

MATHEMATISCH CENTRUM

2e BOERHAAVESTRAAT 49

AMSTERDAM

REKENAFDELING

ALGEMEEN PROGRAMMA VOOR LAAGDOORLAATFILTERS

door

L. Vasmel-Kaarsemaker.

R 358 A

1 9 5 7

Algemeen programma voor laagdoorlaatfilter met Rm6

(Beschreven in rapport MR 28, Programmering voor de ARMAC, deel IV)

Noodzakelijke gegevens:

1. wortels van $g(\lambda)$ dat zijn $\text{Re } g_i + j\text{Im } g_i$ $1 \leq i \leq \frac{1}{2}(n-1)$; $g_{\frac{1}{2}(n+1)}$
2. wortels van $f(\lambda)$ dat zijn $\text{Im } f_i$ $1 \leq i \leq \frac{1}{2}(n-1)$
3. graad van $g(\lambda) = n$ moet meegegeven worden in de V.P. n.l.
RG RHT +n, n max 23

De wortels van $f(\lambda)$ en $g(\lambda)$ moeten ingevuld worden volgens de Rm6 representatie en wel op de volgende plaatsen:

Re g_i op 0 t/m $5 + (i-1)30$
 Im g_i op 6 t/m $11 + (i-1)30$
 Im f_i op 12 t/m $17 + (i-1)30$

Aanbevelenswaardige gegevens:

Schattingen voor de Bairstow coëfficiënten p en q ter bepaling van h_i :

$$p \approx -2(\text{Re}^2 g_i - \text{Im}^2 g_i) \quad q \approx (\text{Re}^2 g_i + \text{Im}^2 g_i)^2$$

Deze schattingen worden met een band ingevoerd die door het programma zelf wordt ingelezen na het typen van het polynoom $H(x)$. Aan het einde van de band moet een sprong terug naar het hoofdprogramma staan n.l. 7 10 P 7 p en q moeten in Rm6 representatie op de band staan.

p moet ingevuld worden op 22 t/m $27 R8 + (i-1)30$

q moet ingevuld worden op 28 R8 t/m $1 R9 + (i-1)30$

N.B.1. Indien geen schattingen van p en q worden meegegeven moet op plaats 10 p7 geschreven worden de opdracht
 22 9 R0
 22 0 R0 . Dit gebeurt door veranderbandje.

2. Voor het typen van de functie $Q(x)$ en van p en q moet in de G.S. gezet worden $\begin{smallmatrix} 0 & m & X0 \\ 0 & n & X0 \end{smallmatrix}$ d.w.z. typ regel $1(+n)$ en klaar indien aantal foute binalen $\leq m$.
3. Het startadres voor het algemeen filterprogramma is 0 a P0. De stop is automatisch.

Overzicht van werkruimten

Geheugenplaatsen

Inhoud

4	t/m	9	KO (+24)	$F(x)$	$h(\lambda)$
10	"	15	KO (+24)	$G(x)$	$g(\lambda)$
16	"	21	KO (+24)	$wr, T, F'(x)$	$H'(x)$
22	"	27	KO (+24)	$N, G'(x)$	$H(x)$
4	"	9	KO (+30)	a_n	(Bairstow)
10	"	15	KO (+30)	b_n	"
16	"	21	KO (+30)	c_n	"
22	"	27	KO (+30)	p	"
28	KO t/m	1	K1 (+30)	q	"
0	t/m	5	LO (+ 6)	$H(x)$	
0	"	5	LO (+24)	ck_n	
6	"	11	LO (+24)	c_n	
12	"	17	LO (+24)	ck'_n	
18	"	23	LO (+24)	c'_n	
0	"	5	J_0 (+30)	$\text{Re. } g_1$	
6	"	11	J_0 (+30)	$\text{Im } g_1$	
12	"	17	J_0 (+30)	$\text{Im } f_1$	
18	"	23	J_0 (+30)	$\text{Re } h_1$	
24	"	29	J_0 (+30)	$\text{Im } h_1$	

Benodigde werkruimten:

$(n+1) \cdot 30 + 4$ vanaf O K O $n \max = 23 \rightarrow \max 22$ kanalen en 20 plaatsen
 $\frac{1}{2}(n+1) \cdot 30$ vanaf O J O " " 11 kanalaen en 8 plaatsen
 $\frac{1}{2}(n+1) \cdot 24$ vanaf O L O " 9 kanalen

totaal $(n+1)(30+15+12) + 4 = 57n + 61$ plaatsen

beschikbaar zijn: X 82 t/m X 124 d.w.z. 43 kanalen.
 nodig zijn: 42 kanalen en 28 plaatsen max.

<u>Voorponsing</u>	<u>Typconstanten</u>	<u>Tabconstanten</u>
RFP 1024 X 0	RA 4077 X 0	RJ 6 22 X 25
RFA 1024 X 20	RG	+ 6
RFB 1024 X 22	+ 6	+ 11
RFS 1024 X 22	+ 0	+ 11
RFR 2048 X 10	+ 0	+ 10
RFK 2048 X 18	RT	+ 10
RFJ 3093 X 8	S G9 F9 X K	+ 10
RFL 3102 X 19	T S G9 F9 X K	+ 15
RG	S G9 J9 X K	+ 5
RHT + n	S G9 J9 X T	+ 5
	G2 F1 J1 X K	RJ 6 27 X 31
	RC	

noodzakelijk: KO = R8

Benodigde banden:

Er bestaan van R 358 A een biband en een duplicaatbiband.
Op deze biband staan ook alle subroutines, nodig voor het
berekenen van een laagdoorlaatfilter, n.l. Rm6 en Bairstow.

N.B. Noodzakelijk blijft dat de graad n gegeven wordt (door
de V.P. RG RHT + n) en de wortels van $g(\lambda)$ en $f(\lambda)$.

Maakt men geen gebruik van de biband dan moet achtereenvolgens
ingelesen worden:

1. V.P.
2. S0 t/m S5
3. S6 " S10
4. S11 " S15
5. P0 " P6
6. P7 " P13
7. P14 " P19
8. A0, B0 t/m B3
9. Subroutine Bairstow II (ter bepaling van complexe wortel-
paren)
10. Constanten op R7, R8 en S10
11. Typconstanten en tabconstanten
12. Wortels $g(\lambda)$ en $f(\lambda)$.

1. Het realiseren van een laagdoorlaatfilter uitgaande van de nulpunten g , de reflectienulpunten h en polen f .

Voor de realisering van de vierpool wordt uitgegaan van de secundaire nullastimpedantie.

$$z_1 = \frac{(g + h)_e}{(g + h)_o} r.$$

Voorlopig wordt $r = 1$ gesteld.

Met de wortels g en h worden de polynomen $g(\lambda)$ en $h(\lambda)$ uitgeschreven, waarbij die wortels worden gekozen welke in het negatieve halfvlak liggen.

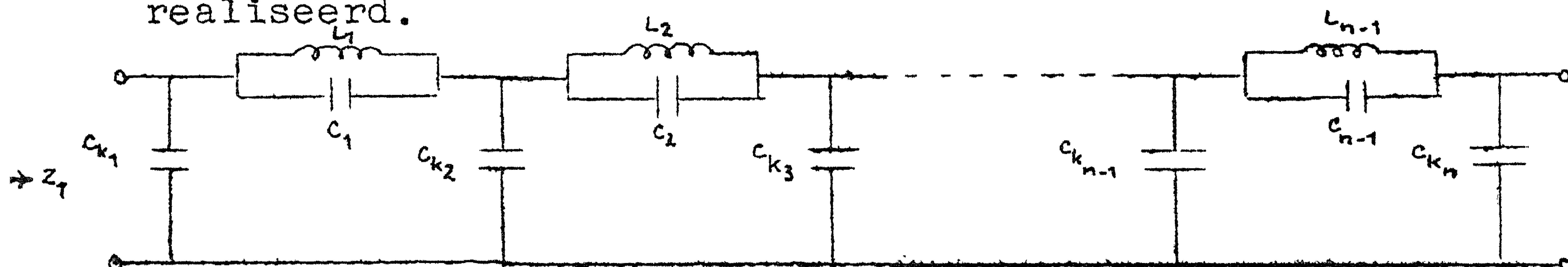
$(g + h)_e$ en $(g + h)_o$ worden gevormd door respectievelijk de even en oneven delen van $g(\lambda)$ en $h(\lambda)$ bij elkaar te voegen.

Hierbij is $(g + h)_e$ een graad lager dan $(g + h)_o$.

Noemt men $(g + h)_e = T$ en $\frac{(g + h)_o}{\lambda} = N$, dan wordt de uitdrukking voor z :

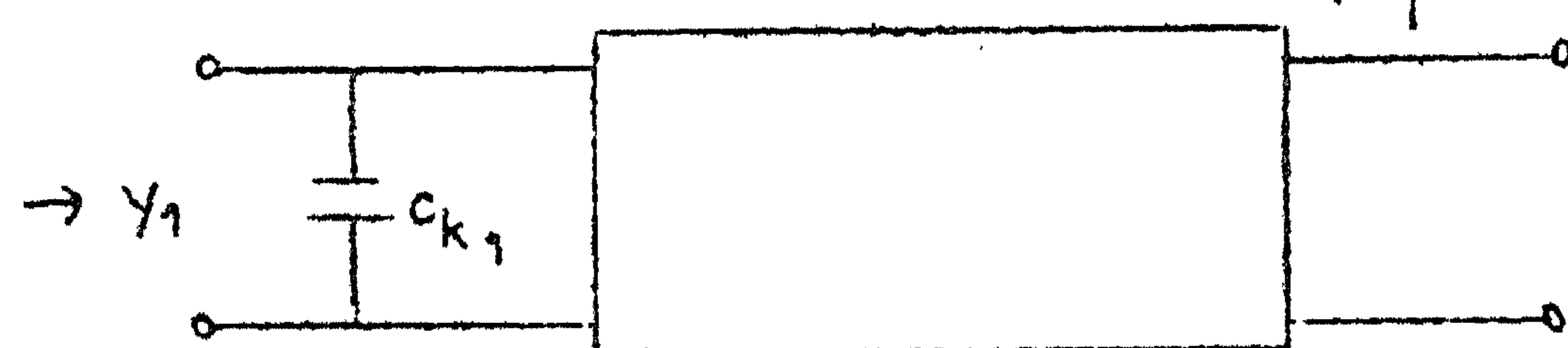
$$z_1 = \frac{T}{\lambda N}$$

Een filteropbouw als in onderstaande figuur moet worden gerealiseerd.



2. Het afsplitsen van een capaciteit

Voor het afsplitsen van een capaciteit in de dwarstak wordt uitgegaan van de admittantie y_1



Bepaal c_{k1} zodanig, dat $y_1 - \lambda c_{k1} = 0$ voor $\lambda = j.f_1$

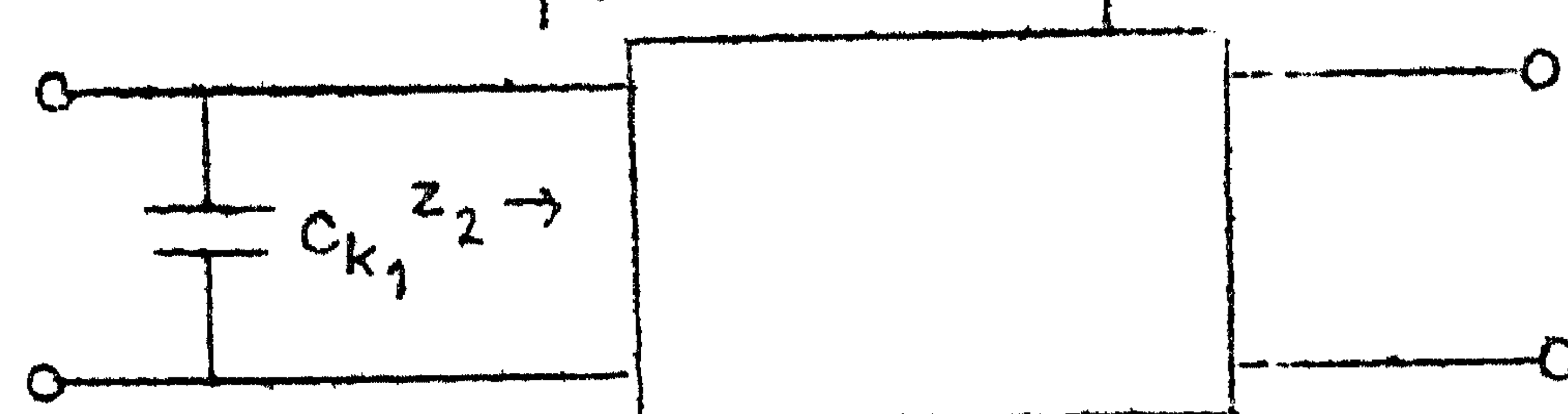
$$\text{d.w.z. } \frac{\lambda (N - c_{k1} T)}{T} = 0 \text{ voor } \lambda = j.f_1$$

$$\left[c_{k1} = \frac{N}{T} \right] = j.f_1.$$

Vorm de veelterm $N - c_{k1} T = N_1$

Deel N_1 door $(\lambda^2 + f_1^2)$ en noem het quotient N_1

De nieuwe impedantie z_2 is nu:

$$z_2 = \frac{T}{\lambda N_1 (\lambda^2 + f_1^2)}$$


3. Het afsplitsen van een parallel kring

Voor het afsplitsen van een parallel kring in de serietak wordt uitgegaan van z_2 .

Hierbij is:

$$z_2 - \frac{\lambda^1 / c_1}{\lambda^2 + f_1^2} = 0 \quad \text{voor } \lambda = jf_1$$

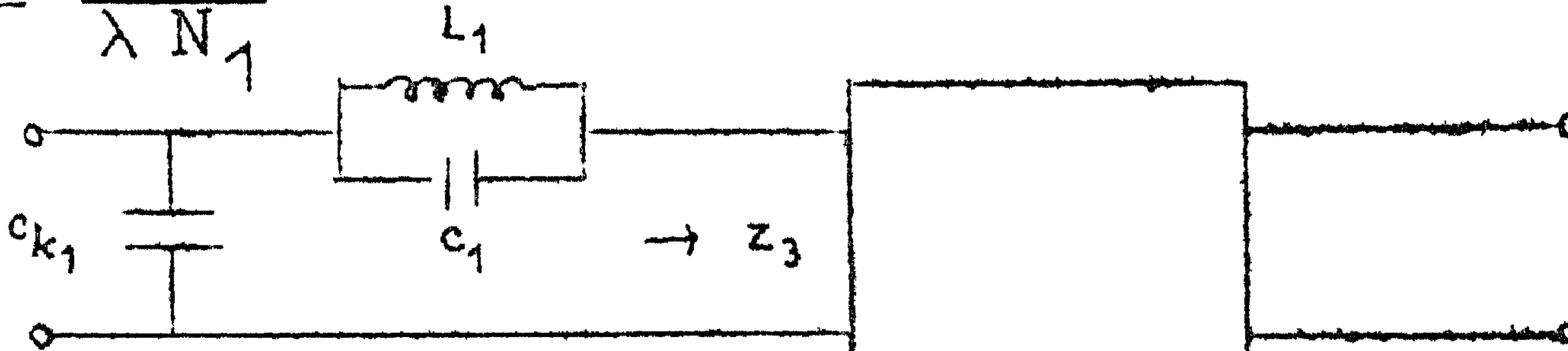
$$\text{d.w.z.} \quad \frac{T - \lambda^2 N_1^1 / c_1}{\lambda N_1 (\lambda^2 + f_1^2)} = 0 \quad \text{voor } \lambda = jf_1$$

$$\left[\frac{1}{c_1} = \frac{T}{\lambda^2 N_1} \right] \lambda = j.f_1$$

Voor de nieuwe veelterm $T - \lambda^2 N_1^1 / c_1 = T_1'$

Deel T_1' door $(\lambda^2 + f_1^2)$ en noem het quotient T_1

De nieuwe impedantie z_3 is nu

$$z_3 = \frac{T_1}{\lambda N_1}$$


Hiermede is de pool f_1 volledig afgesplitst.

4. Het afsplitsen van een capaciteit

Voor het afsplitsen van de capaciteit ck_2 geldt nu:

$$y_3 - \lambda ck_2 = 0 \quad \text{voor } \lambda = jf_2$$

$$\left[ck_2 = \frac{N_1}{T_1} \right] \lambda = j.f_2$$

Vorm de veelterm $N_1 - ck_2 T_1 = N_2'$

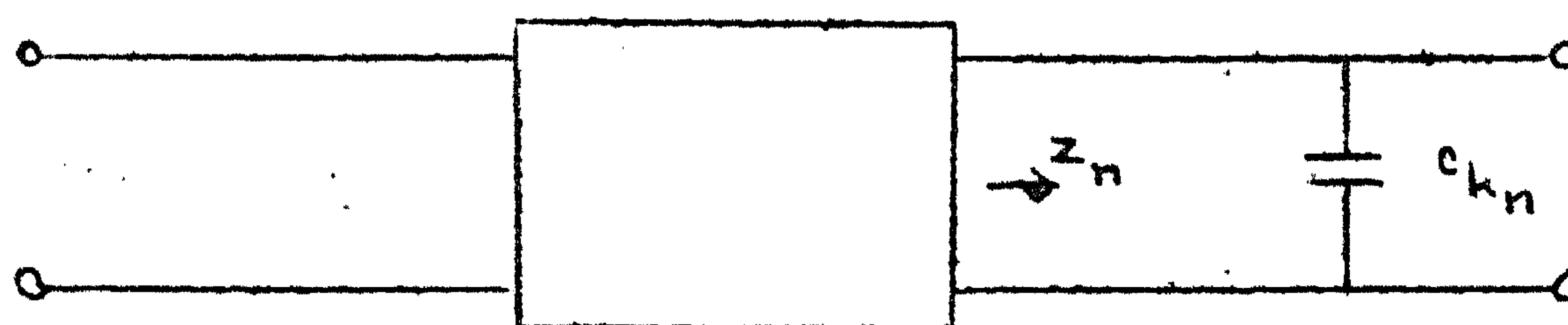
Deel N_2' door $(\lambda^2 + f_2^2)$ en noem het quotient N_2 .

De bewerkingen herhalen zich dus, waarbij f_1 achtereenvolgens wordt vervangen door $f_2, f_3, \dots, f_{n-1}$.

Het afsplitsen wordt begonnen met die pool, welke het dichtst bij de frequentie ω ligt.

5. Het afsplitsen van de pool bij oneindig

Het bepalen van c_{k_n} geschiedt door de pool bij oneindig volledig af te splitsen.



$$z_n = \frac{T_n}{\lambda N_n}$$

$$\frac{\lambda N_n}{T_n} - \lambda_k c_n = 0$$

$$c_{k_n} = \frac{N_n}{T_n}$$

5. Het bepalen van r in de uitdrukking van de secundaire nul-lastimpedantie. (1)

Hiervoor wordt uitgegaan van de primaire nullastimpedantie

$$z_a = \frac{(g - h)_e}{(g + h)_o}$$

$(g - h)_e$ wordt gevormd door de even delen van $g(\lambda)$ en $h(\lambda)$ van elkaar af te trekken.

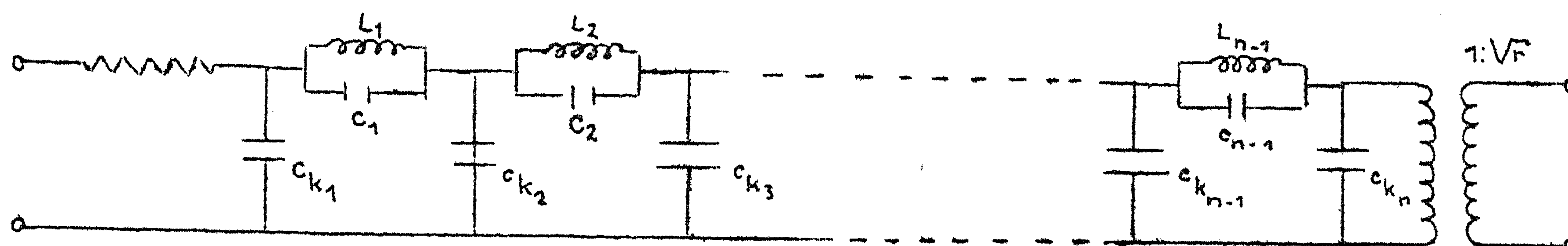
Door het afsplitsen van z_a volgens de aangegeven methode, echter met het verschil dat nu begonnen wordt met de pool welke het dichtst bij j_1 ligt, krijgt men de elementen in omgekeerde volgorde vermenigvuldigd met een constante factor. Door het bepalen van 2 à 3 elementen volgens deze methode kan de factor r worden berekend uit

$$\frac{c_{k_n}}{c_{k_{n-1}}} = r$$

als controle kan dienen:

$$\frac{c_{k_n}}{c_{k_{n-1}}} \cdot \frac{c_{n-1}}{c_{n-1}} = \frac{c_{k_{n-1}}}{c_{k_{n-1}}}$$

Het filterschema is nu als volgt:



Kanaal PO

	RA	O	P	O
	RD			
0	22 4000	X	0	
	10	0	A	0
1	22 19	B	1	
	10	1	A	0
2	22 19	B	1	
	2 3099	X	30	
3	26	1	X	20
	25	2	X	4
4	5	8	X	0
	26	1	X	4
5	4	5	K	0
	22	26	S	2
6	10	5	J	0
	18	5	J	0
7	12	11	A	1
	10	11	J	0
8	18	11	J	0
	12	17	A	1
9	8	11	A	1
	12	5	A	1
10	18	5	A	1
	12	25	K	1
11	10	17	A	1
	9	11	A	1
12	8	29	X	0
	12	1	K	1
13	7	13	P	0
	26	0	X	4
14	4	9	X	0
	4	10	X	0
15	26	18	X	12
	28	8	X	8

naam en T.W.

$$\Rightarrow 9 \text{ KO}(+24) = 0$$

$$\Rightarrow 21 \text{ KO}(+24) = 0$$

$$(XO + 8) = -\frac{1}{2}(n-1)+2$$

coef λ^4 $\Rightarrow$ coef λ^0 coef λ^2 $\Rightarrow$ e.i.

Kanaal PO

16	26	27	X	4	G
	28	8	X	0	
17	26	8	X	4	(
	28	8	X	0	
18	26	19	X	4	G.L.
	28	8	X	0	
19	26	44	X	4	X
	23	8	X	0	
20	28	8	X	8	H.L.
	26	9	X	4	
21	28	8	X	0	)
	26	19	X	4	
22	28	8	X	0	G.L.
	22	0	X	26	
23	10	2	A	0	⇒
	8	10	X	0	
24	12	26	P	0	⇒
	8	14	R	7	
25	12	28	P	0	⇒
	22	26	S	2	
26	RX	1			10 3 J1 (+30)
					18 3 J1 (+30)
27	12	11	A	1	
	22	0	X	0	
28	RX	1			10 9 J1 (+30)
29	12	17	A	1	
	8	11	A	1	
30	12	5	A	1	
	18	5	A	1	
31	12	5	A	1	coef λ^0
	10	17	A	1	
	RC				

Kanaal P1

	RA RD	O	P	1
0	0	11	A	1
	8	29	X	0
1	12	11	A	1
	6	2	P	1
2	22	10	B	2
	2	8	X	0
3	24	1	X	4
	4	8	X	0
4	14	8	P	1
	2	9	X	0
5	0	3	A	0
	4	9	X	0
6	2	10	X	0
	0	22	R	7
7	4	10	X	0
	6	23	P	0
8	26	15	X	12
	18	30-99	X	30
9	25	45	X	12
	12	30	X	0
10	24	17	X	30
	8	30	X	0
11	8	2	A	0
	12	13	P	1
12	24	0	X	4
	22	16	S	0
13	RX	1		
14	12	5	A	1
	6	15	P	1
15	10	23	A	0
	12	11	X	0

coef λ^2 $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ $\rightarrow$ reele wortela4p1 $\rightarrow$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$

zet opdr.

 $\Rightarrow$

10 ga

18 ga

coef λ^0 $\Rightarrow$

e.i.

18 9 K0

zet 9 1 K1

Kanaal P1

16	22	0	B	3	$\Rightarrow x (\lambda - ga)(-\lambda - ga)$
	22	16	S	0	$\Rightarrow \dots$
17	11	9	K	0	
	12	9	K	0	
18	14	29	X	0	typ -1
	6	19	P	1	$\Rightarrow$
19	10	4	A	0	
	22	0	B	2	$\Rightarrow 15 K0(+24) = G(\lambda)g(-\lambda)$
20	10	0	A	0	
	22	19	B	1	$\Rightarrow 9 K0 + n.24 = 0$
21	10	1	A	0	
	22	19	B	1	$\Rightarrow 21 K0 + n.24 = 0$
22	2	3099	X	30	
	26	1	X	20	
23	25	2	X	4	
	5	8	X	0	zet $-\frac{1}{2}(n-1) + 2$
24	26	1	X	4	
	4	5	K	0	coef λ^4
25	22	26	S	2	$\Rightarrow$ int.
	10	17	J	0	
26	18	17	J	0	
	12	11	A	1	
27	18	11	A	1	
	12	25	K	1	coef λ^0
28	10	11	A	1	
	8	11	A	1	
29	12	1	K	1	coef λ^2
	6	30	P	1	$\Rightarrow$
30	26	0	X	4	
	4	9	X	0	wr=0
31	10	5	A	0	
	12	9	P	2	zet opdr.
	RC			.	

Kanaal P2

	RA	O	P	2	
	RD				
0	22	●	X	26	⇒
	26	18	X	12	
1	28	8	X	8	
	26	26	X	4	
2	28	8	X	0	F
	26	8	X	4	
3	28	8	X	0	(
	26	19	X	4	
4	28	8	X	0	G.L.
	26	44	X	4	
5	28	8	X	0	X
	28	8	X	8	H.L.
6	26	9	X	4	
	28	8	X	0	)
7	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
8	22	0	X	26	⇒
	22	16	S	0	⇒
9	RX	1			10 15 J1 (+30)
					18 15 J1 (+30)
10	12	11	A	1	
	18	11	A	1	
11	12	5	A	1	coef λ^0
	10	11	A	1	
12	8	11	A	1	
	12	11	A	1	coef λ^2
13	7	13	P	2	⇒
	22	10	B	2	⇒
14	2	8	X	0	
	24	1	X	4	
15	4	8	X	0	
	15	19	P	2	→

Kanaal P2

b15P2 →

16	2	9	P	2	
	0	22	R	7	
17	4	9	P	2	
	2	9	X	0	
18	0	3	A	0	
	4	9	X	0	
19	7	8	P	2	⇒
	26	24	X	12	
20	18	3099	X	30	
	25	24	X	12	$(n-1) \cdot 24$
21	8	6	A	0	
	12	23	P	2	
22	24	0	X	4	
	22	16	S	0	⇒
23	RX	1			$10 \ 9 + (n-1) \cdot 24 \text{ KO } -24$
					$14 \ 29 \ X \ 0$
24	7	24	P	2	⇒
	2	23	P	2	
25	25	24	X	4	
	4	23	P	2	
26	24	24	X	4	
	1	6	A	0	
27	28	0	X	0	$A \neq 0?$
	15	22	P	2	→
28	22	0	X	26	$F(x) \text{ getypt}$
	26	18	X	12	
29	28	8	X	8	H.L.
	26	37	X	4	Q
30	28	8	X	0	
	26	8	X	4	
31	28	8	X	0	(
	26	19	X	4	
	RC				

Kanaal P3

	RA RD	O	P	3
0	28	8	X	0
	26	44	X	4
1	28	8	X	0
	28	8	X	8
2	26	9	X	4
	28	8	X	0
3	26	19	X	4
	28	8	X	0
4	22	0	X	26
	2	3099	X	30
5	4	1	A	1
	26	0	X	4
6	4	0	A	1
	4	2	A	1
7	4	3	A	1
	4	4	A	1
8	4	5	A	1
	2	7	A	0
9	4	11	P	3
	24	0	X	4
10	22	26	S	2
	10	5	A	1
11	RX	1		
12	7	12	P	3
	2	11	P	3
13	0	8	A	0
	4	11	P	3
14	2	1	A	1
	25	1	X	4
15	4	1	A	1
	14	10	P	3

G.L.

X

H.L.

)

G.L.

⇒

bereken $G'(x)$

⇒

18 15 KO (+24)

12 27 KO (+24)

⇒

→

b15P3 →

Kanaal P3

b24p3 →

16	2	3099	X	30
	25	1	X	4
17	4	1	A	1
	2	7	A	0
18	1	14	R	7
	4	20	P	3
19	22	26	S	2
	10	5	A	1
20	RX	1		
21	7	21	P	3
	2	20	P	3
22	0	8	A	0
	4	20	P	3
23	2	1	A	1
	25	1	X	4
24	4	1	A	1
	14	19	P	3
25	26	2	X	8
	26	17	X	30
26	12	12	X	0
	2	9	A	0
27	4	9	P	4
	22	26	S	2
28	10	11	J	0
	18	11	J	0
29	13	21	B	0
	10	8	R	7
30	12	23	A	1
	6	31	P	3
31	2	30	A	0
	4	20	A	1
	RC			

⇒

18 9 KO (+24)
12 21 KO (+24)

⇒

→

0 m X 0
0 n X 0

(X0 + 12) = n typ elke n^e regel

zet sprong I

⇒

zet X = (1 lm g₁)²

⇒ zet Δx = +.001

Kanaal P4

bOP5 -

a9 →

a11a9a7P5 ⇒

	RA RD	O	P	4
0	22	0	B	1
	22	16	S	0
1	12	29	A	1
	14	29	X	0
2	22	16	S	0
	10	21	S	0
	8	23	A	1
	12	21	B	0
4	7	4	P	4
	22	0	B	1
5	22	16	S	0
	12	17	A	1
6	7	6	P	4
	2	24	A	1
7	10	24	X	0
	26	34	X	28
8	26	32	X	30
	29	0	X	8
9	RX	1		
10	12	9	P	4
	22	16	S	0
11	11	23	A	1
	12	23	A	1
12	22	16	S	0
	0	23	A	1
13	12	23	A	1
	22	16	S	0
14	10	17	A	1
	12	29	A	1
15	7	15	P	4
	2	12	X	0

⇒ bereken φ_1

⇒

$$\underline{29 A1 = \alpha \varphi_1}$$

typ φ_1

⇒

$$x + \Delta x$$

⇒

⇒ φ_2

⇒

$$\underline{17 A1 = \alpha \varphi_2}$$

⇒

S = 0? gelijk teken

(I) 15 1 P5 → (II) 14 12 P4 →

10 11 A0 (II) 10 11 A0

zet sprong in II

⇒

$$- \Delta x \neq \Delta x$$

⇒

$$\frac{1}{2} \Delta x \neq \Delta x$$

⇒

$$\varphi_2 \neq \varphi_1$$

⇒

Kanaal P4

a17 →	16	25	1	X	4	
		4	12	X	0	
	17	15	20	P	4	→ niet typen
		22	16	S	0	⇒
	18	14	29	X	0	typ φ_2
		6	19	P	4	⇒
	19	26	2	X	8	
		26	17	X	30	
	20	12	12	X	0	$(X0 + 12) = n$
		26	2	X	8	
a24 →	21	26	17	X	22	
		26	17	X	20	
	22	4	4	X	0	$(X0 + 4) = m$
		25	33	X	4	
	23	28	34	X	20	
		26	0	X	12	$(S) = 0$
	24	15	25	P	4	→ $m > 33$
		2	4	X	0	
	25	26	1	X	12	
		12	4	X	0	0 of 1
	26	26	17	X	28	
		8	4	X	0	
	27	8	31	P	4	
		28	31	X	10	
	28	2	24	A	1	
		0	25	A	1	
	29	0	26	A	1	
		0	27	A	1	
	30	0	28	A	0	
		24	0	X	4	
	31	(0	28	A	1	0 28/29 A 1
		26	0	X	20)	26 m-33/m X 20
	RC					

Kanaal P5

		RA RD	0	P	5	
	0	28	0	X	0	$A \neq 0?$
		14	2	P	4	$\rightarrow$
	1	7	11	P	5	$\Rightarrow$ iteratie klaar
a9p4 $\rightarrow$		22	16	S	0	$\Rightarrow$
	2	10	17	A	1	
		9	29	A	1	$\varphi_2 - \varphi_1$
	3	12	11	A	1	$\delta \varphi$
		6	4	P	5	$\Rightarrow$
	4	2	24	A	1	
		28	34	X	20	
	5	15	7	P	5	$\rightarrow \varphi_1$ en φ_2 pos.
		2	6	A	1	
	6	29	34	X	20	
		15	9	P	5	$\rightarrow \delta \varphi$ neg.
	7	7	13	P	4	$\Rightarrow$
a5 $\rightarrow$		2	6	A	1	
	8	28	34	X	20	
		15	9	P	5	$\rightarrow \delta \varphi$ pos.
	9	7	13	P	4	$\Rightarrow$
b8,b6 $\rightarrow$		22	16	S	0	$\Rightarrow$
	10	11	23	A	1	
		12	23	A	1	$-\Delta x = \Delta x$
	11	7	13	P	4	$\Rightarrow$
a1 $\Rightarrow$		22	0	X	26	$\Rightarrow$
	12	26	18	X	12	$\Rightarrow$
		28	8	X	8	H.L.
	13	26	44	X	4	
		28	8	X	0	X
	14	26	19	X	4	
		28	8	X	0	G.L.
	15	26	0	X	4	
		28	8	X	0	0

Kanaal P5

16	22	0	X	26	⇒
	22	26	S	2	⇒
17	10	21	B	0	
	14	29	X	0	typ - X0 = λ^2 max.
18	7	18	P	5	⇒
	22	0	X	26	⇒
19	26	1	X	4	
	28	8	X	0	1
20	26	16	X	4	
	28	8	X	0	/
21	26	18	X	4	
	28	8	X	0	H.L.
22	26	31	X	4	
	28	8	X	0	K
23	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
24	22	0	X	26	⇒
	22	16	S	0	⇒
25	10	5	A	1	
	20	11	A	1	
26	12	23	A	1	23 A1 = $\propto \frac{1}{K}$
	14	29	X	0	
27	7	27	P	5	⇒
	22	0	X	26	⇒
28	26	18	X	12	
	28	8	X	8	H.L.
29	26	28	X	4	
	28	8	X	0	H
30	26	8	X	4	
	28	8	X	0	(
31	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
RC					

28

Kanaal P6

	RA	O	P	6
	RD			
0	26	44	X	4
	28	8	X	0
1	28	8	X	8
	26	9	X	4
2	28	8	X	0
	26	19	X	4
3	28	8	X	0
	22	0	X	26
4	2	3099	X	30
	4	7	X	0
5	2	12	A	0
	4	10	P	6
6	2	14	A	0
	4	11	P	6
7	24	0	X	4
	22	26	S	2
8	10	15	K	0
	12	5	L	0
9	22	16	S	0
	10	23	A	1
10	RX	2		
11				
12	2	10	P	6
	0	8	A	0
13	4	10	P	6
	2	11	P	6
14	24	6	X	4
	4	11	P	6
15	2	7	X	0
	25	1	X	4

X

H.L.

)

G.L.

⇒

zet n

⇒

coef hoogste macht H(x)

⇒

19 9 KO (+24)

8 7 K1 (+24)

12 11 LO (+ 6)

6 12 P6

b16 →

⇒

Kanaal P6

b25 →	16	4	7	X	0	→	
		14	9	P	6		
	17	26	6	X	12		n.6
		18	3099	X	30		
	18	8	22	A	0		zet opdr.
		12	21	P	6		
	19	2	3099	X	30		zet n+1
		24	1	X	4		
	20	4	7	X	0	⇒	10 5 + n.6 L0 -6 14 29 X0
		22	26	S	2		
	21	RX	1			⇒	
	22	7	22	P	6		
		2	21	P	6		
	23	25	6	X	4		
		4	21	P	6		
	24	2	7	X	0		
		25	1	X	4		
	25	4	7	X	0		
		15	20	P	6	→	typ H(x) nog niet klaar
	26	22	0	X	26		
		26	36	X	12		p
	27	28	8	X	8		
		26	63	X	4		spatie
	28	28	8	X	0		
		26	25	X	4		e
	29	28	8	X	0		
		26	34	X	4		n
	30	28	8	X	0		
		26	63	X	4		spatie
	31	28	8	X	0		
		26	37	X	4		
		RC					

Kanaal P7

9b →

band ⇒

	RA	0	P	7
	RD			
0	28	8	X	0
	22	0	X	26
1	26	6	X	12
	18	3099	X	30
2	8	10	A	0
	12	5	P	7
3	2	3099	X	30
	24	1	X	4
4	4	7	X	0
	22	26	S	2
5	RX	1		
6	7	6	P	7
	2	5	P	7
7	0	31	A	0
	4	5	P	7
8	2	7	X	0
	25	1	X	4
9	4	7	X	0
	15	4	P	7
10	6	25	X	16
	22	0	R	0
11	22	0	X	26
	26	43	X	4
12	28	8	X	0
	26	35	X	4
13	28	8	X	0
	26	38	X	4
14	28	8	X	0
	26	40	X	4
15	28	8	X	0
	26	25	X	4

q

⇒

zet opdr.

n+1

⇒

10 5+n.6 LO (-6) $\frac{1}{2}(n-1)$
 12 9 KO (+30)

⇒

→

⇒ Bairstow 22 9 RO ⇒
 of 22 0 RO ⇒

⇒

w

o

r

t

Kanaal P7

16	28	8	X	0	e
	26	32	X	4	
17	28	8	X	0	l
	26	39	X	4	
18	28	8	X	0	s
	26	63	X	4	
19	28	8	X	0	spatie
	26	18	X	12	
20	28	8	X	8	H.L.
	26	28	X	4	
21	28	8	X	0	H
	26	8	X	4	
22	28	8	X	0	(
	26	19	X	4	
23	28	8	X	0	G.L.
	26	44	X	4	
24	28	8	X	0	X
	28	8	X	8	
25	26	9	X	4	
	28	8	X	0	)
26	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
27	24	0	X	4	
	2	24	R	7	
28	4	3	P	8	zet 10 27 R8
	0	14	R	7	18 27 R8
29	4	5	P	8	zet 10 1 R9
	2	25	R	7	18 1 R9
30	4	8	P	8	zet 0 27 R8
	2	26	R	7	12 17 A1
31	4	11	P	8	zet 12 23 JO
	24	6	X	4	14 29 XO
	RC				

25

Kanaal P8

b23 →

	RA	0	P	8
	RD			
0	4	14	P	8
	2	3099	X	30
1	26	1	X	20
	4	5	P	7
2	22	0	X	26
	22	26	S	2
3	RX	1		
4	12	5	A	1
	22	0	X	0
5	RX	1		
6	8	5	A	1
	2	29	X	0
7	0	29	X	0
	12	11	A	1
8	RX	1		
9	8	11	A	1
	2	29	X	0
10	13	29	X	0
	22	0	X	0
11	RX	1		
12	11	17	A	1
	8	11	A	1
13	2	29	X	0
	22	0	X	0
14	RX	1		
15	7	15	P	8
	2	3	P	8

zet 12 29 JO
14 29 XO

$(P7 + 5) = \frac{1}{2}(n-1)$

10 27 R8 (+30)
18 27 R8 (+30)
5 A1 = $\propto p^2$

10 1 R9 (+30)
18 1 R9 (+30)

11 A1 = $\frac{1}{2}\sqrt{p^2 + q^2}$
0 27 R8 (+30)
12 17 A1 17 A1 = $\propto \frac{1}{2}p$

12 23 JO
14 29 XO

12 29 JO
14 29 XO

⇒

	Kanaal		P8	
16	0	22	R	7
	4	3	P	8
17	0	14	R	7
	4	5	P	8
18	2	8	P	8
	24	30	X	4
19	4	8	P	8
	2	11	P	8
20	24	30	X	4
	4	11	P	8
21	24	6	X	4
	4	14	P	8
22	2	5	P	7
	25	1	X	4
23	4	5	P	7
	14	2	P	8
24	22	0	X	26
	26	15	X	12
25	18	3099	X	30
	25	45	X	12
26	12	7	X	0
	24	17	X	30
27	8	7	X	0
	8	2	A	0
28	12	29	P	8
	22	26	S	2
29	RX	1		
30	12	11	A	1
	6	31	P	8
31	2	13	A	0
	4	2	P	9
	RC			

→

⇒

$$(s) = \frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$$

$$(X0+7) = \frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$$

$$\text{zet } \begin{matrix} 10 & 3 & J1 \\ 18 & 3 & J1 \end{matrix} + \frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$$

$$10 \ 3 \ J1 + \frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$$

$$18 \ 3 \ J1 + \frac{1}{2}(n-3) \cdot 30$$

schatting re wortel H(x)

⇒

Kanaal P9

	RA RD	O	P	9	
0	2 3099	X	30		
	24	1	X	4	
1	4	8	X	0	n+1
	22	26	S	2	⇒
2	RX	1			10 5 LO (+ 6)
					12 27 KO (+24)
3	7	3	P	9	⇒
	2	2	P	9	
4	0	27	A	0	+ 0 6 X 0
	4	2	P	9	+ 0 24 X 0
5	2	8	X	0	
	25	1	X	4	
6	4	8	X	0	
	15	1	P	9	→
7	22	26	S	2	⇒ bereken H'(x)
	10	8	R	7	
8	12	5	A	1	
	6	9	P	9	⇒
9	2 3099	X	30		
	4	1	A	1	zet n = factor afgeleide H(x)
10	2	28	A	0	
	4	12	P	9	zet 18 27 KO
11	22	16	S	0	⇒ 12 21 KO
	10	5	A	1	
12	RX	1			18 27 KO (+24)
					12 21 KO (+24)
13	7	13	P	9	⇒
	2	12	P	9	
14	0	8	A	0	
	4	12	P	9	
15	2	1	A	1	
	25	1	X	4	

Kanaal P9

16	4	1	A	1	
	14	11	P	9	→
17	26	15	X	12	bereken re wortel H(x)
	18	3099	X	30	
18	25	15	X	12	
	8	26	R	7	+ 12 23 JO
					+ 14 29 XO
19	24	0	X	4	+ 1 0 XO
					+ 0 0 XO
	12	5	P	10	zet 12 23 JO + $\frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$
	14	29	XO		
20	22	26	S	2	⇒
	10	11	A	1	
21	12	21	B	0	
	6	22	P	9	⇒
b3P10 ⇒ 22	2	3099	X	30	
	25	1	X	4	
23	4	15	B	0	graad H'(x)
	10	1	A	0	
24	22	0	B	0	⇒
	22	16	S	0	⇒
25	12	17	A	1	17 A1 = αH'(x)
	6	26	P	9	⇒
26	2	3099	X	30	
	4	15	B	0	graad H(x)
27	10	15	A	0	
	22	0	B	0	⇒
28	22	16	S	0	⇒
	21	17	A	1	
29	7	29	P	9	⇒
	2	29	X	0	
30	26	10	X	20	
	0	28	X	0	
31	0	27	X	0	
	0	26	X	0	
RC					

Kanaal P10

	RA	O	P	10	
	RD				
0	0	25	X	0	
	0	24	X	0	
1	29	0	X	0	A=0?
	14	16	P	19	→ klaar
2	22	16	S	0	⇒
	8	21	B	0	
3	12	21	B	0	
	6	22	P	9	⇒
a17P19P10 → 4	22	16	S	0	⇒
	11	29	X	0	
5	RX	1			12 23 JO + $\frac{1}{2}(n-1).30$
					14 29 XO
6	7	6	P	10	⇒
	22	0	X	26	⇒
7	26	27	X	4	
	28	8	X	0	g
8	26	18	X	12	
	28	8	X	8	H.L.
9	26	8	X	4	
	28	8	X	0	(
10	26	3	X	4	
	28	8	X	0	$\mathcal{L} = \lambda$
11	26	9	X	4	
	28	8	X	0	)
12	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
13	22	0	X	26	⇒ bereken $g(\lambda)$
	10	0	A	0	
14	22	19	B	1	⇒ 9 KO (+24) schoon
	10	1	A	0	
15	22	19	B	1	⇒ 21 KO (+24) schoon
	26	0	X	4	

Kanaal P10

16	4	9	X	0	0
	4	10	X	0	0
17	2	3099	X	30	
	26	1	X	20	
18	25	2	X	4	
	5	8	X	0	$(8 \times 0) = -\frac{1}{2}(n-1) + 2$
19	26	1	X	4	
	4	5	K	0	zet coef λ^2
20	22	26	S	2	$\Rightarrow$
	10	5	J	0	
21	18	5	J	0	
	12	11	A	1	re^2_g
22	10	11	J	0	
	18	11	J	0	
23	8	11	A	1	
	12	25	K	1	coef λ^0
24	10	5	J	0	
	8	5	J	0	
25	13	1	K	1	coef λ^1
	6	26	P	10	$\Rightarrow$
b10P11 $\Rightarrow$ 26	10	2	A	0	
	8	10	X	0	
27	12	31	P	10	zet opdr.
	8	14	R	7	
28	12	1	P	11	zet opdr.
	10	16	A	0	
29	8	10	X	0	
	12	3	P	11	zet opdr.
30	24	0	X	4	
	22	16	S	0	$\Rightarrow$
31	RC				10 3 J1 (+30) 18 3 J1 (+30)

Kanaal P11

	RA RD	O	P	11	
0	12	11	A	1	
	22	0	X	0	
1	RX	1			10 9 J1 (+30) 18 9 J1 (+30)
2	8	11	A	1	
	12	5	A	1	coef λ^0
3	RX	1			10 3 J1 (+30) 8 3 J1 (+30)
4	13	11	A	1	
	6	5	P	11	$\Rightarrow$
5	22	10	B	2	$\Rightarrow$ 9 KO (+24) = $g(\lambda)$
	2	8	X	0	
6	24	1	X	4	
	4	8	X	0	
7	14	11	P	11	$\rightarrow$ reële wortel verm.
	2	10	X	0	
8	0	22	R	7	
	4	10	X	0	+ 30 30
9	2	9	X	0	
	0	3	A	0	
10	4	9	X	0	
	6	26	P	10	$\Rightarrow$
a7P11 $\rightarrow$	11	26	15	X	12
		18	3099	X	30
12	25	15	X	12	(S) = $\frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$
	8	17	A	0	
13	12	14	P	11	zet $\begin{matrix} 11 & 5 & J0 \\ 12 & 5 & A1 \end{matrix} + \frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$
	22	16	S	0	$\Rightarrow$
14	RX	1			11 5 J0 + $\frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$ J0 12 5 A1 coef λ^0
15	7	15	P	11	$\Rightarrow$
	10	18	A	0	

Kanaal P11

16	12	11	X	0	
	22	0	B	3	⇒
17	22	16	S	0	⇒
	10	9	K	0	
18	14	29	X	0	typ coef $\lambda^n = 1$
	6	19	P	11	⇒
19	22	0	X	26	⇒
	26	28	X	4	
20	28	8	X	0	h
	26	18	X	4	
21	28	8	X	0	H.L.
	26	8	X	4	
22	28	8	X	0	(
	26	3	X	4	
23	28	8	X	0	$\mathcal{L} = \lambda$
	26	9	X	4	
24	28	8	X	0	)
	26	19	X	4	
25	28	8	X	0	G.L.
	22	0	X	26	2 x T.W.
26	10	4	A	0	
	22	0	B	2	⇒ 15 KO (+24) = $g(\lambda)$
27	10	0	A	0	
	22	19	B	1	⇒ 9 KO (+24) schoon
28	10	1	A	0	
	22	19	B	1	⇒ 21 KO (+24) schoon
29	26	0	X	4	
	4	9	X	0	
30	4	10	X	0	
	2	3099	X	30	
31	26	1	X	20	
	25	2	X	4	
	RC				

Kanaal P12

	RA RD	0	P	12	
0	5	8	X	0	$(8 \times 0) = -\frac{1}{2}(n-1) + 2$
	26	1	X	4	
1	4	5	K	0	coef λ^2
	22	26	S	2	$\Rightarrow$
2	10	23	J	0	
	18	23	J	0	
3	12	11	A	1	re h^2
	10	29	J	0	
4	18	29	J	0	
	8	11	A	1	
5	12	25	K	1	coef λ^0
	10	23	J	0	
6	8	23	J	0	
	13	1	K	1	
7	7	7	P	12	$\Rightarrow$
b24P12 $\Rightarrow$	10	5	A	0	bereken $h(\lambda)$
8	8	14	R	7	
	8	10	X	0	
9	12	13	P	12	zet opdr.
	8	14	R	7	
10	12	15	P	12	zet opdr.
	10	27	S	10	
11	8	10	X	0	
	12	17	P	12	zet $\begin{matrix} 10 & 21 & J1 \\ 8 & 21 & J1 \end{matrix}$
12	24	0	X	4	
	22	26	S	2	$\Rightarrow$
13	RX	1			$\begin{matrix} 10 & 21 & J1 \\ 18 & 21 & J1 \end{matrix}$
14	12	11	A	1	
	22	0	X	0	
15	RX	1			$\begin{matrix} 10 & 27 & J1 \\ 18 & 27 & J1 \end{matrix}$

Kanaal P12

16	8	11	A	1	
	12	5	A	1	coef λ^0
17	RX	1			10 21 J1
					8 21 J1
18	13	11	A	1	coef λ^1
	6	19	P	12	$\Rightarrow$
19	22	10	B	2	$\Rightarrow$
	2	8	X	0	
20	24	1	X	4	
	4	8	X	0	
21	14	25	P	12	$\rightarrow$ reele wortel verm.
	2	9	X	0	
22	0	3	A	0	
	4	9	X	0	
23	2	10	X	0	
	0	22	R	7	
24	4	10	X	0	
	7	7	P	12	$\Rightarrow$
25	26	15	X	12	
	18	3099	X	30	
26	25	15	X	12	$(S) = \frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$
	8	17	A	0	
27	24	18	X	12	
	12	29	P	12	
28	24	0	X	4	
	22	16	S	0	$\Rightarrow$
29	RX	1			11 $23 + \frac{1}{2}(n-1) \cdot 30$ J0
					12 5 A1
30	7	30	P	12	$\Rightarrow$
	10	18	A	0	
31	12	11	X	0	
	22	0	B	3	$\Rightarrow$
	RC				

a21 $\rightarrow$

.Kanaal P13

	RA	0	P	13
	RD			
0	22	16	S	0
1	10	9	K	0
1	14	29	X	0
	6	2	P	13
2	22	0	X	26
	2	3099	X	30
3	4	8	X	0
	2	20	A	0
4	4	8	P	13
	0	8	A	0
5	4	10	P	13
	2	21	A	0
6	4	11	P	13
	24	6	X	4
7	4	9	P	13
	22	26	S	2
8	RA	12	P	13
9				
10				
11				
12	7	12	P	13
	2	8	P	13
13	0	3	A	0
	4	8	P	13
14	0	8	A	0
	4	10	P	13
15	2	11	P	13
	24	24	X	4

⇒

typ +1

⇒

⇒ bereken T en N

(8 X0) = n

zet 10 9 K0
8 15 K0zet 10 1 K1
8 7 K1zet 12 21 K0
22 0 X0zet 12 27 K0
22 0 X0

⇒

10 9 K0 (+48)

8 15 K0 (+48)

12 27 K0 (+24)

N

22 0 X0

10 1 K1 (+48)

8 7 K1 (+48)

12 21 K0 (+24)

T

22 0 X0

⇒

Kanaal P13

16	4	11	P	13
	24	6	X	4
17	4	9	P	13
	2	8	X	0
18	25	2	X	4
	4	8	X	0
19	15	7	P	13
	2	27	R	7
20	4	10	P	16
	2	0	R	8
21	4	5	P	16
	2	3099	X	30
22	26	1	X	20
	25	1	X	4
23	5	30	A	1
	2	29	A	0
24	4	26	P	14
	24	6	X	4
25	4	18	P	15
	26	15	X	12
26	18	3099	X	30
	25	75	X	12
27	24	0	X	4
	12	7	X	0
28	24	17	X	30
	8	7	X	0
29	8	5	A	0
	12	15	P	14
30	26	7	X	4
	4	4077	X	0
31	26	1	X	4
	4	31	A	1
	RC			

→

zet verlaag vorm λ^2

zet sprong opdr.

 $-\frac{1}{2}(n-3)$ zet graadzet berg ck_n zet berg c_n $(S) = 15$ $15n$ $(X0+7) = \frac{1}{2}(n-5).30$ zet $\begin{matrix} 10 & 15 & J1 \\ 18 & 15 & J1 \end{matrix} + \frac{1}{2}(n-5).30$

zet telling tab op 7 i.p.v. 6

zet $n=1$

Kanaal P14

	RA	O	P	14	
	RD				
0	26	18	X	12	
	28	8	X	8	H.L.
1	26	23	X	4	
	28	8	X	0	C
2	26	31	X	4	
	28	8	X	0	K
3	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
4	26	34	X	4	
	28	8	X	0	n
5	26	63	X	4	
	28	8	X	0	spatie
6	28	8	X	8	H.L.
	26	23	X	4	
7	28	8	X	0	C
	26	19	X	4	
8	28	8	X	0	G.L.
	26	34	X	12	
9	28	8	X	8	n
	22	3	X	24	
10	22	3	X	24	
	22	3	X	24	
11	22	3	X	24	
	22	3	X	24	
12	22	3	X	24	
	26	34	X	12	
13	28	8	X	8	n
	24	0	X	4	
a12P16 ⇒ 14	22	0	X	26	⇒
	22	26	S	2	⇒
15	RX	1			

(-30)

10	$15 + \frac{1}{2}(n-5) \cdot 30$	J1	10	17	J0	(+30)
18	$15 + \frac{1}{2}(n-5) \cdot 30$	J1	18	17	J0	(+30)

Kanaal P14

16	13	21	B	0	zet $(jf_n)^2$
	6	17	P	14	⇒
17	2	30	A	1	
	25	1	X	4	
18	5	15	B	0	graad pol. T
	10	1	A	0	
19	22	0	B	0	⇒
	22	16	S	0	⇒
20	12	5	A	1	<u>$5A1 = \alpha T(\lambda)$</u>
	6	21	P	14	
21	2	30	A	1	
	25	1	X	4	
22	5	15	B	0	graad pol. N
	10	15	A	0	
23	22	0	B	0	⇒
	24	0	X	4	
24	22	16	S	0	⇒
	12	11	A	1	<u>$\alpha N(\lambda) = 11A1$</u>
25	20	5	A	1	
	12	17	A	1	ck_n
26	RX	1			12 5 LO (+24) berg ck_n
					14 29 X0
27	7	27	P	14	⇒
	10	31	A	1	
28	22	4	X	28	⇒ typ n
	2	30	A	1	
29	25	1	X	4	
	4	7	X	0	$-\frac{1}{2}(n-1) = (X0+7)$
30	2	24	A	0	
	4	1	P	15	zet opdr.
31	2	25	A	0	
	4	2	P	15	zet opdr.
	RC				

Kanaal P15

b8 ⇒

	RA RD	0	P	15
0	22	16	S	0
1	10	17	A	1
1	RX	2		
2				
3	7	3	P	15
	2	7	X	0
4	24	1	X	4
	4	7	X	0
5	14	9	P	15
	2	1	P	15
6	0	8	A	0
	4	1	P	15
7	2	2	P	15
	24	24	X	4
8	4	2	P	15
	6	0	P	15
9	2	30	A	1
	25	1	X	4
10	5	8	X	0
	22	16	S	0
11	11	21	B	0
	12	17	A	1
12	7	12	P	15
	10	15	A	0
13	22	16	B	3
	2	30	A	1
14	5	15	B	0
	10	15	A	0
15	22	0	B	0
	24	0	X	4

⇒

19 21 KO (+24)
8 27 KO (+24)
12 27 KO (+24)
22 0 XO

⇒

→ klaar met N'n+1

⇒

a5 →

⇒

17A1.α p

⇒

Nn+1 ≠ N'n+1

graad pol. Nn+1

⇒

(R) = Nn+1(λ)

Kanaal P15

	16	22	16	S	0	⇒	
		18	21	B	0		
	17	12	11	A	1		
		20	5	A	1		
	18	RX	1				12 11 LO (+24) <u>berg cn</u>
							14 29 XO
	19	10	5	A	1		
		20	11	A	1		
	20	12	23	A	1		<u>23A1 = α^1/cn</u>
		6	21	P	15	⇒	
	21	2	30	A	1		
		25	1	X	4		
	22	5	7	X	0		(X0+7) = graad pol. Tn
		2	26	A	0		
	23	4	26	P	15		zet opdr.
		2	25	A	0		
	24	25	6	X	4		
		4	27	P	15		zet 12 21 KO 22 0 XO
d1P16 →	25	22	16	S	0	⇒	
		10	23	A	1		
	26	RX	2				19 27 KO (+24)
							8 21 KO (+24)
	27						12 21 KO (+24)
							22 0 XO
	28	7	28	P	15	⇒	
		2	26	P	15		
	29	0	8	A	0		
		4	26	P	15		
	30	2	27	P	15		
		24	24	X	4		
	31	4	27	P	15		
		2	7	X	0		
		RC					

Kanaal P16

	RA RD	O	P	16
0	25 4	1 7	X X	4 0
1	14 2	25 30	P A	15 1
2	25 5	1 8	X X	4 0
3	10 22	1 16	A B	0 3
4	2 24	30 1	A X	1 4
5	RX	1		
6	2 24	26 24	P X	14 4
7	4 24	26 6	P X	14 4
8	4 2	18 31	P A	15 1
9	24 10	1 15	X P	4 14
10	RX	1		
11	4 6	31 14	A P	1 14
12	22 26	0 12	X X	26 12
13	18 25	3099 12	X X	30 12
14	8 12	29 17	A P	0 16
15	24 22	0 16	X S	4 0

→

$(X0+8) = \text{graad pol } T'_{n+1}$

$\Rightarrow T_{n+1} \neq T'_{n+1}$

4 30 A1 4 30 A1
14 12 P16 → 15 2 P18 →

verhoog en berg ck_n

verhoog en berg c_n

9 22 R 7 8 22 R 7
12 15 P14 12 15 P14

⇒

⇒

12n

$(S) = \frac{1}{2}(n-1) \cdot 24$

zet opdr.

⇒

b5 →

Kanaal P16

16	10	27	K	0	
	20	21	K	0	
17	RX	1			12 $5+\frac{1}{2}(n-1)24$ LO
					14 29 XO
18	6	20	P	16	$\Rightarrow$
	10	31	A	1	
19	24	1	X	12	
	22	4	X	28	$\Rightarrow$ typ $\frac{1}{2}(n+1)$
20	22	0	X	26	
	26	18	X	12	
21	28	8	X	8	H.L.
	26	23	X	4	
22	28	8	X	0	C
	26	31	X	4	
23	28	8	X	0	K
	26	19	X	4	
24	28	8	X	0	G.L.
	26	17	X	4	
25	28	8	X	0	'
	26	34	X	4	
26	28	8	X	0	n
	26	13	X	4	
27	28	8	X	0	+
	26	1	X	4	
28	28	8	X	0	1
	26	63	X	4	
29	28	8	X	0	spatie
	26	23	X	4	
30	28	8	X	8	H.L.
	28	8	X	0	C
31	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
	RC				

Kanaal P17

	RA	O	P	17	
	RD				
0	26	17	X	4	
	28	8	X	0	
1	26	34	X	4	
	28	8	X	0	n
2	22	3	X	24	⇒
	22	3	X	24	⇒
3	22	3	X	24	⇒
	22	3	X	24	⇒
4	22	3	X	24	⇒
	24	0	X	4	
5	26	34	X	4	
	28	8	X	0	n
6	22	0	X	26	⇒
	2	3099	X	30	
7	4	8	X	0	(X0+8) = n
	2	20	A	0	
8	4	13	P	17	zet opdr.
	0	8	A	0	
9	0	19	A	0	+ 1 0 X0
	4	15	P	17	+ 0 0 X0
10	2	21	A	0	zet opdr.
	4	16	P	17	zet opdr.
11	24	6	X	4	
	4	14	P	17	zet opdr.
12	24	0	X	4	
	22	26	S	2	⇒
13	RA	17	P	17	10 9 K0 (+48)
14					8 15 K0 (+48)
					12 27 K0 (+24)
15					22 0 X0
					11 1 K1 (+48)
					8 7 K1 (+48)

b24 →

Kanaal P17

16				
17	7	17	P	17
	2	13	P	17
18	0	3	A	0
	4	13	P	17
19	2	15	P	17
	0	3	A	0
20	4	15	P	17
	2	16	P	17
21	24	24	X	4
	4	16	P	17
22	24	6	X	4
	4	14	P	17
23	2	8	X	0
	25	2	X	4
24	4	8	X	0
	15	12	P	17
25	2	27	R	7
	1	19	A	0
26	4	10	P	16
	2	1	R	8
27	4	5	P	16
	2	3099	X	30
28	26	1	X	20
	5	31	A	1
29	25	1	X	4
	5	30	A	1
30	2	29	A	0
	24	12	X	4
31	4	26	P	14
	24	6	X	4
	RC			

12 21 KO (+24)

22 0 X0

⇒

→

zet: verhoog vorm λ^2

zet sprongopdr.

$$-\frac{1}{2}(n-1) = (31 \text{ A1})$$

$$-\frac{1}{2}(n-3) = (30 \text{ A1})$$

zet berg ck_n

Kanaal P18					
	RA	O	P	18	
	RD				
0	4	18	P	15	zet berg c_n
	2	5	A	0	
1	1	22	R	7	
	4	15	P	14	zet 10 17 JO
2	7	14	P	14	18 17 JO
	22	0	X	26	$\Rightarrow$
3	26	12	X	12	$\Rightarrow$
	18	3099	X	30	
4	8	29	A	0	12 5 LO
	12	7	P	18	14 29 XO
5	24	0	X	4	zet opdr. 12 $17+\frac{1}{2}(n-1)24$ LO
	22	16	S	0	14 29 XO
6	10	27	K	0	$\Rightarrow$
	20	21	K	0	
7	RX	1			12 $17+\frac{1}{2}(n-1)24$ LO
					14 29 XO
8	7	8	P	18	$\Rightarrow$
	26	1	X	4	
9	28	8	X	0	
	22	0	X	26	$\Rightarrow$
10	26	18	X	12	
	28	8	X	8	H.L.
11	26	38	X	4	
	28	8	X	0	R
12	26	19	X	4	
	28	8	X	0	G.L.
13	26	34	X	4	
	28	8	X	0	n
14	22	3	X	24	$\Rightarrow$
	22	3	X	24	$\Rightarrow$
15	22	3	X	24	$\Rightarrow$
	22	3	X	24	$\Rightarrow$

b5P16 →

Kanaal P18

16	22	3	X	24	⇒	
	22	3	X	24	⇒	
17	26	34	X	4		
	28	8	X	0	n	
18	22	0	X	26	⇒	
	10	3099	X	30		
19	26	1	X	30		
	12	30	A	1	$\frac{1}{2}(n-1)$	
20	26	1	X	4		
	4	31	A	1	zet 1	
21	26	24	X	12		
	18	30	A	1		
22	12	7	X	0	$(X0+7) = \frac{1}{2}(n-1) \cdot 24$	
	25	18	X	12		
23	24	17	X	30		
	8	2	R	8	$\begin{matrix} 10 & 5 & L0 \\ +20 & 17 & L0 \end{matrix}$	
24	24	6	X	12		
	12	1	P	19	zet $\begin{matrix} 10 & 11 & L0 \\ 20 & 23 & +\frac{1}{2}(n-1) \cdot 24 - 24 & L0 \end{matrix}$	
25	10	7	X	0		
	24	17	X	30		
26	8	2	R	8	$\begin{matrix} + & 10 & 5 & L0 \\ & 20 & 17 & L0 \end{matrix}$	
	12	29	P	18	zet $\begin{matrix} 10 & 5 & L0 \\ 20 & 17 & +\frac{1}{2}(n-1) \cdot 24 & L0 \end{matrix}$	
27	10	7	X	0		
	8	2	R	8	$\begin{matrix} + & 10 & 5 & L0 \\ & 20 & 17 & L0 \end{matrix}$	
28	12	11	P	19	zet $\begin{matrix} 10 & 5+\frac{1}{2}(n-1) \cdot 24 & L0 \\ 20 & 17 & L0 \end{matrix}$	
b9P19 →	22	26	S	2	⇒	
29	RX	1				$\begin{matrix} 10 & 5 & L0 \\ 20 & 17+\frac{1}{2}(n-1) \cdot 24 & L0 \end{matrix}$
30	14	29	X	0		
	6	31	P	18	⇒ e.i.	
31	10	31	A	1		
	22	4	X	28	⇒ n getypt	
	RC					

Kanaal P19

	RA	0	P	19	
	RD				
0	24	0	X	4	⇒
	22	16	S	0	⇒
1	RX	1			10 11 LO
					20 $22 + \frac{1}{2}(n-1) \cdot 24 - 24$ LO
2	14	29	X	0	
	6	3	P	19	⇒
3	22	0	X	26	⇒
	2	29	P	18	
4	0	3	R	8	+ +24
	4	29	P	18	-24
5	2	1	P	19	
	0	3	R	8	+ +24
6	4	1	P	19	-24
	2	31	A	1	
7	24	1	X	4	
	4	31	A	1	
8	2	30	A	1	
	25	1	X	4	
9	4	30	A	1	
	15	28	P	18	→
10	22	3	X	26	
	22	16	S	0	⇒
11	RX	1			10 $5 + \frac{1}{2}(n-1) \cdot 24$ LO
					20 17 LO
12	14	29	X	0	
	6	13	P	19	⇒
13	22	0	X	26	⇒
	29	4096	X	0	
14	RC				
15					

Kanaal P19

16	22	16	S	0
	8	21	B	0
17	2	29	X	0
	6	4	P	10
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Kanaal AO

	RA RD	O	A	O
0	0	9	K	0
	0	0	X	0
1	0	21	K	0
	0	0	X	0
2	10	3	J	1
	18	3	J	1
3	0	48	X	0
	0	48	X	0
4	0	15	K	0
	0	0	X	0
5	10	15	J	1
	18	15	J	1
6	10	9	K	0
	14	29	X	0
7	18	15	K	0
	12	27	K	0
8	0	24	X	0
	0	24	X	0
9	15	1	P	5
	10	11	A	0
10	10	5	L	0
	12	9	K	0
11	14	12	P	4
	10	11	A	0
12	19	9	K	0
	8	7	K	1
13	10	5	L	0
	12	27	K	0
14	12	11	L	0
	6	12	P	6
15	0	27	K	0
	0	0	X	0

Kanaal A0

16	10	3	J	1
	8	3	J	1
17	11	5	J	0
	12	5	A	1
18	18	9	K	0
	8	1	K	1
19	1	0	X	0
	0	0	X	0
20	10	9	K	0
	8	15	K	0
21	12	21	K	0
	22	0	X	0
22	10	5	L	0
	14	29	X	0
23	18	9	K	0
	9	1	K	1
24	19	21	K	0
	8	27	K	0
25	12	27	K	0
	22	0	X	0
26	19	27	K	0
	8	21	K	0
27	0	6	X	0
	0	24	X	0
28	18	27	K	0
	12	21	K	0
29	12	5	L	0
	14	29	X	0
30	RG +.	001		
31	+ 3932154 RC			

Kanaal A1

0					coef λ^0
1					coef $G'(x)$
2					p^2
3					$T(\lambda)$
4					
5					
6					re^2g
7					$\delta\varphi$
8					$\frac{1}{2}\sqrt{p^2 + q^2}$
9					na schatting
10					$N(\lambda).$
11					
12					un^2g
13					φ^2
14					$\frac{1}{2}p$
15					$H'(x)$
					ck_n
					p lineaire uitdeling.

Kanaal A1

16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	

 Δx

$$\frac{1}{K} \frac{1}{c_n}$$

 φ_1

$$-\frac{1}{2}(n-3)$$

$$n = 1 \text{ t/m } 6 \text{ } 5 \text{ t/m } 1$$

Kanaal B0

bereken $f(x)$ voor $x = 0$ $f(x) = n^e$ graadspolynoom

b12 →

	RA	0	B	0	
	RD				
0	4	13	B	0	zet kop.opdr.
	8	28	B	0	
1	12	3	B	0	
	9	14	B	0	
2	12	8	B	0	
	22	26	S	2	⇒
3	RX	1			10 a0
					12 27 B0
4	7	4	B	0	⇒
	2	15	B	0	
5	29	0	X	0	A=0?
	14	13	B	0	→ koppelopdracht
6	24	0	X	4	
	22	16	S	0	⇒
7	10	21	B	0	
	18	27	B	0	
8	RX	1			8 A0 + n.24
					12 27 B0
9	7	9	B	0	⇒
	10	8	B	0	
10	24	24	X	12	
	12	8	B	0	
11	2	15	B	0	
	25	1	X	4	
12	4	15	B	0	A > 0?
	15	6	B	0	→
13	RX	1			kop.opdr
					(R) = f(a)
14	1	4072	X	0	2 - 24 X 0
	0	0	X	0	
15	RA	28	B	0	n = graad

Kanaal B0

bereken $f(x)$ voor $x = 0$

$f(x) = n^e$ graadspolynoom

16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28	10	0	X	0
	12	27	B	0
29	28	0	X	0
	26	16	X	0
30	(RX	1		)
31	18	25	K	1
	12	5	K	2
	RC			

a

wr

b31B3 ⇒

$A \neq 0$?

stop; factordeling fout.

kop.opdr.

Kanaal B1

$$\text{Subr. } q \quad q(x) = -G(x)F'(x) + G'(x)F(x) \quad x = \lambda^2$$

	RA	0	B	1	
	RD				
0	4	18	B	1	pl. kop.opdr.
	2	3099	X	30	
1	4	15	B	0	zet graad
	10	4	A	0	
2	22	0	B	0	⇒
	22	16	S	0	⇒
3	12	5	A	1	5 A1 = <u>αG(x)</u>
	6	4	B	1	⇒
4	2	3099	X	30	
	25	1	X	4	
5	4	15	B	0	graad
	10	0	A	0	
6	22	0	B	0	⇒
	22	16	S	0	⇒
7	12	11	A	1	11 A1 = <u>αF(x)</u>
	6	8	B	1	⇒
8	2	3099	X	30	
	25	1	X	4	
9	4	15	B	0	graad
	10	15	A	0	
10	22	0	B	0	⇒
	22	16	S	0	⇒
11	12	17	A	1	17 A1 = <u>αG'(x)</u>
	6	12	B	1	⇒
12	2	3099	X	30	
	25	2	X	4	
13	4	15	B	0	gr.
	10	1	A	0	
14	22	0	B	0	⇒ 27 B0 = <u>αF'(x)</u>
	22	16	S	0	⇒
15	19	5	A	1	-F'(x)G(x)
	12	29	R	6	

Kanaal B1

Subr. Q $Q(x) = -G(x)F'(x) + G'(x)F(x) \quad x = \lambda^2$

	16	10	17	A	1	
		18	11	A	1	
	17	8	29	R	6	(R) = Q(x)
		6	18	B	1	⇒
	18	RX	1			koppelopdr.
α(+24)→	19	4	29	B	1	pl. kop
		2	3099	X	30	
	20	24	1	X	4	
		4	7	X	0	n+1
	21	8	28	S	4	
		12	24	B	1	zet opdr. + $\begin{matrix} 12 & 0 & X & 0 \\ 6 & 25 & B & 1 \end{matrix}$
	22	24	0	X	4	
		22	26	S	2	⇒
	23	10	8	R	7	
		22	16	S	0	⇒
a28 →	24	RX	1			$\begin{matrix} 12 & \alpha \\ 6 & 25 & B1 \end{matrix}$
	25	2	24	B	1	
		24	24	X	4	
	26	4	24	B	1	
		2	7	X	0	
	27	25	1	X	4	
		4	7	X	0	
	28	15	23	B	1	→
		24	0	X	4	
	29	RX	1			kop.opdr.
	30	12	0	X	0	
		10	9	K	0	
	31	18	25	K	1	
		8	29	K	2	
		RC				

57

Kanaal B2

		RA	0	B	2	
		RD				
transp. ⇒ 9KO → ∞ +24 +24	0	4	9	B	2	zet kop.
		8	30	B	1	
	1	24	17	X	30	
		12	4	B	2	zet opdr.
	2	2	3099	X	30	
		24	1	X	4	
	3	4	7	X	0	zet n+1
b8 →		22	16	S	0	⇒
	4	RX	1			10 9 KO (+24)
						12 ∞ (+24)
	5	7	5	B	2	⇒ e.i.
		2	4	B	2	
	6	0	8	A	0	
		4	4	B	2	
	7	2	7	X	0	
		25	1	X	4	
	8	4	7	X	0	
		15	3	B	2	→
	9	RX	1			kop.opdr
polynoom ⇒	10	4	29	B	2	pl.kop.
		10	31	B	0	(S) = 18 25 K1
	11	8	9	X	0	12 5 K2
		12	16	B	2	
	12	10	31	B	1	
		8	9	X	0	
	13	12	18	B	2	
		10	26	S	10	
	14	8	9	X	0	
		12	19	B	2	
a26 →	15	22	16	S	0	⇒
		10	11	A	1	

Kanaal B2

16	RX	1			18 25(-24) K1 +48
					12 5(-24) K2 +48
17	22	0	X	0	
	10	5	A	1	
18	RX	2			18 25(-24) K1 +48
					8 29(-24) K2 +48
19					8 9(-24) K3 +48
					12 9(-24) K3 +48
20	7	20	B	2	⇒
	2	16	B	2	
21	1	8	A	0	
	4	16	B	2	
22	2	19	B	2	
	1	8	A	0	
23	4	19	B	2	
	2	18	B	2	
24	1	8	A	0	
	4	18	B	2	
25	1	30	B	2	- 18 9 -24 K0 = 18 17 R7
	28	0	X	0	- 8 13 -24 K1 = 8 21 K0
26	14	15	B	2	A≠0?
	22	16	S	0	→
27	10	21	K	0	⇒
	8	1	K	1	
28	12	1	K	1	
	6	29	B	2	⇒
29	(RX	1			kop.opdr.
30	18	17	R	7	
	8	21	K	0	
31	12	1	K	1	
	14	29	X	0	
	RC				

Kanaal B3

		RA	0	B	3
		RD			
pol.x ⇒	0	4	15	B	3
reele wortel		26	24	X	12
	1	18	3099	X	30
		25	24	X	12
	2	12	30	X	0
		24	17	X	30
	3	8	30	X	0
		8	11	X	0
	4	12	7	B	3
		10	30	X	0
	5	8	31	B	2
		12	8	B	3
a14 →	6	22	16	S	0
		10	5	A	1
	7	RX	2		
	8				
	9	7	9	B	3
		2	7	B	3
	10	1	8	A	0
		4	7	B	3
	11	2	8	B	3
		25	24	X	4
	12	4	8	B	3
		24	24	X	4
	13	1	31	B	2
		28	0	X	0
	14	14	6	B	3
		24	0	X	4
	15	RX	1		

koppelopdr.

$$(S) = 24$$

$$(S) = (n-1) \cdot 24$$

+ 18 9 KO
+ 8/9 1 K1
zet opdr.

+ 12 1 K1
+ 14 29 X0
zet opdr.

$$18 \quad 9 + (n-1) \cdot 24 \quad KO \quad -24$$

$$9 \quad 1 + (n-1) \cdot 24 \quad K1 \quad -24$$

$$12 \quad 1 + (n-1) \cdot 24 \quad K1 \quad -24$$

$$14 \quad 29 \quad X0$$

A≠0?

koppelopdr.

Kanaal B3

In.deling →	16	4	30	B	0	kop.opdr. berg plaats a0
		12	7	X	0	
	17	24	24	X	12	a0 a1 19 0 X 0 + 8 0 X 0
		24	17	X	30	
	18	8	7	X	0	
		8	28	S	10	
	19	12	22	B	3	+ 12 24 X0 6 24 B3
		10	7	X	0	
	20	8	29	S	10	
		12	23	B	3	
b28 →	21	22	16	S	0	⇒ (R) = wortel = p 19 a0 = b0 +24 8 a1 +24 12 b1 = a1 +24 6 24 B3
		10	17	A	1	
	22	RX	2			
	23					
	24	2	22	B	3	(8 x 0), graad
		0	8	A	0	
	25	4	22	B	3	
		2	23	B	3	
	26	24	24	X	4	
		4	23	B	3	
	27	2	8	X	0	→
		25	1	X	4	
	28	4	8	X	0	
		14	21	B	3	
	29	2	27	X	0	⇒
		26	15	X	20	
	30	0	26	X	0	
		0	25	X	0	
	31	0	24	X	0	
		6	29	B	0	
		RC				

R 358 A-constanten op R7, R8 en S10

	RD			
0				
1				
2	RD			
	RA	26	S	10
3	8	9	K	3
	12	9	K	3
4	10	21	J	1
	8	21	J	1
5	19	0	X	0
	8	0	X	0
6	12	24	X	0
	6	24	B	3
7	RA	24	R	7
8	10	27	R	8
	18	27	R	8
9	0	27	R	8
	12	17	A	1
10	12	23	J	0
	14	29	X	0
11	9	22	R	7
	12	15	P	4
12	RA	0	R	8
13	4	30	A	1
	14	12	P	16
14	4	30	A	1
	15	2	P	18
15	10	5	L	0
	20	17	L	0

R 358 A-constanten op R7, R8 en S10

16	RG			
	R $\bar{D}$	3145704		
17	12	0	X	0
	6	25	B	1
18	RC			
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Correcties

	RA	6	P	1		RA	0	P	0
	RD					RD			
0	2	10	X	0	22	4000	X	0	
	0	22	R	7	10	0	A	0	
1	RA	26	P	3	RA	18	P	16	
	12	12	X	0	6	20	P	16	
2	2	9	A	0	10	31	A	1	
	RA	10	P	7	RA	4	P	17	
3	6	25	X	16	22	3	X	24	
	22	0	R	0	24	0	X	4	
4	RA	19	P	9	RA	10	P	19	
	24	0	X	4	22	3	X	26	
5	12	5	P	10	22	16	S	0	
	RA	1	P	10	RC				
6	29	0	X	0	RA	27	R	7	
	14	16	P	19	RD				
7	RA	4	P	10	9	22	R	7	
	22	16	S	0	12	15	P	14	
8	11	29	X	0	RC				
	RA	15	P	13					
9	2	11	P	13	RA	16	S	14	
	24	24	X	4	RD				
10	RA	16	P	19	26	34	X	20	
	22	16	S	0	0	28	X	0	
11	8	21	B	0	RC				
	2	29	X	0	RA	18	B	3	
12	6	4	P	10	RD				
	RA	16	S	14	8	7	X	0	
13	26	34	X	20	8	28	S	10	
	0	28	X	0	RA	20	B	3	
14	RA	28	S	4	8	29	S	10	
	12	0	X	0	12	23	B	3	
15	6	25	B	1	RC				
	RC								

Correcties

	RA	9	B	1
	RD			
16	4	15	B	0
	10	15	A	0
17	RA	13	B	1
	4	15	B	0
18	10	1	A	0
	RA	21	B	1
19	8	28	S	4
	12	24	B	1
20	RC			
21	RA	16	R	3
	RD			
22	2	22	R	6
	10	28	R	6
23	RA	25	R	3
	8	22	R	6
24	8	28	R	6
	RC			
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				