

## MASTER

### Een systeem met hardwarebouwblokken voor het simuleren van computerconfiguraties

van Heiningen, H.C.

*Award date:*  
1972

[Link to publication](#)

#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

AFDLING DER ELECTROTECHNIEK

Een systeem met hardwarebouwblokken  
voor het simuleren van computer-  
configuraties

door H.C.van Heiningen.

15427  
ECB, nov1970

Verslag van het afstudeerwerk verricht in de groep  
van prof.ir.A.Heetman in de periode nov'69-nov'70

Mentor ir.J.D.Pieterse

Inhoud.

1. Introductie.
  2. Samenvatting.
  3. Simulatie met hardwareunits.
    - 3.1. Beschrijving van het apparaat.
    - 3.2. Standaardunits, besturingsorganen en registratieorganen.
    - 3.3. Programmeren van het systeem.
  4. Werking, verbindingen en logische bijzonderheden van de standaardunits.
    - 4.1. Channel (I).
    - 4.2. priority-switch (II).
    - 4.3. randomizer (III).
    - 4.4. nand flipflop-unit A (IV).
    - 4.5. nand flipflop-unit B (V).
    - 4.6. subassembly (VI).
    - 4.7. program control counter (VII).
    - 4.8. buffer (VIII).
  5. Beschrijving van besturingsorganen en registratieorganen.
    - 5.1. klokpulssysteem (11).
    - 5.2. klokpulsdelers (9a..9e).
    - 5.3. instelsysteem (10).
    - 5.4. teller (12)
    - 5.5. bezettingsgraadmeter (13 + 14).
  6. Beschrijving van console en unitpaneel.
  7. Unittester.
- Bijlage 1. Schema's bij hoofdstuk 3 en 4.
- Bijlage 2. Stekerbusconfiguraties van de units.

## 1. Introductie.

Het gerealiseerde en hier beschreven computersimulatiesysteem met hardware-units is een geestesproduct van de heren Waumans en Brandsma van het Philips Natuurkundig Laboratorium. Het project met de titel: "Simulation of Computermodels with hardwaretools", is beschreven in drie syllabi. Hierin treft men respectievelijk aan een beschrijving van het gehele systeem<sup>\*)</sup>, voorbeelden van de mogelijkheden ermee<sup>\*\*)</sup> en voorstellen voor de hardware-realisatie<sup>\*\*\*)</sup>.

In grote lijnen zijn de logische schema's verwezenlijkt volgens deze richtlijnen: het instelsysteem ("load-unit") is essentieel gewijzigd, de unit "program control counter" is toegevoegd en een "unittester" wordt bijgeleverd. Verder is voor een gewijzigde opzet van het bevestigingspaneel gekozen.

In dit verslag vindt U geen informatie over de gebruiksmogelijkheden van het apparaat gegeven, daarvoor wordt naar voornoemde syllabi verwezen. De hoofdstukken 2 en 3 geven globale informatie over opzet en werking, de daaropvolgende hoofdstukken verstrekken meer gedetailleerde gegevens over logische schema's, verbindingen en aansluitingen.

---

\*) Nat. Lab. report Nr. 4432: "Functional Description".

\*\*\*) Nat. Lab. Technical Note 184/69: "Examples".

\*\*\*) Nat. Lab. Technical Note 185/69: "Suggestions for the logical design of the hardware".

## 2. Samenvatting.

De afstudeeropdracht behelst het realiseren van een computersimulatiesysteem in hardware, volgens een opzet van het Philips Natuurkundig Laboratorium.

Het systeem bestaat uit een aantal verschillende hardware-bouwblokken met een specifieke functie. Deze "units" kunnen op een paneel geplaatst worden en via snoertjes onderling of met besturings- en registratieorganen in een console verbonden worden.

De output bestaat uit informatie over de efficiency van de geprogrammeerde computerconfiguratie en de bottle-necks bij bepaalde parameters. Deze gegevens zijn direct afleesbaar op de console in de vorm van tellerstanden, alarmindicators en procentagemeterstanden.

Parameters in de vorm van karakteristieke snelheden van modules of registerinhouden zijn snel te wijzigen.

### 3. Simulatie met hardware units.

#### 3.1. Beschrijving van het apparaat.

Het geheel bestaat uit een console, een unitpaneel en 48 losse units. In de console bevindt zich de logica van de besturings- en registratieorganen, op de console zijn alle schakelaars, drukknopschakelaars en outputlampjes aangebracht en op de achterzijde van de console zitten stekerbussen voor verbindingen met de units. In het unitpaneel bevinden zich 48 (identieke) verzonken connectorhelften (femail) waar de units op aangebracht kunnen worden. Via deze connectoren wordt de voeding verzorgd en ook de permanente verbindingen van units met het "instelsysteem" in de console. De standaardunits bestaan uit een metalen omhulsel waarop een aantal stekerbussen en een connectorhelft (mail) gemonteerd zijn en waarin zich logica bevindt. De beschikbare snoertjes hebben verschillende lengtes en zijn aan beide zijde voorzien van een steker.

Het simuleren geschiedt ongeveer op dezelfde wijze als het oplossen van een probleem op de analoge rekenmachine, ook door het maken van verbindingen met snoertjes. De werking is echter digitaal, de resultaten verschijnen niet als meterstanden maar als tellerstanden; het onderling uitwisselen van informatie geschiedt met pulstreinen en de coëfficiënten worden niet bepaald door potentiometers maar door klokfrequenties.

#### 3.2. Standaardunits, besturingsorganen en registratieorganen.

Om de grootste huidige computerconfiguraties zeer gedetailleerd te simuleren zou waarschijnlijk een aantal standaard-units in de orde van 200 nodig zijn. In het hier beschreven systeem is gekozen voor 48 units, daar het hier een prototype betreft wat redelijk uitgebreide mogelijkheden aan een redelijk bescheiden volume dient te paren. Onderscheiden kunnen worden acht verschillende typen standaard-units. Achter de naam is tussen haakjes het aantal units van dit type vermeld. Standaard-units en hun (summier weergegeven) functies zijn:

- I Channel (12): aftellen van instelbare tijdsduur.
- II priority-switch (2): toekennen van aanvragen tot een faciliteit (b.v. channel) volgens instelbare prioriteit.
- III randomizer (1): willekeurig afgeven van hoog of laag niveau.

IV+V nand-flipflop unit (8): aantal van buitenaf toegankelijke flipflops en poortschakelingen.

VI subassembly (2): verzamelen en bufferen van aanvragen voor een channel, volgens instelbare prioriteit toekennen van channel-cyclus en channelcyclus uitvoeren.

VII program control counter (2): bijhouden en aangeven van de stand van een programma.

VIII buffer (20): buffer met variabele inhoud en instelbare capaciteit.

Besturings- en registratieorganen bevinden zich in de console, de schakelaars en indicators (uitgevoerd als lampjes) ervan op de console en de stekerbussen voor verbindingen met de units op de achterzijde van de console. De verbindingen van het instelsysteem zijn permanent en lopen via de connectoren op het unitpaneel (5 lijnen). De verbindingen tussen een van de 10 uitgangen van het klokpulssysteem (10 verschillende frequenties) en een der vijf klokpulsdelers (5 ingangstekerbussen) dienen met snoertjes gemaakt te worden aan de voorzijde van de console.

Besturings- en registratieorganen zijn:

klokpulssysteem: delen van de "masterclock"-frequentie door factoren ongelijk aan een macht van twee.

klokpulsdeler: verder delen van klokpulsfrequenties door machten van twee.

instelsysteem (in voornoemde syllabi: "load unit"):

verzorgen van een voorinstelling van registers in units op het unitpaneel.

teller: algemeen toepasbare teller van pulsen (b.v. tijdteller).

bezettingsgraadmeter: opnemen van de bezettingsgraad van een channel unit.

### 3.3. Programmeren van het systeem.

Men gaat uit van de computerconfiguratie waarvan gegevens gewenst worden. Dit systeem verdelen in relevante gedeelten, waarvan de grootte mede afhankelijk is van de gewenste gedetailleerdheid van de output. Dan uitzoeken welke van de standaard-units of samenstelling daarvan de functie van zo'n onderdeel na kan bootsen. De gekozen units krijgen een zodanige plaats op het unitpaneel dat het totaal der verbindingen zo kort mogelijk is. De units nu m.b.v. de snoertjes onderling verbinden. Bepalen op welke plaatsen informatie vergaard dient te worden en de geschikte registratieorganen aansluiten. De gewenste parameters aanbrengen door de juiste klokpulsfrequenties te kiezen en door m.b.v. het instelsysteem ("load unit") de registers een voorinstelling te geven.

De run kan nu gestart worden. Met dezelfde schakelaar is het mogelijk de run te onderbreken indien men tussentijdse gegevens wenst.

Voor nadere informatie over het toepassen van standaard-units of samenstellingen daarvan voor simulatie van modules van een computerconfiguratie raadplege men Nat.Lab. Technical Note Nr. 184/69: "Examples". De grootte van het hier beschreven systeem i.c. het aantal beschikbare standaard-units is zo gekozen dat het in "Examples" beschreven en uitgewerkte voorbeeld van hoofdstuk 3 gerealiseerd kan worden met de restrictie dat het aantal programma's dat gelijktijdig verwerkt kan worden geen vier maar twee bedraagt. Om de grootte orde aan te geven: het genoemde voorbeeld beschrijft een systeem met CPU, Main Store, Slow Core, Peripheral Processor, diskunit, printer en vier (wordt dus twee) kaartlezers.



#### 4. Werking, verbindingen en logische bijzonderheden van de standaardunits.

##### 4.1. Channel I.

##### 4.1.1. Beschrijving van de functies en van de werking van de unit.

Functies van de channel unit:

- a. Het beperken van de maximale informatieverwerkingssnelheid van een eenheid.
- b. Het beperken van de maximale informatieverwerkingssnelheid tussen twee eenheden.
- c. Het vormen van een vastgestelde vertragingstijd.
- d. Het vermenigvuldigen van puls frequenties.
- e. Het vormen van een vertraging die ligt tussen 0 en T tijdseenheden (random).

ad a. Een request op een channel maakt gedurende de channelcyclustijd andere requests onmogelijk totdat de channelunit weer in de "free"-positie is aangekomen.

ad b. Indien een der eenheden waartussen informatie uitgewisseld moet worden de requestlijn bestuurt en de andere de conditie-requestlijn bepaalt de channelunit de snelheid waarmee informatie overgebracht kan worden.

ad c. Indien een vertraging van X tijdseenheden wordt gewenst, moet op de klokingang van de channelunit een pulstrein aangevoerd worden met een periode van  $X/32$  tijdseenheden.

ad d. Eén puls toegevoerd op de requestlijn kan n pulsen doen verschijnen op de "occu"-output indien op de "cond. occu" ingang een frequentie  $R_2 = n.R_1/32$  wordt toegevoerd.  $R_1$  is de frequentie die op de klokinput staat (en correct aangepast is).

ad e. Een random delay tussen 0 en T tijdseenheden kan met de channelunit gerealiseerd worden door de request-ingang hoog te maken, op de klokingang een aangepaste pulstrein aan te brengen en de "cond.free" input hoog te maken zodra de randomvertraging op de "free"-uitgang gewenst wordt. T is de channelcyclustijd, dus 32 maal de periode van de channelklok.

De channelunit bevat drie stuks 3-in andpoorten en vier stuks 2-in andpoorten welke van buiten af toegankelijk zijn via stekerbussen.

#### 4.1.2. Beschrijving van de afzonderlijke ingangen en uitgangen.

Cl (1): klokingang voor positieve pulsen (van 100 nsec). Hierdoor wordt de channelcyclusduur bepaald. De cyclustijd bedraagt 32 klokpulsperioden. De ingang moet verbonden worden met een der outputstekerbussen van het klokpulssysteem welke achter op de console zijn aangebracht.

Req.(2). Als "req" opkomt wordt de channelcyclus gestart na de eerstkomende klokpuls. "Req" moet opblijven tot na deze eerste klokpuls en mag daarna afvallen. Moet verbonden worden met een unituitgang.

cond req(3). Met deze input wordt de "Req"-input geconditioneerd. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

condstart(4). Met deze input worden uitgang "nonstart" en "start" geconditioneerd. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

nonstart(5). Nadat een aanvraag (request) geaccepteerd is verschijnt de inverse van de eerste klokpuls op deze uitgang (als "condstart" hoog is). Kan verbonden worden met een unitingang.

Start(6). Nadat een aanvraag geaccepteerd is verschijnt de eerste klokpuls op deze uitgang (als "condstart" hoog is). "Start" en/of "nonstart" kunnen worden gebruikt om ingang "request" af te laten vallen. Kan verbonden worden met een unitingang.

outend(7). Deze uitgang wordt hoog na 31 cycluspulsen, blijft een klokperiode hoog en valt weer af na de 32e cycluspuls. Vormt waarschuwing voor einde channelcyclus. Kan verbonden worden met een unitingang.

condend(8). Deze ingang conditioneert uitgang "outend". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Nocc(9). Deze uitgang is laag als de channelunit bezet is (dwz aan een channelcyclus bezig is). Afkorting van nonoccupied.

occ(10). Deze uitgang is hoog als de channelunit bezet is. Afkorting van occupied.

Nfree(11). Deze uitgang is laag als het channel vrij is (dwz niet aan een channelcyclus bezig is). Afkorting van nonfree.

Free(12). Deze uitgang is hoog als het channel vrij is.

Condfre(13). Deze ingang conditioneert uitgangen "Free" en "nonfree".  
Normaal hoog. Afkorting van condition free.

Condocc(14). Deze ingang conditioneert uitgangen "occ" en "nocc".  
Afkorting van condition occupied.

#### 4.1.3. Beschrijving in detail van logische bijzonderheden.

Het channel bestaat voornamelijk uit een 5 bit synchrone teller. De eerste klokpuls van een channelcyclus bereikt de flipflops via poort "prtcl 2". Daarna komt "prtfull" op en de rest van de 32 klokpulsen gaat via "prtcl 1". "Req" kan dus afvallen. Voorlaatste stand "11111" wordt door "prtend" gedetecteerd, ruststand "00000" door "prtfull".  
One shot "Mon" verbiedt het uitlezen van de teller tijdens teloperaties.

#### 4.2. Priority-switch (II).

##### 4.2.1. Beschrijving van de functie en van de werking van de unit.

De priority-switch kan van maximaal vier units aanvragen voor een faciliteit (bv. channel) doorgeven met een tevoren via het instelsysteem ingeschreven prioriteit. Bij dit inschrijven zijn alleen de waarden op bit 9 en bit 10 van het instelsysteem van belang:

- a. vaste prioriteit: bit 9 is "1", bit 10 is "1".

Volgorde van prioriteit: 1,2,3,4.

(resp. ingangen "req 1", "req 2", "req 3", "req 4").

- b. random prioriteit: bit 9 is "1", bit 10 is "0".

- c. Round robin prioriteit: bit 9 is "0", bit 10 is "0".

Cyclisch verwisselende prioriteit na iedere aanvraag (1,2,3,4-2,3,4,1 etc.).

Een aanvraag wordt gedaan door een hoog niveau aan te bieden op bv. ingang "req 1". Dit niveau moet aanblijven tot de aanvraag aan de beurt is en mag pas afvallen na een terugmelding d.m.v. een positieve flank op uitgang "reqgr 1". Tegelijkertijd verschijnt er dan een positieve flank op uitgang "req" via welke de aanvraag de gewenste faciliteit (bv. channel) bereikt. Is deze faciliteit bezet, dan wordt dit gemeld met een laag niveau op ingang "Free". Zodra "Free" hoog wordt, wordt de aanvraag doorgegeven.

Aanwezig zijn verder twee 4-in andpoorten en twee 2-in andpoorten welke van buitenaf via stekerbussen toegankelijk zijn.

#### 4.2.2. Beschrijving van de afzonderlijke in- en uitgangen.

MR(20): Afkorting van master reset. Indien een negatieve puls op deze ingang gezet wordt, is de unit gereed om informatie van het instelsysteem te ontvangen. Normaal hoog. Kan verbonden worden met stekerbuis van drukknop, achter op de console.

Cprandom(21): Afkorting van klokpuls random. Indien de unit ingesteld is op random prioriteit moet een pulstrein op deze ingangen voor het continu veranderen van de prioriteit zorgen. Kan verbonden worden met een der stekerbussen van het klokpulssysteem, achter op de console.

Als de faciliteit bestaat uit een channel-unit, de frequentie op "cprandom" bij voorkeur in de grootte-orde van de channelklokfrequentie kiezen.

rrpuls(22): Afkorting van round robin puls. Indien de priority-switch ingesteld is op een round-robin prioriteit dient steeds nadat er een aanvraag geaccepteerd is, een positieve puls te verschijnen op ingang "rrpuls". Indien de faciliteit bestaat uit een channel-unit kan hiervoor de "start"-puls worden gebruikt. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Req4 (23): Afkorting van request 4. Een hoog niveau vormt een aanvraag. Dit moet hoog blijven totdat de aanvraag is geaccepteerd. Kan met een unituitgang worden verbonden.

Req 3(24) zie Req 4.

Req 2(25) zie Req 4.

Req 1(26) zie Req 4.

Free(27): Een hoog niveau op deze ingang betekent dat de faciliteit vrij is en er een aanvraag gedaan kan worden. Een laag niveau betekent faciliteit bezet. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Req(28): Afkorting van request. Indien deze uitgang hoog wordt, wordt er een aanvraag op de ermee verbonden faciliteit gepleegd. Kan verbonden worden met een unitingang.

Reqgr 1(29): Afkorting van request granted 1. Een hoog niveau op deze uitgang geeft aan de betreffende aanvrager de terugmelding dat zijn aanvraag geaccepteerd is. Kan met een unitingang verbonden worden.

Reqgr 2(30) als reqgr 1.

Reqgr 3(31) als reqgr 1.

Reqgr 4(32) als reqgr 1.

#### 4.2.3. Beschrijving in detail van logische bijzonderheden.

##### a. Het invoeren van informatie via het instelsysteem.

Behalve de priority-switch kan ook informatie via het instelsysteem ingevoerd worden bij de subassembly en de buffer. Het "informatie-zendende" gedeelte wordt beschreven onder hoofdstuk 5.3: "instelsysteem", het "informatieontvangende" gedeelte hieronder.

Er zijn twee manieren om een unit gereed te maken voor informatieontvangst via het instelsysteem: automatisch (indien meerdere units bediend moeten worden) of met de hand via een drukknop op de console (indien slechts een of enkele units bediend moeten worden). De unit is gereed voor informatieontvangst als flipflop "FFMR" op nul gereset is. In het eerste geval gebeurt dit via de intern verbonden ingang "SMRIN" (welke verbonden is met de "SMROUT"-uitgang van de unit welke als laatste informatie heeft ontvangen), in het tweede geval via de extern met een drukknop op de console te verbinden ingang MR. Als "FFMR" gereset is kunnen de informatie (via intern verbonden input "INF") en de schuifpuls (via intern verbonden input "shiftpulse") naar de registers (voor priority-switch en subassembly is dit "FFPR1" met "FFPR2", voor de buffer zijn dit "teller" en het inhoudsregister "BFFA", "BFFB", "BFFC", "BFFD" en "BFFE"). Na tien schuifpulsen verschijnt op ingang "elfpls" een puls welke "FFMR" weer in de "1"-stand set. Deze zelfde puls kan via uitgang "SMROUT" de volgende unit gereed maken voor informatieontvangst. Dan moet echter bit 11 van het instelsysteem een "1" zijn (deze "1" verschijnt via ingang "INF" op een ingang van "PRTSMR"). Als bit 11 een "0" is, blijft uitgang "SMROUT" gewoon hoog.

##### b. Enkele logische bijzonderheden van de priority-switch.

Het prioriteitsschema is afhankelijk van de stand van "FFPR1" en "FFPR2". In geval van random of round robin prioriteit wordt door het ophogen van teller "FFR1" en "FFR2" een cyclisch wisselende prioriteit bereikt. One shot "Mon" verhindert uitleesfouten tijdens dit wisselen.

### 4.3. Randomizer unit (III).

#### 4.3.1. Beschrijving van de funktie en de werking van de unit.

De randomizer geeft als output "random" een "1" of "0". Aangezien een echte randomgenerator moeilijk te realiseren is, is hier van een pseudo-randomizer sprake, gebaseerd op het principe van een schuifregister met een terugkoppeling via een exclusieve or. Naar mate het schuifregister langer is wordt de output "beter random". Aangezien deze randomizer geen lange strings zal behoeven te leveren en de shiftfrequentie aangepast kan worden aan de opvraagfrequentie, werd in dit geval een schuifregister van zeven bit, wat inhoudt een cyclusduur van 127 inputshiftpulsen, ruim voldoende geacht. Na iedere run wordt de randomizer in een zodanige positie gezet dat deze altijd zelf aanloopt. Toegevoegd zijn drie 3-input andpoorten, twee invertors en vier 2-input andpoorten.

#### 4.3.2. Beschrijving van de in- en outputs.

Cl(20): Hierop dienen de shiftpulsen te worden toegevoerd. Positieve pulsen, pulsduur 100 nsec, frequentie bij voorkeur van dezelfde grootte-orde als de te verwachten opvraagfrequentie. Moet verbonden worden met een stekerbuis van het klokpulssysteem op de achterkant van de console.

ELFPLS(3): Een positieve puls op deze ingang reset alle flipflops van het schuifregister en maakt de randomizer zelfstartend. De ingang is intern verbonden met de "ELFpuls"-uitgang van de console en steeds wanneer in een run het instelsysteem gebruikt wordt, vindt dit resetten plaats.

OUT(21): Op deze uitgang verschijnt random een "1" of een "0" niveau. Te verbinden met een unit ingang.

#### 4.3.3. Beschrijving in detail van logische bijzonderheden.

De in- en uitgangen van "FF3" zijn kruislings verbonden met resp. de uitgangen van "FF2" en de ingangen van "FF3", zodat direkt na de resetprocedure steeds een "1" verschijnt op "FF4". Dit is noodzakelijk om de randomizer zelfaanlopend te maken. Indien geen kruislingse verbindingen aangebracht waren en alle flipflops initieel in de nulstand zouden staan, zou de randomizer niet aanlopen, doch enkel "nullen" als output geven.

#### 4.4. NandFF-unit A (IV).

Deze unit bevat een set-reset flipflop met rustniveau "0", een 8-in andpoort, twee 4-in andpoorten, een 2-in andpoort en een 2-in nandpoort. Alle in- en uitgangen zijn via stekerbussen toegankelijk.

#### 4.5. NandFF-unit B (V).

Deze unit bevat een set-reset flipflop met rustniveau "0", zes 3-in andpoorten, twee 2-in andpoorten en twee invertors. Alle in- en uitgangen zijn via stekerbussen toegankelijk.

#### 4.6. Subassembly (VI).

##### 4.6.1. Beschrijving van de functie.

Functie van de subassembly: het accepteren van aanvragen voor een channel-cyclus welke langs 4 wegen binnen kunnen komen, het eventueel opslaan in kleine buffers (inhoud 2) totdat de aanvraag aan de beurt is, het toekennen volgens een vóór de run instelbaar prioriteitschema (random, fixed of round robin) van een channelcyclus, het starten en uitvoeren van de channelcyclus, het melden van zowel de start als het einde van deze channelcyclus, het resetten van de betreffende buffer na accepteren van een aanvraag en het terugmelden aan aanvrager dat opnieuw een aanvraag kan worden gedaan. Verder wordt er een alarm gegeven als een aanvrager een nieuwe aanvraag doet terwijl de vorige nog niet geaccepteerd is.

De subassembly verenigt dus vier buffers met inhoud twee, een prioriteits-systeem als in de priority-switch en een channel in één unit. Een 3-in nandpoort is via stekerbussen van buitenaf toegankelijk.

##### 4.6.2. Beschrijving van de afzonderlijke in- en uitgangen.

MR(20). Afkorting van master reset. Een negatieve puls op deze ingang reset de flipflop "FFMR" en maakt de unit ontvankelijk voor informatie vanuit het instelsysteem. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een drukknopschakelaar op de console waarvan de stekerbuis zich achter op de console bevindt.

cprandom(21). Afkorting van clockpulse random. Indien randomprioriteit gewenst wordt dient op deze ingang een pulstrein aangebracht te worden, met bij voorkeur een frequentie die in dezelfde grootte-orde ligt als de channelklokfrequentie. Kan verbonden worden met een der stekerbussen van het klokpulssysteem.

Alarm 1(22): Indien aanvrager 1 een aanvraag doet terwijl zijn vorige aanvraag nog niet verwerkt is wordt de inhoud van de eerste buffer 2 en wordt "alarm 1" hoog. Kan verbonden worden met een waarschuwinglamp op de console of kan verbonden worden met een input die de "masterclock" conditioneert zodanig dat de gehele run gestopt wordt.

Req 1(23). Afkorting van request 1. Een positieve flank op deze input vormt een aanvraag voor een channelcyclus. Kan verbonden worden met een unituitgang.

E 1(24). Deze uitgang geeft een terugmelding dat deze buffer leeg is en er dus een nieuwe aanvraag gedaan kan worden. Kan verbonden worden met een unitingang.

Alarm 2(25), Alarm 3(28), Alarm 4(31),	zie "alarm 1".
Req 2(26), Req 3(29), Req 4(32),	zie "req 1"
E 2(27), E 3(30), E 4(33),	zie "E 1".

condreq (40). Afkorting van condition request. Deze ingang conditioneert de channelcyclus. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

CHclock (41). Afkorting van channel clock. De puls-frequentie op deze ingang bepaalt de lengte van de channelcyclus. Kan verbonden worden met een van de stekerbussen van het klokpulssysteem achter op de console.

condstart(42). Afkorting van condition start. Deze ingang conditioneert de uitgangen "start" en "nonstart". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Nstart(43). Afkorting van non-start. Indien een aanvraag geaccepteerd is en de channelcyclus is gestart verschijnt op deze uitgang een negatieve puls. Kan verbonden worden met een unitingang.

Start(44). Indien een aanvraag geaccepteerd is en de channelcyclus is gestart, verschijnt op deze uitgang een positieve puls. Kan verbonden worden met een unitingang.



condfree(46). Afkorting van condition free. Deze ingang conditioneert de uitgangen "free" en "nonfree". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Nfree(47). Afkorting van non-free. Indien er geen channelcyclus aan de gang is staat op deze uitgang een laag niveau. Kan verbonden worden met een unitingang.

Free(48). Indien geen channelcyclus aan de gang is staat op deze uitgang een hoog niveau. Kan verbonden worden met een unitingang.

Condend(51). Afkorting van condition end. Deze ingang conditioneert uitgang "end". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

end(52). Deze uitgang geeft een hoog niveau in de tijdsduur tussen de een na laatste en de laatste puls van de channelcyclus. Wormt de waarschuwing einde cyclus. Kan verbonden worden met een unitingang.

#### 4.6.3. Beschrijving in detail van logische bijzonderheden.

Het invoeren van informatie via het instelsysteem geschiedt met het systeem rond "FFMR". Voor een beschrijving hiervan zie 4.2.3a (blz.11). De informatie wordt in schuifregister "FFPR1" en "FFPR2" geschoven. ("11" op resp. bit 9 en 10 is fixed, "10" is random en "00" is round robin prioriteit). Teller "FFR1" en "FFR2" zorgt in geval van random en round robin prioriteit voor het cyclisch verwisselen.

De kleine buffers (maximale inhoud 2) bestaan uit 2 bit-tellers. Indien bv. een aanvraag van 1 ("req 1") geaccepteerd wordt, geeft "prta4" een laag niveau en "invsa" dus een hoog. Via "prtreq" wordt de channelcyclus gestart. De startpuls op "invch" kan dus "psa" passeren en reset buffer 1. Bij round robin prioriteit hoort de startpuls (afkomstig van "invstrt") steeds bij een nieuwe channelcyclus teller "FFR1" en "FFR2" op voor de cyclisch wisselende prioriteit.

#### 4.7. Program control counter (VII).

##### 4.7.1. Beschrijving van de functie en de werking van de unit.

Functie: het bijhouden en aangeven van de stand van een programma tijdens een run. Maximaal acht programmafases.

Werking: Een 8-teller wordt automatisch tijdens de insteloperatie gereset. Programmafase 1 wordt nu uitgelezen. Tijdens de programmafase moet de bijbehorende "condition state"lijn absoluut laag gehouden worden. Zodra de condition state-lijn opkomt wordt de teller opgehoogd en begint de volgende programmafase. Andere programmafases analoog. Indien gewenst kan het wisselen van programmafases geconditioneerd worden m.b.v. ingang "condnwst". Met een laag niveau op ingang "MRP" kan de programmafaseteller tijdens een run gereset worden waardoor het programma opnieuw gestart wordt.

Via stekerbussen zijn van buitenaf bereikbaar een set-reset flipflop (met "0" als rustniveau), twee 4-in andpoorten, een 2-in andpoort en een inverter.

#### 4.7.2. Beschrijving van de afzonderlijke in- en uitgangen.

Condst 1(20). Afkorting van condition state. Tijdens programmafase 1 moet deze ingang laag zijn en wanneer deze fase beëindigd is, hoog worden. Indien de "condst"-ingang hoog blijft wordt de betreffende programmafase overgeslagen. Kan verbonden worden met een unituitgang.

Alle "condst"-ingangen zie "condst 1".

state 1(28). Tijdens fase 1 verschijnt op deze uitgang een hoog niveau, tijdens de andere fasen een laag niveau. Kan verbonden worden met een unitingang.

Alle "state"-uitgangen zie "state 1".

MRP(37). Afkorting van master reset program. Negatieve puls op deze ingang reset de programmafaseteller op nul, (d.w.z. programmafase 1). Moet normaal hoog zijn. Kan verbonden worden met unituitgang of met drukknopschakelaar op console.

clstatech(38). Afkorting van clock state change. Op deze ingang dient een (hoge) pulsfrekwentie gezet te worden voor het ophogen van de teller. Moet verbonden worden met een stekerbuis van het klokpulssysteem.

condnwst(39). Afkorting van condition new state. Conditioneert het ophogen van de programmafaseteller. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

#### 4.7.3. Beschrijving in detail van logische bijzonderheden.

De teller is uitgevoerd als "Johnsoncounter" (univariante overgangen). De toestanden worden alle uitgelezen. Ingangen condst(i) sorteren alleen effect tijdens de fasen met hetzelfde nummer, tijdens andere fasen is hun niveau niet relevant.

Zodra een der ingangen van "prtot" laag wordt bereikt de teller een andere toestand. Via ingang "elfpuls" (intern verbonden) wordt de teller tijdens de insteloperatie (instelsysteem: 5.3) automatisch gereset.

#### 4.8. Buffer (VIII).

##### 4.8.1. Beschrijving van de functies en van de werking van de unit.

Functies van de buffer:

- a. Buffer of geheugeneenheid.
- b. Teller.
- c. Waarschuwingseenheid.
- d. Delen van pulsfrquenties.

ad a. De capaciteit is instelbaar via het instelsysteem (hoofdstuk 5.3). De inhoud kan opgehoogd worden via de "add"-ingang of verlaagd via de "subtract"-ingang. Als de ingestelde capaciteit is bereikt komt de "Full"-uitgang op; als het inhoudregister leeg is wordt de "empty"-uitgang hoog.

ad b en d. De buffer kan tellen tot ieder getal P beneden de 32. Maak "subtract" laag en "add" hoog en verbindt de "full"-uitgang met de "reset contents"-ingang (rescont).

Na P pulsen op de klok-input verschijnt een hoog niveau op de "full"-uitgang.

De bufferunit kan ook pulsfrquenties delen door maximaal een faktor 32. Verbindt de klokingang met ingang "rescont". Verder blijft de configuratie hetzelfde.

Stel de capaciteit van de buffer weer in op een getal P tussen 1 en 32. Steeds na P pulsen wordt het inhoudsregister gereset terwijl tegelijkertijd een puls verschijnt op de "full"-uitgang.

ad c. Doordat het inhoudsregister via stekerbussen naar buiten is uitgevoerd kan de inhoud op ieder moment afgelezen worden, waardoor de buffer als signaleringseenheid gebruikt kan worden.

Werking van de buffer:

De buffer bestaat voornamelijk uit een inhoudsregister (5 bit), een capaciteitsregister (5 bit), een systeem voor het vergelijken van de stand van het inhoudsregister met de stand van het capaciteitsregister (5 exclusive-or schakelingen), een detektiesysteem voor de stand 00000 van het inhoudsregister en twee buffertjes voor het (zeer kortstondig) opslaan van een "add"- of "subtract"-opdracht.

Voor de run kan via het instelsysteem aan het capaciteitsregister en inhoudsregister een voorinstelling gegeven worden:

Bit 1,2,3,4 en 5 (zie instelsysteem: 5.3) komen in het capaciteitsregister te staan met bit 5 als minst significante bit; bit 6,7,8,9 en 10 komen in het inhoudsregister met bit 10 als minst significante bit.

Ophogen van het inhoudsregister kan geschieden via ingangen "clock 1" en "add", verlagen via ingangen "clock 1" en "subtract" (zie 4.8.2) en op nul herschrijven van het inhoudsregister m.b.v. een positieve puls op ingang "rescont". Via uitgangen "Full" en "nonfull" kan gedetecteerd worden of het inhoudsregister gelijk is aan het capaciteitsregister en via uitgangen "empt" en "nempt" of het inhoudsregister leeg is.

#### 4.8.2. Beschrijving van de afzonderlijke in- en uitgangen.

##### Subtr(1). Afkorting van subtract.

a. Indien een hoog niveau aangebracht is op ingang "clock 1" (5) wordt bij het arriveren van een positieve flank op "subtr" het inhoudsregister met een verlaagd. Indien er ten tijde van het arriveren van deze flank een optel-operatie aan de gang zou zijn, wordt het subtract commando tijdelijk opgeslagen.

b. Indien op deze ingang een hoog niveau is aangebracht wordt de inhoud met een verminderd wanneer de voorflank van een positieve puls op ingang "clock 1"(5) aankomt. Kan verbonden worden met een unituitgang.

##### condsubtr(2). Afkorting van condition subtract.

Met deze ingang wordt de subtract opdracht geconditioneerd. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

##### add(3).

a. Indien een hoog niveau aangebracht is op ingang "clock 1"(5) wordt bij het arriveren van een positieve flank op ingang "add" het inhoudsregister met een opgehoogd. Indien bij het arriveren van deze positieve flank een aftrek-operatie aan de gang zou zijn, wordt het add-commando tijdelijk opgeslagen.

b. Indien op deze ingang een hoog niveau is aangebracht, wordt de inhoud van het inhoudsregister met een opgehoogd wanneer de voorflank van een positieve puls op ingang "clock 1" aankomt. Indien bij hoog niveau op ingang "clock 1" op zowel ingang "add" als "subtract" gelijktijdig een positieve flank arriveert, blijft de inhoud van het inhoudsregister ongewijzigd. Eveneens wanneer zowel ingang "add" als "subtract" hoog zijn en er arriveert een positieve flank op ingang "clock 1". Kan verbonden worden met een unituitgang.

##### condadd(4). Afkorting van condition add.

Deze ingang conditioneert de "add"-ingang. Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

##### clock 1(5). Zie ook add(3) en subtr(1).

a. Indien "clock 1" hoog is reageert het inhoudsregister op positieve flanken op de ingangen "add" en "subtract".

b. Indien ingang "subtract" of ingang "add" hoog is, reageert het inhoudsregister op de voorflank van de positieve puls op ingang "clock 1". Kan verbonden worden met een unituitgang of met een stekerbuis van het kloksysteem, achter op de console.

MR(6). Een negatieve puls op deze ingang reset flipflop "FFMR", waardoor aan de buffer informatie kan worden toegevoerd via het instelsysteem. Kan verbonden worden met een drukknop op de console.

condnf(7). Afkorting van condition nonfull.

Conditioneert uitgang "nonfull". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

condf(8). Afkorting van condition full.

Conditioneert uitgang "full". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

condne(9). Afkorting van condition nonempty.

Conditioneert uitgang "nonempty". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

conde(10). Afkorting van condition empty.

Conditioneert uitgang "empty". Normaal hoog. Kan verbonden worden met een unituitgang.

empt(11). Afkorting van empty.

Deze uitgang wordt hoog indien het inhoudsregister leeg is, dus zich in stand 00000 bevindt. Geconditioneerd door ingang "conde"(10). Kan verbonden worden met een unitingang of met een lampje op de console.

nempt(12). Afkorting van nonempty.

Deze uitgang wordt laag indien het inhoudsregister leeg is, dus zich in stand 00000 bevindt. Geconditioneerd door ingang "condne". Kan verbonden worden met een unitingang of met een lampje op de console.

Full(13). Deze uitgang wordt hoog, indien het inhoudsregister dezelfde inhoud heeft als het capaciteitsregister, dus als de buffer "vol" is. Geconditioneerd door ingang "condf". Kan verbonden worden met een unitingang of met een lampje op de console.

NFull(14). Afkorting voor nonfull.

Deze uitgang wordt laag indien het inhoudsregister gelijk is aan het capaciteitsregister. Geconditioneerd door de ingang "condnf". Kan verbonden worden met een unitingang of met een lampje op de console.

NFE(15). Afkorting van nonfull-nonempty.

Deze uitgang wordt hoog als de buffer zich niet in de full-stand én niet in de empty-stand bevindt. Kan verbonden worden met een unitingang of met een lampje op de console.

Bufout 1(16). Op deze uitgang verschijnt het eerste (minst significante) bit van het binaire getal dat in het inhoudsregister staat. Kan verbonden worden met een stekerbuisje van een bufferdisplay, achter op de console.

Bufout 2(17). Op deze uitgang verschijnt het tweede (op een na minst significante) bit van het binaire getal in het inhoudsregister. Kan verbonden worden met een stekerbuisje van een bufferdisplay, achter op de console.

Bufout 3(18). Op deze uitgang verschijnt het derde bit van het binaire getal in het inhoudsregister. Kan verbonden worden met een stekerbuisje van een bufferdisplay, achter op de console.

Bufout 4(19). Op deze uitgang verschijnt het vierde bit van het binaire getal in het inhoudsregister. Kan verbonden worden met een stekerbuisje van een bufferdisplay, achter op de console.

Bufout 5(20). Op deze uitgang verschijnt het vijfde (meest significante) bit van het binaire getal in het inhoudsregister. Kan verbonden worden met een stekerbuisje van een bufferdisplay, achter op de console.

Rescont(21). Afkorting van reset contents.

Een positieve puls op deze ingang reset het inhoudsregister op 0. Normaal laag, moet dus absoluut aangesloten zijn. Moet verbonden worden met een unituitgang of met een laag niveau.

#### 4.8.3. Nadere uitleg van de logica van de buffer.

Het capaciteitsregister is een 5-bit schuifregister (SN7496, zie schema: teller). Het inhoudsregister is samengesteld uit 5 flipflops ("BFFA".... BFFE") en een aantal poorten, en heeft als functies, optellen, aftrekken en schuiven. Informatie via het instelsysteem kan worden ingeschoven als "FFMR" zich in de "1"-stand bevindt. Bij optellen wordt de "1"-uitgang van oneshot "MONA" (d.i. de "addline") hoog gemaakt voordat de klokpuls op de flipflops arriveert, bij aftrekken de "1"-uitgang van oneshot "MONS" (d.i. de "subtractline"). De klokpuls wordt vertraagd door een RC-schakeling tussen "invz1" en "invz2". Indien zowel de addline als de subtractline hoog worden behoudt het inhoudsregister zijn stand, mede dank zij "prtok".

Flipflops "FFAD" en "FFSUB" kunnen indien het inhoudsregister aan een aftrek-, resp. opteloperatie bezig is, voor korte tijd een commando (resp. optel- en aftrekcommando) bufferen.

Een optelcommando bijvoorbeeld arriveert als een positieve flank op flipflop "FFAD". Deze komt in de "1"-stand en dit geeft via poort "PRAD1" weer een negatieve flank op oneshot "MONA" welke daardoor getriggerd wordt. De addline komt nu op. Via "pinvad 1" en "invad 2" wordt "FFAD" gereset. Zodoende is op de uitgang van "PRAD 1" een negatieve puls ontstaan welke via "PRTCL" het inhoudsregister met een ophoogt. Indien hetzelfde optelcommando gearriveerd zou zijn terwijl er nog een aftrekoperatie bezig was (totale duur ongeveer 200 nsec) wordt in deze procedure de negatieve flank op "MONA" verboden door "MONS" via een ingang van poort "PRAD1". Als de aftrekoperatie beëindigd is komt de non-uitgang van "MONS" op en verschijnt de negatieve flank op de uitgang van "PRAD1" waardoor de optelprocedure aan de beurt komt.



## 5. Beschrijving van besturingsorganen en registratieorganen.

### 5.1. Klokpulssysteem.

Deze schakeling bevindt zich in de console, en bestaat uit negen teruggekoppelde schuifregisters welke zorgdragen voor deling van een "master clock"-frequentie ( $<1\text{Mc}$ ) met respectievelijk de factoren:  $1/3$ ,  $1/4$ ,  $1/5$ ,  $1/7$ ,  $1/9$ ,  $1/11$ ,  $1/13$ ,  $1/15$  en  $1/16$ .

Tijdens het resetten van deze schuifregisters, wat automatisch gebeurt, bij iedere insteloperatie (via ingang "MRIN"), wordt steeds in elke der schuifregisters het eerste bit "1" gemaakt en alle andere "0". Bij schuifregister "S4A" is voor alle zekerheid 20 nsec vertraging ingebouwd zodat het presetcommando later arriveert dan het resetcommando. Op schuifregister "S8E" wordt bij "0"-stand van "FF16" een "1" ingeschreven, daarna steeds de laatste bit van "S8F".

De masterclock (op ingang "in2") is geconditioneerd door de ingangen "autstop 1" en "autstop 2" welke normaal hoog zijn en verbonden kunnen worden met een unituitgang of met een schakelaar op de console.

Op de console bevindt zich verder tuimelschakelaar "clock" (zie schema 12). In de stand "start" wordt de "masterclock"-frequentie aangesloten op het klokpulssysteem en begint de simulatierun. Het is mogelijk de simulatierun te onderbreken door de schakelaar in de stand "stop" te zetten. In deze laatste stand kunnen met de hand pulsen worden toegevoerd via drukknop "handpulsen". Ook kan bij deze stand extern een pulstrein toegevoerd worden via de BNC plug op de achterzijde van de console. De frequentie moet kleiner zijn dan  $1\text{Mc}$ , de pulsbreedte bv.  $100\text{ nsec}$ . (Het gehele systeem werkt op een standaardpulsbreedte van  $100\text{ nsec}$ , ook de extern aangesloten frequentie wordt aangepast). De uitgangen van de schuifregisters zijn via stekerbussen (10 stuks) uitgevoerd aan de bovenzijde van de console. Met snoertjes dienen verbindingen gemaakt te worden met de naastliggende ingangstekerbussen van de klokpulsdelaars.

## 5.2. Klokpulsdelers (9).

Een klokpulsdeler deelt de pulsfrekwentie welke afkomstig is van een der schuifregisters van het klokpulssysteem verder, door machten van twee, tot uiterlijk een faktor  $2^{16}$ .

Vier stuks 4-bit tellers zijn geschakeld als een synchrone deler. Er zijn vijf van deze klokpulsdelers. Ze bevinden zich in de console. De uitgangen (5 delers met ieder 16 uitgangen) bevinden zich in de vorm van stekerbussen op de achterkant van de console. In principe kunnen hier dus 80 verschillende pulsfrekwenties afgenomen worden.

De ingangen (5 stuks) in de vorm van stekerbussen op de bovenzijde van de console kunnen verbonden worden met de uitgang van het gewenste schuifregister van het klokpulssysteem (10 stekerbussen op bovenzijde console).

## 5.3. Instelsysteem ("load-unit") (10).

### 5.3.1. Werking van het systeem.

Door middel van het instelsysteem kan reeds voor de simulatierun informatie geschreven worden in enkele registers (inhaltsregister, capaciteitsregister en prioriteitschemaregister) van bepaalde units (buffer, priority-switch en subassembly). De informatie arriveert in de vorm van 10 bit in serie, terwijl steeds tegelijkertijd 10 klokpulsen aangeboden worden voor het inschuiven ervan.

De units worden na elkaar voorzien van informatie, de volgorde waarmee dit gebeurt is afhankelijk van hun plaats op het unitpaneel. Deze volgorde wordt gegeven in hoofdstuk 6.2 (fig.1). Alle units zijn namelijk via de connector op het unitpaneel verbonden met het instelsysteem (5 lijnen). Over een van deze lijnen wordt steeds aan de unit welke aan de beurt is een resetpuls voor een flipflop gestuurd. Als deze flipflop gereset is, kan de unit informatie ontvangen. Na het inschuiven van de informatie wordt over een aparte lijn ("elfpuls") een enkele puls toegevoerd welke de flipflop weer terugzet in de "1"-stand en tegelijkertijd vanuit de unit een resetpuls naar de volgende unit welke aan de beurt is stuurt. Bit 11 van de informatie (schakelaar "NONAUT") moet een "1" bevatten (stand "AUT"). De resetpuls voor de eerste informatie ontvangende unit van de keten moet gegeven worden met een drukknop op de console.

Via een snoertje moet de drukknop verbonden zijn met de "MR"-ingang van de unit. De units welke geen informatie kunnen ontvangen hebben een doorverbinding voor het instelsysteem in de connector. De keten als aangegeven in 6.2 moet uiteraard gesloten zijn, óf met behulp van deze units, óf met losse connectoren waarop doorverbinding is aangebracht.

Zodra een unit gereed is voor informatieontvangst kan de gewenste informatie op tien schakelaars ingesteld worden. Een druk op drukknopschakelaar "INSTEEL" heeft dan tot gevolg dat de informatie in de unit geschoven wordt en dat de volgende unit gereedgemaakt wordt. Daarna kan direct de informatie voor de volgende unit weer ingesteld worden.

Het is ook mogelijk om slechts een of enkele units een instelling te geven. Schakelaar "NONAUT" moet dan in stand "niet-automatisch" staan. De flipflop in de unit moet nu gereset worden m.b.v. een drukknop op de console welke verbonden is met de "MR"-ingang van de unit. Na instellen van de schakelaars en drukken op "instel" wordt de informatie ingeschoven en de flipflop weer geset. De unit geeft nu geen resetpuls af voor de volgende unit in de keten.

### 5.3.2. Beschrijving van de logica.

De werking van het instelsysteem (schema 10) is als volgt:

Een druk op de knop "inset" reset "FF1" en "FF2" (tegelijkertijd worden via uitgang "Genres" de schuifregisters van het klokpulssysteem gereset). Een klokpuls kan "prtcl" passeren en zet "FF1" in de "1"- en "FF2" in de "0"-stand. "invsin" (=parallel entry) wordt hoog. Klokpuls 2 kan "invpe" passeren en de op 10 schakelaars aangebrachte informatie wordt parallel in schuifregisters "SR1", "SR2" en "SR3" gezet. (3stuks 4-bit schuifregisters). "FF1" komt in de "0"-stand, "FF2" in de "1"-stand. Klokpuls 3 passeert "prttel", reset de 21-teller op nul en zet "FF1" en "FF2" beide in de "1"-stand, waarin deze verder blijven tot de volgende insteloperatie. De teller start met tellen. De eerst komende klokpuls gaat over de "shiftpuls"-lijn naar de units, de volgende naar schuifregisters "SR1", "SR2", "SR3", de daaropvolgende weer naar de units, etc. Indien beide 10 klokpulsen hebben ontvangen wordt de eenentwintigste puls via de "elfpuls"-lijn naar de units gestuurd en stopt de teller.

#### 5.4. Tellers.

In de console bevinden zich drie algemeen toepasbare BCD tellers voor het tellen van willekeurig welke klokpulsen. De te tellen klokpulsen dienen te worden ingevoerd op de ingangen "cpa", "cpb", of "cpc". Deze ingangen zijn resp. geconditioneerd door de ingangen "conda", "condb" en "condc", eveneens bereikbaar via stekerbussen achter op de console. De tellers bestaan ieder uit een 12-bit synchrone BCD teller, welke gestart kan worden met behulp van een drukknopschakelaar ("teller a", "teller b" en "teller c") of met een negatieve puls (resp. op ingang "MRa2", "MRb2" en "MRc2" stekerbussen achter op de console). De inhoud wordt decimaal weergegeven met cijfertubes op de console. De tellers stoppen automatisch als de stand 999 is bereikt; tevens verschijnt er een hoog niveau op uitgang "aFull", resp. "bFull" en "cFull" bij deze stand.

Teller A kan samen met teller B gevoegd worden tot een grotere synchrone BCD teller (tot 999.999) door de volgende verbindingen te maken: "aFull" met "restarta", "aFull" met "condb", "cpa" met "cpb". De teller is nu zelfstartend, de drukknopschakelaars zijn niet te gebruiken. Buiten werking stellen of houden van de teller kan geschieden met een laag niveau op ingang "MRa2" of "conda", tijdens de teloperatie moeten beide hoog zijn.

Om een teller tot 999.999.999 te verkrijgen kan ook teller c aangekoppeld worden. Dan moeten ook nog verbonden worden: "bFull" met "restartb", "bFull" met "condc" en "cpc" met "cpb". Om de teller te laten stoppen in de stand vol, kunnen de "full"-uitgangen in een 3-input nandpoort gevoerd worden welke verbonden is met ingang "conda". Starten van de teller kan dan slechts via ingang "MRa2".

De minst significante informatiebits verschijnen op de indicatoren van teller A, de meest significante op die van teller C.

Op de printplaat (en tekening) van "tellers" bevinden zich 6 invertors welke vrij toegankelijk zijn via stekerbussen op de achterkant van de console, alsmede een gedeelte van het klokpulssysteem.

## 5.5. Bezettingsgraadmeters.

### 5.5.1. Bezettingsgraadmeter a (13).

De bezettingsgraadmeter dient om de bezettingsgraad van een channel te bepalen en bestaat hoofdzakelijk uit twee registers (tellers) met een capaciteit van  $10^5$ . Een register telt het maximum aantal aanvragen dat door het channel verwerkt kan worden in de te beschouwen periode. Op de "cpa"-ingang van deze teller dient dus een klokpuls aangebracht te worden met een frekwentie van  $1/32$  maal de channelklopfrekwentie.

Het bezettingsregister houdt het aantal geaccepteerde aanvragen bij. Doorgaans zullen de startpulsen van de channelunit hiervoor gebruikt worden. Deze worden toegevoerd via ingang "intela".

Wanneer het maximum\_kapaciteitsregister volgeteld is wordt uitgang "lamph" (doorgaans verbonden met lamp op console) hoog en stopt de teller zodat de laatste stand behouden blijft.

Het bezettingsregister wordt uitgelezen met 6 cijfertubes en een lampje (maximum\_kapaciteitsregister vol, tellen gestopt) op de console. De unit wordt gestart (d.w.z. resetten op nul van de registers) met drukknop-schakelaar "reset-a" of met een negatieve puls op ingang "reset3" of "autresa" (via stekerbussen uitgevoerd op de achterzijde van de console, te verbinden met unituitgangen). Deze bezettingsgraadmeter a moet worden toegepast indien over een lange periode met onregelmatige tussenpozen, grote aantallen aanvragen gedaan worden. In geval van een regelmatig aanvragenpatroon kan gebruik gemaakt worden van bezettingsgraadmeters b en c.

### 5.5.2. Bezettingsgraadmeters b en c. (14)

Deze twee bezettingsgraadmeters, ingebouwd in de console, hebben dezelfde functie, dezelfde werking en dezelfde opbouw als de hiervoor beschreven bezettingsgraadmeter a, alleen de registers zijn kleiner.

Bezettingsregister en maximum capaciteitsregister hebben een capaciteit van 1000, zodat een nauwkeurigheid van 0,1% mogelijk is. In de rusttoestand is een der registers geheel gevuld, starten geschiedt met drukknop "resetb" (resp. "resetc") of met een negatieve puls op "autresb" (resp. "autresc"), uitlezen van de bezettingsregisters ieder m.b.v. 3 cijfertubes en 1 lamp (tellen gestopt).

## 6. Console en unitpaneel.

### 6.1. Console.

De beide suggesties voor een "Mounting panel", gedaan in Nat. Lab. Technical Note 185/69 (F161 en F162) kenmerkten zich door het feit dat de output direct van de betreffende unit werd afgelezen met behulp van een op de unit te monteren "display unit". Van een dergelijke uitvoering is in het hier beschreven systeem afgezien: de units kunnen worden geplaatst op een "unitpaneel", terwijl alle informatie afgelezen kan worden op een "console".

In de console bevinden zich besturings- en registratielogica, op de console alle lampjes, cijferdisplays, schakelaars en drukknoppen en achter op de console de stekerbussen voor verbindingen met de units.

Zodra alle verbindingen gemaakt zijn zowel tussen units onderling als tussen units en de achterzijde van de console worden de console en het unitpaneel tegen elkaar geschoven en vergrendeld. Een afdekplaat wordt over beide aangebracht. Alle handelingen voor en tijdens de simulatierun worden verder verricht vanaf de console.

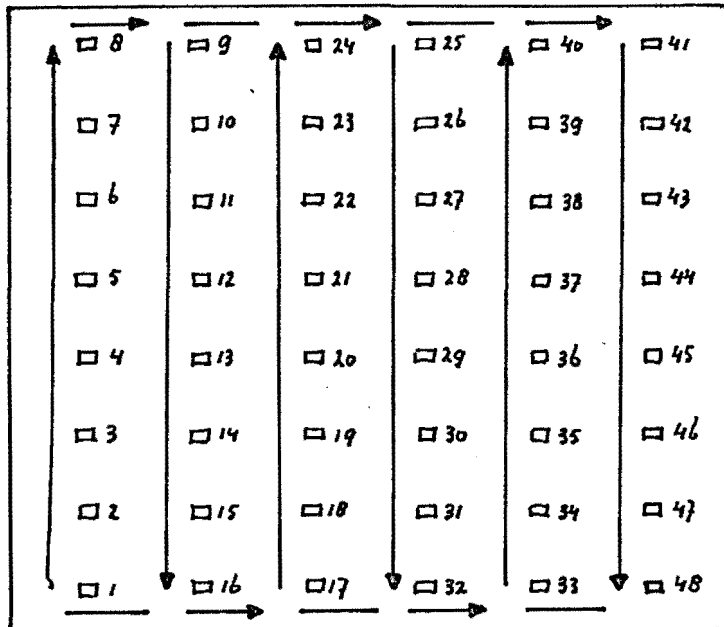
Zowel aan de voor- als aan de achterzijde kunnen de vier panelen onafhankelijk van elkaar verwijderd worden voor service doeleinden.

### 6.2. Unitpaneel.

Het unitpaneel bestaat uit een bak waarin 48 identieke verzonken connector-helften (femail) aangebracht zijn, waarop de units geplaatst kunnen worden. Via de connectoren lopen de verbindingen van voeding en instelsysteem. Op deze connectoren zijn de verbindingen als volgt aangebracht:

- 1 - positieve voedingsspanning 5,2V
- 2 - inf.(informatie)
- 3 - shiftp. (schuifpulsen)
- 4 - smrin (serie reset in)
- 5 - smrout (serie reset out)
- 7 - elfpls ("elfde puls")
- 8 - 0V.

De units kunnen geplaatst worden in rijen van 6 naast elkaar en 8 achter elkaar. De volgorde waarin de units door het instelsysteem van informatie worden voorzien vindt U weergegeven in fig. 1.



NUMMERING  
VAN  
CONNECTOREN  
OP  
UNITPANEEL

Fig. 1.

Deze keten mag niet onderbroken worden. Lege plaatsen kunnen worden opgevuld met units welke niet van het instelsysteem gebruikmaken (nummers I, III, IV, V en VII) of met losse connectorhelften (mail) waarin de punten 4 en 5 doorverbonden zijn.

De verbindingen tussen console en unitpaneel worden via een uitwendige connector gemaakt. Vanwege de geforceerde koeling wordt op het unitpaneel een afdekplaat aangebracht.

## 7. Unittestester.

Het doel van de unittestester is tweeledig:

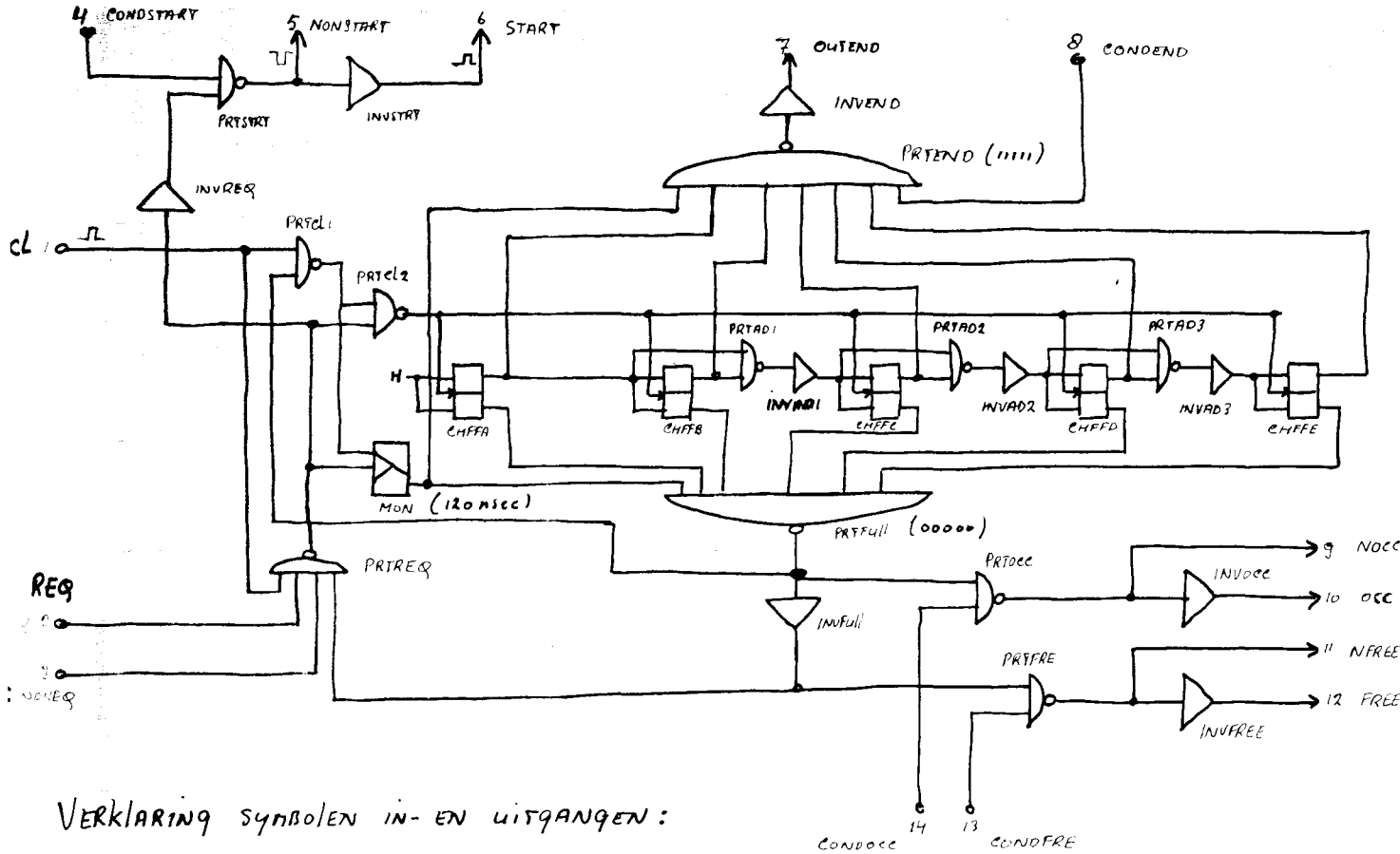
- a. Controle op correcte werking van de unit.
- b. Vertrouwd raken met de mogelijkheden van de unit.

De te testen unit wordt aan de zijkant van het apparaat in de daarvoor bestemde connector geplaatst. Met snoertjes kunnen nu verbindingen gemaakt worden tussen de stekerbussen van de unit en die boven op de unittestester. De unittestester bevat 16 lampjes (gele stekerbussen) welke bij een "1"-niveau gaan branden, 10 boundce-free schakelaars met elk twee inverse uitgangen (rood en zwart, schakelaar naar links geeft hoog niveau op rood), 4 drukknopschakelaars voor een puls van 100 nsec (rode stekerbuis negatieve puls, zwarte stekerbuis positieve puls). Verder zijn 4 stekerbussen verbonden met 4 BNC pluggen aan de achterzijde voor aansluitingen op pulsgenerator of oscilloscoop. Aan de zijkant bevinden zich 2 schakelaars en twee drukknoppen voor het nabootsen van de functie van het instelsysteem.

De werkwijze bij informatie invoeren is als volgt: breng de unit aan en leg de gewenste verbindingen. Schakelaar "serie" linksachter ("smrin") naar voren halen en weer terugzetten (de unit is gereed voor informatie-ontvangst, de flipflop is gereset). Met schakelaar "inf" (linksvoor) het eerste informatiebit instellen ("1" naar achter, "0" naar voren) en met drukknop "instel" (rechtsvoor) invoeren. De rest van de informatie op dezelfde wijze invoeren. De informatie verzegelen door met drukknop "elfpls" (rechtsachter) de flipflop weer te setten. Nu kan de werking van de unit verder m.b.v. de andere schakelaars, drukknoppen en lampjes beproefd worden. Aan de achterzijde van de unittestester bevinden zich de aansluitingen van de 5,2 volt voeding voor de logica en de 24 volt voeding voor de lampjes.

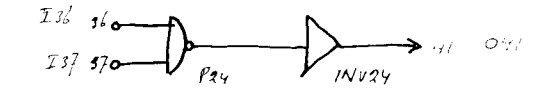
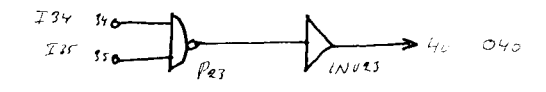
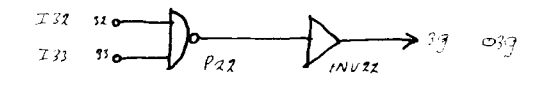
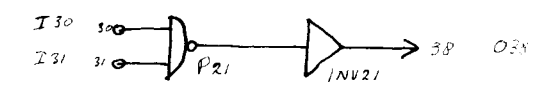
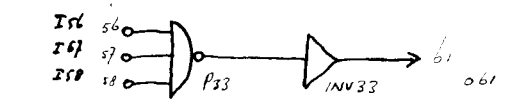
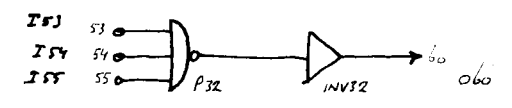
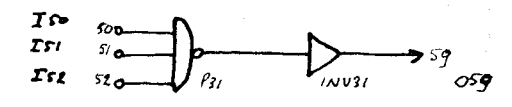


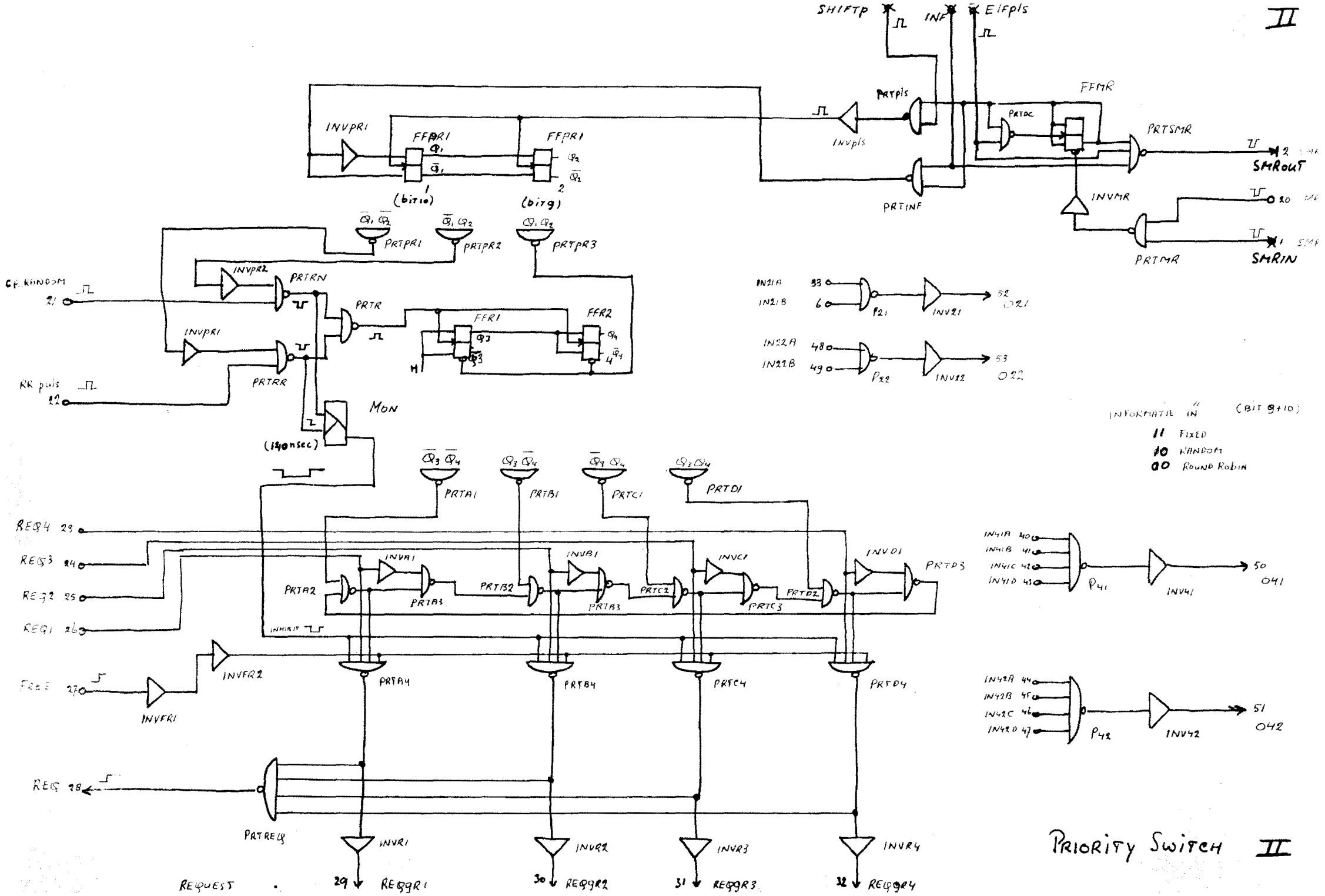
Bijlage I. Schema's van de logica van standaardunits, besturingsorganen en registratieorganen (zie hoofdstuk 4 en 5).



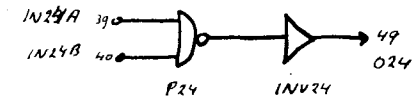
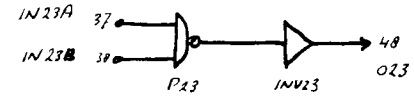
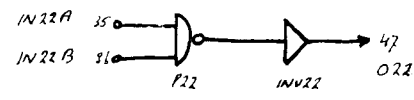
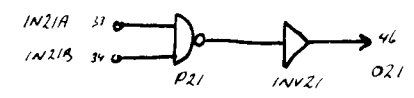
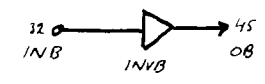
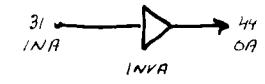
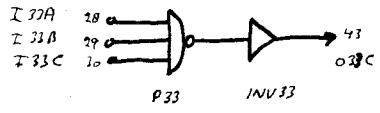
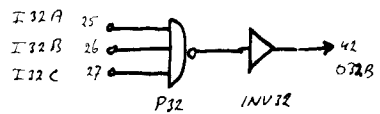
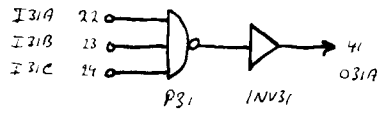
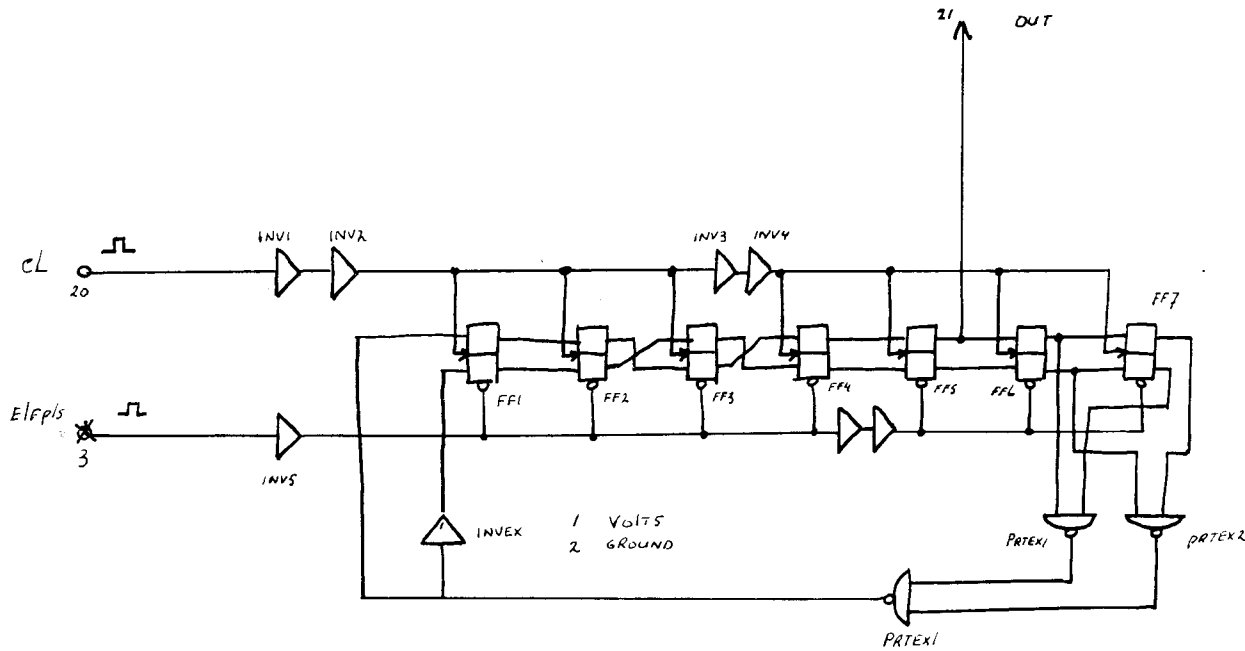
VERKLARING SYMBOLEN IN- EN UITGANGEN:

- INGANG (STEKERSBUS)
- \*— INGANG (INTERN VERBONDEN)
- UITGANG (STEKERSBUS)
- \*→— UITGANG (INTERN VERBONDEN)





# RANDOMIZER III



	BIT 9	BIT 10
FIXED	1	1
RANDOM	0	1
RR	0	0

CP RANDOM  
E1

(BUFFERS:)

ALARM 1  
22

24  
E1

ALARM 2  
25

REQ 2  
26

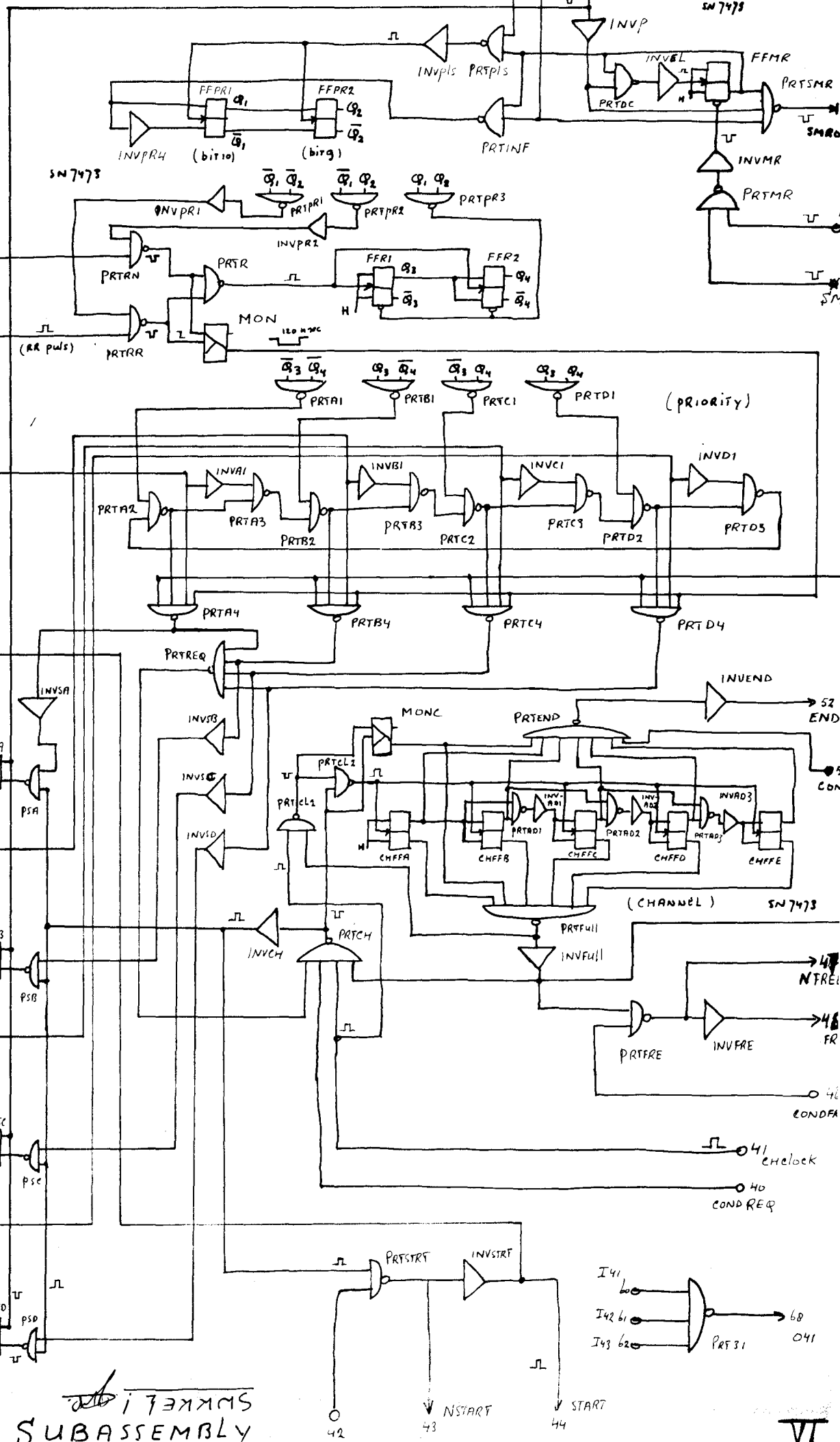
28  
E3

30

ALARM 4  
31

REQ 4  
32

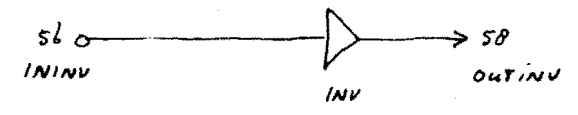
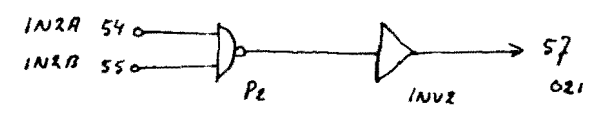
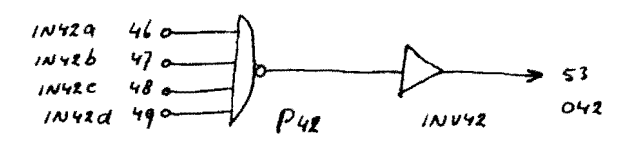
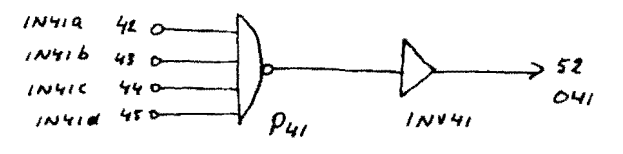
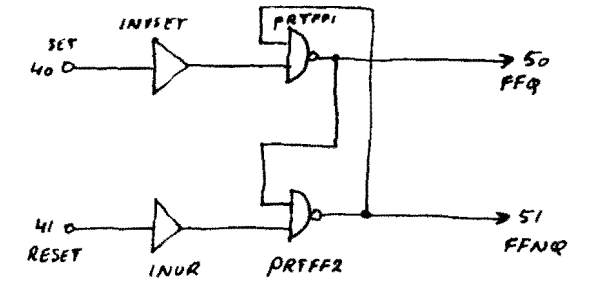
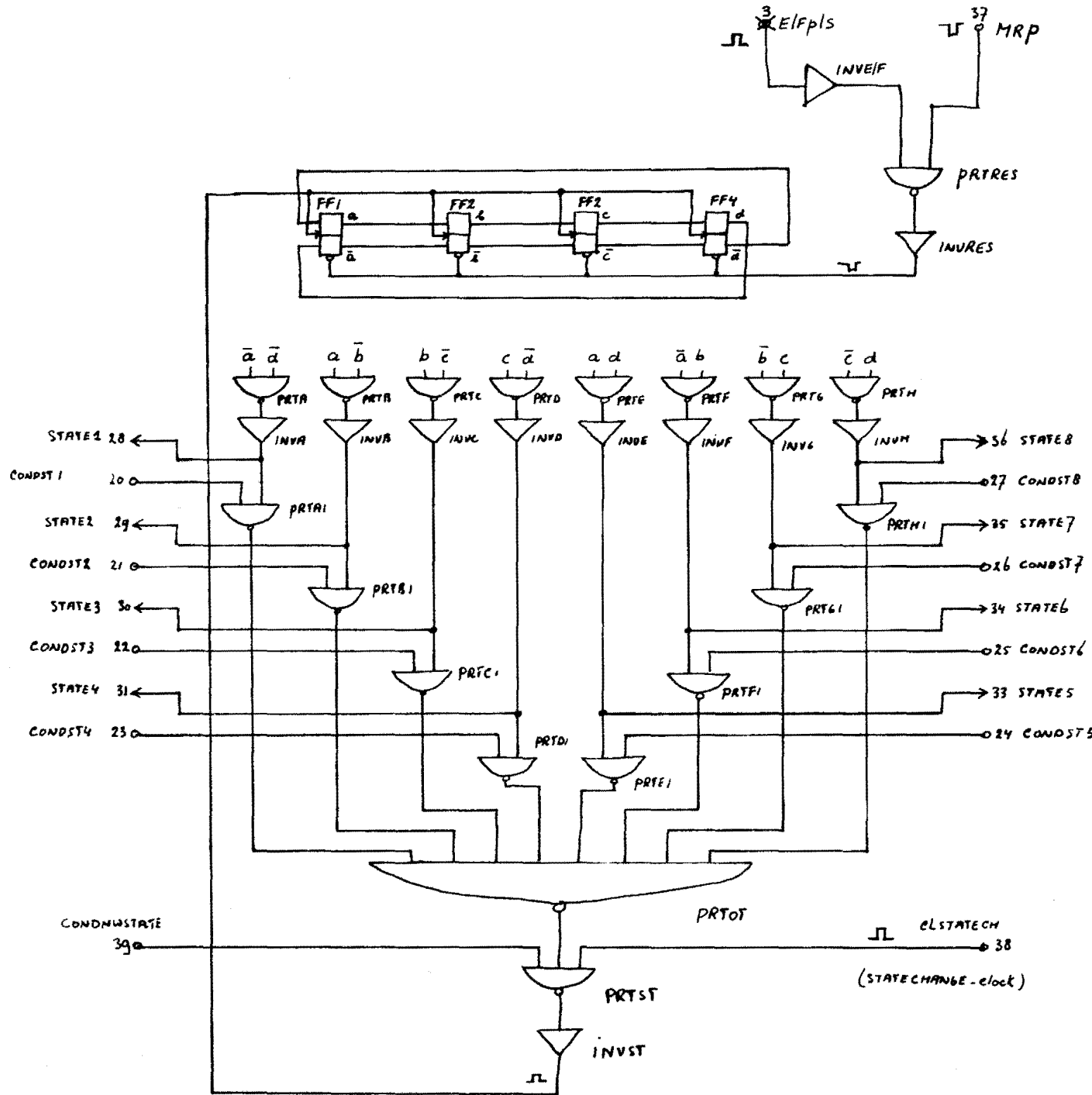
E4  
33



SN7474

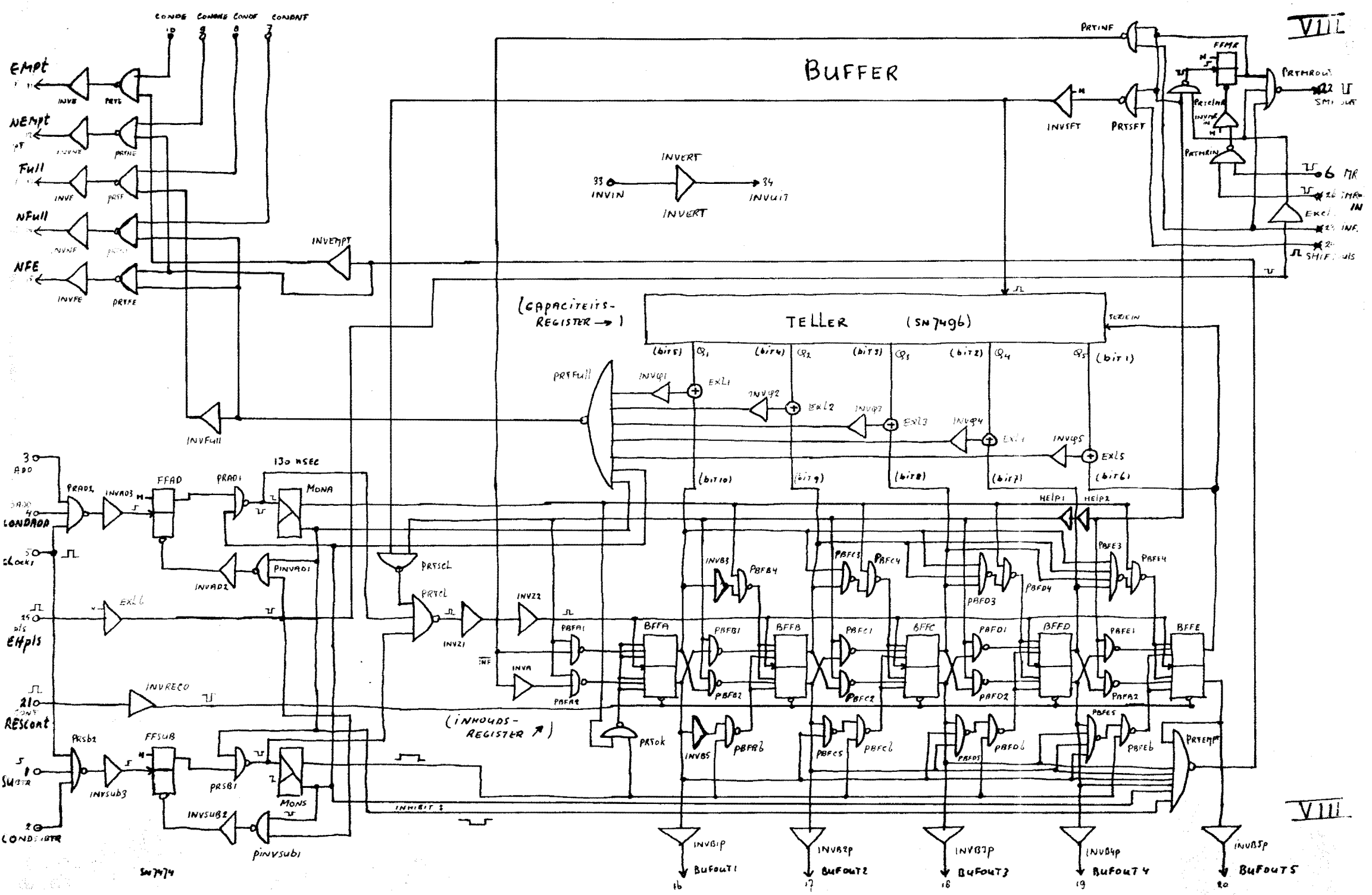
*Sub*  
SUBASSEMBLY

COND START

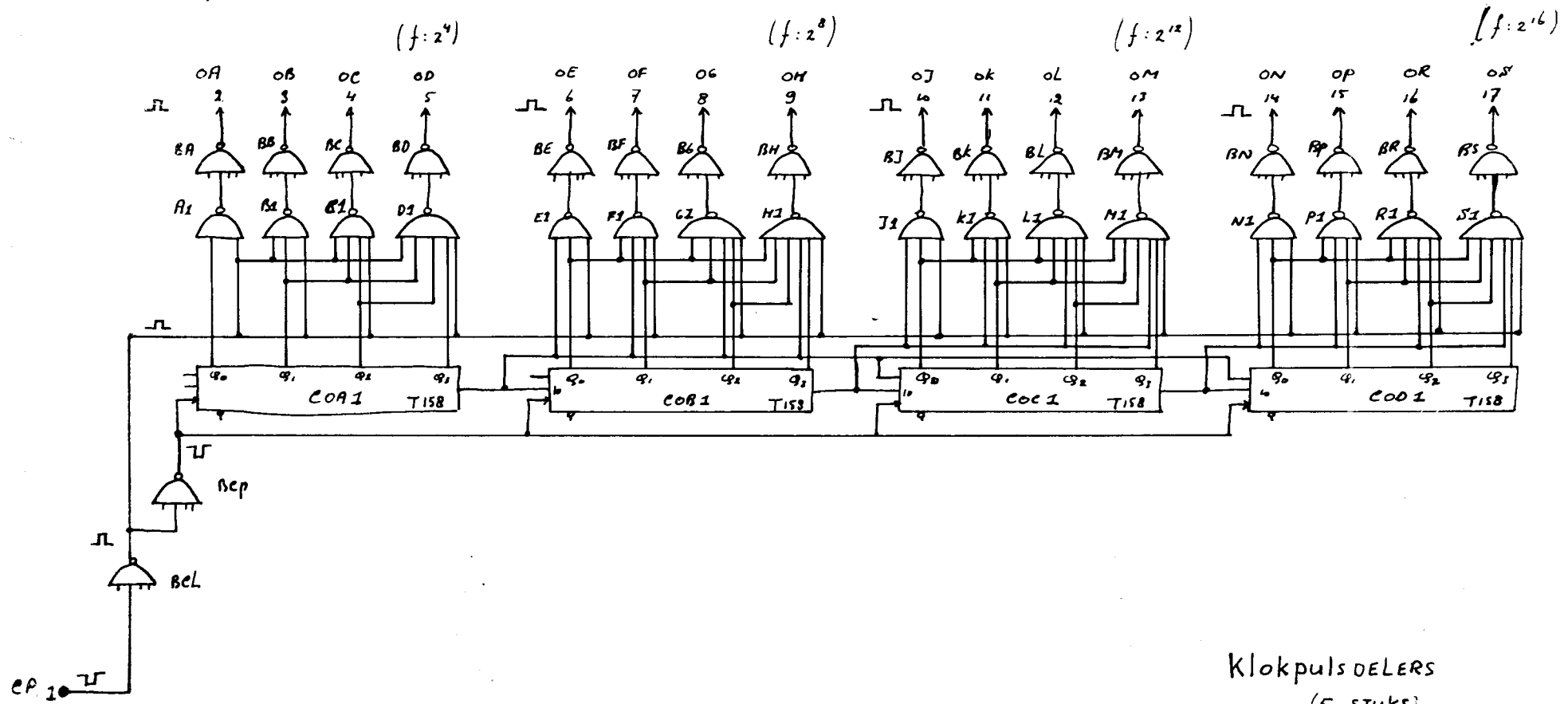


1 = VOLTS

PROGRAM CONTROL COUNTER UNIT



UITGANGEN NAAR  
STEKERBUSSEN op  
ACHTERZIJDE CONSOLE :



KlokpulsOELERS  
(5 stuks)

INGANGSSTEKERBUS op  
BOVENZIJDE CONSOLE



a. Stekerbusconfiguratie van de units.

Betekenis van de kleuren der stekerbusjes:

- geel : ingang poortschakeling
- rood : uitgang andpoort
- zwart : uitgang nandpoort
- zwart : ingang of uitgang voor 100 nsec pulsen
- blauw : ingang niveau
- groen : uitgang niveau.

opm.: ingangen van poortschakelingen (geel) liggen naast of boven elkaar met aansluitend de uitgang (rood of zwart).

Bovenaanzicht van de unit.

Voorzijde (rasterwerk)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1
2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	2
3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	3
4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	4

achterzijde (gesloten)

#### 4.1. Channel (I).

Naam	aard	interne connectie no	kleur	plaats
clock	in	1	zwart	J1
request	out	2	groen	I1
condrequest	in	3	blauw	H1
condstart	in	4	blauw	J2
nonstart	out	5	zwart	J4
start	out	6	zwart	F4
outend	out	7	groen	H2
condend	in	8	blauw	H3
nonoccupied	out	9	groen	I3
occupied	out	10	groen	J3
nonfree	out	11	groen	H4
free	out	12	groen	E4
condfree	in	13	blauw	G4
condoccupied	in	14	blauw	I4
I30	in	30	geel	D1
I31	in	31	geel	D2
I32	in	32	geel	E1
I33	in	33	geel	E2
I34	in	34	geel	F1
I35	in	35	geel	F2
I36	in	36	geel	G1
I37	in	37	geel	G2
out 21	out	38	rood	D3
out 22	out	39	rood	E3
out 23	out	40	rood	F3
out 24	out	41	rood	G3
I50	in	50	geel	A1
I51	in	51	geel	A2
I52	in	52	geel	A3
I53	in	53	geel	B1
I54	in	54	geel	B2
I55	in	55	geel	B3
I56	in	56	geel	C1
I57	in	57	geel	C2
I58	in	58	geel	C3
out31	out	59	rood	A4
out32	out	60	rood	B4
out33	out	61	rood	C4

#### 4.2. Priority switch (II).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
MR	in	20	zwart	F1
cprandom	in	21	zwart	H1
rrpuls	in	22	zwart	J1
req 4	in	23	blauw	G3
Req 3	in	24	blauw	H3
req 2	in	25	blauw	I3
req 1	in	26	blauw	J3
free	in	27	blauw	E3
req	out	28	groen	E4
reqgr 1	out	29	groen	G4
reqgr 2	out	30	groen	H4
reqgr 3	out	31	groen	I4
reqgr 4	out	32	groen	J4
in21A	in	33	geel	A4
in21B	in	6	geel	B4
in41A	in	40	geel	A1
in41B	in	41	geel	B1
in41C	in	42	geel	C1
in41D	in	43	geel	D1
in42A	in	44	geel	A2
in42B	in	45	geel	B2
in42C	in	46	geel	C2
in42D	in	47	geel	D2
in22A	in	48	geel	A3
in22B	in	49	geel	B3
041	out	50	rood	E1
042	out	51	rood	E2
021	out	52	rood	C3
022	out	53	rood	C4

#### 4.3. Randomizer (III).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
CL	in	20	zwart	J1
out	out	21	groen	J4
in31A	in	22	geel	A1
in31B	in	23	geel	A2
in31C	in	24	geel	A3
in32A	in	25	geel	B1
in32B	in	26	geel	B2
in32C	in	27	geel	B3
in33A	in	28	geel	C1
in33B	in	29	geel	C2
in33C	in	30	geel	C3
inA	in	31	geel	D1
inB	in	32	geel	E1
in21A	in	33	geel	F1
in21B	in	34	geel	F2
in22A	in	35	geel	G1
in22B	in	36	geel	G2
in23A	in	37	geel	H1
in23B	in	38	geel	H2
in24A	in	39	geel	I1
in24B	in	40	geel	I2
031A	out	41	rood	A4
032B	out	42	rood	B4
032C	out	43	rood	C4
0A	out	44	zwart	D2
0B	out	45	zwart	E2
021	out	46	rood	F3
022	out	47	rood	G3
023	out	48	rood	H3
024	out	49	rood	I3

#### 4.4. Nandflipflop unit-A (IV).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
in8A	in	20	geel	A1
in8B	in	21	geel	B2
in8C	in	22	geel	C1
in8D	in	23	geel	D1
in8E	in	24	geel	E1
in8F	in	25	geel	F1
in8G	in	26	geel	G1
in8H	in	27	geel	H1
inffs	in	28	blauw	F3
inffr	in	29	blauw	F4
in4A	in	30	geel	A2
in4B	in	31	geel	B2
in4C	in	32	geel	C2
in4D	in	33	geel	D2
in4E	in	34	geel	A3
in4F	in	35	geel	B3
in4G	in	36	geel	C3
in4H	in	37	geel	D3
in2A	in	38	geel	H3
in2B	in	39	geel	I3
ininV	in	40	geel	I4
out8	out	41	rood	I1
out9	out	42	groen	G3
outnq	out	43	groen	G4
out41	out	44	rood	E2
out42	out	45	rood	E3
out2	out	46	rood	J3
outinV	out	47	zwart	J4

#### 4.5. Nandflipflop unit-B (V).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
set	in	20	blauw	I3
reset	in	21	blauw	I4
in31A	in	22	geel	A1
in31B	in	23	geel	A2
in31C	in	24	geel	A3
in32A	in	25	geel	B1
in32B	in	26	geel	B2
in32C	in	27	geel	B3
in33A	in	28	geel	C1
in33B	in	29	geel	C2
in33C	in	30	geel	C3
in34A	in	31	geel	D1
in34B	in	32	geel	D2
in34C	in	33	geel	D3
in35A	in	34	geel	E1
in35B	in	35	geel	E2
in35C	in	36	geel	E3
in36A	in	37	geel	F1
in36B	in	38	geel	F2
in36C	in	39	geel	F3
in21A	in	40	geel	G1
in21B	in	41	geel	G2
in22A	in	42	geel	H1
in22B	in	43	geel	H2
ininV1	in	44	geel	I1
ffq	out	45	groen	J3
ffnq	out	46	groen	J4
031	out	47	rood	A4
032	out	48	rood	B4
033	out	49	rood	C4
034	out	50	rood	D4
035	out	51	rood	E4
036	out	52	rood	F4
021	out	53	rood	G3
022	out	54	rood	H3
0inV1	out	55	zwart	I2
ininV2	in	56	geel	J1
0inV2	out	57	zwart	J2

4.6. Subassembly (VI).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats.
MR	in	20	zwart	J1
cprandom	in	21	zwart	E1
alarm 1	out	22	groen	C2
req 1	in	23	blauw	C3
E1	out	24	groen	C4
alarm 2	out	25	groen	D2
req 2	in	26	blauw	D3
E2	out	27	groen	D4
alarm 3	out	28	groen	E2
req 3	in	29	blauw	E3
E3	out	30	groen	E4
alarm 4	out	31	groen	F2
req 4	in	32	blauw	F3
E4	out	33	groen	F4
condreq	in	40	blauw	H1
chclock	in	41	zwart	G1
condstart	in	42	blauw	I4
nonstart	out	43	zwart	H4
start	out	44	zwart	J4
condfree	in	46	blauw	I3
nonfree	out	47	groen	J3
free	out	48	groen	H3
condend	in	51	blauw	J2
end	out	52	groen	I2
I41	in	60	geel	A1
I42	in	61	geel	A2
I43	in	62	geel	A3
O41	out	68	rood	A4

4.7. Program control counter (VII).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
condst1	in	20	blauw	A3
condst2	in	21	blauw	B3
condst3	in	22	blauw	C3
condst4	in	23	blauw	D3
condst5	in	24	blauw	E3
condst6	in	25	blauw	F3
condst7	in	26	blauw	G3
condst8	in	27	blauw	H3
statel	out	28	groen	A4
state2	out	29	groen	B4
state3	out	30	groen	C4
state4	out	31	groen	D4
state5	out	33	groen	E4
state6	out	34	groen	F4
state7	out	35	groen	G4
state8	out	36	groen	H4
MRp	in	37	zwart	H1
clstatech	in	38	zwart	J1
condnwst	in	39	blauw	I1
set	in	40	blauw	F1
reset	in	41	blauw	F2
in41A	in	42	geel	A1
in41B	in	43	geel	B1
in41C	in	44	geel	C1
in41D	in	45	geel	D1
in42A	in	46	geel	A2
in42B	in	47	geel	B2
in42C	in	48	geel	C2
in42D	in	49	geel	D2
FFq	out	50	groen	G1
FFnq	out	51	groen	G2
041	out	52	rood	E1
042	out	53	rood	E2
in2A	in	54	geel	H2
in2B	in	55	geel	I2
ininV	in	56	geel	I4
021	out	57	rood	J2
outinV	out	58	zwart	J4



4.8. Buffer (VIII).

naam	aard	interne connectie	kleur	plaats
subtract	1	in	blauw	E1
cond subtract	2	in	blauw	F1
add	3	in	blauw	E3
cond add	4	in	blauw	F3
clock 1	5	in	zwart	I1
MR	6	in	zwart	E4
cond nonfull	7	in	blauw	A1
cond full	8	in	blauw	A3
cond nonempty	9	in	blauw	C2
cond empty	10	in	blauw	C4
empty	11	out	groen	D4
nonempty	12	out	groen	D2
full	13	out	groen	B3
nonfull	14	out	groen	B1
nonfull-nonempty	15	out	groen	H2
bufferout 1	16	out	groen	F4
bufferout 2	17	out	groen	G4
bufferout 3	18	out	groen	H4
bufferout 4	19	out	groen	I4
bufferout 5	20	out	groen	J4
rescont	21	in	blauw	J3
invin	33	in	geel	A4
invuit	34	out	zwart	B4