

MATHEMATISCH CENTRUM

2e BOERHAAVESTRAAT 49

AMSTERDAM

REKENAFDELING

Programmering voor de ARMAC

Deel IV

Rm6: Interpretatief programma voor het werken met 6-voudige lengte getallen.

door

L. Vasmel-Kaarsemaker

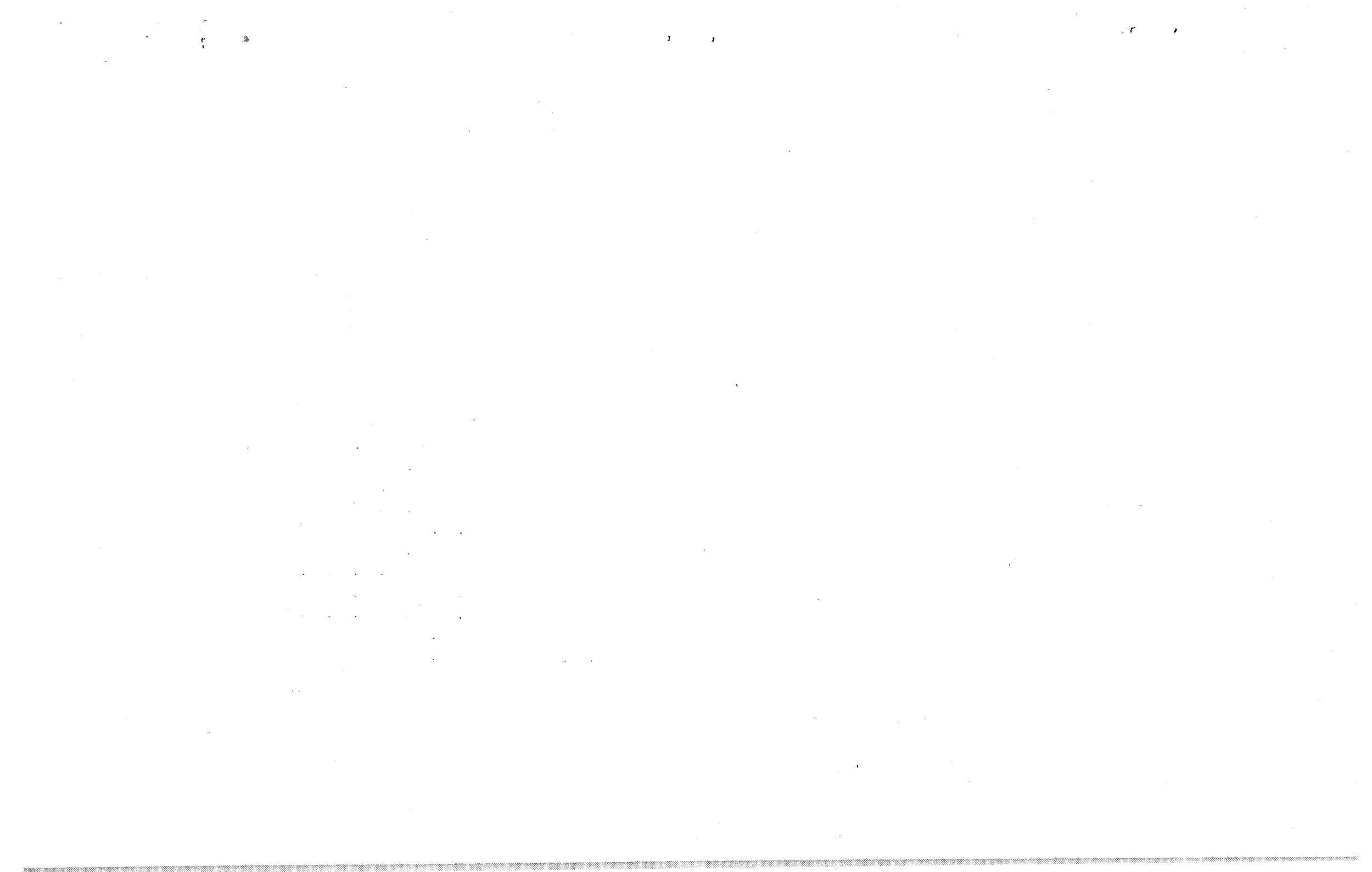
MR 28

1957

The Mathematical Centre at Amsterdam, founded the 11th of February 1946, is a non-profit institution aiming at the promotion of pure mathematics and its applications, and is sponsored by the Netherlands Government through the Netherlands Organization for Pure Research (Z.W.O.) and the Central National Council for Applied Scientific Research in the Netherlands (T.N.O.), by the Municipality of Amsterdam and by several industries.

Inhoud

Beschrijving Rm6	1
Lijst van opdrachten	3
Interpretatief programma	5,8
Invoerprogramma	6
Uitvoerprogramma	9
Normeer subroutine	12
Vuil uit	12
Vermenigvuldiging	13
Schoon in	18
Optellen of aftrekken	18
Deling	20
Worteltrekking	29
Halvering	33



Rm6

Rm6 bevat subroutines die geschikt zijn voor de bewerking van reële getallen die liggen tussen, of gelijk zijn aan 10^{18-1} en $1 \cdot 10^{-36}$.

AANROEP EN WERKWIJZE

De subroutines maken gebruik van een vaste werkruimte R, bestaande uit 6 plaatsen n.l. 24 t/m 29 X 0.

De subroutines worden aangeropen door een zogenaamd interpretatief programma; dus gaat men werken met 6.lengte getallen dan gebeurt dit via het interpretatieve programma.

De a a n r o e p van het interpretatieve programma luidt: 22 16 S 0 of 22 26 S 2. De aanroep 22 16 S 0 kan gebruikt worden als kanaal X 0 reeds de goede inhoud heeft. De aanroep 22 26 S 2 moet gebruikt worden als X 0 nog ingevuld moet worden. Het is dus raadzaam om bij ieder herstartpunt in het programma als eerste interpretatieve aanroep te gebruiken 22 26 S 2.

Na het uitvoeren van een der aanroepen worden de opdrachten op de volgende adressen geïnterpreteerd als aanroepen voor de respectievelijke subroutines van Rm6.

Wil men het interpretatief werken weer beëindigen dan moet dit gebeuren met een niet conditionele sprongopdracht.

INVOER

De getallen moeten gepost worden in 6 woorden, ieder van max. 9 cijfers. Ieder woord moet hetzelfde teken hebben.

Noem deze woorden resp. $a_1, a_0, a_{-1}, a_{-2}, a_{-3}, a_{-4}$ dan geldt:
 $G = a_1 \cdot 10^9 + a_0 + a_{-1} \cdot 10^{-9} + a_{-2} \cdot 10^{-18} + a_{-3} \cdot 10^{-27} + a_{-4} \cdot 10^{-36}$.

G wordt door het invoerprogramma omgerekend tot een binair getal, dus dan geldt

$$G = \alpha_1 \cdot 2^{33} + \alpha_0 + \alpha_{-1} \cdot 2^{-33} + \alpha_{-2} \cdot 2^{-66} + \alpha_{-3} \cdot 2^{-99} + \alpha_{-4} \cdot 2^{-132}.$$

De getallen moeten zodanig ingevoerd worden dat het meest significante woord staat op de laagste plaats van de beschikbare geheugenruimte. De soortspecificatie is: RJ6 1 S 1.

Noem het adres van het minst significante woord α , dan geldt na de invoer van G: $(\alpha) = \alpha - 4$

UITVOER

Rm6 levert elk resultaat zo af dat alle woorden hetzelfde teken hebben en wel gelijk aan het teken van het meest significante woord.

Met behulp van de interpretatieve typ-aanroep wordt de inhoud van R getypt en wel in de vorm $a_1 a_0 a_{-1} a_{-2} a_{-3} a_{-4}$ waarbij weer geldt $G = a_1 \cdot 10^9 + a_0 + a_{-1} \cdot 10^{-9} + a_{-2} \cdot 10^{-18} + a_{-3} \cdot 10^{-27} + a_{-4} \cdot 10^{-36}$.

G bestaat uit 6 woorden, hier dient dus rekening mee gehouden te worden met de waarde van n de constante voor de regelindeling.

N.B.

1. Op de plaatsen 13 en 14 X 0 staan constanten nodig voor de subroutines van Rm6. Geen der subroutines verknoeit deze werkruimten.

De vaste inhoud van 13 en 14 X 0 staat op 29 en 30 S 2
Verder worden alle plaatsen van X 0 gebruikt als werkruimten voor de subroutines.

De plaatsen 7 t/m 11 X 0 worden alleen gebruikt door de deelsubroutine van Rm6, dus deze plaatsen kunnen eventueel door het hoofdprogramma gebruikt worden als werkruimten.

2. De in- en uitloop van het interpretatieve programma laten de inhoud van R ongewijzigd.
3. De typconstanten nodig voor het uittypen van G zijn:

```

RA  4080 X 0
RT
S G9 F9   X K
T S G9 F9 X K
S G 9 J9  X K
S G9 J9   X T

```

Alleen de inhoud van R kan uitgetypt worden.
Na het typen is de inhoud van R verknoeid.



Subroutineopdrachten

0	α	$\frac{1}{2} G \neq (R)$	
2	α	$\sqrt{G} \neq (R)$	
6	p	sprong naar ap	} beeindig interpr. werken
7	p	sprong naar bp	
8	α	$(R) + G \neq (R)$	
9	α	$(R) - G \neq (R)$	
10	α	$+ G \neq (R)$	
11	α	$- G \neq (R)$	
12	α	$+ (R) \neq G$	
13	α	$- (R) \neq G$	
14	typ (R). na het typen is (R) verknoeid	
18	α	$+ (R).G \neq (R)$	
19	α	$- (R).G \neq (R)$	
20	α	} $\frac{+ (R)}{G} \neq (R)$	
21	α		
22	} skip	
23		
24	} normeer (R) op goede teken	
25		

N.B. 1) .. /

zijn adresloze opdrachten, d.w.z. voor het adres mag alles ingevuld worden. Kies normaal 0 X 0

2)

22 16 S 0 en 22 26 S 2 hebben dus als opdr. twee functies n.l.:

a) ga interpretatief werken

b) als men al interpretatief werkt:
skip.

Interpretatief programma
Kanaal S0

		RA	0	S	0	
		RD				
0/0 halveren	0	7	0	S	15	⇒
		8	8	X	8	
2/2 V	1	6	0	S	13	⇒
		8	8	X	8	
4/5	2	RX	1			
6/7 eind int.	3	24	34	X	22	
		6	15	S	0	⇒
8/9 ± add	4	22	30	S	7	⇒
		6	25	S	0	⇒
10/11 ± schoon in	5	6	24	S	7	⇒
		8	8	X	8	
12/13 ± vuil uit	6	7	20	S	4	⇒
		8	8	X	8	
14/14 typ	7	7	0	S	3	⇒
		8	8	X	8	
16/17	8	RX	1			
18/19 ± verm.	9	7	2	S	5	⇒
		8	8	X	8	
20/21 ± deling	10	22	25	S	8	⇒
		6	25	S	0	⇒
22/23 skip	11	6	25	S	0	⇒
		8	8	X	8	
24/25 norm. R	12	22	17	S	4	⇒
		6	25	S	0	⇒
26/27	13	RX	2			
	14					
b3 ⇒	15	0	19	S	0	
		7	27	S	0	⇒

Interpretatief programma
Kanaal S0

→	16	26	0	X	12	
		26	12	X	28	
	17	26	21	X	30	
		8	20	S	0	
	18	24	34	X	22	
		6	26	S	0	⇒
	19	6	0	X	0	
		0	0	X	0	
	20	2	0	X	0	
		4	31	X	0	
a27 →	21	2	31	X	0	
		7	29	S	0	⇒
	22	22	0	S	0	
		6	25	S	0	
	23	RG				
		+ 85899	34591			
b31 ⇒	24	RX	1			22 ... SQ
		RD				6 25 S0
⇒	25	3	30	X	0	
		1	23	S	0	
b18 ⇒	26	5	30	X	0	
		26	0	X	12	
	27	14	21	S	0	→
b15 ⇒		28	28	X	2	
	28	RX	1			2
						4 31 X 0
	29	24	17	X	20	
b21 ⇒		24	30	X	28	
	30	26	20	X	30	
		0	22	S	0	
	31	28	24	X	2	
		6	24	S	0	⇒
		RC				

Invoer 6 lengte getallen - ,----
Kanaal S1

	RA RD	0	S	1	
0	4	31	X	0	
	23	2	S	1	
1	2	0	S	1	
	4	30	X	0	
2	6	8	X	0	⇒ pl.31 ≠ X0 en ga door
	4	29	X	0	berg.kop.opdr. van subr. S1
3	22	13	X	17	=) lees getal 10^9 -voud
	12	5	X	0	schrijf kop getal
4	22	13	X	17	=) lees eenheden
	24	34	X	22	
5	10	5	X	0	
	16	31	S	1	$\cdot 10^9$
6	4	5	X	0	
	2	25	X	0	
7	24	1	X	4	
	28	8	X	2	
8	RX	1			berg eenh.
9	26	16	X	0	
	10	5	X	0	
10	2	25	X	0	
	28	11	X	2	
11	RX	1			berg 2^{33} vouden
12	26	16	X	0	
	22	13	X	17	=)
13	12	5	X	0	10^{-9} vouden $\beta - 1$
	22	13	X	17	=)
14	12	6	X	0	10^{-18} vouden $\beta - 2$
	22	13	X	17	=)
15	12	7	X	0	10^{-27} vouden $\beta - 3$
	22	13	X	17	=)

Invoer 6.lengte getallen --,----
Kanaal S1

16	2	0	X	0	} redt teken
	4	2	X	0	
17	12	0	X	0	$\beta - 4 \neq 0 \times 0$
	10	31	S	1	$10^9 \neq S$
18	22	0	X	31	=)
	2	7	X	0	
19	4	0	X	0	
	12	1	X	0	
20	10	31	S	1	
	22	0	X	30	=)
21	4	0	X	0	
	12	7	X	0	α_3
22	10	31	S	1	
	22	0	X	31	=)
23	2	6	X	0	
	4	0	X	0	
24	2	7	X	0	
	4	1	X	0	
25	12	7	X	0	
	10	31	S	1	
26	22	0	X	30	=)
	12	6	X	0	α_2'
27	4	0	X	0	
	2	7	X	0	
28	4	1	X	0	
	10	31	S	1	
29	2	30	S	1	
	6	0	X	30	
30	6	1	S	2	
	0	0	X	0	
31	RG				
	+ 1	000	000	000	
	RC				

Invoer 6.lengte getallen
 2e aanroep Int. programma
 Kanaal S2

	RA	0	S	2	
	RG				
0	+1 000	000	000	000	
	RD				
1	12	7	X	0	
	4	0	X	0	
2	10	0	S	2	10^9
	22	0	X	31	=)
3	2	5	X	0	
	4	0	X	0	
4	12	5	X	0	
	2	6	X	0	
5	4	1	X	0	
	10	0	S	2	
6	22	0	X	30	=)
	4	0	X	0	
7	2	7	X	0	
	4	1	X	0	
8	24	0	X	4	
	2	25	X	0	
9	24	2	X	4	
	28	10	X	2	
10	RX	1			berg 2^{-33} voud
11	26	16	X	0	stop als fout
	10	0	S	2	
12	22	0	X	30	=)
	4	0	X	0	
13	2	5	X	0	
	4	1	X	0	
14	24	0	X	4	
	2	25	X	0	
15	24	3	X	4	
	28	16	X	2	

Invoer 6.lengte getallen
2e aanroep Int. programma.
Kanaal S2

16	RX	1				2^{-66} voud
17	26	16	X	0		
	10	0	S	2		
18	22	0	X	30	=)	
	4	0	X	0		
19	2	25	X	0		
	24	4	X	4		
20	28	22	X	2		
	24	1	X	4		
21	4	25	X	0		
	24	0	X	4		
22	RX	1				
23	26	16	X	0		
	10	0	S	2		
24	22	0	X	31	=)	
	2	2	X	0	} geredde teken terug	
25	4	0	X	0		
	6	25	X	0	=) met laatste getal	
2e aanroep int.progr. ⇒ 26	10	29	S	2		<u>naar link</u>
	12	13	X	0		
27	10	30	S	2		
	12	14	X	0		
28	6	16	S	0	⇒	
	8	8	X	8		
29	0	1	X	0		
	0	1	X	0		
30	12	19	X	0		
	6	28	S	6		
31	RC					

Uitvoer 6. lengte getallen --,----
Kanaal S3

	RA	0	S	3	
	RD				
	0	8	8	X	8
a7S0⇒		10	24	X	0
	1	12	0	X	0
		10	25	X	0
	2	12	1	X	0
		10	31	S	3
	3	22	0	X	30
		12	24	X	0
	4	4	25	X	0
		10	29	X	0
	5	18	31	S	3
		10	28	X	0
	6	16	31	S	3
		12	29	X	0
	7	10	27	X	0
		16	31	S	3
	8	12	28	X	0
		10	26	X	0
	9	16	31	S	3
		12	27	X	0
	10	4	26	X	0
		10	29	X	0
	11	18	31	S	3
		10	28	X	0
	12	16	31	S	3
		12	29	X	0
	13	10	27	X	0
		16	31	S	3
	14	12	28	X	0
		4	27	X	0
	15	10	29	X	0
		18	31	S	3

=)

 $a-4 \cdot 10^9$

Uitvoer 6. lengte getallen --,-----
Kanaal S3

	16	10	28	X	0	
		16	31	S	3	
	17	4	28	X	0	
		18	31	S	3	
	18	4	29	X	0	
		10	24	X	0	
	19	28	0	X	8	
		15	24	S	3	→
	20	28	0	X	10	
		15	21	S	3	→
	21	27	1	X	12	
b20 →		24	13	X	12	
	22	28	8	X	8	typ teken
		22	6	X	26	=) a.g.g.g.
	23	10	25	X	0	
		22	0	X	28	=) typ a0 fac.
	24	7	26	S	3	⇒
b19 →		10	24	X	0	
	25	22	1	X	28	=) typ a1 fac. met teken
		10	25	X	0	
	26	22	2	X	28	=) typ a0 imp.z.t.
a24 ⇒		26	15	X	12	
	27	28	8	X	8	typ komma
		10	26	X	0	
	28	22	2	X	28	=)
		10	27	X	0	
	29	22	2	X	28	=)
		10	28	X	0	
	30	22	2	X	28	=)
		6	30	S	4	⇒
	31	RG				
		+1	000	000	000	
		RC				

Normering, vuil uit, vervolg uitvoer
Kanaal S4.

	RA	0	S	4		
	RD					
	0	(10	29	X	0	
		29	0	X	8)	S = 0?
	1	14	2	S	4	→
		28	27	X	10	
a1 →	2	2	0	S	4	
		25	1	X	4	
	3	28	0	X	2	
		29	4	X	20	
	4	14	0	S	4	→ niet klaar
		10	27	S	4	
a23 S7 ⇒	5	29	34	X	30	S ≤ -0?
		15	8	S	4	→ O.K.
	6	2	8	S	4	
		0	15	S	4	
	7	28	8	X	2	
		7	8	S	4	⇒
	8	(12	30	X	0	12/13 30-n X 0
b13 →b7⇒		2	29	X	0)	2/3 29-n X 0
	9	27	0	X	12	-0 ≠ S
		1	19	S	4	
	10	0	18	S	4	+ carry
		24	33	X	28	
	11	28	18	X	2	
		2	8	S	4	
	12	1	13	X	0	
		28	8	X	2	
	13	29	21	X	20	
		14	8	S	4	→ niet klaar
	14	2	8	S	4	
		28	15	X	2	
	15	(1	0	X	0	
		1	0	X	0)	

Vermenigvuldiging
Kanaal S5

	RA	0	S	5		
	RG					
	0	+ 524287			= 0 - 1 X 0 0 4 X 0	
		RD				
	1	18	30	X	0	
		7	3	S	5	
vermenigv.	2	8	8	X	8	
a9S0 ⇒		26	0	X	4	
	3	4	17	X	0	
		4	18	X	0	
	4	8	5	S	5	
b31 →		28	5	X	10	
	5	(10	0	X	0	10/11 α -n
		12	16	X	0)	12 16 X 0
	6	(18	26	X	0	18 R-n
		7	19	S	5)	7 19-4n
	7	8	8	X	8	
b* = b-1 ⇒		10	16	X	0	
	8	16	28	X	0	R - 3
		28	2	X	2	
	9	26	34	X	22	
		0	21	X	0	+ ε
	10	24	33	X	28	
		12	22	X	0	
	11	0	2	S	5	
b* = b-2 ⇒		10	16	X	0	R-2
	12	16	27	X	0	
		28	2	X	2	
	13	26	34	X	22	
		0	20	X	0	+ δ
	14	24	33	X	28	
		12	21	X	0	ε
	15	0	2	S	5	
b* = b-3 ⇒		10	16	X	0	

Vermenigvuldiging
Kanaal S5

$b^* b-4 =$

16	16	26	X	0	
	28	2	X	2	
17	26	34	X	22	
	0	19	X	0	$+\delta$
18	24	33	X	28	
	12	20	X	0	δ
19	0	2	S	5	
	10	16	X	0	
20	16	25	X	0	RO
	28	2	X	2	
21	26	34	X	22	
	0	18	X	0	$+\beta$
22	24	33	X	28	
	12	19	X	0	γ
23	0	2	S	5	
	10	16	X	0	
24	16	24	X	0	R1
	28	2	X	2	
25	26	34	X	22	
	0	17	X	0	$+\alpha$
26	24	33	X	28	
	12	18	X	0	β
27	0	2	S	5	
	4	17	X	0	
28	10	5	S	5	
	25	1	X	12	
29	2	6	S	5	
	1	0	S	5	
30	28	6	X	2	
	1	1	S	5	
31	28	0	X	0	$A \neq 0?$
	15	4	S	5	\rightarrow
	RC				

Vervolg vermenigvuldiging
Kanaal S6

	RA	0	S	6		
	RD					
vervolg verm. 0	28	2	X	10		
	25	1	X	12		
1	28	24	X	10		
	2	22	X	0		
2	RX	1			10/11	
					12 16 X 0	
$b^* = b^0$						
a26 →	3	16	29	X	0	R-4
		12	23	X	0	?
4	10	16	X	0		
		16	28	X	0	R-3
5	28	0	X	2		
		26	34	X	22	
6	0	21	X	0		+ε
		24	33	X	28	
7	12	22	X	0		?
		0	0	S	6	
8	10	16	X	0		
		16	27	X	0	R-2
9	28	0	X	2		
		26	34	X	22	
10	0	20	X	0		
		24	33	X	28	
11	12	21	X	0		
		0	0	S	6	
12	10	16	X	0		
		16	26	X	0	
13	28	0	X	2		
		26	34	X	22	
14	0	19	X	0		+δ
		24	33	X	28	
15	12	20	X	0		δ
		0	0	S	6	

vervolg + add; schoon in; + add
Kanaal S7

	RA	0	S	7	
	RD				
b30 S7 ⇒ , vervolg ± add	0	8	1	S	7
		28	1	X	10
	1	(2	0	X	0
		10	29	X	0
	2	26	34	X	28
		26	32	X	30
	3	28	0	X	8
		15	14	S	7
	4	2	1	S	7
		0	7	S	7
	5	28	7	X	2
		7	6	S	7
	6	(12	30	X	0
a13 → b5 ⇒		2	29	X	0)
	7	(29	4096	X	0
		16	3	X	30)
	8	0	31	S	7
		24	33	X	28
	9	28	31	X	2
		27	1	X	4
	10	0	7	S	7
		28	7	X	2
	11	3	13	X	0
		0	6	S	7
	12	(28	6	X	2
		29	21	X	20)
	13	14	6	S	7
		12	24	X	0
	14	6	16	S	4
b3 →		2	1	S	7
	15	1	16	S	7
a22 →		28	16	X	2

2/3 α -n

10 R-n

S ≠ 0?

→ ongelijk teken

⇒

12 R-n

2 R-n-1

0/1 α -n

26 33 X 30

carry weg

→

⇒ naar koppelopdracht

vervolg + add; schoon in; + add
Kanaal S7

	16	(0	0	X	0	2/3 α -n
		10	0	X	0)	0 R-n
	17	(4	29	X	0	
		29	0	X	0)	A = 0?
	18	14	19	S	7	→
		28	12	X	2	laatste blok ≠ 0
a18 →	19	27	1	X	4	
		0	17	S	7	
	20	28	17	X	2	
		29	4	X	20	
	21	3	13	X	0	
		0	16	S	7	
	22	15	15	S	7	→ nog niet klaar
		10	12	S	7	
	23	6	5	S	4	⇒ ga normeren
schoon in ⇒		28	29	X	2	kopp. opdr.
a5S0 ⇒	24	8	25	S	7	
		28	25	X	10	
a28 →	25	(2	0	X	0	2/3 α
		4	29	X	0)	4 29 t/m 24 X 0
	26	2	25	S	7	
		1	13	X	0	
	27	28	25	X	2	
		29	21	X	20	
	28	14	25	S	7	→ niet klaar
		24	0	X	4	
	29	(6	25	S	0	koppelopdracht.
		8	8	X	8)	
4aSO +add ⇒	30	4	16	S	4	koppel-opdracht
		6	0	S	7	⇒
	31	RG				
		+			0	
		RC				

deling; const. worteltrekking

		RA	0	S	8	
		RD				
b25 s8 ⇒	0	12	2	X	0	
vervolg deling		8	3	S	8	
	1	28	3	X	10	
		10	2	X	0	
	2	8	11	S	8	
		28	11	X	10	
	3	(10	0	X	0	10/11 α
		28	34	X	30)	28 34 X 30
	4	14	11	S	8	→ geen R wissel;
		26	1	X	4	
	5	24	5	X	20	
		0	11	S	8	
	6	28	11	X	2	
		24	0	X	4	
a10 →	7	(2	29	X	0	
		5	29	X	0)	
	8	2	7	S	8	
		1	13	X	0	
	9	28	7	X	2	
		29	4	X	20	
	10	14	7	S	8	→
		24	0	X	4	
a15 a14 a4 →	11	(10	0	X	0	10/11 α
		12	12	X	0	12/13 12 X 0
	12	2	11	S	8	
		1	13	X	0	
	13	28	11	X	2	
		29	18	X	20	
	14	14	11	S	8	→
		29	3	X	20	
	15	14	11	S	8	→
		26	6	X	4	(A) : 6

delings; const. worteltrekking
Kanaal S8

b20 →	16	(10	7	X	0	
		28	0	X	8)	
	17	14	21	S	8	→
		25	1	X	4	
	18	29	0	X	0	A = 0?
		26	16	X	0	stop deler = 0
	19	10	16	S	8	
		24	1	X	12	
	20	28	16	X	10	
		6	16	S	8	⇒
a17 →	21	4	3	X	0	(X0 + 3) = n = aantal bl. ≠ 0
		27	1	X	4	
a23 →	22	28	33	X	30	
		24	1	X	4	
	23	14	22	S	8	→ kop < ½ (A) = m
		24	17	X	20	
	24	6	0	S	9	⇒
		8	8	X	8	
deling a10S0	25	4	30	S	12	
⇒		6	0	S	8	⇒
	26	RX	2			
	27					
	28	1	31	S	14	
		0	0	X	0	
	29	1	31	S	15	
		0	0	X	0	
	30	0	31	S	15	
		0	0	X	0	
	31	0	25	S	15	
		0	0	X	0	
		RC				

vervolg deling
Kanaal S9

	RA	0	S	9	
	RD				
a 24 S8 ⇒ vervolg deling	0 1	3	S	9	
	29	3	X	2	
	1 25	17	X	4	
b15 →	29	7	X	2	
	2 26	0	X	12	
	24	0	X	4	
	3 (2	12	X	0	2 12 t/m 7 X 0
	26	33	X	28)	26 33-m X 28
	4 8	30	S	9	
	28	30	X	2	carry
	5 (12	12	X	0	
	10	24	X	0)	
	6 26	33	X	30	teken S O.K.
	24	0	X	4	
	7 RX	1			2 29 X 0
					26 33-m X 28
	8 8	31	S	9	
	28	31	X	2	
	9 (12	29	X	0	
	2	3	S	9)	
	10 25	1	X	4	
	28	3	X	2	
	11 2	5	S	9	
	25	1	X	4	
	12 28	5	X	2	
	2	9	S	9	
	13 25	1	X	4	
	28	9	X	2	
	14 29	4	X	20	
	3	7	S	9	
	15 24	1	X	4	
	15	1	S	9	→

vervolg deling
Kanaal S9

16	2	31	S	9	
	4	23	X	0	T en N genormeerd
17	3	3	X	0	
	0	19	S	9	
18	28	19	X	2	
	24	0	X	4	
19	(10	13	X	0	
	9	29	S	9)	
20	13	0	X	0	
	29	0	X	8	(S) = 0?
21	3	3	X	0	
	24	1	X	4	(A) = -n+1 fact.telling
22	15	4	S	12	→ naar f-n-1
	4	2	X	0	
23	9	29	S	9	
	26	0	X	4	
24	4	1	X	0	
	2	26	S	9	
25	6	0	X	30	⇒ deel subr: komt terug
	8	8	X	8	op a0 S10
26	12	4	X	0	
	6	0	S	10	
27					
28	RA	29	S	9	
	RG				
29	+8589934591				
30	+			0	
31	+			0	
	RC				

vervolg deling
Kanaal S10

	RA	O	S	10	
b26 S9 → 0 vervolg deling	26	0	X	4	
	4	31	S	10	
1	4	31	S	11	
	26	0	X	4	
2	4	16	X	0	
	4	17	X	0	
3	4	18	X	0	
	4	19	X	0	
4	4	20	X	0	
	26	1	X	4	
5	24	2	X	20	
	10	9	S	10	
6	9	31	S	10	
	28	9	X	10	
7	10	16	S	10	
	8	31	S	10	
8	28	16	X	10	
	24	0	X	4	
14a, 15a → 9	(10	12	X	0	10 12 t/m 7 X 0
	16	4	X	0)	16 4 X 0
10	(12	22	X	0	12 22 t/m 17 X 0
	10	10	S	10)	10 10 S 10
11	25	1	X	12	
	28	10	X	10	verlaag bergopdr.
12	10	9	S	10	
	25	1	X	12	
13	28	9	X	10	verlaag verm.
	29	1	X	30	
14	14	9	S	10	→
	29	3	X	30	
15	14	9	S	10	→
	26	0	X	12	(S) = +0

vervolg deling
Kanaal S10

a24 →

16	(4	16	X	0
	24	0	X	4)
17	(2	12	X	0
	0	21	X	0)
18	26	33	X	30
	0	30	S	10
19	24	33	X	28
	28	30	X	2
20	12	12	X	0
	2	20	S	10)
21	25	1	X	4
	28	20	X	2
22	2	17	S	10
	1	13	X	0
23	28	17	X	2
	28	21	X	20
24	14	17	S	10
	26	0	X	4
25	6	0	S	11
	8	8	X	8
26	8	9	K	3
	12	9	K	3
27	10	21	J	1
	8	21	J	1
28	19	0	X	0
	8	0	X	0
29	12	24	X	0
	6	24	B	3
30	RG			
	*			0
31	RC			

4 16 t/m 21 X 0

+ carry

→

⇒

const. voor R 358 A

ur

vervolg deling
Kanaal S11

	RA	0	S	11	
a25 S10 ⇒ 0	10	24	X	0	
vervolg deling	26	33	X	30	S schoon teken O.K.
1	12	15	X	0	
	12	16	X	0	
2	12	17	X	0	
	12	18	X	0	
3	12	19	X	0	
	12	20	X	0	wr. schoon
4	10	13	S	11	
	8	31	S	11	
5	28	13	X	10	
	10	7	S	11	
6	9	31	S	11	
b12 ⇒	28	7	X	10	
7	(10	29	X	0	10 29 t/m 24 X 0
	16	4	X	0)	16 4 X 0
8	(12	22	X	0	12 22 t/m 17 X 0
	10	7	S	11)	10 7 S 11
9	28	4	X	30	
	14	13	S	11	→ naar opt.
10	10	8	S	11	
	25	1	X	12	
11	28	8	X	10	
	10	7	S	11	
12	25	1	X	12	
	7	6	S	11	⇒
b9 →	13	(4	15	X	0
a22 ⇒	10	24	X	0)	teken S in orde
14	(2	29	X	0	
	0	21	X	0)	
15	26	33	X	30	
	0	30	S	11	

vervolg deling
Kanaal S11

	16	24	33	X	28	
		28	30	X	2	
	17	(12	29	X	0	
		2	14	S	11)	
	18	28	4	X	20	
		15	22	S	11	→ klaar met optellen
	19	2	14	S	11	
		1	13	X	0	
	20	28	14	X	2	
		2	17	S	11	
	21	25	1	X	4	
		28	17	X	2	
	22	7	13	S	11	⇒
b18 →		3	3	X	0	
	23	0	31	S	11	
		6	0	S	12	⇒
b10S12 ⇒	24	6	2	S	12	⇒
		8	8	X	8	
	25					
	26					
	27					
	28					
	29	RA	30	S	11	
		RG				
	30	+			0	
		RC				
	31					

vervolg deling
Kanaal S12

	RA	0	S	12	
	RD				
b23 S11 ⇒	0	1	S	12	
vervolg deling	28	1	X	2	
	1	(2	13	X	0
		1	31	S	12)
a24 S11 ⇒	2	29	0	X	0
		14	4	S	12
	3	5	4	X	0
		7	1	S	10
b2 →	4	2	2	X	0
a22s9 →		24	1	X	4
	5	4	2	X	0
		14	11	S	12
	6	26	1	X	4
		0	31	S	11
	7	4	31	S	11
		4	31	S	10
	8	1	3	X	0
		0	10	S	12
	9	28	10	X	2
		3	31	S	12
	10	(0	13	X	0
		6	24	S	11)
b5 →	11	2	3	X	0
		25	4	X	4
	12	4	3	X	0
		15	19	S	12
	13	1	14	S	12
		29	14	X	2
	14	(2	24	X	0
		4	24	X	0)
	15	2	14	S	12
		28	1	X	20

2 kop

A = 0?

→ vorm f-n-1

⇒ cyclus opnieuw

→ klaar transp.

⇒

m = n-4

→ m pos.

vervolg deling
Kanaal S12

	16	14	18	S	12	→ niet klaar
		28	2	X	20	
	17	14	18	S	12	→ niet klaar
		6	30	S	12	⇒
a16 →	18	3	14	S	12	
		1	13	X	0	
	19	7	13	S	12	⇒
b12 →		10	24	X	0	
	20	26	33	X	30	S=0
		25	2	X	4	
	21	29	0	X	0	
		15	26	S	12	→ m=2
a28 ⇒	22	(2	28	X	0	
		12	28	X	0)	
	23	(4	29	X	0	
		2	22	S	12)	
	24	28	4	X	20	
		14	30	S	12	→
	25	2	23	S	12	
		25	1	X	4	
	26	28	23	X	2	
		2	22	S	12	
	27	1	13	X	0	
		28	22	X	2	
	28	6	22	S	12	⇒
		8	8	X	8	
	29	RX	2			
b24 →	30					kop.opdr.
		RG				
	31	+ 85899	34591			
		RC				

Worteltrekking
Kanaal S13

		RA	0	S	13	
		RD				
a1 S0 ⇒ worteltr.	0	12	2	X	0	
		8	2	S	13	
	1	28	2	X	10	
		26	0	X	12	
	2	(2	0	X	0	
		28	34	X	20)	
	3	15	4	S	13	→ pos.
		26	1	X	12	
	4	24	22	X	30	
a3 →		8	2	X	0	
	5	23	23	S	7	⇒ α in R
⇒		10	31	S	8	
	6	22	20	S	4	⇒
⇒		26	0	X	12	
	7	12	26	S	14	
		12	27	S	14	
	8	12	28	S	14	
		12	29	S	14	
	9	12	30	S	14	
		12	31	S	14	26 t/m 31 S 14 schoon: +0
	10	2	24	X	0	
		28	0	X	0	A ≠ 0?
	11	15	19	S	13	→ n=0
		2	25	X	0	
	12	28	0	X	0	
		15	25	S	13	→ n= 1
	13	2	26	X	0	
		28	0	X	0	
	14	14	0	S	14	→ n=2
		2	27	X	0	
	15	28	0	X	0	
		14	2	S	14	→ n=3

Worteltrekking
Kanaal S13

	16	2	28	X	0	
		28	0	X	0	
	17	15	5	S	14	→ n=4
		2	29	X	0	
	18	28	0	X	0	
		15	7	S	14	→ n=5
	19	6	25	S	0	⇒ $\sqrt{0}=0$
a21a11 →		26	1	X	20	
	20	25	1	X	12	
		28	0	X	0	
	21	15	19	S	13	→
		26	1	X	30	
	22	25	16	X	12	
		8	24	S	13	
	23	28	24	X	10	
		26	1	X	4	
	24	(24	34	X	20	
		4	27	S	14)	
	25	7	10	S	14	⇒ schatting 0.K.
a27 b12 →		26	1	X	20	
	26	25	1	X	12	
		28	0	X	0	A ≠ 0?
	27	15	25	S	13	→
		26	1	X	30	
	28	8	31	S	13	
		28	31	X	10	
	29	26	1	X	4	
		24	0	X	4	
	30	(24	34	X	20	
		4	27	S	14)	
	31	7	10	S	14	⇒ schatting 0.K.
		8	8	X	8	
		RC				

Vervolg worteltrekking
Kanaal S14

		RA	0	S	14	
		RD				
a14 S13 + vervoig V	0	26	1	X	20	
		0	25	S	14	+ 2 ³²
	1	4	28	S	14	
		7	10	S	14	⇒ schatting O.K.
b15S13 →	2	26	1	X	20	
		0	25	S	14	
	3	26	0	X	12	
		26	17	X	28	
	4	4	28	S	14	
		12	29	S	14	
	5	7	10	S	14	⇒ schatting O.K.
a17S13 →		26	1	X	20	
	6	0	25	S	14	
		4	29	S	14	
	7	7	10	S	14	⇒ schatting O.K.
b18S13 →		26	1	X	20	
	8	0	25	S	14	
		26	0	X	12	
	9	26	17	X	28	
		4	29	S	14	
	10	12	30	S	14	
goede sch. ⇒		10	24	S	14	
	11	22	25	S	8	⇒ deling
		26	29	X	12	
	12	22	0	S	15	⇒) $R = \frac{1}{2} \frac{a}{x_n}$
		10	30	S	8	
	13	22	20	S	4	⇒)
		10	24	S	14	
	14	22	0	S	15	⇒) $R = \frac{1}{2} x_n$
		10	29	S	8	
	15	22	30	S	7	⇒) $(R) = \frac{1}{2} (x_n - \frac{a}{x_n}) = -c_n$
		2	29	X	0	

vervolg worteltrekking
Kanaal S14

16	26	34	X	20
	0	28	X	0
17	0	27	X	0
	0	26	X	0
18	0	25	X	0
	0	24	X	0
19	29	0	X	0
	14	16	S	15
20	10	28	S	8
	22	30	S	7
21	10	28	S	8
	22	20	S	4
22	10	31	S	8
	23	23	S	7
23	7	10	S	14
	8	8	X	8
24	0	31	S	14
	0	0	X	0
25	RG			
	+ 4294967296			
26	RC			
27				
28				
29				
30				
31				

A = 0?
→ klaar

=) $R = -x_n - c_n$

=) 26 t/m 31 S14 = $x_n + 1$

=) $R = |\alpha|$

⇒

} x_n

halvering, vervolg worteltrekking
Kanaal S15

	RA	0	S	15	
	RD				
0	28	13	X	2	koppelopdr.
halvering ⇒	25	5	X	12	(S) = α - 5
0a SO	12	2	X	0	
	24	17	X	30	
2	8	2	X	0	
	8	4	S	15	
3	28	4	X	10	
	24	0	X	4	
4	(10	0	X	0	10 α - n
	2	0	X	0)	2 α - n
5	26	33	X	30	
	26	1	X	28	
6	0	14	S	15	
	28	14	X	10	
7	(4	24	X	0	
	2	4	S	15)	
8	●	13	X	0	
	28	4	X	2	
9	2	7	S	15	
	24	1	X	4	
10	28	7	X	2	
	28	2	X	20	
11	14	4	S	15	→
	28	1	X	20	
12	14	4	S	15	→
	24	0	X	4	
13	(6	25	S	0	⇒
	8	8	X	8)	
14	RG				
	+0				
15	RX	1			
	RD				

halvering vervolg worteltrekking
Kanaal S15

b19 S14 →
vervolg V

16	2	31	S	14
	4	29	X	0
17	2	16	S	15
	1	13	X	0
18	28	16	X	2
	29	21	X	20
19	14	16	S	15
	6	25	S	0
20	RC			
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

→
⇒

|α|

$\frac{a}{b}$

