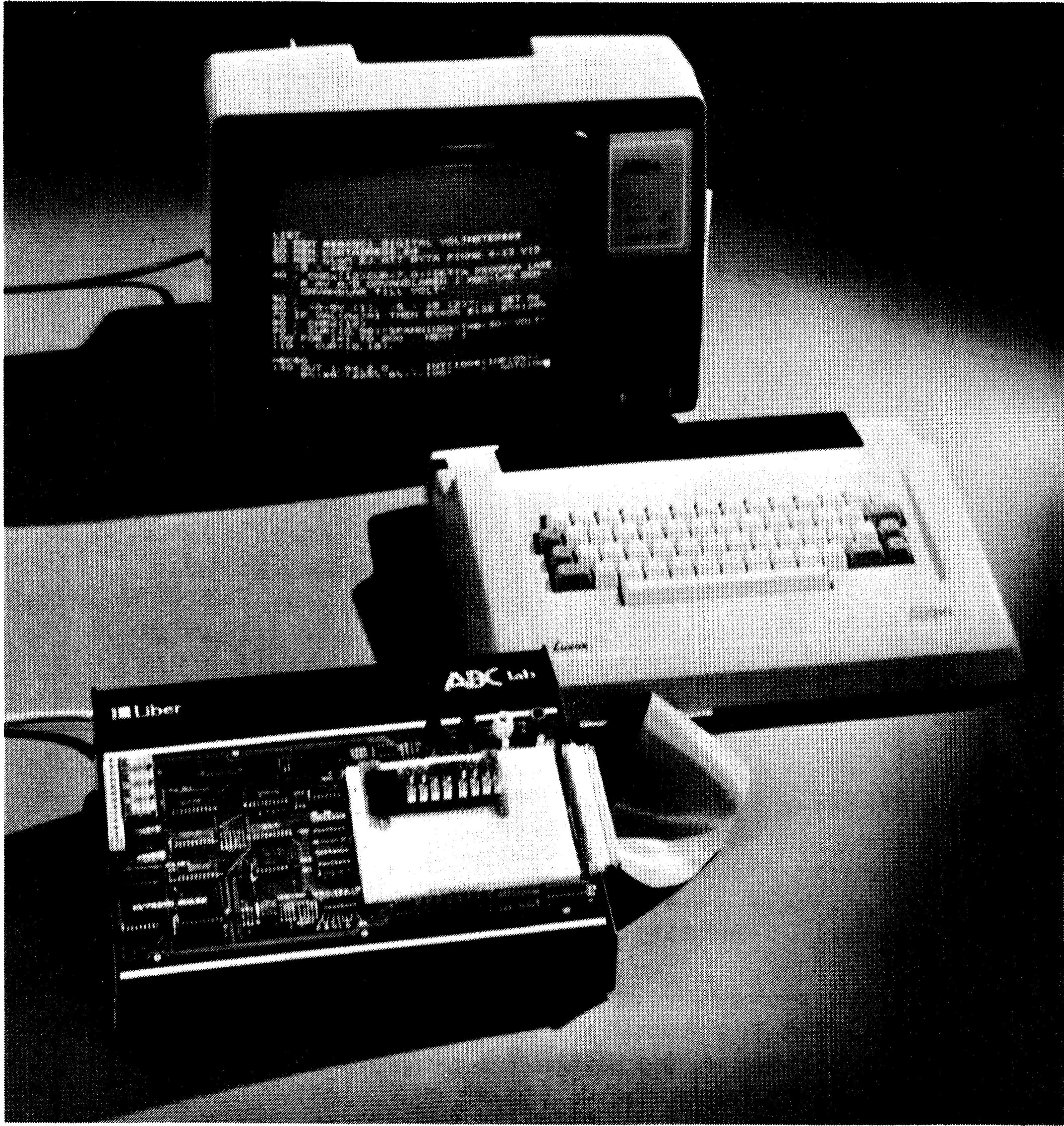


# Handledning ABC-lab



# Handledning ABC-lab



Liber Yrkesutbildning – Teknik

OBSERVERA den begränsning i rätten att kopiera ur denna skrift som finns inskriven i Avtal om kopiering i skolorna och högskolorna (SÖ-FS 1981:126).

Handledning ABC-lab

Copyright 1981 LiberYrkesutbildning-Teknik Stockholm

ISBN 91-40-11376-0

Första upplagan 1981

2 3 4 5 6 7 8 9 10

Manus: Jan Berggren

Granskning och bearbetning:

Lennart S. Å. Bergström, Computer Press Förlags AB

Layout: Lennart S. Å. Bergström

Teckningar: Siv Våg, Lennart S. Å. Bergström

Fotografier: Atelje Adolfsson

Tryckeri: LiberTryck Stockholm 1983

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. FÖRORD.....	1
1.1. Allmänt.....	1
1.2. Tillämpningsområden.....	2
2. INLEDNING.....	3
2.1. Utvecklingen inom digital- och mikrodatortekniken...	3
2.2. Processdatorer.....	5
3. TALSYSTEM.....	7
3.1. Decimala tal.....	7
3.2. Binära tal.....	8
3.3. Hexadecimala tal.....	8
4. BETECKNINGAR och TERMINOLOGI.....	9
5. I/O-BUSSEN.....	11
6. FÖRBEREDELSE INFÖR ANVÄNDANDET.....	13
6.1. Allmänt.....	13
6.2. Uppkoppling.....	14
7. FUNKTIONER OCH TEKNISKA DATA .....	15
8. KORTVAL.....	16
8.1. Allmänt.....	16
8.2. BASIC-instruktion för val av kort.....	17
9. TTL-UTGÅNGAR.....	19
9.1. Allmänt.....	19
9.2. BASIC-instruktioner för TTL-utgångar.....	20
10. TTL-INGÅNGAR.....	22
10.1. Allmänt.....	22
10.2. BASIC-instruktioner för TTL-ingångar.....	22
11. RELÄER.....	24
11.1. Allmänt.....	24
11.2. BASIC-instruktioner för relästyrning.....	24
12. OPTO-INGÅNGAR.....	26
12.1. Allmänt.....	26
12.2. BASIC-instruktioner för optoingångar.....	27
13. DIGITAL/ANALOG OMVANDLING.....	28
13.1. Allmänt.....	28
13.2. BASIC-instruktioner för D/A-omvandlare.....	28
14. ANALOG/DIGITAL OMVANDLING.....	32
14.1. Allmänt.....	32
14.2. BASIC-instruktioner för A/D-omvandlare.....	34

15. PROTOTYPSNITTET.....	42
16. ÖVRIGA FUNKTIONER.....	43
16.1. Nätaggregat.....	43
16.2. Protoplattan.....	43
16.3. Yttre anslutningar.....	44
16.4. Lysdiodgruppen.....	44
16.5. Övriga signaler.....	44

**Appendix**

-----

A. KOMPONENTSYMBOLER.....	46
B. KOMPONENTPLACERING.....	49
C. KRETSSHEMA.....	50
D. BLOCKSCHEMA.....	51
E. REFERENSER .....	52

## FÖRTECKNING ÖVER FIGURER


---

2-1: Systemnivåer.....	4
2-2: Processdatorsystemet och dess anknäytning till processen.....	6
5-1: Yttre signal "TILLSTÄND" ansluten till DATA-bussen, bit 0.....	11
8-1: Inställning av adress för kortval.....	16
8-2: Kretsschema för kortval.....	18
9-1: Kretsschema för TTL-utgångar.....	19
10-1: Kretsschema för TTL-ingångar.....	22
11-1: Kretsschema för reläutgångar.....	25
12-1: Kretsschema för optoingångar.....	26
13-1: Kretsschema för Digital/Analog-omvandlare.....	29
14-1: Mätning av kapacitans.....	33
14-2: Krets för analog/digital-omvandling.....	34
14-3: Kretsschema för mätning av kapacitans med ABC-Lab.....	35
14-4: Kretsschema för mätning av temperatur.....	38
15-1: Kretsschema för prototypsnittet.....	42
16-1: ABC-Lab nätaggregat.....	43
16-2: ABC-Lab protoplatta.....	43
B-1: Komponentplacering på ABC-Lab.....	49
C-1: ABC-Lab kretsschema.....	50
D-1: ABC-Lab blockschema.....	51

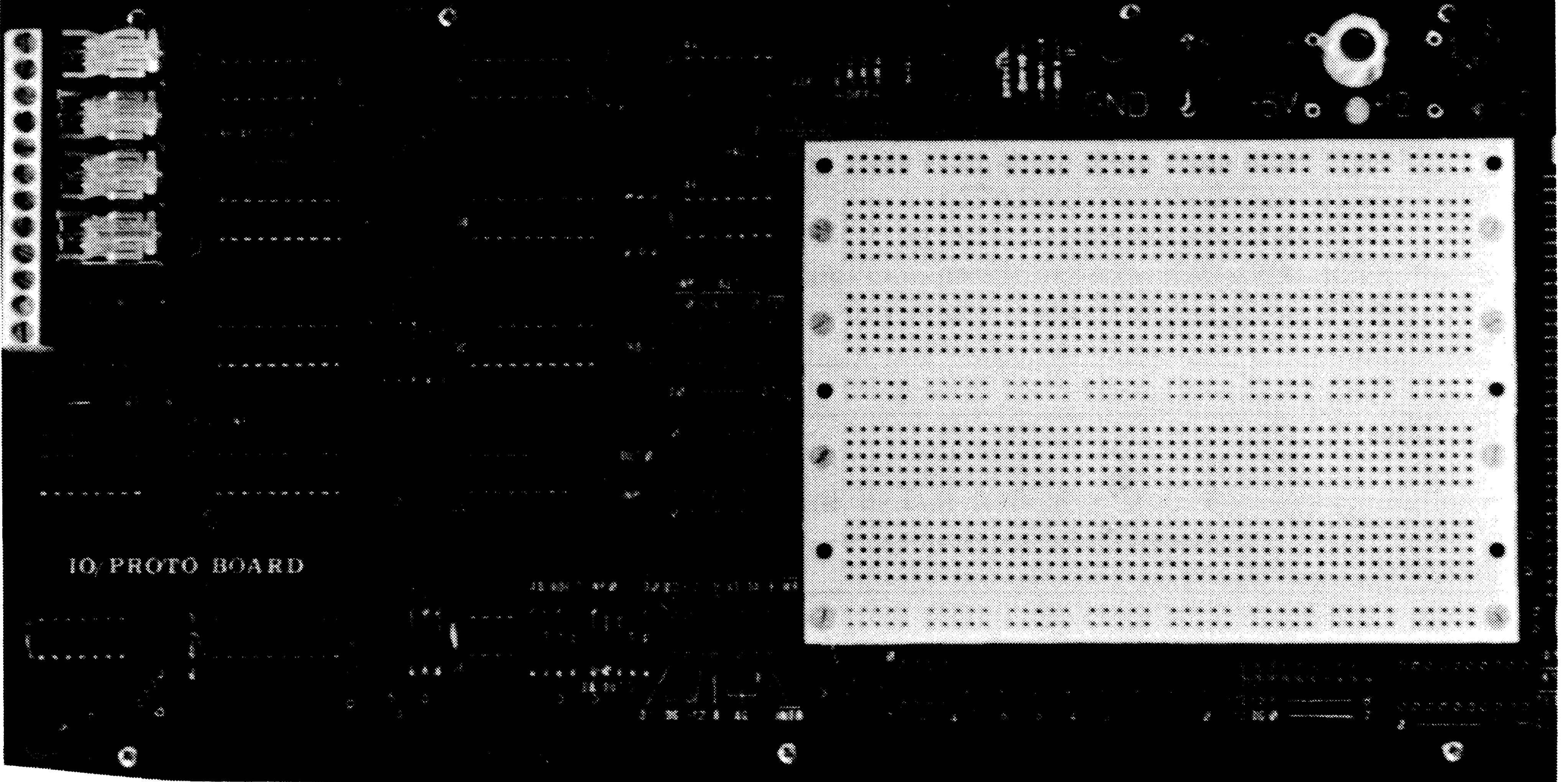
## FÖRTECKNING ÖVER PROGRAM

---

Kortval .....	18
TTLUT1 Decimal till binär form.....	20
TTLUT2 Rinnande ljus.....	20
TTLUT3 Individuell styrning av TTL-utgångarna.....	21
TTLUT4 Elektronisk tärning.....	21
TTLIN1 Läs TTL-ingång.....	23
TTLIN2 Omvandling från binärkod till decimal, hexadecimal och oktal form.....	23
RELÄ1 Styrning av reläer 1-4 med decimal inmatning.....	25
RELÄ2 Individuell styrning av 4 reläer.....	25
OPT01 Läs 2 optoingångar.....	27
DAC1 Spänningsomvandling.....	30
DAC2 Funktionsgenerator sinus.....	31
ADC1 Digital voltmeter.....	35
ADC2 Kapacitansmätare.....	37
ADC3 Kalibrering av NTC.....	40
ADC3 Temperaturmätning.....	40
Testrutin för interrupt-service.....	45

 Liber

ABC lab



## 1. F Ö R O R D

### 1.1 Allmänt

Datorn använd som styr- och mätinstrument blir idag en allt vanligare syn inom industri och forskning. **ABC-Lab** har därför tagits fram i avsikt att fylla det ökade behovet av pedagogiskt riktiga hjälpmedel inom de tekniska och naturvetenskapliga ämnesområdena. En av förutsättningarna för utvecklingen har varit att en och samma utrustning kan klara av att täcka flera utbildningsbehov inom utbildningsorganisationen. Exempel på användning inom några ämnesområden:

- \* **Elektronik**                      Praktiska övningar inom analog och digital kretselektronik.
- \* **Reglerteknik**                    Styrning av olika processer.
- \* **Kraftelektronik**                Styrning av elektriska maskiner.
- \* **Maskinteknik**                    Mätning av töjningar, temperatur, kraft, vibrationer, m.m.
- \* **VVS**                                Mätning och styrning av temperatur och ventilation inom en fastighet.
- \* **Fysik/Kemi**                      Automatiskt mätvärdesinsamlingsystem vid laborativa övningar.
- \* **Matematik**                      Verklighetsanknutna tillämpningar av matematisk analys.

Elektronisk utrustning som används inom undervisningen måste klara högt ställda krav. Därför har stor vikt lagts vid följande principer vid konstruktion av **ABC-Lab**:

- \* **Generellt utbildningshjälpmedel** för såväl olika ämnesområden som olika nivåer inom dessa.
- \* **Enkelt handhavande** genom att alla funktioner är samlade i en och samma enhet.
- \* **Genomarbetad och pedagogiskt riktig dokumentation.**
- \* **Hög mekanisk och elektrisk hållfasthet, överspänningsskyddad och kortslutningssäker.**
- \* **Skall kunna användas utan allt för ingående kunskaper om datorer och kunna styras från ABC 80-BASIC.**
- \* **Tillgång till alla vanliga förekommande in- och ut-gångar till datoriserade mät- och styrsystem.**
- \* **Utvecklingsbar** genom tillgång till minikortserien ABC-lab och möjligheten att själv bygga ut funktionerna på den väl-dimensionerade protoplattan.
- \* **God ekonomi.**



## 1.2 Tillämpningsområden

Vad kan man då göra med ABC-Lab? Exempelvis kan följande nämnas:

- \* **Multimeter**, (ström, spänning, resistans, kapacitans, kraft, töjning, temperatur, m.m.)
- \* **Datainsamlingsystem**, (med hjälp av ABC-lab MUX 8, vilket ger 8 analoga ingångar)
- \* **Transientrecorder**, 10 kHz.
- \* **Spektralanalys** av exempelvis vibrationer.
- \* **Funktionsgenerator**, (sinus, triangel, fyrkant, exponentialfunktioner, komplexa funktioner, m.m.)
- \* **Minnesoscilloskop**.
- \* **Felsökning** i digitala system, (automatisk funktionsprovning)
- \* Integrering och derivering av fysikaliska storheter, (exempel på praktiska övningar i matematikundervisningen).
- \* **Simulering** av digitala kretsar och logiska funktioner.
- \* Studier i Boolsk algebra.
- \* Robotstyrning.
- \* Analog och digital filterteknik.
- \* osv.

## 2. I N L E D N I N G

### 2.1 Utvecklingen inom digital- och mikrodatortekniken

Utvecklingen inom digital- och mikrodatorteknikområdet har under 70-talet uppvisat en närmast explosiv karaktär. Förutsättningen för denna utveckling har varit den höga integrationsnivå man lyckats uppnå hos de logiska kretsarna. Dessa kretsar, som till sin funktion är mycket flexibla med avseende på användningsområde, har gjort dem tillgängliga för en mycket bred grupp användare. Detta har inneburit att man kunnat producera mycket stora serier vilket har resulterat i en låg kostnad per producerad enhet.

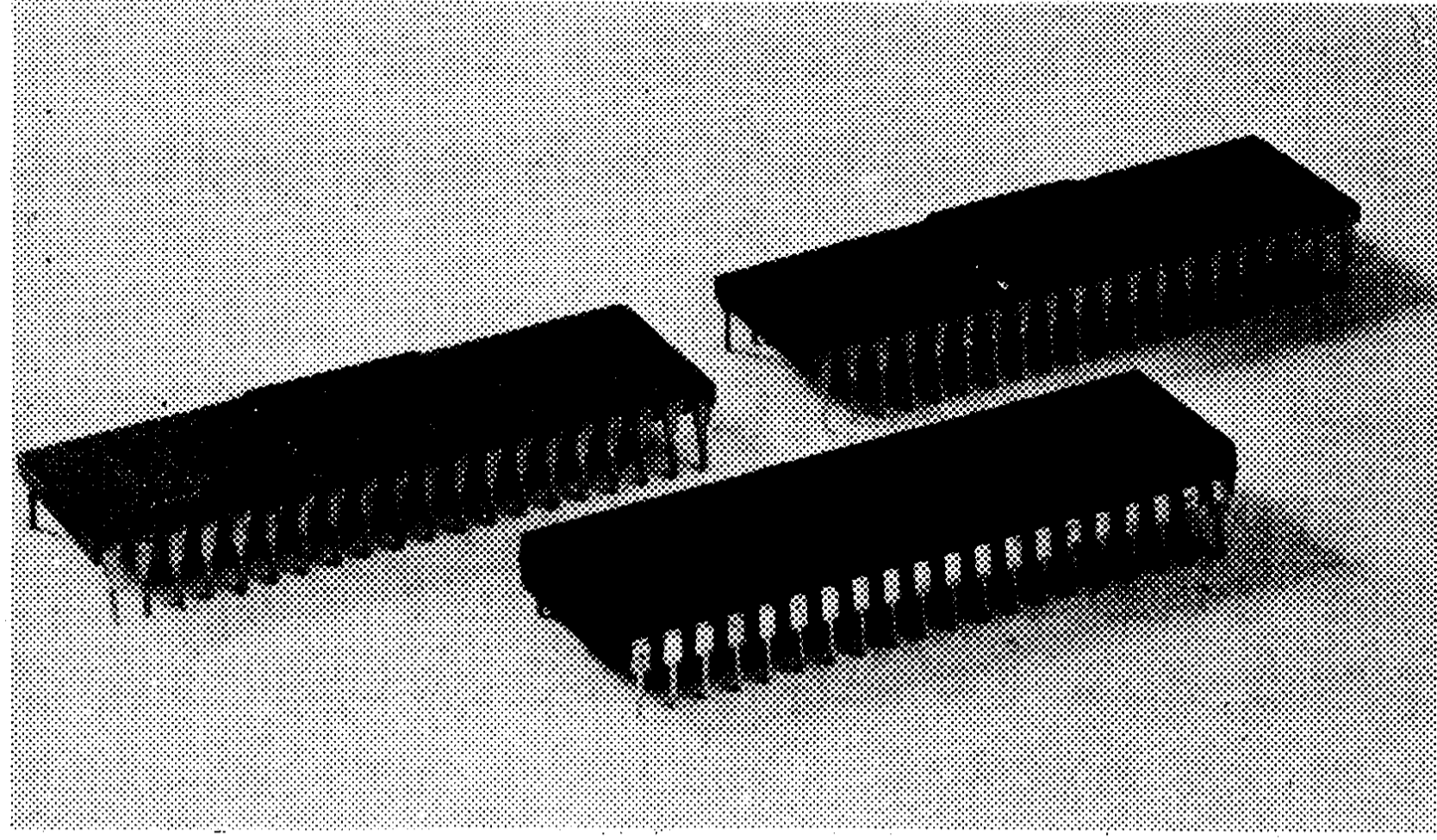
Datortillverkarna konstruerar sina datorer genom att sätta samman dessa kretsar till större funktionsblock på kretskort. Här är det vanligt att se ett starkt utvecklat modultänkande. Den slutliga datorn kan på så sätt bestyckas med de moduler användaren kräver, så som processorkort, minneskort och I/O-kort. På så sätt kan man göra datorn mer eller mindre kraftfull och mer eller mindre anpassad till de speciella förutsättningar som gäller för dess användning. (ABC 80 och 800 är att se som generella datorer som m.h.a. olika expansionsmoduler kan anpassas till ett mindre processdatorsystem).

De olika systemnivåerna i ett datorsystem finns illustrerade i figur 2.1.

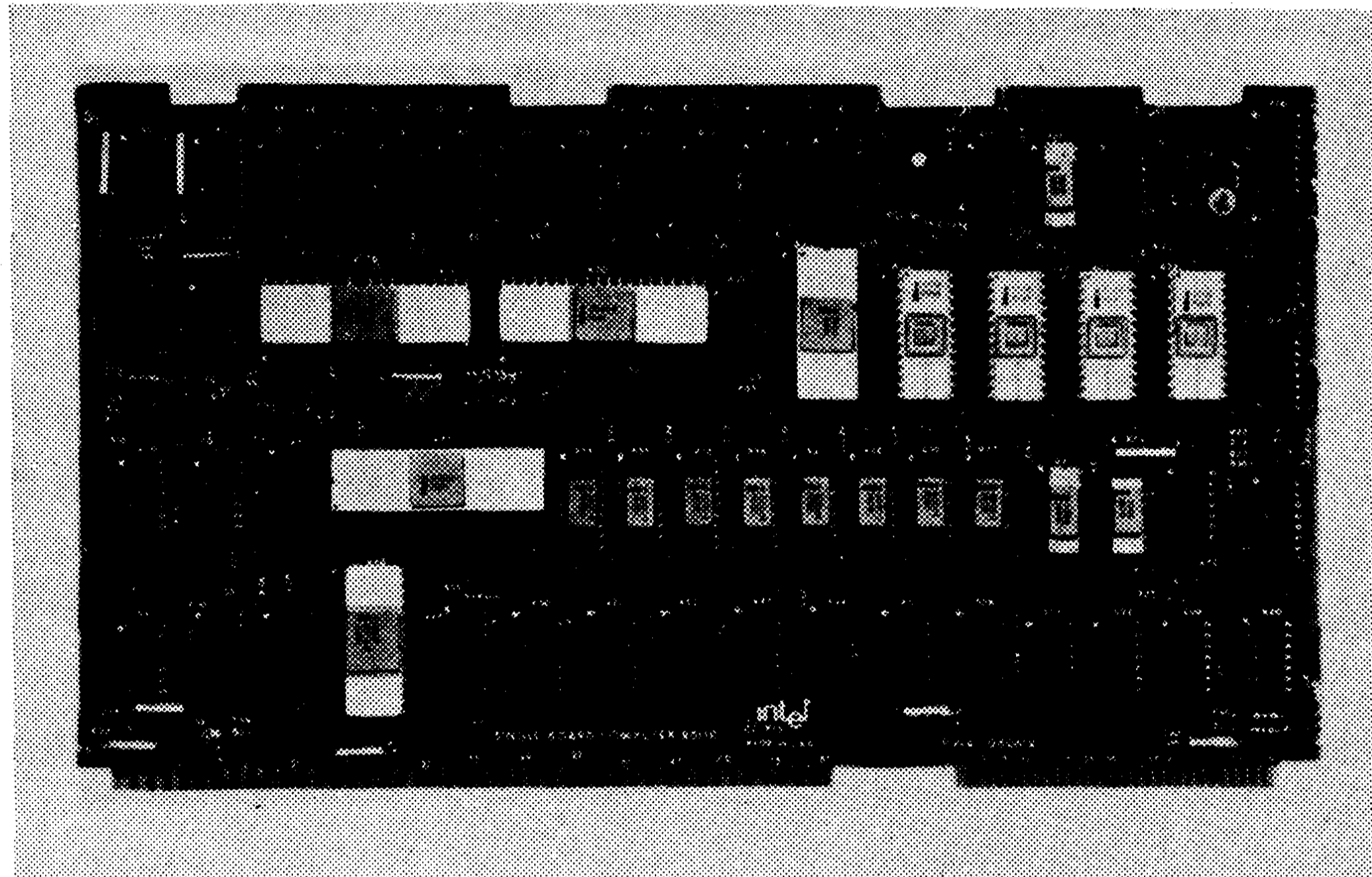
Några typiska användningsområden för en dator kan t.ex. vara administration, tekniska beräkningar och processtyrning.

Liksom maskinvaran, kan programvaran lämpa sig mer eller mindre för olika uppgifter. Bland annat därför har olika programmeringsspråk utvecklats och standardiserats. Exempel på sådana programmeringsspråk är FORTRAN, COBOL, BASIC, PASCAL och ADA. Dessutom finns det flera språk som är mer eller mindre ägnade åt speciella problem där de generella språken blir för ohanterliga. I denna framställning skall vi dock använda ABC 80 BASIC för att illustrera och exemplifiera olika I/O-sekvenser. Principerna är dock desamma i andra programmeringsspråk.

KOMPONENTNIVÅ



KRETSKORTSNIVÅ (Modulnivå)



DATORSYSTEM (Systemnivå)

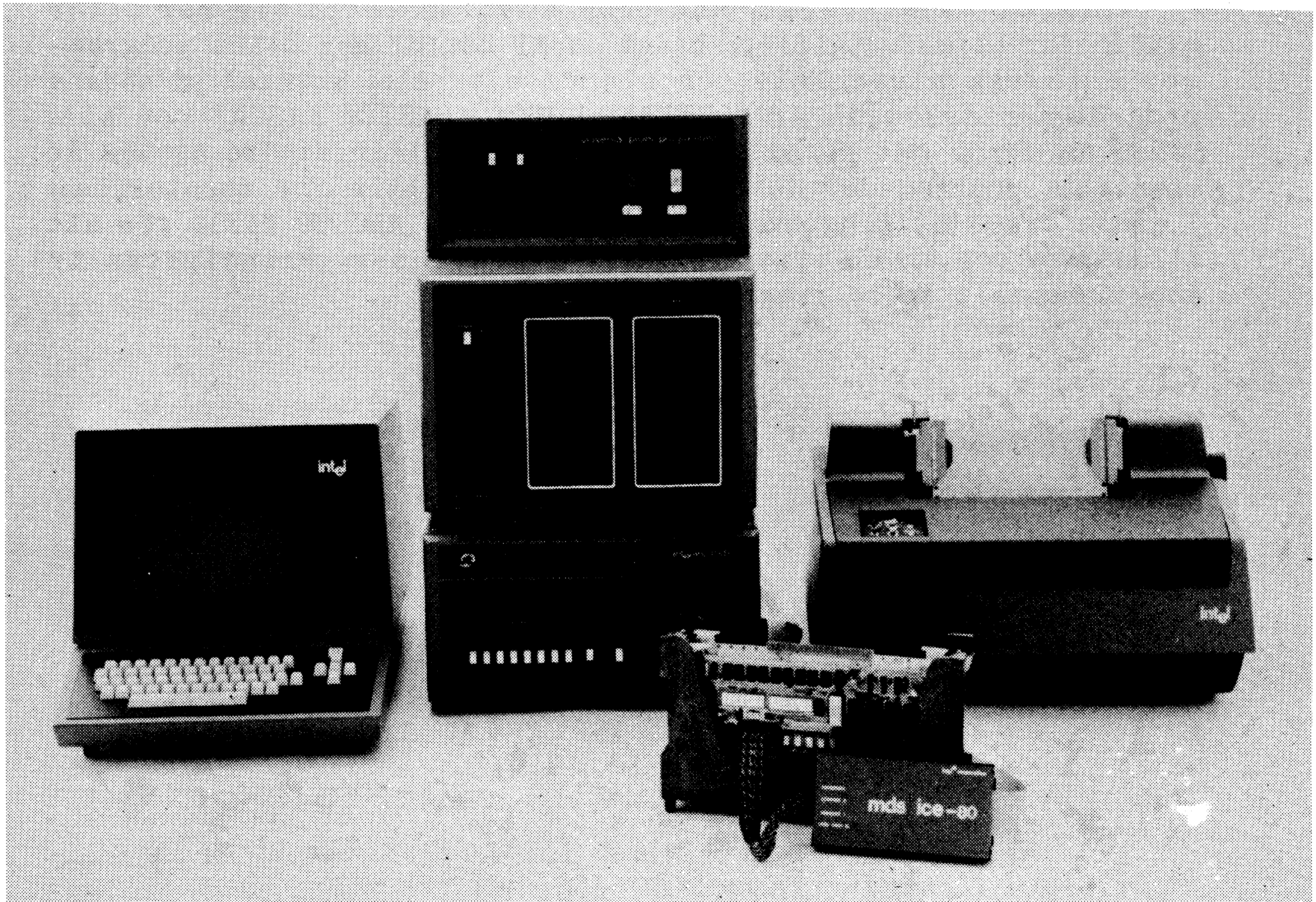


Fig. 2-1: Systemnivåer

## 2.2 Processdatorer

Med en teknisk process menar man omvandling och/eller transport av material, energi eller information.

<b>Materialprocesser</b>	Tillverkningsprocesser, stålproduktion, valsverk, etc.
<b>Energiprocesser</b>	Energiproduktion, -omvandling, transmission och -distribution.
<b>Informationsprocesser</b>	Processer där information i form av mätvärden skall överföras, insamlas, sorteras och utvärderas. Exempel kan vara patientövervakning, fysikaliska experiment eller långtidsprov av viss utrustning, m.m.

För att vara användbar för dessa uppgifter kännetecknas processdatorn bl.a. av följande:

- \* In- och utmatning samt, som en konsekvens därav, bearbetning av data, skall ske vid tidpunkter som bestäms av förhållandena inom processen.
- \* In- och utmatning av analoga och digitala signaler är väsentlig.
- \* Väl installerad och intrimmad körs processdatorn produktionsmässigt med samma program under långa tidsperioder.

Figur 2.2 visar ett generellt processdatorsystem och dess anknytning till en process.

Innan vi går vidare i denna framställning måste några grundläggande begrepp klargöras. De följande sidorna behandlar tal-system, beteckningar och terminologi samt I/O-bussen. Du som redan är bekant med detta kan givetvis hoppa över dessa avsnitt.

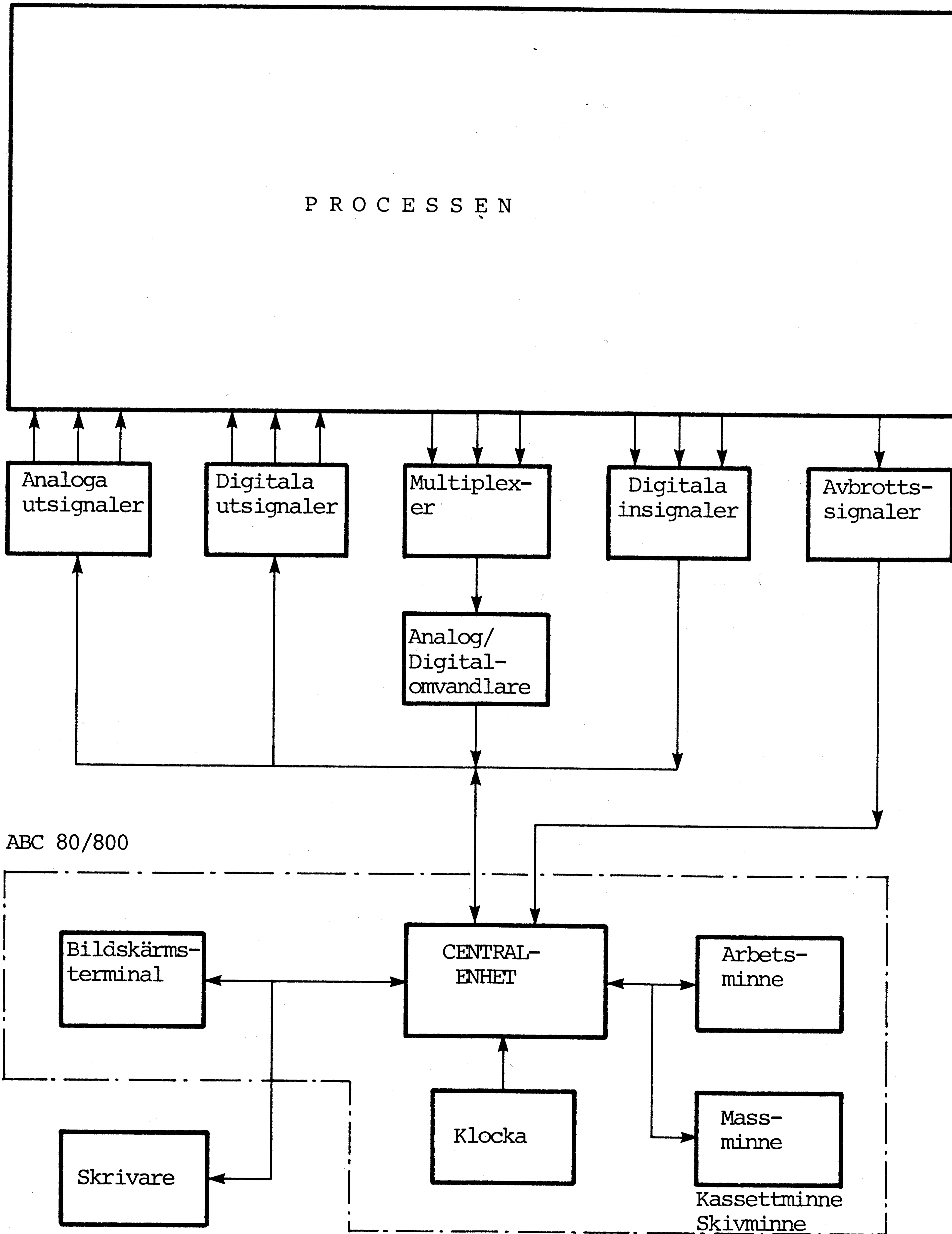


Fig. 2-2: Processdatorsystemet och dess anknötning till processen.

### 3. T A L S Y S T E M

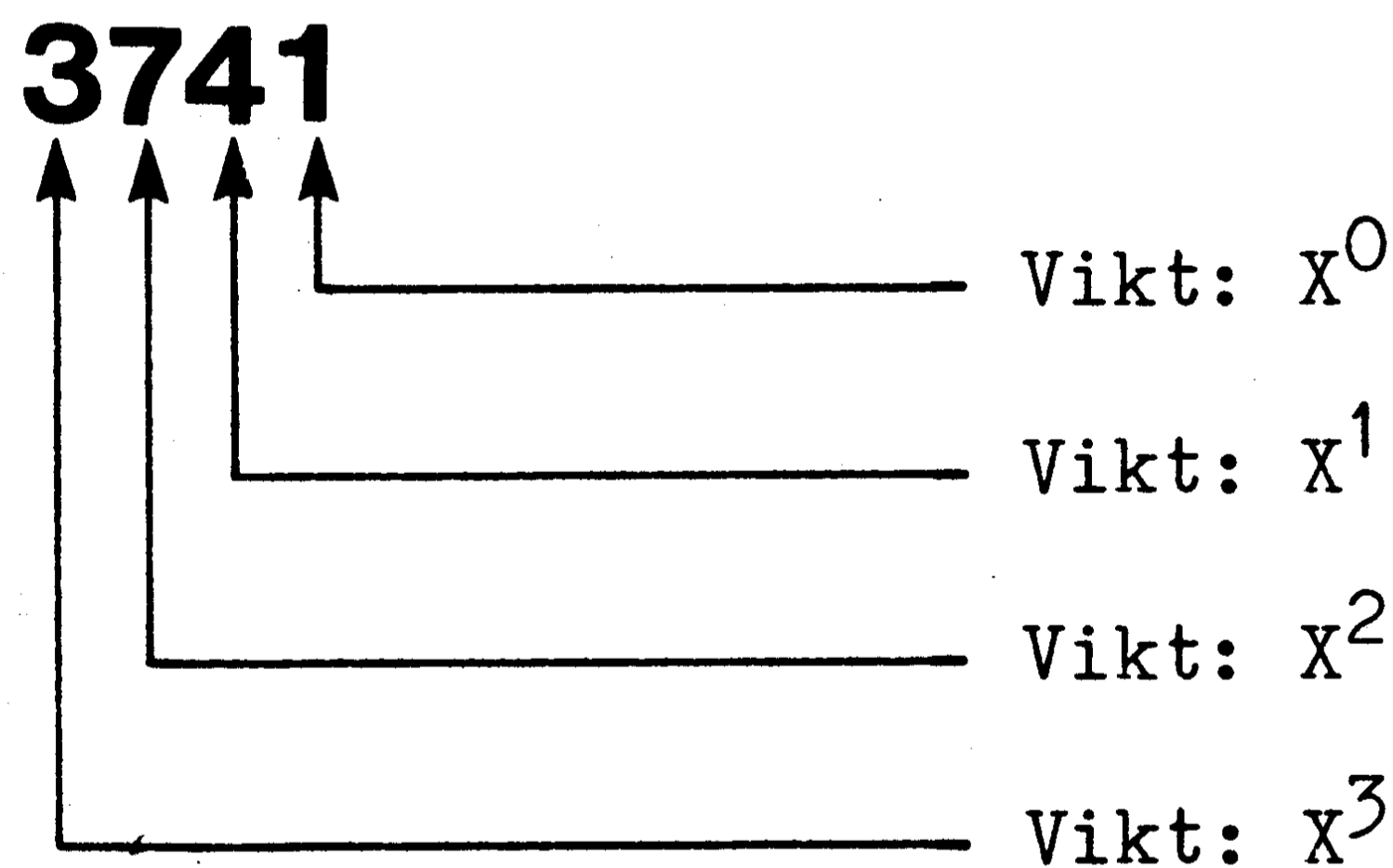
I vårt dagliga liv använder vi oss av det **decimala** talsystemet. Detta system använder sig av siffrorna 0, 1, 2,...,9 för att representera tio nivåer eller tillstånd. Vi tycker att detta talsystem är det mest logiska, men vi skulle lika gärna kunna använda ett talsystem med kanske åtta eller tolv siffror. Det antal siffror ett talsystem använder sig av kallas dess **bas**. Det decimala talsystemet har således basen 10.

Då det gäller digitala apparater är det decimala talsystemet ganska olämpligt. Apparaten skulle i så fall behöva arbeta med tio olika spänningsnivåer, en spänningsnivå för varje siffra. Det skulle kunna ge upphov till fel, t.ex. vid fluktuationer i matningsspänningen. Man har därför valt ett annat talsystem med endast två siffror, 1 och 0. Detta kallas det **binära talsystemet**. Med detta behöver apparaten endast arbeta med två spänningsnivåer, t.ex. spänning eller ingen spänning, och känsligheten för variationer i matningsspänningen minskar drastiskt.

Du som önskar behärska olika sätt att representera tal och som vill tillämpa de vanliga räknesätten på dessa, bör vända dig till speciallitteraturen. Vi nöjer oss här med att ta upp det allra mest grundläggande för att underlätta användandet av Multi-lab ABC.

#### 3.1 Decimala tal

Det decimala talsystemet har basen tio och använder sig således av tio siffror 0, 1, 2,...,9. Ett tal byggs upp av ett antal siffror, där varje siffras **position** har betydelse för det totala värdet av talet, **beloppet**. Man säger att varje sifferposition har en viss **vikt**, där X är talsystemets bas:



Beloppet av ett tal är summan av produkterna mellan siffra och dess vikt. Låt oss ta det decimala talet 3741 som exempel. Detta tal kan skrivas som:

$$\begin{aligned} 3741 &= 3 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0 = \\ &= 3 \cdot 1000 + 7 \cdot 100 + 4 \cdot 10 + 1 \cdot 1 = 3741D \end{aligned}$$

För att särskilja decimala tal från tal i andra talsystem brukar man antingen lägga till bokstaven "D" efter talet, (som vi har gjort ovan), eller också ange basen 10 som index, dvs  $3741_{10}$ .

### 3.2 Binära tal

Det binära talsystemet har basen 2, och har således två siffror 0 och 1. Detta talsystem kommer väl till pass i samband med digitala apparater och datorer, eftersom dessa i princip arbetar binärt. Detta låter sig göras genom att spänningen + 5 V representeras av den binära siffran 1 och spänningen 0 V av siffran 0. Ett binärt tal består av ett antal **bitar**, (vanlig beteckning för binär siffra). Ett binärt tal bestående av 8 bitar kallas **bitgrupp**, (jfr. engelskans **byte**). En bitgrupp kan alltså skrivas på följande sätt, där  $B_{index}$  representerar en bit med position "index" i talet:

$$\begin{aligned} B_7 B_6 B_5 B_4 B_3 B_2 B_1 B_0 &= \\ B_7 2^7 + B_6 2^6 + B_5 2^5 + B_4 2^4 + B_3 2^3 + B_2 2^2 + B_1 2^1 + B_0 2^0 &= \\ B_7 128 + B_6 64 + B_5 32 + B_4 16 + B_3 8 + B_2 4 + B_1 2 + B_0 1 & \end{aligned}$$

Exempel: Det decimala talet 153 skrivs binärt som:

$$\begin{aligned} 1 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 &= \\ = 10011001B & \end{aligned}$$

För att markera att det inte är fråga om tio miljoner elva tusen ett brukar man ofta skriva ett "B" efter talet. Binära tal betecknas även ofta med basen 2 som index, dvs  $10011001_2$ .

### 3.3 Hexadecimala tal

Dexadecimala tal har basen 16. Eftersom vårt decimala talsystem bara har tio siffror 0, 1, 2, ..., 9, brukar man använda de första bokstäverna i alfabetet för talen 10, 11, ..., 15. Således är bokstaven A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14 och F = 15. Notera speciellt att en hexadecimal siffra kräver 4 bitar i ett binärt tal, ( $1111B = 15D = FH$ ). Ett hexadecimalt tal kan skrivas som tidigare:

$$\begin{aligned} B_3 \cdot 16^3 + B_2 \cdot 16^2 + B_1 \cdot 16^1 + B_0 \cdot 16^0 &= \\ B_3 \cdot 4096 + B_2 \cdot 256 + B_1 \cdot 16 + B_0 \cdot 1 & \end{aligned}$$

Exempel: Det decimala talet 153 kan skrivas som:

$$9 \cdot 16 + 9 \cdot 1 = 144 + 9 = 153D = 99H$$

Det decimala talet 3741 kan skrivas som:

$$0 \cdot 4096 + E \cdot 256 + 9 \cdot 16 + D \cdot 1 = 0E9DH = E9DH$$

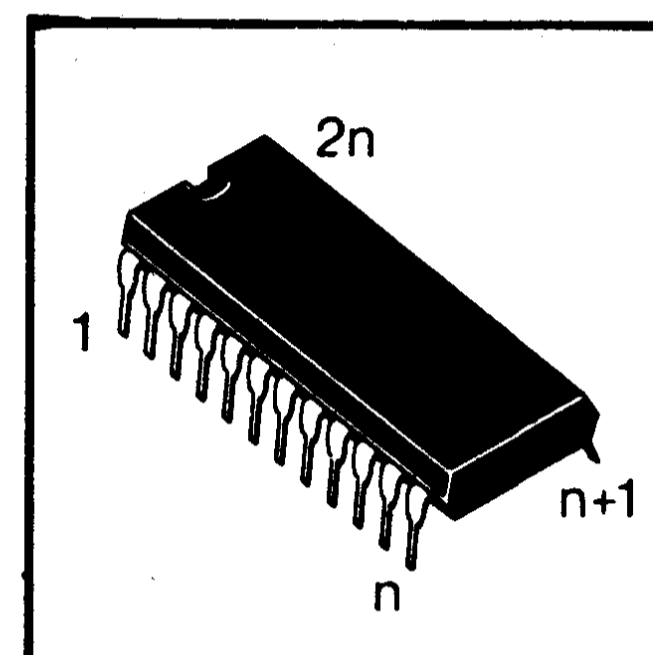
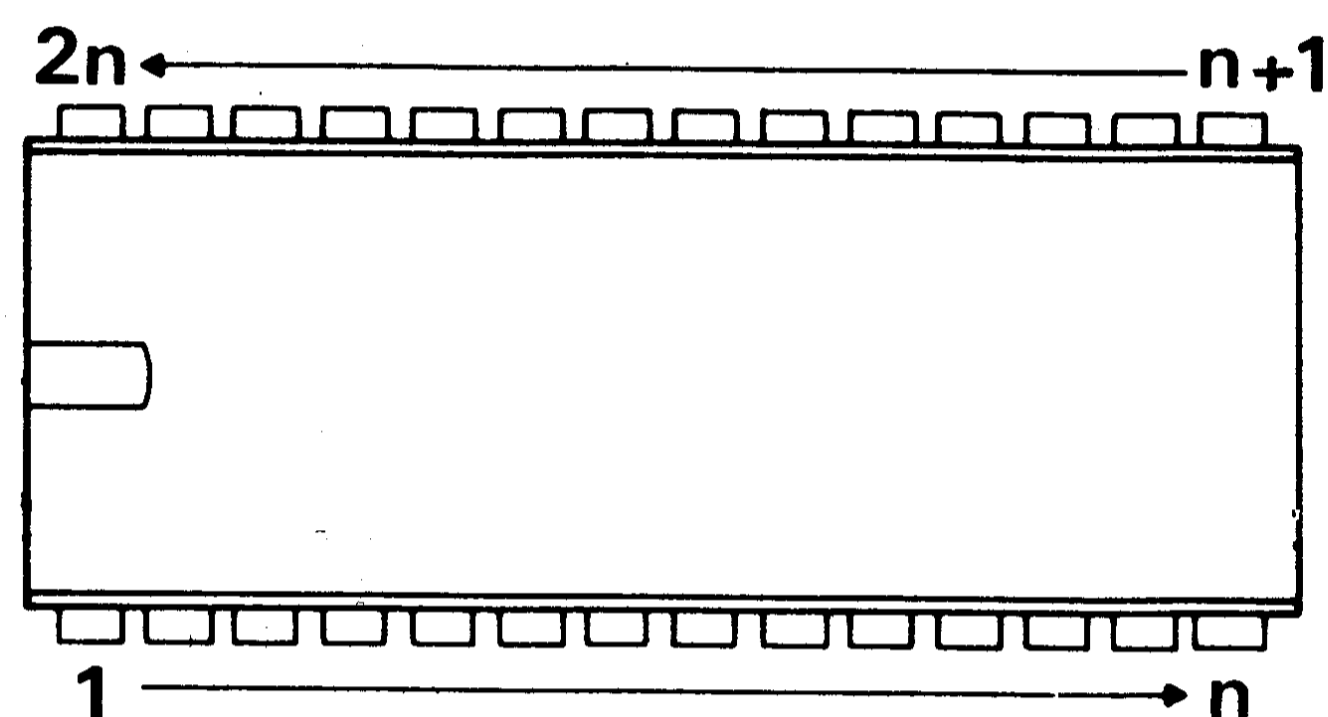
För att markera att det rör sig om ett hexadecimalt tal brukar man lägga till bokstaven "H" efter talet. Man kan även ofta se att hexadecimala tal betecknas med basen 16 som index, dvs  $E9D_{16}$ .

## 4. B E T E C K N I N G A R o c h T E R M I N O L O G I

Kretsarna och kretshållarna (IC-socklar) har alla sin fysiska identitet bestämd av sin placering på mönsterkortet. Placeringen representeras av en kod bestående av två siffror där den första siffran anger i vilken kolumn kretsen befinner sig i och den andra anger i vilken rad den befinner sig i. Kolumnerna är numrerade 0, 1,...8 och raderna är numrerade A, B,...E. Se komponentplacering, figur B-1 sidan 50.

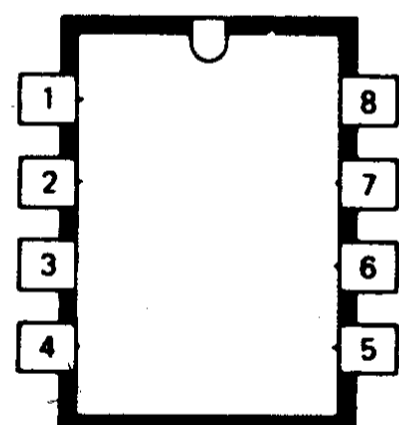
Exempel: 3D, där "3" står för kolumn 3 från vänster och "D" står för rad "D", (4:e raden uppifrån).

Varje kretshållare består av ett antal pinnar (stift) som är numrerade enligt följande modell:

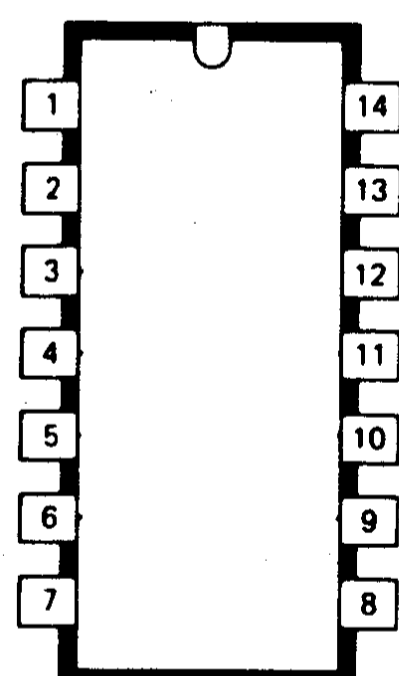


Exempel:

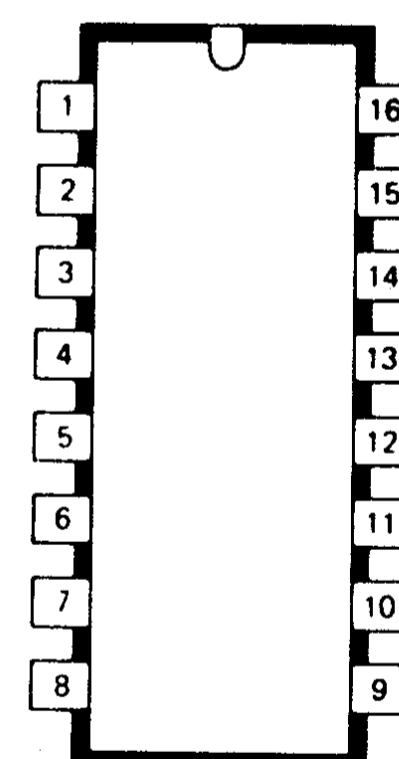
8 pinnars  
kretshållare



14 pinnars  
kretshållare



16 pinnars  
kretshållare



Samtliga kretsar är vända åt samma håll vilket innebär att pinne 1 är alltid den 1:a pinnen i nedre raden på hållaren, dvs den pinne som är närmast nedre vänstra hörnet på mönsterkortet. Detta gäller konsekvent hos ABC-Lab.

Genom detta märkningssystem kan alla pinnar och kretshållare enkelt identifieras.

Exempel: 2E.20 är pinne 20 hos hållare 2E, dvs +5 V matningen till krets ADC0808.



Några termer det kan vara bra att känna till:

- I/O** står för In/Ut, (Input/Output)
- Buss** betyder ett knippe elektriska ledare
- Bit** binär siffra med viss vikt. Bit används exempelvis också för att markera vilken vikt de olika ledarna i en buss har.
- TTL** är en logikfamilj av digitala kretsar. TTL är en förkortning av "Transistor-Transistor-Logic".
- DATA-bussen** är en samling (8 st) elektriska ledare som mikroprocessorn använder för att hämta och skicka ut data på.
- STYR-bussen** är en samling elektriska ledare som processorn använder för att styra de olika gränssnitten, (eng. interface), i avsikt att hämta eller skicka ut data.
- Gränssnitt** kallas de olika in- och utgångarna på ABC-Lab då de utgör en gräns mellan olika typer av elektriska signaler.
- Maskinvara** avser de funktioner som är uppbyggda på kretskort och därmed inte kan ändras utan komplicerade åtgärder.
- Programvara** är en allmän beteckning för datorprogram, som enkelt kan ändras i avsikt att utföra önskade arbetsuppgifter.
- Subrutin** är en del av ett datorprogram som kan anropas och användas flera gånger av ett eller flera huvudprogram. Att använda subrutiner ger vinster i kodningstid och programminne samt ger många gånger bättre överblick av programflödet.

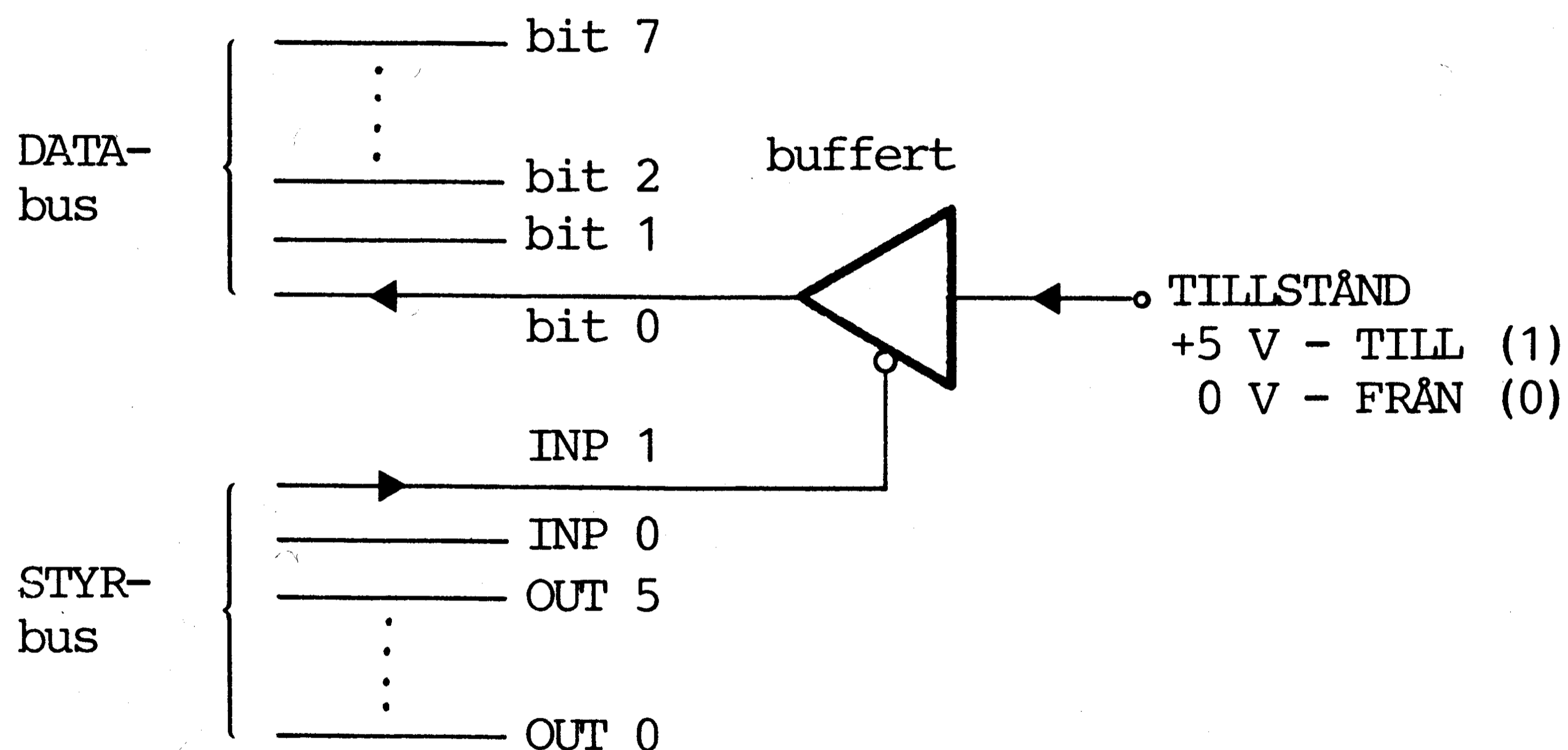
## 5. I / O - B U S S E N

"I/O" är en förkortning av engelskans Input/Output och får anses som ett etablerat begrepp även i svenskan. Med **I/O-bussen** avses här DATA-bussen, (8 bitar) och STYR-bussen, (9 bitar). Vinsten med att använda en buss är att man kan standardisera var ledarna fysiskt placeras, deras respektive funktion samt för-enkla ledningsdragningen. Andra vinster är bl.a. flexibilitet när det gäller utbyggnad av ett bussorienterat system.

DATA-bussen är dubbelriktad i den bemärkelsen att mikrodatortorn antingen kan lägga ut data på, ("skriva på"), eller hämta in, ("läsa av"), data från bussen.

STYR-bussen är enkelriktad ut från mikrodatortorn. Den ger styrinformation till gränssnitten. Styrinformationen är den elektriska verkställigheten av en önskad instruktion som programmeraren lagt in i sitt program.

Låt oss med ett exempel se hur detta kan gå till. Antag att vi vill läsa av ett tillstånd som kan vara antingen TILL (1) eller FRÅN (0). Elektriskt skulle vi kunna ansluta den yttre signalen, som anger tillståndet enligt figur nedan:



**Fig. 5-1: Yttre signal "TILLSTÅND" ansluten till DATA-bussen, bit 0**

Vi kan exempelvis lägga signalen till bit 0 på DATA-bussen och aktiveringen på ingångsbufferten till INP1 på STYR-bussen.

Programmeraren, som vid något tillfälle vill läsa av signalen "TILLSTÅND" och eventuellt vidta någon åtgärd, (exempelvis styra ett relä), om tillståndet är 1, kan då skriva:

```

.
.
REM LÄS TILLSTÅND
A% = INP(1) AND 1: REM LÄS DATA-BUSSEN OCH MASKA UT BIT 0
IF A% = 1 THEN ..... (GÖR VAD SOM ÖNSKAS)
.
.

```

När instruktionen INP(1) utförs, läggs 0 V på styrledning INP1 samtidigt som datorn läser av DATA-bussen och sparar undan

detta värde. Eftersom endast denna buffert är inkopplad till INP1 och DATA-bussen samtidigt är "ledig", kan signalen "TILLSTÅND" läggas på DATA-bussen via bufferten. Bufferten styr således DATA-bussen samtidigt som datorn läser av DATA-bussen. Att skriva:

INP(1) AND 1

brukar kallas att maska med 1. Man maskar för att man inte är intresserad av de andra 7 bitarna (bit 1 - bit 7), av DATA-bussen, utan endast den bit som har viktfaktorn 1, (bit 0).

På samma sätt, som beskrivits ovan, kan man genom att vända på bufferten och aktivera den med exempelvis signalen OUT 0, "skriva" ut från datorn, dvs sända en signal från datorn till en yttre enhet.

## 6. F Ö R B E R E D E L S E R I N F Ö R A N V Ä N D A N D E T

### 6.1 Allmänt

När du är förtrogen med de inledande avsnitten i denna framställning, är det dags att ansluta ABC-Lab till din ABC 80 eller 800. För att kunna göra detta behöver du inte vara någon expert på elektronik, men du bör känna till några viktiga arbetsregler.

ABC-Lab är, så långt man rimligen kan begära, skyddad mot elektriska "övergrepp". Speciella åtgärder har också vidtagits för att göra elektroniken så okänslig som möjligt mot olika former av störningar.

5 voltsspänningen är skyddad så att kortslutningar till +12 V eller -12 V inte skall skada elektroniken. Önskar användaren även skydda 12 voltsspänningen mot felaktiga kopplingar vid användning av yttre spänningskälla, är förberedelser gjorda. Mellan den gröna och gula respektive gula och röda polskruven kan man löda in skyddsdiodes, (Zenerdiodes 15 V). Dessa skall i så fall riktas åt samma håll som skyddsdioden mellan den svarta och röda polskruven. Normalt skall detta inte behövas, om inte risk för felkopplingar till högre spänningar föreligger.

DATA-bussen och STYR-bussen är också skyddade mot överspänningar ( $> 5$  V) och underspänningar ( $< 0$  V). Detta är av speciellt intresse, då A/D-omvandlaren är en CMOS-krets som annars lätt kan skadas av ovarsam hantering eller inducerade överspänningar.

Nättaggregatet i ABC-Lab är kortslutningsskyddat, varför kortslutningar inte förorsakar någon förstörelse eller byte av säkringar.

ABC-Labs metallåda är jordad, (om nätuttaget är jordat!). Signaljord, (DG = Digital Ground, AG = Analog Ground), är högohmigt jordad till apparatlådan, (10 kohm, 0,68  $\mu$ F). Har man ett dåligt jordtag kan det vara bättre att hålla elektroniken ojordad. Detta gäller också om någon yttre enhet uppvisar potential mot jord. Isolering mot jord fås enklast genom att tejpa för jorden på nätsladden. Observera dock att skyddsjorden då också försvinner.

En gyllene regel innan man börjar koppla ihop ABC-Lab med yttervärlden är att man förvissas sig om, att spänningsnivåerna hålls inom 5 voltsområdet, (undantaget optoingångar och reläutgångar). Är man osäker på detta, bör man kontrollera, (både växel- och likspänning).

Skulle, trots iakttagen försiktighet, någon krets skadas, kan man enkelt byta ut den trasiga kretsen mot en ny. Detta gör du enkelt med hjälp av en skruvmejsel som varsamt förs in mellan kretskapseln och kretshållaren från sidan. Vrid och lyft skruvmejseln försiktigt så att inte benen på kretsen går av. Vilken krets som skall bytas kan du oftast lätt avgöra genom att se på delritningarna i anslutning till de olika delfunktionerna, som beskrivs längre fram i handledningen.

## 6.2 Uppkoppling

Anslut ABC-Lab till ABC 80/800 via den medlevererade flatkabeln, (eller till expansionslådan vid flexskivutrustad dator med hjälp av ABC-lab EXPANDER-BOARD). Sätt i nätsladden och slå på spänningen. Är allt korrekt, skall de tre lysdioderna, (röd, gul, grön), intill polskruven lysa. Dessa indikerar att de tre spänningarna fungerar. Skulle någon, eller båda, kortvalsdioderna (de små lysdioderna) lysa, kan det bero på kortväljarens inställning.

Slå på datorn och tryck på RESET om någon kortväljardiod lyser.

Du är nu förberedd för att arbeta dig genom de olika funktionerna i ABC-Lab. När du kommit igenom de olika in- och utgångarna, är det vår förhoppning att detta skall ha givit dig nya impulser och ideer till hur du praktiskt skall kunna angripa styr- och mätproblem. Skulle du sakna någon typ av in- eller utgång, eller skulle önska utökning av någon av de befintliga, kan du kontakta din återförsäljare eller Liber Läromedel, som har uppdaterad information om ABC-labkortserien. För den som är något kunnig i elektronik står förstås dörren helt öppen för egna konstruktioner på den väldimensionerade prototypplattan. Lycka till!

## 7. FUNKTIONER OCH TEKNISKA DATA

- 8 TTL-ingångar
- 8 TTL-utgångar
- 2 OPTO-ingångar, 12-30 V
- 4 RELÄ-utgångar 2A, 125 VAC, 60 W (125 VA)
- 1 ANALOG/DIGITAL-omvandlare, 8 bitar, 100  $\mu$ s omvandlingstid, inspänning 0 till 5 V, -5 till +5 V
- 1 DIGITAL/ANALOG-omvandlare, 8 bitar, utspänning 0 till 5 V, -5 till +5 V
- 1 BUFFRAD in- och utgång till databussen samt 7 kontroll-sig-naler för egna prototypuppkopplingar på det väldimen-sionerade prototypbordet.
- 8 Lysdioder för fri användning.
- 2 Uppsättningar adressvalslogik.
- 1 20-polig stiftlist för yttre anslutningar.

Tillgång till interrupt, reset, klocka, m.m.

Nätaggreat:      5 V      2A  
                  12 V      0,4 A      (reglerbar 9 - +/-15 V)

Flatkabel för anslutning till ABC 80

8. K O R T V A L

8.1 Allmänt

För att datorn skall ha möjlighet att arbeta med flera olika gränssnitt (kort), utan att dessa skall förbindas med separata trådar för varje enskild funktion, utnyttjas "kortval". Genom kortval "ansluts" kortet till ett antal generella STYR-signaler för IN- och UT-matning av data. På detta sätt kan man kommunicera med flera kort via samma STYR-signaler. Förutsättningen är dock att endast ett gränssnitt åt gången får ha tillgång till STYR-signalerna (STYR-bussen), annars kan konfliktsituationer uppstå. Antag t.ex. att STYR-signalen som aktiveras med BASIC-satsen  $Y\% = INP(1\%)$  dels används för att hämta data från en A/D-omvandlare och dels från en TTL-ingång. Om man inte kunde skilja dessa åt, skulle en konfliktsituation uppstå. Databussen skulle så bli aktiverad från två bussdrivkretsar samtidigt, och datorn skulle läsa in något helt meningslöst.

För att undvika en sådan konfliktsituation, utnyttjar man KORTVAL. Man löser alltså problemet så, att innan man skall hämta data eller skriva ut data till ett gränssnitt (läs I/O-kort), anropas kortet med en kortvalsinstruktion (OUT  $1\%$ ,  $X\%$  där  $X\%$ =kort-adress). När denna instruktion är utförd, är endast det kortet med adressen  $X\%$  anslutet till STYR-bussen, inga andra kort kan således aktiveras förrän en ny kortadress valts.

ABC-Lab har två kortval, en för de fasta I/O-funktionerna och en för prototypfunktionerna. Adressen kan väljas med en DIL-omkopplare mellan socklarna 4A och 5A. De två vänstra omkopplarna (1 och 2) väljer adress till de fasta funktionerna och de två högra (3 och 4) till prototypfunktionen. Adressvalet görs med de mest signifikanta bitarna (bit 7 och bit 6 med vikt 128 resp. 64) av DATA-bussen.

Exempel:

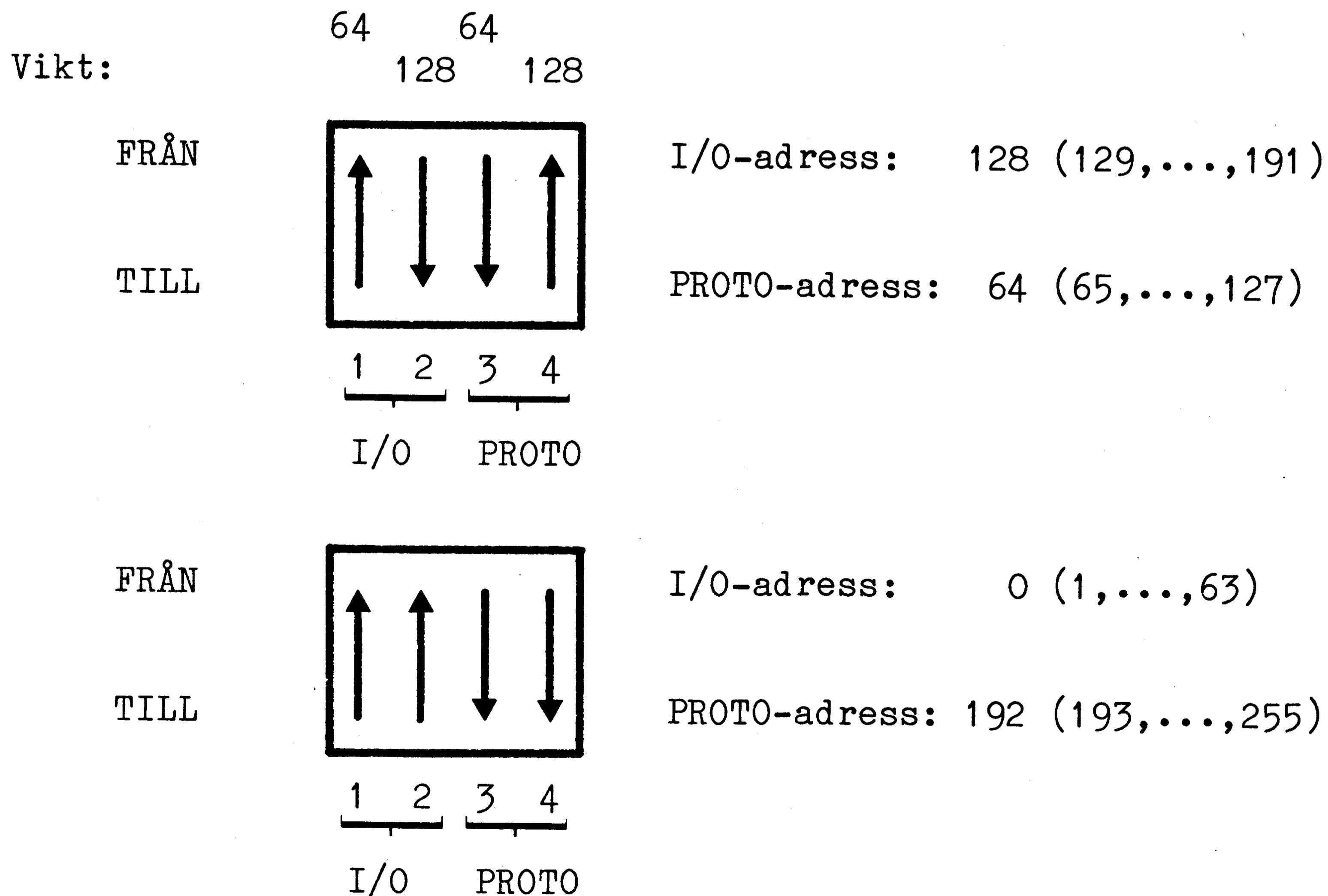


Fig. 8-1: Inställning av adress för kortval.

Observera att läge OPEN betyder TILL. Detta inses genom att studera kretsschemat nedan. Med två omkopplare betyder det att vi kan få fyra kombinationer: FRÅN/FRÅN, TILL/FRÅN, FRÅN/TILL och TILL/TILL. För var och en av dessa kombinationer kan de övriga bitarna i databussen (bit 0 till 5) anta vilket som helst av 64 värden. Detta betyder att vi sätter inte en adress med DIL-omkopplarna utan vilken adress som helst inom intervallet åstadkommer kortval enligt tabellen nedan:

DIL-omkopplare	Adressområde
FRÅN FRÅN	00 - 63
TILL FRÅN	64 - 127
FRÅN TILL	128 - 191
TILL TILL	192 - 255

Om ABC-Lab skall användas tillsammans med t.ex Data-Board 4680 I/O-kort, bör man se upp så att inga konflikter uppstår då dessa använder de 6 minst signifikanta ledarna, (vikt 1 till 32) för kortval.

Exempel på lämpligt adressval vid användning av Data-Board kort:

I/O-adress: 64 (64,...,127)  
 PROTO-adress: 128 (128,...,191)  
 Data-Board adress: 0-63

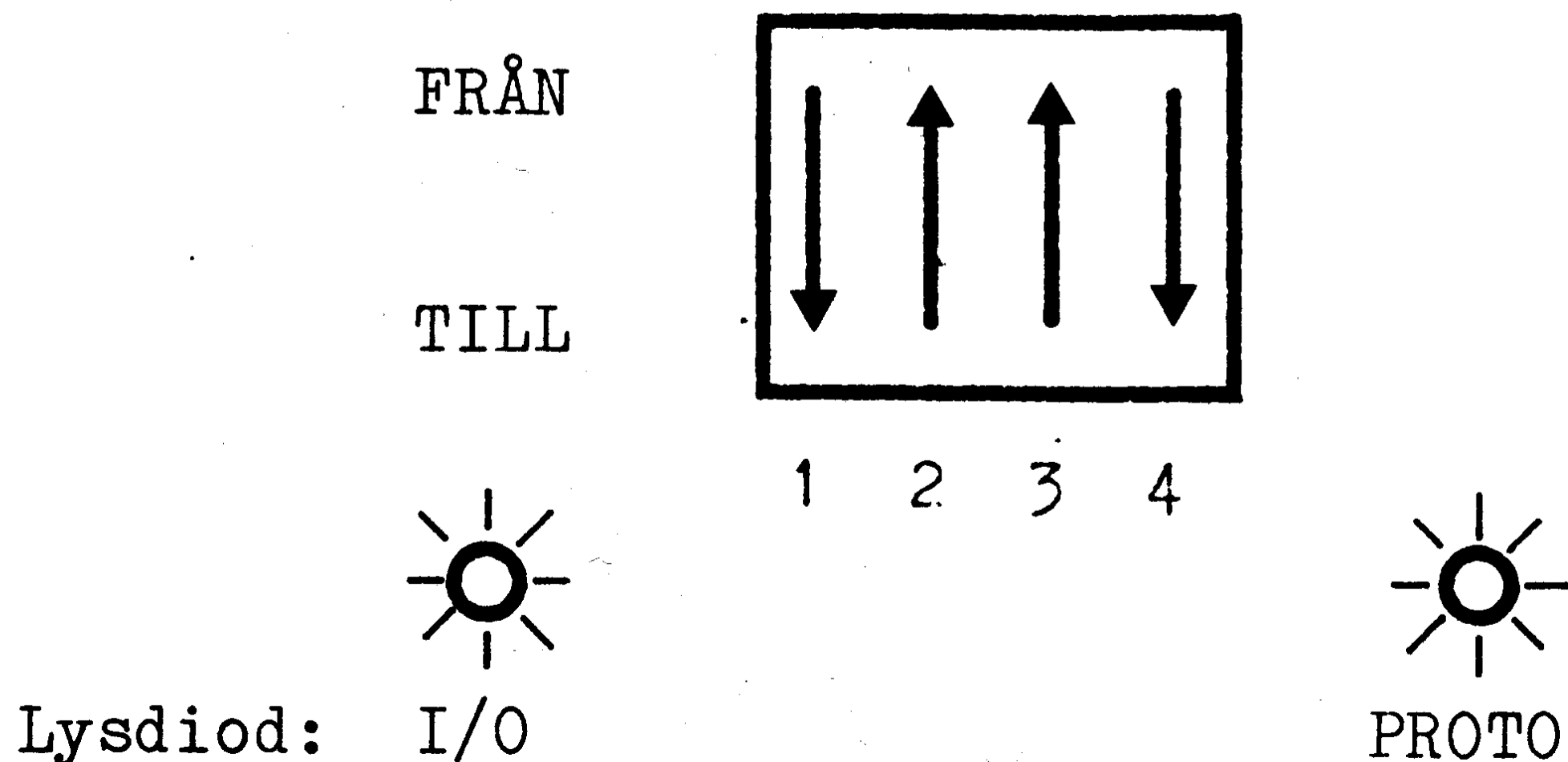
Bekräftelse på att rätt kortval gjorts fås av respektive lysdiod till vänster och höger om DIL-omkopplaren. Den vänstra lysdioden skall lysa när de fasta I/O-funktionerna valts och den högra skall lysa när PROTO-funktionerna valts. Observera vad som sagts tidigare angående konfliktsituationer - lysdioderna skall aldrig lysa samtidigt.

8.2. BASIC-instruktion för val av kort

OUT 1%, X%                      Välj kortadress X%

Exempel:

Kontroll av kortadressfunktionen.  
 Välj I/O-adress = 64 och PROTO-adress = 128.





Följande program tillåter dig att från tangentbordet mata in olika adresser och verifiera kortvalsfunktionen. Skriv in och provkör.

```

10 REM ***** KORTVAL *****
20 ; " KORTADRESS:" ; INPUT X%
30 OUT 1%,X% ; REM KORTVAL
40 GOTO 20
    
```

Du ser att kortadresser 64 - 127 aktiverar I/O-funktionen medan 128 - 191 aktiverar PROTO-funktionen. Det är värt att komma ihåg att aldrig använda adress 0 när du använder flexskivenhet, eftersom konflikt med dess controllerkort uppstår.

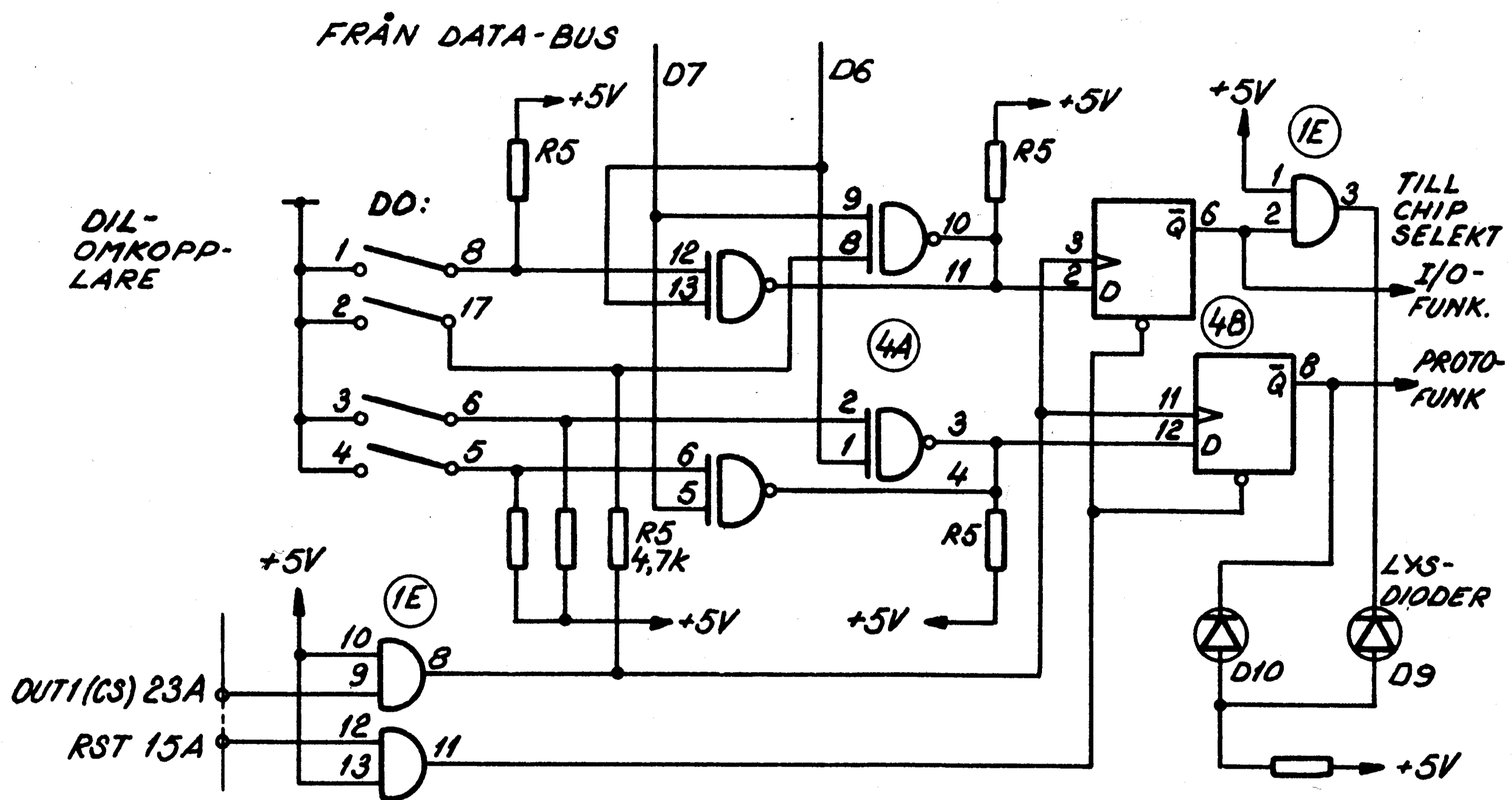


Fig. 8-2: Kretsschema för kortval.

## 9. TTL - U T G Å N G A R

## 9.1 Allmänt

De åtta TTL-utgångarna kommer man åt på sockel 4D pinne 16-9. Pinne 16 svarar mot bit 0, (vikt 1), pinne 15 mot bit 1, (vikt 2),.....,pinne 9 mot bit 7, (vikt 128).

Drivkretsen för denna utgång är en 74LS377, som består av 8 st D-vippor. Kapseln finns på position 2C. Nominellt orkar dessa vippor sänka 8 mA, men i praktiken brukar de klara betydligt mer. TTL-utgångarna kan således driva höghögmiga laster såsom andra TTL-kretsar, lysdioder, miniatyrreläer, transistorutgångar, m.m.

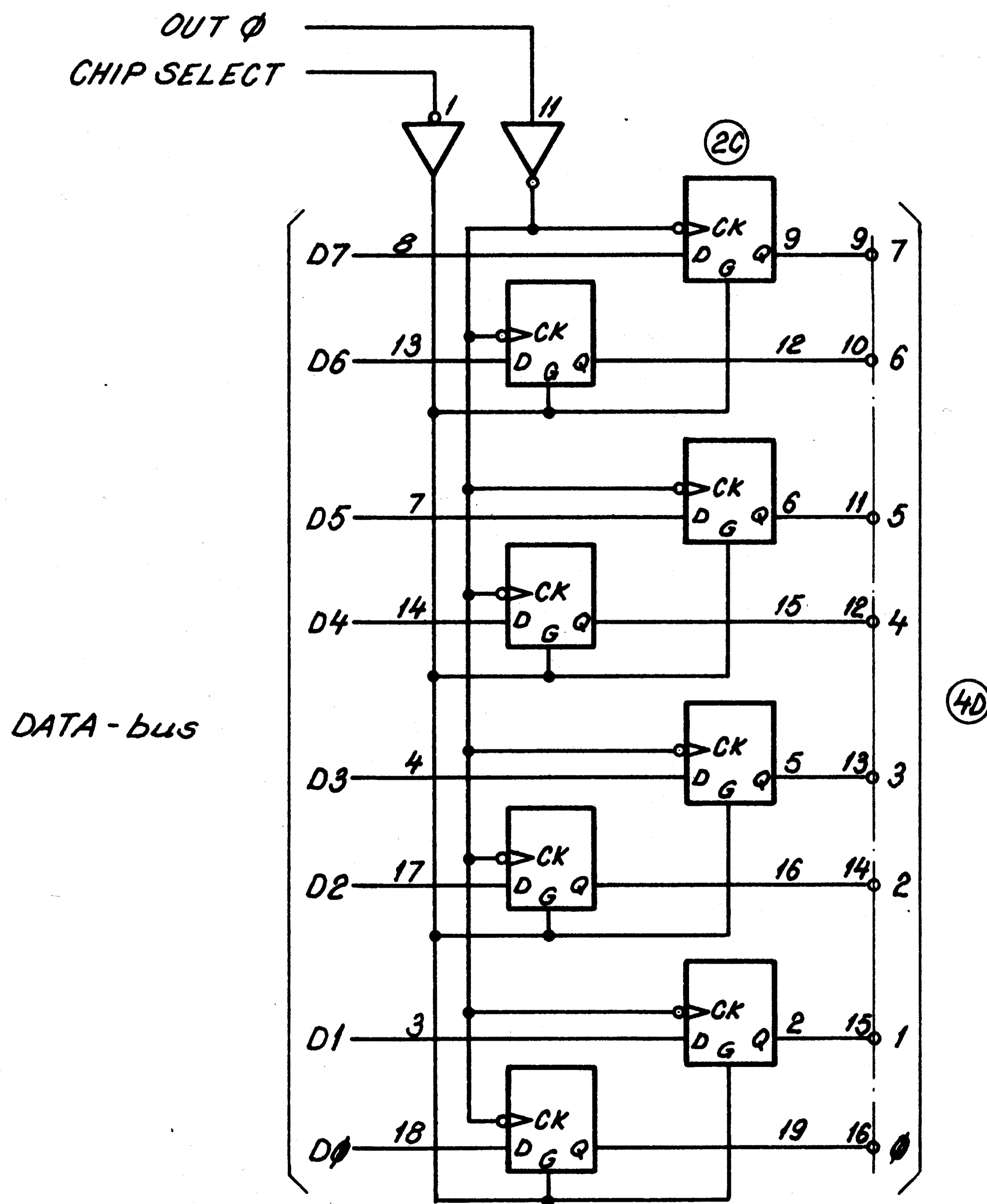


Fig. 9-1: Kretsschema för TTL-utgångar.

## 9.2 BASIC-instruktioner för TTL-utgångar

OUT 1%, X%	Välj kortadress X%
OUT 0%, Y%	Sätt utgångarna till någon binär kombination Y%=0 till 255D
OUT 0%, 255%-Y%	Sänk utgångarna till någon binär kombination Y%=0 till 255D

## Exempel:

Koppla ihop lysdiodgruppen med TTL-utgångarna så att 0(4D.16) kopplas samman med 0(5E.8),...,7(4D.9) - 7(5E.1).

1. Omvandla ett decimaltal, 0-255, inmatat via ABC 80, till binär form och visa resultatet på lysdioderna.

```
10 REM *** TTLUT1 DECIMAL TILL BINAR FORM ***
20 OUT 1,64 : REM KORTADRESS
30 : "DECIMALTAL (0-255)="; : INPUT D%
40 OUT 0%,255%-D% : REM DATA TILL TTL-UTGANG
50 GOTO 30
```

2. Ett "rinnande ljus" kan vi också åstadkomma med ett litet program och samma koppling:

```
10 REM *** TTLUT2 RINNANDE LJUS ***
20 OUT 1%,64% : REM KORTADRESS 64
30 FOR I%=0 TO 7
40 OUT 0%,255%-2%I% : REM DATA UT
50 FOR K%=1 TO 400 : NEXT K% : REM FÖRDRÖJNING
60 NEXT I% : GOTO 30
```

Hastigheten kan enkelt ändras på rad 50 genom att öka eller minska fördröjningen.

3. Individuell styrning av TTL-utgångarna. Många gånger kan det vara värdefullt att kunna behandla varje utgång individuellt, utan att behöva tänka på hur övriga utgångar är ställda. Programmet, som lätt kan göras om till en subrutin, och länkas in i ett huvudprogram, simulerar programvarumässigt en adresserbar vipa, (exempelvis 74LS259). Detta kan ses som ett exempel på avvägningen mellan maskinvara och programvara vid konstruktion av mikroprocessorbaserade system.

```

10 REM *** TTLUT3 INDIVIDUELL STYRNING AV TTLUTGANGARNA ***
20 REM V% AR TTL-ADRESS 1,2,3,...,8
30 REM R%(V%) AR 1 ELLER 0 FÖR UTGANG NR:V%
40 REM B% AR DATA UT
50 ; CHR$(12)CUR(10,0)
60 ; "TTL-UT NR:(1,2,...,8)=" ; : INPUT V%
70 ;
80 ; " 1=TILL , 0=FRAN :"; : INPUT R%(V%)
90 IF R%(V%)>1% OR V%>8% THEN ; "FEL INDATA!" : GOTO 60
100 B%=R%(1)+2%*R%(2)+4%*R%(3)+8%*R%(4)+16%*R%(5)+32%*R%(6)+64%*R%(7)+128%*R%(8)
110 OUT 1,64,0,255%-B% : REM KORTADRESS OCH DATA UT
120 GOTO 50

```

4. Elektronisk tärning. Tärningens möjliga utfall är 1 till 6, där alla tal däremellan, inklusive dessa, har samma sannolikhet.

```

10 REM *** TTLUT4 ELEKTRONISK TÄRNING ***
20 REM ANSLUT TTLUTGANG 0-5 TILL MOTSVARANDE INGANG PÅ LYSDIODERNA
30 ; "NYTT FÖRSÖK (J/N):"; : GET A%
40 IF A%="N" OR A%="n" THEN 90
50 RANDOMIZE
60 D%=6%*RND+1.0001
70 ; D%
80 OUT 1%,64%,0%,255%-2%*(D%-1%) : GOTO 30
90 END

```

## 10. TTL - I N G Å N G A R

## 10.1 Allmänt

De åtta TTL-ingångarna kommer man åt på sockel 4D pinne 1-8. pinne 1 svarar mot bit 0, (vikt 1), pinne 2 mot bit 1, (vikt 2), ..., pinne 8 mot bit 7, (vikt 128).

Ingångskretsen är här bussdrivkretsen 74LS244. Denna fungerar så, att när datorn frågar efter vad som finns på ingångarna, släpps signalerna igenom under mycket kort tid och läggs ut på DATA-bussen. I övrigt ligger denna kretsens utgångar höghögmiga, (3-state), mot DATA-bussen och påverkar således inte denna. TTL-ingångarna kan exempelvis användas till att läsa av tryckknappar, strömställare, tumhjul, m.m.

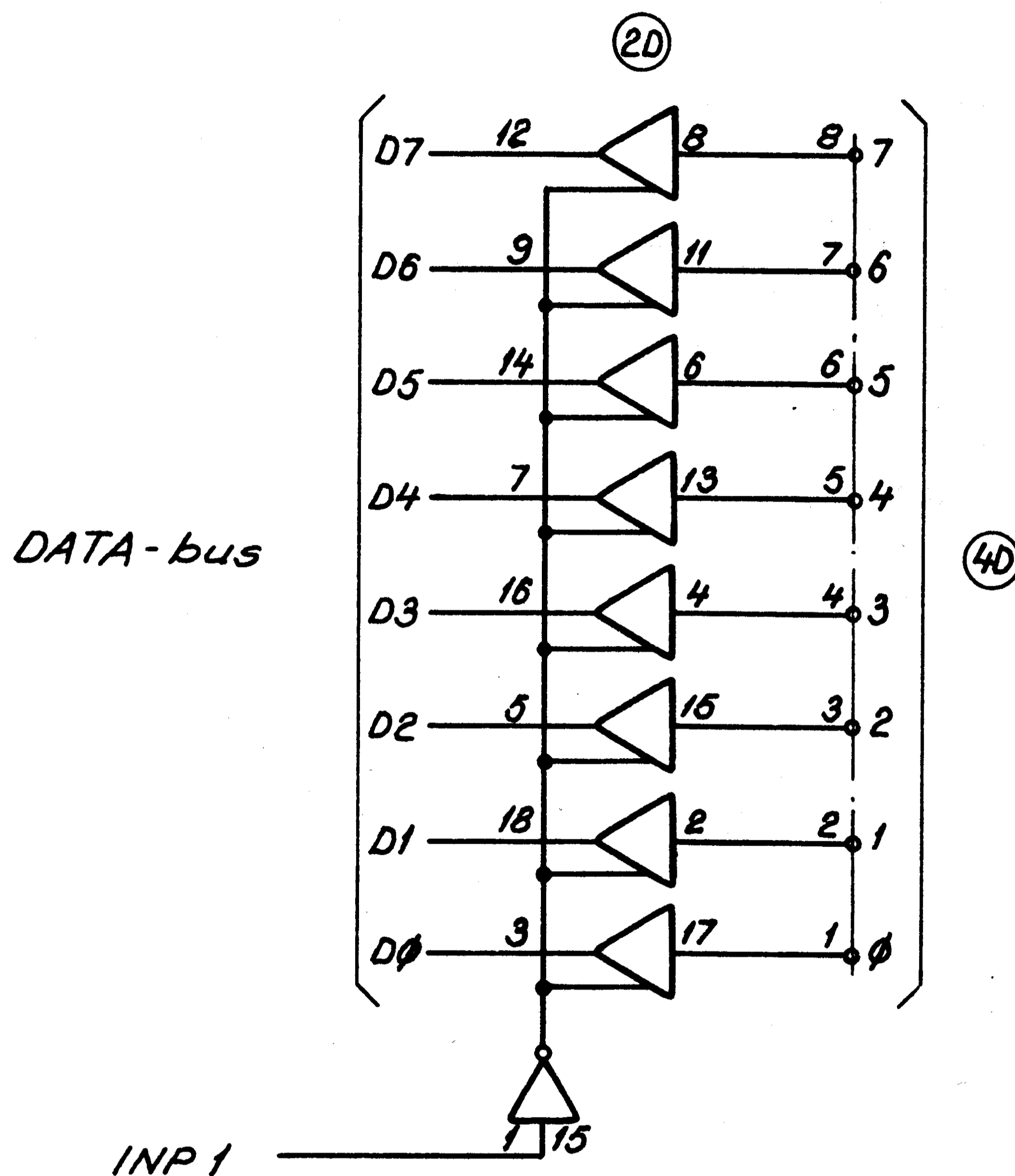


Fig. 10-1: Kretsschema för TTL-ingångar.

## 10.2 BASIC-instruktioner för TTL-ingångar

OUT 1%, X%

Välj kortadress X%

Y% = INP(1%)

Tilldela variabel Y% det decimala talet som motsvarar det bitmönster som är satt på ingångarna.

## Exempel:

Om en ingång inte är ansluten är den hög (+5 V) och ger därmed en logisk 1:a på motsvarande bit på DATA-bussen.

1. Anslut en tråd till jord (DG) och berör de olika ingångarna (0-7) successivt. På skärmen kan då läsas den berörda bitens decimala värde, dvs dess vikt.

```

10 REM *** TTLIN1 LAS TTLINGANG ***
20 OUT 1%,64% : REM KORTADRESS 64
30 YZ=INP(1%) : REM LAS TTLINGANG
40 IF YZ=Y1% THEN 30 : REM OM INGANG ANDRAT SIG SKRIV NYA VÄRDET
50 ; CHR$(12)CUR(10,15)"TTL-IN:"255%-YZ
60 Y1%=YZ : GOTO 30

```

2. Program för omvandling av ett binärt tal på ingångarna till motsvarande decimala, hexadecimala respektive oktala tal. Programmet kan med fördel användas tillsammans med BINÄR-BORDET i ABC-labserien.

```

10 REM *****
20 REM *** TTLIN2 OMVANDLING FRÅN BINÄRBORD TILL ***
30 REM *** DECIMAL,HEXADECIMAL OCH OKTAL FORM ***
40 REM *****
50 S$="0123456789ABCDEF"
60 OUT 1,64 : REM KORTADRESS 64
70 ; CHR$(12)
80 ; " OMVANDLING FRÅN BINÄRBORD TILL: "
90 ; CUR(8,7)"DECIMALT:"
100 ; CUR(11,7)"HEXADECIMALT:"
110 ; CUR(14,7)"OKTALT:"
120 I%=INP(1)
130 ; CUR(8,23)LEFT$(NUM$(I%)+ " ",LEN(NUM$(I%))+2) : REM SKRIV DECIMALT
140 A%=15% AND I%
150 B%=(240% AND I%)/16
160 A$=MID$(S$,A%+1,1)
170 B$=MID$(S$,B%+1,1)
180 ; CUR(11,24)B$A$ : REM SKRIV HEXADECIMALT
190 A1$=RIGHT$(NUM$(7% AND I%),2)
200 B1$=RIGHT$(NUM$(56% AND I%)/8),2)
210 C1$=NUM$((192% AND I%)/64)
220 ; CUR(14,23)C1$B1$A1$ : REM SKRIV OKTALT
230 GOTO 120

```

## 11. RELÄER

## 11.1 Allmänt

ABC-Lab är försedd med fyra reläer som kan styras programmässigt från ABC 80 BASIC. Relä 1 styrs av bit 0 i DATA-bussen, relä 2 av bit 1, relä 3 av bit 2 och relä 4 av bit 3, enligt tabellen nedan. De fyra reläernas kontaktsatser kommer man åt från skruvlisten, position 1-8:

Relä nr	Vikt	Skruvlist nr
1	1	8-7
2	2	6-5
3	4	4-3
4	8	2-1

Data för de i ABC-Lab ingående reläerna:

Fabrikat:	SDS RELAIS HB1 12 V
Typ:	1 Växelkontakt
Spolresistans:	400 Ohm
Kontaktdata:	1 A vid 125 V växelspanning 2 A vid 30 V likspanning
Till- och frånslagstid:	5 ms
Spänningshållfasthet kontakt/kontakt:	500 V växelspanning
Spänningshållfasthet kontakt/spole:	1 kV växelspanning
Livslängd vid max. belastning:	200 000 operationer
Livslängd utan belastning:	10 000 000 operationer
Kontaktmaterial:	AgNi
Kontaktmotstånd:	100 Mohm

Eftersom reläerna arbetar på 12 V och drar hög ström kan inte de 4 D-vipporna, position 3A (74LS175), driva reläerna. Detta görs i stället med drivkretsen, position 2A, (9667), som klarar ända upp till 0,5 A.

Reläerna är lämpliga att använda när man vill ha en galvanisk separation mellan elektroniken och det man vill styra, samt vid mer effektkrävande laster såsom lampor, reläer, kontaktorer, m.m.

## 11.2 BASIC-instruktioner för relästyrning

OUT 1%, X%	Val av kortadress X%
OUT 4%, Y%	Dra reläerna enligt den binära kombinationen Y%, (0-15).

Exempel:

1. Program för styrning av reläerna genom decimal inmatning från ABC-80. Här måste du känna till den vikt varje relä har, (se tabell ovan). Vill du dra relä 2 och 4 måste du mata in talet 10, (2 + 8 = 10), osv.

```

10 REM *****
20 REM *** RELÄ1 STYRNING AV RELÄER 1-4 ***
30 REM *** MED DECIMAL INMATNING 0-15 ***
40 REM *****
50 OUT 1%,64% : REM KORTADRESS 64
60 ; " ANGE VILKET/VILKA RELÄER (0-15):" ; : INPUT YZ
70 OUT 4%,YZ : REM STYR RELÄER
80 GOTO 60
    
```

2. Med detta program kan du styra varje relä individuellt, TILL eller FRÅN. (Jämför motsvarande för TTL-utgångarna).

```

10 REM *** RELÄ2 INDIVIDUELL STYRNING AV 4 RELÄER ***
20 REM V% ÄR RELÄ-ADRESS 1,2,3 ELLER 4
30 REM R%(V%) ÄR 1 ELLER 0 FÖR RELÄ NR:V%
40 REM B% ÄR DATA UT
50 ; CHR$(12)CUR(10,0)
60 ; "RELÄ NR:(1,2,3,4)=" ; : INPUT V%
70 ;
80 ; " 1=TILL , 0=FRAN :" ; : INPUT R%(V%)
90 IF R%(V%)>1% OR V%>4% THEN ; "FEL INDATA!" : GOTO 60
100 B%=R%(1)+2%*R%(2)+4%*R%(3)+8%*R%(4)
110 OUT 1,64,4,B%
120 GOTO 50
    
```

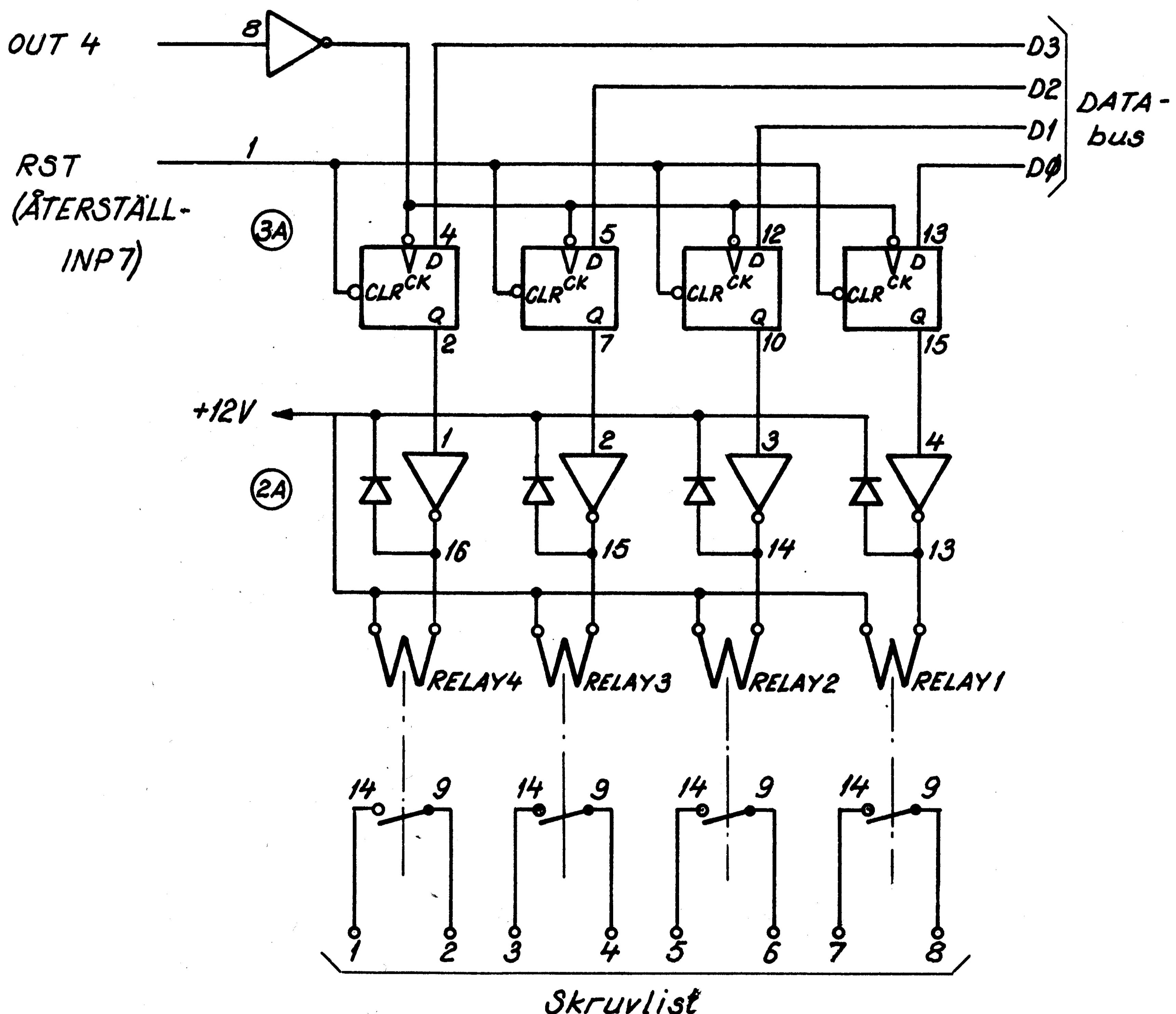


Fig. 11-1: Kretsschema för reläutgångar



## 12. OPTO-INGÅNGAR

## 12.1 Allmänt

De två optoingångarna är åtkomliga från skruvlisten, position 9-10, (vikt 2) respektive 11-12, (vikt 1). Genom att bygla pinne 1-24, 2-23 på sockel 2D kan optoingångarna läsas av med TTL-ingångarna 1 och 0. Observera här att +spänningen skall kopplas till 9 respektive 11 och -spänningen till 10 respektive 12 på skruvlisten.

Optokopplarna sitter på position 1C och har typbeteckning ILD74. De kan känna av spänningar inom området 12-30 V. Optokopplarna är lämpliga att använda när man önskar en galvanisk separation av elektroniken och mätsignalen samt när denna är högre än TTL-spänningsnivå. Genom denna separation minimerar man risken att transienta överspänningar fortplantar sig in i datorn och förstör elektroniken. En annan fördel med optokopplarna är att de kan ta in mätsignaler med olika relativ jordpotential, varför man slipper jordningsproblem. I övrigt kan optokopplarna behandlas som TTL-ingångarna.

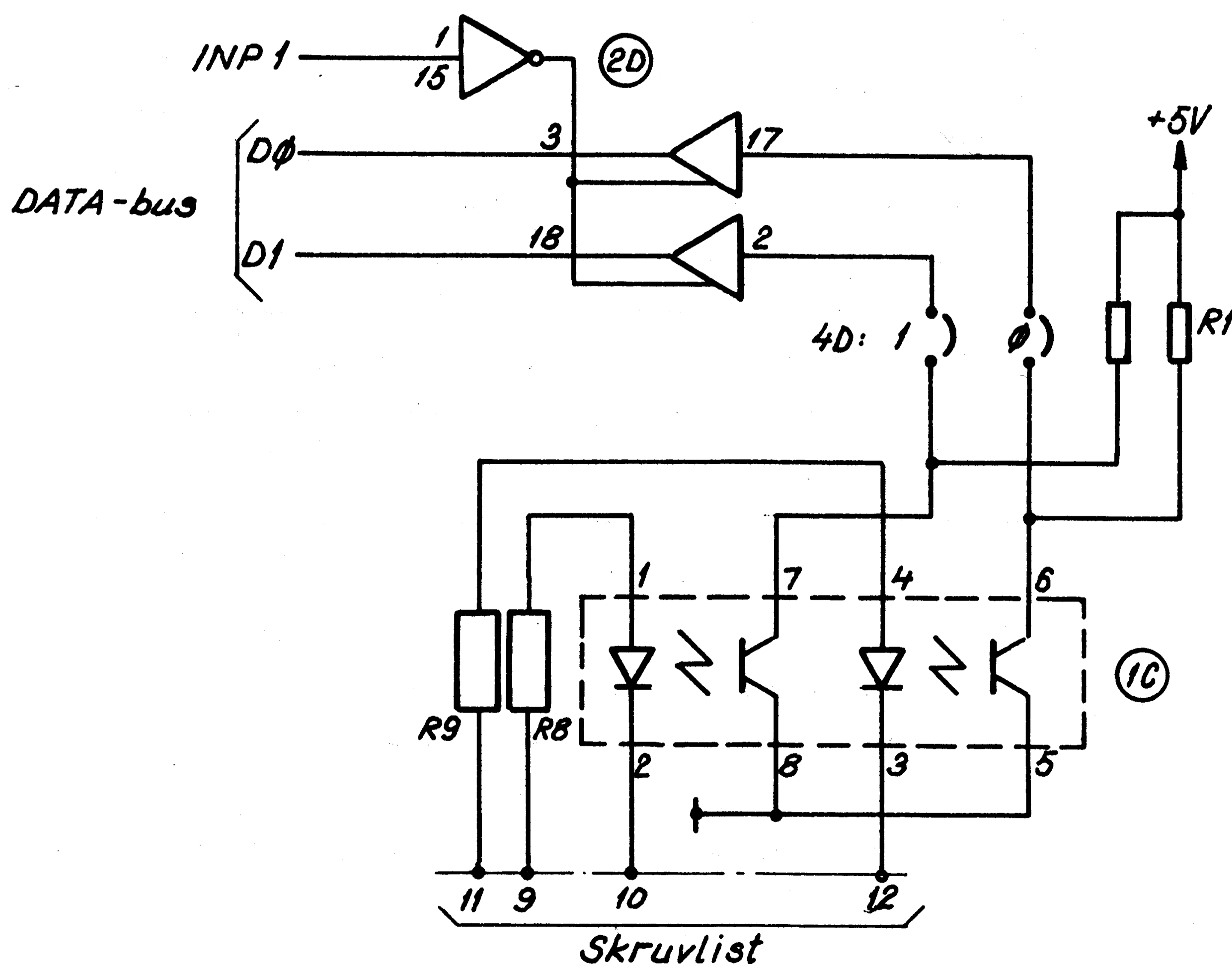


Fig. 12-1: Kretsschema för optoingångar

## 12.2 BASIC-instruktioner för optoingångar

OUT 1%, X%	Val av kortadress
Y% = INP(1%) AND 3%	Tilldela variabeln Y% tillståndet på optoingångarna och maska bort vad som i övrigt finns på TTL-ingångarna. Hög ingång = 0, låg ingång = 1.
Y% = 3%-INP(1%) AND 3%	Samma som ovan, men inverterad. Hög ingång = 1, låg ingång = 0.

Exempel:

Lägg signaler på optoingångarna och låt nedanstående program läsa av dessa samt skriva ut resultatet på bildskärmen.

```

10 REM *** OPTO1 LAS 2 OPTOINGANGAR ***
20 OUT 1%,64% : REM KORTADRESS 64
30 GOTO 60
40 Y%=3%-INP(1%) AND 3%
50 IF Y%=Y1% THEN 40 : REM OM INGANGARNA ANDRATS SKRIV DET NYA VÄRDET
60 : CHR$(12)CUR(10,15)"OPTOINGANG:"Y%
70 Y1%=Y% : GOTO 40

```

## 13. DIGITAL / ANALOG O M V A N D L I N G

## 13.1 Allmänt

Den analoga utgången finns tillgänglig på sockel 4E, pinne 11, (DA) och pinne 6, (AG). AG står för Analog Ground. DA-omvandlaren styrs med heltal, (0-255D), och antar på utgången en spänning mellan -5 och +5 V (-5 V = 0D, 0 V = 128 D, +5 V = 255D). Önskar man variera utspänningen inom intervallet 0 till +5 V, bygglas pinne 4E.10 och 7, (B).

D/A-omvandlaren skulle förenklat kunna liknas vid en negativt återkopplad operationsförstärkare i summatorkoppling. Ingångarna till summatorn har olika motstånd och kan kopplas individuellt till 0 V eller referensspänningen. Den analoga utsignalen kan således styras genom switchar som kopplar de olika ingångarna antingen till jord eller referensspänning.

D/A-omvandlaren i ABC-Lab har beteckningen DAC0800 (National Semiconductor) och finns på position 3D. Denna är i monolitiskt utförande med strömutfångning. Strömutfångningarna är anslutna till en operationsförstärkare av typ LF356, (position 3E), för omvandling till spänning. D/A-omvandlaren har inget "minne", utan de 8 digitala insignalerna måste ligga på hela tiden. För att åstadkomma detta används 8 st D-vippor, (74LS377, position 3C) för att styra ovan nämnda switchar.

D/A-omvandlaren har en inställningstid på 100 ns. Till detta skall man lägga operationsförstärkarens stigtid, (c:a 12 V/ $\mu$ s). I praktiken innebär detta att D/A-omvandlingen sker inom 1  $\mu$ s, vilket får anses mycket snabbt.

D/A-omvandling kan användas till mycket, bl.a. kan följande nämnas:

- \* Simulering av funktionsgenerator
- \* Styrning av funktionsgenerator
- \* Generering av styrspänning till skrivare
- \* Minnesoscilloskop
- \* Inställning av börvärde i samband med reglersystem

## 13.2 BASIC-instruktioner för D/A-omvandlare

OUT 1%, X%	Välj kortadress X%
OUT 3%, Y%	Omvandla det decimala talet Y%, (0-255D) till spänning

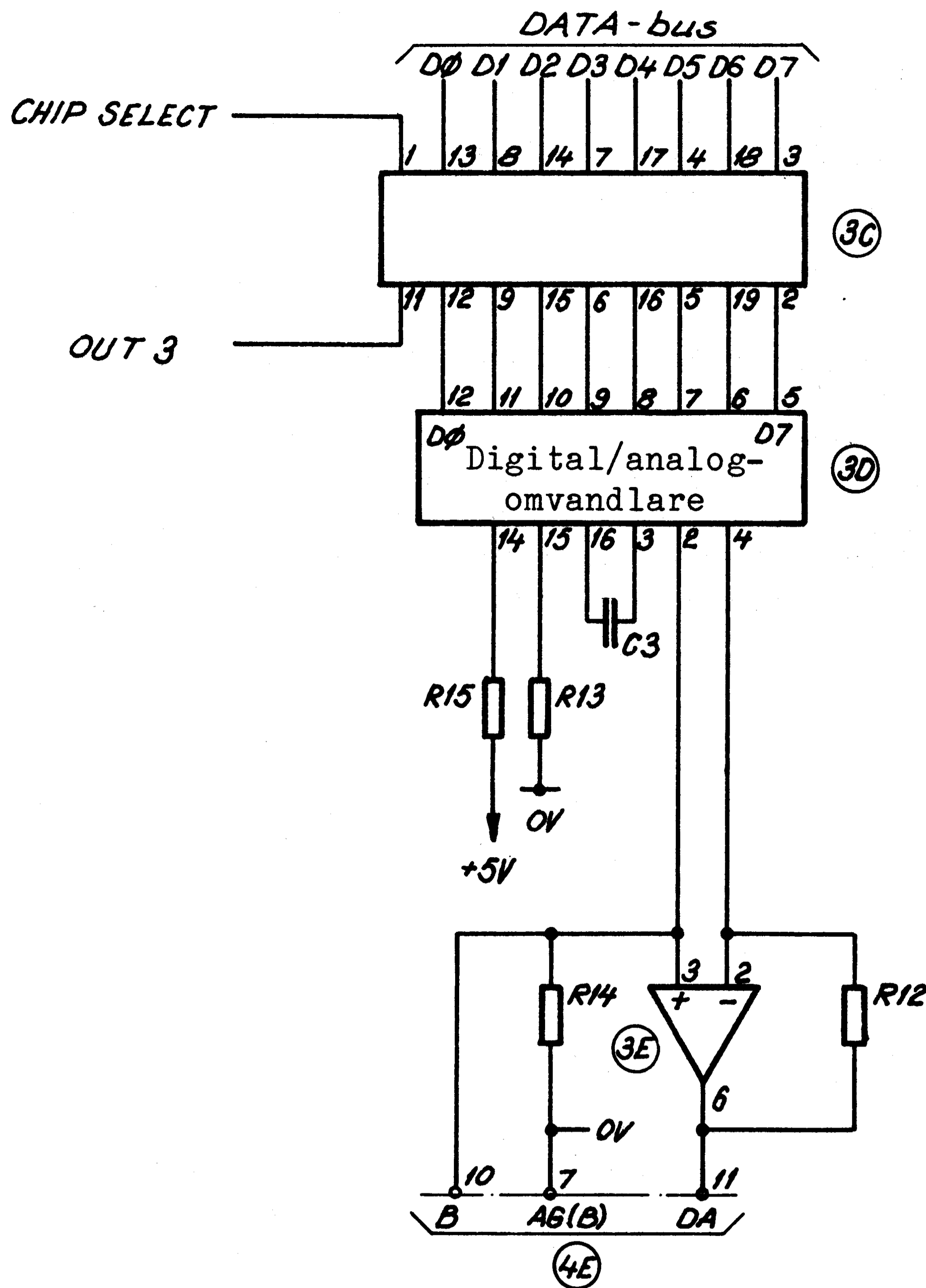


Fig. 13-1: Kretsschema för Digital/Analog-omvandlare

Omvandlingen till spänning sker enligt nedan angivna uttryck beroende på om D/A-omvandlaren har byglats för 0 till +5 V eller -5 till +5 V utspänning:

Vid bygling för 0 - 5 V blir utspänningen:

$$(5 \cdot Y\% / 255\%) \text{ V}$$

Vid bygling för -5 till +5 V blir utspänningen:

$$(5 \cdot (Y\% - 128\%) / 128\%) \text{ V}$$

Observera att negativ spänning fås vid bygling av 4E.7-10. (Operationsförstärkaren 3E är ansluten i inverterande koppling).

Exempel:

1. Omvandla ett tal, uttryckt i Volt, till önskad spänning genom inmatning från tangentbordet. Programmet återfinnes på följande sida.

```

10 REM *** DAC1 SPÄNNINGS-OMVANDLING ***
20 OUT 1%,64% : REM KORTADRESS
30 ; CHR$(12)CUR(8,12)*1. 0 till +5 Volt"
40 ; CUR(10,12)*2. -5 till +5 Volt"
50 ; CUR(14,10)"Välj alternativ (1/2)"; : GET AX
60 B%=128% : C%=128%
70 ON VAL(AX) GOTO 80,110
80 ; CHR$(12)CUR(10,0)"Du har väl inte glömt att bygla pinne 4E.7-10?"
90 FOR I=1 TO 2000 : NEXT I
100 B%=256% : C%=0%
110 ; CHR$(12)CUR(23,5)"SPÄNNINGEN="U,CUR(10,0)
120 ; "Ange spänning i volt ("(-C%*5/128)" - 5 Volt)"; : INPUT U
130 UZ=INT(C%+U*(B%-1%)/5+.5) : REM OMVANDLA SPÄNNINGEN TILL RÄTT FORM
140 IF UZ<0 OR UZ>255% THEN ; CUR(2,2)"FEL INDATA !!!"CHR$(7) : FOR I=1 TO 1000 : NEXT I
150 OUT 3,UZ
160 GOTO 110

```

Kontrollera funktionen genom att ansluta en voltmeter till D/A-utgången, och mata in några olika värden från tangentbordet.

## 2. Funktionsgenerator

Med en funktionsgenerator kan man generera ett antal olika kurvformer med valbar frekvens. Du inser vid närmare eftertanke att D/A-omvandlaren på ABC-Lab kan användas för att simulera en sådan funktionsgenerator om den styrs av ett lämpligt program.

Det program du ser här nedan är ett exempel på ett sådant program med vars hjälp du kan simulera godtyckliga (nästan) funktioner. Programmet fungerar så att den önskade funktionen beräknas i ett antal punkter som sedan läggs upp i en tabell. För att kunna utnyttja D/A-omvandlaren maximalt ur upplösningssynpunkt görs amplitudkorrektion. Eftersom det är svårt att styra datorn exakt i tiden, kan endast närmevärden till önskade frekvenser realiseras. Den exakta frekvensen på utsignalen presenteras på bildskärmen. Själva omvandlingen görs i maskinkod, (rad 20 och 30), för att få tillräckligt många och små steg mellan omvandlingarna.

```

10 REM *** DAC2 FUNKTIONSGENERATOR SINUS ***
20 POKE 65408,1,96,234,62,64,211,1,10,211,3,3,98,107,237
30 POKE 65422,66,202,149,255,195,152,255,1,96,234,195,135,255
40 DEFFNF(I%)=SIN(I%*K)
50 ; CHR$(12)CUR(10,1)
60 ; "DETTA PROGRAM GENERERAR EN SINUSFUNKTIONSGENOM ABC-LAB'S D/A OMVANDLARE"
70 ;
80 ; "ANGE ÖNSKAD FREKVENNS (10-4000 Hz):"; : INPUT F
90 F%=INT(.5+38961/F)
100 K=2*PI/F%
110 ;
120 ; "DEN EXAKTA FREKVENSEN BLEV="INT(3.8961E+5/F%)/10" Hz"
130 REM UTNYTTJA UPPLÖSNINGEN OPTIMALT
140 FOR I%=0 TO F%-1%
150 IF ABS(FNF(I%))>M THEN M=ABS(FNF(I%))
160 NEXT I%
170 M%=INT(127/M+.5)
180 FOR I%=0 TO F%-1%
190 A%=128%+INT(M%*FNF(I%)+.5) : POKE 60000+I%,A%
200 NEXT I%
210 ; CHR$(7)
220 OUT 1,64
230 A=CALL(65408,60000+F%)
240 REM AVBRYT MASKINPROGRAMMET MHA INTO#

```

Programmet ovan är preparerat för sinus, men "godtyckliga" funktioner kan läggas in på rad 40. Tyvärr är ABC 80's realtidsklocka så konstruerad, att ett NMI, (Non-Maskable Interrupt), genereras var 20 ms och processorn avbryts i sitt arbete för att uppdatera klockan. Varje sådant avbrott tar c:a 35 µs och ger därför upphov till en liten vandringsvåg på utsignalen. Detta torde dock ha fått en annan lösning i ABC 800, varför denna besvärande egenhet inte bör uppträda med denna dator. Önskas en "snyggare" sinus ut, kan ett lågpasfilter med lämplig brytfrekvens anslutas till D/A-omvandlaren. Brytfrekvensen bör provas fram, men ett lämpligt utgångsvärde torde vara c:a 10 kHz.

Exempel på andra funktioner som kan simuleras:

**Triangel:**

$$\text{DEFFNF}(I\%) = (I\% \cdot 2\% - F\%/2\% - (I\% \cdot 4\% - F\% \cdot 2\%) \cdot \text{INT}(I\% \cdot 2\%/F\%)) / F\%$$

**Fyrkant:**

$$\text{DEFFNF}(I\%) = \text{SGN}(F\%/2\% - I\% + 1)$$

**Blandad sinus med övertoner:**

$$\text{DEFFNF}(I\%) = \text{SIN}(I\% \cdot K) + 0,3 \cdot \text{SIN}(3 \cdot I\% \cdot K) + \dots$$

## 14. ANALOG / DIGITAL O M V A N D L I N G

## 14.1 Allmänt

Den analoga ingången är tillgänglig på sockel 4E, pinne 12, (AD) och pinne 5, (AG). AG står för Analog Ground. Genom att koppla in en yttre spänning, (0-5 V), kan man omvandla denna till digital form, (0-255D, 0-FFH). Varierar insignalen mellan -5 och +5 V skall man bygga pinne 13 (+5 V) till pinne 4 (B). (-5 V kommer då att motsvara 0D, 0 V motsvarar 128D och +5 V motsvarar 255D).

A/D-omvandlaren arbetar enligt principen successiva approximationer. Hur detta fungerar kan enkelt beskrivas med följande exempel:

Antag att inspänningsområdet är 0 till 5 V, (motsvarande 0-255D). Vi påför en inspänning som är 3 V, dvs omvandlaren skall leverera  $255 \cdot 3/5 = 153D$  till datorn. Internt i A/D-omvandlaren sker nu följande successiva jämförelser:

Är inspänningen större än:	2,5 V, (128)?	Ja
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{2})$ , (128+64)?	Nej
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{4})$ , (128+32)?	Nej
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{8})$ , (128+16)?	Ja
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{8}+\frac{1}{16})$ , (128+16+8)?	Ja
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{32})$ , (128+16+8+4)?	Nej
-"-	2,5 $(1+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{64})$ , (128+16+8+2)?	Nej
Inspänningen är:	2,5 $(1+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{128})$ , (128+16+8+1)=	153

Av detta inses att det högst krävs 8 st jämförelser för att komma fram till rätt resultat.

Andra typer av A/D-omvandlare är sådana som räknar sig upp från 0 till 255 och avstannar när en jämförelse stämmer. En sådan omvandlare kan därför kräva ända upp till 256 jämförelser.

Ytterligare en typ av A/D-omvandlare, som är ganska vanlig idag, är den integrerande. Den laddar upp en kondensator under exempelvis 20 ms, (lämpligt vid 50 Hz). Därefter mäts laddningen Q och U kan därmed bestämmas ur sambandet:

$$U = Q(R/0,02)\exp(0,02/R \cdot C)$$

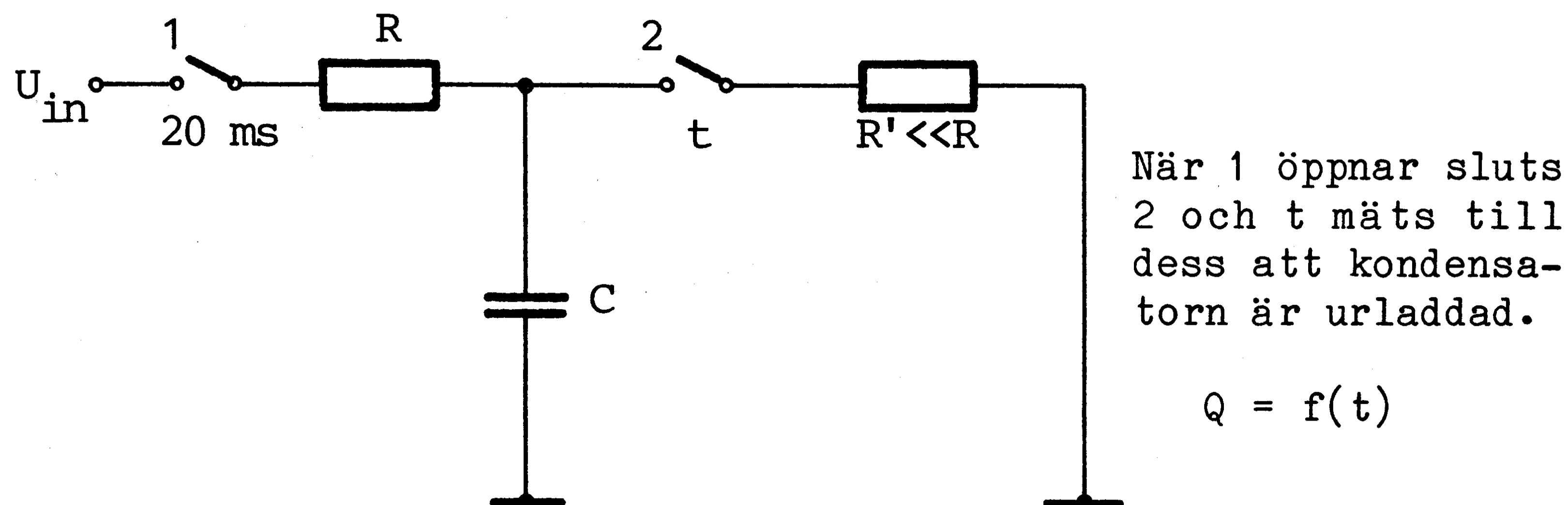


Fig. 14-1: Mätning av kapacitans

Denna typ av A/D-omvandlare har ofta BCD-utgång (Binary Coded Decimal) så att den kan användas direkt i anslutning till en display-enhet, (jfr. moderna digitala multimetrar). De integrerande A/D-omvandlarna är således olämpliga som mätare av momentana värden vid snabba elektriska förlopp. Dessa ger i stället medelvärdet eller effektivvärdet av en elektrisk signal.

A/D-omvandlaren i ABC-Lab är av typ ADC0804 (National Semiconductors) och finns på position 2E. Omvandlingen tar cirka 100  $\mu$ s, vilket innebär att man kan göra c:a 10.000 mätningar i sekunden. Själva A/D-kretsen innehåller ingen Sample/Hold-krets, varför snabba förlopp inte kan mätas med hög noggrannhet. På sockel 4E, (pinne 8 och 9), finns signaler framdragna för anslutning av en sådan S/H-krets. Signalen  $\overline{WR}$  går låg när A/D-omvandlingen börjar, och signalen  $\overline{INTR}$  är hög till dess att omvandlingen är klar. Signalen  $\overline{INTR}$  går hög vid läsning av A/D-omvandlaren och kan således inte användas ensam som hållsignal för S/H-kretsen.

Signalen till S/H-kretsen kan enkelt åstadkommas med hjälp av en RS-vippa, (koppla  $\overline{INTR}$  till  $\overline{S}$  samt  $\overline{WR}$  till  $\overline{R}$  vilket medför att Q kommer att vara låg under själva omvandlingen).

På sockel 4E är också de 3 minst signifikanta bitarna av DATA-bussen framdragna. Detta är gjort för att man enkelt, (med hjälp av flatkabel) skall kunna ansluta en analog multiplexer för upp till 8 st ingångar. Multiplexerfunktionen kan realiserar genom 3 st D-vippor, (kopplade till DATA-bussen), med trigg från  $\overline{WR}$ . Denna koppling är mest lämplig tillsammans med S/H. Den billigaste uppkopplingen fås om man utnyttjar 3 bitar från TTL-ut för att styra multiplexern.

Den som önskar en färdig lösning på problemet ovan, kan välja ABC-Lab MUX, som innehåller både S/H, 8 kanaler samt kontinuerligt inställbar förstärkning och offsetjustering för mätning av signaler mellan +/-10 mV och +/-5V.

A/D-omvandlaren kan exempelvis användas för mätning av:

- \* Spänning
- \* Ström
- \* Passiva komponenter, (resistans, kapacitans)
- \* Temperatur
- \* Frekvens, (<5 kHz vid maskinprogrammering)
- \* Kraft, tryck, moment, läge, m.m.



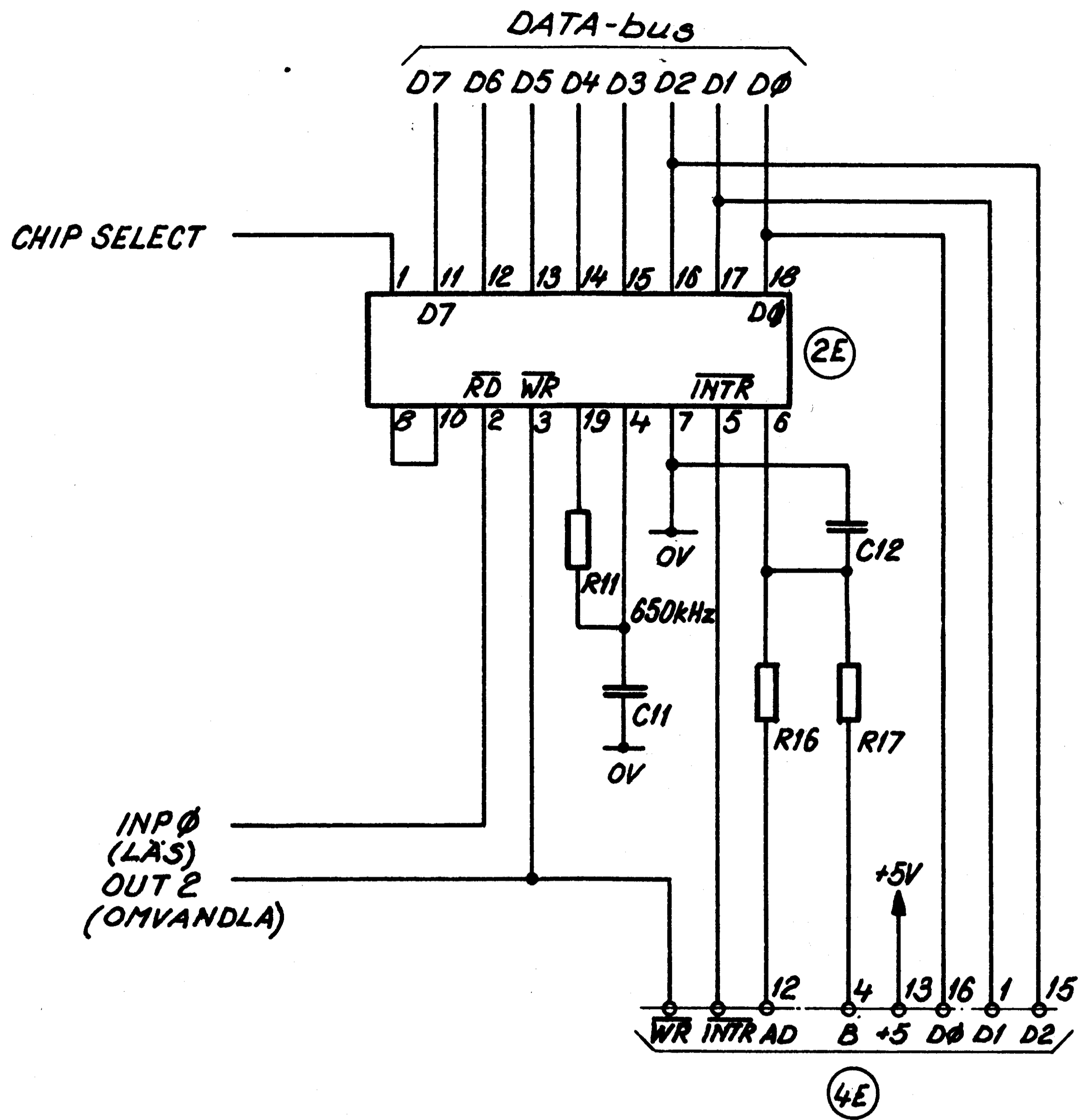


Fig. 14-2: Krets för analog/digital-omvandling

14.2 BASIC-instruktioner för A/D-omvandlare

OUT 1%, X%	Välj kortadress X%
OUT 2%, Z%	Starta omvandling. Används ABC-lab MUX skall Z% vara 0% till 7% för val av kanal 1 till 8. Kanalvalet verkställs först till nästa omvandling. Utan MUX har Z% ingen betydelse.
Y% = INP(0%)	Tilldela variabeln Y% det senast omvandlade värdet.

Exempel:

1. Digital voltmeter

Anslut spänningen till sockel 4E, pinne 12 (AD) och pinne 5 (AG). Kom ihåg att utföra byggingarna, som

vi talade om i början av detta avsnitt, beroende på storleken av och tecknet på den spänning som skall mätas. Skriv in programmet och provkör.

```

10 REM *** ADC1 DIGITAL VOLTMETER ***
20 REM KORTADRESS: 64
30 REM GLÖM EJ ATT BYGLA PINNE 4-13 VID -5-+5V
40 ; CHR$(12)CUR(7,0)"DETTA PROGRAM LASER AV A/D OMVANDLAREN I ABC-LAB OCH OMVA
NDLAR TILL VOLT"
50 ;
60 ; "          0-5V (1),-5-+5V (2)"; : GET AØ
70 IF VAL(AØ)=1 THEN B%=0% ELSE B%=128%
80 ; CHR$(12)
90 ; CUR(10,8)"SPÄNNING="TAB(30)"Volt"
100 FOR I=1 TO 200 : NEXT I
110 ; CUR(10,18);
120 OUT 1,64,2,0 : ; INT(100*(INF(0%)-B%)*5/(255%-B%))/100" " : GOTO 100

```

Programmet är inte kalibrerat varför korrektioner kan behövas för bästa noggrannhet. På rad 70 kan  $B\%=128\%$  korrigeras om 0 V in inte är exakt 128%. Sker denna ändring, bör också nämnaren i uttrycket på rad 120 korrigeras så att mätningen blir korrekt över hela inspänningsområdet. Exempelvis kan du ändra nämnaren till  $(255\%-B\% \cdot K)$  där K är en korrektionskonstant nära 1. Kalibreringen kan antingen gå till så att du räknar dig fram till K eller att du provar och söker dig fram till ett bra värde.

## 2. Kapacitansmeter

Med hjälp av A/D-omvandlaren och nedan visade uppkoppling kan ABC-Lab mäta kapacitanser.

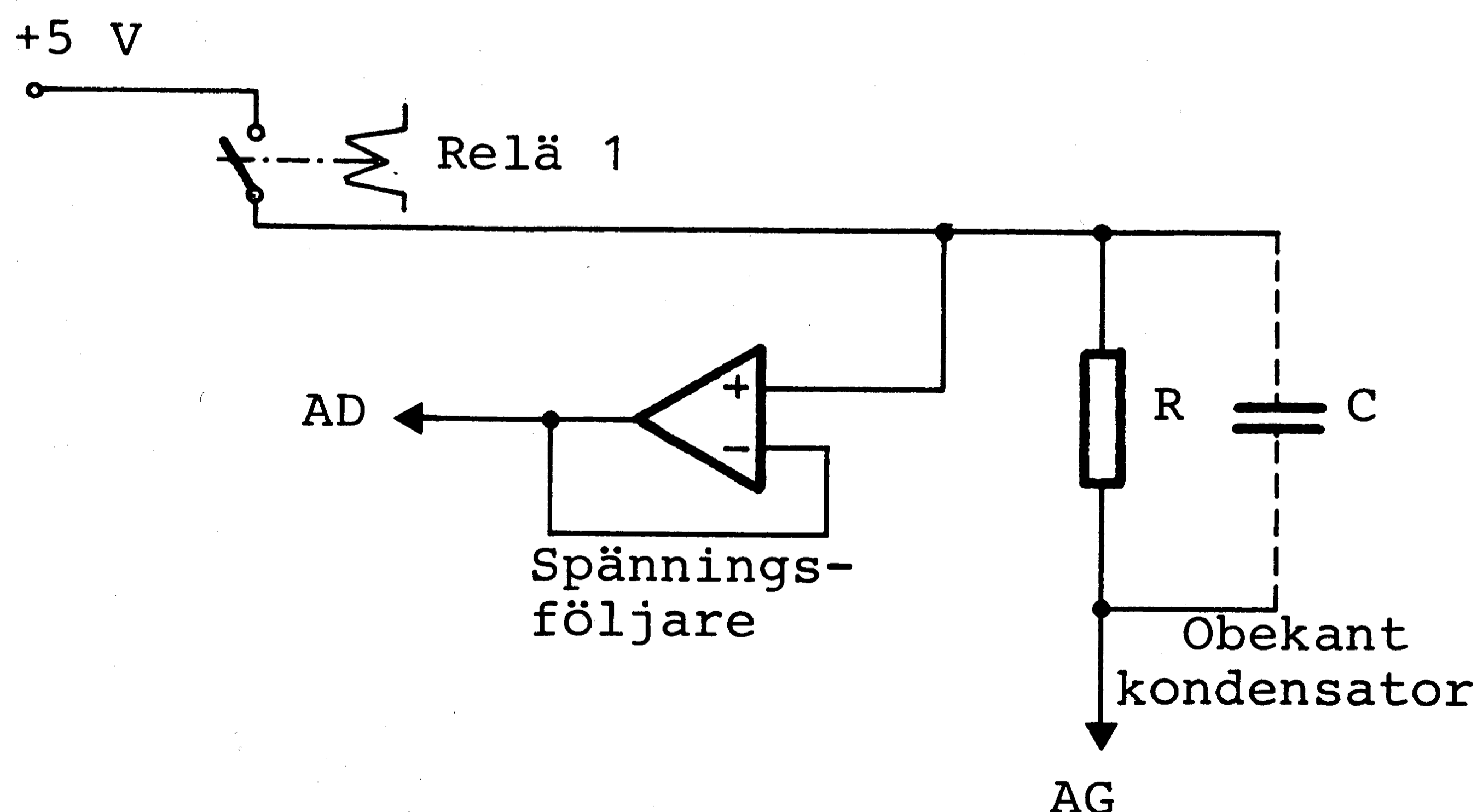


Fig. 14-3: Kretsschema för mätning av kapacitans med ABC-Lab

Programmet sluter relä 1 så att kondensatorn C får laddas upp till full laddning. Därefter bryter reläet, och kondensatorn laddar ur över resistorn R. Spänningsföljaren, (OP 741 eller motsvarande), som har mycket

högohmig ingång, är ditsatt för att inte ström skall shuntas via A/D-omvandlaren. Urladdningsförloppet kan beskrivas matematiskt med följande funktion:

$$U = 5 \exp(-t/T)$$

Differentialekvationen för urladdningsförloppet:

$$\frac{dU}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot U = 0$$

Homogen lösning:  $U(t) = K \cdot \exp(-t/RC)$

$T = RC$  är tidskonstanten.  $K$  bestäms ur begynnelse-tillståndet  $U(0)=5$ , vilket medför att  $K \cdot \exp(0)=5$ , dvs  $K=5$ .

När urladdningsförloppet startar, mäter A/D-omvandlaren spänningen med jämna tidsintervall så många gånger ( $T\%$  rad 20) som man önskar. Har man lägre krav på noggrannhet och krav på ökad snabbhet kan  $T\%$  minskas. Genom detta upprepade mätförfarande elimineras mätfel på grund av A/D-omvandlarens låga upplösning.

Efter insamlingsförloppet beräknas kapacitansen med utgångspunkt från ekvationen ovan.

$$\ln(U) = \ln(5 \exp(-t/T)) \Rightarrow T = R \cdot C = \frac{t}{\ln(5) - \ln(U)}$$

$$C = \frac{K \cdot (t_n - t_1)}{\ln(U(t_1)) - \ln(U(t_n))}$$

$K$  bestäms av valet av  $R$  och  $\Delta t = t_{n+1} - t_n$

Önskar man mäta inom andra kapacitansområden än de som programmet är gjort för, kan man höja  $R$  (vid lägre  $C$ ) eller minska  $R$  (vid högre  $C$ ). Observera att man då också måste ändra  $K$  (rad 30) i samma grad, ( $K$  är proportionell mot  $1/R$ ).

Programmet kan givetvis ändras genom att man gör insamlingen i en maskinspråkrutin. Det blir då möjligt att mäta mycket låga kondensatorvärden. Observera dock att snabba urladdningsförlopp kräver en S/H-krets.

Önskar man studera urladdningsförloppet med ett oscilloskop, går detta mycket bra, men observera då att man parallellkopplar 10 M $\Omega$  med 330 k $\Omega$  vilket påverkar  $R$  c:a 3%.

Programmet nedan kan givetvis korrigeras för att mäta resistans genom att ändra på  $K$  och ledtexterna.

```

10 REM *** ADC2 KAPACITANSMATARE ***
20 TX=400 : REM ANTAL SAMPLINGAR
30 K=.38 : REM KALIBRERAD KONSTANT MED R=330 (5%) kohm, OCH SPANNINGSFÖLJARE
40 DIM CZ(TX)
50 REM KAPACITANSMATNING
60 REM ANVÄND RELÄ 1 KOPPLAT TILL 5 VOLT
70 : CHR$(12)CUR(6,12)"KAPACITANSMATNING"
80 ;
90 OUT 1,64 : REM KORTVAL
100 OUT 4,1 : REM STYR RELÄ
110 : CUR(10,12)"1 10 nF-1 uF"
120 : CUR(12,12)"2 1 uF-15 uF"
130 : CUR(20,12)"NY MÄTNING(1/2)?" : GET AX
140 : CUR(8+2*VAL(AX),10)CHR$(127)
150 OUT 4,0
160 FOR IX=0 TO 10 : NEXT IX : REM VÄNTA PÅ RELÄET
170 OUT 2,0 : AX=INP(0) : FOR IX=1% TO 2%*VAL(AX)ÜB% : NEXT IX : OUT 2,0 : BZ=INP(0)
180 : CUR(1,1)AX,BZ : REM INDIKERING PÅ TIDSKONSTANT
190 OUT 4,1
200 IF AX=255 AND BZ=255 THEN 430
210 IF AX=0 OR BZ=0 THEN 430
220 AX=VAL(AX)
230 FOR IX=0 TO 300 : NEXT IX : REM GE TID FÖR UPPLADDNING AV KONDENSATORN
240 OUT 4,0 : REM SLAPP RELÄET
250 FOR IX=0 TO 10 : NEXT IX : REM VÄNTA PÅ RELÄET
260 FOR IX=0% TO TX : OUT 2%,0% : CZ(IX)=INP(0%) : NEXT IX : REM SAMPLA
270 : CUR(16,12)CHR$(7)"MÄTNINGEN KLAR!"
280 KZ=0 : E=0
290 BZ=CZ(0%) : D=LOG(BZ+.5)
300 FOR IX=1 TO TX STEP AX
310 IF ABS(CZ(IX)-BZ)>20 AND CZ(IX)>40 THEN KZ=KZ+1 : GOTO 320 ELSE GOTO 340
320 C=IX/((D-LOG(CZ(IX)+.5))*10Ü2%)
330 E=E+C
340 NEXT IX
350 C=E*K/KZ
360 : CHR$(12)
370 : CUR(10,1)" KOND. KAPACITANS="C" uF"
380 ;
390 : " BERÄKNINGSUNDERLAG: "KZ" MÄTNINGAR"
400 OUT 4,1
410 : CUR(23,5)"SLÅ GODT.TANGENT FÖR NY MÄTNING" : GET AX
420 GOTO 70
430 : CHR$(12)CUR(12,1)CHR$(7)"INGEN KONDENSATOR ELLER FÖR LAGT/HÖGT VÄRDE!"
: FOR I=1 TO 3000 : NEXT I : GOTO 70

```

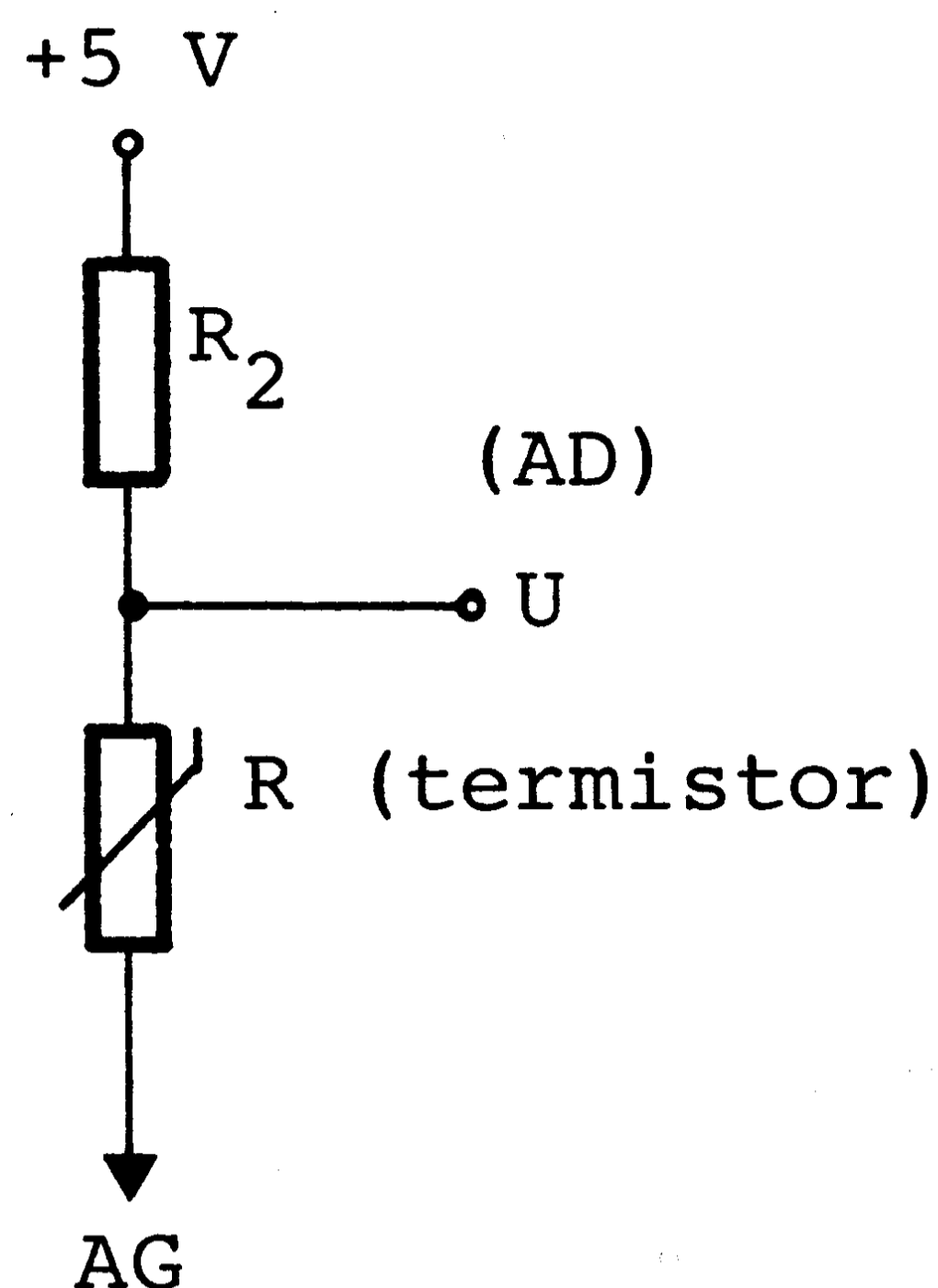
### 3. Temperaturmätning

Det elektriska motståndet hos metaller, legeringar och halvledare varierar med temperaturen. Detta fenomen kan man utnyttja för temperaturmätningar.

För en termistor, (termisk resistor av metall-oxid), kan resistansens temperaturberoende skrivas:

$$R = A \cdot \exp(B/T) \text{ där } A \text{ och } B \text{ är konstanter.}$$

Av detta uttryck framgår att temperaturen kan bestämmas genom att mäta resistansen. Hur kan man då mäta resistansen på ett enkelt sätt? (Jfr. program ADC2)



Genom spänningsdelning erhålles:

$$U = 5 \cdot \frac{R}{R + R_2}$$

$$R = \frac{R_2 \cdot U}{5 - U}$$

Fig. 14-4: Kretsschema för mätning av temperatur

Denna mätmetod är både snabb och enkel, men A/D-omvandlaren's upplösningfel elimineras inte som i programmet ADC2.

Från datablad kan vi få uppgifter om resistansens relativa temperaturberoende (K) samt termistorns resistans vid viss temperatur (R<sub>1</sub>). Antag t.ex. att vi har följande data:

$$K = 5000 \text{ NTC konstant}$$

$$R_1 = 220 \text{ ohm vid } 25^\circ \text{ C, (} 298^\circ \text{ K)}$$

$$R = R_1 = R_1 \cdot \exp(-K/298) \cdot \exp(K/T), \quad T = 298 \text{ K}$$

Vi har alltså att:

$$A = R_1 \cdot \exp(-K/298) \text{ när } R_1 \text{ är resistansen vid } T = 298 \text{ K}$$

$$B = K$$

R kan vi således mäta ut och sambandet mellan R och T känner vi. Hur räknar vi då fram T ur detta samband?

$$R = R_1 \cdot \exp(-K/298) \cdot \exp(K/T)$$

$$\ln(R/R_1) = (K/T) - (K/298)$$

$$K/T = (K/298) - \ln(R_1/R)$$

$$T = \frac{K}{(K/298 - \ln(R_1/R))} \text{ K} \quad (T^\circ = TK - 273)$$

Serietillverkade lågpristermistorer har typiska onoggrannheter  $\Delta R_1 = +/-10\%$  och  $\Delta K$  upp till  $+/-40\%$ . För att få en god noggrannhet på temperaturmätningen bör varje termistor kalibreras så att dess K och R<sub>1</sub> blir kända.

Innan man kalibrerar bör man klara ut eventuella felkällor. Genom att det hela tiden flyter en ström genom termistorn utvecklas värme i densamma. Denna värmeutveckling kan dels ge felaktiga resultat och/eller påverka själva mätobjektet. Mätresultaten blir också beroende av omgivande medium. Exempelvis har vatten mycket god förmåga att transportera värme, medan stillastående luft transporterar dåligt. Hur kommer man då tillrätta med problemen?

1. Om värmeutvecklingen i termistorn inte påverkar mätobjektet nämnvärt, kan kalibreringen ske vid två temperaturer om förutsättningarna för övrigt är lika. Största felkälla är att värmetransporten från termistorn är beroende av omgivningstemperaturen och omgivande mediets (luft/vätska) cirkulation. Bästa resultat uppnås om man väljer R1 och R2 relativt höghohmiga, (exempelvis 2200 ohm), och spänningsföljare till A/D-omvandlaren.

2. Samma som ovan, men med temperaturberäkningen korrigerad med den inre värmeutvecklingen. Den inre värmeutvecklingen följer som bekant formeln  $P = RI^2$ . Korrigeringen blir då

$$\Delta T = \text{konst} \cdot R \cdot (5/(R+R2))^2$$

Konstanten beror på omgivningens förmåga att transportera bort värmen inom ett visst temperaturområde. Görs exempelvis kalibreringen i isvatten och varmt vatten, (värmetransporten mycket god), och termistorn skall användas i luft, kan denna korrektion med fördel användas. Detta är gjort i nedanstående program, då egenuppvärmningen är c:a 10 ggr större vid R1, R2 = 220 ohm än vid 2200 ohm.

3. Ställs kravet att termistorns värmeutveckling inte får påverka mätobjektet, kan samma metod utnyttjas som vid kapacitansmätningen. Anslut alltså 5 V-spänningen till ett relä och lägg endast en spänning över R1 och R2 vid själva mättillfället. Mät inte oftare än nödvändigt. Denna metod är dessutom nästan okänslig för omgivningens förmåga att transportera bort värme, och således kan kalibrering och mätning ske under helt olika yttre förutsättningar. Reläfunktionen skall då också läggas in i kalibreringsprogrammet.

Kalibrering för bestämning av R1 och K. Resistansformeln har två "obekanta" konstanter, varför mätning vid två olika temperaturer är tillräckligt, (jfr. ett ekvationssystem med två obekanta) för bestämning av konstanterna. Använd gärna två temperaturer som skiljer sig mycket (>40° C) så att A/D-omvandlarens upplösning inte ger för stort fel.

Nedan återfinner du två program varav det första utgör kalibreringsprogrammet, (ADC3KAL KALIBRERING AV NTC), och det andra är själva mätprogrammet, (ADC3 TEMPERATURMÄTNING).

```

10 REM **** ADC3KAL KALIBRERING AV NTC ****
20 U1=5 : REM REFERENSSPANNING
30 ; CHR$(12)"Det fasta motståndet (ohm)="; : INPUT R2
40 OUT 1,64 : REM ÖPPNA KORTET
50 FOR IZ=1% TO 2%
60 ONERRORGOTO 60
70 ; CHR$(12)"Låt temperaturen stabiliseras innan avläsningarna.
                Större temperaturdiff. ger bättre kalibrering."
80 ; CUR(10,1)"Avläst temperatur ("IZ") i Celsius ="; : INPUT T(IZ)
90 T(IZ)=T(IZ)+273
100 FOR JZ=1 TO 10
110 OUT 2%,0%
120 U=INP(0%)*5/255 : REM LÄS SPÄNNINGEN I VOLT
130 R(IZ)=R(IZ)+U*R2/(U1-U)
140 NEXT JZ
150 R(IZ)=R(IZ)/10
160 NEXT IZ
170 ONERRORGOTO 290
180 K=(T(1)*T(2))/(T(2)-T(1))*LOG(R(1)/R(2))
190 R1=R(1)*EXP(K*(T(1)-298)/(298*T(1)))
200 ; CHR$(12)CUR(5,0)
210 ; "RESISTANSEN VID T="T(1)-273" C ÄR "INT(R(1)*10+.5)/10" OHM"
220 ;
230 ; "RESISTANSEN VID T="T(2)-273" C ÄR "INT(R(2)*10+.5)/10" OHM"
240 ;
250 ; "TERMISTORNS KONSTANTER ÄR:"
260 ;
270 ; " R1="INT(R1*10+.5)/10," K="INT(K*10+.5)/10
280 END
290 ; CHR$(12)CUR(10,0)"Ingen temperaturskillnad eller          elektriskt fel !!!"
300 FOR IZ=1 TO 2500 : ; CHR$(7); : NEXT IZ
310 GOTO 10

```

```

10 REM **** ADC3 TEMPERATURMÄTNING ****
20 U1=5 : REM REFERENSSPANNING
30 K=3277 : REM UPPMÄTT NTC KONSTANT
40 R1=204 : REM UPPMÄTT NTC 204 OHM(25 GRADER)
50 R2=220 : REM FASTA MOTSTANDET 220 OHM
60 K1=80 : REM KORREKTIONSKONST. FÖR EGEN-EFFEKTVÄCKLINGEN. K1 BESTÄMS AV HUR
70 REM MYCKET TEMPEN ÖKAR FRÅN KALIBRERINGS MEDIET TILL SLUTLIG ANVÄNDNING
80 ONERRORGOTO 220
90 OUT 1,64 : REM VÄLJ KORT
100 FOR IZ=1 TO 10
110 OUT 2,0 : REM STARTA ÖMVÄNDLINGEN
120 UZ=INP(0) : REM LÄS AD
130 U=UZ*5/255+U
140 NEXT IZ
150 U=U/10%
160 R=U*R2/(U1-U) : REM NTC RESISTANS
170 T=K/(K/298-LOG(R1/R))-273-K1*R*(5/(R+220))*U% : REM TEMP.BER.MED EFF.KORR.
180 ; CHR$(12)CUR(10,7)"TEMPERATUR="INT(T*10+.5)/10"TAB(24)"Celsius"
190 ; CUR(22,0)"R="INT(R*10+.5)/10" ohm"
200 U=0
210 GOTO 100
220 ; CHR$(12)"ELEKTRISKT FEL !!!"
230 FOR IZ=1 TO 1000 : ; CHR$(7); : NEXT IZ
240 GOTO 10

```

Korrigerera sats 30, 40, 50 och 60 i temperaturmättningsprogrammet ovan, så att dina konstanter blir riktiga.

I och med denna introduktion bör du själv kunna göra förändringar i programmet ovan för att göra egna mät- och styrtillämpningar. Genom att använda ABC-Lab MUX 8 kan du mäta upp till 8 temperaturer. Med 8 temperaturgivare och några reläer torde man exempelvis kunna göra ganska intressanta studier för energioptimering i fastigheter genom att ävan utnyttja yttertemperaturens förändringar, solsken/icke solsken, tidpunkt på dygnet, m.m.



## 15. P R O T O T Y P S N I T T E T

Prototypsnittet kommer man åt på sockel 4C. Den dubbelriktade DATA-bussen är åtkomlig på pinne 1-8 och STYR-bussen på pinne 16-10. Se figur 15.1 och Appendix C, (kretsschema).

När kortval gjorts till proto-snittet, finns alla styrsignaler tillgängliga för att styra egna uppkopplingar på protoplattan. DATA-bussen riktas normalt utåt (FRÅN datorn) men vänds automatiskt inåt vid utförande av en INP 0% eller INP 1% instruktion. CSS ger bekräftelse på att proto-snittet har tillgång till I/O-bussen.

Genom tillgång till detta snitt har ABC-Labs användbarhet ökats så att även elektronikkonstruktören fått tillgång till ett kraftfullt utvecklingshjälpmedel.

Kommunikation med DATA-bussen sker via en dubbelriktad buffert, (74LS245, position 2B), medan STYR-bussen nås via en enkelriktad buffert, (74LS244, position 3B).

Att i detalj behandla detta snitt vore att gå för långt här. Den intresserade användaren kan själv skaffa sig kunskaper om ABC 80/800's I/O-buss i det rikliga sortiment av litteratur inom ämnesområdet.

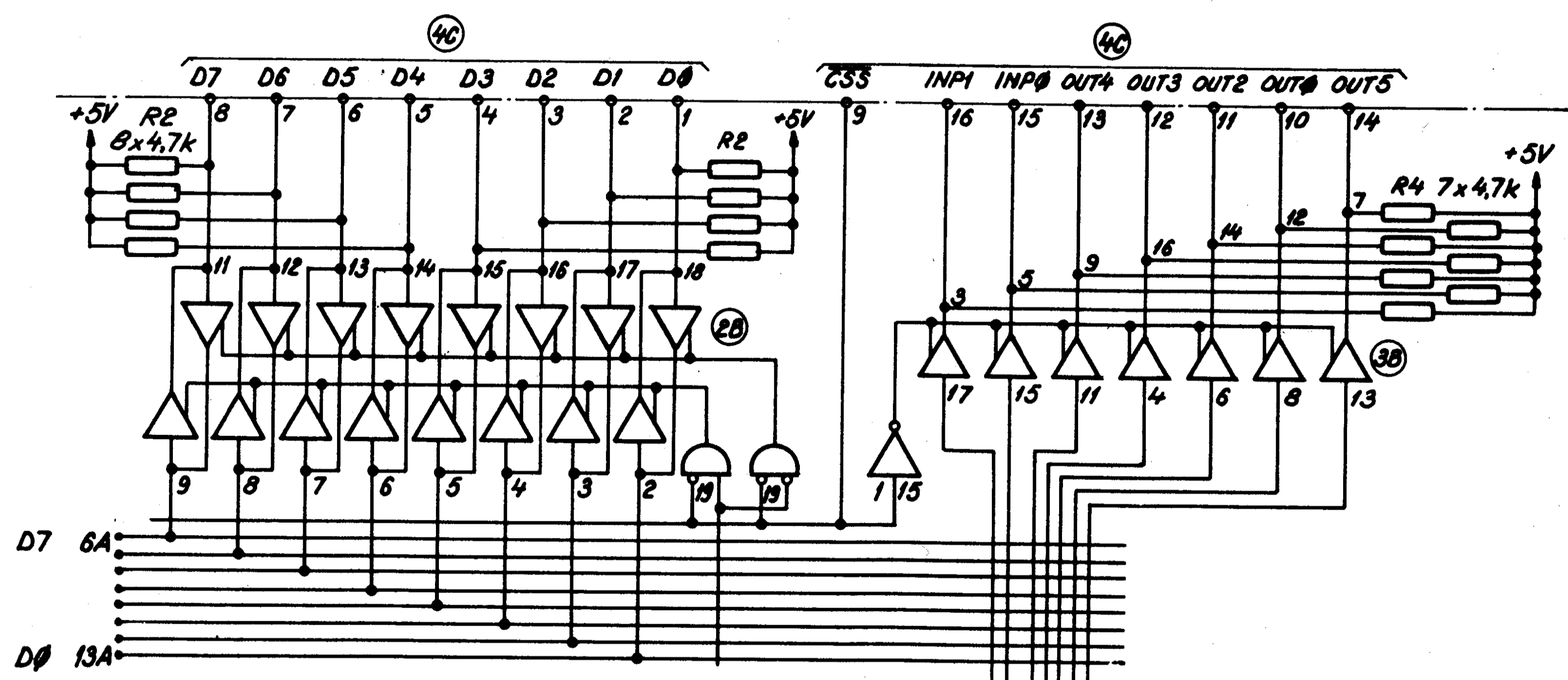


Fig. 15-1: Kretsschema för prototypsnittet

## 16. ÖVRIGA FUNKTIONER

## 16.1 Nätaggregat

Matningsspänningarna +5, +12 och -12 V samt signaljord kan lätt överföras till någon av de tre dubbel-bussarna på protoplattan. Nätaggregatet får maximalt belastas till 16 W vid längre användning. Spänningarna kan nås på sockel 5A:

Jord	-	pinne	1-8
+5 V, 2 A	-	pinne	2-7 (justerbar +/- 10%)
+12 V, 0,4 A	-	pinne	3-6 (justerbar +9 till +15 V)
-12 V, 0,4 A	-	pinne	4-5 (justerbar -9 till -15 V)

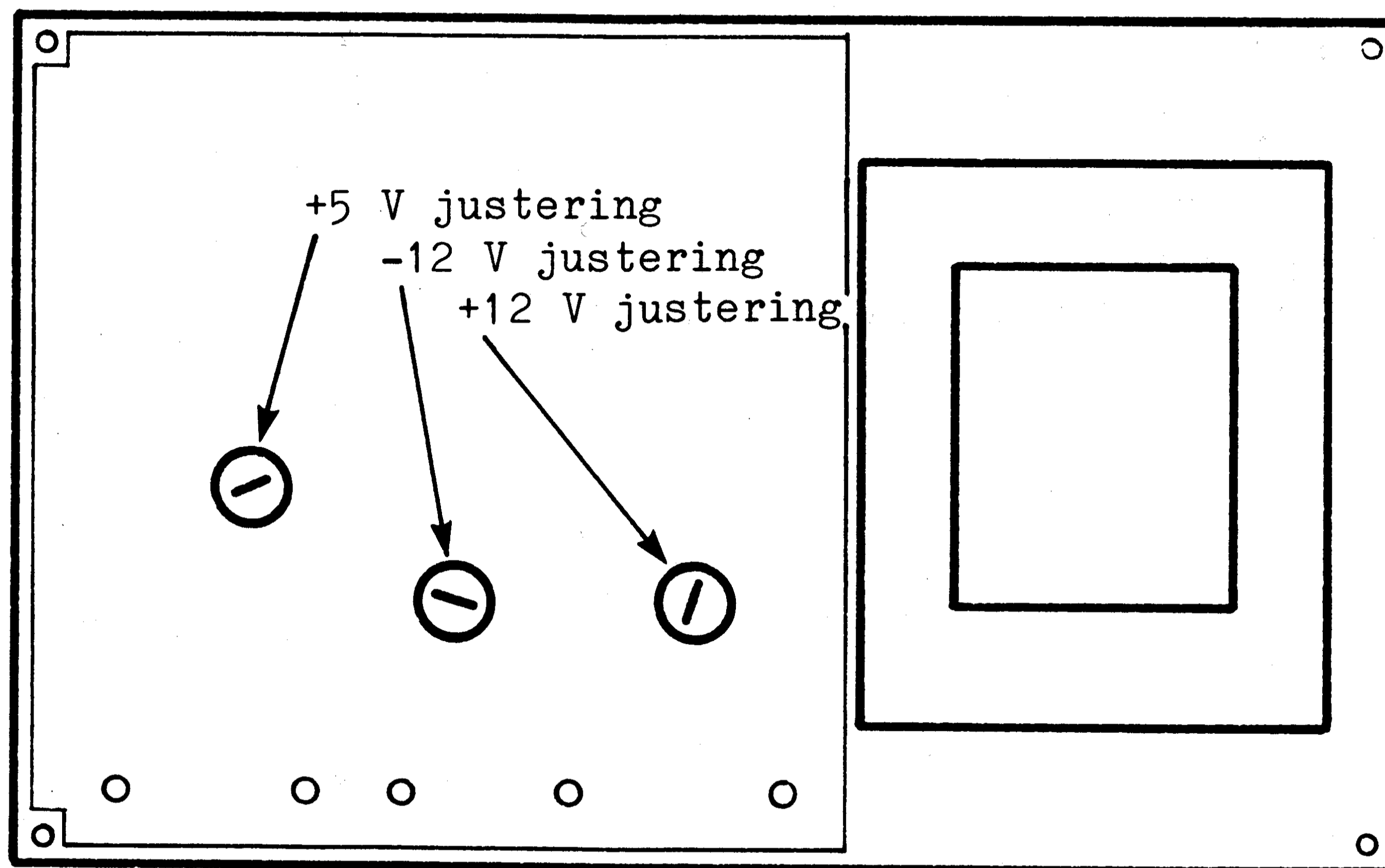


Fig. 16-1: ABC-Lab nätaggregat, (mönsterkort borttaget).

## 16.2 Protoplattan

Bussarna på protoplattan är förbundna i horisontell led medan kopplingsdäcken är förbundna i vertikal led.

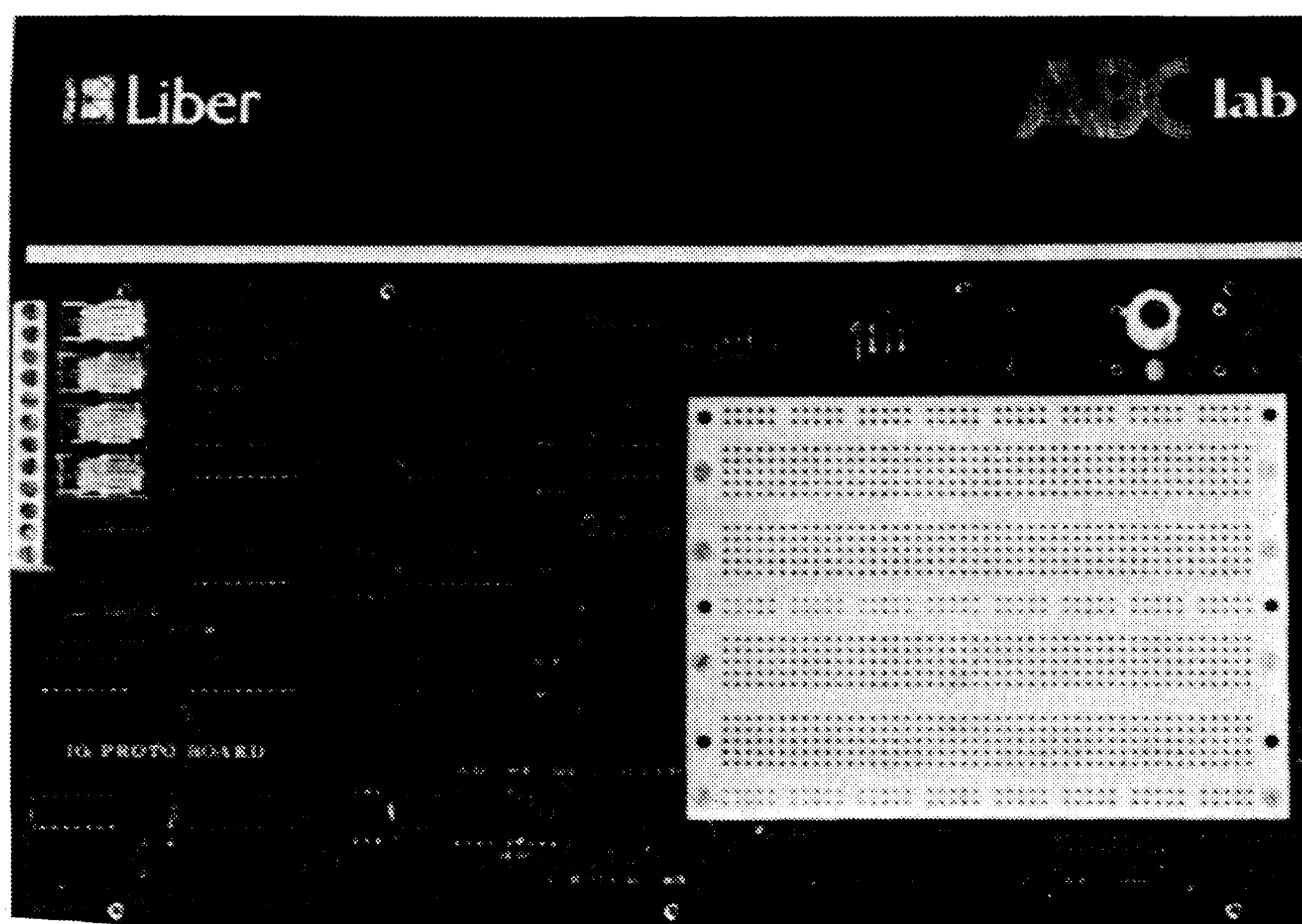


Fig. 16-2: ABC-Lab protoplatta

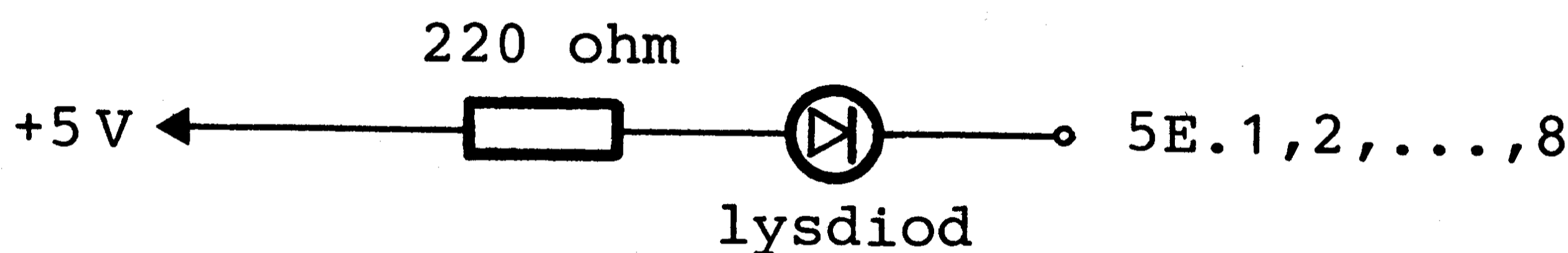
### 16.3 Yttre anslutningar

Vill man använda nätaggregatet i ABC-Lab till yttre enheter, kan man komma åt spänningarna via polskruvarna längst upp till höger eller via stiftlisten nere i högra hörnet. De 4 stiften längst till vänster på stiftlisten innehåller de tre spänningarna och jord i avsikt att man skall kunna ansluta givare, reläer, m.m. som kräver spänning via flatkabel till ABC-Lab. Ofta måste givaren/givarna anslutas i närheten av något objekt som av praktiska skäl inte kan placeras nära datorn. Tillämpningar inom elkrafttekniken kan av säkerhetsskäl kräva en fysisk separation mellan låg- och högspänning för att undvika obehaglig sammanblandning.

De övriga 16 pinnarna på stiftlisten är tillgängliga för valfri användning. Kretshållaren till höger om stiftlisten är förbunden med stiftlisten så, att man från protoplattan eller från någon av de fasta in- och utgångarna kan ansluta önskade signaler till den tänkta yttre tillämpningen. Förbindelse mellan ABC-Lab och den yttre applikationen åstadkommes med hjälp av 20-polig flatkabel och 20-polig sockelkontakt, (exempelvis AMP eller Ansley), för anslutning till stiftlisten.

### 16.4 Lysdiodgruppen

De åtta lysdioderna är avsedda för fri användning. Man kommer åt dioderna vid sockel 5E. Lysdioderna är kopplade enligt figuren nedan.



### 16.5 Övriga signaler

På den nedre högra kretshållarens (position 8E) fyra vänstra stift finns följande signaler tillgängliga:

**RDY** Denna kan användas för att föra in WAIT-states vid långsamma ingångar. Den torde också kunna användas för att hårdvarumässigt styra programhastigheten. Exempelvis kan en yttre klocka styra ett datainsamlingsystem där speciell tidskontroll krävs. Se mer om denna signal i processortillverkarens manualer.

**$\overline{\text{INT}}\emptyset$**  Denna signal kan användas när man vill aktivera någon servicerutin utifrån. Den kan också användas när man "fastnat" i en maskinspråksrutin och vill komma tillbaka till BASIC.

Exempel på ett "nonsens"-program, som hjälper oss att demonstrera detta, återfinnes nedan. Kör detta program. När du jordar  $\overline{\text{INT}}\emptyset$  (GND) kommer servicerutinen att genomlöpas. Denna gör kortval 64 och en liten fördröjning innan den gör kortval 128 och upprepar detta 10 gånger. Innan du testar, se då till att du ställt in dessa två kortadresser

på kortväljaren. När du kört detta program, kan du ladda in och köra något annat program. Jorda  $\overline{INT\emptyset}$ , och ditt program kommer att avbrytas av interrupt-servicerutinen och fortsätta där det slutade först efter det att service-rutinen genomlöpts.

```

10 REM *** TEST-RUTIN FÖR INTERRUPT-SERVICE ***
20 REM INTERRUPTMOD 2
30 POKE 65408,237,94,201
40 A=CALL(65408)
50 REM 230 TILL I-REG
60 POKE 65411,62,230,237,71,201
70 A=CALL(65411)
80 REM INTERRUPT-SERVICERUTIN
90 REM EXEMPEL SOM ÖPPNAR KORT ADR.64 OCH 128 OCH BLINKAR 10 GGR
100 POKE 65474,243,8,213,30,10,62,64,211,1,205,222,255,62,128,211,1,205,222,255,
29,194,199
110 POKE 65496,255,209,8,251,237,77,62,255,22,128,21,194,226,255,61,194,224,255,
201
120 REM HOPPADDRESS TILL INTERRUPT-SERVICERUTIN
130 POKE 59135,194,255
140 REM TANGENTBORDETS HOPPADDRESS (EFTERSOM I-REG ANDRATS)
150 POKE 58932,30,3

```

$\overline{RES}$  Genom att jorda denna ger du datorn en RESET, (detta fungerar inte tillsammans med vissa äldre flexskiveenheter).

CL Detta är ABC 80's klocka. Dess frekvens är nästan 3 MHz.

Mellan protoplattan och kortkontakten finns en obuffrad plätering - OP5. Detta är INP(2%), som endast finns hos ABC 800.

A. KOMPONENTSYMBOLER

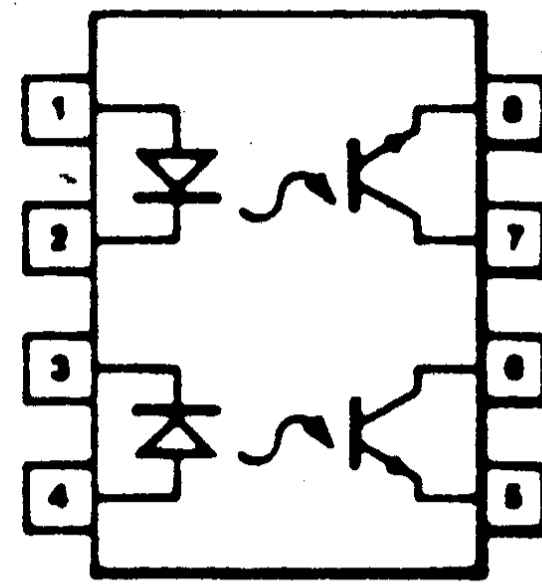
Placering

Typ

Pinlayout

1C

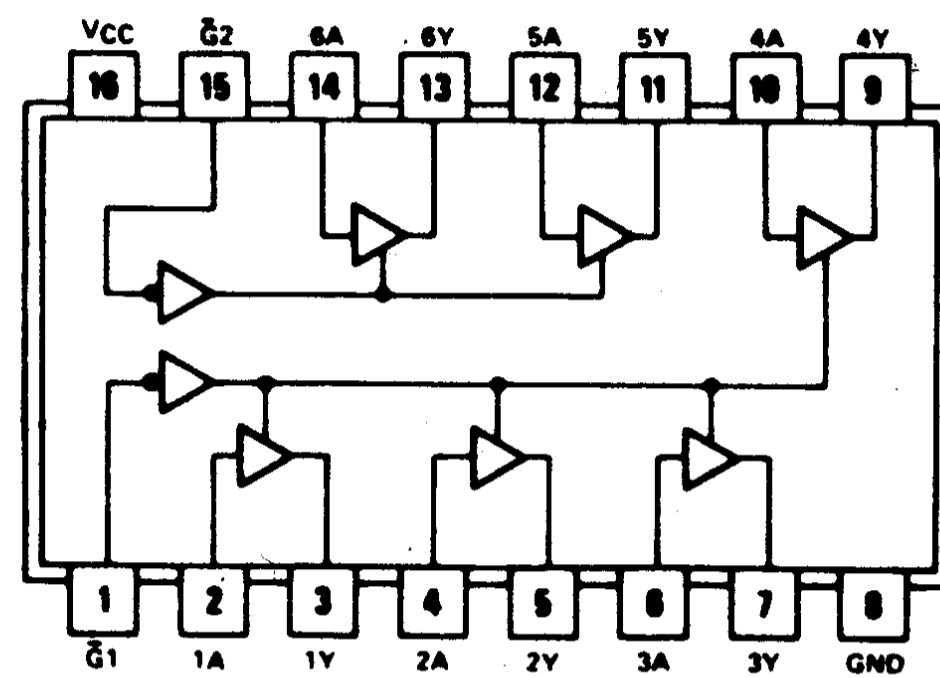
Optokopplare  
ILD74



- Pin
- 1 Anode
  - 2 Cathode
  - 3 Cathode
  - 4 Anode
  - 5 Emitter
  - 6 Collector
  - 7 Collector
  - 8 Emitter

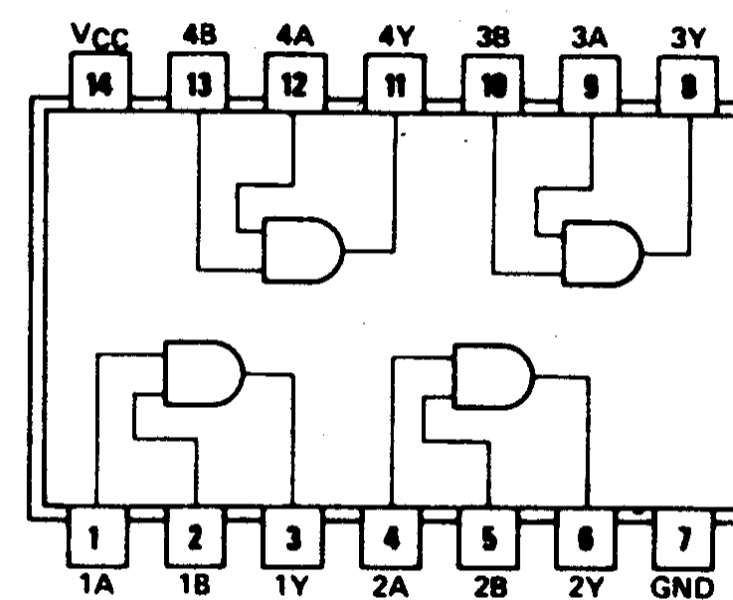
1D

Hex bus drivers  
367



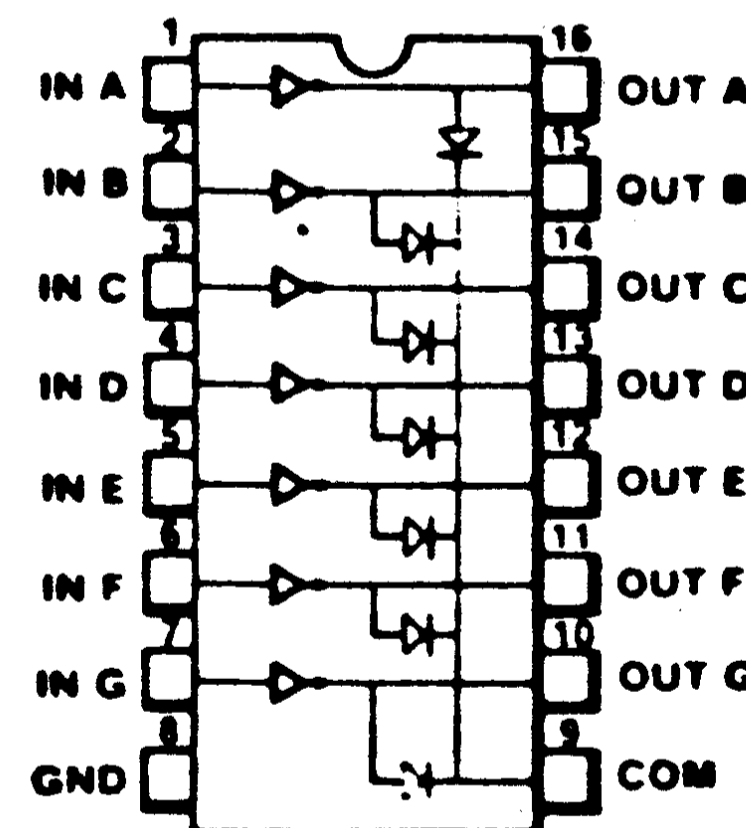
1E

Quadruple 2-input  
positive-AND gates  
08



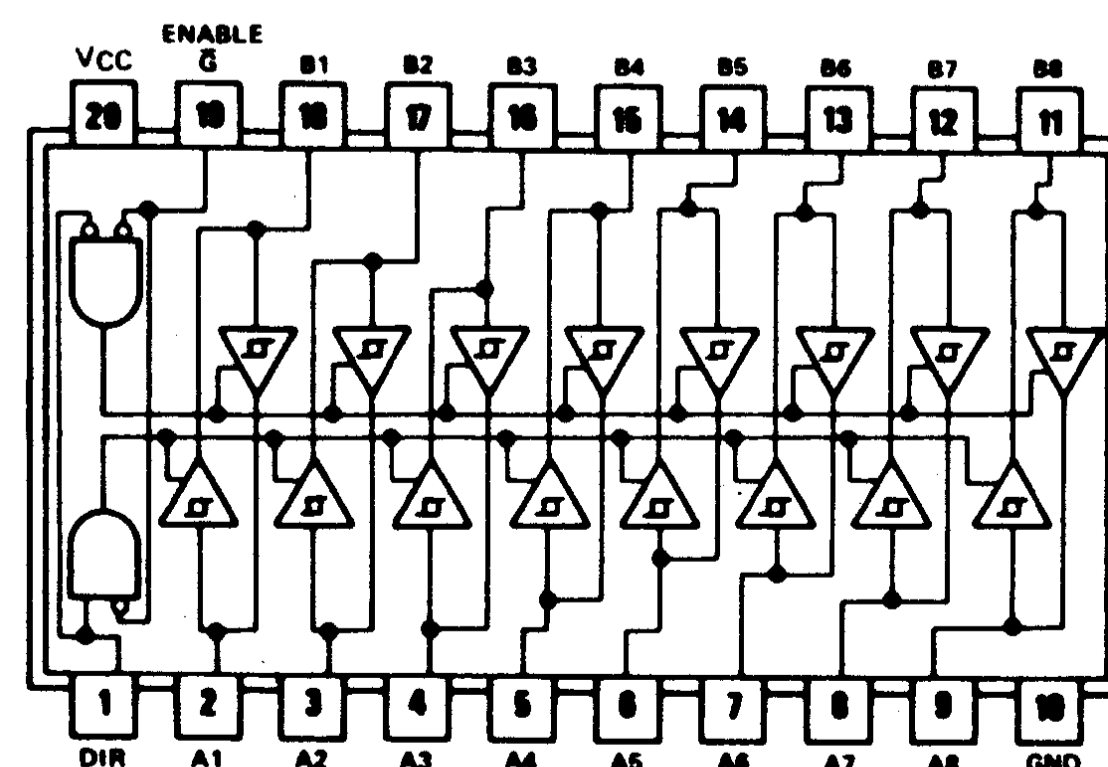
2A

Relay drivers  
9665PC  
9667PC  
9668PC



2B

Octal bus transceivers  
Noninverted  
3-state outputs  
245



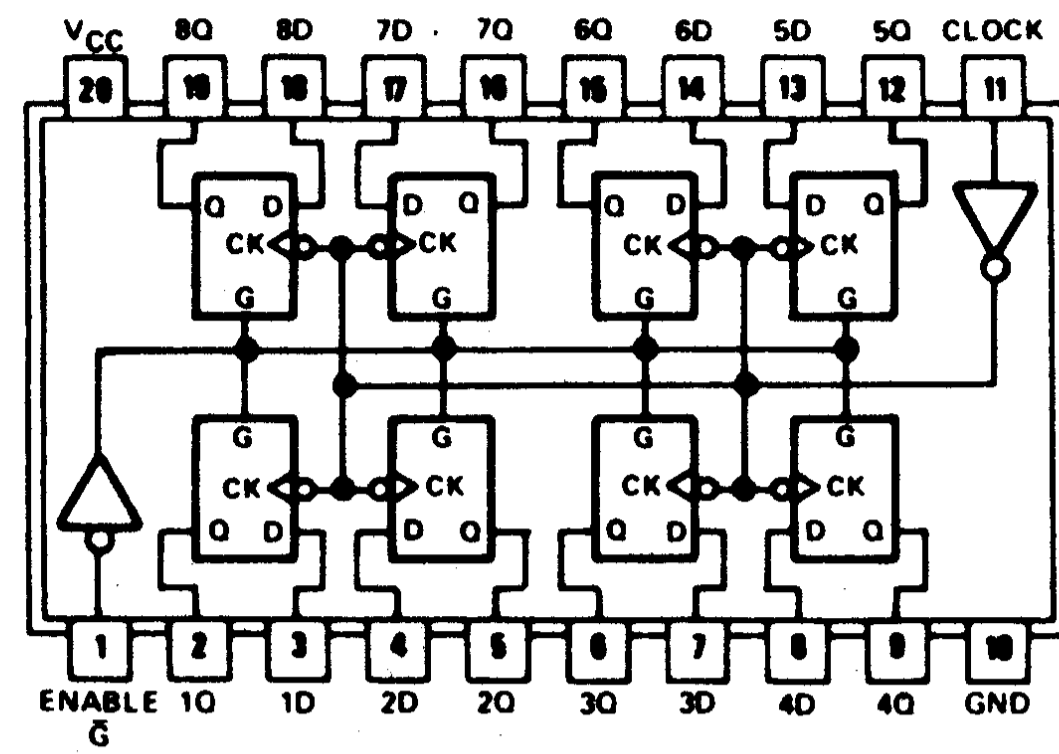
Placering

Typ

Pinlayout

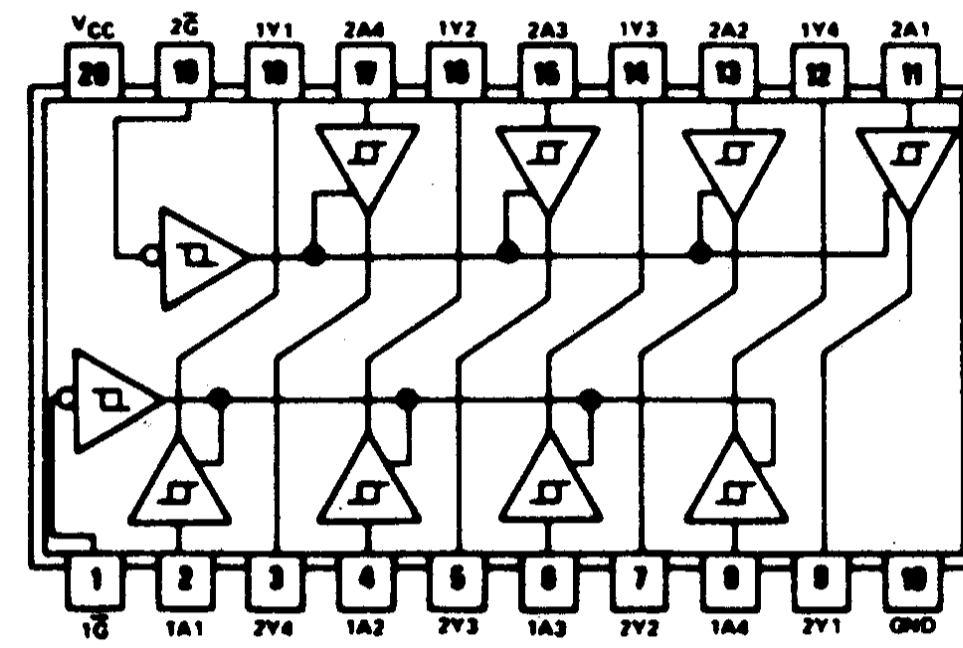
2C, 3C

Octal D-type flip-flops  
377



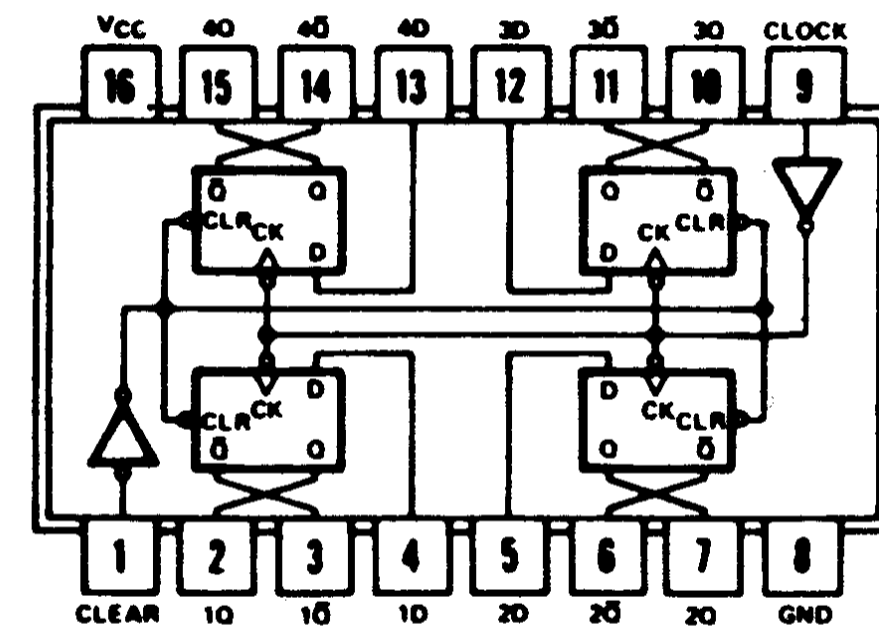
2D, 3B

Octal buffers/line drivers/  
Receivers  
244



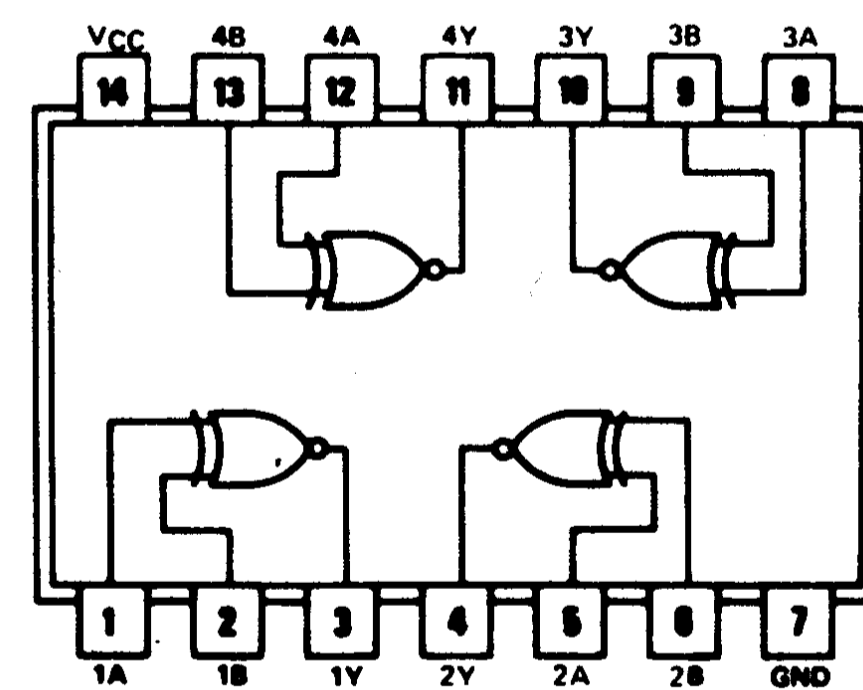
3A

Quad D-type flip-flops  
175



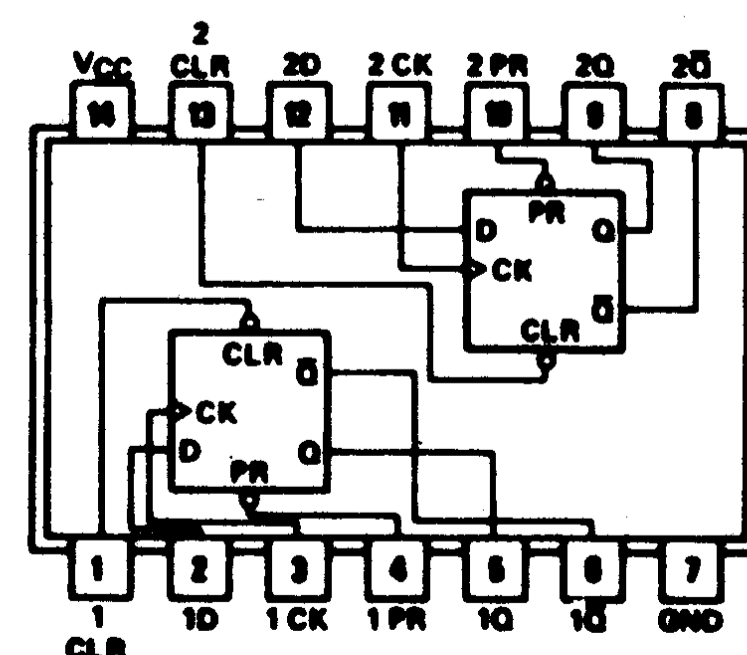
4A

Quad 2-input EXNOR gates  
Open collector outputs  
266



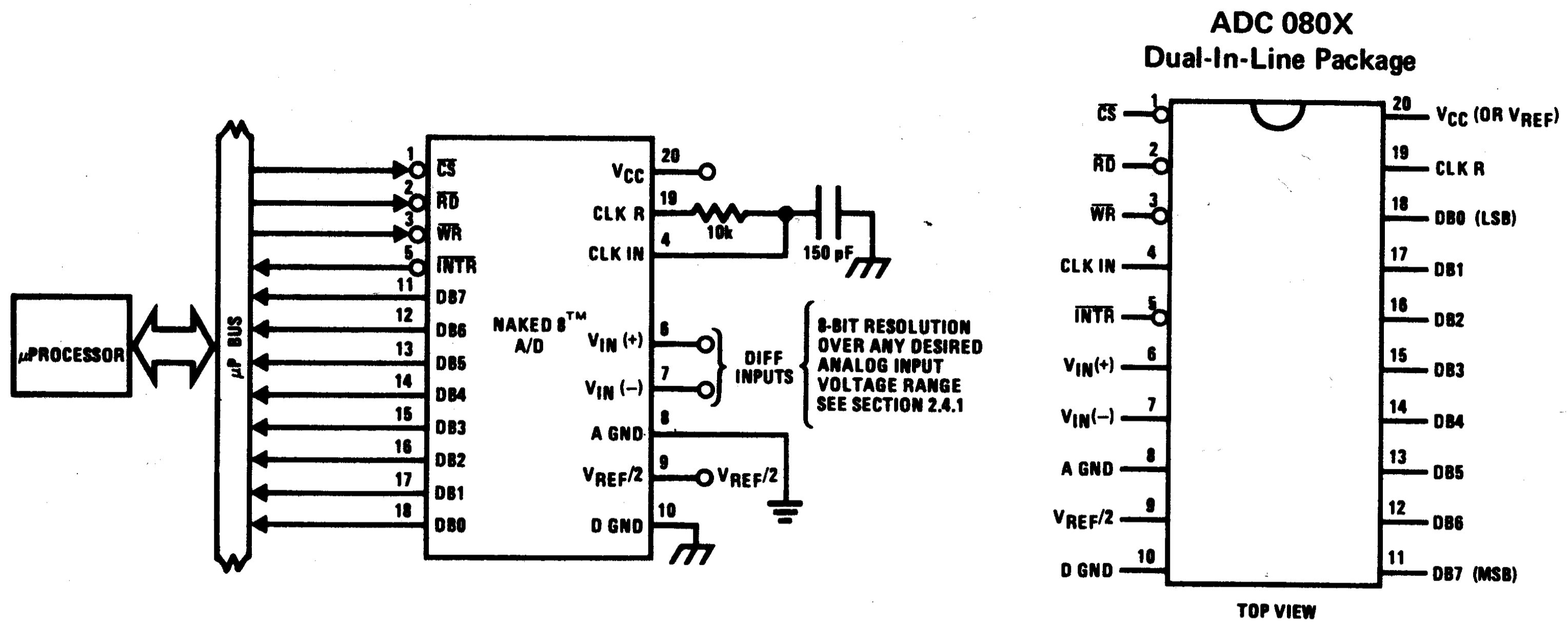
4B

Dual D-type positive-edge  
triggered flip-flops  
74

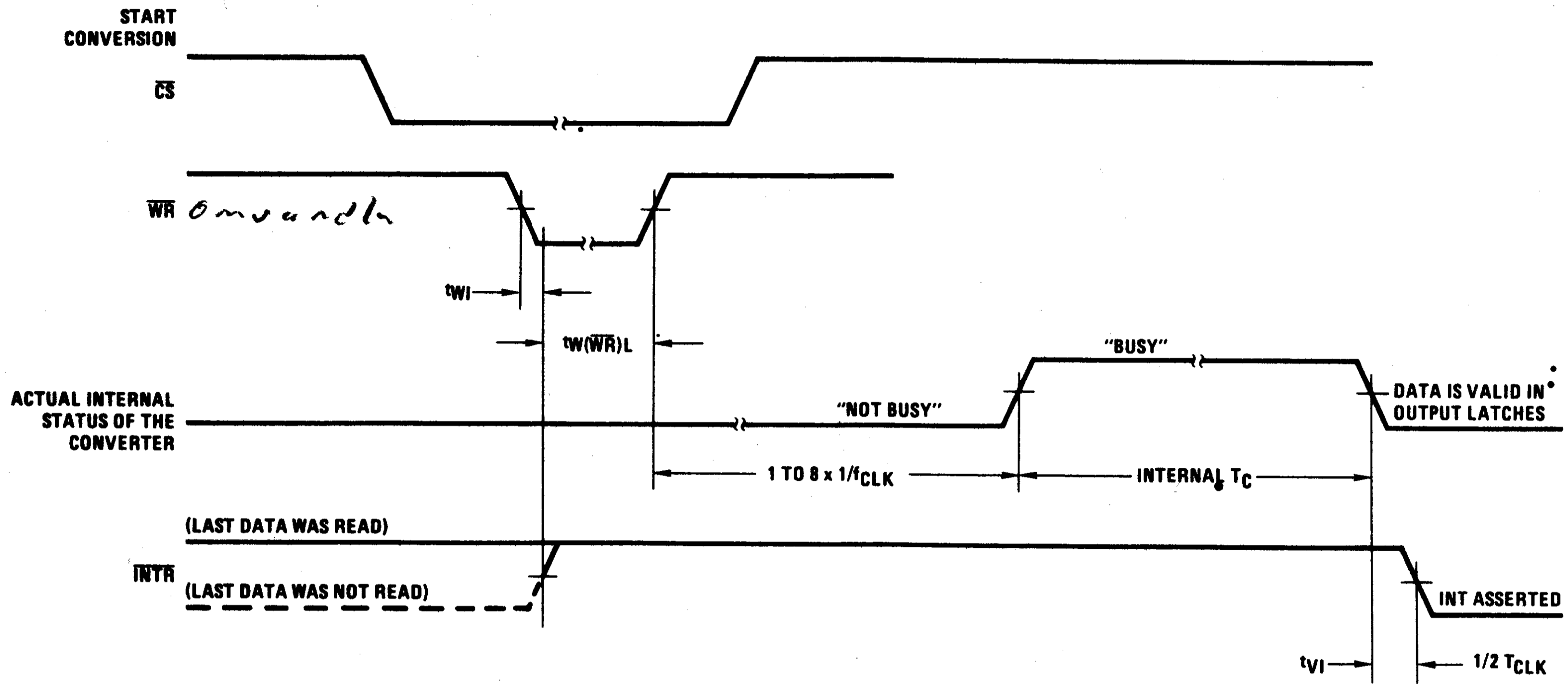


2E

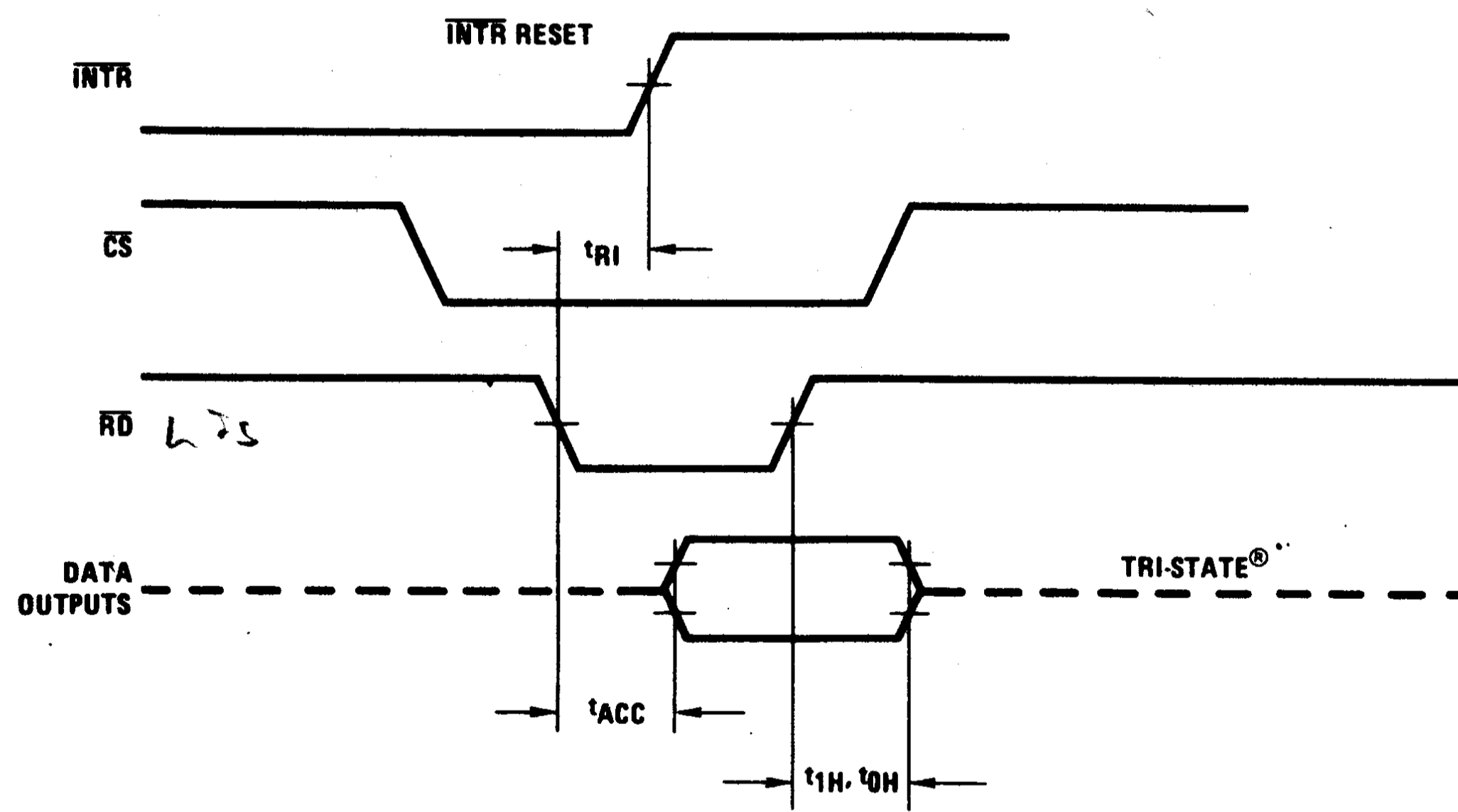
Analog/digital-omvandlare  
ADC0804



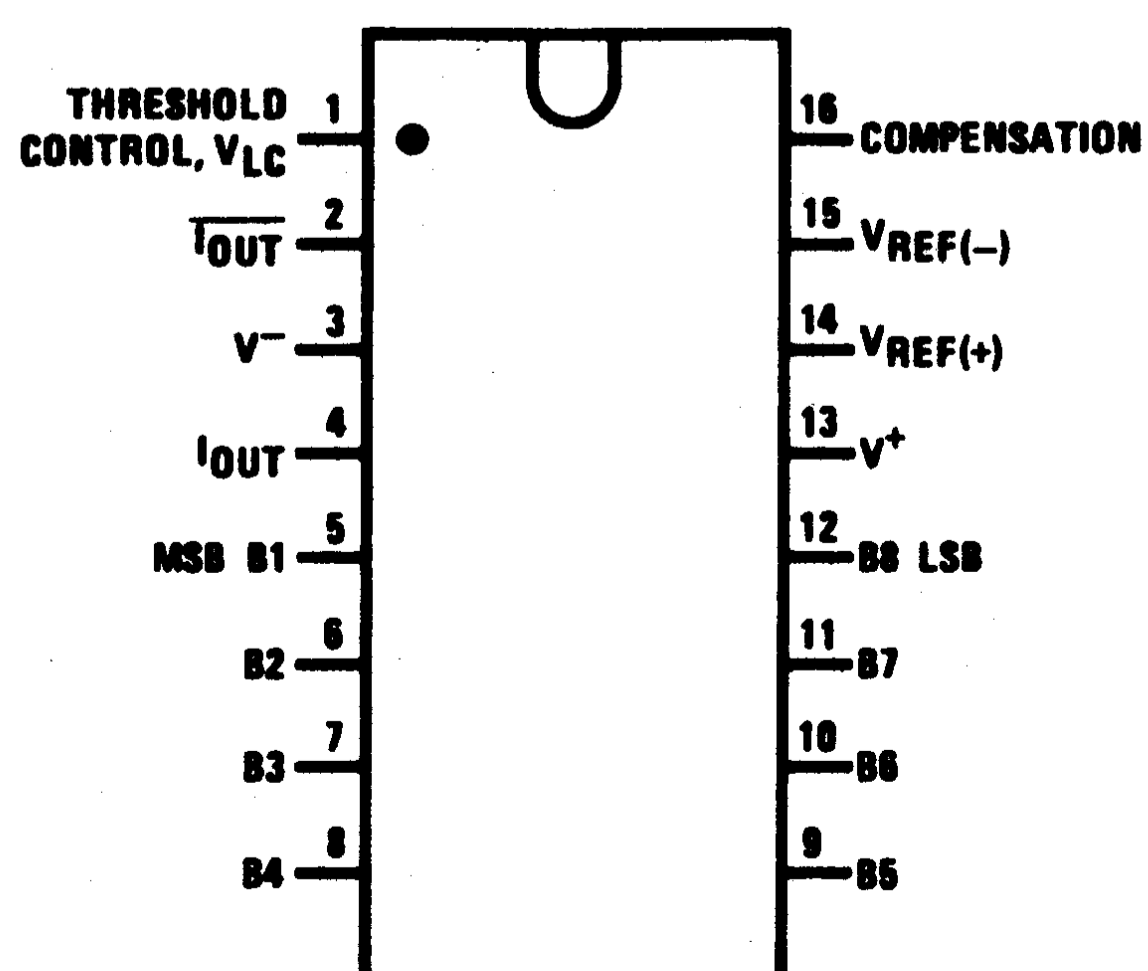
Timing Diagrams



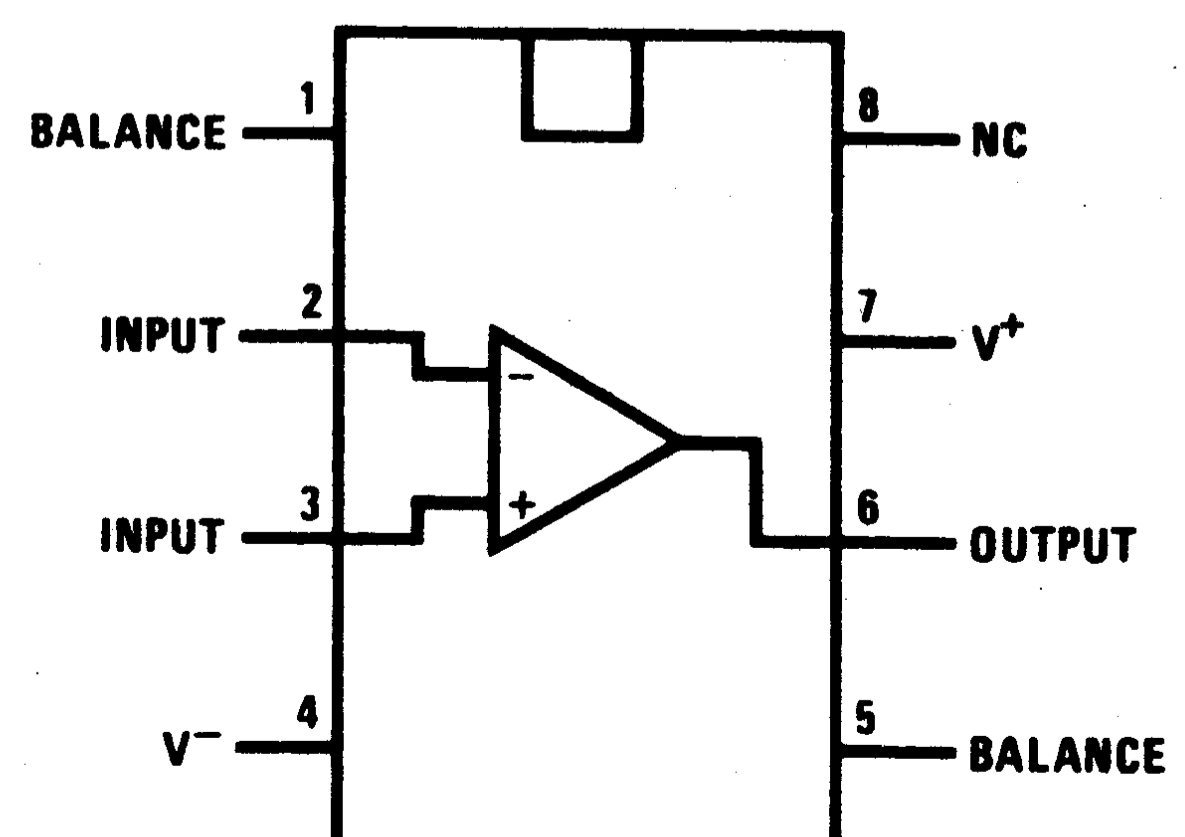
Output Enable and Reset  $\overline{INTR}$



3D Digital/analog-omvandlare  
DAC0800



3E Operationsförstärkare  
LF356



B. KOMPONENTPLACERING

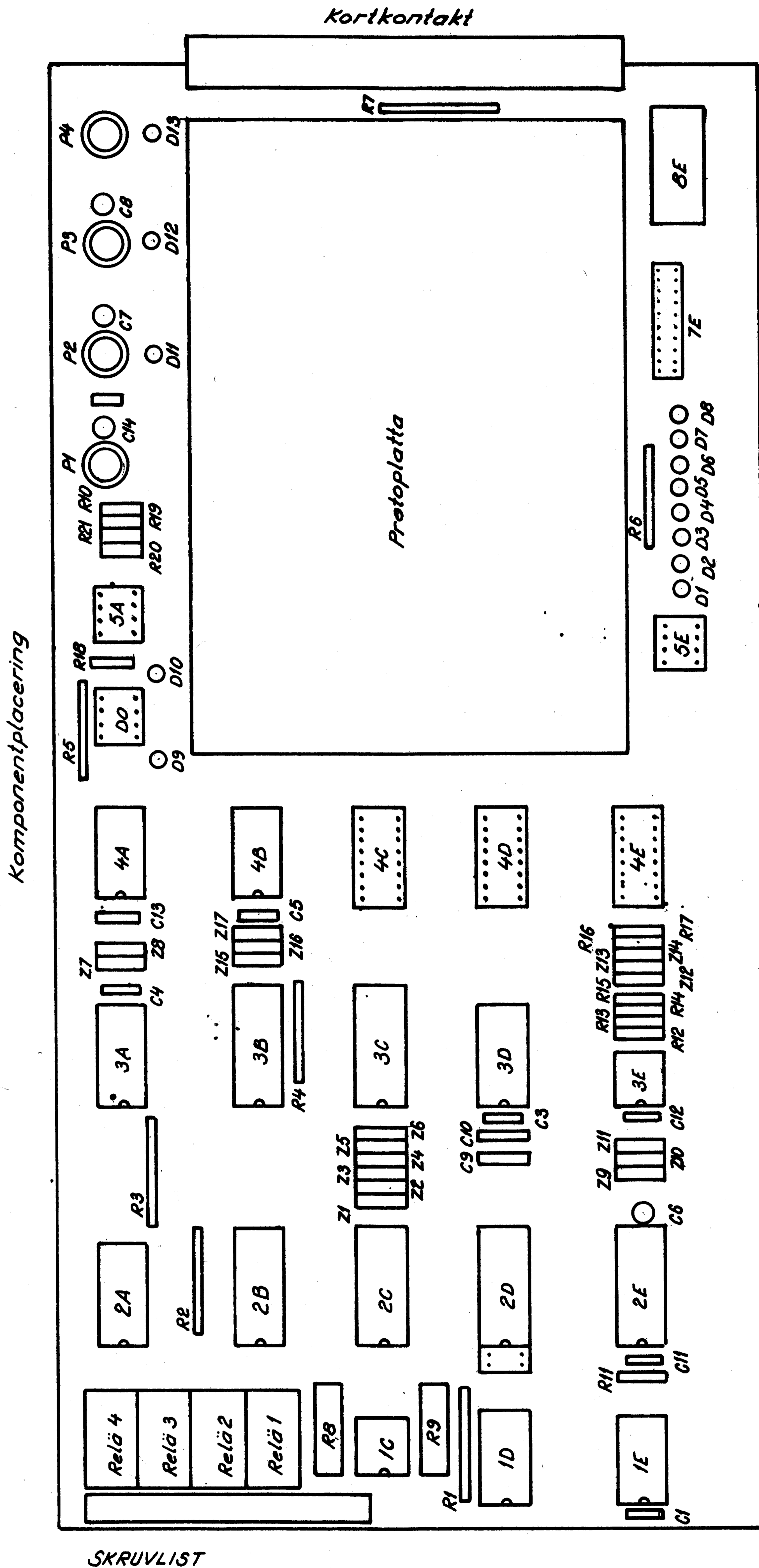


Fig. B-1: Komponentplacering på ABC-Lab



C. KRETSSCHEMA

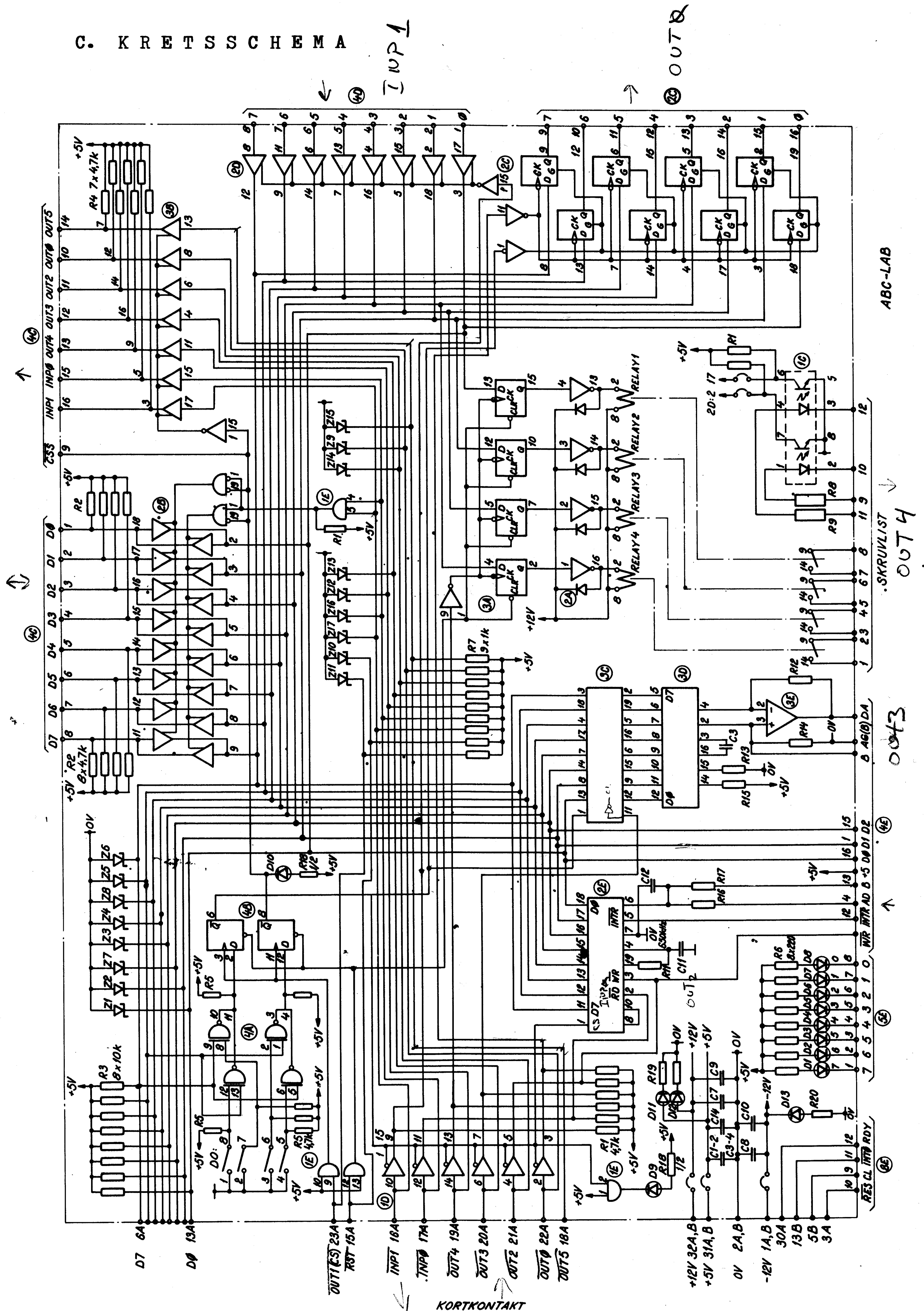


Fig. C-1: ABC-Lab kretsschema

D. BLOCKSCHEMA

Blockschema ABC-Lab

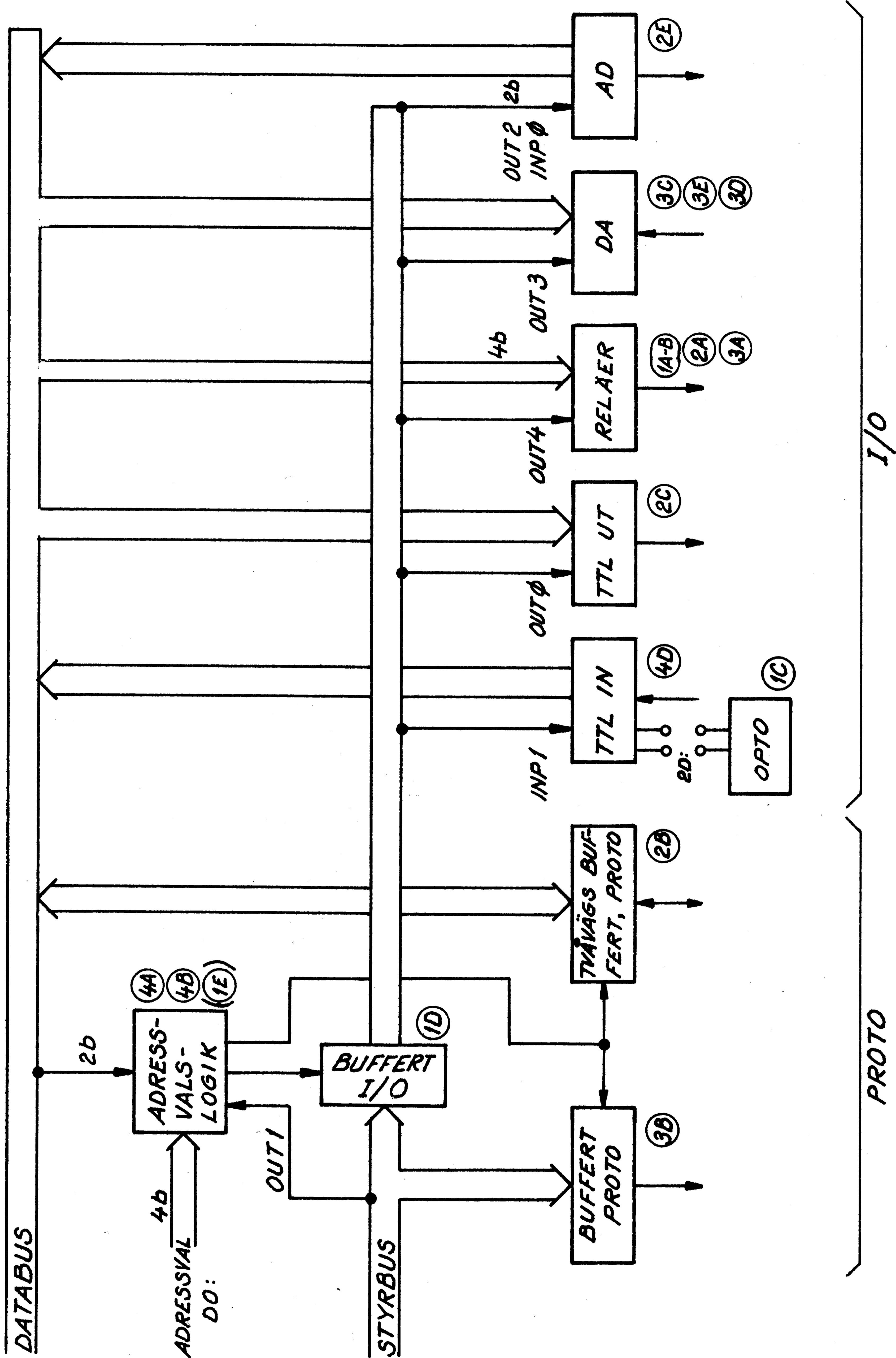


Fig. D-1: ABC-Lab blockschema

## E. REFERENSER

ABC om BASIC	Andersson, Kullbjer, Lundgren, Thornell DIDACT/Liber
ABC om mätdatorsystem	Eriksson, Magnusson, Rasmusson Scandia Metric AB/Liber
ABC om programmering och dokumentation	Lundgren, Lundin EMM-data/Liber
Börja med BASIC	Björk, Nilsson Liber
Z80 CPU Technical Manual	ZILOG Corp
Process Computer Technology	Heyden
Processdatorsystem	Institutionen för Regler- teknik, Chalmers Tekniska Högskola
Databoard systemmanual	SATTCO AB
Bygg ut ABC 80 med Databoard 4680	SATTCO AB/Liber
Kompendium i värmelära för E och F	Sven-Erik Arnell Institutionen för Fysik, Chalmers Tekniska Högskola
Styr och mät med ABC 80	Åke Westh Studentlitteratur
Avancerad programmering på ABC 80	Anders Isaksson Örjan Kärrsgård Scandia Metric AB Studentlitteratur
Bruksanvisning ABC 80	Luxor AB
Datablad	Texas Instruments
Datablad	Fairchild
Datablad	National Semiconductors

 **Liber**

ISBN 91-40-11376-0