

MATHEMATISCH CENTRUM

2e BOERHAAVESTRAAT 49

AMSTERDAM

REKENAFDELING

Programmering voor de ARMAC

Deel III a

- (Rcd1: Interpretatief programma voor
complexe getallen met drijven-
de komma's.
Rd1: Wijzigingen en aanvullingen
van MR 27.
Scd1: Subroutine drijvende arctangens)

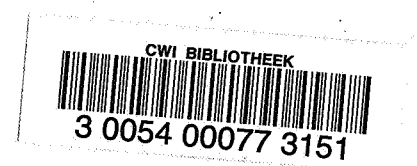
door

N.C. Bakker

MR 27 a

MATHEMATISCH CENTRUM
REKENAFDELING

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.

AMSTERDAM

1946

1946

1946

1946

1946

Inhoud

	blz.
Voorwoord	1
Handleiding voor Rcd1, interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende komma	2
Wijzigingen en aanvullingen van Rd1 (MR 27)	4
Handleiding voer Scd1, subroutine arctangens met drij- vende komma	6
Tekst Rcd1	7
Tekst van de wijzigingen en aanvullingen voor Rd1 . . .	19
Tekst Scd1	21

Voorwoord

Dit rapport bevat een beschrijving en tekst van het interpretatieve programma voor complexe getallen met drijvende komma Rcd1.

Mede in verband met dit programma zijn enkele aanvullingen en wijzigingen van het oorspronkelijke programma Rd1 (MR 27) noodzakelijk gebleken, die in dit rapport zijn opgenomen.

Ook de subroutine Scd1 "drijvende arctangens" is aanvankelijk ontstaan ten behoeve van het drijvend complexe programma.

Het grootste deel van de Rcd1-routines zijn opgesteld door de heer E.W. Dijkstra, terwijl de suggestie aangaande de wijziging van het Rd1-programma voor negatieve capaciteitsoverschrijding afkomstig is van de heer T.J. Dekker.

Rcd1 Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende komma.

Het programma Rcd1 voert verschillende arithmetische bewerkingen uit op complexe getallen in de vorm $a + bi$, waarbij voor reëel en imaginair deel de drijvende notatie wordt gebruikt (voor bijzonderheden omtrent deze notatie raadplegen men de beschrijving van Rd1 in MR 27).

De te verwerken getallen moeten in gepakt drijvende vorm op twee opeenvolgende adressen in het geheugen geborgen zijn. Onder een drijvend complex getal (a) verstaat men het getal $(a) + (a + 1)i$.

De berekeningen worden uitgevoerd in het "drijvend complexe register" R, bestaande uit adressen 2,3,4 en 5 uit het snelle kanaal.

De indeling hiervan is als volgt:

2 X 0	breuk reëel deel
3 X 0	macht reëel deel
4 X 0	breuk imaginair deel
5 X 0	macht imaginair deel

Het programma is in staat de volgende opdrachten te interpreteren (met (n) wordt steeds bedoeld het drijvend complexe getal op de adressen n en n + 1):

22 0 S 16 =)	Inloop Rcd1, d.w.z. begin bij de volgende opdracht te interpreteren.	15 msec
6 "n"	Spring naar de a-opdracht op adres n	15 msec
7 "n"	Spring naar de b-opdracht op adres n	15 msec
8 "n"	$(R) + (n) \neq (R)$	122 msec
9 "n"	$(R) - (n) \neq (R)$	122 msec
10 "n"	$+ (n) \neq (R)$	65 msec
11 "n"	$- (n) \neq (R)$	65 msec
12 "n"	$+ (R) \neq (n)$	65 msec
13 "n"	$- (R) \neq (n)$	65 msec
18 "n"	$+ (R).(n) \neq (R)$	154 msec
19 "n"	$- (R).(n) \neq (R)$	154 msec
20 "n"	$+ (R):(n) \neq (R)$	760 msec
21 "n"	$- (R):(n) \neq (R)$	760 msec

29 0 X 0 Uitloop, d.w.z. begin bij de volgende
opdracht normaal te werken 40 msec

De zes volgende interpreteerbare opdrachten vereisen enige speciale voorzorgsmaatregelen (zie beneden):

a. 29 1 X 0	$\sqrt{(R)} \neq (R)$	136 msec
b. 29 3 X 0	$(R) \neq (R)$	36 msec
c. 29 4 X 0	$\exp. (R) \neq (R)$	250 msec
d. 29 5 X 0	$\ln (R) \neq (R)$	316 msec
e. 29 6 X 0	$(R)_{\text{pool}} \neq (R)_{\text{cart}}$	850 msec
f. 29 7 X 0	$(R)_{\text{cart}} \neq (R)_{\text{pool}}$	920 msec

a. Vierkantswortel

Hiervoor moet het getal in poolcoördinaten in R staan. De wortel wordt eveneens in poolcoördinaten afgeleverd.

Functie: $\sqrt{(2,3)} \neq (2,3)$ $\sqrt{\rho} \neq \rho$
 $\frac{1}{2} \cdot (4,5) \neq (4,5)$ $\frac{1}{2} \varphi \neq \varphi$

b. Toegevoegd complexe

Deze opdracht kan zowel cartesische als poolcoördinaten verwerken en levert af "wat erin gestopt is".

Functie: $(2,3)$ blijft onveranderd $a \neq a$ of $\rho \neq \rho$
 $- (4,5) \neq (4,5)$ $- b \neq b$ of $-\varphi \neq \varphi$

c. Complexe e-macht

Vereist: het getal in cartesische coördinaten. Levert af: de e-macht in poolcoördinaten.

Functie: $\exp (2,3) \neq (2,3)$ $e^a \neq \rho$
 $(4,5)$ blijft onveranderd $b \neq \varphi$

d. Complexe logaritmie

Vereist: poolcoördinaten. Levert af: cartesische coördinaten

Functie: $\ln (2,3) \neq (2,3)$ $\ln \rho \neq a$
 $(4,5)$ blijft onveranderd $\varphi \neq b$

e. Omrekenen cartesische in poolcoördinaten

$$\begin{aligned} \text{Functie:} \quad & \sqrt{(2,3)^2 + (4,5)^2} \neq (2,3) \quad \sqrt{a^2 + b^2} \neq \rho \\ & \arctg \frac{(4,5)}{(2,3)} \neq (4,5) \quad \arctg \frac{b}{a} \neq \varphi \end{aligned}$$

Het argument wordt afgeleverd in radialen, waarbij $-\pi < \varphi < +\pi$

f. Omrekenen pool- in cartesische coördinaten

$$\begin{aligned} \text{Functie:} \quad & (2,3) \cdot \cos(4,5) \neq (2,3) \quad \rho \cos \varphi \neq a \\ & (2,3) \cdot \sin(4,5) \neq (4,5) \quad \rho \sin \varphi \neq b \end{aligned}$$

Het is natuurlijk mogelijk dat een getal in poolcoördinaten afgeleverd wordt (b.v. een e-macht), als zodanig in het geheugen te bergen, als men het later weer in poolcoördinaten nodig heeft. Men dient dan echter wel in het oog te houden, dat men op een dergelijk getal met Rcd1 geen arithmetische bewerkingen uit kan voeren.

Gebruik van Rd1 door Rcd1

De routines van Rcd1 maken in verschillende gevallen gebruik van het "gewone" drijvende-komma-programma Rd1. Rcd1 kan dus niet los van Rd1 gebruikt worden.

Invoer en plaats in het geheugen van Rcd1

Zoals bekend hebben de routines van Rd1 een vaste plaats in het geheugen, n.l. kanaal 32 + ● t/m de eerste helft van kanaal 32 + 12 of wel in termen van sluitletters 0 S 0 t/m 15 S 12.

Het programma van Rcd1 beslaat de kanalen S13 t/m de eerste helft van kanaal S21.

Op de standaardband van Rcd1 komt, evenals op die van Rd1 de voorponsing voor:

RFS 1024 X 0

De routines van Rcd1 gebruiken samen met Rd1 in het snelle kanaal de plaatsen 0 X 0 t/m 11 X 0 en 28 X 0 t/m 31 X 0.

Wijzigingen en aanvullingen van Rd1:

Hieronder volgen de beschrijvingen van een wijziging in het oorspronkelijke programma van Rd1, en enige toevoegingen aan de opdrachtencode van dit programma.

Negatieve capaciteitsoverschrijding

Blijkt bij het samenvakken van een drijvend getal, dat de macht positief te groot is, dan stopt de machine. Is de macht echter negatief te groot, dan wordt het getal vervangen door het bij gekozen n kleinst mogelijke getal, n.l. $-\frac{1}{2} \cdot 2^{-n}$, en de machine stopt niet.

Nieuwe interpreterbare opdrachten:

De hieronder volgende nieuwe opdrachten zijn in beginsel uitsluitend ten nutte van de Rcd1-routines aan de bestaande opdrachtencode van Rd1 toegevoegd. Zij kunnen echter ook voor de programmeur van belang zijn:

22 "n"	uitloop Rd1 + sprong naar de a-opdracht van plaats n	45 msec
23 "n"	uitloop Rd1 + sprong naar de b-opdracht van plaats n	45 msec
26 0 X 0	verwissel (2,3) en (4,5)	50 msec
26 1 X 0	cyclisch verwisselen van een reeks adressen in het snelle kanaal, a.h.v.:	
	$\left(\begin{array}{c} \neq (2,3) \neq (4,5) \neq (6,7) \neq (8,9) \neq \\ \leftarrow \end{array} \right)$	52 msec
29 6 X 0	zetg $\frac{(4,5)}{(2,3)} \neq (2,3)$	500 msec

Voor de laatste opdracht zie beschrijving "Subroutine drijvende arctange" Scd1.

Deze opdrachten beslaan de tweede helft van kanaal S12, zodat het gehele Rd1-programma nu 13 kanalen beslaat, $32 + 0$ t/m $32 + 12$.

Scd1 Subroutine drijvende arctangens

De opdracht 29 6 X 0 "omrekenen cartesische in pool-coördinaten" van Rcd1 gebruikt een subroutine voor de drijvende arctangens. Deze subroutine kan echter ook zelfstandig vanuit Rd1 aangeroepen worden, en wel met de opdracht

$$29\ 6\ X\ 0 \quad \arctg \frac{(4,5)}{(2,3)} = (2,3)$$

De te verwerken getallen moeten in ontpakt drijvende vorm op de adressen (2,3) en (4,5) staan. (Dit met behulp van de nieuwe opdracht 26 0 X 0).

Het antwoord wordt afgeleverd in radialen, waarbij $-\pi < \varphi < +\pi$

De subroutine komt met de voorponsing

RFR 0 S 19

voor op de standaardband van Rcd1 en beslaat dan de kanalen 32 + 19, 32 + 20 en de eerste helft van het kanaal 32 + 21.

Deze band wijzigt ook de inhoud van plaats 21 S 6 in Rd1, n.l. door daar een sprongopdracht naar de arctangens-subroutine te plaatsen.

RD

RA 21 S 6

27 16 X 0

6 0 S 19 $\Rightarrow$

RE

Gebruikt men Rcd1 niet, dan is ook een losse standaardband van Scd1 aanwezig, onder de sluitletter R, zodat men de plaats in het geheugen zelf kan kiezen. Analooft komt op deze band voor:

RD

RA 21 S 6

27 16 X 0

6 0 R 0 $\Rightarrow$

RE

De subroutine beslaat dan $2\frac{1}{2}$ kanaal.

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende komma's, Subroutine "aanhalen": RI vermenigvuldiging en deling (gedeeltelijk); additief RI en schoon RI in

		RD				
		RA	0	S	13	
=)	0	4	0	X	0	zet link
		8	2	S	13	vorm en plaats
	1	28	2	X	10	aanhaal-opdracht
		28	13	X	30	"even" opdracht?
(2		10	1	X	0	10(11) a(+1) X 0
		26	34	T	22	) $\equiv 26 (34-n) X 22$
	3	26	1	X	20	macht in S
		0	6	S	13	breuk in A
	4	14	0	X	0	→ naar link
		12	1	X	0	- S $\neq$ S
	5	11	1	X	0	
		6	0	X	0	⇒ alsnog naar link
	6	0	0	X	0	
		16	0	X	0	$\equiv$ tekencijfer
b28 =)	7	28	11	X	2	zet (quasi) link
a25S16, b30 →		22	0	S	13	=) haal imaginair deel
	8	4	8	X	0	schrijf imaginair
		12	9	X	0	deel 8.9
	9	27	1	X	12	-1 $\neq$ S
		22	0	S	13	=) haal reëel deel
	10	4	6	X	0	schrijf reëel
		12	7	X	0	deel $\neq$ 6.7
(11		10	7	X	0	($\Rightarrow$) of (quasi) link
		12	1	X	0	($\Rightarrow$)
	12	8	3	X	0	6.7 $\neq$ 0.1
		12	7	X	0	&
	13	10	6	X	0	6.7 . 2.3 $\neq$ 6.7
		12	0	X	0	
	14	18	2	X	0	
		4	6	X	0	
	15	10	9	X	0	
		12	11	X	0	

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
 komma's, Subroutine "aanhalen": RI vermenigvuldiging en deling
 (gedeeltelijk); additief RI en schoon RI in

	16	8	3	X	0	
		12	9	X	0	$\boxed{8.9} \neq \boxed{10.11}$
	17	10	8	X	0	$\&$
		12	10	X	0	$\boxed{8.9} \cdot \boxed{2.3} \neq \boxed{8.9}$
	18	18	2	X	0	
		4	8	X	0	
	19	10	11	X	0	
		8	5	X	0	
	20	12	3	X	0	$- \boxed{10.11} \cdot \boxed{4.5} \neq \boxed{2.3}$
		10	10	X	0	
	21	19	4	X	0	
		4	2	X	0	
	22	10	1	X	0	
		8	5	X	0	
	23	12	5	X	0	$\boxed{0.1} \cdot \boxed{4.5} \neq \boxed{4.5}$
		10	0	X	0	
	24	18	4	X	0	
		4	4	X	0	
	25	2	26	S	13	pak quasilink /optelling
		6	0	S	15	$\Rightarrow$ met quasilink naar dubbele
	(26	6	7	S	16	quasilink naar: <u>klaar</u>
		8	8	X	8	) of $\equiv$ (27 S 13)
	27	10	0	X	0	quasilink naar voltooiing
		6	3	S	14	van de deling
a20,S16 $\Rightarrow$	28	2	25	S	13	Voor optelling
		6	7	S	13	$\Rightarrow$ (onderdruk verm.na aanhalen)
b26S16 $\Rightarrow$	29	5	4	X	0	
		2	27	S	13	
	30	28	26	X	2	
		7	7	S	13	$\Rightarrow$
a21,S16 $\Rightarrow$	31	22	7	S	13	=) Subroutine aanhalen
		4	2	X	0	schrijf breuk "reël"

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
komma's, R1 deling (gedeeltelijk); RI schoon in (gedeeltelijk);
RI "uit".

	RD	RA	0	S	14	
	0	12	3	X	0	schrijf macht "reëel"
		2	8	X	0	} schrijf imaginair deel
1		10	9	X	0	
		4	4	X	0	
2		12	5	X	0	
		6	7	S	16	⇒ klaar
bOS15 ⇒	(3	18	0	X	0	) wr breuk bij wegbergen
		10	1	X	0	
	4	24	33	X	30	
b6 →		4	6	X	0	$\boxed{0.1}^2 = \boxed{6.7}$ (genormeerd)
	5	12	7	X	0	
		25	1	X	12	
6		28	33	X	20	
		15	4	S	14	→
(7		10	10	X	0	) wr. macht bij wegbergen
		18	10	X	0	
8		10	11	X	0	
		24	33	X	30	$\boxed{10.11}^2 = \boxed{8.9}$ (genormeerd)
a11 →	9	4	8	X	0	
		12	9	X	0	
10		25	1	X	12	
		28	33	X	20	
11		14	9	S	14	→
		22	0	S	0	=) Inloop Rd1
12		26	1	X	0	↻ (4 paren)
		12	10	X	0	
13		26	1	X	0	↻ (4 paren)
		8	10	X	0	
14		12	10	X	0	schrijf kwadraat modulus noemer
		26	1	X	0	↻ (4 paren)
15		21	10	X	0	deel imaginaire deel
		26	1	X	0	↻ (4 paren)

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
komma's, R1 deling (gedeeltelijk); RI schoon in (gedeeltelijk);
RI "uit".

b22S16 ⇒	16	20	10	X	0	deel reële deel	/klaar
		22	7	S	16	⇒	Uitloop uit Rd1 en sprong
	17	28	3	X	2	] zet breuk imaginair	
		2	5	X	0		
	18	28	7	X	2	] zet macht imaginair	
		23	22	S	14		
						=)	Subr. berg weg
	19	27	1	X	12	] - 1 ≠ S	
		2	2	X	0		
	20	28	3	X	2	] zet breuk reëel	
		2	3	X	0		
	21	28	7	X	2	] zet macht reëel	
		23	22	S	14		
=)	22	6	7	S	16	⇒	klaar
		28	30	X	2	] zet link	
	23	24	17	X	30		
		8	29	S	14		
	24	28	29	X	10		
		28	30	X	30	] schrijven we positief?	
	25	10	7	S	14		
		15	26	S	14	→	macht ≠ S
	26	11	7	S	14	] - macht ≠ S	
		2	3	S	14		
b25 →	27	24	33	X	20	] verdubbel breuk	
		26	31	P	21		
						=	26 (n-1) X 22
	28	28	0	X	8	] S ≠ 0?	
		26	16	X	0		
	(29	26	1	X	22	] Stop, capaciteitsoverschrij-	
		4	1	X	0		
	(30					] 26 1 X 22	
	31					] 4(5) a(+1) X 0	

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
komma's "Dubbele floating optelling".

		RD					
		RA	0	S	15		
b11S13 =)	(0	10	3	X	0		⇒ grote link
b25S13		9	7	X	0	)	
	(1	28	0	X	2		wr breuk R
		2	2	X	0	)	
	(2	28	1	X	2		wr breuk M
		2	6	X	0	)	
	(3	28	2	X	2		wr. machtsverschil
		28	3	X	10	)	
b30 ⇒	(4	14	6	S	15	→	als M geschoven wordt
(S15) dan =		11	3	S	15	)	S ≠ S
kleine link	5	2	7	X	0		transporteer de
		4	3	X	0		macht van M
a4 →	6	22	16	S	15	=)	Subr. Schuif, + en normeer
		12	2	X	0		schrijf nieuwe breuk R
	7	0	3	X	0		tel normeringsresultaat
		4	3	X	0		bij de macht van R
	8	10	5	X	0		vorm machtsver-
		9	9	X	0		schil in S
	9	2	4	X	0		transporteer
		28	1	X	2		breuk R
	10	2	8	X	0		transporteer
		28	2	X	2		breuk M
	11	28	3	X	10		schrijf machtsverschil
		15	13	S	15	→	als M geschoven wordt
	12	11	3	S	15		- S ≠ S
		2	9	X	0		transporteer
	13	4	5	X	0		macht M
b11 →		22	16	S	15	=)	Subr. Schuif, + en normeer
	14	12	4	X	0		schrijf nieuwe breuk R
		0	5	X	0		tel normeringsresultaat
	15	4	5	X	0		bij macht van R
		6	0	S	15	⇒	naar grote (quasi)link

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende komma's "Dubbele floating optelling".

=)	16	28	4	X	2	plaats kleine link
		25	33	X	12	] S - 33 ≠ S ≤ 0?
	17	29	34	X	30	
		15	18	S	15	→
	18	26	0	X	12	0 ≠ S
b17 →		8	31	S	15	] vorm en
	19	28	23	X	10	
		2	3	S	15	] plaats schuifopdracht
	20	28	34	X	20	
		10	2	S	15	] machtsverschil > 0?
	21	2	1	S	15	
		15	22	S	15	breuk M ≠ S
						breuk R ≠ A
						→ M moet geschoven
	22	24	34	X	22	A ← S
b21 →		26	1	X	20	
	(23	RX	1			26 n + 1 X 30
						28 3 X 2
	24	8	3	S	15	
		26	2	X	4	
	25	28	34	X	30	Som > 0?
		15	28	S	15	→
	26	25	1	X	12	nu - 0 weg
b27 →		25	1	X	4	] negatieve
	27	29	33	X	30	
		15	26	S	15	] normeer-
	28	6	30	S	15	
						→ cyclus
						→
b29, b25 ⇒		25	1	X	4	] positieve
	29	28	33	X	30	
		15	28	S	15	] normeer-
						→ cyclus
a28 →	30	24	1	X	30	laatste verdubbeling teniet
		6	4	S	15	
	31	26	34	X	30	
		28	3	X	2	

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
komma's (Interpretatieve kern)

		RD				
		RA	0	S	16	
=)	0	6	12	S	16	⇒ Inloop
b19 ⇒		26	12	X	28	Uitvoering v.d. interpr. sprong
	1	26	21	X	30	
		28	1	X	20	
	2	15	9	S	16	→ ga a-opdracht halen
		12	28	X	0	ga het
	3	8	6	S	16	nieuwe koppel
		28	4	X	10	halen:
(4	RX	1				2 a
						4 29 X 0
	5	7	12	S	16	⇒ alleen nog de b-opdracht
		8	8	X	8	loos
	6	2	0	X	0	constante voor
		4	29	X	0	het aanhalen
⋮ ⇒	7	10	28	X	0	a-b-wissel
		13	28	X	0	
	8	2	29	X	0	pak laatste koppel
		15	12	S	16	→ b-opdracht nog
	9	24	1	X	12	ga volgend koppel
a2 →		13	28	X	0	halen
	10	8	6	S	16	vorm en zet
		28	11	X	10	aanhaalopdracht
(11	RX	1				2 "a"
						4 29 X 0
a0 →	12	24	17	X	20	a-opdracht in b-helft
a5b8 →		26	0	X	12	splits "functie - 1"
	13	24	30	X	28	en "adres + 1"
		26	20	X	30	schuif adres door
	14	0	31	S	16	vorm en zet
		28	15	X	2	de strooisprong
(15	RX	1				⇒
						)

Interpretatief programma voor complexe getallen met drijvende
komma's (Interpretatieve kern)

	16						
	17						
	18						
a15 ⇒	19	26	34	X	22	6 & 7	
		7	0	S	16	⇒	
a15 ⇒	20	6	28	S	13	⇒ 8 & 9	
		8	8	X	8	loos	
a15 ⇒	21	6	31	S	13	⇒ 10 & 11	
		8	8	X	8	loos	
a15 ⇒	22	2	4	X	0	12 & 13	
		6	17	S	14	⇒	
	23					14 & 15	
	24					16 & 17	
a15 ⇒	25	7	7	S	13	⇒ 18 & 19	
		8	8	X	8	loos	
a15 ⇒	26	2	4	X	0	20 & 21	
		6	29	S	13	⇒	
	27						
	28						
	29						
a15 ⇒	30	26	12	X	22	28 & 29	
		6	0	S	17	⇒	
	31	6	16	S	16	constante voor strooisprong	
		0	0	X	0		

Verwerking 29-opdrachten. Uitvoering worteltrekking, vervangen
door toeg. compl., omrekening pool- in cart. coördinaten

		RA	0	S	17	
		RD				
b30S16 ⇒	0	26	25	X	28	
		28	0	X	0	A ≠ 0?
	1	26	16	X	0	Stop, onbest. opdr.
		26	30	X	30	Schuif spec. door
	2	9	3	S	17	
		29	3	X	10	
	(3	7	10	S	17	⇒
a3 ⇒		6	26	S	17	) ⇒ p → c
	4	8	8	X	8	loos
a3 ⇒		10	2	X	0	
	5	6	0	S	18	⇒ c → p
a3 ⇒		6	28	S	18	⇒ ln z ≠ z
	6	8	8	X	8	loos
a3 ⇒		7	29	S	18	⇒ e ^z ≠ z
	7	8	8	X	8	loos
a3 ⇒		10	4	X	0	
	8	6	25	S	17	⇒ $\bar{z} \neq z$
a3 ⇒		26	16	X	0	
	9	27	16	X	0	
a3 ⇒		10	5	X	0	
	10	6	17	S	17	⇒ $\sqrt{z} \neq z$
a3 ⇒		3	28	X	0	<u>Uitloop</u>
	11	28	34	X	20	
		14	13	S	17	→ b-opdracht
	12	2	28	X	0	
		24	1	X	4	volgende a-opdracht
b11 →	13	24	12	X	20	
		24	7	X	4	vorm b-sprong
	14	14	15	S	17	→
		25	1	X	4	vorm a-sprong
a14 →	15	24	22	X	20	schuif sprong goed
		28	16	X	2	schrijf sprong

Verwerking 29-opdrachten. Uitvoering worteltrekking, vervangen door toeg. compl., omrekening pool- in cart. coördinaten

	(16	RX	1			voer sprong uit
a10 ⇒	17	25	1	X	12	halveer φ
		12	5	X	0	
	18	10	3	X	0	
		29	34	X	30	
	19	14	20	S	17	→
		24	1	X	12	
a19 →	20	26	1	X	22	halveer macht
		12	3	X	0	
	21	29	34	X	20	
		10	2	X	0	
	22	2	24	S	17	pak quasi link
		14	●	X	27	→ naar $\sqrt{\quad}$
	23	26	1	X	30	halveer breuk
		6	0	X	27	⇒ naar $\sqrt{\quad}$
	24	12	2	X	0	quasilink
		6	7	S	16	
a8 ⇒	25	13	4	X	0	- Im = Im
		6	7	S	16	⇒
b3 ⇒	26	22	0	S	0	=)
		12	6	X	0	$\rho \neq (6)$
	27	26	0	X	0	2
		12	7	X	0	$\varphi = (7)$
	28	29	2	X	0	$\sin \varphi \neq R$
		18	6	X	0	$\rho \sin \varphi \neq R$
	29	26	0	X	0	$y \neq \boxed{4.5} \quad ?$
		10	7	X	0	
	30	29	3	X	0	$\cos \varphi - 1 \neq R$
		18	6	X	0	$\rho \cos \varphi - \rho \neq R$
	31	8	6	X	0	$\rho \cos \varphi \neq R$
		22	7	S	16	⇒

Uitvoering omrekening cart. in poolcoördinaten, e-macht, natuurlijke logaritmhe

		RA	0	S	18	
		RD				
a5S17 ⇒	0	2	3	X	0	
		12	10	X	0	
	1	4	11	X	0	red x ≠ 0.1
		10	2	X	0	
	2	18	2	X	0	
		4	2	X	0	
	3	10	3	X	0	
		24	33	X	30	
	4	29	33	X	20	vorm x^2 in 2.3
		14	6	S	18	→
	5	4	2	X	0	
		25	1	X	12	
b4 →	6	12	3	X	0	
		10	4	X	0	
	7	18	4	X	0	
		10	5	X	0	
	8	24	33	X	30	
		29	33	X	20	vorm y^2 in A en S
	9	15	10	S	18	→
		25	1	X	12	
	10	24	33	X	20	
a9 →		26	31	P	21	
	11	28	0	X	8	
		26	16	X	0	Stop assembleer y^2 in 6 X 0
	12	26	1	X	22	
		4	6	X	0	
	13	22	0	S	0	=)
		8	6	X	0	$x^2 + y^2 \neq$ 2.3
	14	29	0	X	0	
		10	3	X	0	
	15	29	34	X	30	
		15	16	S	18	→

Uitvoering omrekening cart. in poolcoördinaten, e-macht,
natuurlijke logaritmie

	16	24	1	X	12	
b15 →		26	1	X	22	
	17	12	9	X	0	
		29	34	X	20	
	18	10	2	X	0	$\sqrt{x^2 + y^2} \div \boxed{8.9}$
		15	19	S	18	→
	19	26	1	X	30	
b18 →		22	0	X	27	=)
	20	12	8	X	0	
		10	10	X	0	
	21	2	11	X	0	
		12	2	X	0	herstel x
	22	4	3	X	0	
		22	0	S	19	=) naar subr. arctangens
	23	10	2	X	0	
		2	3	X	0	
	24	12	4	X	0	
		4	5	X	0	modulus = $\boxed{2.3}$
	25	10	8	X	0	argument = $\boxed{4.5}$
		2	9	X	0	
	26	12	2	X	0	
		4	3	X	0	
	27	6	7	S	16	⇒ klaar
		8	8	X	8	loos
b5S17 ⇒	28	22	0	S	0	=)
		29	5	X	0	$\ln p \neq x$
	29	22	7	S	16	⇒
b6S17 ⇒		22	0	S	0	=)
	30	29	4	X	0	$e^x \neq p$
		22	7	S	16	⇒
	31					

Wijzigingen en aanvullingen Rd1

	RD				<u>Wijziging kanaal S0</u>
	RA	12	S	0	
12	12	0	X	0	plaats wegbergopdracht
	10	3	X	0	haal macht aan
13	24	33	X	20	verdubbel breuk
	26	31	P	21	schuif (bijna) samen
14	28	0	X	8	S $\neq$ 0?
	14	14	S	12	→ ja, cap.overschrijding
15	26	1	X	22	voltooi assemblage
	6	0	X	0	⇒ naar wegbergopdracht

	RD				<u>Aanvulling kanaal S1</u>
	RA	22	S	1	
22	26	6	X	4	
	6	30	S	12	
23	26	7	X	4	
	6	30	S	12	
24	RX	2			
24					
26	28	22	X	30	
	6	16	S	12	

	RD				<u>Aanvulling Kanaal S12</u>
	RA	14	S	12	
b14S0 = 14	28	34	X	30	macht pos. te groot?
	26	16	X	0	ja, stop
15	2	31	S	12	zet kleinste getal
	6	0	X	0	⇒ naar wegbergopdr.

Wijzigingen en aanvullingen Rd1

b31SO ⇒

16	14	25	S	12
	10	8	X	0

→ als 26 0 X 0

↓ als 26 1 X 0

17	2	6	X	0
----	---	---	---	---

	4	8	X	0
--	---	---	---	---

≠ (2.3) ≠ (4.5) ≠ (6.7) ≠ (8.9)

18	2	4	X	0
----	---	---	---	---

	4	6	X	0
--	---	---	---	---

19	2	2	X	0
----	---	---	---	---

	4	4	X	0
--	---	---	---	---

20	12	2	X	0
----	----	---	---	---

	10	9	X	0
--	----	---	---	---

21	2	7	X	0
----	---	---	---	---

	4	9	X	0
--	---	---	---	---

22	2	5	X	0
----	---	---	---	---

	4	7	X	0
--	---	---	---	---

23	2	3	X	0
----	---	---	---	---

	4	5	X	0
--	---	---	---	---

24	12	3	X	0
----	----	---	---	---

	6	23	S	0
--	---	----	---	---

⇒

a16 ⇒

25	10	2	X	0
----	----	---	---	---

	2	4	X	0
--	---	---	---	---

26	12	4	X	0
----	----	---	---	---

	4	2	X	0
--	---	---	---	---

27	10	3	X	0
----	----	---	---	---

	2	5	X	0
--	---	---	---	---

28	12	5	X	0
----	----	---	---	---

	4	3	X	0
--	---	---	---	---

29	6	23	S	0
----	---	----	---	---

	8	8	X	8
--	---	---	---	---

⇒

b31SO ⇒

30	26	21	X	28
----	----	----	---	----

	28	31	X	10
--	----	----	---	----

	RG			
--	----	--	--	--

(31	-	8589934591		
-----	---	------------	--	--

springende uitloop

)

Scd1 Subroutine floating arctangens arctg

4.5
2.3

≠ 2.3

		RA	0	R	0	
		RD				
=)	0	4	15	R	2	plaats link
		10	2	X	0	
	1	2	4	X	0	
		26	1	X	30	
	2	26	1	X	20	
		12	2	X	0	
	3	4	4	X	0	halveer breuken
		2	3	X	0	
	4	1	5	X	0	
		4	1	X	0	zet machtsverschil > 0?
	5	14	6	R	0	→ test teken van x
		10	4	X	0	y
a5 →	6	28	0	X	0	mv ≠ 0?
		15	10	R	0	→ test teken van y
	7	10	2	X	0	
		8	4	X	0	x + y
	8	28	0	X	8	≠ 0?
		15	10	R	0	→
	9	2	2	X	0	
		25	1	X	4	als x + y = 0, dan x - p ≠ x
	10	4	2	X	0	
b6;b8 →		29	34	X	30	x + y < 0?
	11	27	2	X	4	- 2 ≠ "C"
		15	12	R	0	→
	12	26	0	X	4	0 ≠ "C"
b11 →		4	6	X	0	zet C
	13	10	1	X	0	machtsverschil
		28	34	X	30	x > y
	14	2	2	X	0	x
		15	15	R	0	→
	15	3	4	X	0	- y
b14 →		28	0	X	8	machtsverschil ≠ 0?

Scd1 Subroutine floating arctangens arctg $\frac{4.5}{2.3} = 2.3$

	16	14	20	R	0	→	
		2	2	X	0		
	17	1	4	X	0		$x - y \neq A$
		28	0	X	0		$x \neq y?$
	18	14	20	R	0	→	
		10	2	X	0		
	19	25	1	X	12		als $x - y = 0$ dan $x - p \neq x$
		12	2	X	0		
a16;a18 →	20	28	34	X	20		$x > y?$
		15	22	R	0	→	
	21	2	6	X	0		$x < y$
		29	0	X	0		"C" = 0? $x + y > 0?$
	22	7	23	R	0	⇒	
b20 ⇒		2	6	X	0		
	23	28	0	X	0		
a22 →		15	28	R	0	→	II en IV
	24	10	2	X	0	↓	I en III
		2	4	X	0		
	25	12	4	X	0		
		5	2	X	0		
	26	10	3	X	0		
		2	5	X	0		
	27	12	5	X	0		
		4	3	X	0		
	28	7	29	R	0	⇒	
b23 ⇒		24	1	X	4		II en IV
	29	4	6	X	0		- 1 of + 1 $\neq$ "C"
a28 →		10	3	X	0		
	30	9	5	X	0		
		12	3	X	0		zet machtsverschil
	31	10	2	X	0		
		12	0	X	0		teller

Scd1 Subroutine floating arctangens

	RA	0	R	1	
	RD				
0	10	4	X	0	
	24	33	X	30	verdubbel noemer
1	22	0	X	31	=) deel
	13	2	X	0	red quotient
2	26	32	X	30	tekencijfer + 1 ^e nog in S
	27	1	X	4	- 1 ≠ A
3	28	0	X	8	S ≠ 0?
	11	2	X	0	herstel S
4	14	6	R	1	→ niet verdubbelen
	24	33	X	30	verdubbel
5	13	2	X	0	
	26	0	X	4	0 ≠ A
a4 →	6	1	3	X	0
	5	3	X	0	hoog macht al dan niet 1 op
7	25	33	X	4	
	29	34	X	20	A - 33 < 0?
8	14	9	R	1	→
	26	0	X	4	0 ≠ A
a8 →	9	0	10	R	1
	28	10	X	2	
(10	26	33	X	30	maak z niet floating
	12	1	X	0	)
11	18	1	X	0	z ² ≠ A
	4	0	X	0	berg z ²
12	10	27	R	1	
	7	29	R	1	⇒
13	RK				
	+. 628318531				+ 1 2π
14	+. 314159265				+ 1 π
15	+. 157079633				+ 1 ½ π

Scd1 Subroutine floating arctangens

		RG			
	16	+	8589934591		C ₀
	17	-	2863311343		C ₂
	18	+	1717978954		C ₄
	19	-	1226980415		C ₆
	20	+	952872374		C ₈
	21	-	771263286		C ₁₀
	22	+	622022473		C ₁₂
	23	-	465554263		C ₁₄
	24	+	293028962		C ₁₆
	25	-	137787631		C ₁₈
	26	+	41415102		C ₂₀
	27	-	5836665		C ₂₂
		RD			
b31 ⇒	28	18	0	X	0
		24	34	X	22
(29	8	27	R	1	
b12 →	2	29	R	1	)
	30	25	1	X	4
		28	29	X	2
	31	29	5	X	20
		14	28	R	1 →

Scd1 Subroutine floating arctangens

	RA	0	R	2		
	RD					
	0	18	2	X	0	xz
		4	2	X	0	schrijf breuk
	1	26	32	X	26	verdubbel
		28	0	X	0	A ≠ 0?
	2	15	4	R	2	→
		12	2	X	0	schrijf nieuwe breuk
	3	27	1	X	4	
		0	3	X	0	
	4	4	3	X	0	corrigeer macht
a2 →		10	6	X	0	] vorm en zet strooisprong
	5	24	17	X	30	
		8	8	R	2	
	6	12	7	R	2	
		24	0	X	4	
(7	RX	1				inloop
						) strooisprong
	8	22	0	S	0	
		6	11	R	2	constante voor strooisprong
b7 ⇒	9	15	13	R	2	→ "C" = -2 $\psi > 0$ $\psi - \pi \neq \varphi$
		6	14	R	2	⇒ "C" = -2 $\psi < 0$ $\psi + \pi \neq \varphi$
b7 ⇒	10	9	15	R	1	"C" = -1 $\psi - \frac{\pi}{2} \neq \varphi$
		7	14	R	2	⇒
b7 ⇒	11	7	14	R	2	⇒ "C" = 0 $\psi \neq \varphi$
		8	8	X	8	
b7 ⇒	12	8	15	R	1	"C" = +1 $\psi + \frac{\pi}{2} \neq \varphi$
		7	14	R	2	⇒
	13	8	8	X	8	
a9 ⇒		9	13	R	1	
b9 →	14	8	14	R	1	
a10;b11;b12 →		29	0	X	0	uitloop
(15						⇒ link
						)

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

Errata Rapport MR 27 a, pag. 19.

Hier moet aan toegevoegd worden:

RD

RA 31 S 0

0 0 X 0

6 23 S 0