

MATHEMATISCH CENTRUM  
2e BOERHAAVESTRAAT 49  
AMSTERDAM  
REKENAFDELING

Leiding: Prof. Dr Ir A. van Wijngaarden

IN- EN UITVOER VAN DE ARRA

door

E.W. Dijkstra.

MR 14

1954.

MATHEMATISCH CENTRUM  
2e BOERHAAVESTRAAT 49  
AMSTERDAM  
REKENAFDELING

Leiding: Prof. Dr Ir A. van Wijngaarden

IN- EN UITVOER VAN DE ARRA

door

E.W. Dijkstra.

MR 14

1954.

BIBLIOTHEEK  
AMSTERDAM

MATHEMATISCH CENTRUM  
2e BOERHAAVESTRAAT 49  
AMSTERDAM

## VOORWOORD

In dit rapport liggen vastgelegd de programma's voor het bandlezen en het typen, benevens de hieruit voortvloeiende ponsconventies en aanwijzingen aangaande het gebruik van de typoroutines. De hoofdstukken 7 en 8 van het rapport MR 12 komen hiermede te vervallen.

- - -

In- en Uitvoer.Invoer.Handregister.

Met behulp van het handregister is men in staat breuken, kleiner dan 1, of gehele getallen, elk van beiderlei teken in S te brengen. Daartoe drukke men eerst op een van de vier tekentoetsen +, -, +, of -. , vervolgens drukt men achtereenvolgens op de cijfertoetsen, corresponderend met de respectievelijke decimale cijfers van het getal. Steeds bevindt zich, als een toets is ingedrukt, in S het getal, voorzover het is aangeslagen.

De volgende conventies gelden:

- 1) Brengt men een geheel getal in, dan mag men dit door willekeurig veel nullen laten voorafgaan.  
Om het getal nul in te brengen dient men minstens 1 nul aan te slaan. Het gehele getal mag in absolute waarde niet groter zijn dan 536870911.
- 2) Brengt men een breuk in, dan moet men na de tekentoets de cijfers, zoals deze na de komma volgen, in volgorde aanslaan, minstens 1, hoogstens 8 in aantal.
- 3) Als men een fout gemaakt heeft, beginne men geheel opnieuw, dus weer met de tekentoets.
- 4) Het indrukken van een van de toetsen van het handregister, terwijl de machine werkt, evenals het indrukken van een cijfertoets, zonder dat eerst op een tekentoets is gedrukt, heeft dankzij enige blokkades geen effect.

Band.

Met behulp van de ponsband brengt men "moleculen informatie" in; onder een molecuul wordt verstaan de verzameling pentades, waaruit het woord kan worden opgebouwd, dat juist een adres vult.

Het invoerprogramma bergt in eerste instantie de successievelijke moleculen, achter elkaar van de band gelezen, op opeenvolgende adressen in het geheugen. Een dergelijke rij moleculen - die in een exceptioneel geval uit een molecuul kan bestaan! - wordt voorafgegaan door een zg. controle-combinatie, die op nader aan te geven wijze, de plaats specificceert, waar het eerste molecuul van het rijtje geborgen dient te worden. Tussen moleculen informatie mag een willekeurig aantal malen X geponst worden.

Een molecuul informatie kan bestaan uit een getal of uit twee opdrachten. Het is onmogelijk een oneven aantal opdrachten in te

brengen, men brengt met de a-opdracht immer ook de bijbehorende b-opdracht in, en omgekeerd.

De bandwaarde van de cijfertoetsen C is gelijk aan  $24-C$  ( $C = 0, 1, \dots, 24$ ). Verder is de correspondentie:

Toetssymbool	A B(+)	C(-)	D(+.)	E(-.)	F	X
Bandwaarde	25 26	27	28	29	30	31

$F = -.$   
*als opening*

### Getallen.

Met de ponsband kan men vier soorten getallen inbrengen: positieve en negatieve breuken <sup>absoluut</sup> kleiner dan 1 en gehele getallen. Getallen worden in drie gedeelten geponst, en wel:

- 1) Een van de vier pentades, corresponderend met de toetsen van de ponsmachine, voorzien van de etiketten +, -, +. en -. .  
De decimale cijfers van het getal, te beginnen met de decimaalplaats, die met de hoogste macht van 10 overeenkomt.
- 3) De sluitletter.

Hierbij valt op te merken:

- 1) Dat de tekentoetsen van de ponsmachine "dubbel benoemd" zijn (nl. +(B); -(C); +.(D) en -. (E)).
- 2) Het decimaal gedeelte wordt in eerste instantie steeds opgebouwd als geheel getal; na +. en -. wordt dit gehele getal door  $10^8$  gedeeld. Een en ander brengt met zich mee:
  - a: dat als het decimaal gedeelte gelijk is aan nul, het "niet" geponst hoeft te worden
  - b: dat men het door een willekeurig aantal nullen mag laten voorafgaan - wat uit hoofde van tijdverlies afgeraden moet worden.
  - c: dat men, als het getal, gevormd door de twee hoogste cijfers de 24 niet overschrijdt, dit tweetal met 1 pentade kan ponsen (de cijfertoetsen van de ponsmachine lopen op tot en met 24). Hoewel dit een kleine versnelling in het handlezen met zich meebrengt, kan dit als regel niet worden aangeraden, uit hoofde van een grotere kans op vergissingen, terwijl het vergelijken van de duploband bemoeilijkt wordt, als het soms wel, en soms niet gedaan wordt.
  - d: dat breuken steeds 8 cijfers achter de komma hebben, en dus zo nodig met nullen aangevuld dienen te worden; dat eventuele nullen, direct volgend op de komma niet geponst hoeven te worden.
  - e: dat gehele getallen in absolute waarde niet groter mogen zijn dan 536870911.

- 3) Op de ponsmachine bevinden zich 7 toetsen voorzien van de letters X, A, B, C, D, E en F. Als de sluitletter X gebruikt wordt, wordt hierdoor slechts het einde van het decimale getal aangegeven. De andere sluitletters hebben een dubbele functie: behalve het einde van het decimaal gedeelte, specificeren zij de zg. normale correctie: maakt men gebruik van een van de sluitletters A...F, dan wordt het decimaal gedeelte vermeerderd met resp. 1001 ... 1006. Deze "correctie" geschiedt voor de eventuele deling door  $10^8$  (als +. en -. ) en eventuele tekenwisseling (als - en -. ). De inhoud van de "correctieadressen" 1001 t/m 1006 mag negatief zijn, mits bij een breuk door de correctie geen tekenwisseling kan ontstaan.

#### Koppelopdrachten of controlecombinatie.

Van een koppelopdracht wordt eerst de a-opdracht, dan de b-opdracht geponst. Dit tweetal mag niet door extra pentades X gescheiden worden!

Elke opdracht wordt in tweeën geponst

- 1) De functieletter:

dit is het nummer van de opdracht en loopt dus van 0 t/m 24. Dit moet altijd met 1 pentade geponst worden. (Vandaar dat de cijfer-toetsen op de ponsmachine lopen tot en met 24).

Bij de optelopdracht 0/... moet deze nul dus wel geponst worden!

- 2) Het adres. Zie onder.

De ~~control~~combinatie wordt in duplo geponst. Beide gelijke delen ~~bestaan~~ uit

- 1) De openingsletter A (ter indicatie, dat een controle-combinatie gelezen worden).
- 2) Het adres, d.w.z. de plaats in het geheugen, waar het nu volgende "echte" molecuul geborgen worde. Zie onder.

De eerste helft van de controle combinatie en het duplicaat (ter controle!) mogen niet door extra pentades gescheiden worden.

Het adres wordt geponst op de volgende wijze:

- 1) De decimale cijfers van het adres
- 2) De sluitletter (een van de lettertoetsen X, A,...F)
- 3) De kanaalcorrectie (een van de cijfer-toetsen 0,...24).

De decimale cijfers worden geponst, als gold het een geheel getal. In geval van adres 0 hoeft voor het decimaal gedeelte niets geponst te worden.

De sluitletter is een van de letters X, A, B, C, D, E of F; in het geval van de sluitletter X wordt het adres onveranderd gelaten, door ponsing van een van de sluitletters A...F wordt het adres vermeerderd met resp. [1001] ... [1006]. Heeft de sluitletter echter de afsluiting van een adres betroffen, dan moet deze nog gevolgd worden door de zg. kanaalcorrectie, die geponst wordt door een cijferpentade: het adres wordt vermeerderd met het 32-voud van het door de kanaalcorrectie aangegeven getal. Wenst men hiervan geen gebruik te maken, dan dient als correctie pentade een nul geponst te worden; deze mag niet worden overgeslagen! De kanaalcorrectie vermeerderd het adres dus maximaal met  $32 \times 24 = 768$ ; de naam is ontleend aan het feit, dat de kanaalcorrectie te interpreteren is als "zoveel kanalen verder". Over het algemeen zal men met het decimaal gedeelte de plaats in het kanaal, met de kanaalcorrectie specificeren "in welk kanaal".

#### Controle bij het bandlezen.

Een van de meest essentiële opdrachten van het invoerprogramma is de variabele opdracht, waarvan het adres aangeeft, op welke plaats het zojuist van de band gelezen en opgebouwde molecuul in het geheugen dient te staan. Het is de opdracht 1007a, waar de besturing arriveert met het betrokken molecuul negatief in A. Het functiegedeelte van deze opdracht hangt echter, evenals de bijbehorende b-opdracht, af van de wijze, waarop het invoerprogramma gestart is.

#### "Lezen - schrijven" START op 0 X1, a.

In dit geval bevindt zich, terwijl van de band het molecuul wordt opgebouwd, dat in het geheugen op adres x geborgen worde, op adres 1007 het volgende tweetal opdrachten:

```
1007 a    5/x
        b   15/25  =+
```

De a-opdracht schrijft het molecuul met het goede teken op adres x, de b-opdracht verwijst de besturing terug in het invoerprogramma, waar x door x+1 vervangen wordt, voordat het volgende molecuul van de band wordt gelezen en opgebouwd.

#### "Lezen - controleren" START op 1 X1, a.

In dit geval bevindt zich "op hetzelfde moment" (zie boven) op adres 1007 het volgend tweetal opdrachten:

```
1007 a    0/x
        b   15/22  =+
```

In plaats van weg te schrijven, telt de a-opdracht (x) in de accumulator op; uit deze optelling komt slechts dan nul, als juist van de band gelezen is, wat zich reeds op adres x bevond. De b-opdracht verwijst de besturing in het invoerprogramma naar die opdrachten, waar vergeleken wordt, of inderdaad  $(A) = 0$ . Zo ja, dan wordt x door x+1 vervangen en het volgende molecuul wordt gelezen. Zo nee, dan stopt - op een uitzondering na! - de machine op de + conditionele stopopdracht 24/2, die staat op 25 X 0, a. Door met BEGIN VOLGENDE OPDRACHT de machine door te starten, gaat het programma het volgende molecuul vergelijken. Dit kan men gebruiken om te controleren of een stuk programma of een rij constante<sup>n</sup>, onderbroken door een adres met variabele inhoud, waar dus een discrepantie mag optreden, verder nog goed in het geheugen staat. Treedt bij het vergelijken een discrepantie op en wil men onderzoeken, of deze fout soms bij de laatste keer bandlezen is opgetreden, dan kan men kijken op plaats 27 in kanaal 31 (adres 1019), waar voor het vergelijken het zojuist van de band gelezen molecuul is weggeschreven

Geheel onafhankelijk hiervan is het invoerprogramma aan een tweede controle onderworpen: het ophogen van x tot x+1 wordt gecontroleerd. Gaat dit een keer fout, dan stopt de machine op 24/2 in 29a of 24/3 in 31a. De machine is in dit geval niet zonder meer door te starten - gesteld, dat iemand dit mocht willen! Behalve de ponsconventie, dat de controlecombinatie in duplo geponst moet worden, heeft dit voor het opmaken van de band geen verdere gevolgen, in tegenstelling tot de eerst genoemde controle, waarvan de consequenties nu besproken worden.

#### De voorponsing op de band.

Aangezien de voorponsing - m.a.w. de inhoud van de correctieadressen - haast altijd verwerkt worden in de controlecombinaties op de rest van de band, mogen deze laatste niet gelezen worden, voordat de inhoud van de correctieadressen gegarandeerd goed is ingevuld. Omdat terugschuiven van de band moeite en tijdverlies impliceert, wordt daartoe de voorponsing in duplo uitgevoerd, voorzien van de nodige pentades, die tijdens het bandlezen de overgang van "invullen" naar "controleren" en omgekeerd bewerkstelligen. Om de overgang van "controleren" naar "invullen" mogelijk te maken, zijn in het invoerprogramma enige speciale opdrachten ingelast, die tot gevolg hebben, dat het controlerend invoerprogramma op een specifieke "quasi fout" niet reageert door te stoppen, maar door over te schakelen op "lezen-schrijven".



Men ponsen:

Roffel 24 (10-15 cm blank tape, om de band te kunnen beschrijven)

Roffel X (5-7 cm "allemaal gaatjes" als speling om het programma te starten)

A 1001 Xo ga eerste correctieadres

A 1001 Xo invullen

(1001) + "A" X Variabel

(1002) + "B" X gedeelte der voorponsing

⋮

A 1007 Xo ga schrijven op de variabele opdracht, om

A 1007 Xo op "lees-controleer" over te schakelen.

(1107a) 0 Xo wordt nooit gehoorzaamd (oXo ponsen snel en makkelijk)

b) 7 1 X1 Simuleert start op 1X1 a

A 1001 Xo

A 1001 Xo Duplicaat van de voorponsing,

(1001) + "A" X

(1002) + "B" X ter vergelijking

⋮

A 1007 Xo waarmede de specifieke "quasi-fout" gemaakt wordt

A 1007 Xo

- X gaat nu "lezen-invullen".

Roffel X (5-7 cm om te weten, waar de rest van band begint)

Opm. Als de voorponsing ook voor de sluitletter F optreedt, kan een vereenvoudiging worden gemaakt: de beide tweetallen A 1007 Xo, aan het einde van het variabel gedeelte van de voorponsing kunnen vervallen, aangezien het vorige molecuul op plaats 1006 geschreven is!

Het hoofdgedeelte op de band.

Dit begint na de roffel X, die de voorponsing heeft afgesloten. Als dit stuk een keer gelezen en ingevuld is, wordt de band teruggeschoven, en ten tweede male gelezen, maar nu ter controle. Het is duidelijk, dat midden in deze band geen wijzigingen mogen optreden in de correctieadressen! Het verdient aanbeveling de hoofdband af te sluiten met

Roffel X (2-3 cm, alleen als markering)  
 A 1007 Xo  
 A 1007 Xo  
 - X  
 Roffel X (4 cm).

Wordt de band door het "lezen-schrijvend" invoerprogramma verwerkt, dan stopt de machine na het lezen van - X, omdat het b-gedeelte als onbestaande 31-opdracht ontmoet wordt. Dan kan men de band terug schuiven tot aan de roffel X, die de hoofdband van de voorponsing scheidt, en de machine starten op 1X1 a. Dit beginadres dient dus wel in de schakelaars gezet te worden.

Wordt dan de band door het controlerend invoerprogramma gelezen, dan ontmoet de machine de quasi-fout, gaat over op "lezend invoerprogramma en gaat door: de roffel X, die tot het einde van de band moet worden voortgezet, wordt geskipt. De band wordt pas "uit de bandlezer gereden", als we er helemaal klaar mee zijn.

Staat een duplicator voor banden ter beschikking, dan valt er ook over te denken, de hoofdband op analoge wijze als de voorponsing te behandelen. De 2-3 cm roffel X ter markering is met het oog op het feit, dat als men de band met de duplicator als onderdeel van een langere band wil invoeren, men het dan volgende drietal regels vaak zal willen overslaan. Als de conventies bij het gebruik van de duplicator duidelijk worden, komen deze misschien wel weer te vervallen.

Het invoerprogramma kan als subroutine worden aangeroepen door

24/6

15/31 →

→ .....

Dan wordt een molecuul van de band gelezen, en met dit molecuul negatief in A arriveert de besturing weer in het hoofdprogramma.

Het in- en uitvoerprogramma beslaat 5 geblokkeerde kanalen, nl. 0, 1, 2, 3 en 4; kanaal 31 bevat constanten en werkruimte. Voor het invoeren van deze constante gebruikt men de band: HERSTEL KANAAL 31. Men start dan het invoerprogramma door op de + toets van het handregister te drukken en m.b.v. BEGIN VOLGENDE OPDRACHT de machine door te starten.

Wie de band maakt, wachte zich voor de volgende fouten:

- 1) Vergeten, dat geen losse a-opdracht ingebracht kan worden.
- 2) Vergeten, dat a- en b-opdracht, evenals de twee regels van de controlecombinatie, niet door extra X gescheiden mogen worden.
- 3) Vergeten, de kanaalcorrectie te ponsen, als deze 0 is.
- 4) Vergeten, de kanaalcorrectie met 1 pentade te ponsen, als deze de 10 overschrijdt.

- 5) Ook bij getallen "uit pure gewoonte" een kanaalcorrectie te ponsen.
- 6) Vergeten, de controlecombinatie in duplo te ponsen.
- 7) Vergeten van de roffel X na de voorponsing.
- 8) Vergeten van teken of sluitletter bij lange getallenbanden (omdat deze steeds hetzelfde zijn, wordt de aandacht op het veranderlijke gedeelte geconcentreerd. Deze fout komt veel voor!)
- 9) Vergeten, dat het opdrachtnummer met 1 pentade geponst dient te worden.
- 10) Nalaten, de band feilloos te maken.

Op het stuk blank (= roffel 24) voor aan de band zette men duidelijk

- 1) het nummer van de band (de banden van een probleem worden genummerd in volgorde van inbrengen)
- 2) Het nummer van de opdracht: R... .
- 3) Eventuele parameters (deze banden krijgen nl. hetzelfde bandnummer).
- 4) Specificatie van betroffen kanalen (hetzij absoluut, hetzij relatief)
- 5) Aanduiding of
  - a) ZS (d.w.z. zelfstandige band, die geen losse voorponsing behoeft)
  - b) VP no. x,y,... (de Voorponsing voor banden no. x,y...)
  - c) AP no. z (d.w.z. "Achterponsing" van band z, m.a.w. heeft de voorponsing, die op band z staat van node).
  - d) PL (d.w.z. Programma Leest de band; dit staat op banden die in de bandlezer moeten liggen, als het programma hetzij banden zelf leest, hetzij het invoerprogramma als subroutine wordt aangeroepen).

Voorts make de programmeur een catalogus van de banden met bondige beschrijving. In deze catalogus moeten eventuele correctiebandjes duidelijk worden ingevuld!

#### Het typen.

De typ-routines typen de absolute waarde van (S'). Door de aanroep kan men regelen, of de absolute waarde al dan niet door het teken wordt voorafgegaan, tevens of [S] - dus een geheel getal - of {S} - dus een breuk - wordt uitgetypt. Verdere specificaties als aantal uit te typen cijfers, plaats van de komma en facultatief - imperatief typen van het geheel gedeelte, worden door codewoorden geregeld. Men brengt twee groepen constanten in voor het typen van getallen, elke groep bevat een codewoord. De ene groep specificeert het uittypen

van gehele getallen, de andere groep het uittypen van breuken. Zonder tussentijds veranderen van deze constanten kan men dus 1 type geheel getal en 1 type breuk uittypen, terwijl men het teken naar believe wel of niet getypt kan laten worden. Als algemene regel geldt:

als het codewoord positief is wordt facultatief getypt; wisselt men het codewoord van teken, dan wordt imperatief getypt, verder volgens dezelfde specificatie, met dit verschil dat bij facultatief typen een symbool meer getypt wordt: het numeriek gedeelte wordt dan door een spatie voorafgegaan. De typroutines kennen de volgende vier aanroepen:

	24	6	Xo	de absolute waarde van {S} wordt
	7		X3	als <u>geheel getal</u> , zonder teken getypt.
geheel getal	24	6	Xo	het <u>teken</u> van {S} wordt getypt, gevolgd
	15	2	X3	door de absolute waarde van {S}, als <u>geheel getal</u>
	24	6	Xo	de absolute waarde van {S} wordt als <u>breuk</u> ,
breuk	15	13	X3	met eventuele verplaatsing van de komma getypt.
	24	6	Xo	het <u>teken</u> van {S} wordt getypt, gevolgd
	7	16	X3	door de absolute waarde van {S}, als <u>breuk</u> met eventuele verplaatsing van de komma.

### Het typen van gehele getallen.

Het typen van gehele getallen wordt beheerst door twee "op elkan-  
der afgestemde" constanten, nl. het codewoord en  $10^n$ , als n het  
aantal cijfers is, dat wordt uitgetypt:

d.w.z.: {S} wordt uitgetypt als geheel getal van n cijfers;  
{S} dient in absolute waarde kleiner te zijn dan  $10^n$ ;  
als imperatief getypt wordt, worden exact n cijfers ge-  
typt;

als facultatief getypt wordt, wordt het numeriek gedeel-  
te door een spatie voorafgegaan, in het numeriek gedeelte  
worden eventuele nullen aan de hoge kant door spaties  
vervangen. Het laagste cijfer wordt altijd getypt, ook  
wanneer het getal nul getypt wordt.

Als imperatief getypt wordt is n minstens 2, hoogstens 8;  
als facultatief getypt wordt is n minstens 1, hoogstens 8.

Het tweetal constanten is naar waarde en plaats in het geheugen als in onderstaande tabel gespecificeerd:

n = 1014 =		1015 =	
		facultatief	imperatief
1	10	+ 2 6843 5456	
2	100	+ 1 3421 7728	- 1 3421 7728
3	1000	+ 6710 8864	- 6710 8864
4	1 0000	+ 3355 4432	- 3355 4432
5	10 0000	+ 1677 7216	- 1677 7216
6	100 0000	+ 838 8608	- 838 8608
7	1000 0000	+ 419 4304	- 419 4304
8	1 0000 0000	+ 209 7152	- 209 7152

Bovenstaande waarden heeft de programmeur slechts nodig, indien in een programma gehele getallen van verschillende aantallen cijfers om beurten getypt moeten worden. Het ligt in de bedoeling om 15 standaard bandjes te maken, die deze constanten inlezen en deze operatie meteen controleren. Voor facultatief uittypen van een getal van bv. 4 cijfers luidt een dergelijk bandje: Roffel X

Als een dergelijk bandje ingelezen wordt, na normaal starten op 0 X1 a, wordt ingelezen en gecontroleerd. Criterium dat alles waarschijnlijk goed is gegaan, is dat de machine niet stopt, en het bandje zonder meer onder de bandlezer door gaat.

A	1014	Xo
A	1014	Xo
+	10000	X
+	33554432	X
A	1007	Xo
A	1007	Xo
0		Xo
7	1	X1
A	1014	Xo
A	1014	Xo
+	10000	X
+	33554432	X
A	1007	Xo
A	1007	Xo
-		X
Roffel X		

#### Het typen van breuken.

Het typen van breuken wordt beheerst door vier constanten, waarvan drie uitsluitend een functie zijn van het totale aantal cijfers, dat getypt wordt, terwijl de vierde bovendien afhankelijk is van het feit of facultatief of imperatief getypt wordt, en het aantal plaatsen, dat de komma tijdens het uittypen naar rechts geschoven worde. Met B m,n wordt de situatie afgekort, waar de breuk S

in  $(m+n)$  cijfers wordt uitgetypt, terwijl de komma  $m$  plaatsen naar rechts is verschoven.

Als imperatief getypt wordt, worden van het  $10^m$  voud  $m$  cijfers van het gehele gedeelte getypt, dan de punt, dan de hoogste  $n$  cijfers van het breukgedeelte.

Als facultatief getypt wordt, wordt het numeriek gedeelte door een extra spatie voorafgegaan, in het gehele gedeelte worden eventuele nullen aan de hoge kant door spaties vervangen, ook het laatste cijfer! Als het  $10^m$  voud van  $S$  kleiner is dan 1, is dus de punt het eerste symbool, dat op het papier komt.

Als  $m = 1$  is het verschil tussen facultatief en imperatief typen klein: als facultatief getypt wordt, wordt een extra spatie ingelast, en de nul als eenheden cijfer wordt door een spatie vervangen.

De breuk wordt exact afgerond op het  $n^{\text{de}}$  decimale cijfer achter de komma; hierbij mag niet een resultaat ontstaan, dat in absolute waarde groter is dan  $10^m$ !

Dat het geval  $m = 0$  als facultatief typen wordt opgevat (spatie, punt,  $n$  cijfers) volgt uit onderstaande tabel, waar de constanten naar waarden van  $m+n$ , het totale aantal cijfers, zijn gerangschikt.

Totaal 8 cijfers.  $\{992\} = 20000\ 0000$ ;  $\{993\} = 2$ ;  $\{1012\} = 1\ 0000\ 0000$

	facultatief: $\{994\} =$	imperatief: $\{994\} =$
B 0,8	+ 4 0291 5328	
B 1,7	+ 2 0158 8736	- 2 0158 8736
B 2,6	+ 1 0092 5440	- 1 0092 5440
B 3,5	+ 5059 3792	- 5059 3792
B 4,4	+ 2542 7968	- 2542 7968
B 5,3	+ 1284 5056	- 1284 5056
B 6,2	+ 655 3600	- 655 3600
B 7,1	+ 340 7872	- 340 7872
B 8,0	+ 183 5008	- 183 5008

Totaal 7 cijfers.  $\{992\} = 2\ 6000\ 0000$ ;  $\{993\} = 26$ ;  $\{1012\} = 1000\ 0000$

	facultatief: $\{994\} =$	imperatief: $\{994\} =$
B 0,7	+ 4 0317 7472	
B 1,6	+ 2 0185 0880	- 2 0185 0880
B 2,5	+ 1 0118 7584	- 1 0118 7584
B 3,4	+ 5085 5936	- 5085 5936
B 4,3	+ 2569 0112	- 2569 0112
B 5,2	+ 1310 7200	- 1310 7200
B 6,1	+ 681 5744	- 681 5744
B 7,0	+ 367 0016	- 367 0016

Totaal 6 cijfers. [992] = 26800 0000; [993] = 268; [1012] = 100 0000

	facultatief: [994] =	imperatief: [994] =
B 0,6	+ 4 0370 1760	
B 1,5	+ 2 0237 5168	- 2 0237 5168
B 2,4	+ 1 0171 1872	- 1 0171 1872
B 3,3	+ 5138 0224	- 5138 0224
B 4,2	+ 2621 4400	- 2621 4400
B 5,1	+ 1363 1488	- 1363 1488
B 6,0	+ 734 0032	- 734 0032

Totaal 5 cijfers. [992] = 2 6840 0000; [993] = 2684; [1012] = 10 0000

	facultatief: [994] =	imperatief: [994] =
B 0,5	+ 4 0475 0336	
B 1,4	+ 2 0342 3744	- 2 0342 3744
B 2,3	+ 1 0276 0448	- 1 0276 0448
B 3,2	+ 5242 8800	- 5242 8800
B 4,1	+ 2726 2976	- 2726 2976
B 5,0	+ 1468 0064	- 1468 0064

Totaal 4 cijfers. [992] = 2 6843 0000; [993] = 26843; [1012] = 1 0000

	facultatief: [994] =	imperatief: [994] =
B 0,4	+ 4 0684 7488	
B 1,3	+ 2 0552 0896	- 2 0552 0896
B 2,2	+ 1 0485 7600	- 1 0485 7600
B 3,1	+ 5452 5952	- 5452 5952
B 4,0	+ 2936 0128	- 2936 0128

Totaal 3 cijfers. [992] = 2 6843 5000; [993] = 26 8435; [1012] = 1000

	facultatief: [994] =	imperatief: [994] =
B 0,3	+ 4 1104 1792	
B 1,2	+ 2 0971 5200	- 2 0971 5200
B 2,1	+ 1 0905 1904	- 1 0905 1904
B 3,0	+ 5872 0256	- 5872 0256

Totaal 2 cijfers. [992] = 2 6843 5400; [993] = 268 4354; [1012] = 100

	facultatief: [994] =	imperatief: [994] =
B 0,2	+ 4 1943 0400	
B 1,1	+ 2 1810 3808	- 2 1810 3808
B 2,0	+ 1 1744 0512	- 1 1744 0512

Totaal 1 cijfer. [992] = 2 6843 5450; [993] = 2684 3545; [1012] = 10  
 facultatief: [994] =            imperatief: [994] =  
 B 0,1            + 4 3620 7616  
 B 1,0            + 2 3488 1024                            - 2 3488 1024

Genoemde specificatie heeft de programmeur slechts nodig, indien in een programma breuken van verschillende aard om beurten getypt moeten worden. Het ligt in de bedoeling om 80 standaard bandjes te maken, die deze constante inlezen, en vervolgens het ingelezene controleren.

De controle op het typen; n getallen per regel.

Deze wordt beheerst door twee constanten nl. [1008] =  $16m+11$  en [1011] =  $16n-11$  (als TAB, mits goed) of [1011] =  $16n-16$  (als SPATIE, mits goed), als n het gewenste aantal getallen per regel is, terwijl m een maat is voor de vertraging na TWNR (nl.  $(100+60m)$  milliseconde).

De inloopsaanroep luidt:

24 6 Xo  
 7 19 X2 =

⇒ . . . . . met de functie:

- 1) Telling wordt ingesteld op het begin van de regel.
- 2) TWNR, gevolgd door een vertraging wordt bewerkstelligd, gevolgd door een TAB.
- 3) Komt in het hoofdprogramma met l.w.g. negatief.

Deze aanroep dient de besturing altijd te ontmoeten aan het begin van een probleem;

Na elke typeroutine volgt de aanroep

24 6 Xo  
 7 X2 =

⇒ . . . . . met de functie:

zolang (S') = -0, geeft de routine na elke keer een TAB-sigitaal als [1011] =  $16n-11$ , een SPATIE als [1011] =  $16n-16$ , uitgezonderd elke <sup>de</sup> aanroep, waar een TAB-sigitaal gegeven wordt, voorafgegaan door TWNR met een vertraging, door [1008] =  $16m+11$  gespecificeerd. De besturing komt in het hoofdprogramma, terwijl het laatst weggeschreven getal negatief is.



Als een keer (S') ≠ 0 (d.w.z. een getal foutief getypt is) dan geeft de routine TWRN (gevolgd door een vertraging), en j TAB-signalen (elk gevolgd door kleine vertraginkjes) als de fout is opgetreden tijdens het typen van het j<sup>de</sup> getal in de regel. De besturing komt terug in het hoofdprogramma terwijl het laatst weggeschreven getal positief is.

Opm.1. Het eerste getal begint dus niet bij de kantlijn, maar bij de eerste tabulatorstop (circa vijf plaatsen rechts van de kantlijn). Dit omdat, als de wagen terugloopt, hij soms een plaats doorschiet.

Opm.2. Bij een TAB-signaal springt de wagen minstens 3 plaatsen. Als men veel getallen op een regel wil typen, kan het zijn, dat zo veel ruimte tussen de getallen niet gepermitteerd kan worden. Dan scheidt men de getallen door een SPATIE (door [1008] = 16n-16). De tabulatorstoppen dienen dan met zorg geplaatst te worden, omdat deze wel gebruikt worden, als een fout is opgetreden.

De controle op het typen is mogelijk, doordat de typ-routines, als alles goed gegaan is, in het hoofdprogramma terugkomen met exact dezelfde inhoud, als waarmede ze werden aangeroepen. De controle op het typen van bv. [OBO] als geheel getal zonder teken wordt als volgt geprogrammeerd: (programma op OAO en volgende).

3AO a	→	OAO	a	10	B0	
			b	24	6	X0
		1AO	a	7	X3	⇒ geheel getal zonder teken
van de typrou-						
tine	→	b	9	B0		
		2AO	a	24	6	X0
			b	7	X2	→ naar de typ-controle
van de typcon-						
trole	→	3AO	a	6	A0	
			b	.	.	.

Als het typen goed gegaan is, vormt de 9-opdracht -0 in S; in dit geval komt de besturing in 3AO a aan met het teken van het laatst weggeschreven getal negatief en de besturingsverplaatsing wordt genegeerd.

Is echter tijdens het typen een fout opgetreden, dan wordt door de 9-opdracht geen -0 in S gevormd, en in 3AO a arriveert de besturing met het teken van het laatst weggeschreven getal positief, zodat de besturingsverplaatsing wel gehoorzaamd wordt, en opnieuw hetzelfde getal getypt wordt. Inmiddels echter is het papier van de schrijfmachine een regel opgevoerd, en de wagen is in die positie gebracht, waarin hij stond, toen aan het typen van het mislukte getal begonnen werd.

Het ligt in de bedoeling om bandjes te maken voor het invoeren van de constanten, voor normale aantallen getallen en redelijke vertragingen.

Band HERSTEL KANAAL 31.

A	5041 42819	XO	ga schrijven op 3 in kan 31 = 995
A	5041 42819	XO	
1		XO	in 995
15	22	XO	
9	1006	XO	in 996
15	23	X1	
0	53687 0911	XO	$2^{29}-1$ als opdracht ingevoerd
0		XO	in 997
9	1006	XO	in 998
15	9	X1	
6		XO	in 999
15	25	XO	
6		XO	in 1000 (we zijn immers nog
15	25	XO	aan het lezen schrijven!)
0	992	XO	van nu af aan kan sluitletter A
0		XO	gebruikt worden 1001 = 31 maal 32.
A	1009	XO	nu 1009 (pl 17)
A	17	AO	
0	5000 0000	XO	$5 \cdot 10^7$ als opdracht
0		XO	ingevoerd
A	21	AO	nu 1013 (pl 21)
A	1013	XO	
0	10000 0000	XO	$10^8$ als opdracht
0		XO	ingevoerd.
A	1007	XO	
A	1007	XO	schakel over op
0		XO	lezen controleren
7	1	X1	
A	995	XO	nu 995
A	3	AO	
1		XO	controleer (995)
15	22	XO	
9	14	AO	controleer (996)
15	23	X1	
0	53687 0911	XO	controleer (997)
0		XO	
9	14	AO	controleer (998)
15	9	X1	
6		XO	controleer (999)
15	25	XO	
A	1009	XO	
A	17	AO	

Band HERSTEL KANAAL 31. (Vervolg).

0	5000 0000	XO	controleer (1009)
0		XO	
A	1013	XO	
A	21	AO	
0	10000 0000	XO	controleer (1013)
0		XO	

I & U. 17.  
Kanaal XO.

	OXO	24	5	XO		16XO	24		XO
		24	246	X24			3	30	AO
	1	5	24	AO		17	24	253	X24
		6	20	X2 →	13XOb →		24	1	X16
	2	24	253	X24		18	24		XO
		5	29	AO			5	24	AO
	3	6	4	XO →		19	23	30	XO
		24	253	X24			14	21	XO →
	3X0a →	4	1	X16		20	5	26	AO
		4	26	AO			2	26	AO
	5	23		XO		21	24		XO
		4	31	AO	19XOb →		5	27	AO
	6	24	10	X16		22	7	15	AO ⇒
		4	30	AO	15AO ⇒		4	28	AO
	7	24	2	XO		23	14	24	X4 →
	→	23		XO			24	1	X16
	8	15	1	X1 ⇒		24	24		XO
	28X1b ⇒	9	8	AO			5	30	AO
	9	13	15	AO	27X4a, 26X4a → 25		24	2	XO
		2	15	AO	15AOb →		2	15	AO
	10	0	27	AO		26	11	15	AO
		1	8	AO			24	1	X16
	11	24	1	X16		27	4	15	AO
		15	28	XO ⇒			23	30	XO
	11X1a ⇒ 12	24		XO		28	0	15	AO
		24	253	X24	11XOb →		5	26	AO
	13	5	30	AO		29	24	2	XO
		14	17	XO →			24	254	X24
	14	23	30	XO		30	5	26	AO
		11	17	AO			6	2	X1 →
	15	24		XO		31	24	3	XO
		20	21	AO	↗		4	15	AO

Kanaal AO = kan 31.

I & U. 18.  
Kanaal X1.

27X4b →	OX1	2	7	AO	16X1	24	4	XO
		15	1	X1 ⇒		24	231	X24
	1	2	3	AO	17	12	27	AO
8X0a, OX1b →		4	8	AO		4	31	AO
30X0b, 3X1b → 2		24	4	XO	18	22		XO
		24	225	X24		15	19	X1 ⇒
	3	4	31	AO	21X1a ⇒	19	24	16 XO
		6	2	X1 →	18X1b →		24	4 XO
	4	22		XO		20	24	231 X24
		15	5	X1 ⇒			5	26 AO
7X1a →	5	24	16	XO		21	6	19 X1 →
4X1b →		24	4	XO			24	249 X24
	6	24	231	X24		22	5	26 AO
		5	28	AO			0	4 AO
	7	6	5	X1 →		23	6	31 X1 →
		24	249	X24	29A0b →		24	4 XO
	8	5	28	AO		24	12	25 AO
		0	6	AO			24	231 X24
	9	6	31	X1 →		25	22	24 XO
29A0b →		2	31	AO			2	31 AO
	10	24	5	X16		26	12	30 AO
		4	24	AO			4	24 AO
	11	6	12	XO →		27	22	19 XO
		24	1	X16			8	25 AO
	12	12	29	AO		28	8	30 AO
		22	19	XO			14	8 XO →
	13	24	4	XO		29	23	15 XO
		12	27	AO			0	27 AO
	14	24	231	X24		30	5	27 AO
		22	24	XO			7	15 AO ⇒
	15	8	27	AO	23X1a, 9X1a ⇒ 31		4	29 AO
		8	29	AO			7	29 AO ⇒

Kanaal AO = kan. 31.

I & U. 19.  
Kanaal X2.

	OX2	4	25	AO		16X2	2	22	AO
		12	30	AO			24	16	X16
	1	14	6	X2 →		17	4	22	AO
		23	30	XO			6	25	AO →
	2	9	30	AO		18	7	13	X2 →
		12	24	AO					
	3	3	18	AO		19	4	25	AO
		24	16	X16			15	5	X2
	4	14	6	X2 →	1X0b ⇒	20	2	24	AO
		5	18	AO			24	246	X24
	5	14	10	X2		21	11	31	AO
19X2b →		11	19	AO			24	16	XO
	6	13	18	AO		22	13	31	AO
4X2a, 1X2a →		2	16	AO			13	28	AO
	7	24	8	XO		23	2	29	AO
8X2b →		24	239	X24			4	29	AO
	8	4	24	AO		24	14	28	X2 →
		14	7	X2 →			11	30	AO
	9	24		XO		25	23	1	XO
		12	31	AO			3	31	AO
	10	14	11	X2 →		26	20	30	AO
5X2a →		24	8	XO			13	28	AO
	11	7	25	AO =		27	10	30	AO
10X2a ⇒		2	18	AO			24	17	XO
	12	1	19	AO		28	12	30	AO
		4	22	AO	24X2a →		2	26	AO
18X2a →	13	23		XO		29	4	26	AO
		24	234	X24			6	31	X2 →
	14	24	8	XO		30	10	28	AO
15X2b →		24	2	X16			24	3	XO
	15	5	31	AO	29X2b ⇒	31	11	28	AO
		14	14	X2 →			24	2	XO

Kanaal AO = kan 31.

I & U. 20.  
Kanaal X3.

0X3	4	15	AO	16X3	4	15	AO	
	12	30	AO		24	6	XO	
1	6	8	X3	17	24		XO	
	3	30	AO		12	31	AO	
2	15	8	X3	18	14	19	X3 →	
	4	15	AO		24	254	X24	
3	12	28	AO	19	11	31	AO	
	24	6	XO	18X3a →	24	251	X24	
4	14	5	X3	20	24	8	XO	
	24	254	X24		24	12	XO	
5	11	28	AO	21	24	243	X24	
4X3a →	24	9	X16		4	30	AO	
6	24	8	XO	15X3b, 14X3b →	22	12	29	AO
	24	12	XO		18	20	AO	
7	24	243	X24	23	12	28	AO	
	4	30	AO		23	28	XO	
1X3a →	8	23	30	24	8	1	AO	
2X3a →	10	22	AO		8	29	AO	
9	20	22	AO	25	3	2	AO	
	4	25	AO		15	10	X3 →	
10	3	23	AO	26				
25X3b →	5	27	AO					
11	6	28	X3 →	31X3b →	27	24	16	XO
	1	27	AO		24	255	X24	
12	4	27	AO	11X3a →	28	24	8	XO
	24	17	XO		6	29	X4 →	
13	15	28	X4 →	29	3	27	AO	
	4	15	AO		1	27	AO	
14	12	30	AO	30	5	27	AO	
	6	22	X3 →		24	12	XO	
15	11	30	AO	31	24	240	X24	
	7	22	X3 →		6	27	X3 →	

Kanaal AO = kan 31.

I & U. 21.  
Kanaal X4.

31X4b →	0X4	4	26	AO	16X4	9	20	AO
		3	27	AO		24	9	X16
	1	1	27	AO	15X4a →	17	24	XO
		5	31	AO		12	31	AO
	2	6	19	X4 →		18	1	31
		24	8	XO			7	6
	3	1	31	AO	2X4a →	19	24	17
		5	25	AO			24	8
	4	24		XO		20	8	25
		2	26	AO			8	26
	5	6	10	X4 →		21	9	22
		15	13	X4 →			24	12
18X4b →	6	11	28	AO		22	24	16
		21	20	AO			12	28
23X4a →	7	2	30	AO		23	6	7
24X4a →		4	29	AO			3	30
	8	6	15	AO →		24	15	7
		12	30	AO	23X0a →		1	15
	9	11	30	AO		25	4	26
		7	15	AO →			24	1
13X4a, 5X4a →	10	24	16	XO		26	6	25
		24	8	XO			5	24
	11	3	25	AO		27	6	25
		1	25	AO			7	
	12	5	25	AO	31X4a →	28	24	16
		24	12	XO	13X3a →		24	8
	13	6	10	X4 →	28X3b →	29	3	27
5X4b →		9	28	AO			1	27
	14	12	24	AO		30	5	27
		9		AO			24	12
	15	6	17	X4 →		31	6	28
		8	5	AO			7	

Kanaal AO = kan 31.



0AO	$h \cdot 10^{m+n}$		constante voor "typ breuk"
1	$h = 2^{28} \cdot 10^{-(m+n)}$		constante voor "typ breuk"
2	codewoord		constante voor "typ breuk"
3	1            XO		constante voor
	15    22    XO		"lees-controleer"
4	9    14    AO		constante voor
	15    23    X1		correctie b-opdracht
5	+ 53687 0911 X		= $2^{29}-1$
6	9    14    AO		constante voor
	15    9    X1		correctie a-opdracht
7	6            XO		constante voor
	15    25    XO		"lees-schrijf"
8	(6            XO	of	(1            XO    indicatie "schrijven
	15    25    XO)		15    22    XO    of controleren".
9	AO t/m 14 AO: correctieadressen A,B,...F.		
15	5/x    of    0/x		variabele
	15/25        15/22		opdracht
16	16m+11		vertraging TWNR (type-controle)
17	$5 \cdot 10^7$		voor afronding
			breuken per band.
18	telling plaats in de regel		
	bij de type-controle		
19	16n-11	als TAB, mits goed	n woorden per
	16n-16	als SPATIE, mits goed	regel (type-controle)
20	$10^{m+n}$	constante voor type breuk	
21	$10^8$	constante voor invoer	
		van breuken per band	
22	$10^n$	constante voor typ geheel getal	
23	codewoord	constante voor "typ geheel getal"	
24	veelvuldige werkruintes		