MATHEMATISCH CENTRUM
2e BOERHAAVESTRAAT 49
AMSTERDAM
REKENAFDELING

ALGEMEEN PROGRAMMA VOOR LAAGDOORLAATFILTERS

door

L. Vasmel-Kaarsemaker.

R 358 A

1957

Algemeen programma voor laagdoorlaatfilters

n = graad van $g(\lambda)$

$g(\lambda)$ heeft $\frac{1}{2}(n-1)$ complexe wortels en 1 reële wortel.

$x = -\lambda^2 \quad G(x) = g(\lambda).g(-\lambda) \quad F(x) = f(\lambda).f(-\lambda) \quad H(x) = h(\lambda)h(-\lambda)$

$$G(x) = \left\{ \left(g^2_{\frac{1}{2}(n+1)} - \lambda^2\right)\right\} \prod_{i=1}^{\frac{1}{2}(n-1)} \left\{\lambda^4 + \lambda^2.2(-\mathrm{Re}^2 g_i + \mathrm{Im}^2 g_i) + \right.$$

$$\left. + (\mathrm{Re}^2 g_i + \mathrm{Im}^2 g_i)^2 \right\}$$

$$F(x) = \prod_{i=1}^{\frac{1}{2}(n-1)} \left\{\lambda^4 + \lambda^2.2\mathrm{Im}^2 f_i + \mathrm{Im}^4 f_i\right\}$$

$$H(x) = G(x) - \frac{1}{K_0} F(x)$$

k_0 zodanig dat $H(x)$ een imaginair dubbelpunt heeft d.w.z.

$G(x) - \frac{1}{K} F(x)$ heeft pos. reëel dubbelpunt

$G'(x) - \frac{1}{K} F'(x)$ heeft pos. reëel nulpunt

$$G(x_0) - \frac{1}{K_0} F(x_0) = 0$$

$$G'(x_0) - \frac{1}{K_0} F'(x_0) = 0$$

$$Q(x_0) = G(x_0)F'(x_0) - G'(x_0)F(x_0) = 0$$

Bepaal x_0 en $\frac{1}{K_0}$ $\qquad \frac{1}{K_0} = \frac{G(x_0)}{F(x_0)}$

Bepaal wortels van $H(x)$	$\frac{1}{2}(n-1)$	complexe wortels	(Bairstow)
	1	reële wortel	(Newton)

$H(x)$ is een polynoom in λ^2 dus in eerste instantie vindt men h_i^2, waaruit h_i bepaald wordt.

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 Re g_i + jIm g_i $1 \leq i \leq \frac{1}{2}(n-1)$; $g_{\frac{1}{2}(n+1)}$
2. wortels van $f(\lambda)$ dat zijn 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:

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

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 $\begin{matrix}22 & 9 & \mathrm{RO} \\ 22 & 0 & \mathrm{RO}\end{matrix}$. 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 $\begin{matrix}0 & m & \mathrm{XO} \\ 0 & n & \mathrm{XO}\end{matrix}$. 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 PO. De stop is automatisch.

Overzicht van werkruimten

Geheugenplaatsen	Inhoud
4 t/m 9 KO (+24)	F(x) h(λ)
10 " 15 KO (+24)	G(x) g(λ)
16 " 21 KO (+24)	wr, T, F'(x) H'(x)
22 " 27 KO (+24)	N, G'(x) H(x)
4 " 9 KO (+30)	an (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)	Re. g_i
6 " 11 J_0 (+30)	Im g_i
12 " 17 J_0 (+30)	Im. f_i
18 " 23 J_0 (+30)	Re h_i
24 " 29 J_0 (+30)	Im h_i

<u>Benodigde werkruimten:</u>

(n+1).30 + 4	vanaf	0 K 0	n max = 23 →	max	22 kanalen en 20 plaatsen
½(n+1).30	vanaf	0 J 0	"	"	11 kanalaen en 8 plaatsen
½(n+1).24	vanaf	0 L 0		"	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.

Voorponsing	Typconstanten	Tabconstanten
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	

<u>noodzakelijk: K0 = R8</u>

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(λ) en f(λ).

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

1. V.P.
2. SO t/m S5
3. S6 " S10
4. S11 " S15
5. PO " P6
6. P7 " P13
7. P14 " P19
8. AO, BO t/m B3
9. Subroutine Bairstow II (ter bepaling van complexe wortelparen)
10. Constanten op R7, R8 en S10
11. Typconstanten en tabconstanten
12. Wortels g(λ) en f(λ).

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

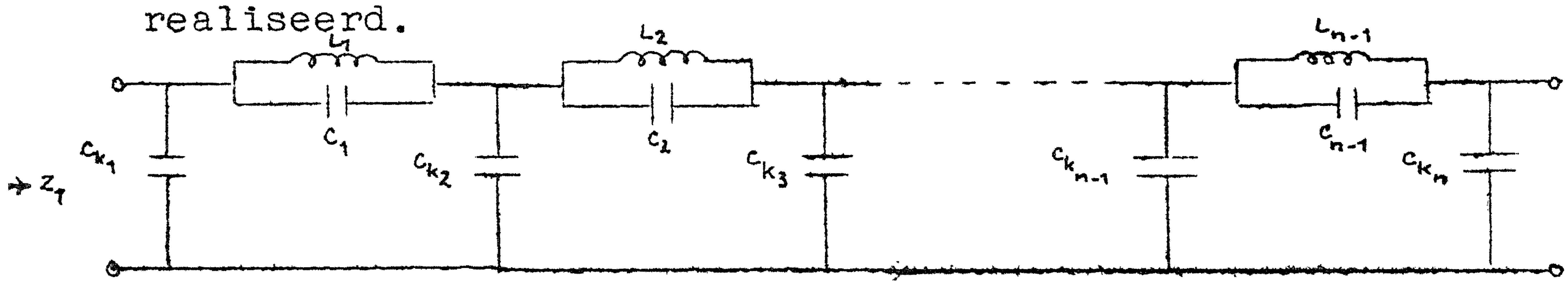
Voor de realisering van de vierpool wordt uitgegaan van de secundaire nullastimpedantie.

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

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:

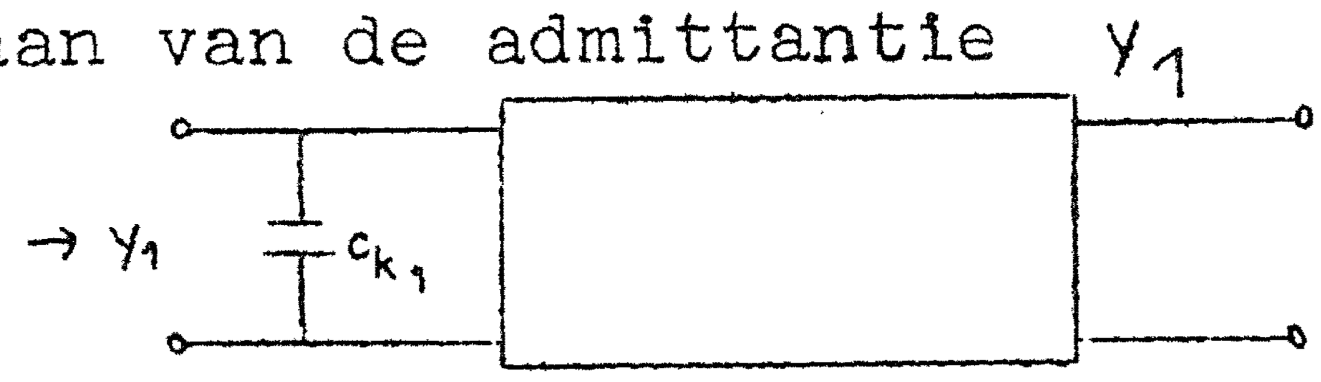
$$z_1 = \frac{T}{\lambda N}$$

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_{k_1} zodanig, dat $y_1 - \lambda c_{k_1} = 0$ voor $\lambda = j.f_1$

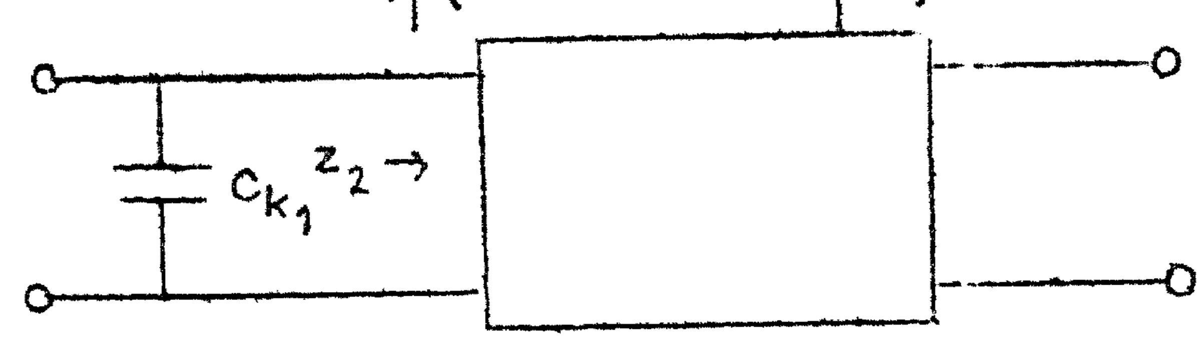
d.w.z. $\dfrac{\lambda (N - c_{k_1} T)}{T} = 0$ voor $\lambda = j.f_1$

$$\left[c_{k_1} = \frac{N}{T} \right]_{\lambda = j.f_1} .$$

Vorm de veelterm $N - c_{k_1} T = N_1'$

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:

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

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

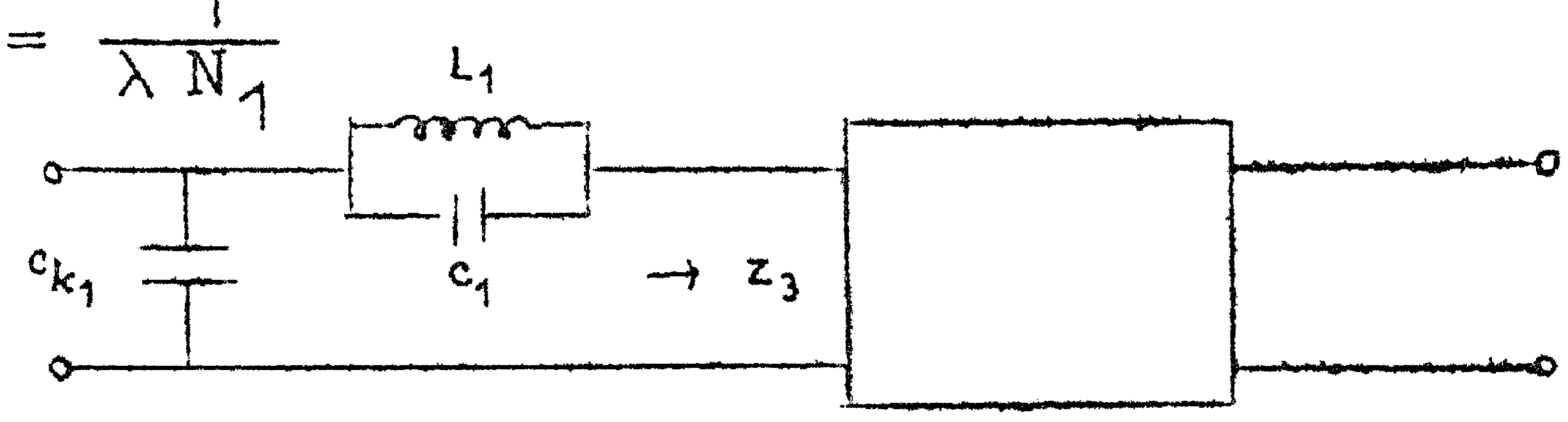
$$\left[{}^1/c_1 = \frac{T}{\lambda^2 N_1} \right]_{\lambda = j.f_1}$$

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:

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

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

Vorm de veelterm $N_1 - c_{k_2} T_1 = N_2'$

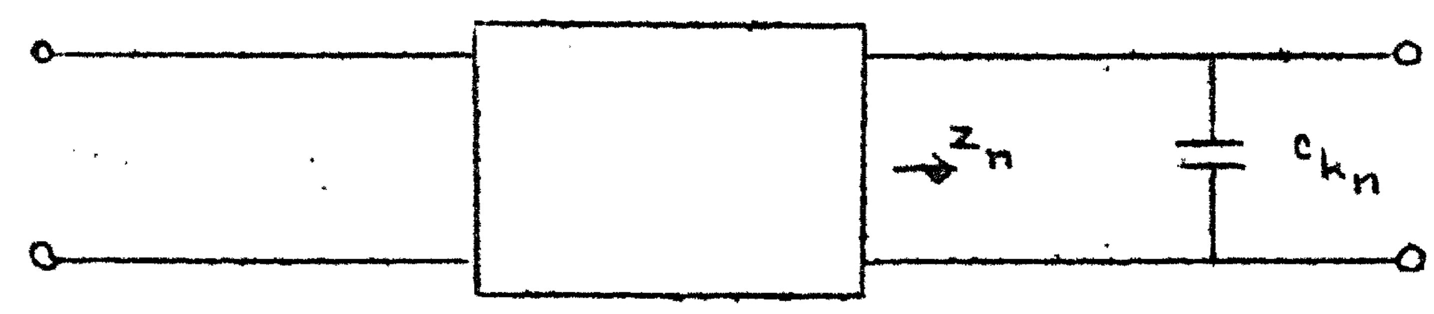
Deel N_2' door $(\lambda^2 + f_2^2)$ en noem het quotient N_2.

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

Het afsplitsen wordt begonnen met die pool, welke het dichtst bij de frequentie ∞ 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 nullastimpedantie. (1)

Hiervoor wordt uitgegaan van de primaire nullastimpedantie z_a

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

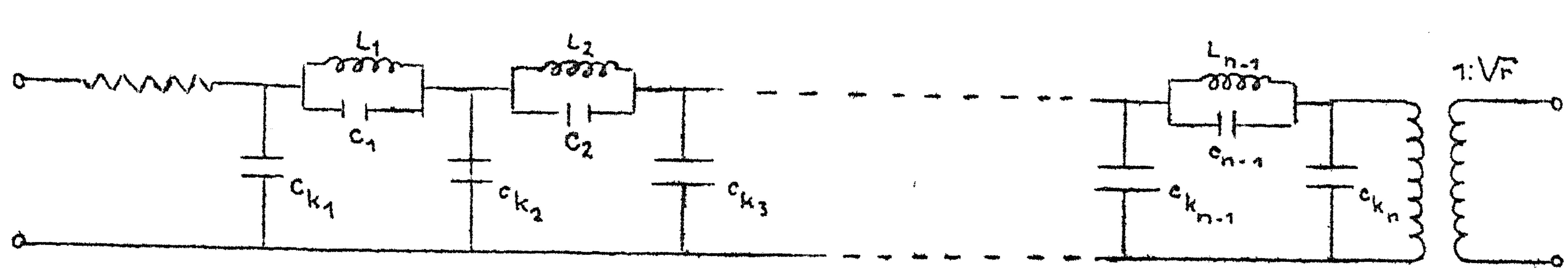
$(g - h)_e$ wordt gevormd door de even delen van $g(\lambda)$ en $h(\lambda)$ van elkaar af te trekken.
Door het afsplitsen van z_a volgens de aangegeven methode, echter met het verschil dat nu begonnen wordt met de pool welke het dichtst bij j_1 ligt, krijgt men de elementen in omgekeerde volgorde vermenigvuldigd met een constante factor. Door het bepalen van 2 à 3 elementen volgens deze methode kan de factor r worden berekend uit

$$\frac{c_{k_n}}{c_{k_n'}} = r$$

als controle kan dienen:

$$\frac{c_{k_n}}{c_{k_n}'} \cdot \frac{c_{n-1}}{c'_{n-1}} \quad \frac{c_{k_{n-1}}}{c_{k'_{n-1}}}$$

Het filterschema is nu als volgt:



Kanaal PO

	RA RD	O	P	O		
0	22	4000	X	0		naam en T.W.
	10	0	A	0		
1	22	19	B	1	⇒	9 KO(+24) = 0
	10	1	A	0		
2	22	19	B	1	⇒	21 KO(+24) = 0
	2	3099	X	30		
3	26	1	X	20		
	25	2	X	4		
4	5	8	X	0		$(XO + 8) = -\frac{1}{2}(n-1)+2$
	26	1	X	4		
5	4	5	K	0		coef λ^4
	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		coef λ^0
11	10	17	A	1		
	9	11	A	1		
12	8	29	X	0		
	12	1	K	1		coef λ^2
13	7	13	P	0	⇒	e.i.
	26	0	X	4		
14	4	9	X	0		
	4	10	X	0		
15	26	18	X	12		
	28	8	X	8		

Kanaal PO

	16	26	27	X	4		
		28	8	X	0		G
	17	26	8	X	4		
		28	8	X	0		(
	18	26	19	X	4		
		28	8	X	0		G.L.
	19	26	44	X	4		
		28	8	X	0		X
	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	⇒	
b7P1 ⇒	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)
							18 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	0	P	1		
	0	0	11	A	1		
		8	29	X	0		
	1	12	11	A	1		coef λ^2
		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	→	reele wortel
		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	⇒	
a4p1 →	8	26	15	X	12		
		18	3099	X	30		
	9	25	45	X	12		$\frac{1}{2}\{n-3\}.30$
		12	30	X	0		
	10	24	17	X	30		
		8	30	X	0		
	11	8	2	A	0		
		12	13	P	1		zet opdr.
	12	24	0	X	4		
		22	16	S	0	⇒	
	13	RX	1				10 ga
							18 ga
	14	12	5	A	1		coef λ^0
		6	15	P	1	⇒	e.i.
	15	10	23	A	0		18 9 K0
		12	11	X	0		zet 9 1 K1

Kanaal P1

16	22	0	B	3	⇒	x (λ - ga)(-λ - ga)
	22	16	S	0	⇒	..
17	11	9	K	0		
	12	9	K	0		
18	14	29	X	0		typ -1
	6	19	P	1	⇒	
19	10	4	A	0		
	22	0	B	2	⇒	15 KO(+24) = G(λ)g(-λ)
20	10	0	A	0		
	22	19	B	1	⇒	9 KO +n.24 = 0
21	10	1	A	0		
	22	19	B	1	⇒	21 KO + 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	⇒	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	⇒	
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 RD	0	P	2		
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

	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	⇒	
b15P2 →		26	24	X	12		
	20	18	3099	X	30		
		25	24	X	12		(n-1).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).24 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 ≠ 0?
		15	22	P	2	→	
	28	22	0	X	26		F(x) 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	0	P	3		
	0	28	8	X	0		G.L.
		26	44	X	4		
	1	28	8	X	0		X
		28	8	X	8		H.L.
	2	26	9	X	4		
		28	8	X	0		)
	3	26	19	X	4		G.L.
		28	8	X	0		
	4	22	0	X	26	⇒	
		2	3099	X	30		bereken G'(x)
	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		
b15P3 →	10	22	26	S	2	⇒	
		10	5	A	1		
	11	RX	1				18 15 KO (+24)
							12 27 KO (+24)
	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	→	

Kanaal P3

```
               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 |
b24P3 →        19 | 22    26  S   2 | ⇒
                  | 10     5  A   1 |
               20 | RX     1        |      18  9 KO (+24)
                  |                 |      12 21 KO (+24)
               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 |      O m X O
                  |                 |      O n X O
                  | 26    17  X  30 |
               26 | 12    12  X   0 |      (XO + 12) = n typ elke n^e regel
                  |  2     9  A   0 |
               27 |  4     9  P   4 |      zet sprong I
                  | 22    26  S   2 | ⇒
               28 | 10    11  J   0 |
                  | 18    11  J   0 |
               29 | 13    21  B   0 |      zet X = (i lm g_i)^2
                  | 10     8  R   7 |
               30 | 12    23  A   1 |
                  |  6    31  P   3 | ⇒    zet Δx = +.001
               31 |  2    30  A   0 |
                  |  4    20  A   1 |
                  | RC              |
```

Kanaal P4

		RA RD	O	P	4		
	0	22	0	B	1	⇒	bereken φ_1
		22	16	S	0	⇒	
	1	12	29	A	1		$\underline{29\ A1 = \alpha\varphi_1}$
		14	29	X	0		typ φ_1
bOP5 -	2	22	16	S	0	⇒	
		10	21	S	0		
		8	23	A	1		
		12	21	B	0		$x + \Delta x$
	4	7	4	P	4	⇒	
		22	0	B	1	⇒	φ_2
	5	22	16	S	0	⇒	
		12	17	A	1		$\underline{17\ A1 = \alpha\varphi_2}$
	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		S = 0? gelijk teken
	9	RX	1				(I) 15 1 P5 → (II) 14 12 P4 →
							10 11 A0 (II) 10 11 A0
	10	12	9	P	4		zet sprong in II
		22	16	S	0	⇒	
	11	11	23	A	1		
		12	23	A	1		$-\Delta x \doteqdot \Delta x$
a9 →	12	22	16	S	0	⇒	
		0	23	A	1		
	13	12	23	A	1		$\frac{1}{2}\Delta x \doteqdot \Delta x$
a11a9a7P5 ⇒		22	16	S	0	⇒	
	14	10	17	A	1		
		12	29	A	1		$\varphi_2 \doteqdot \varphi_1$
	15	7	15	P	4	⇒	
		2	12	X	0		

Kanaal P4

	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		(XO + 12) = n
a17 →		26	2	X	8		
	21	26	17	X	22		
		26	17	X	20		
	22	4	4	X	0		(XO + 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		
a24 →		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	O	P	5		
	0	28	0	X	0		$A \neq 0$?
		14	2	P	4	→	
	1	7	11	P	5	⇒	iteratie klaar
a9p4 →		22	16	S	0	⇒	
	2	10	17	A	1		
		9	29	A	1		$\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\delta\varphi}$
	3	12	11	A	1		
		6	4	P	5	⇒	
	4	2	24	A	1		
		28	34	X	20		
	5	15	7	P	5	→	φ_1 en φ_2 pos.
		2	6	A	1		
	6	29	34	X	20		
		15	9	P	5	→	$\delta\varphi$ neg.
	7	7	13	P	4	⇒	
a5 →		2	6	A	1		
	8	28	34	X	20		
		15	9	P	5	→	$\delta\varphi$ pos.
	9	7	13	P	4	⇒	
b8,b6 →		22	16	S	0	⇒	
	10	11	23	A	1		
		12	23	A	1		$-\Delta x = \Delta x$
	11	7	13	P	4	⇒	
a1 ⇒		22	0	X	26	⇒	
	12	26	18	X	12	⇒	
		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 - XO = 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					

Kanaal P6

		RA RD	0	P	6		
	0	26	44	X	4		
		28	8	X	0		X
	1	28	8	X	8		H.L.
		26	9	X	4		
	2	28	8	X	0		)
		26	19	X	4		
	3	28	8	X	0		G.L.
		22	0	X	26	⇒	
	4	2	3099	X	30		
		4	7	X	0		zet n
	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		coef hoogste macht H(x)
b16 →	9	22	16	S	0	⇒	
		10	23	A	1		
	10	RX	2				19 9 K0•(+24)
							8 7 K1 (+24)
	11						12 11 L0 (+ 6)
							6 12 P6
⇒	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		

Kanaal P6

	16	4	7	X	0		
		14	9	P	6	→	
	17	26	6	X	12		
		18	3099	X	30		n.6
	18	8	22	A	0		
		12	21	P	6		zet opdr.
	19	2	3099	X	30		
		24	1	X	4		
	20	4	7	X	0		zet n+1
b25 →		22	26	S	2	⇒	
	21	RX	1				10 5 + n.6 LO -6
							14 29 XO
	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		
	27	28	8	X	8		p
		26	63	X	4		
	28	28	8	X	0		spatie
		26	25	X	4		
	29	28	8	X	0		e
		26	34	X	4		
	30	28	8	X	0		n
		26	63	X	4		
	31	28	8	X	0		spatie
		26	37	X	4		
		RC					

Kanaal P7

		RA	0	P	7		
		RD					
	0	28	8	X	0		q
		22	0	X	26	⇒	
	1	26	6	X	12		
		18	3099	X	30		
	2	8	10	A	0		
		12	5	P	7		zet opdr.
	3	2	3099	X	30		
		24	1	X	4		
	4	4	7	X	0		n+1
9b →		22	26	S	2	⇒	
	5	RX	1				10 5+n.6 LO (-6) $\frac{1}{2}$(n-1)
							12 9 KO (+30)
	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	⇒	Bairstow 22 9 RO ⇒
band ⇒		22	0	R	0		of 22 0 RO ⇒
	11	22	0	X	26	⇒	
		26	43	X	4		
	12	28	8	X	0		w
		26	35	X	4		
	13	28	8	X	0		o
		26	38	X	4		
	14	28	8	X	0		r
		26	40	X	4		
	15	28	8	X	0		t
		26	25	X	4		

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 18 27 R8
	0	14	R	7	
29	4	5	P	8	zet 10 1 R9 18 1 R9
	2	25	R	7	
30	4	8	P	8	zet 0 27 R8 12 17 A1
	2	26	R	7	
31	4	11	P	8	zet 12 23 J0 14 29 X0
	24	6	X	4	
	RC				

Kanaal P8

		RA	0	P	8		
		RD					
	0	4	14	P	8		zet 12 29 JO 14 29 XO
		2	3099	X	30		
	1	26	1	X	20		
		4	5	P	7		$(P7 + 5) = \frac{1}{2}(n-1)$
b23 →	2	22	0	X	26		
		22	26	S	2	⇒	
	3	RX	1				10 27 R8 (+30)
							18 27 R8 (+30)
	4	12	5	A	1		5 A1 = αp^2
		22	0	X	0		
	5	RX	1				10 1 R9 (+30)
							18 1 R9 (+30)
	6	8	5	A	1		
		2	29	X	0		
	7	0	29	X	0		
		12	11	A	1		11 A1 = $\frac{1}{2}\sqrt{p^2 + q^2}$
	8	RX	1				0 27 R8 (+30)
							12 17 A1 17 A1 = $\alpha \frac{1}{2} p$
	9	8	11	A	1		
		2	29	X	0		
	10	13	29	X	0		
		22	0	X	0		
	11	RX	1				12 23 JO
							14 29 XO
	12	11	17	A	1		
		8	11	A	1		
	13	2	29	X	0		
		22	0	X	0		
	14	RX	1				12 29 JO
							14 29 XO
	15	7	15	P	8	⇒	
		2	3	P	8		

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		$(s) = \frac{1}{2}(n-3).30$
26	12	7	X	0		$(X0+7) = \frac{1}{2}(n-3).30$
	24	17	X	30		
27	8	7	X	0		
	8	2	A	0		
28	12	29	P	8		zet 10 3 J1 + $\frac{1}{2}(n-3).30$ 18 3 J1 + $\frac{1}{2}(n-3).30$
	22	26	S	2	⇒	
29	RX	1				10 3 J1 + $\frac{1}{2}(n-3).30$
						18 3 J1 + $\frac{1}{2}(n-3).30$
30	12	11	A	1		schatting re wortel H(x)
	6	31	P	8	⇒	
31	2	13	A	0		
	4	2	P	9		
	RC					

Kanaal P9

	RA RD	0	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 0 24 X 0
	4	2	P	9		
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 12 21 KO
11	22	16	S	0	⇒	
	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 J0 14 29 X0
	19	24	0	X	4		+ 1 0 X0 0 0 X0
		12	5	P	10		zet 12 23 J0 + $\frac{1}{2}$(n-1).30 14 29 X0
	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 RD	0	P	10		
	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 J0 + $\frac{1}{2}$(n-1).30
							14 29 X0
	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(λ)
		10	0	A	0		
	14	22	19	B	1	⇒	9 K0 (+24) schoon
		10	1	A	0		
	15	22	19	B	1	⇒	21 K0 (+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 X0) = $-\frac{1}{2}(n-1) + 2$
	19	26	1	X	4		
		4	5	K	0		zet coef λ^2
	20	22	26	S	2	⇒	
		10	5	J	0		
	21	18	5	J	0		
		12	11	A	1		re^2g
	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	⇒	
b10P11 ⇒	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	⇒	
	31	RC					10 3 J1 (+30)
							18 3 J1 (+30)

Kanaal P11

		RA RD	0	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	⇒	
	5	22	10	B	2	⇒	9 KO (+24) = g(λ)
		2	8	X	0		
	6	24	1	X	4		
		4	8	X	0		
	7	14	11	P	11	→	reële wortel verm.
		2	10	X	0		
	8	0	22	R	7		
		4	10	X	0		$+ {30 \atop 30}$
	9	2	9	X	0		
		0	3	A	0		
	10	4	9	X	0		
		6	26	P	10	⇒	
a7P11 →	11	26	15	X	12		
		18	3099	X	30		
	12	25	15	X	12		(S) = $\frac{1}{2}$(n-1).30
		8	17	A	0		
	13	12	14	P	11		zet 11 5 J0 + $\frac{1}{2}$(n-1).30 12 5 A1
		22	16	S	0	⇒	
	14	RX	1				11 5 J0 + $\frac{1}{2}$(n-1).30 J0 12 5 A1 coef λ^0
	15	7	15	P	11	⇒	
		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(λ)
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	0	P	12		
		RD					
	0	5	8	X	0		(8 X0) = $-\frac{1}{2}(n-1) + 2$
		26	1	X	4		
	1	4	5	K	0		coef λ^2
		22	26	S	2	⇒	
	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	⇒	
b24P12 ⇒		10	5	A	0		bereken h(λ)
	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 10 21 J1 8 21 J1
	12	24	0	X	4		
		22	26	S	2	⇒	
	13	RX	1				10 21 J1
							18 21 J1
	14	12	11	A	1		
		22	0	X	0		
	15	RX	1				10 27 J1
							18 27 J1

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	⇒	
	19	22	10	B	2	⇒	
		2	8	X	0		
	20	24	1	X	4		
		4	8	X	0		
	21	14	25	P	12	→	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	⇒	
a21 →	25	26	15	X	12		
		18	3099	X	30		
	26	25	15	X	12		(S) = $\frac{1}{2}$(n-1).30
		8	17	A	0		
	27	24	18	X	12		
		12	29	P	12		
	28	24	0	X	4		
		22	16	S	0	⇒	
	29	RX	1				11 23+$\frac{1}{2}$(n-1).30 J0
							12 5 A1
	30	7	30	P	12	⇒	
		10	18	A	0		
	31	12	11	X	0		
		22	0	B	3	⇒	
		RC					

.Kanaal P13

	RA RD	0	P	13		
0	22	16	S	0	⇒	
	10	9	K	0		
1	14	29	X	0		typ +1
	6	2	P	13	⇒	
2	22	0	X	26	⇒	bereken T en N
	2	3099	X	30		
3	4	8	X	0		(8 XO) = n
	2	20	A	0		
4	4	8	P	13		zet 10 9 KO 8 15 KO
	0	8	A	0		
5	4	10	P	13		zet 10 1 K1 8 7 K1
	2	21	A	0		
6	4	11	P	13		zet 12 21 KO 22 0 XO
	24	6	X	4		
7	4	9	P	13		zet 12 27 KO 22 0 XO
	22	26	S	2	⇒	
8	RA	12	P	13		10 9 KO (+48)
						8 15 KO (+48)
9						12 27 KO (+24) N
						22 0 XO
10						10 1 K1 (+48)
						8 7 K1 (+48)
11						12 21 KO (+24) T
						22 0 XO
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		

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		zet verlaag vorm λ^2
	2	0	R	8		
21	4	5	P	16		zet sprong opdr.
	2	3099	X	30		
22	26	1	X	20		
	25	1	X	4		
23	5	30	A	1		$-\frac{1}{2}(n-3)$ zet graad
	2	29	A	0		
24	4	26	P	14		zet berg ck_n
	24	6	X	4		
25	4	18	P	15		zet berg c_n
	26	15	X	12		(S) = 15
26	18	3099	X	30		15n
	25	75	X	12		
27	24	0	X	4		
	12	7	X	0		$(X0+7) = \frac{1}{2}(n-5).30$
28	24	17	X	30		
	8	7	X	0		
29	8	5	A	0		
	12	15	P	14		zet 10 15 J1 $+\frac{1}{2}(n-5).30$
30	26	7	X	4		18 15 J1 $+\frac{1}{2}(n-5).30$
	4	4077	X	0		zet telling tab op 7 i.p.v. 6
31	26	1	X	4		
	4	31	A	1		zet n=1
	RC					

Kanaal P14

		RA RD	O	P	14		
	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+½(n-5).30 J1 | 10 17 J0 (+30

18 15+½(n-5).30 J1 | 18 17 J0 (+30

Kanaal P14

16	13	21	B	0		zet $(jf_n)^2$
	6	17	P	14	$\Rightarrow$	
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	$\Rightarrow$	
	22	16	S	0	$\Rightarrow$	
20	12	5	A	1		$\underline{5A1 = \alpha T(\lambda)}$
	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	$\Rightarrow$	
	24	0	X	4		
24	22	16	S	0	$\Rightarrow$	
	12	11	A	1		$\underline{\alpha N(\lambda) = 11A1}$
25	20	5	A	1		
	12	17	A	1		ck_n
26	RX	1				12 5 LO (+24) berg ck_n
						14 29 XO
27	7	27	P	14	$\Rightarrow$	
	10	31	A	1		
28	22	4	X	28	$\Rightarrow$	typ $\lvert n \rvert$
	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

		RA RD	0	P	15		
b8 ⇒	0	22	16	S	0	⇒	
		10	17	A	1		
	1	RX	2				19 21 KO (+24)
							8 27 KO (+24)
	2						12 27 KO (+24)
							22 0 XO
	3	7	3	P	15	⇒	
		2	7	X	0		
	4	24	1	X	4		
		4	7	X	0		
	5	14	9	P	15	→	klaar met N'n+1
		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	⇒	
a5 →	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		17A1.α p
	12	7	12	P	15	⇒	
		10	15	A	0		
	13	22	16	B	3	⇒	Nn+1 $\neq$ N'n+1
		2	30	A	1		
	14	5	15	B	0		graad pol. Nn+1
		10	15	A	0		
	15	22	0	B	0	⇒	(R) = Nn+1(λ)
		24	0	X	4		

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) berg cn
							14 29 XO
	19	10	5	A	1		
		20	11	A	1		
	20	12	23	A	1		23A1 = α^1/cn
		6	21	P	15	⇒	
	21	2	30	A	1		
		25	1	X	4		
	22	5	7	X	0		(XO+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	1	X	4		
		4	7	X	0		
	1	14	25	P	15	→	
		2	30	A	1		
	2	25	1	X	4		
		5	8	X	0		(X0+8) = graad pol T'_{n+1}
	3	10	1	A	0		
		22	16	B	3	⇒	$T_{n+1} \neq T'_{n+1}$
	4	2	30	A	1		
		24	1	X	4		
	5	RX	1				4 30 A1 4 30 A1
							14 12 P16 → 15 2 P18 →
	6	2	26	P	14		
		24	24	X	4		
	7	4	26	P	14		verhoog en berg ck_n
		24	6	X	4		
	8	4	18	P	15		verhoog en berg c_n
		2	31	A	1		
	9	24	1	X	4		
		10	15	P	14		
	10	RX	1				9 22 R 7 8 22 R 7
							12 15 P14 12 15 P14
	11	4	31	A	1		
		6	14	P	14	⇒	
b5 →	12	22	0	X	26	⇒	
		26	12	X	12		
	13	18	3099	X	30		12n
		25	12	X	12		(S) = $\frac{1}{2}$(n-1).24
	14	8	29	A	0		
		12	17	P	16		zet opdr.
	15	24	0	X	4		
		22	16	S	0	⇒	

Kanaal P16

16	10	27	K	0		
	20	21	K	0		
17	RX	1				12 $5+\frac{1}{2}(n-1)\cdot 24$ LO
						14 29 XO
18	6	20	P	16	⇒	
	10	31	A	1		
19	24	1	X	12		
	22	4	X	28	⇒	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 RD	0	P	17		
	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 0 0 X0
		4	15	P	17		zet opdr.
	10	2	21	A	0		
		4	16	P	17		zet opdr.
	11	24	6	X	4		
		4	14	P	17		zet opdr.
	12	24	0	X	4		
b24 →		22	26	S	2	⇒	
	13	RA	17	P	17		10 9 K0 (+48)
							8 15 K0 (+48)
	14						12 27 K0 (+24)
							22 0 X0
	15						11 1 K1 (+48)
							8 7 K1 (+48)

Kanaal P17

16						12 21 KO (+24)
						22 0 XO
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		zet: verhoog vorm λ^2
	2	1	R	8		
27	4	5	P	16		zet sprongopdr.
	2	3099	X	30		
28	26	1	X	20		
	5	31	A	1		$-\frac{1}{2}(n-1)$ = (31 A1)
29	25	1	X	4		
	5	30	A	1		$-\frac{1}{2}(n-3)$ = (30 A1)
30	2	29	A	0		
	24	12	X	4		
31	4	26	P	14		zet berg ck_n
	24	6	X	4		
	RC					

Kanaal P18

		RA	0	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 18 17 JO
	2	7	14	P	14	⇒	
b5P16 →		22	0	X	26	⇒	
	3	26	12	X	12		
		18	3099	X	30		
	4	8	29	A	0		12 5 LO 14 29 XO
		12	7	P	18		zet opdr. 12 $17+\frac{1}{2}(n-1)24$ LO 14 29 XO
	5	24	0	X	4		
		22	16	S	0	⇒	
	6	10	27	K	0		
		20	21	K	0		
	7	RX	1				12 $17+\frac{1}{2}(n-1).24$ LO 14 29 XO
	8	7	8	P	18	⇒	
		26	1	X	4		
	9	28	8	X	0		
		22	0	X	26	⇒	
	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	⇒	
		22	3	X	24	⇒	
	15	22	3	X	24	⇒	
		22	3	X	24	⇒	

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		$(X0+7) = \frac{1}{2}(n-1).24$
		25	18	X	12		
	23	24	17	X	30		
		8	2	R	8		+ 10 5 LO 20 17 LO
	24	24	6	X	12		
		12	1	P	19		zet 10 11 LO 20 23 $+\frac{1}{2}(n-1).24-24$ LO
	25	10	7	X	0		
		24	17	X	30		
	26	8	2	R	8		+ 10 5 LO 20 17 LO
		12	29	P	18		zet 10 5 LO 20 17 $+\frac{1}{2}(n-1).24$ LO
	27	10	7	X	0		
		8	2	R	8		+ 10 5 LO 20 17 LO
	28	12	11	P	19		zet 10 $5+\frac{1}{2}(n-1).24$ LO 20 17 LO
b9P19 →		22	26	S	2	⇒	
	29	RX	1				10 5 LO 20 $17+\frac{1}{2}(n-1).24$ LO
	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 RD	0	P	19		
0	24	0	X	4	⇒	
	22	16	S	0	⇒	
1	RX	1				10 11 LO
						20 $22+\frac{1}{2}(n-1).24-24$ LO
2	14	29	X	0		
	6	3	P	19	⇒	
3	22	0	X	26	⇒	
	2	29	P	18		
4	0	3	R	8		+ $\begin{matrix}+24\\-24\end{matrix}$
	4	29	P	18		
5	2	1	P	19		
	0	3	R	8		+ $\begin{matrix}+24\\-24\end{matrix}$
6	4	1	P	19		
	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 $5+\frac{1}{2}(n-1).24$ 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 A0

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

Kanaal A1

16	
17	
18	
19	
20	Δx
21	$\frac{1}{K}$
22	$\frac{1}{c_n}$
23	
24	
25	
26	φ_1
27	
28	
29	
30	$-\frac{1}{2}(n-3)$
31	n = 1 t/m 6 5 t/m 1

Kanaal B0
bereken f(x) voor x = 0
$f(x) = n^e$ graadspolynoom

		RA RD	0	B	0		
	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		
b12 →		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					a
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					wr
	25					
	26					
	27					
	28	10	0	X	0	
		12	27	B	0	
b31B3 ⇒	29	28	0	X	0	A≠0?
		26	16	X	0	stop; factordeling fout.
	30	(RX	1			kop.opdr.
					)	
	31	18	25	K	1	
		12	5	K	2	
		RĊ				

Kanaal B1

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

	RA RD	0	B	1		
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 = α<u>G(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 = α<u>F(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 = α<u>G'(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 = α<u>F'(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)⇒0	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. + 12 0 X 0 / 6 25 B 1
	22	24	0	X	4		
		22	26	S	2	⇒	
	23	10	8	R	7		
a28 →		22	16	S	0	⇒	
	24	RX	1				12 α
							6 25 B1
	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					

Kanaal B2

		RA RD	0	B	2		
transp. ⇨ 9KO → α +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 α (+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 / 12 5 K2
	11	8	9	X	0		
		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		18 9 -24 K0 = 18 17 R7
25	1	30	B	2		- 8 13 -24 K1 = 8 21 K0
	28	0	X	0		A≠0?
26	14	15	B	2	→	
	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 RD	0	B	3		
pol.x ⇒ reele wortel	0	4	15	B	3		koppelopdr.
		26	24	X	12		(S) = 24
	1	18	3099	X	30		
		25	24	X	12		(S) = (n-1).24
	2	12	30	X	0		
		24	17	X	30		
	3	8	30	X	0		
		8	11	X	0		+ 18 9 K0 8/9 1 K1
	4	12	7	B	3		zet opdr.
		10	30	X	0		
	5	8	31	B	2		+ 12 1 K1 14 29 X0
		12	8	B	3		zet opdr.
a14 →	6	22	16	S	0	⇒	
		10	5	A	1		
	7	RX	2				18 9+(n-1).24 K0 -24
							9 1+(n-1).24 K1 -24
	8						12 1+(n-1).24 K1 -24
							14 29 X0
	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		A≠0?
	14	14	6	B	3	→	
		24	0	X	4		
	15	RX	1				koppelopdr.

Kanaal B3

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