

PROCESSÖVERVAKNING OCH STATISTIK MED HJÄLP AV MIKRODATOR

HANS-ERIK JOHANSSON  
HANS-ÅKE LUND

INSTITUTIONEN FÖR DATORTEKNIK  
EXAMENSARBETE NR 47-76

SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING  
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
GÖTEBORG, SWEDEN



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Sammandrag
2. Allmänt om databehandling i processindustrin
3. Bakgrund
4. Målsättning
5. Hårdvaruöversikt
6. Dator
  - 6.1 CPU
  - 6.2 Minne
  - 6.3 In/ut-enhet
  - 6.4 Interruptenhet
  - 6.5 Klockenhet
  - 6.6 Bussen och dess tidsdiagram
  - 6.7 Strömförsörjning
  - 6.8 Frontpanel
  - 6.9 In/ut-kontakter
  - 6.10 Mekanisk uppbyggnad
7. Mjukvara
  - 7.1 Instruktionslista
  - 7.2 Program för medelvärdesberäkning av freeness

## Appendices

- A1 8008, 8bit Paralell Central Processor Unit ( Intel )
- A2 1702A, 2048-bit Electrically Programmable Read Only Memory  
( Intel )
- A3.1 2602, 1024-bit Random Access Read/Write Static Memory ( Signetics )
- A3.2 2602, Applications Memo
- A4 Malgradsmätare Innomatic 63 ( AB Innomatic )
- A5.1 Kort beskrivning över digital freenessmätare och medelvärdesbildare
- A5.2 Funktionsbeskrivning och ritningar över digital freenessmätare
- A6.1 Mikrodator bibliografi ur Computer Juli 1974
- A6.2 Mikrodator bibliografi ur Computer Januari 1976

## SAMMANDRAG

Datoriserad styrning är något mycket intressant inom processindustrin, ty där måste man ha god kontroll och helst optimering av sin process.

I och med introduktionen av mikrodatorer kan man ekonomiskt bygga också relativt små datorstyrda system. Vi har byggt ett processdator-system i vilket vi ej har någon styrning av processen, utan endast datainsamling och medelvärdesbildning av en ganska fluktuerande processparameter, den så kallade freenessen.

Detta är den uppgift som systemet har för tillfället, men möjligheterna till utbyggnad för andra funktioner är stora.

Hårdvaran till systemet består av en mikrodator bestående av mikroprocessor, minne, in/ut-enhet samt avbrottsenhet. I hårdvaran ingår också ett ganska komplicerat processinterface som kallas digital freenessenhet, denna är i sin tur kopplad till en befintlig freenessmätare.

Mjukvaran består för tillfället av ett medelvärdesuträknande program som genom en avbrottssignal startas varje sekund och undersöker om det finns något nytt freenessvärde att räkna in i medelvärdet.

Drifternheterna är mycket goda, speciellt då datordelen, som nu ( April 1976 ) fungerat oavbrutet i nio månader. Detta sedan en växelpänningsstabilisator installerats för att filtrera bort störningar på nätpänningen. I interfacedelen har funnits vissa problem med oxidation i kontakter och dylikt.

## ALLMÄNT OM DATAINSAMLING I PROCESSINDUSTRIN

I processindustrin krävs att man hela tiden har god kontroll över sin tillverkningsprocess. Från processen kan man med lämpliga mätmetoder och instrument få en mängd data.

För att få någon vettig information ur dessa data måste de dock omvandlas och reduceras till begripliga resultat, med vilkas hjälp man kan styra sin process till bästa effektivitet.

Pappers och massaindustrin är en typisk processindustri där man från början till slut, mycket noga måste övervaka sin tillverkning för att få fram en produkt av så hög kvalitet, med så god ekonomi, som möjligt.

Vid Hylte Bruks AB's tidningspappersbruk uppstod ett behov att man i sliperiet ( där veden slipas ner till mekanisk massa ) skulle ha ett datainsamlings och reducerings-system för att kunna utläsa vissa data angående tillverkad mängd och kvalitet på massan samt slipstenarnas tillstånd.

Dessa data räknas fram ur vissa indata som t.e.x. sliptid, energiåtgång och vedförbrukning. Indata föreligger i de flesta fall som pulser eller tidsintervall. Insamlingen och behandlingen av dessa data kan alltså med fördel utföras med hjälp av digital teknik.

Databehandlingen kan i och för sig utföras med hjälp av fast uppkopplade logiska kretsar, men en sådan teknik blir, på grund av det antal beräkningar som måste göras, relativt klumpig och helt oflexibel, så att nya behov ej kan tillgodoses.

En bättre lösning är att använda digital datorteknik.

System med datorer har dock hitintills varit relativt dyra då man har varit tvungen att anskaffa minst en minidator till systemet.

I och med introduktionen av mikrodatorer kan man bygga mindre datasystem på ett bra och billigt sätt.

## BAKGRUND

De processparametrar som skall uträknas och presenteras har alla att göra med massans kvalite.

Ett mycket viktigt kvalitetsmått är massans avvattningsförmåga (freeness). Detta värde är viktigt ty det avgör hur snabbt vattnet rinner av från massan, när denna kommer på viran i pappersmaskinen. Om ej massan är tillräckligt torr när den skall från viran till torkpartiet i maskinen, blir den ej tillräckligt hållfast för att klara passagen genom torkpartiet.

Mätning av freenessen sker med en utrustning av fabrikat Innomatic (se vidare appendix 4). Från denna utrustning får man ut en avvattnningstid i form av en spänning som är tillslagen den tid som det tar att dränera en viss bestämd mängd vatten ur massan. Denna tid är då omvänt proportionell mot freenessen.

I Innomatic-utrustningen omvandlas tiden genom integration till en analog signal för registrering på skrivare.

Då freenessvärdet dock kan svänga ganska kraftigt från mätning till mätning är det önskvärt att få ett medelvärde ur ett antal mätningar. För detta behövs en omvandling av tid till en digital storhet som kan matas in i den medelvärdesbildande datorn.

Detta sker i en digital freenessmätare (appendix 5). Medelvärdet bildas sedan i mikrodatorn genom addition av åtta på varandra följande invärden och division av summan med åtta.

Medelvärdet är rullande så att man för varje nytt inkommande värde får ut ett nytt medelvärde. Detta medelvärde omvandlas till en analog signal för presentation på skrivare.

## MÅLSÄTTNING

Målsättningen med projektet är att ur de värden som genom diverse givare färs ur slipningsprocessen, reducera fram användbar information om processen. Denna information kan sedan användas för att på lämpligt sätt styra processen.

Ändamålet med systemet är inte att direkt styra processen utan endast att ge aktuella värden om processen till driftpersonalen, så att dessa kan vidtaga lämpliga åtgärder.

Det som befanns vara mest angeläget då examensarbetet utfördes var att få ett medelvärde på freenessmätningarna. Detta utföres så att ett tidsintervall omvandlas dels till ett digitalvärde som visas på en display, dels skall ett medelvärde av mätningarna skrivas på en pennskrivare.

Eftersom systemets centrala del, mikrodatorn, är en mycket generell komponent, så kan centralenheten (= mikroprocessor, minne, in/utenheter o.s.v.) användas till många andra projekt. Denna enhet var också den del i systemet som tog längst tid att utveckla.

Stort intresse har därför lagts på centralenhetens tekniska uppbyggnad.

## HÅRDVARUÖVERSIKT

Systemets hårdvara består av datorn och till denna kopplade interface och anpassningsenheter.

Datorn består av fem kretskort av instickstyp inrymda i ett standard 19" chassi. Kretskorten är sammanbundna med gemensamma bussledningar. På fronten finns en panel med display och kontroller för datorns styrning. In och utgångar för data samt strömför-sörjningsledningar finns på datorns baksida.

Till systemet är kopplat apparatur för freenessmätning. Denna består av en mätutrustning av fabrikat Innomatic ( se appendix 4 ) samt en digitaliseringsutrustning av egen konstruktion ( se appendix 5 ). Denna digitala freenessmätare består av ett antal instickskort i en låda av halv 19" bredd. Apparaten har en front-panel där kalibrering av apparaturen samt utläsning av ögonblicksvärden på freeness kan göras. På baksidan finns kontakter för anslutning till datorn samt anslutning till skrivare för utskrift av freeness-medelvärde.

Förutom freenessenheten kan man till datorn ansluta remsläsare, tangentbord och skrivmaskin.

Dessutom kan ett antal digitala givare anslutas.

CENTRALENHETENS UPPBYGGNAD

DATORN

Systemets centrala del är själva datorn. Denna består av fem kretskort som innehåller elektroniken, dessa kretskort är sammabundna medelst en till instickskontakter kopplad bussledning. På fronten finns en panel med display och kontroller för datorns styrning. In- och ut-gångar för data samt strömförsörjnings-ingångar finns på datorns baksida.

I datorn ingående delar

CPU-kort ( CPU = central processing unit )

Minnes-kort

In/ut-kort

Interrupt-kort

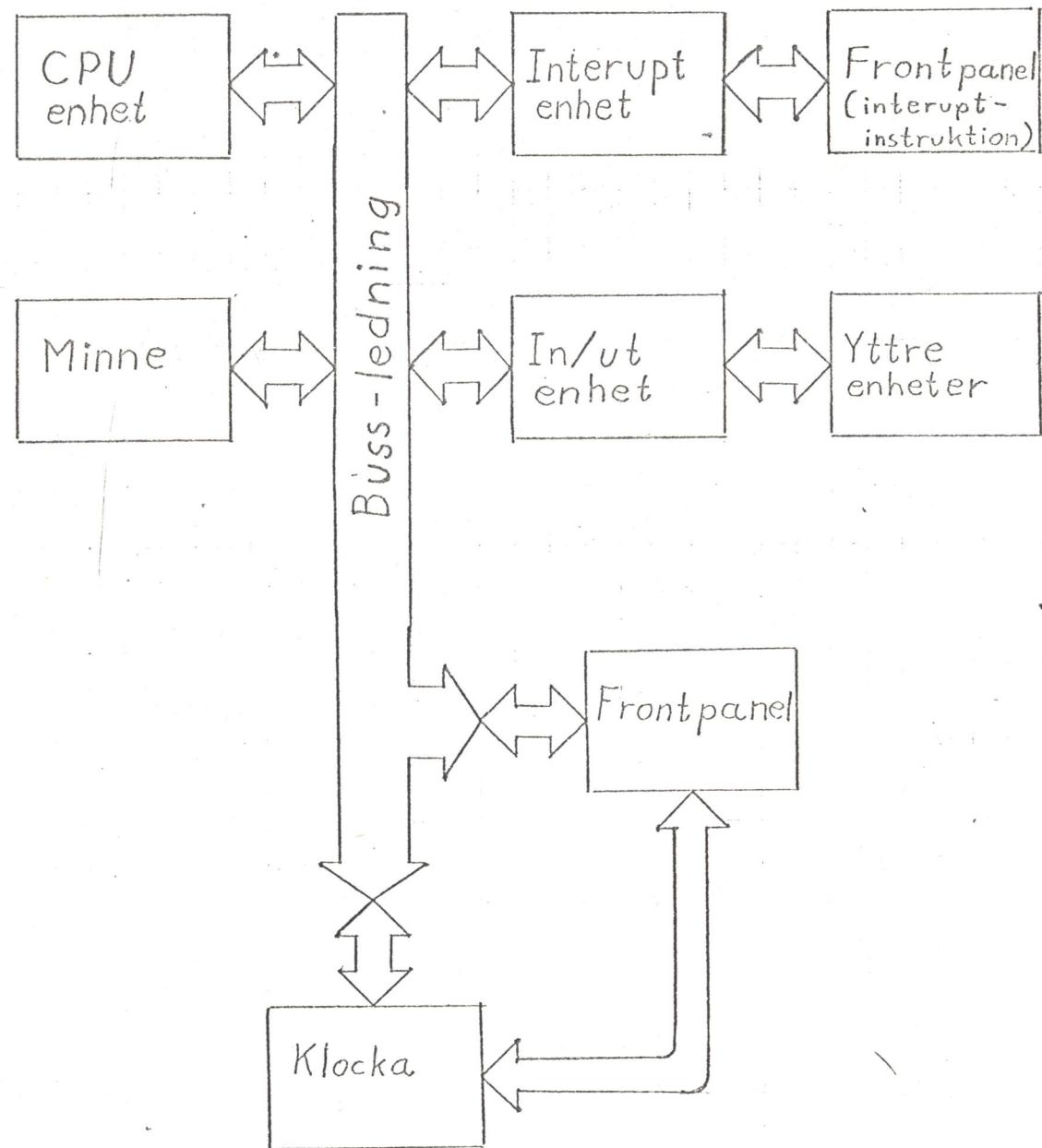
Klock-kort

Buss

Frontpanel

Anslutningskontakter

Överspänningsskydd



CPU-KORT

CPU-enheten består av en integrerad mikrodator-krets, 8008 av Intels fabrikat. Till denna krets är elektronik kopplad som sköter om transporten av data från och till databussen, adressavkodare som skickar ut minnesadressen över adressbussen samt avkodare för datorns olika arbetsfaser.

Själva mikrodator-kretsens funktion framgår ur Intels beskrivning ( appendix 1 ).

I detta appendix finns också fullständig beskrivning över de instruktioner mikrodatorn kan utföra.

## FUNKTIONSBEKRIVNING

I vilken "State" som processorn befinner sig definieras av signalerna ut på benen 11, 12, och 13 på IC 1. Dessa signaler avkodas av IC 2 till åtta olika linjer: Wait, T3, T1, Stop, T2, T5, T1I och T4. Dessa linjer har låg nivå som aktivt tillstånd.

Linjerna är kopplade direkt ut till Bussen. Dessutom finns bland "State"-linjerna en som kallas T3\*, denna linje överensstämmer i stort sett med T3 men blir aktiv (= låg) litet tidigare än T3. Detta för att mikroprocessorn, för att fungera, behöver indata innan det att T3 blir aktiv. Alltså är det T3\* som styr indataflödet. T3\* åstadkommes med hjälp av IC 11. Första vippan i IC 11 1-ställs ungefär i mitten på "State T2", när sedan linjen "Sync" blir aktiv slår vippa nummer två om och T3\* blir aktiv. När sedan T3 blir aktiv nollställs båda vipporna men T3\* är aktiv så länge T3 är aktiv.

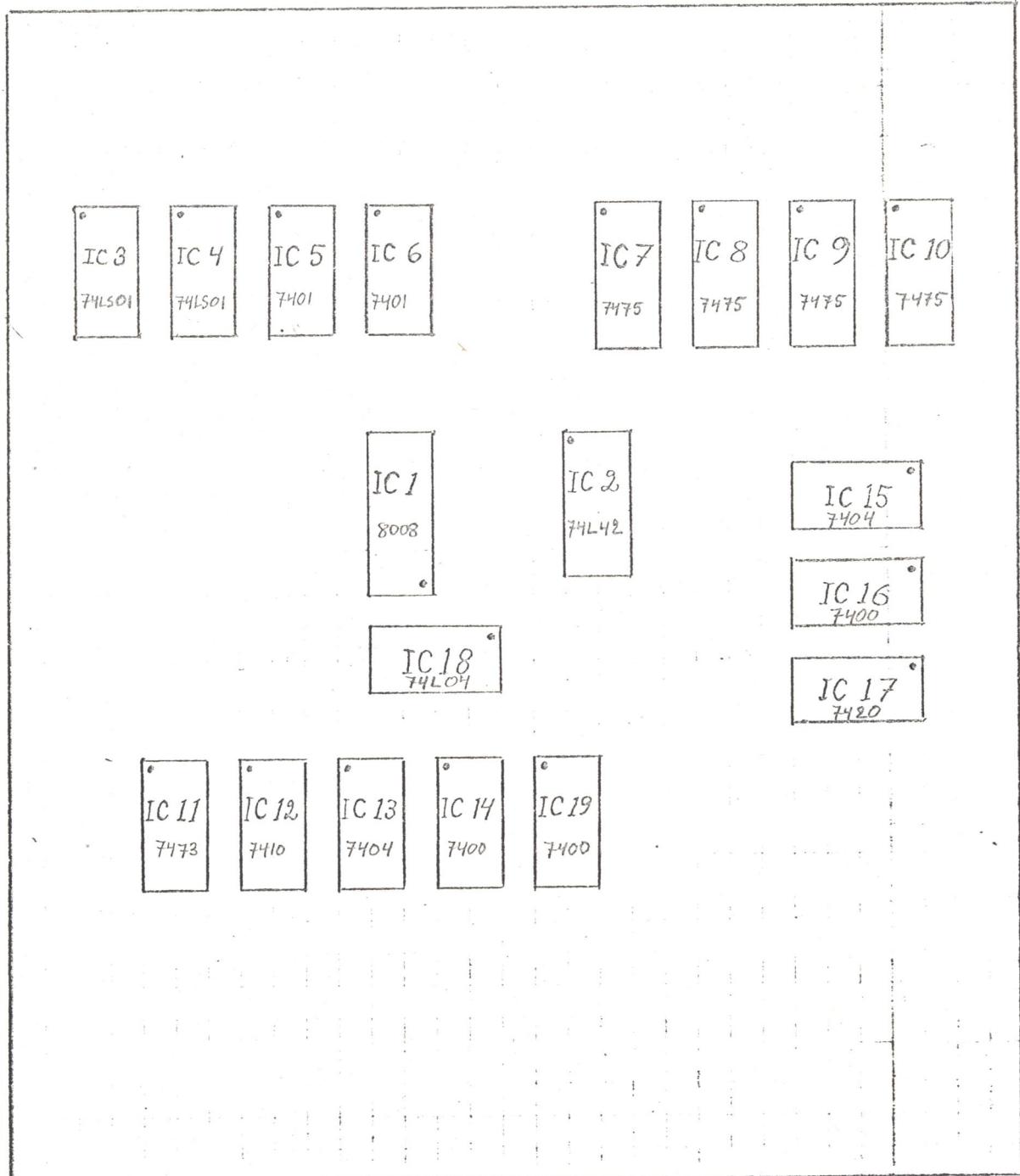
För synkroniseringsändamål finns förutom linjen "Sync" även linjen "Syncpuls" denna är aktiv (= låg) när "Sync" är "0" och klockpuls Ø2 är "1".

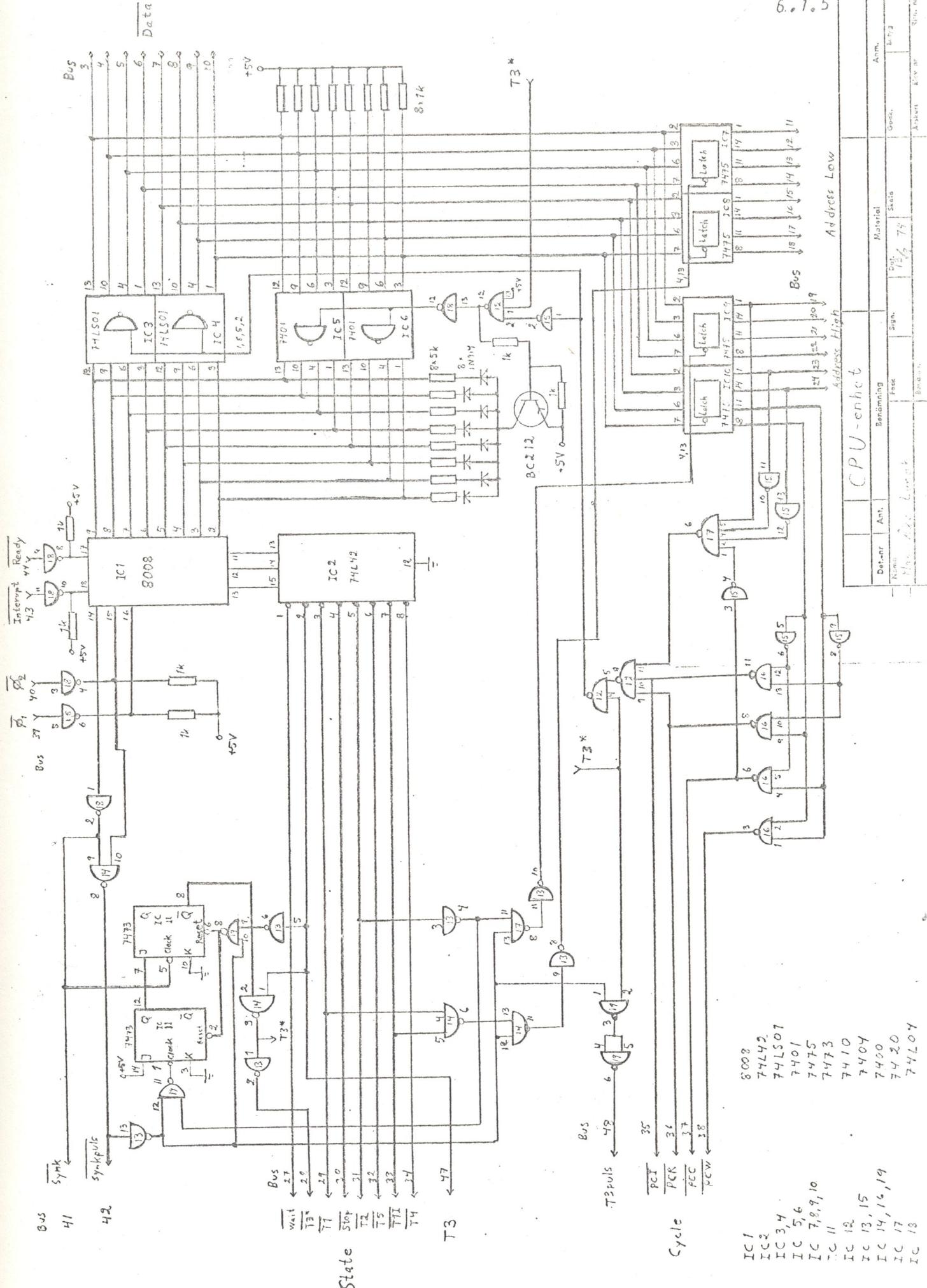
Dessutom finns en linje "T3-puls" som är aktiv (= hög) när T3 är "1" och "Syncpuls" är "1".

Låga delen av minnesadressen sänds ut från processorn under "State T2" eller T1I, dessa åtta bitar lagras i IC 7 och IC8 som på utgångssidan är kopplade till låga delen av adressbussen. Höga delen av adressbussen sänds ut under "State T2", dessa sex bitar lagras i IC 9 och IC 10. Dessutom lagras i IC 10 två bitar som anger vilken "Cycle" processorn befinner sig i. Dessa två bitar avkodas i IC 15 och IC 16 till fyra linjer: PCI, PCR, PCC och PCW. Cycle-linjerna är aktiva när nivån är låg.

För att överföra data från processorn till databussen används IC 3 och IC 4. När data skall överföras från databussen till processorn används IC 5 och IC 6. För att erhålla tillräckligt höga spänningsnivåer in till processorn finns det åtta stycken pull-up-motstånd som kopplas in och ur med hjälp av en transistor.

Dataflödets riktning bestäms av vilken operation som processorn utför. Normalt är dataflödet från processorn ut på bussen. Men under "State T3" ändras dataflödet om processorn befinner sig i "Cycle" PCI eller PCR eller PCC om data skall skickas ut till en yttre enhet. Om data skall skickas ut under PCC avgörs genom avkodning av höga delen av adressen. Order om processorn skall gå in i "Wait State" ges på linjen "Ready" från bussen. Order om processorn skall utföra en interruptinstruktion ges också över bussen. Dessutom kommer på bussen de två klock-signalerna  $\phi_1$  och  $\phi_2$ .

IC-KRETSARNAS PLACERING PÅ CPU-KORTET



MINNESKORT

Minnet består av två olika delar, dels ett RAM ( Random Access Memory ) där data kan läsas ut och nya data skrivas in, storleken på detta minne är 1 kbyte ( 1024 åttabitars ord ). Om matningsspänningen till detta minne upphör går informationen förlorad.

Den andra delen av minnet är av typen PROM ( Programmable Read Only Memory ). Ur detta minne kan endast data läsas ut och minnet måste programmeras i en särskild enhet utanför datorn. Vid avbrott i matningsspänningen förloras ej någon information i detta minne. Prom minnet består av IC-kretsar som kan innehålla 256 åttabitars ord per kapsel. Minneskortet har fyra stycken hållare för PROM-kapslar d.v.s. max. PROM minnesvolym är 1024 åttabitars ord.

### FUNKTIONSBESENKRIVNING

RAM-minnet består av åtta stycken kretsar: IC 15 - IC 22, var och en av dessa kretsar kan lagra 1024 bitar.

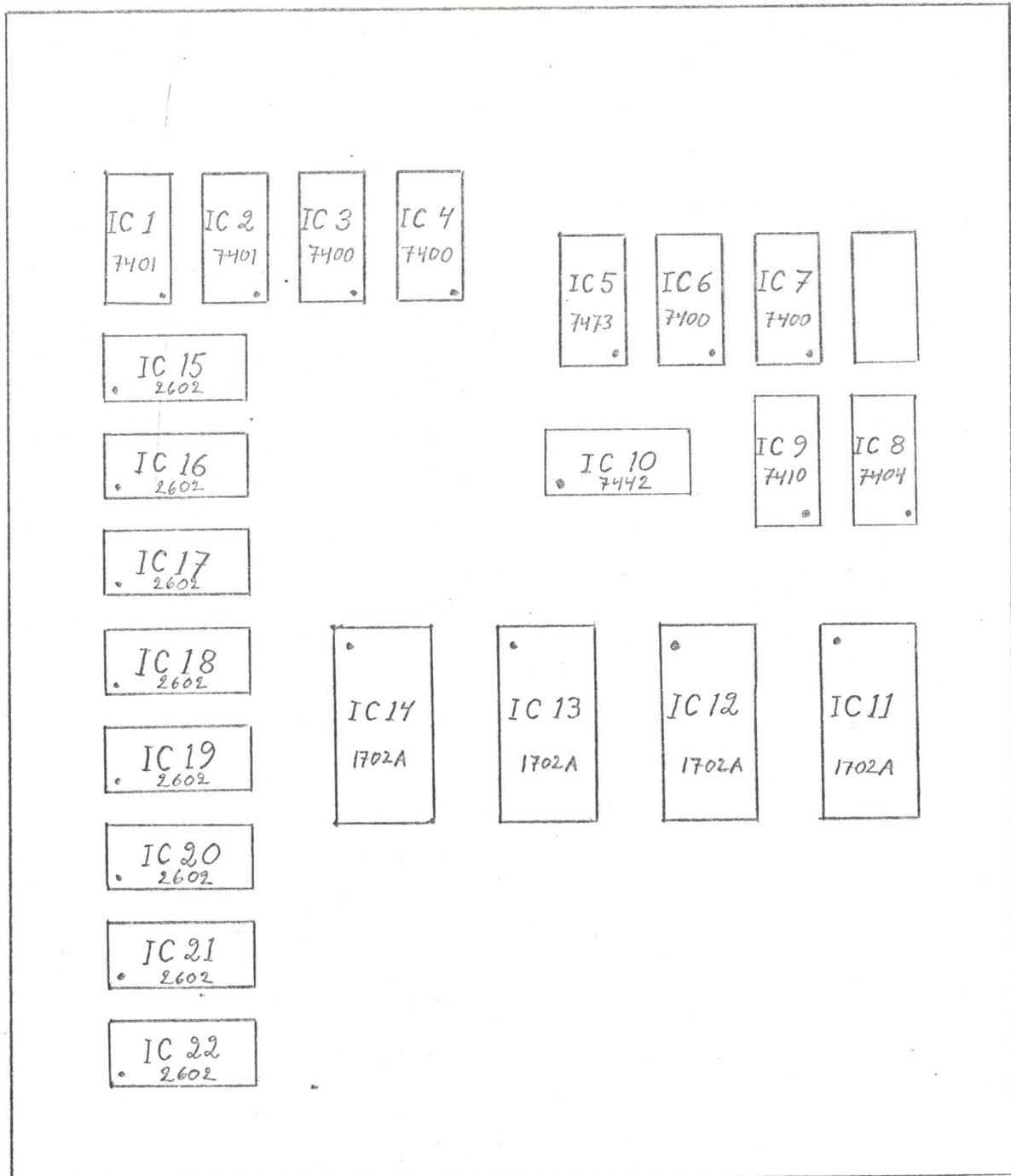
Vid lagring i minnet överförs data från bussen genom IC 3 och IC 4. Lagring sker när Cycle PCII och State T3\* är aktiva och en puls kommer på Synkpulslien.

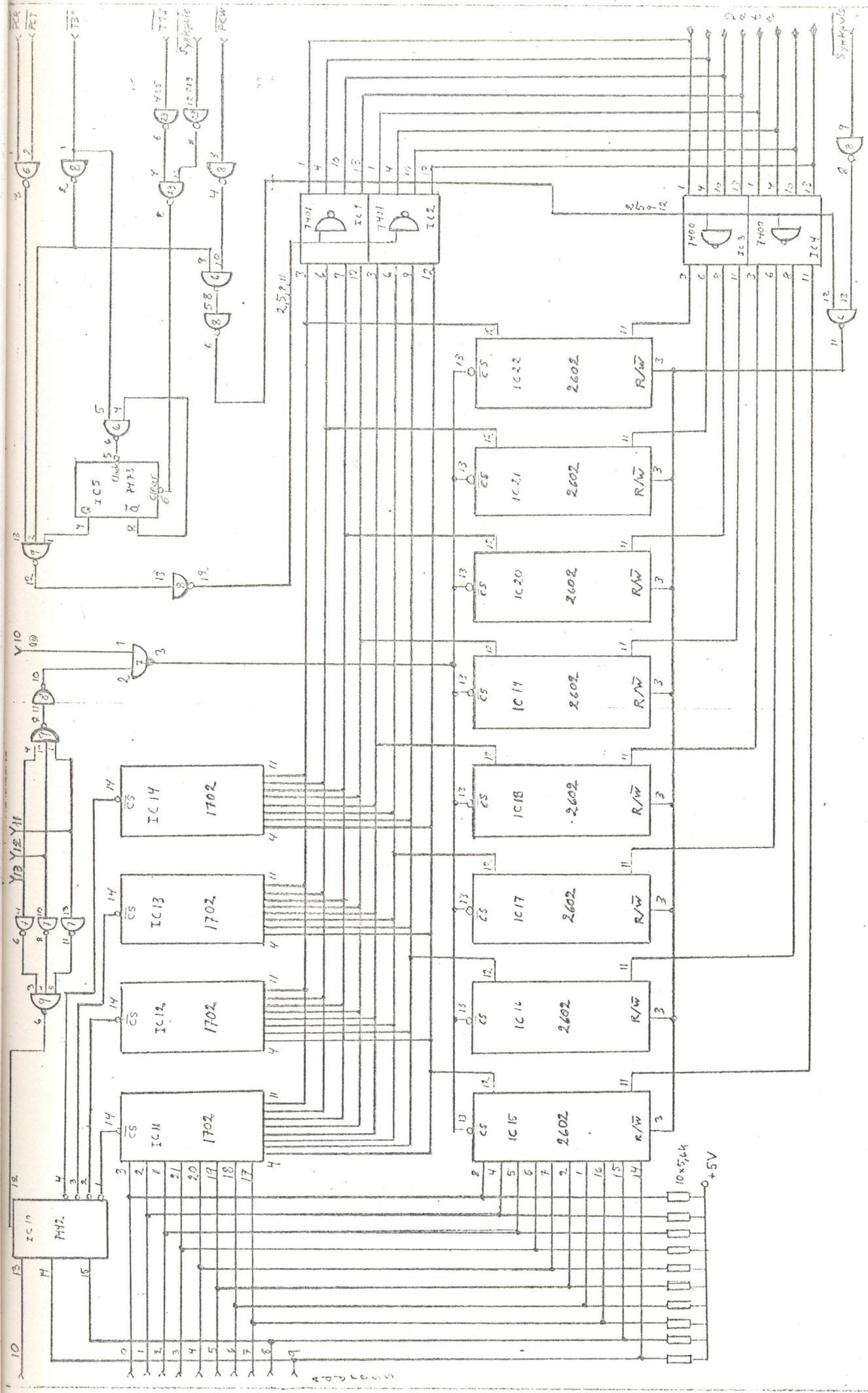
Utläsning av data från minnet sker genom IC 1 och IC 2 vars utgångar är kopplade till databussen. Utläsning sker när State T3\* och Cycle PCR eller PCI är aktiva. Vilken minnescell som är involverad i läsningen eller lagringen bestäms av adressen på adressbussen. IC 7 och IC 9 avkodar om operationen omfattar RAM eller PROM-delen av minnet och IC 10 avkodar vilken PROM-krets som har adresserats.

När processorn avbryts av ett interrupt måste data hindras från att läsas ut ur minnet, så att data från minnet ej interfererar med en interruptinstruktion från interruptenheten. Då alltså datorn går in i State T1I slår vippan IC 5 om och spärrar för utläsning av data. Vid slutet på State T3\*slås vippan åter om och data kan åter läsas ut.

IC-kretsarnas placering på Minneskortet.

6.2.3





Mines - en net

Hans-Arie Lanch

IN / UT-KORT

Denna enhet har hand om datorns kommunikation med yttervärden. In/ut-enheten har fem stycken utgångar och sex stycken ingångar. Av dessa används två stycken ingångar och två stycken utgångar sammankopplade som ett tvåords schratch-pad minne. En ingång används för att undersöka status på olika yttre enheter, t.e.x. om den yttre enheten är upptagen eller redo att sända eller mottaga data. Av de övriga in och utgångarna är två avsedda för skrivmaskin, en för remsläsare och resten för data till och från processen.

FUNKTIONSBEKRIVNING

Adressbitarna 12 och 13 bestämmer om det är en in- eller ut-instruktion som skall utföras. Vid en in-instruktion avkodas adressen av IC 4. In/ut-enheten överför data från ytterenheter till processorn via databussen under Cycle PCC och State T3\*. Varje inkanal står i förbindelse med databussen genom en åtta bitars grind bestående av två stycken integrerade kretsar. Totalt kan man ha åtta inkanaler.

Totala antalet utkanaler är tjugofyra stycken uppdelade på tre grupper om åtta kanaler vardera. Avkodningen av grupp sker med IC 1 och IC 2, avkodning av kanal inom gruppen sker med IC 5. Utdata placeras processorn på låga delen av adressbussen under State T1. Under State T3 överförs, när Syncpuls är aktiv, data från adressbussen till den adresserade åttabitars ut-latchen. Ut-latchen består av två integrerade kretsar.

Varje in- och ut-kanal har dessutom en linje som kallas signal, denna linje blir aktiv (=hög) när ifrågavarande in- resp. ut-kanal adresseras.

Förbindningen mellan utport 0, 3 och 4 samt inport 0, 3 och 5 och ytterenheter, sker med hjälp av 14-pinnars IC-hållare och motsvarande kontakter.

Inport 4 d.v.s. flagporten är kopplad med en eller flera bitar till inport- och utport-kontakterna beroende på hur många flag-bitar som behövs för ifrågavarande ytter enhet.

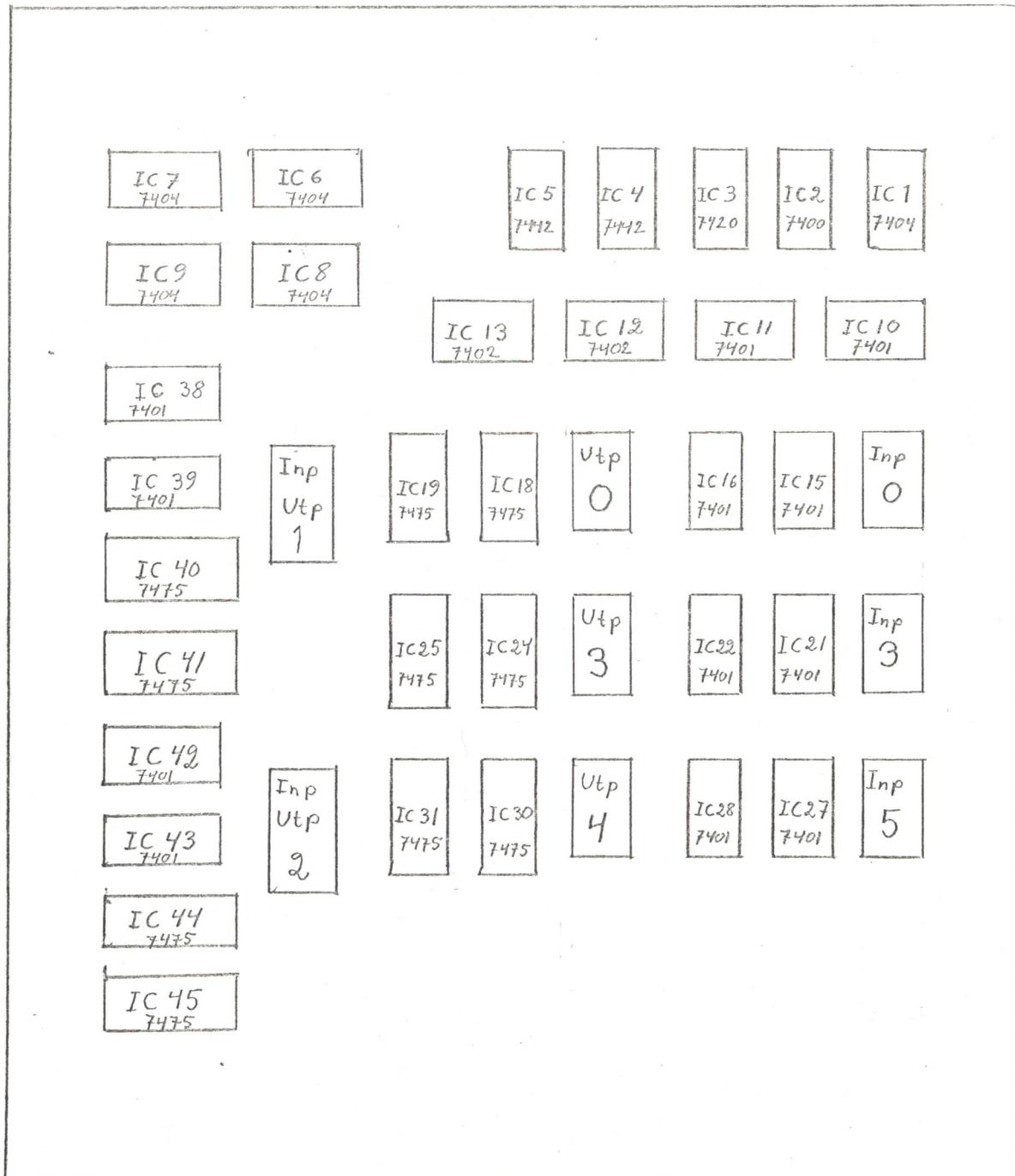
Inport 1 och utport 1 samt inport 2 och utport 2 är sammankopplade med en 16-pinnars inpluggbar kortslutnings-plugg.

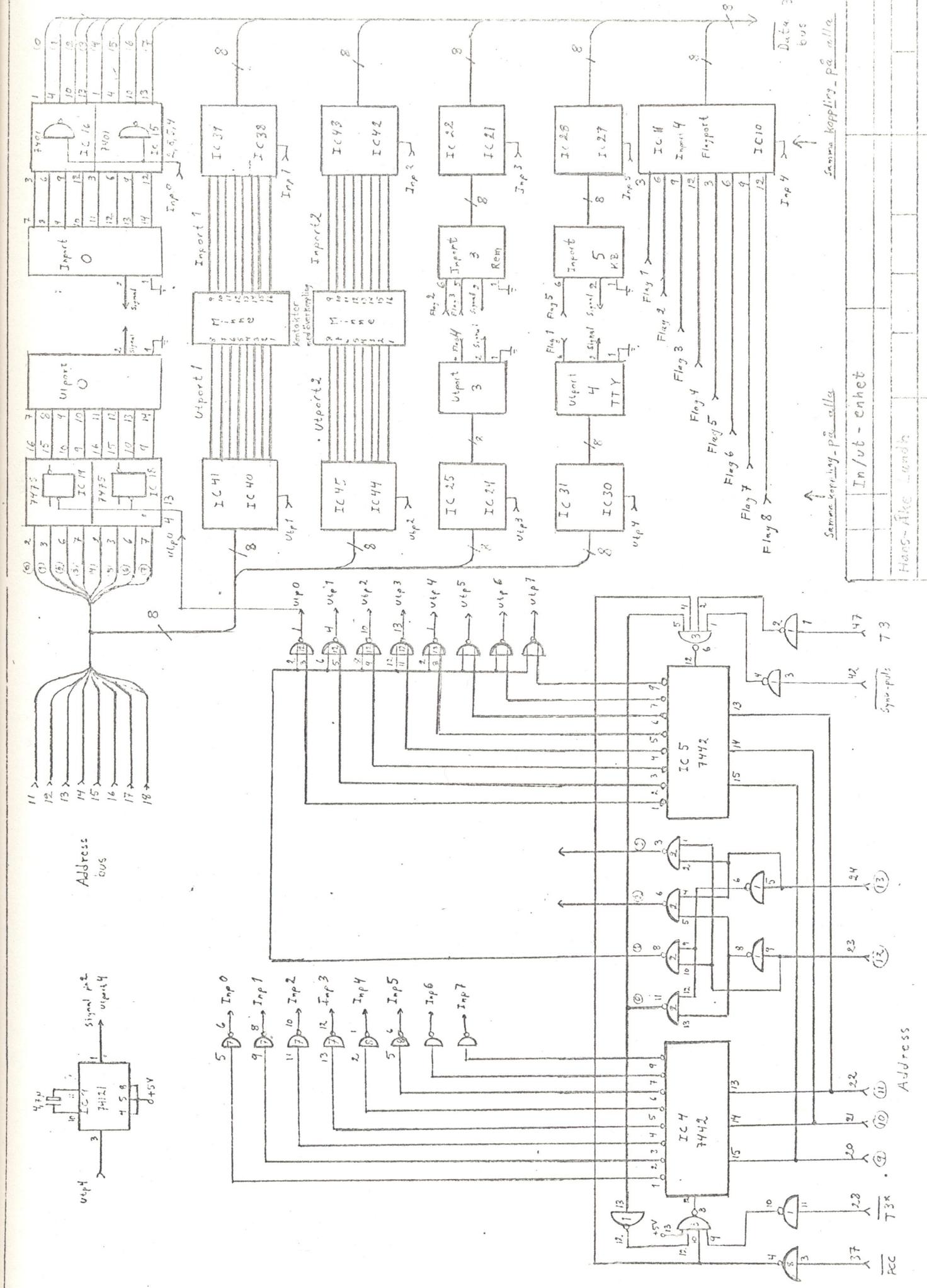
Utport 0 används för att ge adressen till den ytter enhet som skall kopplas till inport 0. Utport 3 används också av den ytter enhet som utport 0 adresserar. Utport 4 och inport 5 används till tillkopplad skrivmaskin. Inport 3 används till en remsläsare.

För att förlänga signalen från utport 4 används en monostabil vippa: IC 9. Denna förlängda signal behövs för att kunna påverka skrivmaskinsinterfacet genom en relativt lång ledning.

IC-kretsarnas placering på In/Ut-kortet.

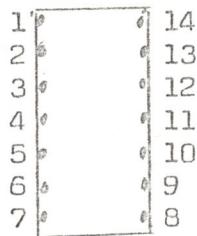
6.3.3





### KORTKONTAKTER FÖR INGÅNGAR OCH UTGÅNGAR

Kretskortets kontakter står i förbindelse med kontakterna på datorns baksida medelst 14 poliga bandkablar och 14 poliga kontakter i kretskortet.



Pin-beteckningar  
på kortkontakterna

#### IMPORT 0

##### Pin Nr.

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | Jord       |
| 2  | Signal     |
| 3  |            |
| 4  |            |
| 5  |            |
| 6  |            |
| 7  | Data bit 0 |
| 8  | Data bit 1 |
| 9  | Data bit 2 |
| 10 | Data bit 3 |
| 11 | Data bit 4 |
| 12 | Data bit 5 |
| 13 | Data bit 6 |
| 14 | Data bit 7 |

## UTPORT 0

## Pin Nr.

1	Jord
2	Signal
3	
4	
5	
6	
7	Data bit 0
8	Data bit 1
9	Data bit 2
10	Data bit 3
11	Data bit 4
12	Data bit 5
13	Data bit 6
14	Data bit 7

## UTPORT 3

## Pin Nr.

1	Jord
2	Signal
3	
4	
5	
6	Flag 4
7	Data bit 0
8	Data bit 1
9	Data bit 2
10	Data bit 3
11	Data bit 4
12	Data bit 5
13	Data bit 6
14	Data bit 7

## UTPORT 4 Skrivmaskin ( TTY )

## Pin Nr. |

- |    |                 |
|----|-----------------|
| 1  | Jord            |
| 2  | Signal          |
| 3  | Utport 7 signal |
| 4  |                 |
| 5  |                 |
| 6  | Flag 1          |
| 7  | Data bit 0      |
| 8  | Data bit 1      |
| 9  | Data bit 2      |
| 10 | Data bit 3      |
| 11 | Data bit 4      |
| 12 | Data bit 5      |
| 13 | Data bit 6      |
| 14 | Data bit 7      |

## INPUT 3 Remsläsare ( Rem )

## Pin Nr.

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | Jord       |
| 2  | Signal     |
| 3  |            |
| 4  |            |
| 5  | Flag 3     |
| 6  | Flag 2     |
| 7  | Data bit 0 |
| 8  | Data bit 1 |
| 9  | Data bit 2 |
| 10 | Data bit 3 |
| 11 | Data bit 4 |
| 12 | Data bit 5 |
| 13 | Data bit 6 |
| 14 | Data bit 7 |

## INPUT 5 Tangentbord ( KB )

## Pin Nr.

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | Jord       |
| 2  | Signal     |
| 3  |            |
| 4  |            |
| 5  |            |
| 6  | Flag 5     |
| 7  | Data bit 0 |
| 8  | Data bit 1 |
| 9  | Data bit 2 |
| 10 | Data bit 3 |
| 11 | Data bit 4 |
| 12 | Data bit 5 |
| 13 | Data bit 6 |
| 14 | Data bit 7 |

INTERRUPTKORT

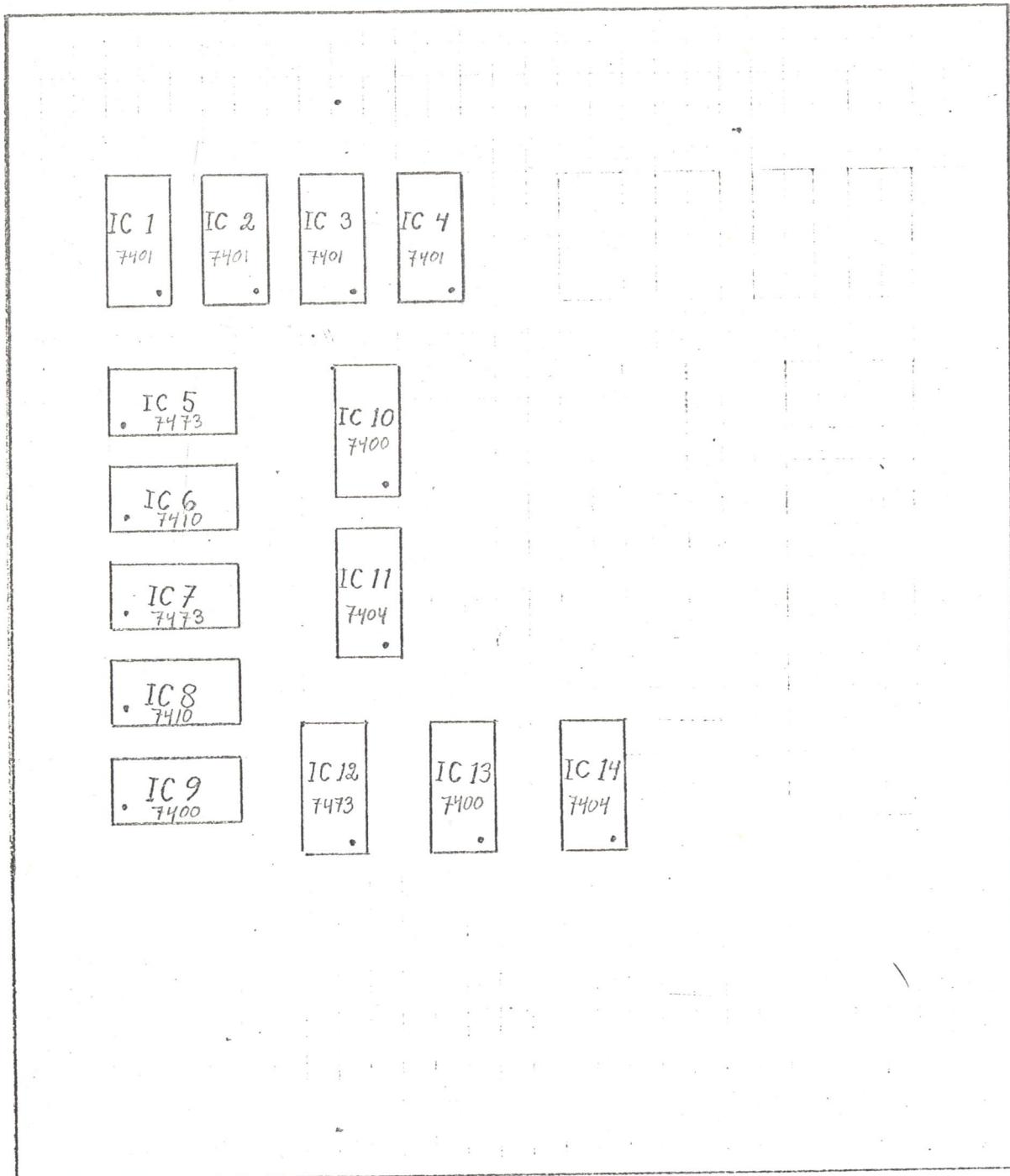
Interruptenheten avbryter processorns normala gång och sätter in en extra interrupt-instruktion. Två olika interrupt kan handhas av interruptenheten. När det ena interruptet aktiveras ( med hjälp av en impuls utifrån ) får processorn en hoppinstruktion till någon av de åtta adresser som kan adresseras med instruktionen RST. Inställning av denna adress sker på kretskortet med hjälp av tre omkopplare.

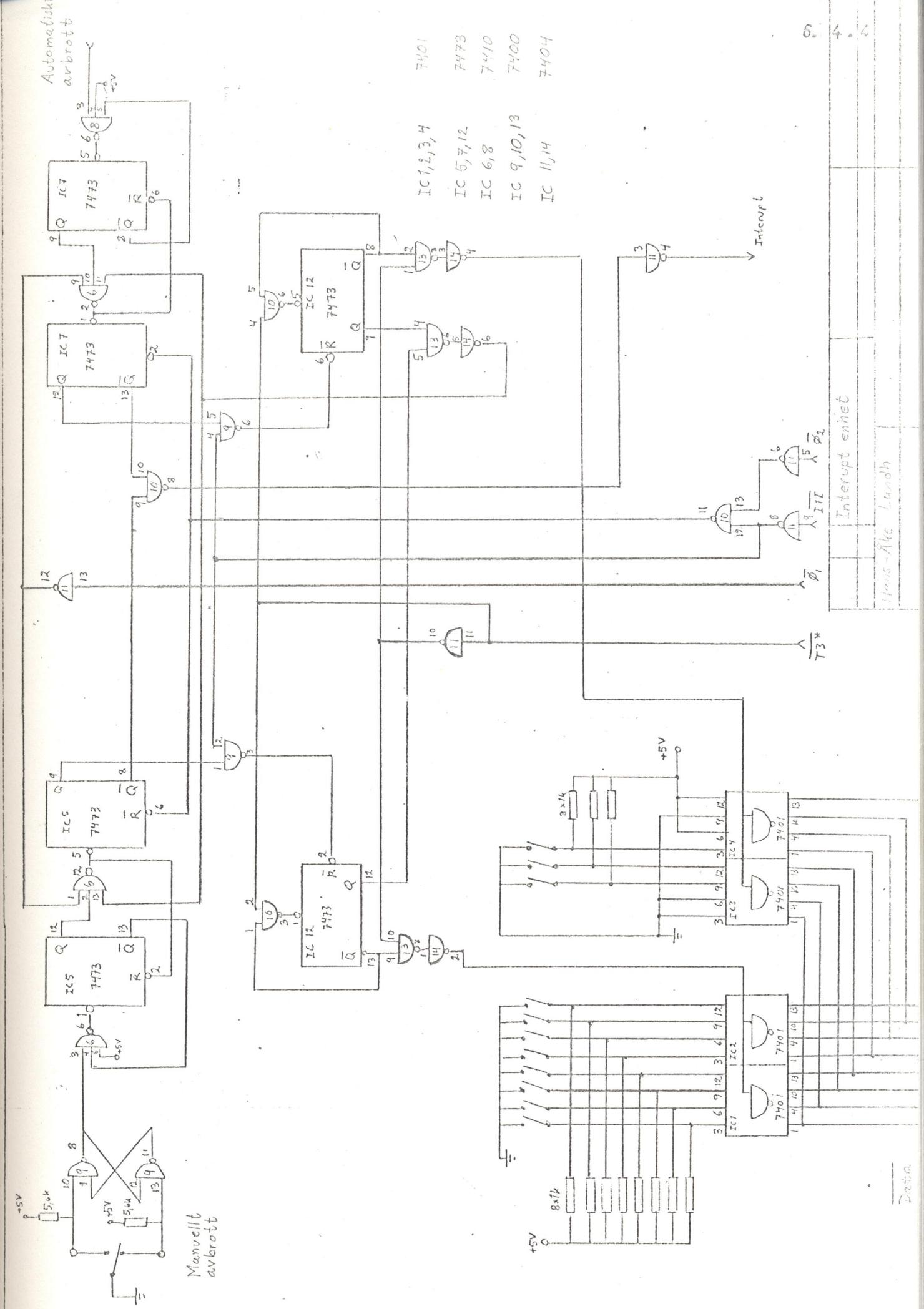
Det andra interruptet manövereras från frontpanelen. Processorn kan med detta interrupt fås att utföra den instruktion som ställs in på de åtta omkopplare som finns på frontpanelen.

FUNKTIONSBE SKRIVNING

Det manuella interruptet kommer in och "1" ställer första vippan i IC 5. Om interuptenheten då ej är upptagen med ett annat interupt, slår andra vippan i IC 5 om under klockpuls  $\phi_1$ . Då signalerar interuptenheten över bussen till processorn att avbrott skall ske. Som verifikation på att processorn har uppfattat interruptet skickar den ut State T1I vid början av nästa cykel. Denna T1I State ställer om en vippa i IC 12 som i sin tur ser till att det åttabitars ord som är inställt på omkopplarna på frontpanelen, skickas ut på databussen under nästa T3\* State. Den andra halvan av interuptenheten fungerar på i huvudsak samma sätt. Skillnaden är den att instruktionen som skickas ut på databussen under State T3\* är en hoppinstruktion vars adress bestäms av tre omkopplare på interuptkortet.

Nollställning av de två första vipporna ( IC 5 eller IC 7 ) sker så snart processorn givit besked om att den uppfattat interruptet med State T1I och att klockpuls  $\phi_2$  blivit aktiv. Tredje vippan ( IC 12 ) nollställs vid slutet på State T3\*.

IC-KRETSARNAS PLACERING PÅ INTERRUPT-KORTET



## KLOCKENHET

Denna enhet åstadkommer ett antal signaler för styrning av datorn. För det första: klockpulserna  $\phi_1$  och  $\phi_2$ . Dessa styr sedan hela datorn. Frekvensen som styr klockpulserna åstadkommes med hjälp av ett antal positivt återkopplade inverterare, frekvensen kan justeras genom att matningsspänningen till dessa justeras. Med ett antal frekvensdelare får man ut två stycken icke överlappande pulståg. Dessa pulståg styr varsin monostabil vippa som skapar klockpulserna.

Dessutom kan man med logik på klockenheten styra om datorn skall gå med normal hastighet eller stegas fram. Om omkopplaren på frontpanelen slås om till läge Wait tvingas signalen Ready till "1" och exekveringen avbryts. När sedan tryckknappen märkt Single-step trycks ner ges en ca. 5 us puls på Ready och datorn exekverar en instruktionscykel.

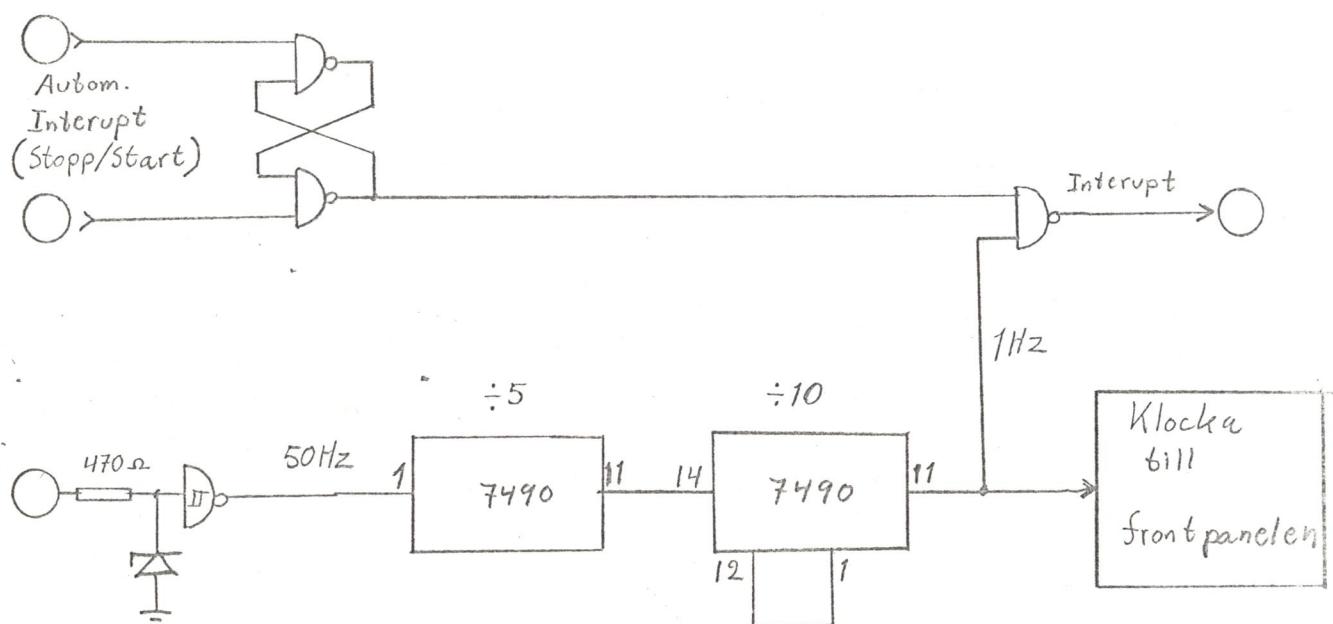
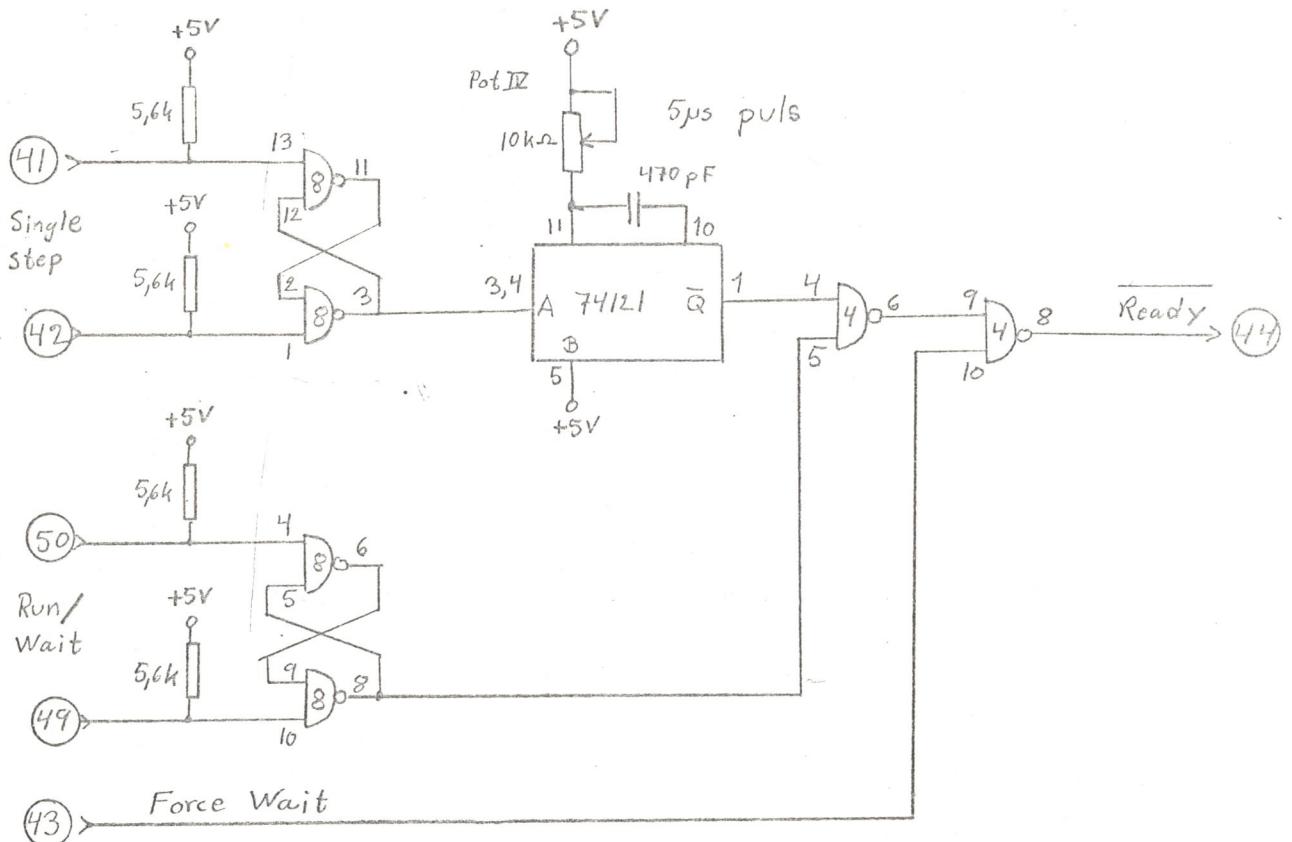
Dessutom finns möjlighet att varje sekund automatiskt ge ett avbrott till datorn. En 50 Hz-signal från nätet delas ned till 1 Hz och grindas till tidsavbrottningången på Interuptenheten. Avbrotten sker då omkopplaren på frontpanelen märkt Stopp/Start står i läge Start.

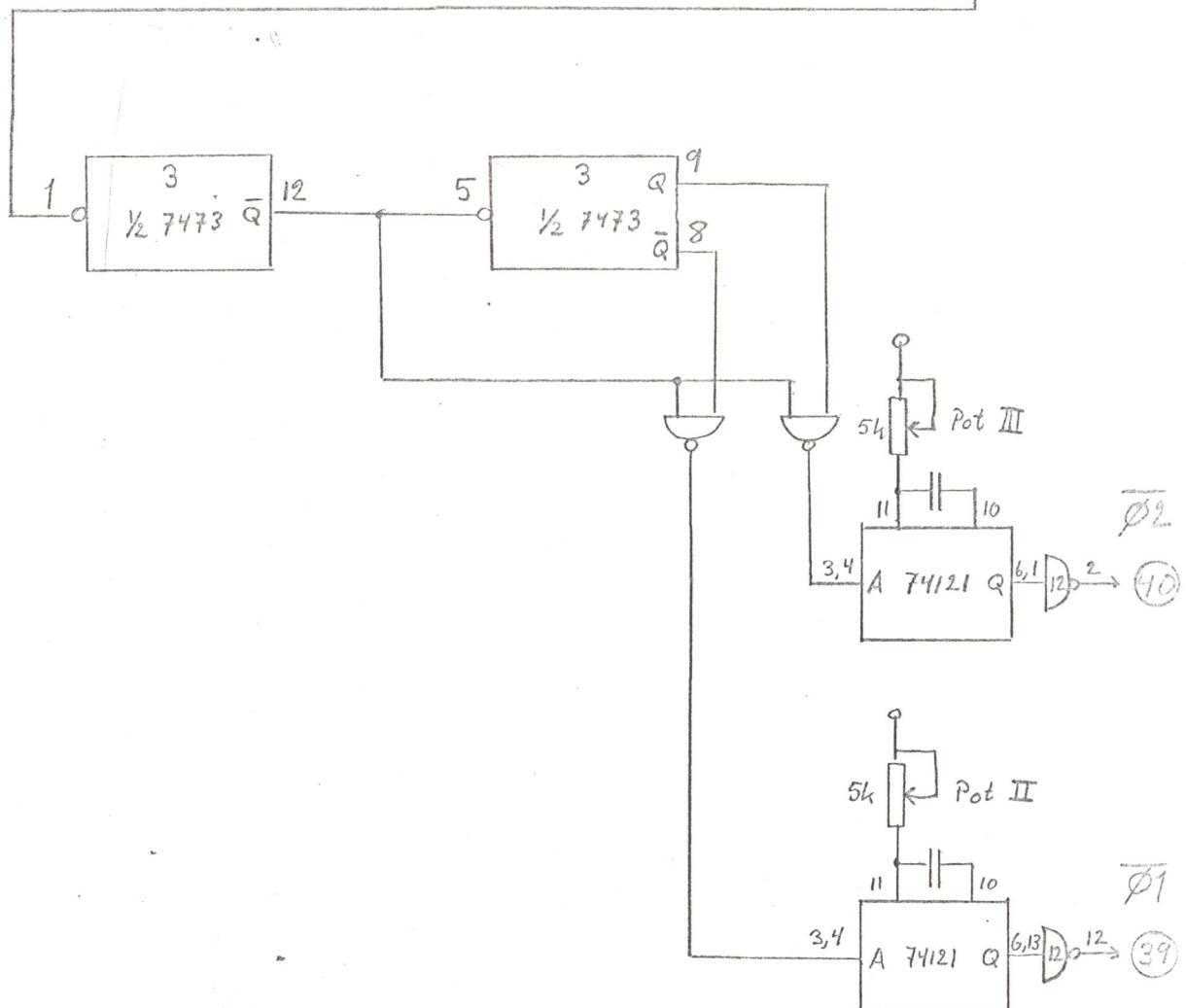
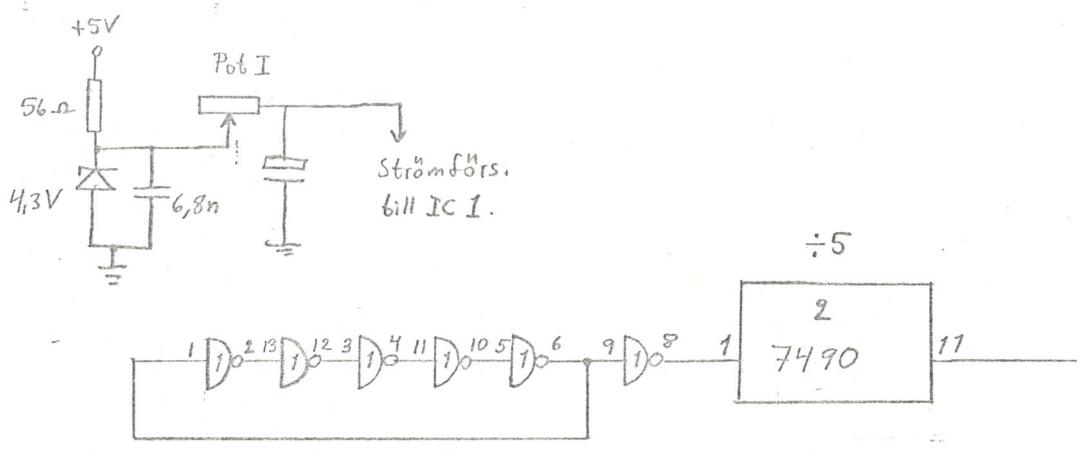
Signalen på 1 Hz används också som tidbas till den klocka som ger tiden på frontpanelen.

# Logik för Run/Wait, Single step och

6.5.2

## Automatiskt interrupt.

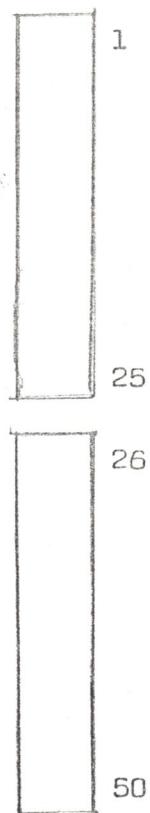


Klockpulsgenerator

BUSSYSTEM

Datorns bussystem består av 50 stycken ledningar. Dessa är anslutna till fyra stycken kontakter i vilka elektronikkorten kan pluggas in.

Varje kontakt består av två stycken 25 poliga hylsdon av typ ISEP - ( ITT ).



Bussens spänningsnivåer är helt TTL-anpassade d.v.s.

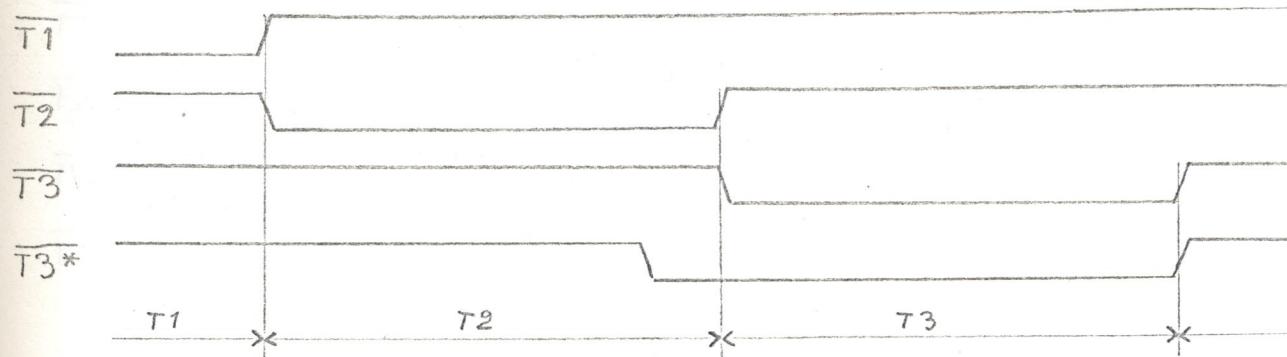
"1" motsvarar 2,4 - 5 Volt

"0" motsvarar 0 - 0,8 Volt

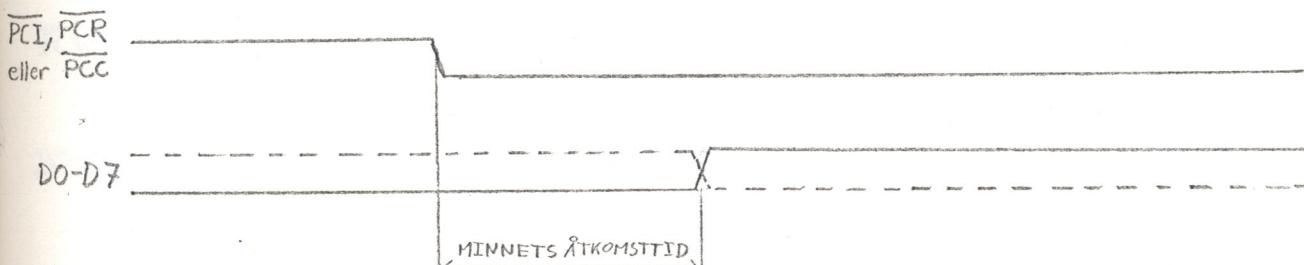
DATORNS INRE BUSSYSTEM

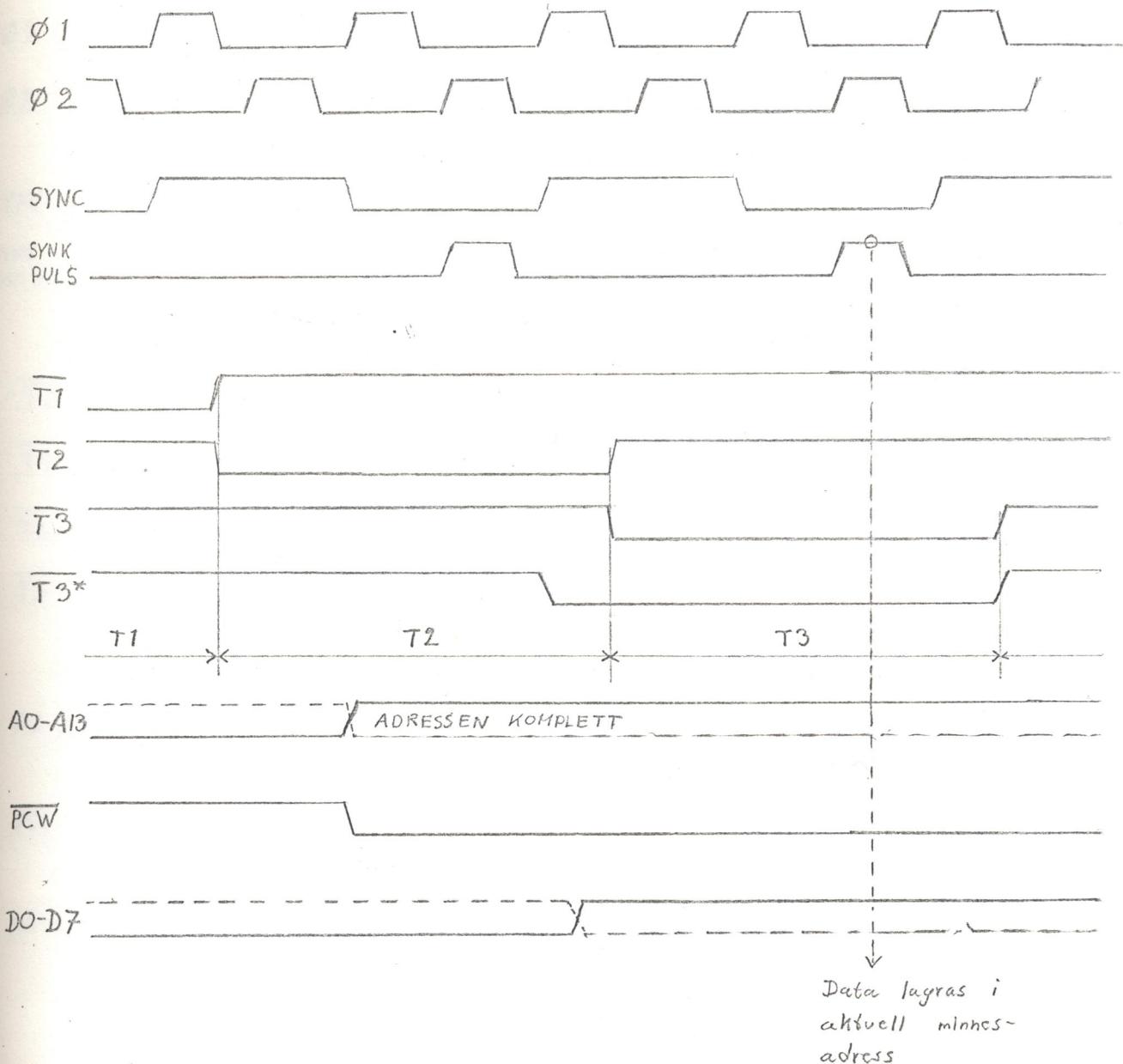
Kontakt Nr.	Funktion
1	+5 Volt
2	+5 Volt
3	Data bit 0
4	Data bit 1
5	Data bit 2
6	Data bit 3
7	Data bit 4
8	Data bit 5
9	Data bit 6
10	Data bit 7
11	Adress bit 0
12	Adress bit 1
13	Adress bit 2
14	Adress bit 3
15	Adress bit 4
16	Adress bit 5
17	Adress bit 6
18	Adress bit 7
19	Adress bit 8
20	Adress bit 9
21	Adress bit 10
22	Adress bit 11
23	Adress bit 12
24	Adress bit 13
25	Jord

Kontakt Nr.	Funktion
26	Jord
27	<u>Wait</u>
28	<u>T3*</u>
29	<u>T1</u>
30	<u>Stop</u>
31	<u>T2</u>
32	<u>T5</u>
33	<u>T1I</u>
34	<u>T4</u>
35	<u>PCI</u>
36	<u>PCR</u>
37	<u>PCC</u>
38	<u>PCW</u>
39	<u>Ø1</u>
40	<u>Ø2</u>
41	<u>Synk</u>
42	<u>Synkpuls</u>
43	<u>Interrupt</u>
44	<u>Ready</u>
45	
46	
47	T3
48	T3 puls
49	-9 Volt
50	-9 Volt

MINNES-LÄSCYKEL eller INPORT-LÄSCYKEL

A0-A13 ----- X ADRESSEN KOMPLETT -----



MINNES-SKRIVCYKEL

UTPORT-SKRIVCYKEL

$\phi_1$

$\phi_2$

SYNC

SYNK  
PULS

$\overline{T}_5$

$\overline{T}_1$

$\overline{T}_2$

$\overline{T}_3^*$

T5 \* T1 \* T2 \* T3 \*

A0-A7 X DATA PÅ BUSSEN

PCC

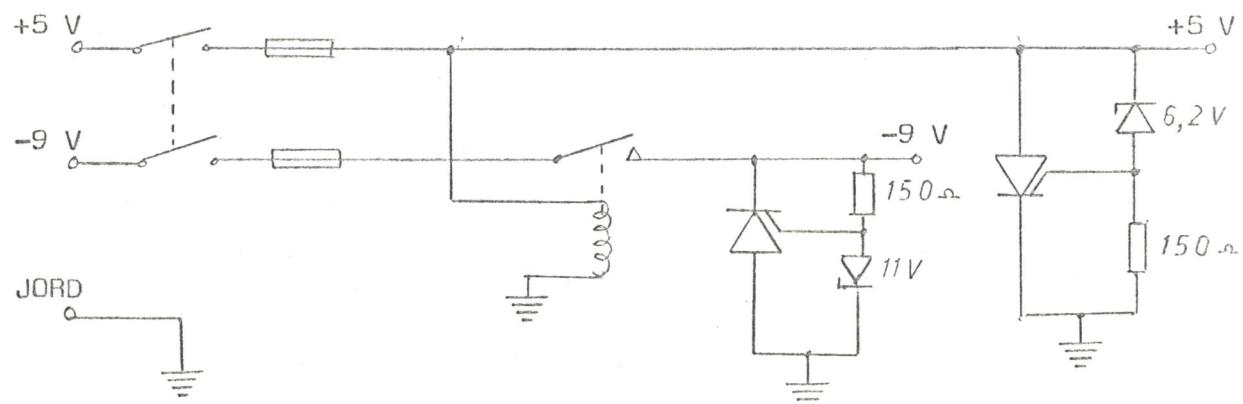
A8-A13 X ADRESS TILL UTPORT

## KRAFTFÖRSÖRJNING

Till datorn behövs två spänningsskällor, en på +5 Volt och en på -9 Volt.

Dessa är avsäkrade och överspänningsskyddade i datorn. Dessutom ingår ett relä som ser till att -9 Volt ansluts först efter det att +5 Volt har anslutits.

SCHEMA



## FRONTPANEL

Frontpanelen används för att i begränsad utsträckning kommunicera med datorn. Data och adress kan läsas ut på en display, interrupt-instruktioner kan fås att utföras av datorn, samt programexekveringen kan fås att stegas fram en instruktion i taget.

Innehållet på adressbussen visas på 14 lysdioder betecknade ADDRESS High och Low. Om omkopplaren Address-Data slås om i läge Data visas databussens innehåll på de åtta lysdioder som är märkta Low/Data. Databussens innehåll är alltså de data som finns på databussen under State T3.

För att få processorn att utföra en interruptinstruktion ställs omkopplarna 0 till 7 in på önskad maskininstruktion, när sedan tryckkomkopplaren märkt Interrupt intrycks avbryts processorns normala arbete och den inställda instruktionen utföres istället. När omkopplaren märkt Wait-Run står i läge Run arbetar datorn på normalt sätt, men om omkopplaren slås om i läge Wait stoppas datorn. En instruktion i taget kan sedan utföras varje gång tryckknappen märkt Step intrycks. Varje gång Step intrycks utför processorn en Cycle så att instruktioner som kräver flera Cycles kräver också flera tryckningar på Step.

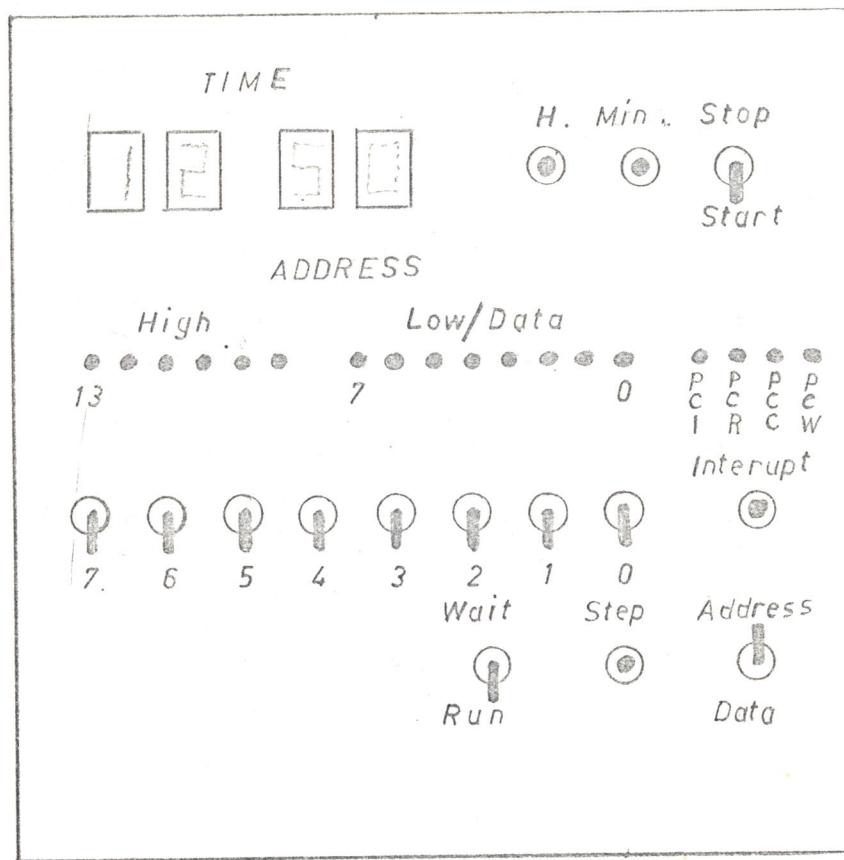
Med tryckkomkopplarna märkta H. och Min. ställer man den inbyggda klockan. Tiden visas i de fönster märkta Time som finns överst till vänster.

Omkopplaren märkt Stop-Start används för att starta och stoppa det inbyggda klockinteruptet. Om omkopplaren står i läge Start avbryts datorns exekvering varje sekund och ett hopp till den adress som är inställd med de tre omkopplare som finns på interruptenheten sker. Hopp kan ske till var åttonde adress inom de 64 första adresserna i minnet.

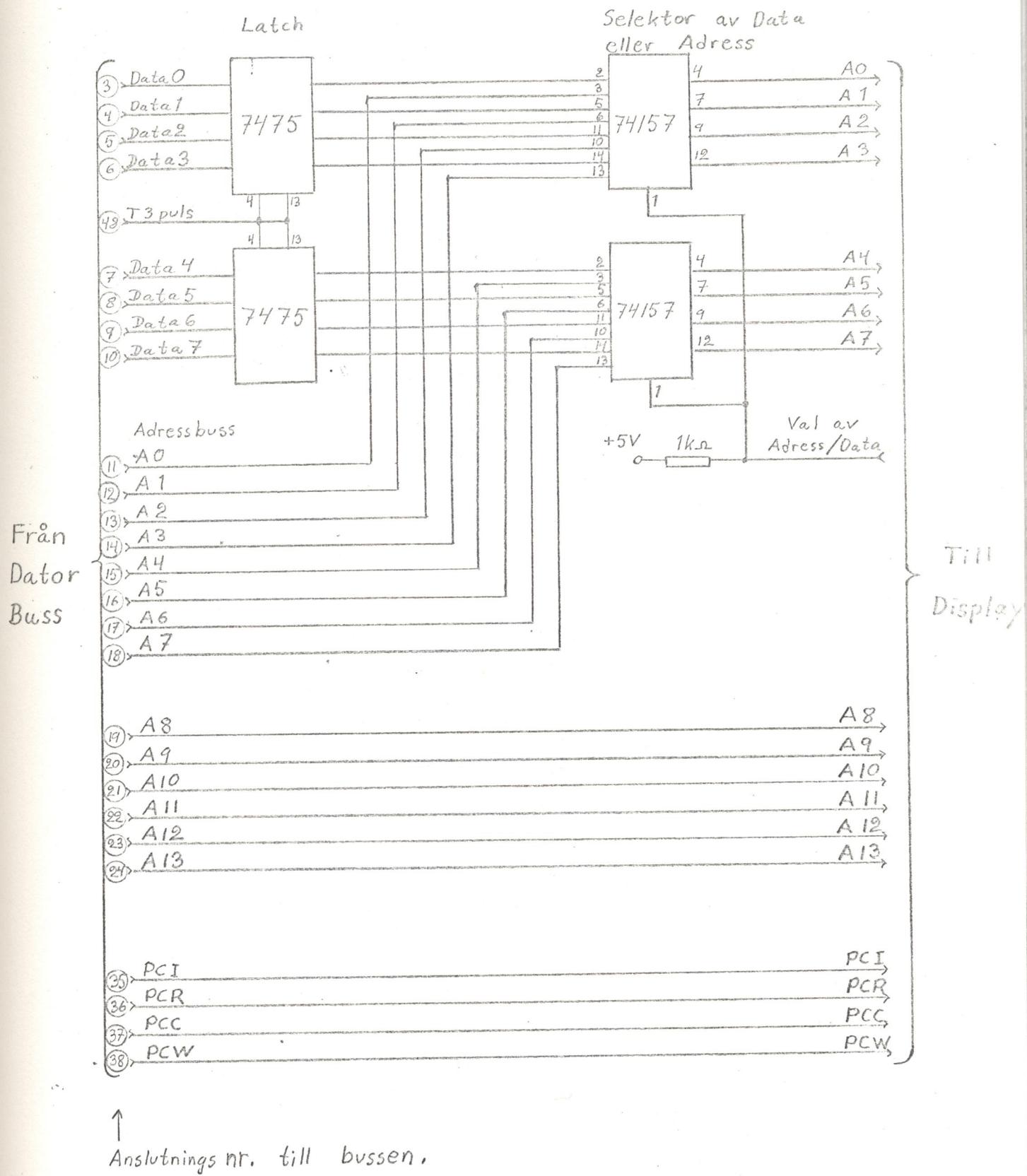
De fyra lysdioderna PCI, PCR, PCC och PCW anger i vilken Cycle processorn befinner sig för tillfället. Cycle anges genom att lysdioden i fråga är släckt.

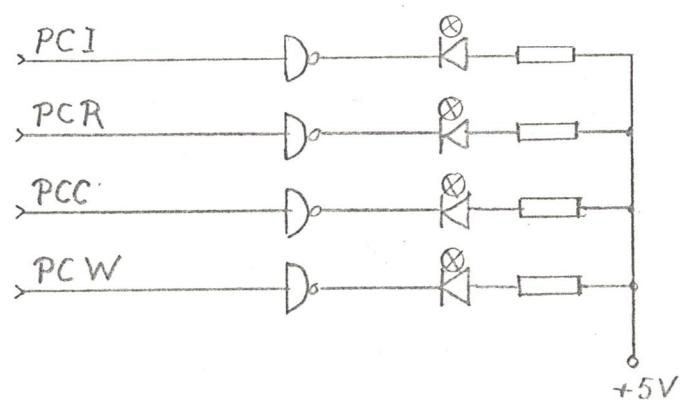
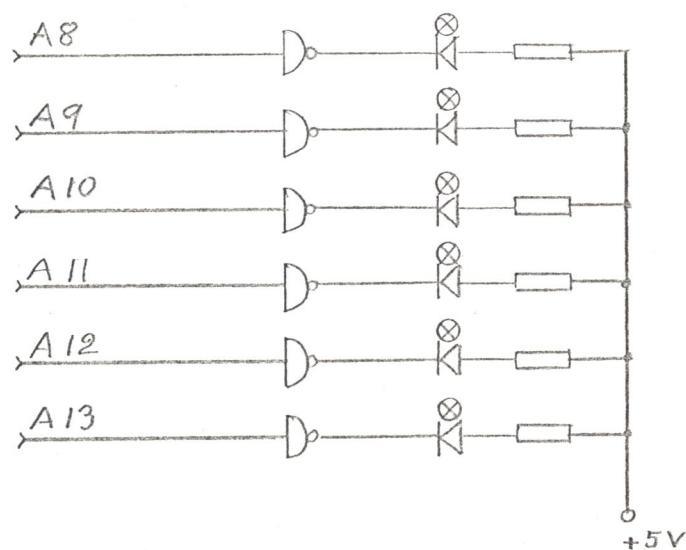
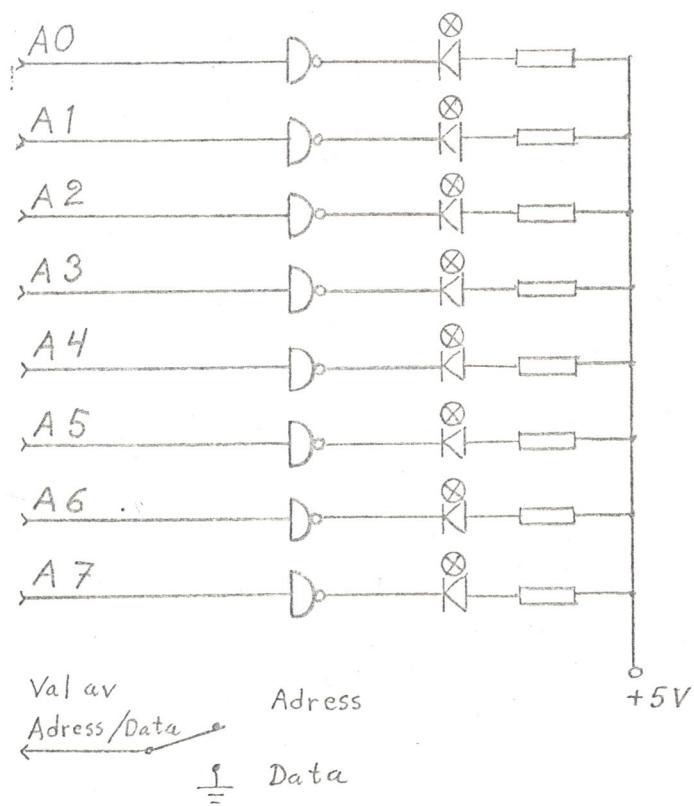
TABELL ÖVER FRONTPANELENS FUNKTIONER

Namn	Funktion
Time	Anger den inbyggda klockans tid
H.	Används för att ställa klockans "timvisare"
Min.	Används för att ställa klockans "minutvisare"
Stop-Start	Används för från och tillslag av klockinterrupt
ADDRESS:	
High	Anger innehållet på den högsta delen av adressbussen
Low/Data	Anger innehållet på den lägsta delen av adressbussen eller databussens innehåll.
PCI	Anger att processorn befinner sig i PCI-State
PCR	Anger att processorn befinner sig i PCR-State
PCC	Anger att processorn befinner sig i PCC-State
PCW	Anger att processorn befinner sig i PCW-State
0-7	Med hjälp av dessa omkopplare kan en interrupt-instruktion utföras
Interrupt	Om denna omkopplare intrycks utföres ett interrupt
Wait-Run	Denna omkopplare bestämmer om exekveringen skall löpa normalt eller stoppas
Step	Med denna omkopplare kan man stega fram datorn ett steg i taget om Wait-Run omkopplaren är i läge Wait
Address-Data	Med denna omkopplare kan man välja om man skall visa adressen eller data på de åtta lysdioderna märkta Low/Data

FRONT PANEL

# Adress/Data väljare och anslutning till display



Display

## FRONTPANELENS ANSLUTNINGSKONTAKTER

Frontpanelen är ansluten till adressbussen och databussen genom två 14 poliga dual in line-kontakter.

### Kontakt 1

Pin Nr.	Funktion på frontpanelen
1	AO
2	PCR
3	PCW
4	
5	Run-Wait omkopplare
6	
7	Data-Adress omkopplare
8	
9	
10	Step omkopplare
11	
12	PCC
13	A1
14	PCI

### Kontakt 2

1	A3
2	A5
3	A7
4	A9
5	A11
6	A13
7	+5 Volt
8	Jord
9	A12
10	A10
11	A8
12	A6
13	A4
14	A2

Import för interruptdata Import 0, Utport 0 och Utport 3

Pin Nr.	Funktion
1	Import 0 Data in bit 0
2	Data in bit 1
3	Data in bit 2
4	Data in bit 3
5	Data in bit 4
6	Data in bit 5
7	Data in bit 6
8	Data in bit 7
9	Signal import 0
10	Flag
11	Utport 0 Portval bit 0
12	Portval bit 1
13	Portval bit 2
14	Portval bit 3
15	Portval bit 4
16	Portval bit 5
17	Portval bit 6
18	Portval bit 7
19	Signal utport 0
20	Flag
21	Utport 3 Data ut bit 0
22	Data ut bit 1
23	Data ut bit 2
24	Data ut bit 3
25	Data ut bit 4
26	Data ut bit 5
27	Data ut bit 6
28	Data ut bit 7
29	Signal utport 3
30	+5 Volt
31	Jord

Pin konfiguration

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	

Anslutningar Import 3. ( Remsläsare )

Kabelfärg	Pin. Nr.	Funktion
svart	1	Data bit 0
brun	2	Data bit 1
röd	3	Data bit 2
orange	4	Data bit 3
gul	5	Data bit 4
grön	6	Data bit 5
blå	7	Data bit 6
violett	8	Data bit 7
vit/orange	9	
vit/gul	10	Klarsignal till dator, Flag 2 ( "1" vid klar remsläsare )
vit/grön	11	Signal för remsframmatning
vit/blå	12	Remsa finns i läsaren, Flag 3 ( "1" vid remsa i läsaren )
vit/violett	13	
vit/röd	14	+5 Volt
vit/svart	15	Jord

## Pin konfiguration

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	■■■

Anslutningar Import 5 (Tangentbord)

Kabelfärg	Pin Nr.	Funktion
svart	1	Data bit 0
brun	2	Data bit 1
röd	3	Data bit 2
orange	4	Data bit 3
gul	5	Data bit 4
grön	6	Data bit 5
blå	7	Data bit 6
violett	8	Data bit 7
vit/orange	9	
vit/gul	10	Signal från dator till tangentbord att tecken läses
vit/grön	11	Tangentbordet klart, Flag 5
vit/blå	12	Reset-tangenten intryckt, Flag 7
vit/violett	13	
vit/röd	14	+5 Volt
vit/svart	15	Jord

## Pin konfiguration

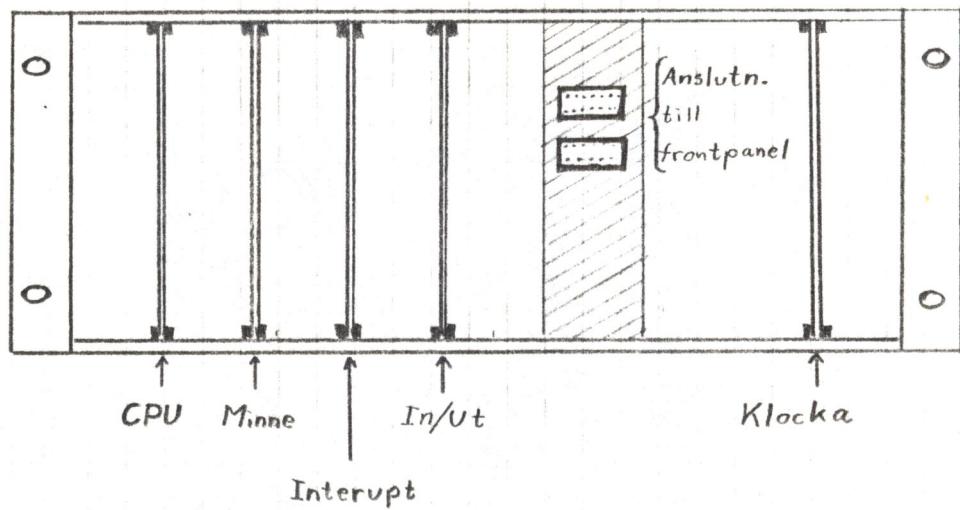
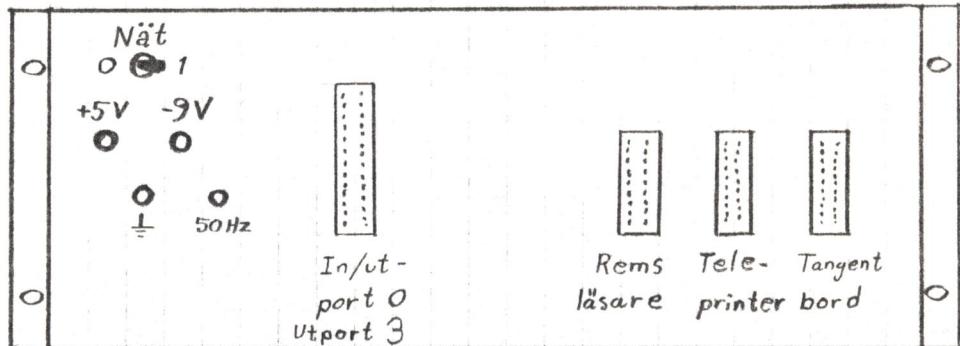
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	■

Anslutningar Utport 4 ( Teleprinter )

Kabelfärg	Pin Nr.	Funktion
svart	1	Data bit 0
brun	2	Data bit 1
röd	3	Data bit 2
orange	4	Data bit 3
gul	5	Data bit 4
grön	6	Data bit 5
blå	7	Data bit 6
violett	8	Data bit 7
vit/orange	9	
vit/gul	10	Klarsignal till dator, Flag 1 ( "1" då teleprinter är klar )
vit/grön	11	Signal från dator, Utskriftskommando ( "1" puls ) ( signal utport 4 )
vit/blå	12	Motorstart kommando ( inport 7 ) ( "1" puls )
vit/violett	13	
vit/röd	14	+5 Volt
vit/svart	15	Jord

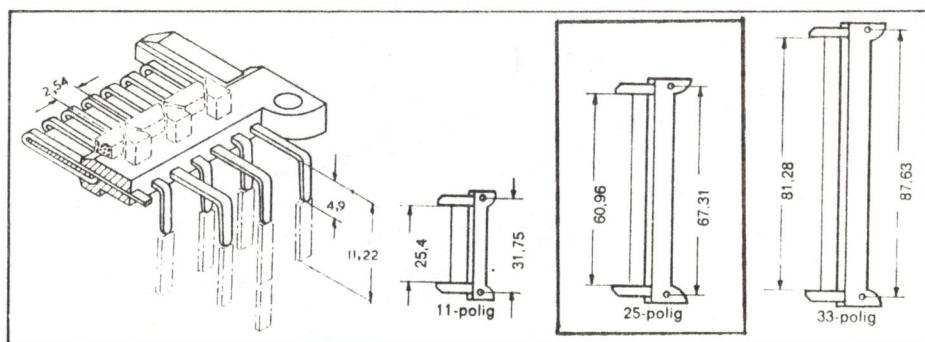
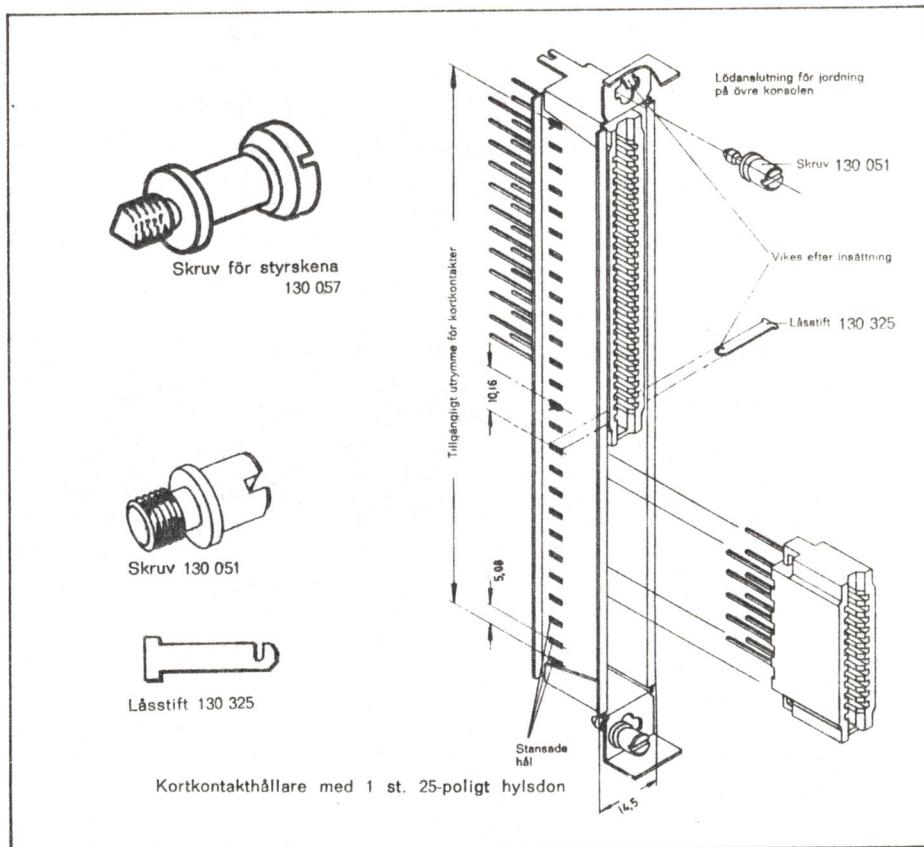
## Pin konfiguration

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	■

Framsida utan frontpanelBaksida med anslutningar

# Kortkontakter för bussanslutningar

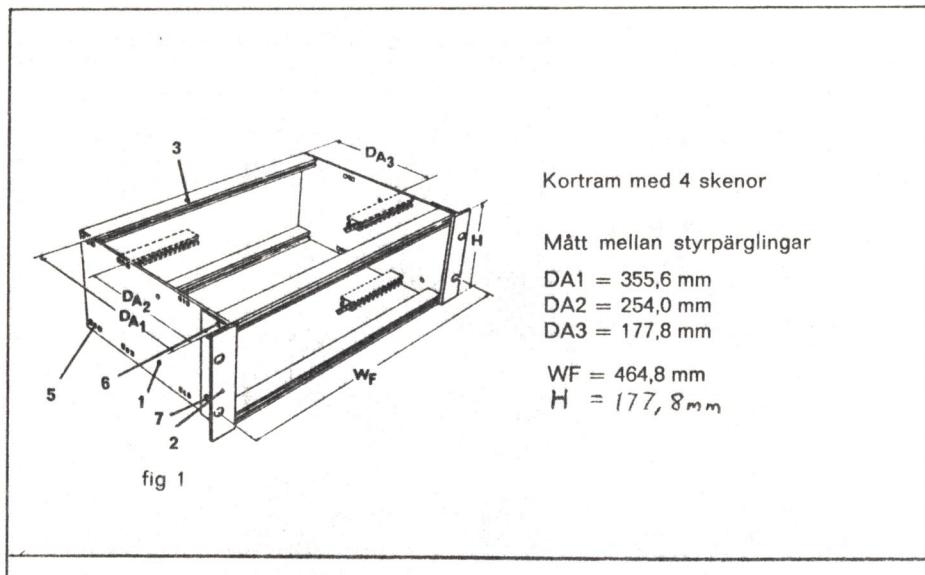
6.10.2



## Kortramar och styrskenor

### Kortramar STYLE-70

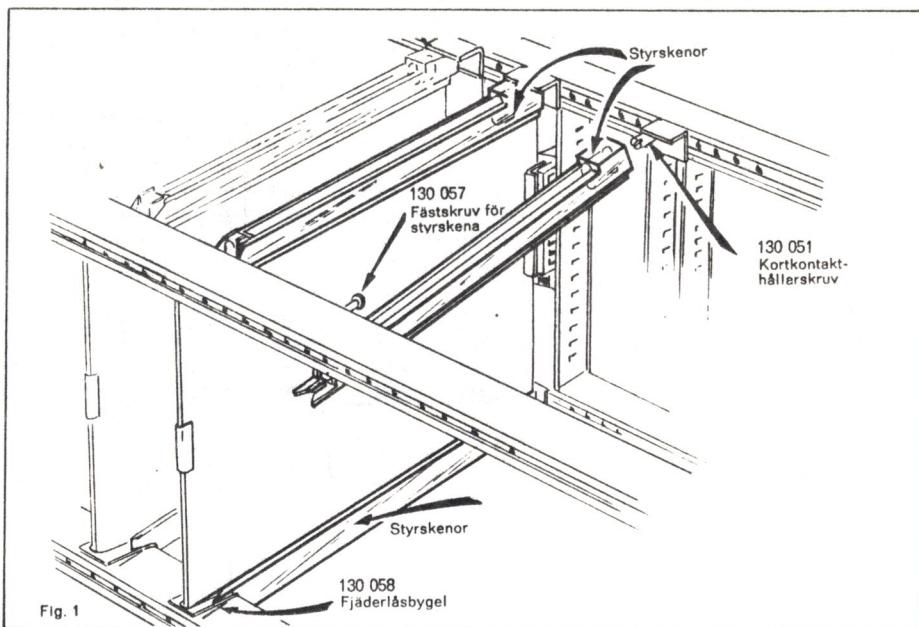
Med matteloxerade profilskenor och upphängningsvinklar



### Montering av styrskenor

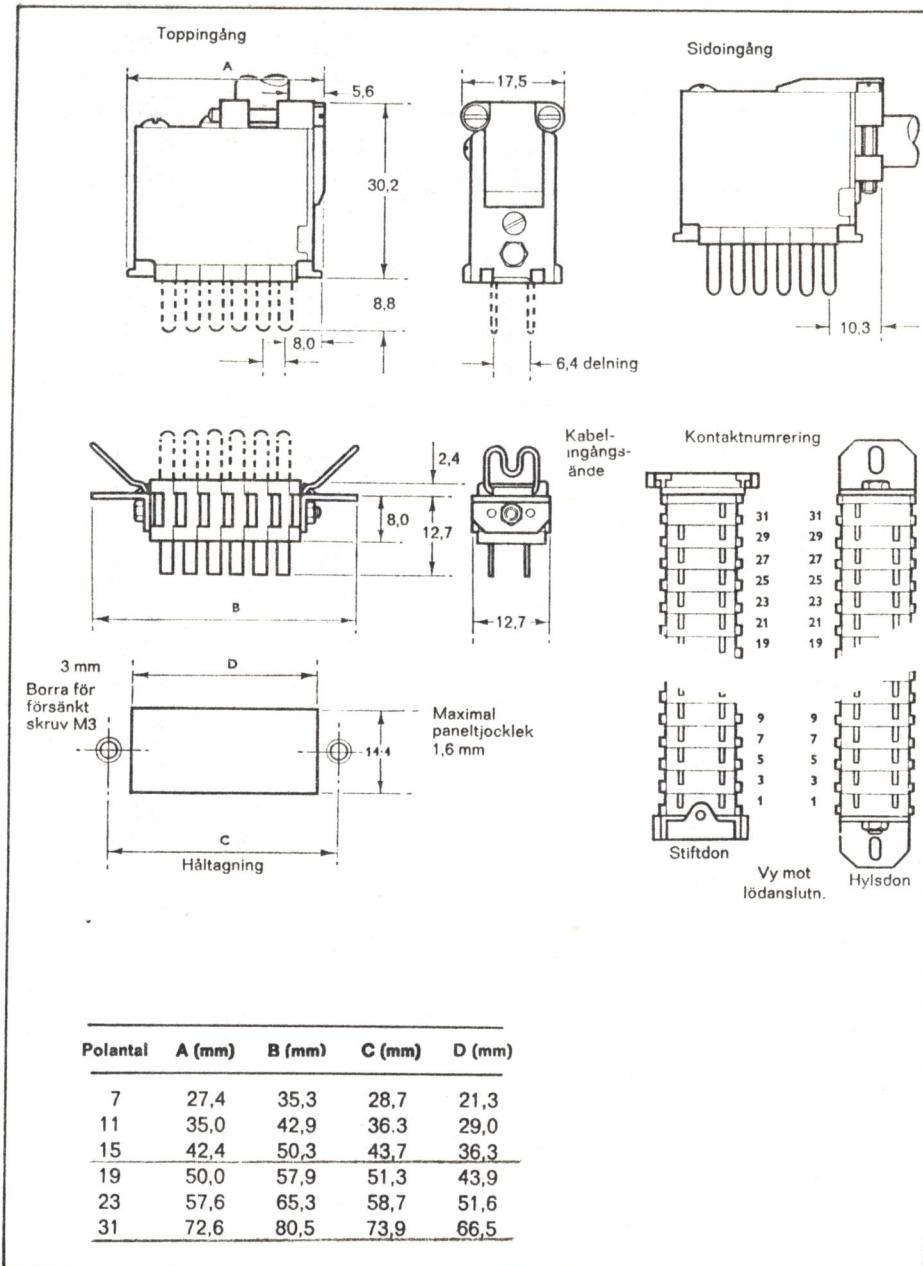
Styrskenor fästes genom att styrskenans bakre ände skjutes över kortkontakthållarskruven 130 051 (fig. 2) och snäppes i läge över skruv 130 057 (fig. 3) på insidan av främre skenan. Denna skruv tjänar även som fäste för fjäderlåsbygel 130 058. Insättning

och uttagning av kort sker lätt genom att pressa ned fjäderlåsbygeln. Kortkontakthållarens konsol hindrar styrskenan att vrinda sig. Då styrskenan monteras utan kortkontakthållare användes fastvinkel 130 059. Se sid 139



## Anslutningskontakter för in- och utgångar

Dimensioner för 7 till 31 poliga kontaktdon av serie 159



Instruktionslista

1. Register- och minnesinstruktioner. (Operationskoden  
anges i oktal form)

LAA	300	LHA	350	LAI	006
LAB	301	LHB	351		BBB *
LAC	302	LHC	352	LBI	016
LAD	303	LHD	353		BBB
LAE	304	LHE	354	LCI	026
LAH	305	LHH	355		BBB
LAL	306	LHL	356	LDI	036
LAM	307	LHM	357		BBB
LBA	310	LLA	360	LEI	046
LBB	311	LLB	361		BBB
LBC	312	LLC	362	LHI	056
LBD	313	LLD	363		BBB
LBE	314	LLE	364	LLI	066
LBH	315	LLH	365		BBB
LBL	316	LLL	366	LMI	076
LBM	317	LLM	367		BBB
LCA	320	LMA	370		
LCB	321	LMB	371		
LCC	322	LMC	372	INB	010
LCD	323	LMD	373	INC	020
LCE	324	LME	374	IND	030
LCH	325	LMH	375	INE	040
LCL	326	LML	376	INH	050
LCM	327			INL	060
LDA	330				
LDB	331			DCB	011
LDC	332			DCC	021
LDD	333			DCD	031
LDE	334			DCE	041
LDH	335			DCH	051
LDL	336			DCL	061
LDM	337				
LEA	340				
LEB	341				
LEC	342				
LED	343				
LEE	344				
LEH	345				
LEL	346				
LEM	347				

\* BBB anger här talet som instruktionen verkar på

Instruktionstider (μs): L<sub>r1</sub>, r<sub>2</sub> 20, L<sub>rM</sub> 32, L<sub>Mr</sub> 28, L<sub>rI</sub> 32,  
L<sub>M</sub>I 36, IN<sub>r</sub> 20, D<sub>c</sub>r 20

## 2. Aritmetik-, logik- och skiftinstruktioner

ADA	200	NDA	240	RLC	002
ADB	201	NDB	241		
ADC	202	NDC	242	RRC	012
ADD	203	NDD	243		
ADE	204	NDE	244	RAL	022
ADH	205	NDH	245		
ADL	206	NDL	246	RAR	032
ADM	207	NDM	247		
ADI	004	NDI	044		
	<u>BBB</u>		<u>BBB</u>		
<u>ACA</u>	<u>210</u>	XRA	<u>250</u>		
ACB	211	XRB	251		
ACC	212	XRC	252		
ACD	213	XRD	253		
ACE	214	XRE	254		
ACH	215	XRH	255		
ACL	216	XRL	256		
ACM	217	XRM	257		
ACI	014	XRI	054		
	<u>BBB</u>		<u>BBB</u>		
SUA	220	ORA	260		
SUB	221	ORB	261		
SUC	222	ORC	262		
SUD	223	ORD	263		
SUE	224	ORE	264		
SUH	225	ORH	265		
SUL	226	ORL	266		
SUM	227	ORM	267		
SUI	024	ORI	064		
	<u>BBB</u>		<u>BBB</u>		
<u>SBA</u>	<u>230</u>	CPA	<u>270</u>		
SBB	231	CPB	271		
SBC	232	CPC	272		
SBD	233	CPD	273		
SBE	234	CPE	274		
SBH	235	CPH	275		
SBL	236	CPL	276		
SBM	237	CPM	277		
SBI	034	CPI	074		
	<u>BBB</u>		<u>BBB</u>		

Instruktionstider (μs): ADr, ACr, SUR, SBr, NDr, XNr, ORv  
och CPr 20  
ADM, ACM, SUM, SBM, NDM, XRM, ORM  
och CPM 32  
ADI, ACI, SUI, SBI, NDI, XRI, ORI  
och CPI 32  
RLC, RRC, RAL, RAR 20

## 3. Hoppinstruktioner

JMP	1X4 BBB XAA	CAL	1X6 BBB XAA	RET	0X7
JFC	100 BBB XAA	CFC	102 BBB XAA	RFC	003
JFZ	110 BBB XAA	CFZ	112 BBB XAA	RFZ	013
JFS	120 BBB XAA	CFS	122 BBB XAA	RFS	023
JFP	130 BBB XAA	CFP	132 BBB XAA	RFP	033
JTC	140 BBB XAA	CTC	142 BBB XAA	RTC	043
JTZ	150 BBB XAA	CTZ	152 BBB XAA	RTZ	053
JTS	160 BBB XAA	CTS	162 BBB XAA	RTS	063
JTP	170 BBB XAA	CTP	172 BBB XAA	RTP	073
				RST	0A5

I hoppinstruktionerna anger AABBB adressen dit hoppet skall ske. Bokstaven X anger "don't care"-siffra.

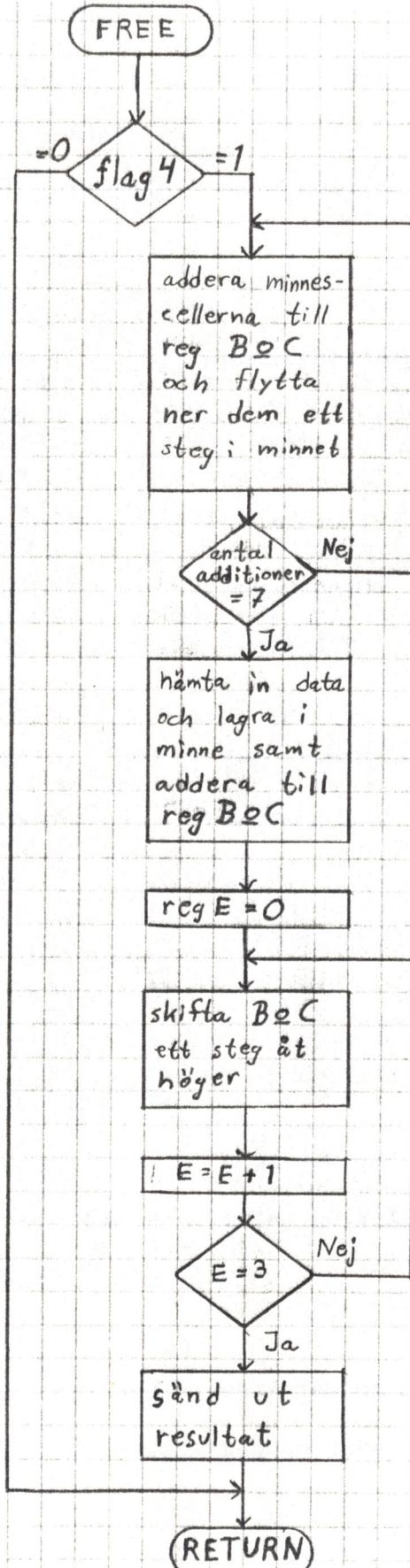
## 4. In- utinstruktioner och haltinstruktion

INP0	101	OUT0	121		
INP1	103	OUT1	123		000
INP2	105	OUT2	125	HLT	001
INP3	107	OUT3	127		377
INP4	111				

<u>Instruktionstider</u> ( $\mu$ s):	JMP	44	JFc, JTc	36 eller 44
	CAL	44	CFC, CTC	36 eller 44
	RET, RST	20		20
	RFC, RTC	12	eller 20	12 eller 20
	INP	32		32
	OUT	24		24
	HLT	16		16

För de instruktioner som har två tider gäller den längre om hoppvillkoret är uppfyllt

Flödesschema över programmet FREE som räknar ut ett rullande medelvärde av de åtta senaste freenessmätningarna.



Data lagras i och adderas ifrån minnescellerna  
H76 L20 till H76 L27

Division med 8

PROGRAM "FREE"

FREE INP 4  
 NDI 10 kolla flag 4  
 JTZ GOON  
 LHI DATADD sätt adressen till data  
 LLI 27  
 XRA  
 LBA nollställ reg. A,B och C  
 LCA  
 HEM LDM  
 LAB  
 ADD reg. A=A+D  
 LBA lagra i B  
 LAI 0  
 ACC reg. A=A+C addering av carry  
 LCA lagra i C  
 INL  
 LMD flytta ner minnesdata ett steg  
 DCL  
 DCL  
 LAI 20  
 CPL undersök om det är sista minnescellen  
 JFZ HEM om ej gå tillbaka till HEM  
 INL  
 LAI 17  
 OUT 0 välj ingång 0  
 INP 0 tag in data på ingång 0

	LMA	lägra i minnet
	ADB	addera
	LBA	lägra i B
	LAI 0	
	LEA	nollställ E
	ACC	addera carry
	LCA	lägra i C
BAKA	LAC	
	ADI 0	
	RAR	rotera C ett steg åt höger
	LCA	
	LAB	
	RAR	rotera B ett steg åt höger med carry
	LBA	
	INE	
	LAE	
CPI	3	kolla om loopen genomlöpts tre gånger
JFZ	BAKA	hoppa annars tillbaka
	LAB	
OUT	3	sänd ut medelvärde på utgång 3
GOON	RET	

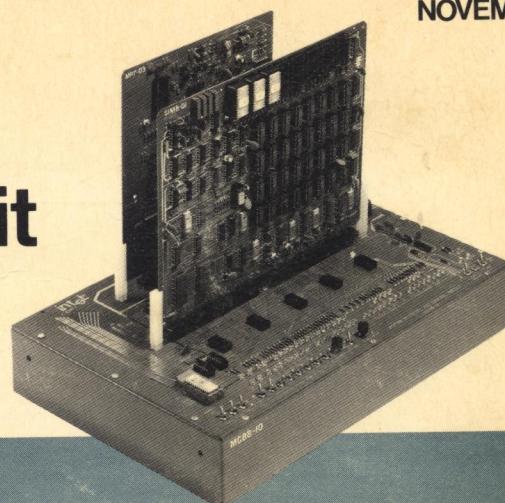
**MCS™-8 Microcomputer Set**

# 8008 8 Bit Parallel Central Processor Unit

## USERS MANUAL

**intel®**

NOVEMBER 1973  
REV. 4



*Introducing:*

**intellec™ 8**  
**Bare Bones 8**  
**Microcomputer Modules**



**NORDISK  
ELEKTRONIK**  
Grev Turegatan 2 · Fack  
103 80 Stockholm 7  
Tel. 08-24 83 40 · Telex 105 47