

## Aftrekken op een optelmachine met complementaire cijfers

### Inleiding

Dat er met mechanische machines opgeteld werd, lijkt iets van een eeuw geleden. Echter, slechts veertig jaar geleden was het dagelijks werk in de kantoren. Optellen kwam

het meest voor, maar aftrekken moest soms ook gebeuren.

De machines waarmee dit gebeurde, waren vaak uitgerust met een volledig toetsenbord. Elke toets droeg een groot en

een klein cijfer, groot om op te tellen, klein om af te trekken.

Over die kleine cijfers gaat dit artikel.

### Historie

Het mechanisch rekenen, gecombineerd met automatische 10-tal overdracht, is in 1624 begonnen met **Wilhelm Schickhard** (1592-1635). Hij maakte een merkwaardige combinatie van de staafjes van Napier en een telmachine met schijfjes. Op dit telmachinegedeelte was net zo gemakkelijk op te tellen als af te trekken. Schijfjes linksom is optellen, rechtsom is aftrekken, zo gebeurt dat ook in de 20ste eeuw (Foto 1).

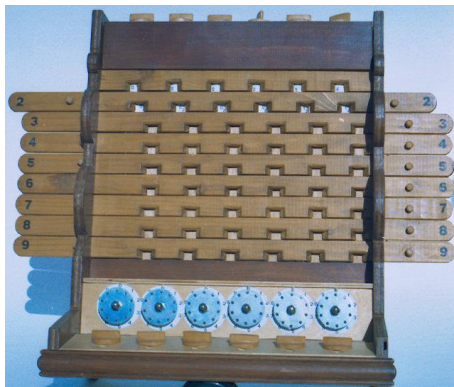


Foto 1 – machine van Schickhard

De tweede machine, in de geschiedenis, is die van **Blaise Pascal** (1623-1662). In 1642 vindt deze veelzijdige wetenschapper een machine uit, die we nu een telmachine zouden noemen.

Door de ingewikkelde constructie van 10-tal overdracht, kunnen de invoerschijfjes alleen maar één kant op draaien en dus ook alleen maar optellen. Aftrekken ging dus niet zomaar. Als wiskundige loste hij dit probleem op, met behulp van complementaire cijfers op z'n machine. Daarmee was hij de eerste.

Er volgen dan nog enige grote namen, als: **Leibnitz** (1646-1716), Hahn (1739-1790) en dan **Thomas de Colmar** (1785-1870).

Deze Thomas ontwikkelde vanaf 1820 tot 1850 de eerste mechanische rekenmachine, die op grote schaal geproduceerd en verkocht is. Vanaf 1850 was

dit type machine vele tientallen jaren de enige echte rekenmachine. De naam is Arithmometer.

De Arithmometer en zijn vele nabouwsels is van het type: indirect registrerend.

Een getal moet eerst door (moeilijk lopende) schuiven ingesteld worden en daarna in het resultaatregister ingebracht worden, door een krukje 360 graden te draaien (Foto 2).

Voor vermenigvuldigen en delen geen probleem, maar voor optellen en aftrekken traag.

De in die tijd explosief toenemende bedrijvigheid met de daarbij behorende administratie, deed de vraag ontstaan naar een **direct** werkende telmachine.

Ongeveer tegelijkertijd komen er dan twee merken op de markt, die aan deze vraag voldoen.

Felt & Tarrant met de Comptometer in 1887 (Foto 3) en Burroughs met de Burroughs Calculator serie 1 in 1892.

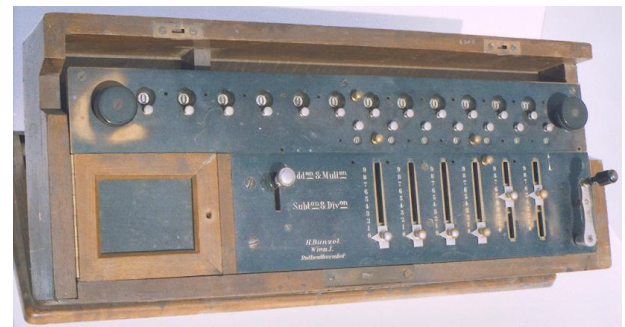


Foto 2 – Arithmometer

Dit zijn de eerste machines met **toetsen**

De snelheid van deze machines werd door Burroughs verwoord met 'the machine-gun of the office'.

Beide machines bezitten een **volledig** toetsenbord en op elke toets, komen twee cijfers voor, groot en klein. Groot om op te tellen, klein om af te trekken. Maar daar is niet alles mee gezegd.

## Hoe het werkt

Veronderstel een telmachine met vier rijen, eenheden, tientallen, honderdtallen enz. en 9 toetsen in de gebruikelijke volgorde: 1,2,3,4,5,6,7,8,9. Het complement (tot 9) van deze cijfers, wordt dan in dezelfde volgorde: 8,7,6,5,4,3,2,1,0. Dit zijn de kleine cijfers op de toetsen.

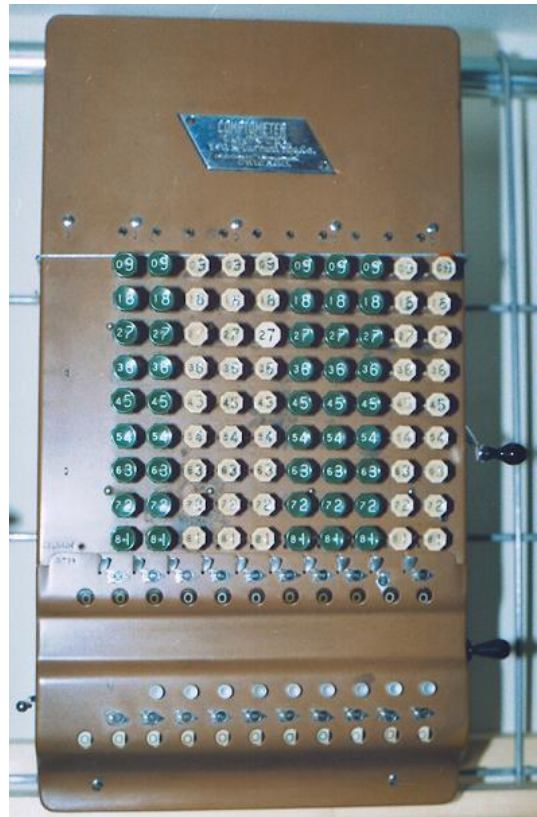
Worden deze cijfers gebruikt, dan wordt er afgetrokken....althans ongeveer, want links en rechts is het nog niet zoals het wezen moet.

Voorbeeld:

$$\begin{array}{r}
 4321 \quad \text{aftrektal} \quad 4321 \\
 \underline{1234} - \quad \text{aftrekker} \quad \underline{8765} + \quad (\text{complement van } 1234) \\
 3087 \quad \text{verschil} \quad \underline{13086}
 \end{array}$$

We veronderstelden een 4-rijige machine, dus de linker 1 wordt niet geregistreerd op de machine.

Foto 3 - Comptometer



Blijft over het probleem 3087 ~3086

Het verschil is nog slechts 1,

en dat voeren we in, als correctiefactor.

Onze toetsoefening ziet er dan als volgt uit:

$$\begin{array}{r}
 4321 \\
 \underline{8765} + \\
 3086 \\
 \underline{1} + \\
 3087
 \end{array}$$

We zijn er nog niet, blijft u nog even aan de lijn.

Zelfde voorbeeld op een 5-rijige machine:

$$\begin{array}{r}
 04321 \\
 \underline{08765} + \\
 \underline{13086} \\
 \underline{1} + \\
 \underline{13087}
 \end{array}$$



De 1 in de vijfde rij moeten we nu nog laten verdwijnen. Dat doen we door een 9 in te toetsen in rij 5.

Hebben we een 8-rijige machine, dan moet duidelijk zijn, dat vanaf rij 5 tot en met rij 8, een 9 ingetoetst moet worden.

Foto 4 – Burroughs, met volledig toetsenbord

Wanneer de aftrekker minder cijfers bezit dan het aftrektal, dan moeten we dat aantal gelijk maken met het aftrektal; dus 4321-432 moet complementair worden ingevuld als 4321+9567

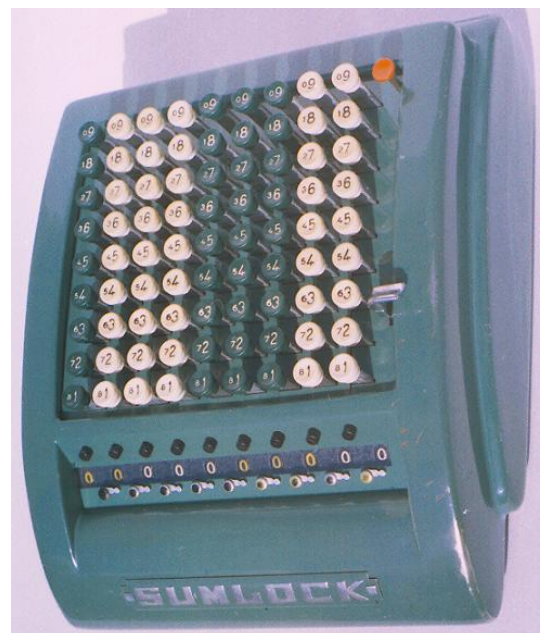
Om het

vermoeiende intoetsen van al die negens, links van het aftrektal, te voorkomen, bedachten sommige fabrikanten hier een oplossing voor. Alle 10-tal overdrachten kregen een blokkeerknop (Foto 5).

Foto 5 – Sumlock, met volledig toetsenbord en overdrachtsblokkering

Men hoefde nu, tijdens invoering van de complementaire aftrekker, slechts één knop in te drukken, direct links naast het aftrektal, om alle overbodige overdrachten te blokkeren.

Een stap voorwaarts in de gebruiksvriendelijkheid.



Sommige fabrikanten vervingen de +1 correctiefactor, door een opgeschoven rij complementaire cijfers aan de rechterzijde van de machine. (Zie foto 9, 11 en 12)

Ook al weer een sprong voorwaarts in het bedieningsgemak!

## Samenvatting

### Zonder overdrachtsblokkering:

- Aftrektal intoetsen met (x)grote cijfers
- Aftrekker intoetsen met (x)kleine cijfers
- +1
- negens intoetsen links van het aftrektal

### Met overdrachtsblokkering:

- Aftrektal intoetsen met (x)grote cijfers
- Overdrachtsblokkering, links van het aftrektal, indrukken en ingedrukt houden
- Aftrekker intoetsen met (x)kleine cijfers, blokkeerknop loslaten
- +1

Foto 6 – Barrett, 10-toetsbord

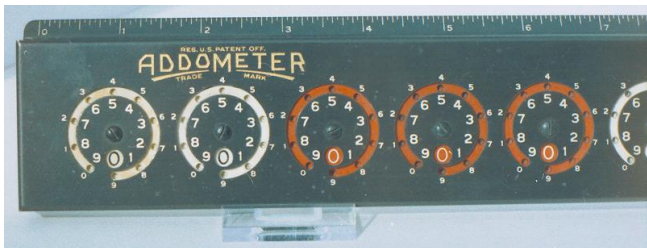


Foto 7 – Addometer, kiesschijfmachine

## Foto's

Uit de enorme verscheidenheid van optelmachines met complementaire aftrekmogelijkheid, is een klein aantal afgebeeld ter illustratie.

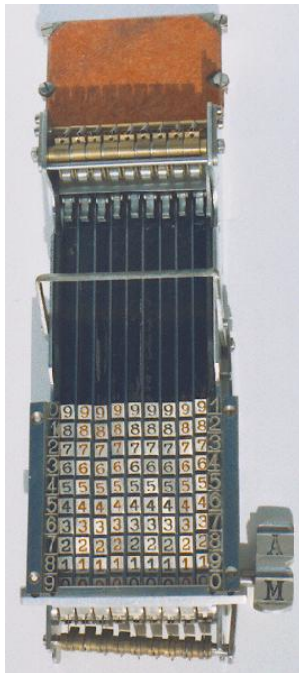


Foto 8 – Stima, tandheugelmachine

Foto 9 – SuN, tandkettingmachine (in restauratie)

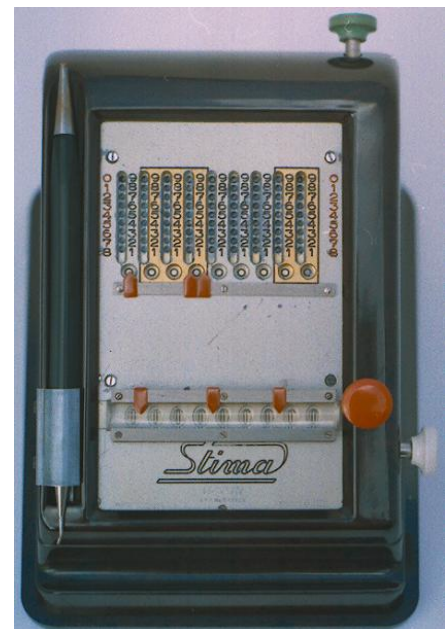




Foto 10 - Minerva / Resulta, telwielmachine

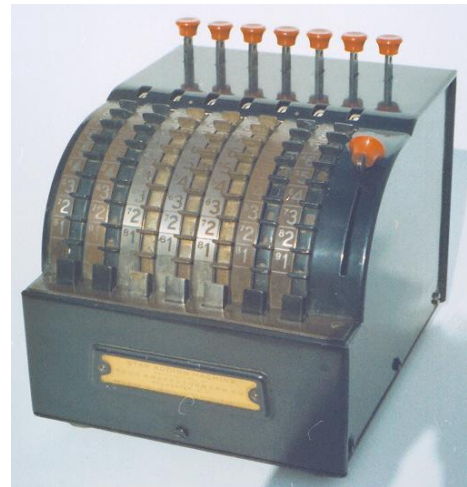


Foto 11 - Star, telwielmachine met overdrachtblokkering

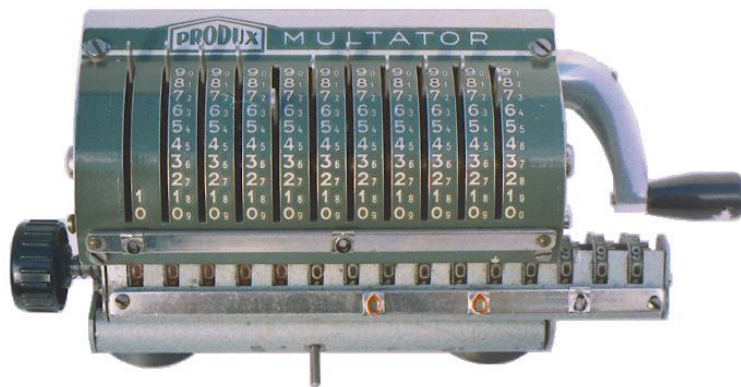


Foto 12 - Produx Multator, eenvoudige vermenigvuldiger ( tandsegment )

### Tot slot

In 1962 was er nog een Sumlock telmachine, met volledig toetsenbord te koop, waarop de complementaire cijfers aanwezig zijn.

Vanaf 1642 tot 1962, dat is 320 jaar, is het complementaire cijfer in gebruik. Vanaf de invoering van de Comptometer in 1887 tot 1962, dat is 75 jaar, is het systeem van aftrekken door complementair optellen, op grote schaal gebruikt.

*Compliment voor het complement!*