

INTERIKO 67/9

TOELICHTING OP DE COMPUTERS IN BOL

J.E.J. Oberski, L.A.Ch. Koerts, R. van Dantzig,
K. Mulder

INHOUD

Inleiding

I Overzicht

II Constellatie

III Toelichting op de werking

1. algemeen

2. geheugen

3. processors

Inleiding

1. P

2. D

3. X

1. CRO

2. CHARON

4. synchronisatie

5. IKOB

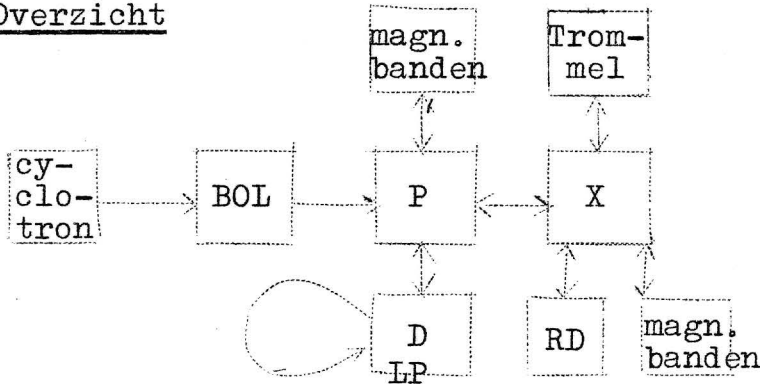
IV Bewerking van de informatie

TOELICHTING OP DE COMPUTERS IN BOL

Inleiding

Er wordt een zeer globaal overzicht gegeven van het experiment BOL. Het principe van de werking van de gebruikte computers wordt toegelicht. De constellatie wordt beschreven. De te verrichten taken worden aangestipt. Voor een nadere beschrijving van elk der delen zij naar de desbetreffende Interiko's verwezen.

I Overzicht



Een uit het cyclotron komende bundel deeltjes (protonen, deutronen, alpha-deeltjes) valt op een trefplaatje in de meetopstelling BOL. In het trefplaatje vinden kern processen plaats, b.v. verstrooiing van een invallend deeltje uit de bundel aan één van de kernen van het trefplaatje of een kernreactie etc. In de meetopstelling geplaatste waarnemingsinstrumenten (detectoren) zullen de uit het trefplaatje komende deeltjes (alpha's, protonen, deutronen, etc.) kunnen opvangen. Van een opgevangen deeltje wordt de energie en de deeltjessoort gemeten en gedigitaliseerd, d.w.z. in getalvorm omgezet. Deze getallen, tezamen met getallen omtrent bijkomende gegevens, zoals b.v. de uittree hoek t.o.v. de invallende bundel, worden toegevoerd aan de computer PDP-8, kortweg genaamd P. P ontvangt dus vanuit het experiment een informatie stroom (kortweg infostroom) opgebouwd uit "getallen".

In eerste aanleg doet P niet anders dan de infostroom door te sturen naar de met P verbonden magneetband eenheden waardoor de getallen op magnetische band worden vastgelegd. Daar er geen info verloren gaat, kan "het experiment" later vele malen onder exact dezelfde fysische condities worden herhaald. Tevens kan dit zeer snel gebeuren, daar bij het opnemen v.h. experiment op de band fysische restricties gelden voor de opneemsnelheid van de detectoren die vervallen zijn bij het terugspelen van de magneetband.

Het is noodzakelijk dat de fysicus op gezette tijden een snelle toegang tot bepaalde delen uit de infostroom heeft. Dit geldt zowel tijdens de inschakelperiode van het experiment waarbij allerlei controles moeten plaatsvinden en allerlei knoppen en schakelaars moeten worden ingesteld als ook op latere tijdstip-

pen in het verloop van het experiment, b.v. zeker wanneer controles uitgevoerd moeten worden. P kan daartoe een gedeelte van de infostroom niet alleen naar de magneetband sturen, maar ook naar de display-eenheid (D). Dit is eveneens een soort "computer". D zal de hem toegezonden deel-infostroom opslaan en tevens zichtbaar maken op het scherm van een oscilloscoopbuis. Ten gevolge van de eigenschappen van P kan dit display slechts zeer globale en ruwe inzichten geven in de totale infostroom.

Om meer informatie verstreckende displays te kunnen krijgen is de t.o.v. P en D zeer machtige computer EL-X8 (kortweg X genaamd) nodig. P kan de gehele van het experiment komende infostroom of een deel daarvan via een directe koppeling doorsturen naar X. X heeft dank zij zijn grotere capaciteit dan P de mogelijkheid om veel betere displays op te bouwen. Het zichtbaar maken van deze displays kan gebeuren op twee wijzen n.l. via de weg terug langs P naar D op de oscilloscoop en op de aan X gekoppelde regeldrukker op papier.

De aan D gekoppelde lichtpen is een essentieel instrument voor de fysicus om op de info gegevens te kunnen opereren. Vooral waar numerieke analyse zeer lastig is, maar het menselijk oog snel een goed inzicht kan verkrijgen.

Ook voor de uiteindelijke verwerking en analyse van de opgenomen gegevens is de capaciteit van X onontbeerlijk.

P bestuurt het experiment d.w.z. regelt de infostroom komend van BOL. Een en ander in samenwerking met X.

Samenvatting:

P, D en X tezamen met de aan hun gekoppelde apparaten zorgen voor

1. besturing
2. opslag
3. display
4. verwerking

van de infostroom.

II Constellatie

1. Aan P zijn gekoppeld:

- a. het experiment bol via BB (bol buffer)
en BC (bol controle)
- b. twee magneetband apparaten T1 en T2
- c. een display apparaat D (via een display bedieningsapparaat DB)
- d. een telexmachine die bestaat uit een toetsenbord (SM), een papierbandlezer (PL) en een papierbandponser (PP)
- e. via de IKO-buffer (IKOB): X

2. Aan D zijn gekoppeld:

- a. een oscilloscoop bedieningsapparaat, waaraan een oscilloscoopbuis
- b. een lichtpen
- c. P via DB

3. Aan X zijn gekoppeld:

- a. via IKOB P
- b. vier telex apparaten bevattend: SM, PL, PP
- c. een snelle PL
- d. een snelle PP
- e. een snelle regeldrukker RD
- f. twee magneetband besturingsapparaten (MKB1, MKB2), elk met twee magneetband apparaten
- g. een magnetische trommel

III Toelichting op de werking

1. Algemeen

P, D en X bestaan uit:

- a. een geheugen
- b. één of meer "processors", dat zijn besturings-, reken- of controle-apparaten. (zie college dictaat van Prof. Frielink)

Voor het gemak zullen wij hier ook sommige "interfaces" processor noemen, b.v. MKB.

2. Geheugen

Een geheugen is opgebouwd uit ringen van magnetisch materiaal, waarvan de magnetisatie richting kan worden gewijzigd m.b.v.

electrische stroompulsen. Elk geheugen kan gedacht worden ingedeeld te zijn in genummerde vakjes. In elk vakje kan een getal worden opgeslagen en onthouden.

De nummers behorende bij de vakjes heten adressen. De getallen in een vakje heten adres-inhoud; kortweg inhoud, ook wel: woord of geheugenwoord. De inhoud van een geheugenplaats (adres) kan worden "gelezen". Na het lezen staat het getal "nul" in het geheugenwoord (destructief lezen). Moet het gelezen getal weer in het geheugen bewaard blijven, dan dient het te worden "herschreven".

Een gehele geheugencyclus is een leescyclus gevolgd door een schrijfcyclus in één adres. Na afloop van de volledige lees-geheugencyclus is de adres-inhoud dus in het algemeen dezelfde als voorheen. Het uitgelezen getal zal ter verdere verwerking ergens onthouden moeten worden. Dit gebeurt in een elektronisch register (flip-flop register): geheugen buffer (GB), memory buffer (MB), woord register (W) of enige andere naam. Wil men de info in een geheugenwoord wijzigen, dan dient na de leescyclus de nieuwe info te worden geschreven i.p.v. de oude herschreven. Het adres waarin een geheugencyclus moet plaatsvinden wordt eveneens opgeslagen in een flip-flop register: geheugen adres (GA), memory adres (MA of A) etc.

Een geheugen zal in "rust" niets doen. Wil men informatie in het geheugen schrijven, dan moet:

1. het adres worden aangeboden aan het GA-register
2. de in dat adres te schrijven inhoud worden aangeboden aan het GB-register
3. een leescyclus (hele geheugencyclus 1ste helft) te worden gestart op het aangegeven adres (GA), waarbij GB niet mag worden gewijzigd door de nog in het geheugen staande informatie (wiscyclus)
4. een schrijfcyclus te worden gestart op hetzelfde adres waarbij nu de info van GB in het geheugen wordt gezet

Wil men info uit het geheugen lezen dan verlopen 1, 2 en 4 als boven. Echter bij 3 wordt de adresinhoud t.g.v. de leescyclus in GB gezet.

Opm.:

Zowel in het magnetische geheugen als in de flip-flop registers staan alle getallen genoteerd in binaire vorm, d.w.z. als een combinatie van énen en nullen. Eén binaal of bit (binary digit) kan slechts de waarde nul of één hebben. Nemen we een aantal (n) bits en kennen we aan elk bit een één hogere 2-macht toe, dan kunnen we elk getal van 0 tot en met 2^n-1 in deze n-bits opschrijven door het getal te schrijven als een som van 2-machten. We spreken af, dat het minst significante bit (2^0) rechts staat en het meest significante bit (2^n) links.

B.v. $36 = 2^5 + 2^2$. Zo worden in b.v. 8 bits de getallen 36 en 57 a.v. voorgesteld:

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
waarde	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
36:	0	0	1	0	0	1	0	0
57:	0	0	1	1	1	0	0	1

Een handige verkorte notatie is de z.g. octale code, waarin telkens een groep van 3 bits bij elkaar wordt genomen en als één getal wordt opgevat. Begin van rechts af.

V.b. 3 bits kunnen de getallen 0 ... 7 representeren. Vandaar de naam octaal.

36 octale repr. (in 8 bits) : 044

57 " " " : 071

Ook wel geschreven als: $71_8 = 57_{10}$

$44_8 = 36_{10}$ etc.

Zie college dictaat van Prof. Frielink.

Opm.: Ook randapparaten werken veelal met binaire code (magn. bandtrommel).

De grootte van de geheugens en hun snelheid

P: 4096 adressen (GA = 12 bits). Elk adres kan max. het getal 4096 bevatten (GB = 12 bits). De gehele cyclustijd = 1.5 us.

Kenmerk: klein, snel.

D: GA = 12 bits

GB = 18 bits

t = 30 us

Kenmerk: iets minder klein, langzaam.

X: GA = 18 bits (= 262 844 max.) 32768 woorden in onze configuratie:

GB = 27 bits

t = 2.5 us

Kenmerk: groot, snel.

3. De Processors

Inleiding

Een computer dient een "programma" uit te voeren. Dit programma bestaat uit z.g. "instructies". Een instructie is een getal, in binaire vorm weergegeven. Dit getal wordt ontcijferd volgens een vastgestelde code door de processor. Na de ontcijfering (decoding) zal de processor de door de code volgens afspraak vastgestelde handelingen gaan verrichten. Zijn deze handelingen afgelopen (is de instructie uitgevoerd) dan dient "de volgende" instructie te worden gedecodeerd en afgehandeld. De instructies worden in binaire vorm in het geheugen geplaatst. De processor zal na juiste initiëring steeds een instructie uit het geheugen halen, deze decoderen, uitvoeren, de volgende instructie halen, etc. B.v. de code kan betekenen: "tel op" of "is getal nul?", etc.

3.1. P

P is als "rekenmachine" zeer eenvoudig. D.w.z. de elementaire operaties op de getallen zijn beperkt. Door een juiste programmering kunnen ook vele ingewikkelde operaties worden uitgevoerd. Dit resulteert echter in een zeer veel tijd vergende operatiewijze. De P-processor bevat 4 flip-flop registers:

a. PC program counter, opdracht teller, adres teller

b. IR instructie register

c. A accumulator, rekenregister

d. L link, rekenregister gekoppeld aan A

Zie vooral: handboek PDP-8.

- 3.1.1. PC: Nadat in PC een beginwaarde is gezet (b.v. door de operateur), zal na uitvoering van elke instructie in PC één worden bijgeteld. Het geheugen-adres waar de eerstvolgende instructie vandaan moet worden gehaald wordt aangegeven door het getal in PC. De processor zal PC naar GA overbrengen alvorens een geheugencyclus te initiëren.
- 3.1.2. IR: De uit het geheugen gehaalde instructie zal via GB in IR terechtkomen en daar gedecodeerd worden door de processor, die dan weet welke handelingen nu verder moeten worden uitgevoerd volgens deze code.
- 3.1.3. A: A dient voor het eigenlijke "rekenwerk". Twee getallen uit het geheugen, die opgeteld moeten worden, dienen achtereenvolgens in A te worden opgeteld. Ook allerlei andere operaties op de inhoud van A zijn mogelijk, zoals b.v. inverteren, dus alle énen door nullen vervangen en omgekeerd of onderzoeken of A het getal nul bevat etc. De inhoud van A kan ook weer naar het geheugen worden weggeschreven.
- 3.1.4. L: De link is eveneens van belang bij "rekenen". Er kunnen ook allerlei tests op worden uitgevoerd, zoals b.v. onderzoeken of $L = 1$, etc.

3.2. D

D is niet programmeerbaar in de zin als boven bedoeld, maar wel met knoppen (schakelaars). Hij bestaat uit het geheugen en processor deel van een kick sorter (Nuclear Data). Tezamen met DB is echter een zekere mate van programmeerbaarheid bereikt.

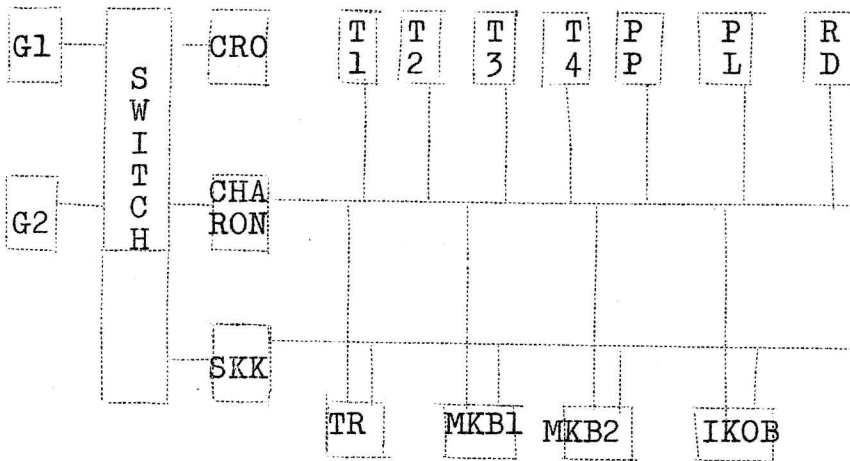
- 3.2.1. De processor van D bevat enige besturingscircuits. De handelingen die D kan uitvoeren zijn:
- één bijtellen in GA
 - geheugen-cyclus starten (volledige cyclus)
 - geheugen-cyclus starten waarbij tussen het lezen uit en schrijven in het geheugen één wordt bijgeteld in GB, zodat de nieuwe geheugen-inhoud één hoger is dan de oude
 - enige tijd niets doen (wachten) tussen twee geheugencycli
- De functies a, b, d maken D tot een autonoom door zijn eigen geheugen lopend apparaat dat in GB steeds enige tijd de inhoud

bevat van het adres dat in GA staat. Door de uitgangen van deze registers met een oscilloscoop te verbinden, wordt een display van de inhoud gekregen.

B.v.: horizontale afbuiging evenredig met inhoud van GA
verticale " " " " " GB
c maakt tellingen (sorteren) gemakkelijk

3.3. X

Het eerder weergegeven deel "X" kan als volgt worden onderverdeeld:



- G1,2 : afzonderlijke geheugen apparaten elk met 16384 woorden
- CRO : centraal reken orgaan
- CHARON : besturingsapparaat van de in- en uitvoer apparaten (zoals van telex 1, 2, 3, 4, RD, etc.)
- SWITCH : schakel apparaat tussen enerzijds de geheugen apparaten en anderzijds CRO, CHARON en SKK
- SKK : schakel apparaat tussen de z.g. "snelle apparaten" (zoals TR, MKB 1, 2, IKOB) en de geheugen apparaten (G1, 2) via de SWITCH

3.3.1. CRO

Deze processor, het feitelijke rekenorgaan, zorgt voor de verwerking van een in het geheugen aanwezig programma. De mogelijke operaties van het CRO zijn vele malen machtiger dan b.v. bij P. Ook in het CRO zijn o.a. de adresteller (opdracht teller) en een aantal rekenregisters aanwezig. Zie b.v. X-8 manual.

3.3.2. CHARON

Op één of andere wijze moeten getallen in en uit het geheugen gevoerd kunnen worden.

B.v. een programma dat geponst is in papierband moet naar het geheugen. De uitkomsten van een berekening moeten getijpt worden etc. De apparaten, behalve het geheugen, die info kunnen bevatten zijn verdeeld in twee groepen, de z.g. langzame apparaten en de snelle.

De langzame apparaten verwerken in het algemeen een relatief kleine info eenheid "tegelijkertijd", b.v. ten hoogste ter grootte van één geheugenwoord. Met "tegelijkertijd" is bedoeld dat voor elke nieuwe info eenheid het apparaat opnieuw gestart moet worden. B.v. een papierbandlezer: schuif één symbool op (symbool bestaande uit 6 bits). Bovendien heeft een langzaam apparaat in het algemeen een relatief lange tijd nodig (zeer vele malen de geheugencyclus tijd) voor de verwerking van één symbool. (B.v. bij de al zeer snelle papierbandlezer van de XS, de EL 1000: 1 ms en bij de normale telex-lezer 100 ms). Elk apparaat stelt verder zijn eigen specifieke besturingseisen om een symbool te kunnen verwerken. De besturing van alle langzame apparaten wordt verzorgd door de processor CHARON.

CHARON "kent" de specifieke eisen van alle langzame apparaten. Hij gaat werken op instigatie van het CRO. B.v. komt in een programma dat het CRO afwerkt vóór een "aanvraag" voor een reeks symbolen van de papierband dan zal CRO deze aanvraag doorgeven aan CHARON. CHARON zal de aanvraag vervolgens in behandeling nemen en op de hem bekende wijze uitvoeren door het desbetreffende apparaat te initiëren etc. Bovendien zorgt CHARON voor het transport van de symbolen naar (of van) het geheugen. Tenslotte zal CHARON de goede afloop van de aanvraag van het CRO aan deze laatste terugmelden, zodat het CRO te weten komt dat de door hem aangevraagde symbolen nu op een afgesproken plaats in het geheugen zijn terecht gekomen. Voor een uitgebreidere beschrijving: zie X-8 manual.

Een voordeel van de geschetste handelwijze ligt in het feit dat bij geschikte programmering het CRO niet werkelijk op de symbolen hoeft te wachten, maar intussen andere handelingen kan uit-

voeren b.v. een ander programma. Het relatief domme in- en uitvoerwerk wordt door het CRO dus gedelegeerd aan de processor CHARON, die wat rekencapaciteiten betreft ver achter blijft bij het CRO. CHARON heeft evenals CRO toegang tot de geheugenapparaten via de switch. Bovendien heeft CHARON nog een eigen (dood) geheugen. D.w.z. een elektronisch geheugen (niet van magnetische kernen) waarin de z.g. CHARON-programma's (micro-programma's) verblijven. Deze kunnen slechts door wijziging in de bedrading worden veranderd, vandaar de betiteling "dood-geheugen". Genoemde micro-programmeringen zijn per langzaam apparaat in het algemeen verschillend.

CHARON bevat ook enige werkregisters waarop enkele operaties kunnen worden uitgevoerd. Bovendien kan info uitgewisseld worden tussen deze registers en het geheugen of de langzame apparaten.

De snelle apparaten (b.v. magn. banden, trommel)

Deze hebben in het algemeen een relatief korte tijd nodig voor de verwerking van één symbool (enkele malen de geheugen cyclustijd). Zij worden in het algemeen niet gefinitieerd om één symbool te verwerken maar een relatief groot aantal (een z.g. bloktransport).

De snelheid waarmee dit gebeurt is te groot om elk symbool door tussenkomst van CHARON te laten verwerken. Bij elk snel apparaat is daarom een eigen processor^{*} aanwezig, (bij magneetband b.v. MKB), die zorgt voor het bloktransport tussen het geheugen via SKK en switch en het snelle apparaat. Dit zijn in het algemeen relatief domme processors t.o.v. CRO en CHARON. Zij zijn het in dit geval die de specifieke besturingseisen van het bijbehorende snelle apparaat kennen.

CRO delegeert weer aan CHARON. CHARON delegeert aan het desbetreffende besturingsapparaat. Deze laatste regelt het eigenlijke bloktransport en meldt de afloop aan CHARON. CHARON meldt dit evenals bij de langzame apparaten weer door naar het CRO. Bij het initiëren verstrekt CHARON aan het besturingsapparaat de startgegevens voor het bloktransport. Behalve de specifieke gegevens voor het snelle apparaat behoren hiertoe steeds het aantal te transportereren geheugen woorden en het geheugen adres van het eerste te transportereren geheugen-woord.

*zie ook III.1.b.

Het besturingsapparaat zal behalve de noodzakelijke, voor het snelle apparaat specifieke handelingen telkens via SKK en switch geheugen contact maken en daarbij het geheugenadres specificeren m.b.v. zijn eigen adres-register. Tevens zal hij dit adres-register wijzigen, (er in het algemeen 1 bijtellen) na elk geheugen-contact. Ook het aantal nog te transporteren woorden wordt bijgehouden in een woord-teller. Is het door CRO via CHARON opgegeven aantal woorden overgebracht, dan zal (afgezien van de voor het snelle apparaat specifieke handelingen) het bovenbedoelde transport worden afgesloten door terugmelding aan CHARON etc.

4. Synchronisatie

Tussen processors onderling of tussen een processor en "het geheugen" of een snel apparaat vindt herhaaldelijk uitwisseling van info plaats. Daar al deze apparaten een gedeelte van de tijd zelfstandig bezig kunnen zijn maar op gezette tijden "contact" met elkaar zoeken, is het nodig, dat zij in de pas kunnen worden gebracht, of wel gesynchroniseerd kunnen worden.

Dit gebeurt m.b.v. (wederzijdse) "aanvragen tot communicatie", "kennisname van de aanvraag", "toestemming tot de communicatie", etc. B.v. Is de MKB klaargekomen met de hem opgedragen taak, dan geeft hij een communicatie aanvraag (CA) aan CHARON.

Geval 1: CHARON is niet bezig.

In dit geval wordt de aanvraag gehonoreerd en zal het desbetreffende MKB-micro programma in CHARON worden doorlopen.

Geval 2: CHARON is bezig.

De aanvraag blijft wachten tot CHARON niet meer bezig is. Daarna als bij 1.

Opm. 1 : In het geval dat een apparaat met meer dan één ander apparaat kan communiceren is een z.g. voorrangregeling (prioriteitsregeling) noodzakelijk, die vaststelt in welke volgorde binnengekomen aanvragen zullen worden afgewerkt.

Opm. 2 : Ook tijdens de communicatie moeten de apparaten in het algemeen nog met elkaar kunnen "praten". D.w.z. er moet

een mogelijkheid zijn om signalen uit te wisselen en wel zodanig dat de uitgestuurde signalen ook begrepen worden door het ontvangende apparaat b.v. door een specifieke tijdvolgorde of andere code.

Opm. 3: In verband met de communicatie wordt vaak het woord "vlag" gebruikt. Een aanvraag of melding doen wordt dan "een aanvraag vlag of meldingsvlag" zetten. Het ontvangende apparaat kan deze vlag dan "bekijken" of er op wachten etc. In vele gevallen is de vlag electronisch een flip-flop.

5. IKOB

De taak van IKOB is er voor te zorgen, dat uitwisseling van info tussen het X-geheugen en het P-geheugen mogelijk is. De plaats van IKOB in het raam van X is die van b.v. een MKB, waarbij nu in plaats van een magneetband-eenheid als snel apparaat de computer P is gekomen.

Het grootste verschil tussen P en b.v. een magneet-band eenheid is, bezien van uit het standpunt van X, dat P op eigen initiatief (d.w.z. zonder dat X hem gefinitieerd heeft) kan werken, wat bij een magneet-band eenheid nooit kan. T.g.v. de kleine geheugen cyclustijd van P kan deze als snel apparaat beschouwd worden. De keuze is gemaakt om info uitwisseling in de vorm van bloktransporten te doen plaatsvinden via SKK (en switch) bij het X-geheugen en via de "Data Break" bij het P-geheugen. ("Data Break" is een schakel apparaat tussen het P-geheugen enerzijds en de P-processor en alle mogelijke andere apparaten zoals IKOB, magneetband besturingsapparaten, etc. anderzijds).

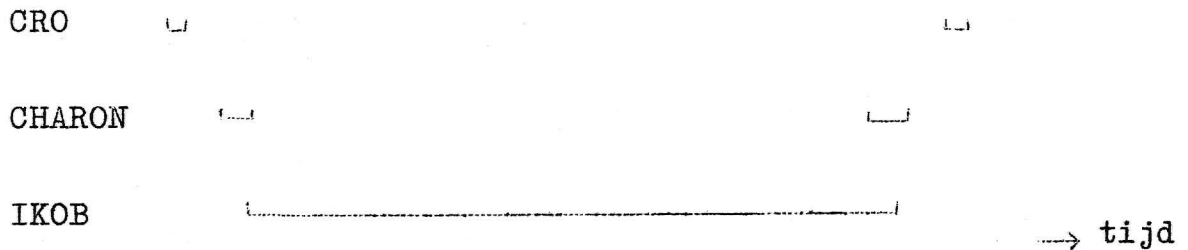
IKOB bevat dan ook een eigen X-adres register (XA) evenals een aantal-woorden-register (XT) (X-telling) t.b.v. het X-geheugencontact.

Evenzo is er t.b.v. het P-geheugen contact een P-adres-register (PA). (Een tweede woord-register is niet nodig: elk X-woord (27 bit) is per definitie opgebouwd uit twee P-woorden (2 x 12 bits). De 3 overgebleven X-bits worden niet uitgewisseld.

Wil het lopende X-programma een info uitwisseling met P initiëren dan zal het CRO dit aan CHARON delegeren. Deze geeft de startgegevens aan IKOB en start deze. Het transport zelf wordt geheel

door IKOB geregeld. Is het blok overgebracht, dan wordt CHARON verwittigd, die dit op zijn beurt weer aan CRO doorgeeft. Uiteraard vinden tussendoor nog allerlei onvermeld gebleven handelingen plaats, die in de gedetailleerde beschrijving besproken worden. Van belang is, dat het CRO na de delegering aan CHARON door kan gaan met elk ander programma, waarin niet op de info uitwisseling gewacht hoeft te worden. CHARON kan evenzo, na het starten van IKOB, allerlei andere apparaten starten etc. en heeft niets meer met het transport te maken totdat het beëindigd is in IKOB.

In het geschetste geval zou de tijd, die CRO, CHARON en IKOB aan het transport besteden schematisch kunnen worden weergegeven als in onderstaand diagram. Hierbij zijn relatieve tijden tamelijk willekeurig gekozen. De tijdvolgorde echter niet.



Ook P kan het initiatief nemen tot een transport. Hij heeft daartoe de beschikking over een speciale melding aan CHARON. CHARON zorgt dan voor het initiëren van IKOB. IKOB verzorgt weer het eigenlijke transport etc. Op deze wijze is de kleine P zoveel mogelijk ontlast van administratieve handelingen. CHARON en CRO nemen deze van hem over. Transporten kunnen in beide richtingen plaats vinden.

IV Bewerking van de informatie

De voornaamste taak van P is het besturen van het experiment en het op magneetband vastleggen van de informatie die het experiment verschaft. Om de informatie fysisch grijpbaar te maken, dienen tellingen en sorteringen te worden verricht. Dit is vooral de taak van X. X beschikt hiervoor naast zijn geheugen over

magneetband eenheden en een magnetische trommel. Deze laatste bevat ca 5×10^5 woorden terwijl het kerngeheugen er 3.2×10^4 bevat. Het zichtbaar maken van de resultaten kan op regeldrukker of oscilloscoop van D gebeuren.

De operateur kan op de getoonde spectra ingrijpen m.b.v. de lichtpen LP. Hiermee kunnen bepaalde gebieden gemakkelijk worden aangewezen voor speciale volgende bewerkingen door P en/of X.

De verdere bewerking van de gegevens, zoals allerlei controles, piek-bepalingen, calibraties en velerlei berekeningen zullen vooral door X gedaan moeten worden.

Een zeer globaal overzicht van een voorbeeld van verschillende verwerkingsfasen is het volgende voor niet-coïncidente spectra:

1. P neemt experiment op magneetband op en verschaft display van een te voren geselecteerde teller via D.

2. X leest de banden.

X maakt voor elke telescoop een spectrum van $E \times \Delta E$ tegen E. Hierin liggen deeltjes van één soort op één rechte lijn.

($E \times \Delta E \simeq MZ^2$, M is de massa van het deeltje, Z zijn lading).

3. P zorgt m.b.v. D voor een display van deze spectra.

4. De fysicus geeft met de lichtpen aan waar de scheidingslijnen tussen de soorten deeltjes lopen en merkt deze lijnen.

5. X sorteert m.b.v. de uit 4 ontvangen gegevens de in 1 gemaakte band naar deeltjes en maakt voor elk deeltje en elke teller een spectrum van het aantal tegen de energie.

X brengt de ijkings en correcties aan.

X sommeert de spectra over niet significante parameters.

X drukt op papier deze spectra af.

Opmerking

Voor coïncidente metingen tussen meer tellers kan een dergelijk verloop worden geschetst.