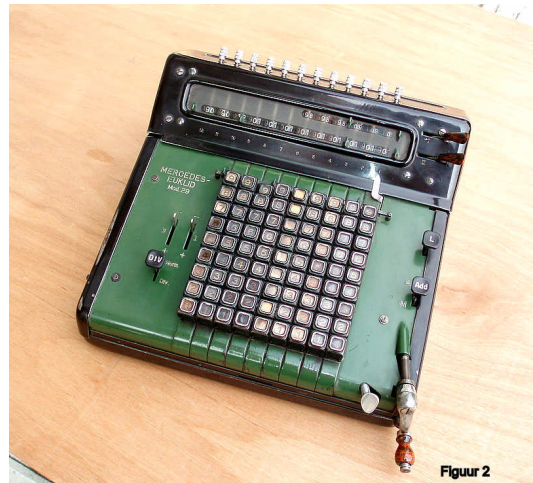
In MIR 38 schreef Huib van Noort een artikel over "Aftrekken met een optelmaschine". Daarin schreef hij, dat aan het eind van zo'n aftrekking altijd 1 aan de uitkomst toegevoegd moet worden om het resultaat kloppend te maken. Dit is met de telmachines die Huib beschreef altijd absoluut noodzakelijk, daar het fenomeen veroorzaakt wordt door het aftrekken te realiseren door optellen van de complementaire getallen. Deze bijtelling van de laatste 1 moet bij deze soort machines ALTIJD met de hand gedaan worden.



De MERCEDES-EUKLID, een volwaardige 4-species-rekenmachine (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen), trekt ook af door het optellen van complementaire getallen - maar het met de hand bijtellen van die 1 is niet nodig, want dat doet de machine zelf. Om dit te kunnen verklaren zal allereerst voor de niet ingewijden uiteengezet worden hoe zo'n machine werkt en daarna zal het mysterie van de automatisch toegevoegde 1 uit de doeken worden gedaan.

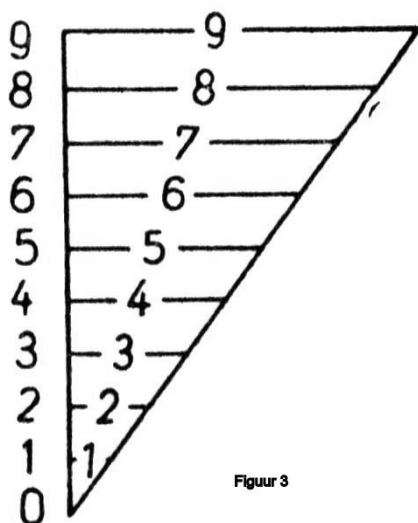


Figuur 1



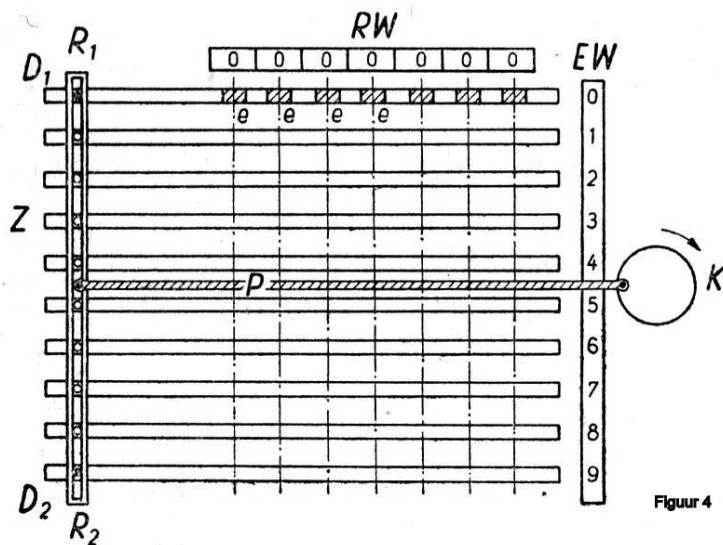
Figuur 2

Van de MERCEDES-EUKLID rekenmachine, worden hier 2 types getoond: Type 1, gefabriceerd van 1910-1922 (figuur 1) en Type 29, gefabriceerd van 1936-1952 (figuur 2). Het is de enige mechanische rekenmachine die rekent met proportionele tandstangen volgens het in figuur 3 weergegeven basisprincipe:



Figuur 3

Als we een verticale lijn in 9 gelijke stukken verdelen en we trekken evenwijdige horizontale lijnen, zoals in figuur 3 aangegeven, dan snijdt iedere vanuit het 0-punt getrokken lijn stukken van die horizontale lijnen af, die zich verhouden als 1 : 2 : 3 ----9, omdat we hier te maken hebben met een serie gelijkvormige driehoeken (2 hoeken gelijk). In het schematische bovenaanzicht van figuur 4 is aangegeven, hoe de schets van figuur 3 in de machine verwerkelijkt is. De van een sleuf voorziene coulisse  $R_1R_2$  vertegenwoordigt de verticale en tevens de schuine lijn uit figuur 3. De 10 tandstangen met tanden aan de bovenzijde vertegenwoordigen de horizontale lijnen. Ze zijn met omhoog staande ronde tappen, die zonder speling in de sleuf van de coulisse kunnen glijden, verbonden met de coulisse. Deze tandstangen kunnen in op gelijke onderlinge afstanden gelegen geleidingen horizontaal heen en weer schuiven.



Figuur 4

De coulisse kan of om het bovenste draaipunt  $D_1$  of om het onderste draaipunt  $D_2$  zwaaien, waarbij respectievelijk  $D_1$  bij optellen vast staat en dus het draaipunt vormt, en  $D_2$  bij aftrekken vast staat en dan het draaipunt vormt. Deze zwaaiende bewegingen van de coulisse wordt bewerkstelligd door de slechts in één richting draaiende kruk  $K$ , die door middel van de drijfslag  $P$  de coulisse aandrijft.

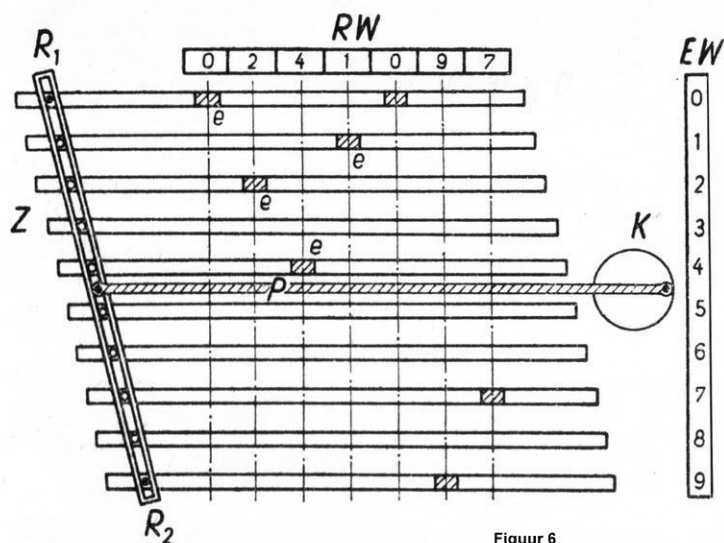
De slag van kruk  $K$  is zó gekozen, dat wanneer de coulisse zwaait om draaipunt  $D_1$  de onderste tandstang over 9 tanden verplaatst wordt en de andere tandstangen over resp. 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 en 0 tanden, allemaal heen en terug bij 1 omwenteling van de kruk. Dit gebeurt bij optellen.

Zwaait daarentegen de coulisse om draaipunt  $D_2$ , dan wordt de bovenste tandstang over 9 tanden verplaatst en de andere over resp. 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 en 0 tanden heen en terug bij 1 omwenteling van de kruk. Dit gebeurt bij aftrekken.

Eén en ander is nog eens verduidelijkt in de tabel van figuur 5, waaruit duidelijk blijkt, dat een bepaalde tand-stang bij optellen een zeker aantal tanden verschuift en bij aftrekken een aantal tanden dat gelijk is aan het complement van het aantal tanden bij optellen.

Tandheugelnummer	Aantal tanden verplaatsing $D_1$ vast = optellen	Aantal tanden verplaatsing $D_2$ vast = aftrekken
1	0	9
2	1	8
3	2	7
4	3	6
5	4	5
6	5	4
7	6	3
8	7	2
9	8	1
10	9	0

Figuur 5



Figuur 6

Boven de tandstangen en haaks op deze bevinden zich een aantal asjes met een vierkant gedeelte, waarover de insteltandwieljes  $e$  heen en weer geschoven kunnen worden, waarbij ze altijd in aangrijping zijn met één van de 10 tandstangen. Op het evenwijdige instelregister  $EW$  wordt aangegeven op welke tandstangen zich deze insteltandwieljes  $e$  bevinden. Het zal duidelijk zijn, dat de insteltandwieljes  $e$  evenveel tanden zullen verdraaien als het aantal tanden op de tandstang waarop ze zich bevinden verschuift. Dit aantal zal dus kunnen worden gebruikt om een resultaatregister  $RW$  aan te drijven, ware het niet dat de insteltandwieljes  $e$  gedurende één slag van de kruk heen en terug draaien. Daarom bevinden zich tussen de insteltandwielasjes en het resultaatregister speciale koppelingen, die er voor zorgen dat alleen gedurende de eerste halve slag van de kruk de insteltandwielasjes daadwerkelijk gekoppeld zijn aan de telwielen van het resultaatregister, met als gevolg dat alleen de omwentelingen van de insteltandwieljes  $e$  in het heengaande gedeelte van de tandstangen ingevoerd worden in het resultaatregister. Het resultaatregister is van het min of meer normale - in vele rekenmachines toegepaste -

type, voorzien van telwielen met automatische tientaloverdracht. Het zal duidelijk zijn, dat wanneer één van de asjes met daarop een insteltandwiel bijvoorbeeld 8 tanden verdraait, de aanwijzing van het bijbehorende telwiel met 8 verhoogd wordt.

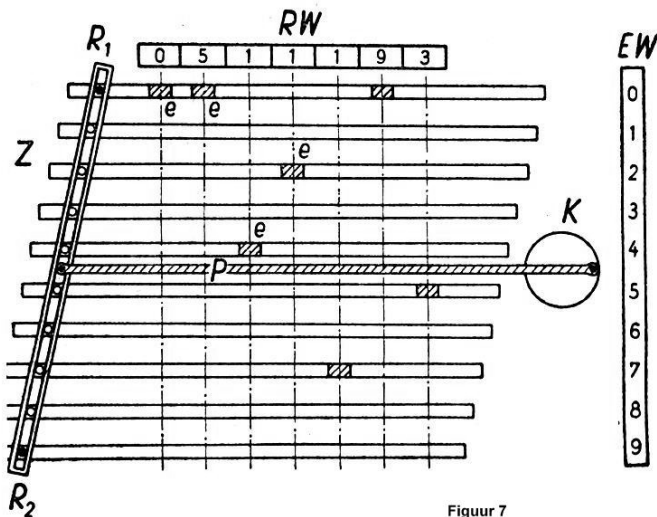
Hieronder zal de gang van zaken, zowel bij optellen als bij aftrekken nader verklaard worden.

### OPTELLEN:

Zie hiervoor figuur 6. Men heeft hier met de insteltandwieltjes **e** het getal 241097 ingesteld en als nu de kruk 1 omwenteling gedraaid wordt bewegen de tandstangen - als de coulisse om het punt  $D_1$  draait - naar rechts en weer terug als hierboven omschreven en verschijnt dit getal in het uitleesvenster van het resultaatregister.

Verstelt men nu de insteltandwieltjes **e** op 312801 en verdraait men weer de kruk over 1 omwenteling, dan wordt het reeds aanwezige resultaat in het resultaatregister verhoogd met dit getal tot

$241097 + 312801 = 553898$ . Tot zover dus niets bijzonders.



Figuur 7

### AFTREKKEN:

Zie hiervoor figuur 7. We nemen aan, dat in het resultaatregister nog steeds het getal 553898 staat en dat we van dit getal 42705 willen aftrekken. We stellen dan 42705 in met de insteltandwieltjes **e** in het instelregister. Maar nu draait de coulisse om het punt  $D_2$  naar rechts, met als gevolg dat niet het getal 42705 bij het getal 553898 wordt opgeteld, maar het getal 9957294. (Een en ander volgens de tabel van figuur 5)

**Het resultaat in het uitleesvenster van het resultaatregister is dan:**

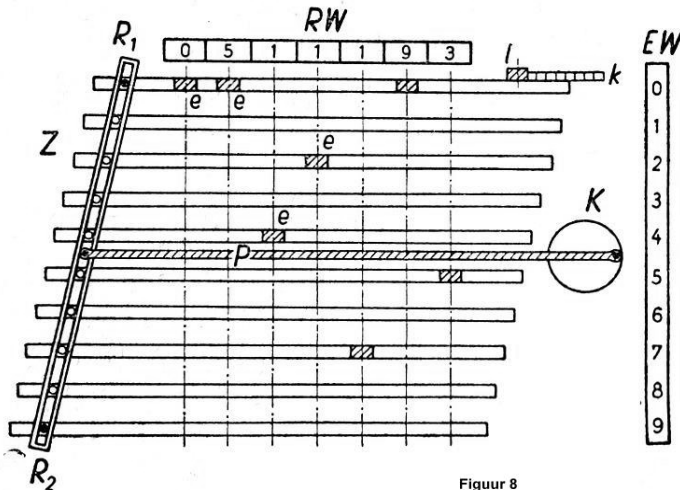
$553898 + 9957294 = 0511192$  (a)

Als voorste cijfer zou eigenlijk vóór de 0 nog een 1 moeten staan, maar omdat de capaciteit van de machine overschreden is, verschijnt die 1 hier niet.

Als deze optelling vergeleken wordt met de oorspronkelijke aftreksom:

$553898 - 42705 = 511193$  (b)

blijkt dat de gewenste uitkomst (b) met de machine op 1 na verkregen wordt (a). Die 1 moet er dus nog (automatisch) bijgeteld worden. Zie hiervoor figuur 8.



Figuur 8

Aan de bovenste tandstang is daarvoor nog een uitbreiding aangebracht, die daarvoor zorgt. Bij nadere beschouwing van de figuur blijkt dat er aan de rechterkant van de bovenste tandstang nog een kleine tandstang **k** met 9 tanden aangebracht is (niet getekend in de voorgaande figuren), die continu in aangrijping is met een tandwiel **I**. Deze kleine tandstang **k** en dit tandwiel **I** drijven niet direct een telwiel in het resultaatregister aan. Het tandwiel **I** heeft tevens maar 9 tanden (alle andere tandwielen hebben 10 tanden). Het zal duidelijk zijn, dat ook **I** door de reeds eerder genoemde speciale koppelingen slechts gedurende de eerste halve slag van de kruk verdraaid wordt.

Bij optellen beweegt **k** niet, omdat dan ook de bovenste tandstang niet beweegt, maar bij aftrekken wordt **k** negen tanden naar rechts verschoven, zodat **I** een volle omwenteling draait. Tevens is **I** vast gekoppeld aan een 'blind' telwiel (niet getekend en in werkelijkheid niet zichtbaar) met 10 tanden, dat dus ook een volle omwenteling verdraait. Bij de overgang van 9 naar 0 treedt dan de tentaloverdracht van dit telwiel in werking en wordt het aan de linkerkant ernaast gelegen enen-telwiel van het resultaatregister 1 positie verdraaid.

### DAT IS DAN DIE ONTBREKENDE 1 !

( Bij het schrijven van dit artikel is dankbaar gebruik gemaakt van gegevens en tekeningen uit: THEORIE und PRAXIS der RECHENMASCHINEN, door A.Rohrberg, in 1954 uitgegeven door B.G.Teubner Verlagsgesellschaft - Stuttgart )