

MASTER

Realisatie van concentratorapparatuur voor terminalverbindingen

ten Cate, H.J.

Award date:
1977

[Link to publication](#)

Disclaimer

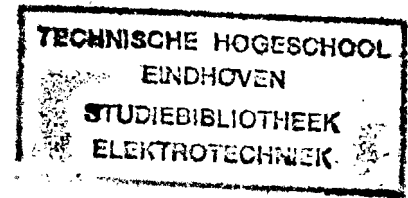
This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository.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

ECB 690
2191 bse



REALISATIE VAN CONCENTRATORAPPARATUUR
VOOR TERMINALVERBINDINGEN

Afstudeerverslag van H.J. ten Cate

Afstudeerperiode:

1 april 1976 tot 23 juni 1977

Mentor:

ir. G. Havermans (vakgroep EB)

trefwoorden: APL, terminal, concentrator, telefoonlijn, deconcentrator,
IBM-computercentrum.

VOORWOORD

Dit rapport handelt over de realisatie van concentratorapparatuur voor terminal-verbindingen. Met name zal worden ingegaan op de aansluiting van de terminals, omdat dat het hoofdbestanddeel heeft gevormd van een afstudeeronderzoek, dat ik onder leiding van ir. G. Havermans heb verricht in de periode 1 april 1976 - 23 juni 1977.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	BLZ.	I
INHOUDSOPGAVE		II
LITERATUURLIJST		IV
INLEIDING		1
Opdracht		1
Schets		1
Uitwerking		1
TAKEN VAN HET SYSTEEM		2
2741-terminal		2
Taken voor één terminal		2
Taken van het systeem		3
HARDWARE-OVERZICHT		3
Schets		3
SYS 8000		4
Selectric		4
Philipsmodem		5
Telefoonverbinding		5
IBM-modem		5
SOFTWARE-OVERZICHT		5
Multiprogrammering		5
Creëren, starten en vernietigen van processen		6
Semaforen		6
Resourcegroepen		7
Vergelijking p- en v-operaties met request en release		8
Processen		9
Communicatieprotocol		9
TERMINAL EN POORT		10
Verdeling van taken over de processen		10
Interruptselectie		10
Jobcontrol-protocol voor aan/uit		10
Terminalproces		12
Poortproces		13
Attenties		13
Totaalprogramma		14
REALISATIE		15
Programma's		15
Grenzen aan het aantal terminals		15
Meer terminals op één poort		16

vervolg inhoudsopgave	
Bijlage A: IBM 2741 (with Interrupt Feature) Flow Chart	BLZ. 17
Bijlage B: De I/O-kaart	18
De modemaanstuurkaart	19
Bijlage C: Semaforen-overzicht	21
Overzicht van resourcegroepen	22
Afzonderlijke bijlagen: formele beschrijvingen (apart ingebonden) programma's jobcontrol, terminal en poort (bij systeem documentatie)	

LITERATUURLIJST

Documentatie IBM 2741 Communication terminal

IBM 3976 Modem models 1 en 2

Selectric typemachines

Communicatie tussen de computers door ir. G.Havermans (niet uitgegeven)

Recommendation V.24 C.C.I.T.T. List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment.

Recommendation V.26 C.C.I.T.T. 2400 Bits per second modem standardized for use on four-wire leased circuits.

Norm RS 232 C Interface between data terminal equipment and data communication equipment employing serial binary data interchange.

APL: the language and its usage door R.P.Polivka en S.Pakin, Prentice-Hall 1975.

INLEIDINGOpdracht

De opdracht luidde:

Realisatie van concentrator-apparatuur voor terminalverbindingen.

Hierbij werd de volgende toelichting gegeven:

Onder deze concentrator-apparatuur wordt apparatuur verstaan, waardoor meerdere eindstations een in de tijd gedeeld gebruik maken van één telefoonverbinding en één computeraansluiting. De concentrator-apparatuur bestaat uit de volgende schakels:

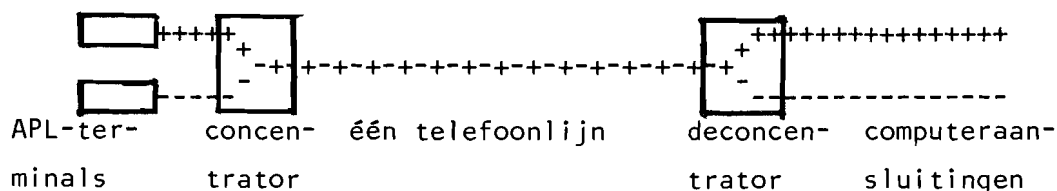
1. Een concentrator waar meerdere terminals op aangesloten worden en waar tevens meer periferie-apparatuur op aangesloten kan worden.
2. Een vaste telefoonverbinding naar een computercentrum.
3. Een deconcentrator in het computercentrum.

De concentrator-apparatuur moet aan de volgende eisen voldoen:

- Aan de concentrator moeten in eerste instantie 2 APL terminals aangesloten kunnen worden.
- De mogelijkheid moet aanwezig blijven om in de toekomst meerdere terminals en andere periferieapparatuur op de concentrator aan te sluiten.
- De deconcentrator heeft in eerste instantie 2 computeraansluitingen in het computercentrum.
- De mogelijkheid tot verdere uitbouw van de concentrator moet aanwezig blijven.

Schets

In eerste instantie moet het geheel er als volgt uitzien:

Uitwerking

De opdracht zou men kunnen vertalen in: implementeer (voorlopig twee) 2741-terminals met gebruik van één telefoonverbinding. In concreto moest de verbinding gerealiseerd worden tussen de vakgroep EB en het IBM-computercentrum in Uithoorn. Als terminals zouden Selectric-type-machines gebruikt worden, als concentrator en deconcentrator een micro-computer van het type SYS 8000, terwijl in de telefoonverbinding twee Philipsmodems opgenomen zouden worden. In de computeraansluitingen zou-

den IBM-modems geplaatst worden.

De realisatie van het geheel binnen een afstudeerperiode bleek te ambitieus. Daarom zijn de ontbrekende hardware-schakels en een groot deel van de software door anderen ontwikkeld. Mijn werk heeft bestaan uit het schrijven van programma's voor het servicen van de terminals en de computeraansluitingen (verder poorten genoemd). Daarnaast heb ik de Selectric-typemachine aangepast aan dit terminal-gebruik.

TAKEN VAN HET SYSTEEM

2741-terminal

Een 2741-terminal, die met een modem direct verbonden is met een telefoonlijn naar een computercentrum, werkt als volgt:

Na het aanzetten van de terminal en het modem kunnen de gebruiker en de computer beurtelings berichten uitwisselen. Deze berichten worden voorafgegaan door een "start of text". Alleen het bericht van de computer kan beperkt zijn tot een "end of text", waarmee elk bericht wordt afgesloten.

Aan gebruikerszijde wordt een bericht automatisch afgesloten na een "return" of een druk op de attentieknop. Deze knop wordt tijdens de inleesfase in de regel gebruikt na een typefout.

Als de gebruiker of de computer de zendrichting wil omkeren om zelf een bericht te produceren, kan dat door het uitgaande signaal, dat in rusttoestand hoog is, enige tijd laag te maken. De ander reageert door zijn bericht zo snel mogelijk te beëindigen. De gebruiker verkrijgt het "spacesignal" door op de attentieknop te drukken.

Een flow-chart is in de bijlagen opgenomen. "Start of text" en "end of text" zijn daar aangeduid door resp. D en C.

De terminal wordt gebruikt voor interactief verkeer met de computer. Een interactieve taal, die hiervoor gebruikt kan worden, is A Programming Language (APL).

De characters worden verzonden in PTTC/BCD-code. Deze code kent aparte tekens voor overgang van upper- naar lowercase en andersom. Bij het begin van een bericht wordt lowercase verondersteld. De computer voegt in zijn berichten idle-characters in om de terminal langdurige bewegingen als wagenterugloop te kunnen laten maken.

De verzending van characters is asynchroon.

Taken voor één terminal

Bij het beurtelings berichtenverkeer voor één terminal kunnen in

het systeem de volgende taken worden onderscheiden:

A: aan de concentrator kant:

- 1 Opnemen van het bericht van de terminal.
- 2 Doorzenden van dat bericht naar de deconcentrator.
- 3 Ontvangen van een antwoordbericht van de deconcentrator.
- 4 Uittypen van het ontvangen antwoord op de terminal.

B: aan de deconcentrator kant:

- 1 Ontvangen van het doorgezonden bericht van de concentrator.
- 2 Doorgeven van dat bericht naar de computer.
- 3 Opnemen van het antwoordbericht van de computer.
- 4 Doorgeven van dat antwoord naar de concentrator.

De taken 1 en 4 worden aan beide kanten sequentieel uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor de taken 2 en 3. Daarentegen kunnen de taken 1 en 2 en ook de taken 3 en 4 parallel worden uitgevoerd. Met meer terminals zijn de taken 2 en 3 aan concentrator kant en 1 en 4 aan deconcentrator kant gemeenschappelijk en worden dus ook parallel uitgevoerd, terwijl de overige taken van de terminals ook gelijktijdig met die van andere terminals plaatsvinden.

Taken van het systeem

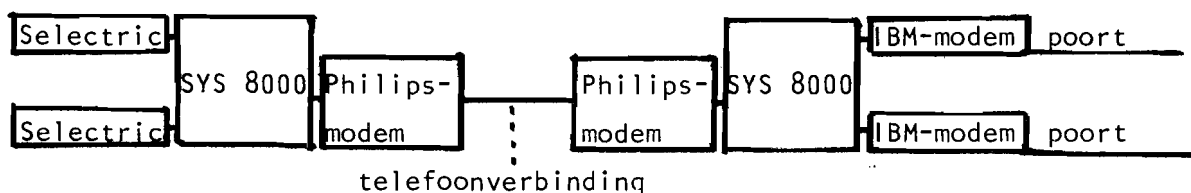
Tot de taken van het systeem behoren tevens:

- Het synchroniseren van de verbinding.
- Foutendetectie op ontvangen berichten, omdat de telefoonverbinding een foutenkans van 10^{-4} heeft.

Omdat zenden en ontvangen een gemeenschappelijke taak is voor alle terminals, moet aan elk blok informatie een bestemming worden toegevoegd. De foutendetectie vraagt om redundante informatie. Een blok kan een heel bericht zijn of een gedeelte daarvan. Als men de berichten per character zou verzenden, zou er veel extra informatie aan elk character moeten worden toegevoegd. Daarom worden de berichten in grotere eenheden verzonden en moeten dus gebufferd worden.

HARDWARE-OVERZICHT

Schets



SYS 8000

De concentrator en deconcentrator zijn gerealiseerd met behulp van een microcomputer van het type SYS 8000. Deze microcomputer is in de vakgroep EB ontwikkeld rond een 8080-chip van Intel. Deze processor kan op interruptbasis werken. In de praktijk betekent een interrupt een call van een restartadres en wordt het terugkeeradres op de stack geplaatst. Op deze stack kan ook de inhoud van de registers worden geplaatst. Na een interrupt wordt dan ook de processorstatus op de stack gered.

De oorspronkelijk aanwezige aansturingskaarten voor randapparaten waren niet geschikt voor werking op interruptbasis. Bovendien bestond er geen schakel tussen de processor en een door hem aan te sturen modem. Daarom werd een nieuwe I/O-kaart en een modemaanstuurkaart ontwikkeld. Bij de opzet van het systeem werd de behoefte gevoeld aan een regelmatige interrupt om verbindingen te kunnen controleren. Deze interrupt moest van een externe klok komen. Daarvoor werd een timerkaart ontwikkeld.

Selectric

Als eigenlijke terminal waren een aantal Selectric-typemachines beschikbaar. Deze waren geschikt gemaakt voor het practicum en moesten daarvoor geschikt blijven.

Een Selectric-typemachine heeft 44 caractertoetsen, een shifttoets, een spatiebalk en toetsen voor backspace, return, linefeed en tabulator. Bij het indrukken van een caractertoets wordt door zes magneten een bitpatroon aangeboden. Voor de andere toetsen bestaan aparte magneten. Hieruit wordt door een stuk hardware het overeenkomstige ASCII-teken gevormd. Andersom kon door het aanbieden van een ASCII-teken het gevraagde teken worden afgedrukt. Bovendien is het mogelijk vanuit de computer het toetsenbord te vergrendelen en weer vrij te geven. Linefeed valt buiten de vergrendeling en kan dus steeds worden ingetypt.

Er bestond geen lijn, waarmee het aanzetten van de machine op interruptbasis kon worden gedetecteerd door de concentrator. Er is daarom een aparte aan/uit-schakelaar ingebouwd.

Ook kende de Selectric-typemachine geen attentieknop. Bij de 2741-terminal, die mechanisch sterk op de Selectric lijkt, was hiervoor de linefeedknop gebruikt, waarbij de verbinding naar de bekrachtigingsmagneet verbroken was. Omdat de linefeed bij de Selectric wel bruikbaar moest blijven, was voor de attentie een aparte drukschakelaar nodig.

Philipsmodem

Voor modulatie en demodulatie van het signaal zijn in de telefoonverbinding twee Philipsmodems opgenomen, die bitpatronen met een snelheid van 2400 Baud (eventueel ook 1200 Baud) full-duplex synchroon kunnen verzenden. Tevens kan een backwardchannel worden gebruikt met een snelheid van 75 Baud. Bij woorden van 8 bit kunnen over het hoofdkanaal 300 (resp. 150) woorden per seconde worden verzonden.

Telefoonverbinding

In het algemeen zijn er twee soorten telefoonverbinding tussen een terminal en een computer denkbaar. Ten eerste een verbinding, die voor elk gebruik van de terminal opgebouwd wordt en ten tweede een vaste verbinding. Zoals al uit de opdracht bleek is in het systeem gekozen voor een vaste verbinding.

IBM-modem

Ook in de verbinding met de computer zijn twee modems opgenomen, omdat gewoonlijk de terminal via een telefoonlijn is aangesloten. Het IBM-modem in de "normale" APL-verbinding zendt de characters asynchroon naar de computer met een snelheid van 137,5 Baud. Er wordt gezonden in een code, die zes bit en een paritybit per character heeft. Elk character wordt ingebed tussen een start- en een stopbit.

SOFTWAREOVERZICHTMultiprogrammering

In ons systeem moeten diverse taken schijnbaar gelijktijdig verricht worden. Deze taken worden verricht door een aantal min of meer autonome processen. De processen hebben een eigen programma en een eigen stack. Een programma kan echter door meerdere processen simultaan gebruikt worden. Een stack wordt slechts door één proces gebruikt. Een systeem met een aantal processen, die simultaan in uitvoering zijn, wordt multiprogrammeringssysteem genoemd.

De voortgang van de processen wordt beïnvloed door:

- interrupts;
- (logische) blokkade op niet aanwezige hulpbronnen.

De interrupts kunnen door de processen gevraagd worden. Als ze binnenkomen, wordt het lopende programma onderbroken en eerst de interrupt afgehandeld. In de loop van de uitvoering van het programma kan een proces behoefte hebben aan bv. een character van een terminal, een buffer om een bericht in te plaatsen of een mededeling van een ander

proces. Dit soort dingen worden hulpbronnen (resources) genoemd. Als een gevraagde hulpbron niet aanwezig is, wordt een proces erop geblokkeerd. De hulpbronnen worden afgebeeld op semaforen en elementen van resourcegroepen. Het verschil ligt in het identiek zijn van de elementen van semaforen, terwijl aan een element van een resourcegroep meer onderscheiden kan worden.

Voor het opzetten en in stand houden van een multiprogrammeringssysteem zijn een aantal operaties nodig met bijbehorende data. Deze set operaties + data wordt monitor genoemd. Er bestaan de volgende monitoroperaties:

- creëren, starten en vernietigen van processen;
- creëren, vragen en vrijgeven van semaforen;
- creëren en vernietigen van resourcegroepen en vragen en vrijgeven van elementen daaruit.

Creëren, starten en vernietigen van processen

Bij het creëren van een proces moet er monitordata worden gereserveerd en geïnitialiseerd. Onder die data is de status van het proces. De status wordt na het creëren "suspended" (=opgeschort).

Bij het starten wordt de status gewijzigd in "ready to run". Daarmee gaat het proces behoren tot de processen, die regelmatig doorgestart moeten worden.

Bij het vernietigen van processen (destroy) wordt de status "dead". Tevens moeten aanvragen voor hulpbronnen worden ingetrokken, alsmede bepaalde resources, die dat proces op het moment van vernietigen bezit, worden teruggegeven.

Omdat elk proces alle monitoroperaties mag uitvoeren, kan elk proces een nieuw proces creëren en starten en het nieuwe proces later weer vernietigen. Tussen beide processen ontstaat een vader-kindrelatie.

Semaforen

Het woord semafoor komt van het Griekse σημα (=teken) en φορεω (=dragen). Alle elementen van een semafoor zijn identiek, zodat aan het "teken" niet gezien kan worden, waarvan het een afbeelding is.

Bij het creëren van een semafoor wordt het aantal elementen aangegeven, dat initieel aanwezig is. Tevens wordt een wachtlijst van processen, die op de semafoor wachten, leeg gemaakt.

Bij het aanvragen van een semafoor, wat gebeurt door een p-operatie, wordt een toewijzing gedaan, als er minstens één element voorradig is.

Indien er geen voorraad is, wordt het aanvragende proces op de wachtlijst geplaatst en geblokkeerd.

Bij het afgeven van een semafoor (v-operatie) wordt bij een lege wachtlijst de voorraad met één verhoogd. Als er op de semafoor gewacht werd, kan één van de wachtende processen uit de blokkade komen.

In een Pascal-achtige notatie kunnen de operaties als volgt worden voorgesteld:

```

CREATE(S): vrrd(S):=beginvrrd(S);
           wachtlijst:=leeg.
P(S) door proces K: if vrrd(S)>0
                   then vrrd(S):=vrrd(S)-1
                   else haak aan wachtlijst(s,K).
V(S): if wachtlijst=leeg
     then vrrd(S):=vrrd(S)+1
     else haal van wachtlijst(S)

```

Semaforen worden in ons systeem op drie manieren gebruikt:

- Bescherming van monitordata. Er mag slechts één proces tegelijk deze monitordata wijzigen. Daarom zijn alle monitoroperaties, die geen betrekking hebben op semaforen, ingebed tussen een p- en een v-operatie. Van deze semafoor is er initieel maar één aanwezig, zodat na een p-operatie de voorraad 0 wordt en pas na een v-operatie een ander proces toegang kan krijgen tot de monitordata. De monitordata van de p- en de v-operatie worden beschermd door interrupts tijdens de operatie te verbieden.
- Hulpbronnen, die in een vaste volgorde tussen twee processen worden rondgegeven. Hiervoor zijn twee semaforen nodig. Van deze semaforen kunnen er meer dan één initieel aanwezig zijn, mits de betrokken processen zelf het aantal aanvragen, modulo het aantal semaforen, bijhouden. Zo wisselen de processen multiplexer en zender zendbuffers uit m.b.v. operaties op lege en volle zendbuffers.
- Vertaling interrupts. Een proces kan op een interrupt wachten d.m.v. een p-operatie. De interrupt wordt dan in een v-operatie vertaald. De beginvoorraad is hier 0.

In de bijlagen is een overzicht opgenomen van de in ons systeem gebruikte semaforen.

Resourcegroepen

Er zijn hulpbronnen, die niet met de eenvoudige p- en v-operaties kunnen worden doorgegeven. Deze resources zijn in groepen onderge-

bracht. Er werd gegroepeerd op grond van de bestemming of de aard van de resource. De groepen zijn weer onderverdeeld in soorten om in een groep bv. mededelingen van buffers te kunnen onderscheiden. Eén resource kan slechts tot één soort en één groep behoren.

Een aantal hulpbronnen, die door verschillende processen achtereenvolgens gebruikt worden, worden apart geregistreerd. Bij het vernietigen van een resourcegroep kunnen ze weer worden teruggegeven. In ons systeem betreft het productie- en consumptiebuffers.

Evenals bij de semaforen bestaat er een wachtlijst, waarop de processen geplaatst worden, die geen resource toegewezen konden krijgen. Omdat de resources in de groepen niet identiek zijn, kunnen ze niet bij elkaar worden opgeteld. In plaats van een voorraad in aantallen is nu een inventarislijst met elementen nodig.

De aanvraag van een resource uit een groep wordt gedaan door een request-operatie. Hierbij mag worden opgegeven of men een element uit één bepaalde soort wenst of een willekeurig element uit de groep. In elk geval moet een stuk geheugen worden aangegeven, waar de toegewezen resource en diens soort kunnen worden vermeld. Bij niet-toewijzing moet nu niet alleen het aanvragende proces op de wachtlijst worden geplaatst, maar ook de aanvraag en de geheugenplaats voor het antwoord.

Bij een release van een resource wordt eerst gekeken of op de resource van de aangeboden soort gewacht wordt. Als dat niet het geval is, wordt de resource op de inventarislijst geplaatst. Als dat wel het geval is, wordt de blokkade van het aanvragende proces opgeheven en de resource op de gevraagde plaats ingevuld.

In de bijlagen is een resourcegroepenoverzicht opgenomen.

Vergelijking p- en v-operaties met request en release

P(S):	REQUEST(GROEP,SOORT,ANTWOORD):
<u>if</u> vrrd>0	<u>if</u> inv.lijst \wedge aanvfrage \neq \emptyset
<u>then</u> vrrd:=vrrd-1	<u>then</u> haal van inv.lijst
<u>else</u> haak aan wachtl.	<u>else</u> haak aan wachtl.

V(S):	RELEASE(GROEP,SOORT,RESOURCE):
<u>if</u> wachtl=leeg	<u>if</u> wachtl \wedge afgifte= \emptyset
<u>then</u> vrrd:=vrrd+1	<u>then</u> haak aan inv.lijst
<u>else</u> haal van wachtl.	<u>else</u> haal van wachtl.

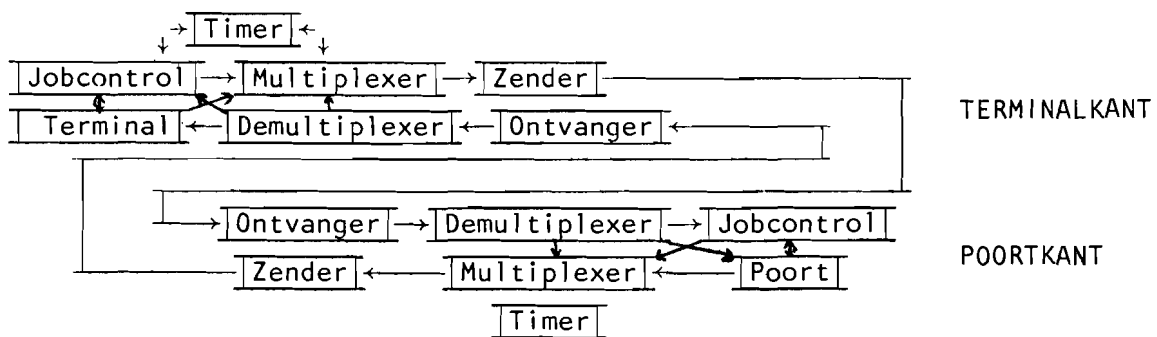
De administratie voor een p- en een v-operatie is in kortere tijd bij te houden dan die voor release en request. Bovendien kunnen release en request onderbroken worden door interrupts.

Processen

Op grond van diverse overwegingen, waaronder tijd en indeling van resources, zijn de taken over de volgende processen verdeeld:

Proces (nr.+naam)	Globale taak
0 debugger	creëren en starten systeem; debuggen.
1/7 inthandl	interrupthandler vertaalt interrupts in v-operaties of releases.
8 ontvanger	bit- en woordsynchronisatie; berichten naar demultiplexer.
9 zender	berichten van multiplexer naar telefoonlijn.
10 multiplexer	synchronisatie berichten; klaarmaken berichten; herhaling berichten.
11 demultiplexer	splitsen berichten naar bestemming; controleren niet-multiplexerberichten; doorzenden berichten.
12 timer	doorstarten multiplexer en jobcontrol-terminals.
13-15-17 jobcontrol	opzetten en afbraak verbinding; attentieverwerking (voor proces 14, 16 resp. 18).
14-16-18 terminal/poort	opnemen berichten; doorsturen aan multiplexer; ontvangen antwoord van demultiplexer; uittypen resp. doorgeven naar computer.

De contacten tussen de processen kunnen als volgt grafisch worden weergegeven:



De pijl duidt de richting van de uitgewisselde data aan.

Communicatieprotocol

De contacten tussen de processen aan beide zijden hebben drie niveaus:

- 0 Tussen zenders en ontvangers;
- 1 Tussen multiplexers en demultiplexers;
- 2 Tussen producenten en consumenten (jobcontrols, terminal en poort)

Op elk niveau bestaat een eigen protocol. De interactie tussen de ni-

veaus gebeurt m.b.v. monitoroperaties en data in buffers. De producenten moeten in het buffer de lengte en de bestemming aangeven van het bericht en de laatste twee plaatsen van het buffer vrij laten.

TERMINAL EN POORT

Verdeling van taken over de processen

Men kan de taken voor terminal en poort als volgt uiteenrafelen:

- Opbouw verbinding na het aanzetten van de terminal;
- Opnemen van berichten en doorsturen daarvan naar multiplexer;
- Wachten op antwoord van demultiplexer en uittypen resp. doorsturen naar de computer;
- Attentieverwerking;
- Afbraak verbinding na het afzetten van de terminal.

Jobcontrol zorgt voor het opbouwen en afbreken van de verbinding voor één terminal alsmede voor de attentieverwerking voor die terminal. De andere taken zijn toegewezen aan de processen terminal en poort.

Interruptselectie

Aan de terminalkant hebben de processen jobcontrol en terminal ieder de beschikking over een interruptselector. Hoewel met beide selectoren dezelfde interruptlijnen geselecteerd kunnen worden, is jobcontrol in het aanzetten geïnteresseerd en in het indrukken en weer loslaten van de attentieknop. Het proces terminal kijkt naar "data valid" en "ready", die deel uitmaken van de handshake met de Selectric-typemachine.

Aan de poortkant kreeg het poortproces de beschikking over beide selectoren voor resp. zenden en ontvangen. Daarom kon jobcontrol-poort geen beheer krijgen over een interruptselector. De betreffende interrupts worden door het poortproces geselecteerd en na binnenkomst aan jobcontrol-poort doorgegeven. Het gaat daarbij om de binnenkomst van "clear to send", als teken, dat het modem aan staat en om de ontvangst van een character, als het poortproces characters naar de computer verzendt. Het poortproces zelf is beurtelings geïnteresseerd in toestemming tot verzenden van een character en de ontvangst van een character.

Jobcontrol-protocol voor aan/uit

In het begin van de communicatie met een 2741-terminal moet het modem met de hand worden aangezet. Omdat in ons systeem de terminals in Eindhoven staan en de modems in Uithoorn, is het aanzetten van dat modem onmogelijk met de hand te doen. Hetzelfde geldt voor uitschakelen. De taak wordt overgenomen door de jobcontrolprocessen.

Omdat de man achter de terminal het initiatief neemt tot de opbouw van de verbinding en later tot het verbreken, bestaat er tussen de processen jobcontrol-terminal en jobcontrol-poort een master-slave verhouding.

Jobcontrol-terminal heeft te maken met de terminal en het modem, die beide uit en aan kunnen staan. Jobcontrol-terminal kent dan ook vier toestanden:

Toestand	Terminal	Modem	Nadere omschrijving toestand
Uit	Uit	Uit	Wacht tot terminal is aangezet
Off	Aan	Uit	Wacht tot modem is aangezet
Run	Aan	Aan	Let o.m. op uitzetten terminal
Stop	Uit	Aan	Wacht tot modem is uitgeschakeld

Jobcontrol-poort heeft alleen met het modem te maken en wacht op opdracht van jobcontrol-terminal het modem aan resp. uit te zetten.

Toestand	Modem	Nadere omschrijving toestand
Off	Uit	Wacht op opdracht tot aanschakelen
Run	Aan	Wacht o.m. op opdracht tot uitschakelen

Jobcontrol-terminal geeft jobcontrol-poort opdrachten d.m.v. berichten. De inhoud van de berichten is één woord lang. De opdracht tot aanzetten van het modem wordt gedaan met een ENquiry en de opdracht tot uitzetten met een End Of Transmission. Na het uitvoeren van de opdracht stuurt jobcontrol-poort een copie van de opdracht terug naar jobcontrol-terminal. Het aanzetten van het modem gebeurt door het doen van een "request to send" en het uitschakelen door het wegnemen van dat signaal.

Het bovenstaande leidt tot het volgende aan/uit-protocol:

JOBCONTROL-TERMINAL		JOBCONTROL-POORT	
Toest.	Actie	Toest.	Actie
Uit	Wacht op terminal aan	Off	Wacht op ENQ
Off	Verzendt ENQ; wacht op ENQ(antwoord)		Start poortproces; zet modem aan; check (via poortproces); verzendt ENQ(antwoord)
Run	Start terminalproces Wacht op terminal uit	Run	Wacht op EOT
Stop	Verzendt EOT; wacht op EOT(antwoord)		Zet modem af; destroy poortproces; verzendt EOT(antwoord)
Uit	Destroy terminalproces enz.,enz.	Off	Wacht op ENQ

In de toestanden off, run en stop heeft jobcontrol-terminal de hulp nodig van het timerproces. In de toestanden off en stop om een herhaling uit te kunnen zenden van het bericht, als het antwoord niet tijdig binnenkomt. Nu kunnen een herhaling en een antwoord elkaar kruisen. Jobcontrol-poort beantwoordt daarom ook de berichten ENQ en EOT, waarop niet gewacht wordt in de desbetreffende toestand. Daarmee kan bij jobcontrol-terminal tweemaal een antwoord binnenkomen op één opdracht. Jobcontrol-terminal negeert dit tweede antwoord. In de toestand run heeft jobcontrol-terminal de hulp van het timerproces nodig om regelmatig doorgestart te worden om de terminal te kunnen controleren op aangeschakeld zijn. De overgang van terminal-aan naar -uit kan niet per interrupt gedetecteerd worden.

De terminal- en poortprocessen worden na elke verbinding vernietigd om alle aanvragen voor resources ongedaan te kunnen maken en toegewezen buffers terug te kunnen geven.

Terminalproces

Het terminalproces kent twee toestanden: inlezen en uittypen. Het programma terminal ziet er dan ook als volgt uit:

```

initialisatie;
repeat
  while toestand=inlezen do lees in en zend door;
  while toestand=uittypen do ontvang en typ uit
until false.      (d.w.z. "for ever")

```

De initialisatie blijft beperkt tot het reserveren van ruimte op de stack om het antwoord op request-operaties in te kunnen plaatsen.

De toestand inlezen begint met het vragen van een productiebuffer. Dat wordt gevuld met de characters, die ingetypt worden. Als er een carriage return (CR) wordt ingetypt, wordt het buffer gevuld met CR en een end of text (ETX). Mocht tijdens het vullen blijken, dat het buffer vol is (251 characters), dan wordt het buffer doorgezonden en een nieuw aangevraagd. Na een ETX wordt het buffer doorgezonden en wordt de toestand uittypen. Een character wordt gevraagd door de selectie van "data valid" en een p-operatie. De interrupt wordt vertaald in een v-operatie.

De toestand uittypen begint met het vragen van een consumptiebuffer. De inhoud wordt uitgetypt, totdat een ETX is signaleerd. Na een ETX wordt de toestand weer inlezen. Als in een buffer geen ETX staat, wordt

een nieuw consumptiebuffer gevraagd. De mogelijkheid tot uittypen van een character wordt eveneens vastgesteld door een selectie en een p-operatie. De interrupt geeft dan weer een v-operatie.

Poortproces

Het poortproces kent drie toestanden: inlezen, skip en uittypen. Dit leidt tot het volgende programma:

```
initialisatie;
repeat inlezen; skip; uittypen until false.
```

Bij de initialisatie wordt eerst ruimte gecreëerd op de stack om het antwoord op requests in te plaatsen en de input van de computer in te bufferen. Daarna wordt de modemkaart "schoon" gemaakt van errorindicaties en klaarstaande characters.

In de toestand inlezen wordt begonnen met het verzenden van een start of text. Daarna wordt een consumptiebuffer gevraagd en de inhoud doorgezonden. Hierbij wordt de inhoud vertaald van ASCII naar PTTC. Tevens moet gelet worden op interrupts van de computer. Een interrupt van de computer veroorzaakt de overgang naar de toestand skip. Zonder interrupt worden consumptiebuffers gevraagd, totdat er een wordt gezien met ETX.

In de toestand skip, die optreedt na een interrupt van de computer, wordt van de consumptiebuffers alleen een eventuele ETX verzonden.

Het antwoord van de computer begint met een start of text of bevat slechts een end of text. De toestand uittypen begint met het ontvangen van characters totdat "start of text" of "end of text" gezien is. In het laatste geval wordt een losse ETX verzonden en teruggegaan naar inlezen. Na een start of text wordt een productiebuffer gevuld met de ASCII-vertaling van de ontvangen characters. De idle-characters worden overgeslagen. Als een productiebuffer vol is, wordt die doorgegeven en een nieuwe aangevraagd. Een buffer is vol na een CR of een vulling met 251 characters. Mocht ondanks een opvangbuffertje van 8 characters blijken, dat er characters gemist worden, wordt een character in het productiebuffer geplaatst, dat met een gewone schrijfmachinekop als "Q" en met een APL-kop als "?" zal worden uitgetypt.

Attenties

De gebruiker kan in de inlees- en uittypetoestand van de attentieknop gebruik maken. Dat resulteert in een interrupt en vervolgens in een release voor het jobcontrol-terminal-proces. Dat handelt afhankelijk van de toestand van het terminalproces, dat dan ook toestandsovergangen aan

jobcontrol-terminal moet meedelen.

In de inleestoestand wordt een v-operatie gegeven, waardoor het terminalproces wordt doorgestart, alsof er een character is ingetypt. Omdat het terminalproces geen "data valid" signaleert, concludeert het, dat er een attentie was. Hierdoor wordt het productiebuffer verder gevuld met een ETX en komt het terminalproces in de toestand uittypen.

In de uittypetoestand wordt in het geval van een attentie een bericht verzonden naar jobcontrol-poort met de inhoud "break". Als het poortproces ook nog in de uittypetoestand is, wordt het uitgaande signaal, dat in deze toestand normaal hoog is, ongeveer 300 ms laag gemaakt. De computer reageert met een ETX, die op de normale manier verwerkt wordt.

Ook de computer kan de zendrichting willen omkeren. Dat gebeurt in de inleestoestand van het poortproces. Dat proces detecteert de interrupt tijdens het versturen van characters. Als het poortproces geblokkeerd is op het wachten op een consumptiebuffer, wordt de "break" pas na het opheffen van de blokkade gedetecteerd. Na de detectie komt het poortproces zelf in de toestand skip en het stuurt via jobcontrol-poort een bericht aan jobcontrol-terminal. Als het terminalproces nog in de inleestoestand is, wordt door jobcontrol-terminal een v-operatie afgegeven. Dat deed jobcontrol-terminal ook na een druk op de attentieknop door de gebruiker. Het effect is hetzelfde: het bericht wordt onmiddellijk beëindigd en de terminal komt in de uittypetoestand.

Als het antwoord niet tijdig na het beëindigen van de inleestoestand binnenkomt bij het terminalproces, wordt door jobcontrol-terminal een "break" verzonden. De computer reageert daarop weer met een ETX. Deze automatische attentie voorkomt langdurige "loops".

Totaalprogramma

De attentieverwerking is alleen nodig in de toestand "run" van de jobcontrolprocessen. Deze is eenvoudig in te passen in deze toestand, waar jobcontrol alleen op het uitzetten van de terminal wacht.

Met gebruik van het runningprocesnummer als variabele konden de programma's voor alle terminals hetzelfde worden. Deze programma's worden dus door meerdere processen simultaan doorlopen. Voor het poortadres van in- en outinstructies geldt bv. $\text{poort} = 292 - 4 \times \text{runningproces}(\text{jobcontrol}) + \text{relatieve poort}$.

REALISATIEProgramma's

De benodigde software werd eerst formeel in de hogere programmeertaal Pascal geschreven. Hieruit moest een programma gemaakt worden in de machinetaal voor de 8080. Daarvoor bestaan twee methoden:

- Met de cross-compiler van de IBM-360 kon deze vertaling "automatisch" gedaan worden. Door de cross-compiler wordt met dubbele woordbreedte gewerkt. Dat is bij het vullen van buffers erg onvoordelig. Bovendien kan in een hogere programmeertaal niet worden aangegeven, hoe de in- en output geregeld is.
- De vertaling kon ook "eigenhandig" gemaakt worden. Hierbij kon gebruik gemaakt worden van een macro-assembler op een SYS 8000 of bij de Burroughs.

Beide methoden leverden verschillende soorten programma's op, die aaneen gelinkt moesten worden. In het door de cross-compiler gemaakte programma waren enige dummyprocedures opgenomen, die bestonden uit een sprong naar zichzelf. Deze sprongen werden vervangen door de aanroep van een subroutine in de "eigenhandige" codering. Bij linking in omgekeerde richting moest rekening gehouden worden met de opbouw van de stack in het programma van de cross-compiler.

Grenzen aan het aantal terminals

De eerste beperking in het aantal terminals ligt in het aantal computeraansluitingen. Op het moment van afstuderen (juni 1977) was dat twee.

De volgende beperking ligt in het aantal kaarten, dat in de bus van de SYS 8000 gestoken kan worden zonder de busbesturing te overbelasten. Dat aantal is 20. Het programma beslaat 8 kaarten en voor het modem, de timer, de processor, het console en de teletype zijn 5 kaarten nodig. Voor terminals resp. poorten, buffers en stack zijn dus 7 busaansluitingen over. Dit gaf een beperking tot 3 terminals. Voor een vierde terminal moet ook het aantal buffers en de stack worden uitgebreid.

De derde beperking ligt in de modemaanstuurkaart, waaraan niet te zien is, of de kaart een interrupt veroorzaakt heeft. Er zijn 4, hooguit 5 verschillende restartadressen beschikbaar voor de poortmodemkaarten.

Een laatste beperking ligt in de snelheid van de processoren. De grens voor het aantal terminals op grond hiervan is nog niet bekend. Zonder optimale afregeling van de geheugenkaarten en met een zendsnel-

heid van 2400 Baud kwam de deconcentrator met twee aangesloten terminals soms in tijdnood. Een optimale geheugenafregeling en een zendsnelheid van 1200 Baud kan veel soelaas bieden.

De jobcontrol-, terminal- en poortprogramma's zijn geschikt voor ongeveer 25 terminals en worden beperkt door het aantal I/O-adressen, waarvan er 8 per terminal nodig zijn.

De interruptverwerking is in het programma aanwezig voor vier terminals. Er worden echter slechts interrupthandlers gecreëerd voor drie terminals. Deze interrupt-handlers vertalen v-operaties in releases.

Meer terminals op één poort

Hoewel ik het probleem niet diepgaand heb onderzocht, lijken de mogelijkheden om met meerdere terminals van één computeraansluiting gebruik te maken beperkt.

Het kenmerken van variabelen door de computer is een onmogelijke opgave. Een kenmerking door de gebruiker is ongewenst. Bovendien levert de functie-definitie bij APL grote problemen.

Er bestaat dus alleen de mogelijkheid van "swappen". Daarbij wordt het werkgebied van een gebruiker steeds naar de bibliotheek geschreven en weer teruggehaald. De instructies)LOAD en)SAVE bij APL zijn tijdrovend. Bovendien moet men oppassen voor het in elkaar overlopen van de workspaces, waarvan elke gebruiker er één heeft.

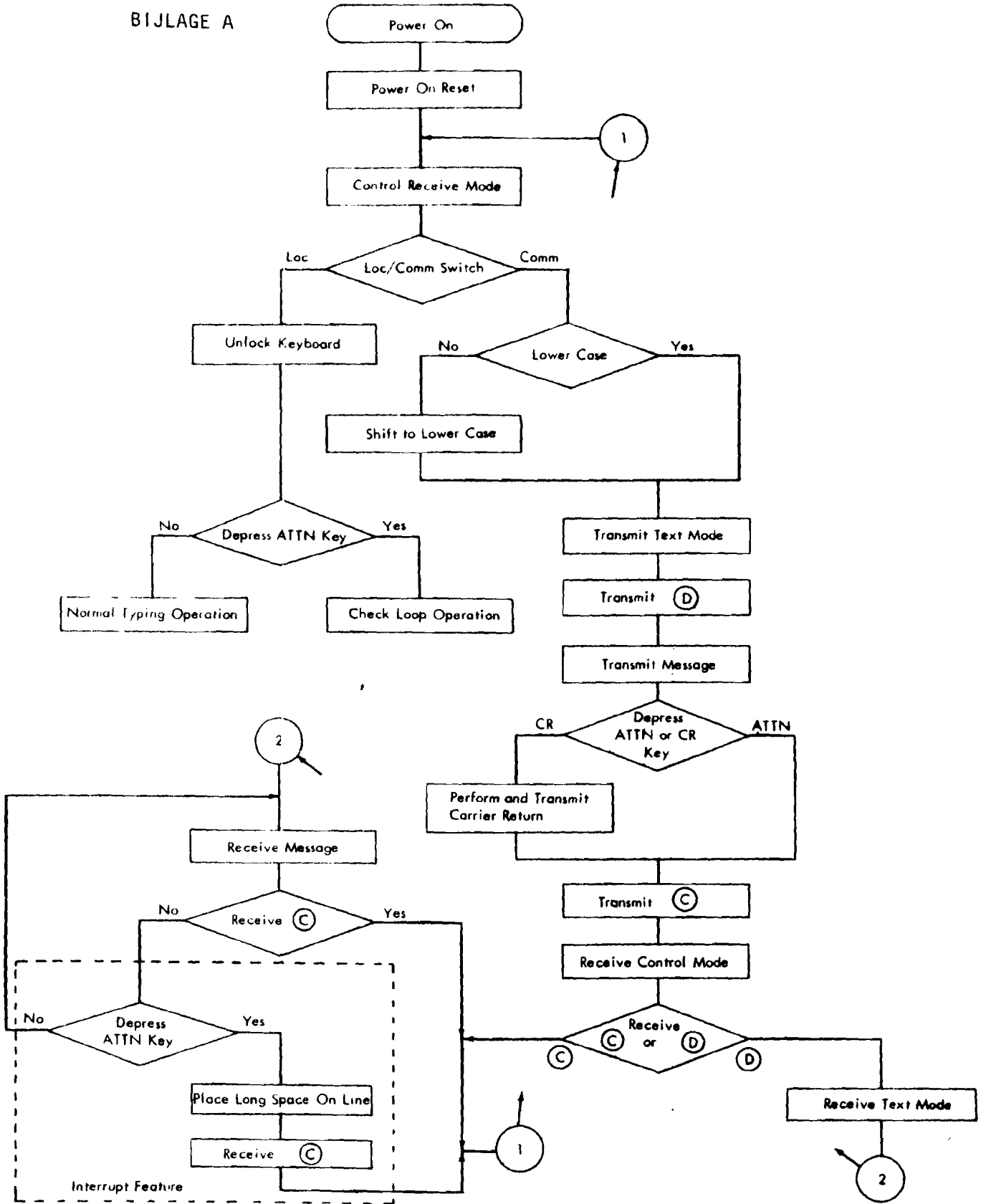


Figure 37. IBM 2741 (with Interrupt Feature) Flow Chart

BIJLAGE B

De I/O-kaart

De I/O-kaart bevat twee 8255-chips en twee selectoren. Vanuit de computer gaf dat de volgende mogelijkheden:

rel.prt	Selectric	betekenis
0	Out 12B	data naar Selectric
1	Out 10B	selectie interruptlijnen XXSSSXXX voor jobcontrol; XXXXXSSS voor terminal SSS=000 selecteert datavalid (In 1B bit 0) SSS=001 selecteert ready (In 1B bit 1) SSS=010 selecteert lowercase (In 1B bit 2) SSS=011 selecteert attentie ingedrukt (In 1B bit 3) SSS=100 selecteert attentie losgelaten (In 1B bit 4) SSS=101 selecteert terminal aan (In 1B bit 5) SSS=110 selecteert iets ongedefinieerds (In 1B b. 6) SSS=111 disable selectie
2	In 1B	dienstlijnen zie rel. poort 1
3		controlword 8255: 89H= rel. poort 0,1 Out en 2 In
4	Out 13B	bit 5=keyboardlock/free (1/0)
5	Out 11B	bit 0 hoog=ready for input bit 1 hoog=data ready for output
6	In 0B	data van Selectric
7		controlword 8255: 89H= rel. poort 4,5 Out en 6 In

Terminal 14 heeft beschikking over poorten 240 tot 247 (=240+ rel.prt); terminal 16 over 232 tot 239 en terminal 18 over 224 tot 231. Terminal 20 zal de beschikking krijgen over poorten 216 tot 223.

De basisadressen (240, 232, 224 en 216) zijn met 5 schakelaars op de kaart instelbaar.

De modemaanstuurkaart

De modemaanstuurkaart heeft twee 8251-chips voor het hoofd- resp. het backwardchannel. Daarnaast is er een 8255-chip op geplaatst en vier selectoren voor zenden en ontvangen van beide kanalen. De betekenis van de poorten aan de computerkant zijn de volgende:

rel.prt	in/out	betekenis
0	in	data van modem naar databus
	out	data van databus naar modem
1	in	status naar databus: (bits) 7 6 5 4 3 2 1 0 DSR SYNDET Framingerror Overrun Parity TxE RxRDY TxRDY
	out	controlword: (bits) 7 6 5 4 3 2 1 0 Enthunt Reset RTS Errorreset Break RecEmpty DTR TrEmp
2	in/out	als rel.prt 0, maar voor backward (secondary) channel
3	in/out	als rel.prt 1, maar voor backward (secondary) channel
4	out	selectie receive: selectiewoorden voor primary en secondary channel XXXXXSSS resp. XSSXXXXX. SSS=000 geen selectie; SSS=001 ring indicator; SSS=010 DSR; SSS=011 CTS; SSS=100 SYNDET; SSS=101 RxRDY; SSS=110 Quality detec.; SSS=111 geen selectie. bovendien bit 3: Break en bit 7: data sign. rate det.
5	out	selectie transmit: selectiewoorden voor primary en secondary channel 1XXXXSSS resp. 1SSSXXXX. SSS=000 geen selectie; SSS=001 geen selectie; SSS=010 DSR; SSS=011 CTS; SSS=100 geen selectie; SSS=101 TxRDY; SSS=110 TxE; SSS=111 geen selectie
6	in	bit 0,4 ringindicator bit 1 carrier detector primaire kanaal bit 2 CTS primaire kanaal bit 3,7 quality detector bit 5 carrier detector secundaire kanaal bit 6 CTS secundaire kanaal
7	uit	controlword 8255: 89H=rel. prt. 4,5 out en 6 in

Er bestaan twee breaks, omdat de normale break via poort 1 bit 3 enige tijd hoog gemaakt moet worden. Met een interruptsystem is die tijd moeilijk rond 300 ms te houden. Nu wordt een puls gegeven op bit 3 van poort

4, waarmee het uitgaande signaal automatisch rond 300 ms laag blijft.
De duur van de puls op poort 4 is onbelangrijk.

Vanaf het modem bezien zijn er de volgende mogelijkheden:

V24 aansluiting	betekenis	regelbaar door	
101	PN 1	aarde	-
102	PN 7	aarde	-
103	PN 2	data prim. kan. naar modem	-
104	PN 3	data prim. kan. van modem	-
105	PN 4	RTS prim.	out 1 bit 5
106	PN 5	CTS prim.	in 6 bit 2
			interruptselectie door
			out 4 of 5 XXXXX011
107	PN 6	DSR	in 1 bit 7
			interruptselectie door
			out 4 of 5 SSS=010
108/2	PN 20	DTR	out 1 bit 1
109	PN 8	Carrier detector prim. kan.	in 6 bit 1
110	PN 21	Quality detector	in 6 bit 3 of 7
			interruptselectie door
			out 4 SSS=110
111	PN 23	Data sign. rate selector	out 4 bit 7
112	-	-	-
113	PN 24	Tr. tuning element uit	-
114	PN 15	Tr. tuning element in $\overline{\text{TxC}}$	-
115	PN 17	Rec. tuning element in $\overline{\text{RxC}}$	-
116/117	-	-	-
118	PN 14	data sec. kan. naar modem	-
119	PN 16	data sec. kan. van modem	-
120	PN 19	RTS sec.	out 3 bit 5
121	PN 13	CTS sec.	in 6 bit 6
			interruptselectie door
			out 4 of 5 X011XXXX
122	PN 12	carrier detector sec.	in 6 bit 5
123/124	-	-	-
125	PN 22	ringindicator	in 6 bit 0,4
126	PN 11	-	out 5 bit 7
127/134	-	-	-
191/192	-	-	-

Interrupts primair kan. XXXXXSSS en sec. kan XSSSXXXX.

BIJLAGE C

Semaforen-overzicht

In het systeem komen enige semaforen voor, die door processen en bin-
nen procedures kunnen worden gevraagd en vrijgegeven.

semafoor nr.+naam	begin- voor- raad	taak	aanvraag (p-operatie)	afgifte (v-operatie)
1 MD	1	bescherming monitordata	procedures: start destroy destroyr request release	idem (aan het eind van de proce- dure)
2 LZB	4	lege zendbuffers	multiplexer	zender
3 VZB	0	volle zendbuffers	zender	multiplexer
4 LOB	4	lege ontvangbuffers	ontvanger	demultiplexer
5 VOB	0	volle ontvangbuffers	demultiplexer	ontvanger
12	0	timerinterrupt	inhandl 1	inhandl 7
13	0	jobc.term. 14 interr.	inhandl 2	inhandl 7
14	0	term/poort 14 interr.	term/prt 14	inhandl 7 jobc.term. 14
15	0	jobc.term. 16 interr.	inhandl 3	inhandl 7
16	0	term/poort 16 interr.	term/prt 16	inhandl 7 jobc.term. 16
17	0	jobc.term. 18 interr.	inhandl 4	inhandl 7
18	0	term/poort 18 interr.	term/prt 18	inhandl 7 jobc.term. 18
19 1)	X	jobc.term. 20 interr.	inhandl 5	inhandl 7
20 1)	X	term/poort 20 interr.	term/prt 20	inhandl 7 jobc.term. 20

1) De semaforen 19 en 20 worden niet gecreëerd. Evenmin de processen
jobcontrol 20, terminal 20, poort 20 en inhandl 5. Inhandl 7 zou
de semafoor wel kunnen afgeven.

Overzicht van resourcegroepen

resourcegroep	soort	inhoud	request door	release door
1 bufferbe- richt	1	productiebuffers (bank 46 tot 49)	jobcontrols terms/prten	multiplexer
	2	consumptiebuffers (bank 4A tot 4D)	demultiplexer	jobcontrols terms/prten
	3,4	leeg		
10 multiplexer- bericht	1	productiebuffers	multiplexer	jobcontrols terms/prten
	2	mededelingen: 0: van timer 64-87 ontvangstbe- vestiging 128-151 melding o- ver ontvangst	multiplexer	timer demultiplexer demultiplexer
	3,4	leeg	multiplexer	
12 timerbericht	1	abonnemetaanvraag (resource=procesnr)	timer	multiplexer jobceterms
	2	opzegging abonnem.	timer	jobceterms
	3	leeg	timer	
	4	interrupt	timer	inhandl 1
13 jobc. 14 be- richt	1	consumptiebuffers	jobcontrol 14	demultiplexer
	2	mededelingen 0: van timer 1-2 toestand 3 antwoordontv 3-4 CTS,break	jobcontrol 14	timer(term.k) term/poort 14 terminal 14 poort 14
	3	leeg	jobcontrol 14	
	4	interrupt	jobcontrol 14	inhandl 2
14 terminal 14	1	consumptiebuffers	term/poort 14	demultiplexer
	2-4	leeg		

15, 17 analoog aan 13, maar met inhandl 3 resp. inhandl 4.

16, 18 analoog aan 14.

In de formele beschrijvingen komt i.p.v. soort ook rcode voor.