

**Datamaskinsystem**

**Saab**

**D21**

**Systembeskrivning**



***Svenska Aeroplan Aktiebolaget***

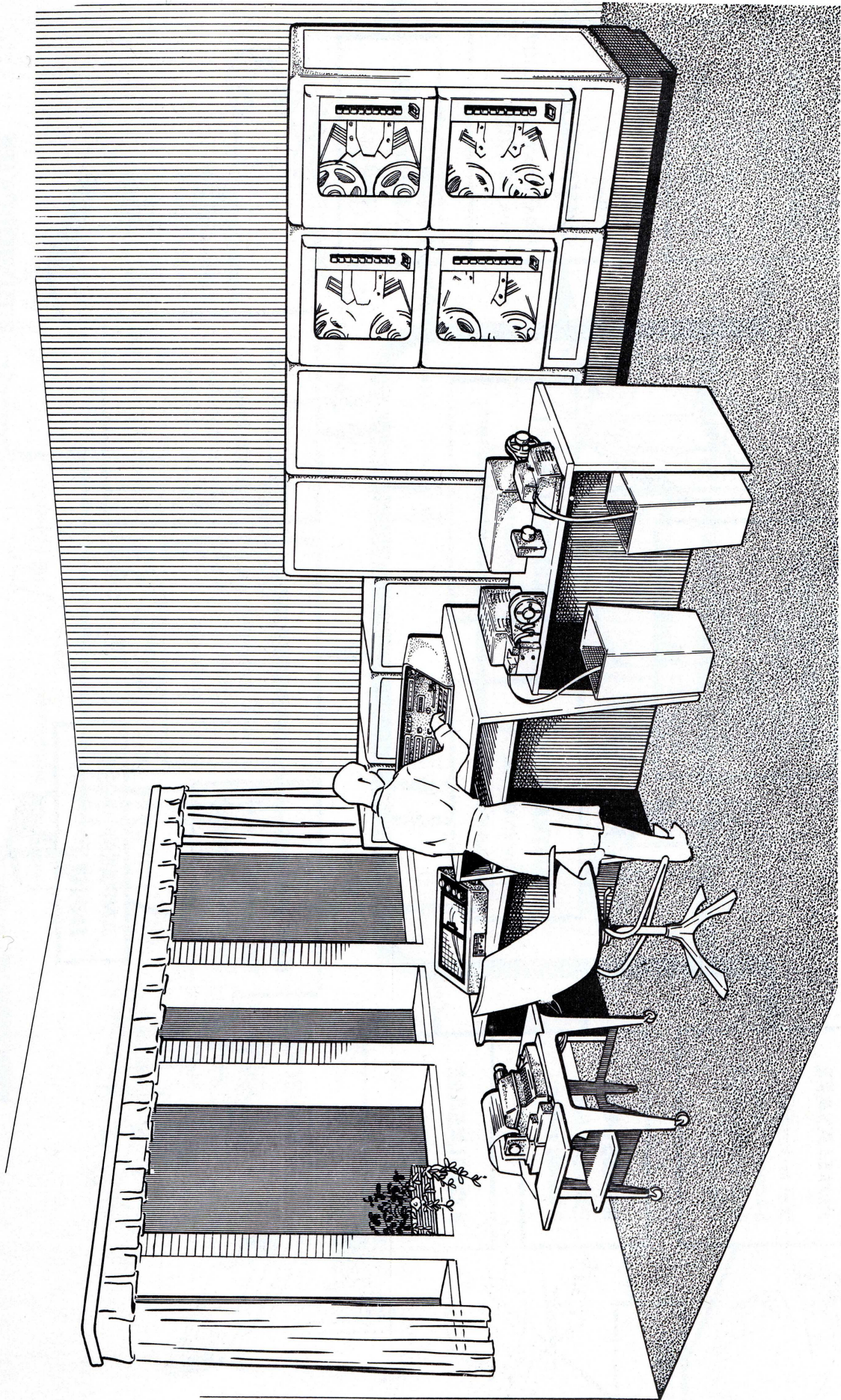
## Saab D21 Datamaskinsystem

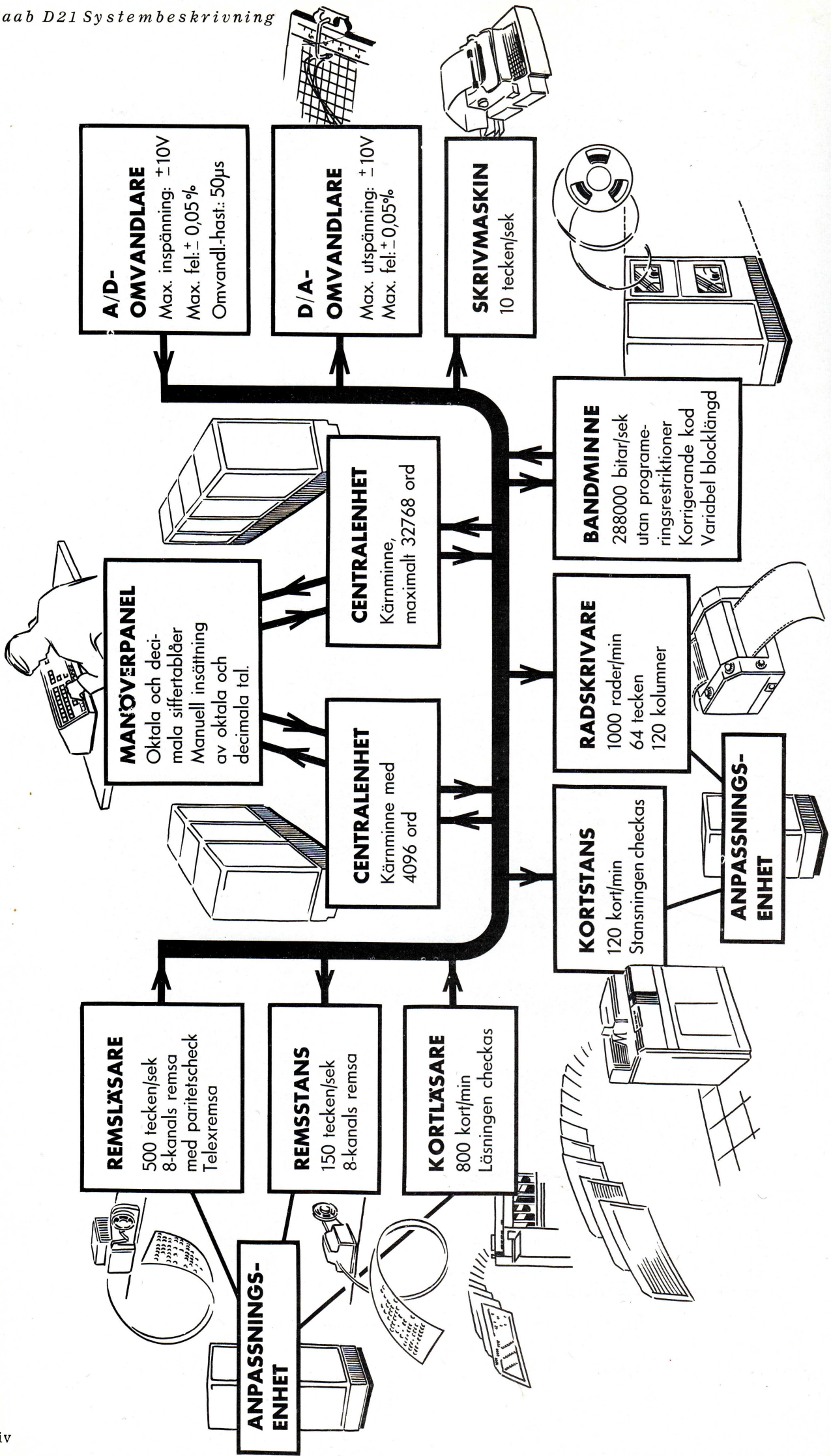
Denna publikation är avsedd att tjäna som sammanställning av de uppgifter som är av väsentligt intresse i datamaskinsystemet SAAB D21.

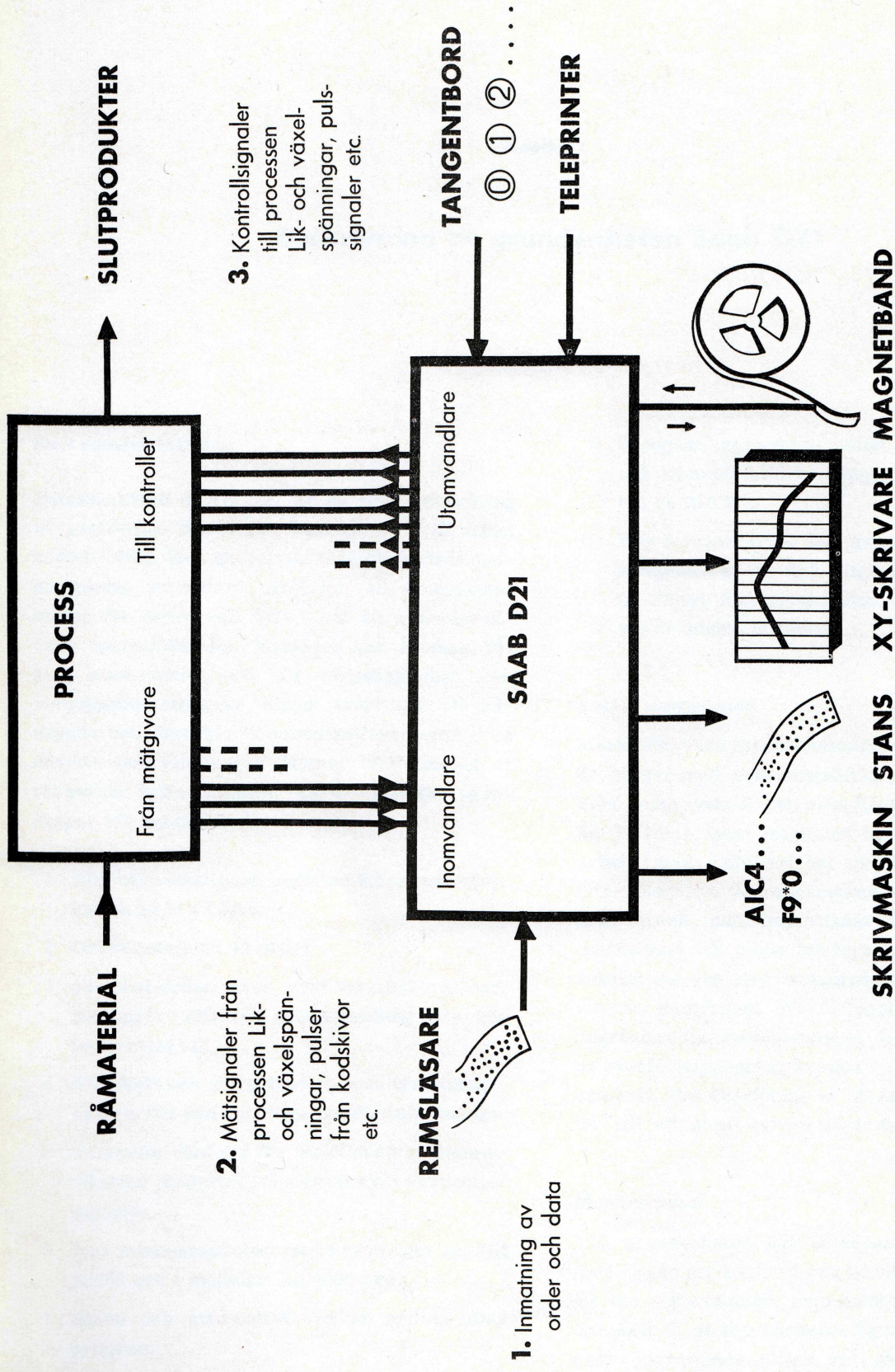
Till centralenheten i SAAB D21 kan anslutas en mängd varierande yttre enheter. Endast en del av dessa har behandlats ingående.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
Kapitel 1	Beskrivning av grundenheten SAAB D21 ..... 1
Kapitel 2	Kort beskrivning av yttre enheter ..... 7
Kapitel 3	Start av maskinen ..... 11
Kapitel 4	Manöverpanelen ..... 13
Kapitel 5	Alfanumeriska kodens uppbyggnad ..... 19
Kapitel 6	Orderordets uppbyggnad ..... 23
Kapitel 7	Adresser till minnesceller samt yttre enheter ..... 25
Kapitel 8	Talrepresentationen ..... 27
Kapitel 9	Informationsflödet ..... 31
Kapitel 10	Tecken- och spillindikatorerna ..... 39
Kapitel 11	Operationslista med tillämpningar ..... 43
Kapitel 12	Operationer för yttre enheter ..... 69
Kapitel 13	Blindorder ..... 71
Kapitel 14	Indirekt adressering ..... 73
Kapitel 15	Avbrottssignaler ..... 75
Kapitel 16	Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter. .... 79
Kapitel 17	Feldetektering i samband med yttre enheter ..... 81
Kapitel 18	Bandminnet ..... 83
Kapitel 19	Förklaringar till förekommande förkortningar ..... 93
Kapitel 20	Bildförteckning ..... 95







1. Inmatning av order och data

2. Mättnings signaler från processen Lik- och växelspanningar, pulser från kodskivor etc.

3. Kontrollsignaler till processen Lik- och växelspanningar, pulser etc.

4. Ändring av data under drift

5. Utskrift av testresultat och statistiskt behandlade processvärden. Lagring av data från processen. Data för processberäkningar.

SAAB D21 FÖR PROCESSKONTROLL

## Kapitel 1

# Beskrivning av grundenheten Saab D21

### Kort sammanfattning

Datamaskinen SAAB D21 är en vidareutveckling av prototypen SAAB D2 (som varit i drift sedan hösten 1960). Den skiljer sig väsentligen från denna genom en större ordlängd, ett kombinerat minne för order och data samt en avsevärt utökad operationslista. Maskinen har en enkel logisk konstruktion och hög räknehastighet. Den sistnämnda utnyttjas bland annat för att påskynda och förenkla kommunikationen med yttre enheter och eliminerar därmed ofta behovet av särskilda buffertminnen. Karakteristiska egenskaper för maskinen är:

- 1 Hög räknehastighet: addition  $9,6\mu s$ , multiplikation  $35,2-40,8\mu s$ .
- 2 Orderlista med 45 order
- 3 Flexibel ordstruktur, semivariabel ordlängd, möjliggör effektiv databehandling och hög packningsgrad.
- 4 Flexibelt och utbyggbart in- och utmatningssystem för både analoga och digitala enheter.
- 5 Minimum väntetid för maskinen vid kommunikation med yttre enheter tack vare avbrottsignaler.
- 6 Stor minneskapacitet med kärnminne upp till 32768 ord i moduler om 4096 ord.
- 7 Snabb och automatisk växling mellan olika program.
- 8 Stor driftsäkerhet genom transistorisering, användning av typprovade komponenter och en omfattande marginalberäkning.
- 9 Kompakt uppbyggnad enligt ett modulsystem och liten effektförbrukning (för centralenheten ca 250 W).
- 10 Hög servicebarhet dels genom att alla krets-komponenter är lätt tillgängliga dels genom att större funktionsenheter, minne, styrenhet etc är snabbt utbytbara.

### Logisk uppbyggnad

Maskinen, vars blockschema framgår av figur 1:1, är en generell sekvenskalkylator av parallelltyp med enadresskod. Den grundläggande ordlängden är 24 bitar, men maskinen har möjligheter att arbeta med semivariabel ordlängd upp till 47 bitar. Negativa tal representeras med 2-komplementet och maskinen räknar med fast komma omedelbart till höger om teckensiffran. De olika enheternas register kommunicera med varandra via en gemensam överföringsledning, som är begränsad till centralenheten. Kapacitet för denna överföringsledning är  $\max 1,25 \times 10^6$  24 bitars ord/sek, dvs överföring av ett tal från ett register till ett annat tar en tid av  $0,8\mu s$  i anspråk.

### Manöverpanel

Till grundenheten hör en separat manöverpanel med organ för kontroll och körning av maskinen. På tre sifvertabläer, representerande AR, MsR och AsR-O, se blockschema figur 1:1, kan maskinens operationer följas vid stegvis körning. I stället för AR kan registren MR eller AsR-M väljas. Tablåerna representerar registrens innehåll i oktall form med siffrorna 0-7. Till en del av

dessa register kan även från manöverpanelen inmatas tal i oktalt form. Dessutom finns en tablå för visuell presentation av 5-siffriga decimala tal med tecken och decimalkomma.

På manöverpanelen finns vidare knappar för start, stopp, stegvis körning, yttre val samt tangentbord för manuell inmatning av enstaka data i decimal form.

#### Aritmetisk enhet

Denna enhet innehåller ett dataregister DR för inkommande data, ett ackumulatorregister AR för lagring av resultat samt ett multiplikatorregister MR. Ackumulator- och multiplikatorregistret, vilka båda ha skiftmöjligheter, bildar vid långa operationer tillsammans ett dubbelt ackumulatorregister för lagring av tal med dubbel ordlängd.

Aritmetiska enheten är vidare försedd med en underkontroll UKA för generering av ett lokalt pulsprogram och kontrollsignaler. Denna underkontroll styrs från maskinens styrenhet.

Även buffertregistret YBR, för kommunikation mellan centralenheten och den yttre överföringsledningen, sitter i aritmetiska enheten.

#### Styrenhet

Uppbyggnaden av maskinens orderord framgår av kapitel 6 "Orderordets uppbyggnad". Av operationsdelens 6 positioner överföres position 1-5 till styrenheten för generering av högst 32 grundorder, medan den resterande position 0 utnyttjas för varianter på grundorderna. Sålunda kan 64 order ingå i maskinens orderlista.

Det till varje grundorder hörande mikroprogrammet genereras i enheten, märkt "Mikroordergivare". Denna är så uppbyggd att samtliga mikroprogram lätt kan ändras, varför en ändring eller komplettering av maskinens orderlista tekniskt är relativt enkel att genomföra. Mikroorderna omsättes till aktuella pulser (mikrooperationer) i styrenhetens operationsenhet. Styrenheten arbetar med en intern klocka och klockfrekvensen är 2,5 MHz.

I enheten ingår att räknande adressregister för lagring av aktuell orderadress, AsR-O, samt underkontrollen UKM i vilken generering av minnescykelns pulsprogram sker.

Till styrenheten hör även en underkontroll för yttre enheter, UKY. Denna samordnar in-ut-systemet med centralenheten.

#### Minnesenhet

Med positionerna 9-23 i orderordets adressdel kan totalt 32768 ord adresseras i maskinens snabbminne av ferritkärntyp. Den totala minnescykeln inklusive adressmodifiering tar en tid av  $4,8 \mu s$ .

I maskinens grundutförande ingår ett minne om 4096 st 24 bitars ord. I moduler om 4096 ord kan därefter systemet byggas ut till den maximala minnesstorleken på 32768 ord. Marginalkostnaderna för ett snabbminne om 4096 ord är låga.

Det är endast möjligt att adressera ett ord åt gången i snabbminnet.

Särskilda skyddskretsar förhindrar ändring av minnets informationsinnehåll vid exempelvis nätspänningsbortfall eller vid normalt till- och frånslag av maskinen.

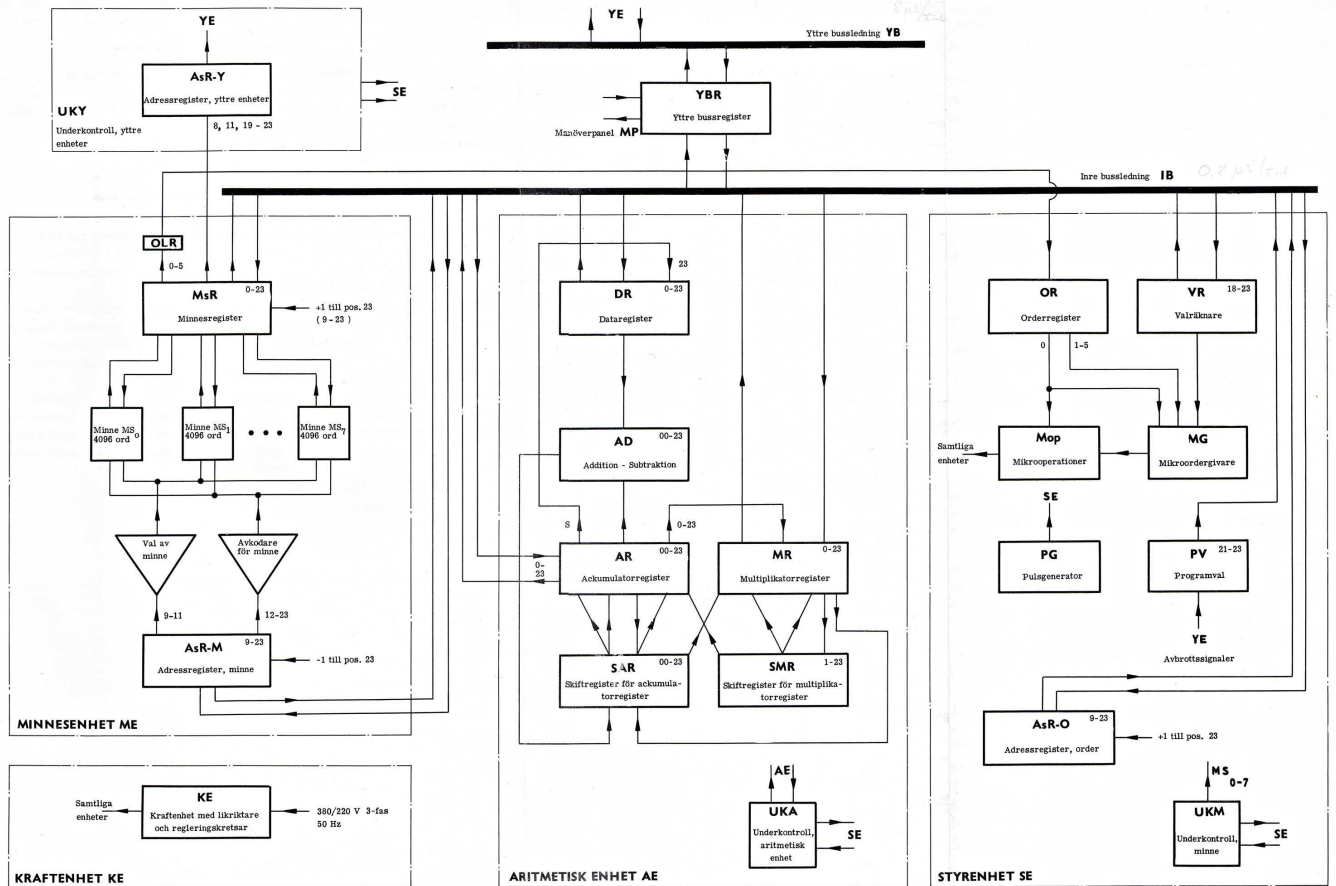
Minnesregistret MsR och adressregistret AsR-M ingår i minnesenheten. Båda dessa register är räknande register.

#### Yttre enheter

Vid användningen av yttre enheter specificeras vilken enhet som avses genom en adress och genom att en etta insättes i märkposition 8 (se kapitel 6 "Orderordets uppbyggnad"). Härigenom erfordras inga speciella order för in- och utmatning av information. All överföring till yttre enheter sker via en gemensam yttre överföringsledning. Högst 32 in- och 32 utkanaler kan anslutas men modifiering kan lätt ske för flera.

I grundutförandet är maskinen försedd med anpassningselektronik för remsläsare, remsstans, skrivmaskin (endast som mottagande enhet) samt manöverpanel med tangentbord och siffertabåer.





Figur 1:1

0128-0100-1

Genom att långsamma yttre enheter kan avge avbrottssignaler nedbringas väntetider till ett minimum.

Genom det flexibla utförandet kan anslutning lätt ske av varierande yttre enheter såsom radskrivare, hålkortsläsare, hålkortsstans, x-y skrivare mm.

### Användningsområden

Datamaskinsystemet SAAB D21 kan, genom lämpligt val av yttre enheter, användas i de flesta tillämpningsområden för siffermaskiner.

I utförande med remsläsare, remsstans, skrivmaskin och ett par magnetbandenheter är anläggningen väl lämpad för tekniska beräkningar av måttlig omfattning. Genom tillkoppling av digital-analogomvandlare och en x-y skrivare kan resultaten om så önskas presenteras i kurvform. Komplettering med extra snabbminnen om 4096 ord och ytterligare bandenheter av olika slag gör att anläggningens kapacitet enkelt kan utökas.

För administrativ databehandling kan SAAB D21 byggas ut för varierande behov. En medelstor anläggning består av centralenhet med 8192 ords snabbminne, 4 å 5 bandenheter, remsläsare, remsstans, skrivmaskin, hålkortsläsare, hålkortsstans samt radskrivare. De tre sistnämnda enheterna behöver ej vara försedda med buffertminnen, utan centralenhetens kapacitet kan tagas i anspråk för administration och informationslagring.

För ökade kapacitetsanspråk kompletteras anläggningen med större snabbminne, fler bandenheter, samt buffrade hålkorts- och radskrivareutrustningar.

För mycket stora behov kan flera centralenheter ingå i samma anläggning. Dessa användes både för beräkningsändamål och för administration av informationsflödet in och ut.

Ett tredje användningsområde för SAAB D21 är processreglering och simulering. Härvid kompletteras grundenheten med SAAB:s snabba analog-digital- och digital-analogomvandlare. På ingången kan även kodade skivor anslutas och på utgången stegmotorer.

## Kapitel 2

### Kort beskrivning av yttre enheter

SAAB D21 har ett mycket flexibelt in- och utmatningssystem, som tillåter kommunikation mellan centralenhet och yttre enheter via buffertminnen eller med hjälp av programvalsenheten. Den senare filosofin beskrivs i kapitel 15 "Avbrotts signaler"

Dessutom är det möjligt att låta en speciell centralenhet sköta om all in- och utmatning varvid denna kommunicerar med det övriga systemet via de yttre bussystemen. Centralenheterna betraktar varandra som normala yttre enheter.

Nedan följer en beskrivning av vissa egenskaper hos några vanliga yttre enheter.

#### Remsläsare

Det är möjligt att ansluta remsläsare av elektrostatisk typ. Denna är omställbar för 5-8 kanals hålremsor.

Endast radvis inläsning kan ske. Remsläsaren arbetar enligt principen "ett steg före", vilket betyder att det tal som står i remsläsarens register tas in till centralenheten då inläsning beordras. Samtidigt påbörjas frammatning av remsa.

Arbets sättet med avbrotts signaler lämpar sig väl för remsläsaren.

Varje tecken paritetskontrolleras (udda paritet). Beträffande paritetsbiten se kapitel 5 "Alfanumeriska kodens uppbyggnad". Ett paritetsfel leder

till de signaler som anges i kapitel 17 "Feldetektering i samband med yttre enheter".

Ett undantag är 5-kanals remsa där ingen paritetskontroll sker. Den del av remsan som ej bär information kan vara stansad med tecknet "Utplåning", som framgår av kapitel 5 "Alfanumeriska kodens uppbyggnad". Dessa partier spolas förbi utan inläsning. Detta gäller även blank remsa, dvs remsa utan hål.

Efter insättning av hålremsa måste frammatning ske till första signifikanta tecknet. Det sker genom tryckning på en speciell knapp på remsläsaren.

Remsläsaren har inadressen 00034. Nollställning av AR samt inläsning av ett tecken ger följande orderord:

01 1 00034

Tecknet kommer därvid att hamna i de sista positionerna i AR, d v s AR<sub>19-23</sub> eller AR<sub>17-23</sub> för 5- respektive 8-kanals remsa.

Hålremsans information måste avslutas med ett icke signifikant tecken (alltså ej tecknet "Utplåning") t ex "Stoppkod". I annat fall spolas remsan ur remsläsaren.

#### Remsstans

Stansutrustning av olika slag kan anslutas till SAAB D21.

För stansning av telexremsor (5-kanals) kan den normala stansen för 8-kanals remsor användas.

Utadressen blir i detta fall 10012, som framgår av kapitel 7 "Adresser till minnesceller samt yttre enheter".

Stansningen sker även här på den breda remsan varför autosändaren måste modifieras något. Paritetshål utsättes ej vid telexstansning.

Normal stansning på 8-kanals hålremsa sker via utadressen 10011. Härvid beräknas och utsättes även paritetsbiten.

Adressen 10011 är gemensam för både stans och skrivmaskin, varför knappen märkt RS på panelen måste nedtryckas (lampan i den skall då vara tänd), då stansning önskas.

Analogt med inläsning från hålremsa gäller att det är de sista positionerna i registret (AR eller MR) som berörs.

Normält användes operationerna "Skriv", "Skriv MR" eller deras motsvarighet med efterföljande registernollställning.

Följande orderord ger utskrift av innehållet i AR<sub>17-23</sub>:

06 1 10011

### Skrivmaskin

Analogt med vad som gäller för hålremsstansning, kan tecknen i position 17-23 i AR eller MR överföras till en anpassningsenhet, avkodas och tryckas på en ansluten skrivmaskin.

Härvid användes normalt utadressen 10010 tillsammans med en vanlig skrivoperation t ex 06 "Skriv".

Orderordet blir därvid:

06 1 10010

För att informationen skall komma fram till skrivmaskinen, fordras att den knapp på panelen som är märkt SM-A blivit nedtryckt (och tänd). Vid reguljär körning av program är det alltså möjligt att via manöverpanelen koppla bort de kontrollutskrifter, som kanske var motiverade under inkörningsfasen.

Förutom adress 10010 kan adressen 10011 användas för utskrift till skrivmaskin. Denna är gemensam för remsstans och skrivmaskin. Skall utskriften komma på skrivmaskin måste knappen SM-B vara nedtryckt (tänd), väljes däremot remsstansen, skall knappen RS vara nedtryckt.

Dessa båda knappar befinner sig på manöverpanelen.

Den kod som användes framgår av kapitel 5 "Alfanumeriska kodens uppbyggnad".

### Digital-analogomvandlare

Med hjälp av dessa omvandlare kan digital information från registren AR eller MR omvandlas till en ekvivalent elektrisk spänning.

I det processreglerande fallet styr dessa spänningar den aktuella processen via servomotorer eller dylikt.

Inom områdena administrativ och teknisk databehandling kan x-y skrivare av olika typ och storlek anslutas till omvandlarna.

Resultat av beräkningarna fås härvid direkt i kurvform. x-koordinaten sändes ut via en omvandlare, t ex den med utadress 10026, och y-koordinaten via en annan t ex 10027.

Vid ritning av flera kurvor fordras att skrivpennan på x-y skrivaren lyftes vid växling mellan dessa. För detta och likartade administrativa ändamål finns ett administrationsregister AdR med utadressen 10035.

Skrives en nolla ut till detta registers sista position lyftes pennan, skrives en etta ut sänkes den.

Omvandlarna har en precision av 10 bitar plus en teckenbit. Liksom vid de flesta in- och utmatningarna är det de sista positionerna i AR eller MR som berörs, d v s position 13-23.

Vanliga skrivoperationer, som utnyttjar dessa positioner, kan användas.

### **Bandenheter**

De konventionella bandenheterernas anslutning och kommunikation med centralenheten framgår av kapitel 18 "Bandminnet".

### **Administrationsregister AdR**

Detta register har utadressen 10035 och kan användas för styrning av diverse enkla förlopp hos de yttre enheterna.

Ett exempel är, som förut nämnts, höjning och sänkning av pennan på en x-y skrivare. En nolla i sista positionen leder till att pennan höjs, en etta till att den sänks mot papperet.

Administrationsregistret kan även användas för automatisk frånslagning av nätspänningen, alarmering, tändning av indikeringslampor, etc. Registret består i grundutförandet av de 4 positionerna 20-23. Detta antal kan utökas.

### **Övriga yttre enheter**

Anslutning av och kommunikation med hålkortsutrustning och radskrivare behandlas ej här.

Detsamma gäller övriga yttre enheter av mer eller mindre vanligt slag, såsom analog-digitalomvandlare, kodade skivor, stegmotorer m m.

## Kapitel 3

### Start av maskinen

#### Tillslag av spänningar

På manöverpanelen finns en tryckknapp märkt NÄT TILL. Då denna nedtryckes går nätspänningen fram till hela SAAB D21-systemet, alltså även till de yttre enheterna.

Den lampa som finns i NÄT TILL lyser därvid upp.

Varje enhet, såsom centralenhet, bandminne o s v, kan till- och frånslagas med separata tryckknappar,

Systemet är funktionsklart så snart spänningarna är tillslagna.

#### Körningarnas igångsättande

Minnesenheten är utrustad med skyddskretsar som förhindrar förstöring av minnets informationsinnehåll vid nätspänningsbortfall.

En liten startsekvens för inläsning av program förutsättes därför finnas tillgänglig i minnet vid starten.

Finns ej något sådant program i maskinen, följes de anvisningar som är givna i samband med startremsan.

## Kapitel 4

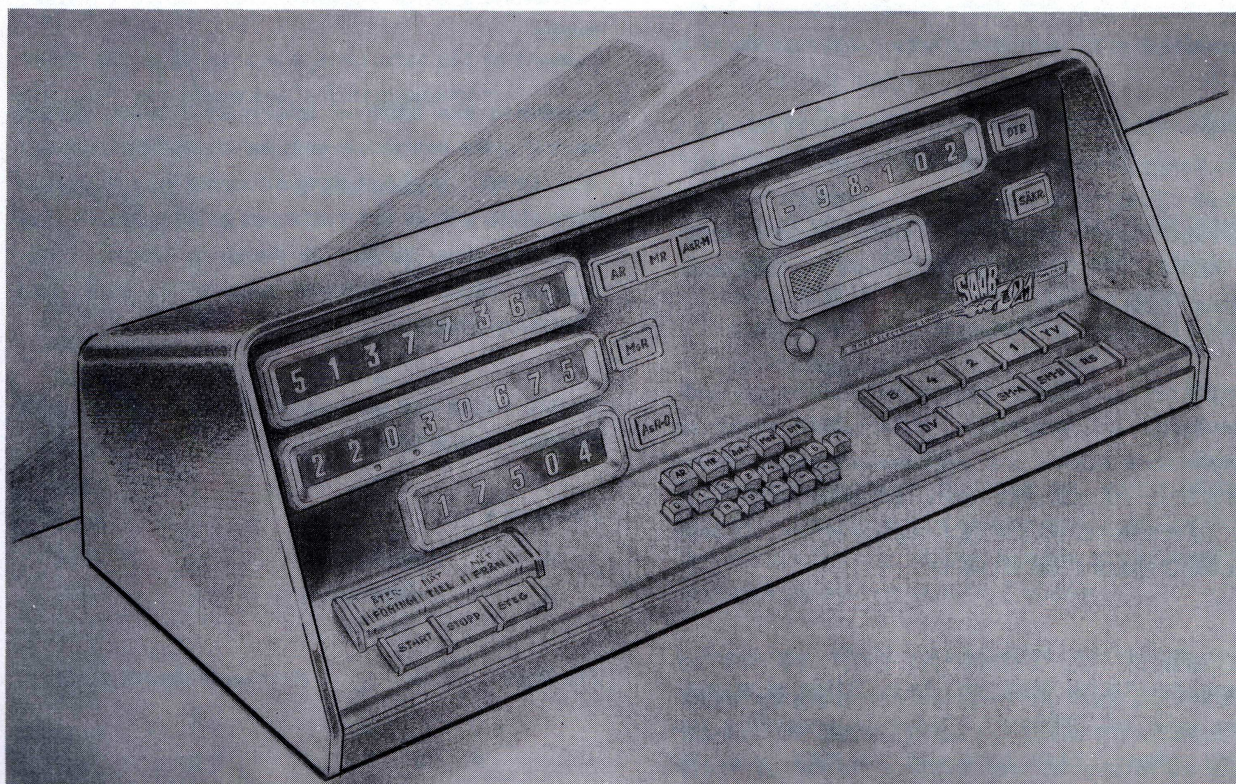
# Manöverpanelen

### Uppbyggnad

Manöverpanelen till SAAB D21 är uppdelad i två mot varandra vinkelställda plan. Det ena rymmer tablåer och indikatorer av skilda slag samt en

högtalare med volymkontroll. På den andra delen har tangenter och manöverknappar samlats.

Manöverpanelens utseende framgår av figur 4:1.



Figur 4:1

### In- och utmatning av oktal information

På tablåpanelens vänstra del finns tre rader med sifftertablåer, där innehållet i fem binära register kan visas i oktal form.

Den översta sifftertablån kan återge innehållet i något av registren ackumulatorregister AR, multiplikatorregister MR eller adressregister för minne AsR-M. Då maskinen står på "START" är lamporna i denna sifftertablå släckta, då den står på "STOPP" visas innehållet i valfritt register om motsvarande tangent på tangentbordet nedtryckes. Dessa är märkta AR, MR och AsR-M.

Eftersom registret AsR-M endast innefattar 15 positioner återges dess innehåll i sifftertablåns fem sista fönster då tangenten märkt AsR-M nedtryckes.

Jämte sifftertablån finns tre registerindikatorer, även dessa märkta AR, MR och AsR-M, vilka anger vilket av de tre registren som eventuellt är inkopplat.

Det är möjligt att från manöverpanelen ändra innehållet i AR och MR. Detta tillgår på följande sätt:

Maskinens stoppknapp skall vara nedtryckt, d v s den knapp på tangentbordet som är märkt "STOPP" lyser. Tangenten märkt AR respektive MR nedtryckes varvid innehållet i detta register visas i sifftertablån samtidigt som dess registerindikator tänds.

Registret nollställes genom en ytterligare nedtryckning av tangenten. Sifftertablån visar nu uteslutande nollor och registerindikatorn växlar färg från vit till röd. Med tangenterna 0-7 kan ny information sättas in i registret, varvid dess innehåll visas i sifftertablån.

Den mellersta sifftertablån visar innehållet i minnesregistret MsR vid de tillfällen då maskinen står på "STOPP". Under en operation kan MsR rymma både orderord och data, men det är endast orderordet som visas i sifftertablån. De båda första fönstren visar operationsdelen, därefter följer märkdelens och sist adressdelen.

Om tangenten märkt MsR nedtryckes, nollställes registret och registerindikatorn vid sidan av

sifftertablån lyser rött. Med tangenterna 0-7 kan ett nytt orderord sättas in i MsR.

Den understa sifftertablån slutligen visar i oktal form innehållet i adressregistret för order, AsR-O. Denna sifftertablå är tänd både då maskinen står på "START" och "STOPP".

AsR-O anger den plats i minnet där det aktuella orderordet finns lagrat. Innehållet i AsR-O kan ej direkt ändras via manöverpanelen. En möjlighet är dock att sätta in en hopporder i MsR och trycka på "STEG" eller "START".

### In- och utmatning av decimal information

Manöverpanelens översta högra del rymmer en sifftertablå med sex fönster. Det första visar talets tecken med plus- respektive minustecken och de övriga anger talvärdet i decimalform med kommatecken på godtycklig plats.

Till sifftertablån är kopplat ett register, benämnt decimaltablåregister DTR, om 24 positioner. Innehållet i detta register visas alltid i sifftertablån.

Maskinen kan mata ut information till registret varvid detta betraktas som en utenhet med adressen 10036. Medelst tangentbordet kan även information sättas in i registret av en operatör. Det program som hämtar in denna information betraktar därvid registret som en inenhet med adressen 00036.

I båda fallen har decimaltablåregistrets innehåll följande betydelse:

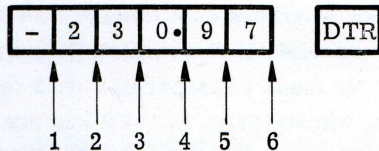
#### Position 0

0	Plustecken
1	Minustecken

Position	1	2	3	Kommatecknets plats
	0	0	0	1
	0	0	1	2
	0	1	0	3
	0	1	1	4
	1	0	0	5
	1	0	1	6
	1	1	0	Inget kommatecken
	1	1	1	Inget kommatecken



Följande figur av sifvertablån för decimaltablåregister och tillhörande registerindikator visar innebörden av de siffror, som anger kommatecknets plats:



Figur 4:2

Decimaltalet upptar 20 positioner enligt följande regel:

Position	4- 7	Första decimalsiffran
"-"	8-11	Andra "-"
"-"	12-15	Tredje "-"
"-"	16-19	Fjärde "-"
"-"	20-23	Femte "-"

Varje sådan grupp om 4 positioner ger en decimal siffra efter nedanstående kombinationer:

Kombination	Decimaltal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	Inget tal
1011	"-"
1100	"-"
1101	"-"
1110	"-"
1111	"-"

Antag att ett decimaltal skall matas ut till sifvertablån. Det binära maskintalet översättes först av ett program till decimal form och lagras i position 4-23 i AR. I AR<sub>0</sub> insättes en nolla om talet är positivt och en etta om det är negativt.

Till de tre positionerna AR<sub>1-3</sub> adderas dessutom en kombination som ger riktig placering av kommatecknet.

Innehållet i AR matas ut till decimaltablåregistret (adress 10036) med t ex följande orderord:

46 1 10036

På sifvertablån för decimaltablåregistret visas talet med tecken och decimalkomma.

Vid inmatning av decimala tal till decimaltablåregistret blir gången följande:

- 1 Tryck på den tangent på tangentbordet, som är märkt DTR. Registerindikatorn DTR på panelen växlar färg från vit till röd, vilket anger att registret är spärrat för sådan utmatning som behandlades ovan. Registret nollställes dessutom och sifvertablån visar +, 00000.
- 2 Sätt in det önskade decimaltalet med tangenterna för plus-, minus-, kommatecken och siffror. Kommatecknet måste härvid placeras in på rätt ställe. Om så önskas kan ny nollställning ske genom tryckning på tangenten märkt DTR.
- 3 Tryck på knappen märkt DV. (En lampa tändes i knappen). Härvid avges en avbrottssignal, som kopplar in ett speciellt program. Beträffande dessa signaler se kapitel 15 "Avbrottssignaler".

I decimaltablåregistret finns nu informationen lagrad enligt de konventioner som ovan angivits. Det omtalade programmet hämtar in denna information t ex med ordern 01 1 00036.

01 betyder "Töm AR, addera" och adressdelen syftar på decimaltablåregistret, vars adress som inenhet är 00036. Ettan i position 8 i orderordet visar att en yttre enhet åsyftas och ej en minnescell.

Så snart denna instruktion lästs fram och utförts växlar registerindikatorn DTR färg från röd till vit. Decimaltablåregistret är därigenom ledigt för ny in- eller utmatning. Lampan i DV släcks.

### Yttre val

På manöverpanelens tangentbord finns fem knappar av följande utseende:



Figur 4:3

De fyra knappar, som är märkta 8, 4, 2 och 1 är kopplade till ett register, benämnt yttre valregister YVR, om fyra positioner. Med hjälp av dessa knappar är det möjligt att från manöverpanelen styra vissa förlopp i de program maskinen genomlöper. Speciella program för kontrollutskrift kan till exempel kopplas in eller ur beroende på om programmet är under inkörning eller reguljär körning - för att nämna ett exempel på knapparnas användningsområde.

Om en lampa är tänd i en knapp, betyder det att valregistret har en etta i motsvarande position; släckt lampa innebär följaktligen en nolla.

Vid successiv tryckning på någon av dessa knappar tänds lampan varannan gång och släcks varannan gång.

Detta valregister betraktas som en inenhet med adressen 00035. Följande orderord leder till att AR nollställs varefter innehållet i 4 bitars registret YVR tas in till position 20-23:

01 1 00035

Genom att känna av innehållet i AR kan programmet ledas in i den bana, som operatören angivit med hjälp av manöverpanelens knappar. Benämningen 8, 4, 2 och 1 på knapparna beror av att en binär maskin har dessa vikter på positionerna i ett register om fyra bitar.

För att ej en felaktig kombination skall tas in från YVR, när omställning av YVR pågår har detta försetts med en verkställighetsknapp YV.

Vid tryckning på någon eller några av de fyra knapparna 8, 4, 2 och 1 tänds en lampa i YV, indikerande att den kombination som tryckts in ännu ej gått till registret YVR. Detta register behåller sin gamla information ända tills knappen märkt YV nedtryckes.

Den kombination, som framgår av knapparna, går då in i YVR samtidigt som lampan i YV slocknar och visar att talet blivit överfört. De lampor, som eventuellt är tända i knapparna 8, 4, 2 och 1 förblir tända. Omställning av YVR kan ske både då maskinen står på "START" och "STOPP".

### Val av utmatning

Utmatning till skrivmaskin kan ske via adressen 10010, se kapitel 7 "Adresser till minnesceller samt yttre enheter". Under förutsättning att den knapp på panelen som är märkt SM-A är nedtryckt, verkställs utmatningen. Är lampan i SM-A släckt, d v s knappen är ej nedtryckt, sker ingen utmatning.

Kontrollutskrifter, som underlättar inkörning av program, kan ske via adress 10010. Vid reguljär körning inhiberas denna utmatning genom att SM-A ställs i släckt läge.

Normal utmatning till remsstans eller skrivmaskin sker via adressen 10011. Önskas denna utmatning till skrivmaskin trycks knappen märkt SM-B ned, d v s lampan i den skall vara tänd. Vill man däremot ha resultaten på den normala hållremsstansen skall knappen märkt RS vara nedtryckt och dess lampa tänd.

De tre knapparna RS, SM-A och SM-B tänds respektive släcks vid varannan nedtryckning.

### Knapparna för "START", "STOPP" och "STEG"

Då ett program genomlöps kontinuerligt, står maskinen på "START", varvid en lampa i denna knapp lyser.

Beräkningarna kan avbrytas t ex genom ett programmerat stopp eller genom att knappen märkt "STOPP" nedtryckes. En lampa i denna knapp tänds därvid, samtidigt som lampan i "START"-knappen slocknar. En förbjuden operation leder även till stopp. Operationen framgår av innehållet i MsR, vilket måste ändras innan ny start sker.

Ny igångsättning kan ske genom att trycka på "START" eller "STEG". I det sistnämnda fallet utföres endast en order och nytt stopp inträder - maskinen kan alltså köras stegvis. Härvidförblir alla sifertablåer inkopplade, även det som visar innehållet i ett av registren AR, MR eller AsR-M; förutsatt att ett av dessa utvalts.

#### Återföring

Maskinen har ett väldefinierat normalläge, innebärande bland annat att maskinen står i stoppläge. Normalläget intas alltid då spänningen slås på.

Det kan ibland vara önskvärt att återföra maskinen till detta läge, t ex om mangelprogrammering åstadkommit att maskinen "fastnat".

Normalläget intas vid tryckning på knappen märkt "ÅTERFÖRING".

#### Till- och fränslag

På manöverpanelen finns en knapp märkt NÄT TILL och en märkt NÄT FRÅN. Med dessa manövreras spänningstillförseln till samtliga enheter i SAAB D21-systemet.

Varje separat enhet har dessutom en egen till- och fränknapp för nätspänningen.

#### Säkringsindikator

Normalt är säkringsindikatorn, som är märkt "SÄKR", släckt. Då någon säkring i systemet gått sönder, tänds säkringsindikatorn.

#### Högtalaren

Högtalaren är kopplad till position MR<sub>2</sub>. Med hjälp av denna kan programmets rytm följas.

Till högtalaren är ansluten en volymkontroll, placerad på manöverpanelen.

## Kapitel 5

### Alfanumeriska kodens uppbyggnad

Förutom de interna koder, som utarbetas på programmeringstekniska grunder, och vilka ej behandlas här, finns det en yttre kod för framförallt hålremskommunikationen.

Den yttre kod som valts är, med smärre modifieringar, den som Friden, Inc använder i sin Flexowriter för 8-kanals remsor. Nedanstående sammanställning upptar tecknen vid nedre respektive övre läge på skrivmaskinsvalsen, deras binära och oktala representationer samt hålremsans utseende.

Vid stansning av 8-kanals remsor, antingen från SAAB D21 eller med fristående stansutrustning, påsättes automatiskt paritetsbiten. Villkoret för denna är att totala antalet hål i en rad skall vara udda.

Vid inläsning av 8-kanals remsor kontrollerar elektroniken att antalet hål i varje rad är udda.

Om så ej är fallet avges en avbrottssignal och sättes en etta i en registerposition enligt vad som framgår av kapitel 17 "Feldetektering i samband med yttre enheter". Vid riktig paritet överföres den inlästa raden (med undantag av paritetsbiten) till AR<sub>17-23</sub>.

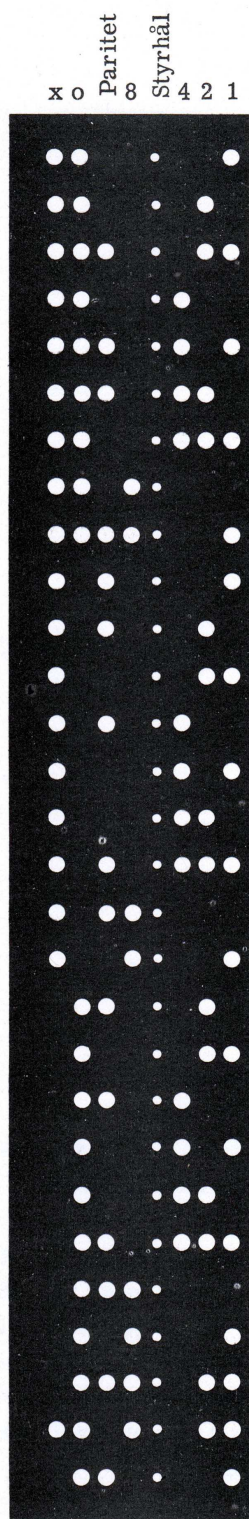
Vid kopiering av remsor på Flexowriter leder "Stoppkod" till att frammatningen av remsa upphör. Vid inläsning till SAAB D21 medför den emellertid ej att inläsningen stoppar.

Tecknet "Utplåning (Tape feed)" ignoreras av remsläsaren och frammatning sker till nästa tecken.

Tecknen  $\_$  och  $|$ , som har den oktala koden 016, leder ej till någon frammatning av vagnen på Flexowriter.

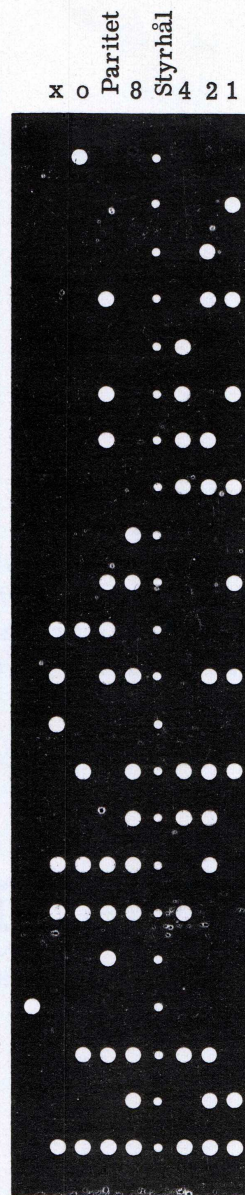
Hålbremsa

Tecken		Kod	
Nedre läge	Övre läge	Binär	Oktal
a	A	0 110 001	061
b	B	0 110 010	062
c	C	0 110 011	063
d	D	0 110 100	064
e	E	0 110 101	065
f	F	0 110 110	066
g	G	0 110 111	067
h	H	0 111 000	070
i	I	0 111 001	071
j	J	0 100 001	041
k	K	0 100 010	042
l	L	0 100 011	043
m	M	0 100 100	044
n	N	0 100 101	045
o	O	0 100 110	046
p	P	0 100 111	047
q	Q	0 101 000	050
r	R	0 101 001	051
s	S	0 010 010	022
t	T	0 010 011	023
u	U	0 010 100	024
v	V	0 010 101	025
w	W	0 010 110	026
x	X	0 010 111	027
y	Y	0 011 000	030
z	Z	0 011 001	031
å	Å	0 011 011	033
ä	Ä	0 111 011	073
ö	Ö	0 010 001	021



Tecken		Kod	
Nedre läge	Övre läge	Binär	Oktal
0	^	0 010 000	020
1	∨	0 000 001	001
2	*	0 000 010	002
3	;	0 000 011	003
4	=	0 000 100	004
5	[	0 000 101	005
6	]	0 000 110	006
7	(	0 000 111	007
8	)	0 001 000	010
9	10	0 001 001	011
,	:	0 110 000	060
.	/	0 101 011	053
-	+	0 100 000	040
>	<	0 011 111	037
—		0 001 110	016
Nedre läge		0 111 010	072
Övre läge		0 111 100	074
Mellanslag		0 000 000	000
Vagnretur		1 000 000	100
Tabulator		0 011 110	036
Stoppkod		0 001 011	013
Utplåning (Tape feed)		0 111 111	077

Hållremsa

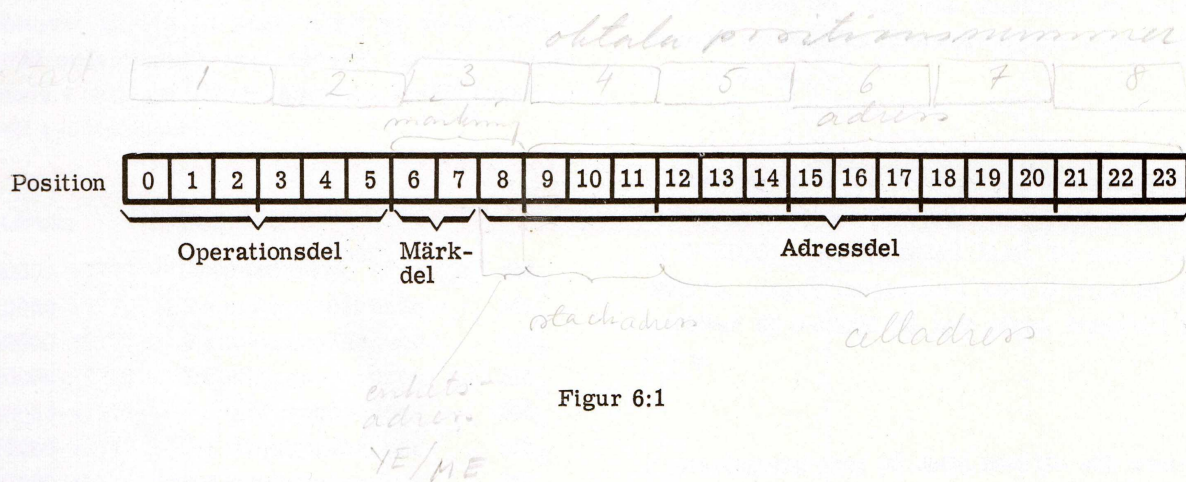


## Kapitel 6

### Orderordets uppbyggnad

Orderordlängden i SAAB D21 är 24 bitar. Dessa numreras från 0 till 23 varvid operationsdelen, som är placerad först i orderordet, innefattas i de sex positionerna 0-5, märkdelen i de två positionerna 6-7 samt adressdelen i de 16 positionerna 8-23.

Adressdelen är i sin tur uppdelad i två grupper nämligen position 8, som anger om adressen syftar på en yttre enhet eller en cell i snabbminnet, samt positionerna 9-23, som anger vilken yttre enhet eller minnescell som åsytas.



Figur 6:1

Positionerna grupperas 3 och 3 till det oktala tal-systemet.

Operationsdelen kan anta de oktala talen 00-77.

Positionerna 6 och 7 i märkdelen anger om den framlästa operationen skall utföras direkt på den adress som finns i position 9-23 eller om denna adress syftar på en cell i snabbminnet varifrån en ny adress skall tas fram och kombineras med nyssnämnda operation.

Detta förfaringssätt kallas indirekt adressering och behandlas närmare i kapitel 14 "Indirekt adressering".

Position 6 7

0	0	Normal märkning
0	1	Reserv
1	0	Indirekt adressering utan tillägg av etta
1	1	Indirekt adressering med tillägg av etta

För position 8 gäller följande:

Position 8

0	Adressen syftar på en cell i snabbminnet
1	Adressen syftar på en yttre enhet

## Saab D21 Systembeskrivning

Positionerna 6, 7 och 8 bildar en oktalsiffr och med ovanstående konventioner kommer följande att gälla för denna:

Oktalsiffr	Innebörd
0	Operationen utföres på angiven minnesadress
1	Operationen utföres på angiven yttre enhet
4	Indirekt adressering utan tillägg av etta
6	Indirekt adressering med tillägg av etta.

De fyra ovanstående kombinationerna är tillåtna att använda vid programmering. De övriga kom-

binationerna, som återfinnes nedan, skall däremot ej utnyttjas. Beroende på adressdelen i orderordet kan nämligen (i det fall den oktala siffran är 5 eller 7) yttre enheter av misstag igångsättas.

Ej tillåtna kombinationer:

Oktalsiffr	Innebörd
2	Samma som för 0
3	Samma som för 1
5	Indirekt adressering samt eventuell start av yttre enhet
7	Indirekt adressering samt eventuell start av yttre enhet.



## Kapitel 7

### Adresser till minnesceller samt yttre enheter

#### Minnesceller

Som framgick av föregående kapitel innehåller position 8 i orderordet en nolla då en minnescell adresseras. Position 9-23 rymmer adressen och med dessa 15 bitar kan 32768 celler adresseras. Den första oktala siffran i adressen (position 9-11) kommer härvid att ange vilket av de 8 möjliga 4096-ordsminnena som utvalts, medan de följande 4 oktala siffrorna (position 12-23) anger en cell i detta snabbminne.

Adress	Delminne	
00000-07777	Grundminne	MS <sub>0</sub>
10000-17777	1:a utbyggnadsminne	MS <sub>1</sub>
20000-27777	2:a utbyggnadsminne	MS <sub>2</sub>
30000-37777	3:e utbyggnadsminne	MS <sub>3</sub>
40000-47777	4:e utbyggnadsminne	MS <sub>4</sub>
50000-57777	5:e utbyggnadsminne	MS <sub>5</sub>
60000-67777	6:e utbyggnadsminne	MS <sub>6</sub>
70000-77777	7:e utbyggnadsminne	MS <sub>7</sub>

I en anläggning med grundminne samt ett eller flera utbyggnadsminnen kan dessa snabbminnen betraktas som ett enda stort snabbminne.

#### Snabbminnets arbetsätt vid feladressering

I de fall att minnesenheten ej är fullt utbyggd till 32768 ord, kan det av misstag hända att en ej befintlig minnescell adresseras.

Om operation därvid innebär att tal skall tas in till aritmetiska enheten AE (addition, multiplikation o s v), kommer i stället talet 0 in.

En skrivorder till en obefintlig minnescell leder till att det utskrivna talet försvinner. Befintliga minnesceller berörs ej.

Genom framstegning från ett befintligt delminne eller genom ett hopp kan maskinen av misstag bringas att försöka hämta order från minnesceller som ej finns.

Adressregistret för order, AsR-O, kommer därvid att rymma den förbjudna adressen och ordern 00 0 00000 läses fram till MsR. Då denna order utförts, stegas innehållet i AsR-O fram ett steg, varefter 00 0 00000 på nytt läses fram till MsR o s v.

Framstegning sker på detta sätt till och med cell 77777, den sista cellen i sista delminnet. Härifrån sker framstegningen till cell 00000 i grundminnet, d v s en befintlig cell.

#### Inenheter

Då en inenhet adresseras, innehåller position 8 i orderordet en etta. Operationsdelen rymmer någon av de tillåtna aritmetiska operationerna till exempel 00 "Addition" eller 05 "Multiplikation, kort produkt". Orderordets adressdel anger vilken inenhet som åsyftas.

Inenheterna kan ha adresserna 00000 - 07777.

Eftersom de yttre enheternas art och antal kan variera mycket mellan olika SAAB D21-anlägg-

ningar, upptar nedanstående tabell endast adresserna till en del inenheter.

Adress	Inenhet	Berörda positioner i AR (eller MR)
00024	Analog-digitalomvandlare	13-23
00025	Bandregister 1	14-23
00026	Bandregister 2	14-23
00027	Bandaktivitetsregister	0,1,2,... (en position per bandaggregat)
00030	Kortläsare	x)
00031	Avbrottsregister AbR	9-20
00032	Felregister FR	0-5
00033	Radskrivare	x)
00034	Remsläsare	17-23 respektive 19-23
00035	Yttre valregister YVR	20-23
00036	Decimaltablåregister DTR	0-23

x) Beror av vilken sorts enhet som anslutes

#### Utenheter

För utenheterna gäller detsamma som för inenheterna; position 8 i orderordet skall innehålla en etta, operationsdelen innehåller någon av de tillåtna aritmetiska operationerna till exempel 06

"Skriv" eller 46 "Skriv, töm" samt adressdelen slutligen, anger vilken utenhet som åsyftas.

Utenheterna kan ha adresserna 10000-17777.

Adresserna till de vanligaste utenheterna är:

Adress	Utenhet	Berörda positioner i AR (eller MR)
10000	Bandenhet	0-23
10001	Bandenhet	0-23
10010	Skrivmaskin	17-23
10011	Hållremsstans eller skrivmaskin	17-23
10012	Telexstans (5-kanals)	19-23
10024	Val av analog-digitalomvandlare	21-23
10026	Digital-analogomvandlare	13-23
10027	Digital-analogomvandlare	13-23
10030	Kortstans	x)
10031	Avbrottsregister AbR	9
10033	Radskrivare	x)
10035	Administrationsregister AdR	20-23
10036	Decimaltablåregister DTR	0-23

x) Beror av vilken sorts enhet som anslutes.

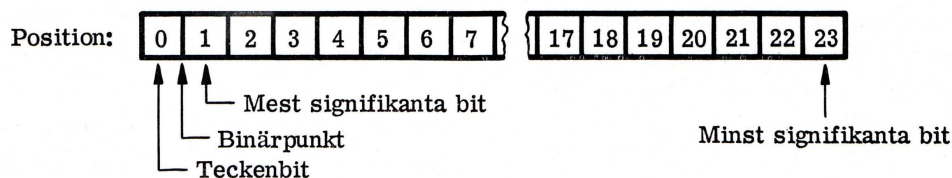
## Kapitel 8

### Talrepresentationen

SAAB D21 arbetar i det binära talsystemet. Genom att använda de in- och utmatningsprogram, som översätter decimala tal till binära och tvärtom, är det dock möjligt att låta information till och från maskinen vara decimal.

Enstaka tal kan dessutom matas in i decimalform via tangentbordet på manöverpanelen.

Maskinen arbetar med fast komma och D21-talen om 24 bitar representeras på följande sätt.



Figur 8:1

Maskinens normala ordlängd är 24 bitar, varför minnescellerna samt flertalet register håller detta antal. För programadministration och i flertalet beräkningar är denna ordlängd tillräcklig, men för att underlätta programmeringen av uppgifter där större noggrannhet krävs har sk långa D21-tal införts.

Eftersom ackumulatorregistret AR endast håller 24 bitar har detta register kombinerats med multiplikatorregistret MR till ett långt register för 47 bitars tal. MR består av 24 positioner, men

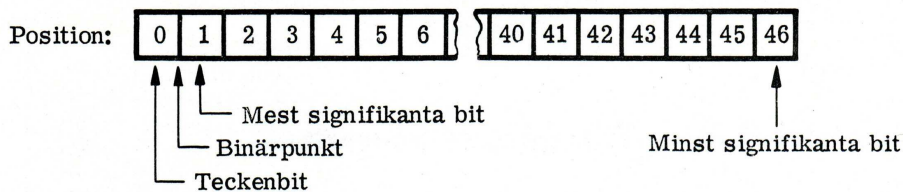
dess första position  $MR_0$  är speciell och deltar ej vid de operationer som berör långa D21-tal.

Innehållet i  $MR_0$  måste dock vara 0 för att korrekt resultat skall fås vid alla dessa operationer.

Det krävs två minnesceller för lagring av ett 47 bitars tal. Analogt med att  $MR_0$  skall vara 0 bör man här se till att den cell som upptar den minst signifikanta delen av talet har ennolla i sin första position.

Vid intagning av denna del till MR med operationen "Tag till MR" deltar nämligen både denna position och MR<sub>0</sub>.

D21-talen om 47 bitar representeras på följande sätt:



Figur 8:2

Den första biten, dvs position 0 i ett D21-tal, är en teckenbit. Positiva tal börjar med en nolla och negativa tal med en etta. Binärpunkten följer efter teckenbiten, därefter talets mest signifikanta bit, dess näst mest signifikanta bit osv i position 1, 2, .... Ett kort maskintal innehåller den minst signifikanta biten i position 23 medan ett långt maskintal har denna bit i position 46.

För ett maskintal x gäller:

Kort tal:  $-1 \leq x \leq 1 - 2^{-23}$

Långt tal:  $-1 \leq x \leq 1 - 2^{-46}$

Negativa tal representeras med 2-komplementet. Ett sätt att erhålla 2-komplement av ett tal är att byta ut alla nollor mot ettor och alla ettor mot nollor samt slutligen addera till en etta i det så bildade talets minst signifikanta position.

2-komplement av talet 011010 är 100110, vilket fås enligt följande:

$$\begin{array}{r}
 011010 \\
 \downarrow \\
 100101 \\
 + \quad 1 \\
 \hline
 100110
 \end{array}$$

Även om all in- och utmatning kan ske med decimaltal föreligger det ofta behov av att förstå och arbeta med det binära talsystemet. På manöverpanelen kan innehållet i olika binära D21-register avläsas, remsor med sk maskinprogram stansas i det binära systemet, osv.

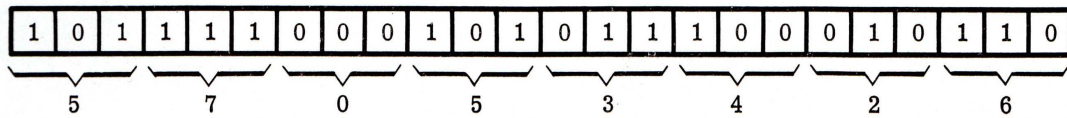
För att underlätta arbeten med detta system grupperas de binära siffrorna tre och tre. Tre binära siffror utgör en oktala siffra, som ligger inom intervallet 0 - 7.

Binära tal	Oktala tal	Decimala tal
000 000	0	0
000 001	1	1
000 010	2	2
000 011	3	3
000 100	4	4
000 101	5	5
000 110	6	6
000 111	7	7
001 000	10	8
001 001	11	9
001 010	12	10
⋮	⋮	⋮

Ett D21-ord om 24 bitar kommer således att representeras med  $\frac{24}{3} = 8$  oktala siffror enligt exemplet på nästa sida:

Position 0 1 ...

... 22 23



Figur 8:3

I detta exempel innehåller position 0 en etta, vilket innebär att talet är negativt. Avföregående tabell framgår att positiva tal börjar med den oktala siffran 0, 1, 2 eller 3 medan negativa tal börjar med 4, 5, 6 eller 7.

Översättning mellan det oktala och decimala tal-systemet kan ske med hjälp av speciella tabeller. Här följer en sammanställning av några sådana översättningar gällande 24 bitars tal.

Decimaltal	D21-tal (oktalt)	Decimaltal	D21-tal (oktalt)
-1	40000000	0	00000000
$-1 + 2^{-23}$	40000001	$+2^{-23}$	00000001
-0,50	60000000	+0,01	00243656
-0,25	70000000	+0,10	03146315
-0,125	74000000	+0,125	04000000
-0,10	74631463	+0,25	10000000
-0,01	77534122	+0,50	20000000
$-2^{-23}$	77777777	$+1 - 2^{-23}$	37777777

## Kapitel 9

# Informationsflödet

### Allmänt

I detta kapitel kommer endast informationsflödet i stort att beaktas. Huvudvikten har lagts på överföringarna inom centralenheten, samt den yttre bussledningen, med vilken de yttre enheterna kommunicerar. Eftersom de yttre enheterna kan vara av skilda slag och fabrikat alltefter olika SAAB D21-systems behov, behandlas alla nödvändiga uppgifter angående deras anslutning i separata utgåvor.

För att klargöra den snabba kommunikation, som i vissa tillämpningar finns direkt mellan snabbminnet och en yttre enhet, kommer dock bandminnet att något behandlas.

Nedanstående blockscheman har för åskådliggörelse skull gjorts enkla och ger ej alltid en fullständig bild av maskinens logiska uppbyggnad.

### Maskinens huvuddrag

SAAB D21 består av följande huvudenheter:

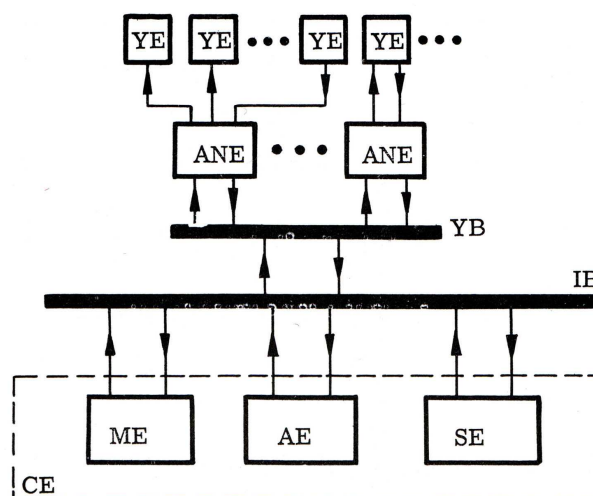
- Centralenhet CE
- Anpassningsenheter ANE
- Yttre enheter YE

Centralenheten kan i sin tur uppdelas i:

- Aritmetisk enhet AE
- Styrenhet SE
- Minnesenhet ME
- Kraftenhet KE

Kraftenheten lämnar erforderliga spänningar till centralenheten och förbigås helt i denna beskrivning.

Kommunikationen mellan övriga enheter framgår av figur 9:1.



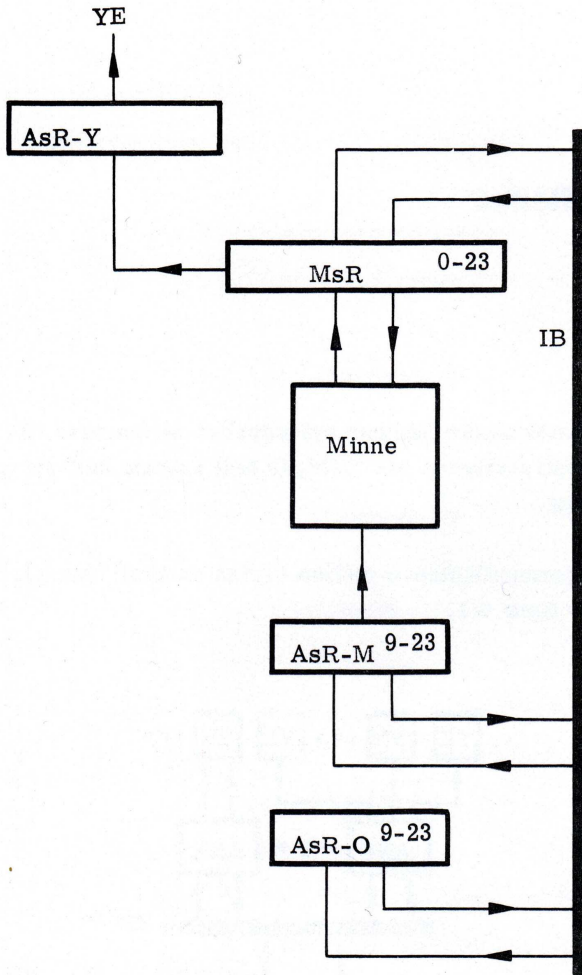
Figur 9:1

Av praktiska skäl sker överföringar mellan ME, AE och SE via en inre bussledning, kallad IB. Överföringar mellan YE och CE sker via en yttre bussledning YB och den inre bussledningen IB.

Kommunikationen mellan IB och YB sker via YBR, yttre bussregister. Detta, som ej finns angivet i figur 9:1, har även till uppgift att svara för kommunikationen mellan manöverpanelen och centralenhetens register.

**Minnesenheten ME**

Med tanke på informationsflödet kan minnesenheten (samt AsR-O från styrenheten) representeras av blockschemat i figur 9:2.



Figur 9:2

- AsR-M = adressregister, minne
- AsR-O = adressregister, order
- AsR-Y = adressregister, yttre enheter
- MsR = minnesregister
- IB = inre bussledning
- YE = yttre enheter

Minnesregistret MsR innehåller de 24 positioner- na 0-23 medan adressregistren AsR-O och AsR-M endast består av 15 positioner, betecknade 9-23. Dessa båda register hämtar information från varandra och från positionerna 9-23 i MsR.

Det tredje adressregistret, AsR-Y, får informa- tion från MsR om vilken yttre enhet som åsyftas vid de order, som är märkta för yttre enhet. Innehållet i positionerna 8, 11 och 19-23 i MsR går härvid till AsR-Y. De 5 positionerna 19-23 kan vid behov utökas.

Minnesregistret MsR lagrar all information som går till och från minnesceller. Ett tal som läses ut skrivs tillbaka till samma cell, för att denna ej skall bli nollställd. Före detta återinskrivande sker i vissa fall en addition av en etta i position 23 i MsR.

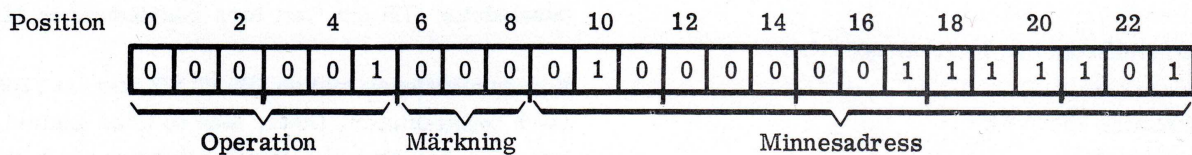
**Informationsflödet under en typisk order**

I snabbminnet, som kan bestå av högst 32768 ord om 24 bitar, förutsättes program och data ligga lag- rade.

En order har lästs ut till minnesregistret MsR och anses därmed vara klar att påbörjas. Om ordern är 01 "Töm AR, addera" med syftning på min- nescell 20175 har MsR det innehåll som fram- går av figur 9:3.

Eftersom märkpositionerna innehåller nollor, startar ordern med att operationsdelen (posi- tion 0-5) överföres till styrenheten SE, medan innehållet i adresspositionerna 9-23 går via IB till AsR-M, adressregister för minne.

Styrenheten ger därefter order till minnesenheten att till MsR läsa ut det tal som står i cell 20175, dvs den cell som anges av adressen i AsR-M.



Figur 9:3

Minnescykeln avslutas med att talet återinskrives i minnet samtidigt som det kvarstår i MsR. Teckenindikatorn I får härvid information om talets tecken.

Styrenheten genererar nya mikrooperationer, vilka leder till att talet i MsR går till aritmetiska enheten AE via inre bussledningen IB.

Akkumulatorregistret AR tömms, varefter talet placeras i AR.

Under tiden har innehållet i AsR-O, adressregister för order, ökats med en etta och överförts till AsR-M. En ny order läses fram till MsR från den cell som nu specificeras av AsR-M.

Operationen "Töm AR, addera" är härmed avslutad och en ny order kan påbörjas.

Informationsflödet vid övriga operationer framgår av kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar".

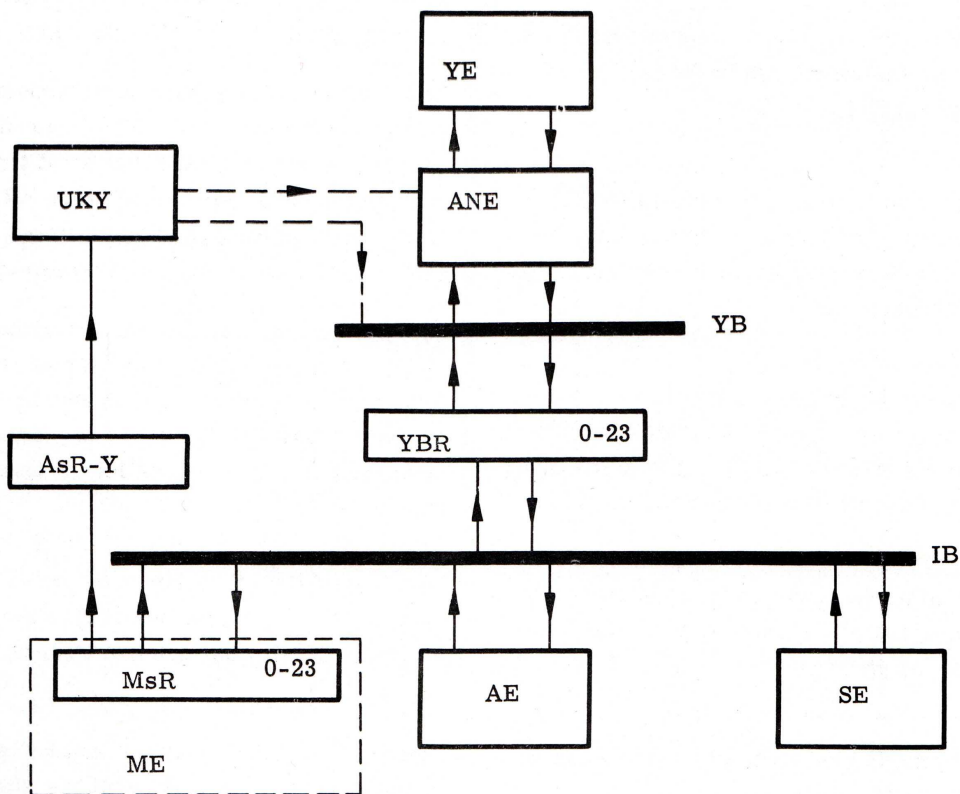
**Informationsflödet vid order som syftar på yttre enheter**

Vid den programstyrda informationsöverföringen mellan centralenhet och yttre enheter användes de vanliga aritmetiska operationerna. De yttre enheterna har tilldelats adresser och är ur kodarens synpunkt ofta jämställda med minnesceller.

En etta i orderordets position 8 anger dock att en yttre enhet åsyftas i stället för en minnescell.

Liksom i det föregående avsnittet börjar beskrivningen av informationsflödet med att orderordet lästs fram till MsR.

Den aktuella delen av systemet framgår av figur 9:4.



Figur 9:4

- |     |                                   |       |                                 |
|-----|-----------------------------------|-------|---------------------------------|
| ME  | = minnesenhet                     | MsR   | = minnesregister                |
| AE  | = aritmetisk enhet                | AsR-Y | = adressregister, yttre enheter |
| SE  | = styrenhet                       | YBR   | = yttre bussregister            |
| ANE | = anpassningsenhet                | IB    | = inre bussledning              |
| YE  | = yttre enhet                     | YB    | = yttre bussledning             |
| UKY | = underkontroll för yttre enheter |       |                                 |



Eftersom MsR<sub>8</sub> innehåller en etta, överföres positionerna 8, 11 samt 19-23 i MsR till AsR-Y, adressregister för yttre enheter.

Med hjälp av UKY, underkontroll för yttre enheter, göres en avkänning av om den adresserade yttre enheten är klar.

Om så ej är fallet, väntar maskinen i detta läge tills klarsignal kommer. Avbrottssignaler av den typ som beskrivs i kapitel 15 "Abrottssignaler" och kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter" bryter dock detta vänteläge, varvid ordern betraktas som ej påbörjad.

Är den yttre enheten klar för att avge eller mottaga information, lämnar UKY en signal, som leder till att orderdelen i MsR överföres till styrenheten SE via IB. OLR

Om den yttre enheten är en inenhet, påbörjas överföringen av information från denna till YBR, yttre bussregister.

De mikrooperationer som genereras av SE överför därefter innehållet i YBR till aritmetiska enheten AE, där den vidare behandlingen beror på vilken operation som valts.

I det fall att den yttre enheten är en utenhet, överföres talet från AE via IB till YBR. Då detta skett, lämnar SE en signal till UKY, som överför talet vidare till den yttre enheten via YB.

Liksom vid en normal operation överföres innehållet i AsR-O till AsR-M och en ny order läses fram till MsR så snart det är möjligt.

I figur 9:4 finns de beskrivna enheterna samt de speciella informationsvägarna.

"Mellanlagringsregistret" YBR är nödvändigt med hänsyn till att den yttre bussledningen YB har betydligt längre överföringstid än den inre bussledningen IB. Denna längre överföringstid gör att den yttre bussen är mindre känslig för störningar och kan bestå av längre ledningar.

## Kommunikation mellan ME och YE

I kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter" beskrives hur avbrottssignaler användes för att informera centralenheten då långsamma yttre enheter är beredda att avge eller mottaga information.

Sålunda överföres all information från och till bandminnet på kommando av dessa signaler vilket framgår av kapitel 18 "Bandminnet". Dessa överföringar sker i form av ord om 24 bitar och går direkt mellan snabbminnet och bandelektroniken.

Figur 9:5 visar vilken del av systemet som deltar.

Vid t ex överföring av ett 24 bitars ord från band till snabbminnet blir informationsflödet följande:

Den order som lästs fram till MsR och påbörjats avbrytes ej av en inkommande avbrottssignal. Så snart den är avslutad och en ny order lästs fram till MsR gör avbrottssignalen sig gällande. Ett led i en indirekt adressering betraktas härvid som en avslutad order. Innehållet i MsR lagras över till dataregistret DR i AE via inre bussen IB.

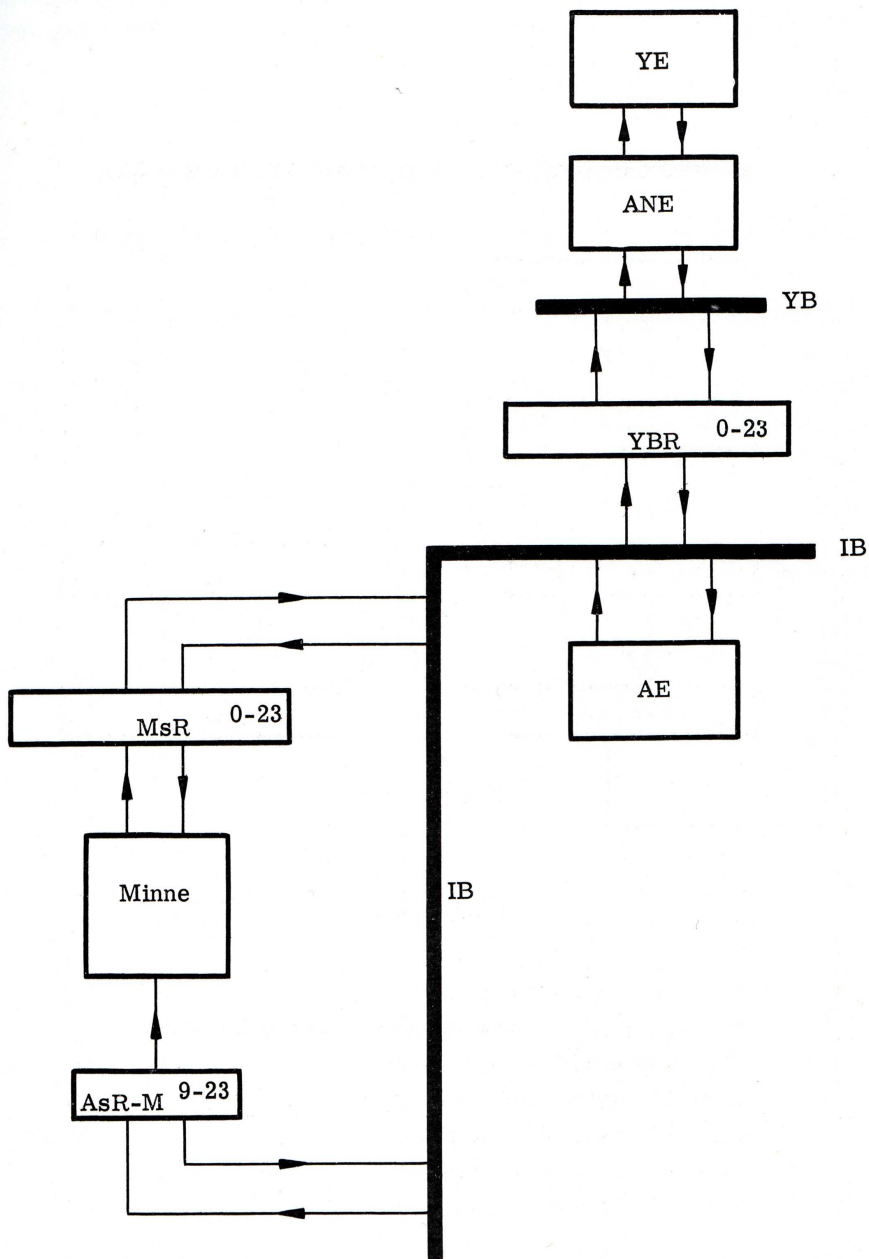
Till avbrottssignalen hör en cell i början av grundminnet, i detta fall cell 00000. Innehållet i denna cell överföres till minnesregistret MsR där addition av en etta sker i position 23 till talet i MsR<sub>9-23</sub>. Den så uppkomna adressen går dels till cell 00000, dels till adressregistret AsR-M.

24 bitars talet från bandminnet befinner sig nu i YBR, ett register om 24 positioner. Härifrån tas talet via den inre bussledningen IB till minnesregistret MsR och läses in i den minnescell som specificeras av innehållet i adressregistret AsR-M.

Den instruktion som lagrades ut till aritmetiska enheten AE vid förloppets början överföres därefter via IB till MsR och kan utföras.

Innehållet i AsR-O samt i aritmetiska enhetens resultatregister påverkas ej av den beskrivna överföringen.

Dessa överföringar mellan snabbminnet och yttre enheter göres med operationen 37 "Kommunikation med yttre enhet". Denna kopplas in av yttre signaler och får ej programmeras. En programmering av operation 37 leder till stopp i maskinen.

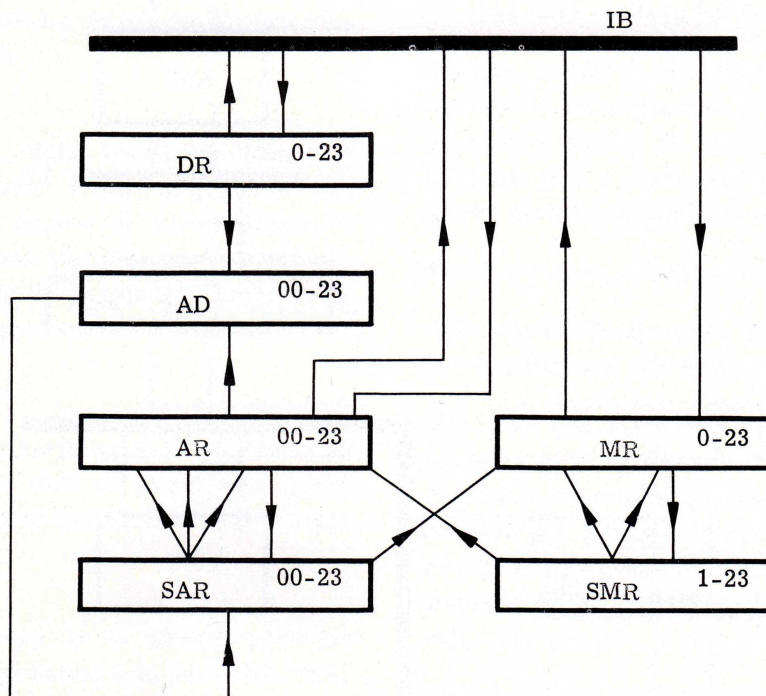


Figur 9:5

- YE = yttre enhet (i detta fall bandaggregat)
- ANE = anpassningsenhet
- AE = aritmetisk enhet
- YBR = yttre bussregister
- MsR = minnesregister
- AsR-M = adressregister, minne
- IB = inre bussledning
- YB = yttre bussledning

**Arimetiska enheten AE**

Denna enhets uppbyggnad framgår av figur 9:6.



Figur 9:6

- DR = dataregister
- AD = additionskretsar med komplementbildare
- AR = ackumulatorregister
- SAR = skiftregister för AR
- MR = multiplikatorregister
- SMR = skiftregister för MR
- IB = inre bussledning

Registren innehåller 23, 24 eller 25 positioner. Position 00 utnyttjas för spillindikation.

Vid en addition av ett 24 bitars tal kommer detta från inre bussledningen IB via dataregistret DR till AD där additionen äger rum.

Även skiftregistret SAR utnyttjas innan summan lagras i AR.

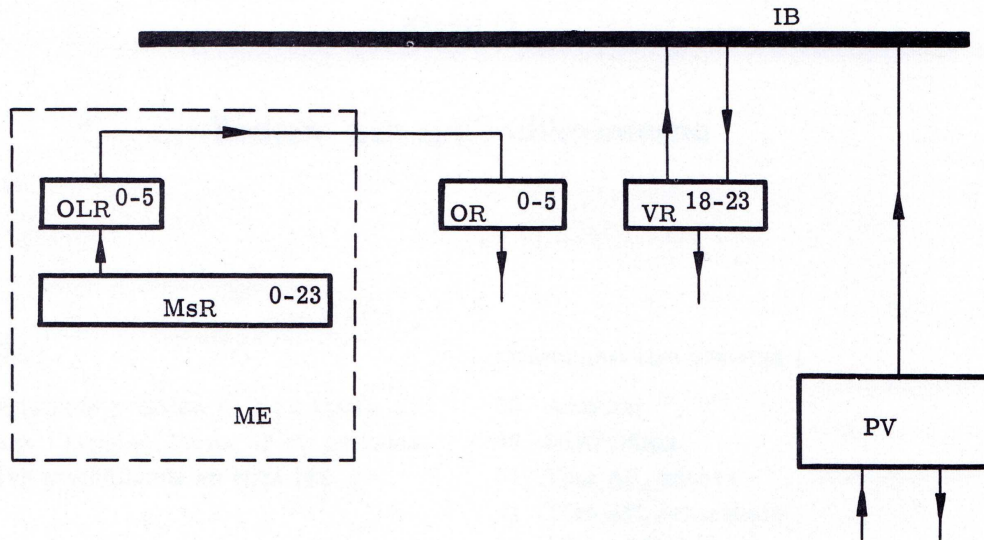
Vid en skrivorder överföres innehållet i AR eller MR direkt till inre bussledningen IB för vidare befordran.

Vid så kallade "långa operationer" kan AR och MR betraktas som ett enda register.

I kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar" beskrives det allmänna informationsflödet vid olika operationer.

**Styrenheten SE**

Endast orderregistret OR, valräknaren VR samt programvalet PV skall här något beskrivas.



Figur 9:7

- ME = minnesenhet
- MsR = minnesregister
- OLR = orderlagringsregister
- OR = orderregister
- VR = valräknare
- PV = programval
- IB = inre bussledning

En order som lästs fram till MsR från en minnescell, innehåller en operationsdel i position 0-5. Via OLR går denna del till orderregistret OR.

I OR avkodas operationen varefter dess speciella mikrooperationer genereras och styr informationsflödet i maskinen.

Adressdelen i en skiftorder rymmer antalet skiftsteg. Då en dylik order lästs fram till MsR, går ej dess adressdel till adressregistret AsR-M som vid en normal operation. I stället kommer 2-komplementet av antalet skiftsteg att överföras till valräknaren VR. Detta är ett räk-

nande register och för varje steg talet i AE skiftas, adderas en etta till VR. Förloppet avbrytes då innehållet i VR är noll.

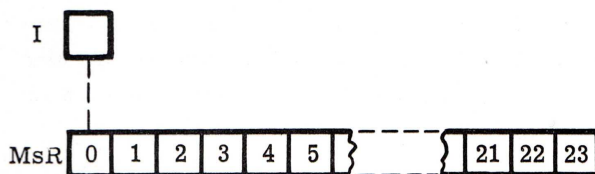
Det är även möjligt att via IB överföra innehållet i VR till MsR och snabbminnet. Detta används i samband med normaliseringsoperationerna, då antalet skiftsteg skall lagras i en minnescell.

Programvalet PV, som även ingår i styrenheten, användes för att kontrollera de förlopp som behandlas i kapitel 15 "Avbrottssignaler" samt kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter".

## Tecken- och spillindikatorerna

### Teckenindikatorn I

Till minnesregistrets position 0, dvs  $MsR_0$ , är teckenindikatorn I kopplad. Denna är att betrakta som ett register innehållande en enda bit.



Figur 10:1

Ett undantag utgör operationen "Varvräkning", då I är kopplad till  $MsR_0$ . Detta fall behandlas längre fram.

Data som läses ut från eller skrives in i minnes-celler lämnar efter sig information om sina tecken i indikatorn I. Som framgår av kapitel 8 "Tal-representationen" är just position 0 avsedd som teckenposition.

Ur nedanstående tabell framgår av vilka operationer teckenindikatorn I påverkas. Den enda operation som kan tillgodogöra sig indikatorns innehåll är "Hoppa på I". Om innehållet i I är en etta sker ett hopp, är det en nolla sker inget hopp.

Mellan en operation som påverkar indikatorn och den omtalade hoppordern kan mycket väl ett antal operationer som ej påverkar indikatorn få komma.

### Operationer som påverkar I

- 00 Addition
- 40 Subtraktion
- 01 Töm AR, addera
- 41 Töm AR, subtrahera
- 02 Lång addition
- 42 Lång subtraktion
- 04 Multiplikation, kort produkt
- 44 Multiplikation, lång produkt
- 05 Division, kort dividend
- 45 Division, lång dividend
- 16 Skriv
- 46 Skriv, töm
- 07 Addera, skriv
- 47 Addera, skriv, töm
- 10 Skriv i adressdel
- 50 Skriv i märk- och adressdel
- 11 Skriv  $AR_{0-11}$
- 51 Skriv  $AR_{12-23}$
- 12 Skriv MR
- 52 Skriv MR, töm
- 13 Tag till MR
- 14 Logisk multiplikation
- 20 Kort normalisering
- 60 Lång normalisering
- 21 Varvräkning

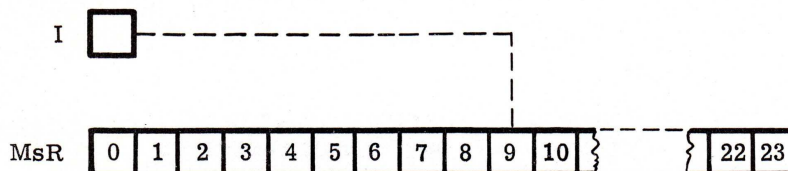
Innehållet i teckenindikatorn I förstörs av alla order, som syftar på yttre enheter. Som framgår av kapitel 9 "Informationsflödet" går informationen härvid från den yttre enheten via YBR till aritmetiska enheten eller i motsatt riktning. Minnesregistret MsR, dit I är kopplad, passeras ej härvid, varför det överförda talets tecken ej återfinns i indikatorn.

(På grund av snabbminnets arbetssätt kommer i stället talet i den cell, vars adress motsvarar adressen till den yttre enheten, att lämna teckeninformation till I).

Den information som går in i och ut ur snabbminnet enligt de principer som anges i kapitel 16 "Uti-

från styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter" påverkar ej innehållet i teckenindikatorn I.

Vid operationen "Varvräkning" är I kopplad till MsR<sub>9</sub> i stället för MsR<sub>0</sub>.



Figur 10:2

Vid "Varvräkning" tas ett tal upp från en specificerad minnescell till MsR. Här ökas innehållet i MsR<sub>9-23</sub> med en etta i position 23 varefter hela talet, dvs MsR<sub>0-23</sub>, skrivs tillbaka till minnescellen. Innehållet i MsR<sub>9</sub> går därvid även till teckenindikatorn I.

I påverkas ej av den hjälporder som genereras vid indirekt adressering.

**Spillindikatorn S**

Den normala ordlängden i SAAB D21 är 24 bitar. Ett sådant tal ryms i ackumulatorregistrets positioner AR<sub>0-23</sub> eller i en minnescell. Vid räkning med 47 bitars tal fordras två konsekutiva minnesceller eller registret AR<sub>0-23</sub> + MR<sub>1-23</sub> för lagring.

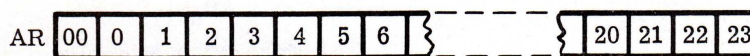
I båda fallen gäller att alla tal x måste ligga inom intervallet

$$- 1 \leq x < + 1$$

Som framgår av kapitel 8 "Talrepresentationen" är AR<sub>0</sub> teckenposition, AR<sub>1</sub> har vikten 1/2, AR<sub>2</sub> har vikten 1/4 osv.

Addition av två tal som båda ligger inom intervallet 1/2 till 1 leder till att summan överskrider det tillåtna värdet 1. Detta kallas att "spill" uppstått.

För att indikera detta eller annat slag av spill är AR utökat med en position kallad AR<sub>00</sub>, som är placerad omedelbart till vänster om position AR<sub>0</sub>.



Figur 10:3

Registrerbart spill föreligger om innehållet i AR<sub>00</sub> är skilt från innehållet i AR<sub>0</sub>, dvs spillindikatorn S bildas ur det logiska sambandet  $S = \overline{AR_0 \cdot AR_{00}} + \overline{AR_0} \cdot AR_{00}$ . (Innebörden av detta Boolska uttryck är helt enkelt den att S=1, dvs spill indikeras, om  $ar_{00} \neq ar_0$ ). Innehållet i S kan endast tillgodogöras genom operationerna "Hoppa på spill" och "Hoppa på icke spill".

Hur innehållet i S påverkas av olika operationer framgår av nedanstående sammanställning. Där angives om föregående information i S har förstörts eller ej, samt om den genomlöpta opera-

tionen kan ge upphov till spill. Vidt ex addition av ett tal (även talet 0) förstörs föregående spillinformation, medan nytt spill mycket väl kan förekomma.

Operationerna "Division, kort dividend" och Division, lång dividend" kan ge upphov till spill, men indikationen har av tekniska skäl utelämnats.

Ytterligare upplysningar om spillindikatorn Soch dess påverkan av olika operationer framgår av kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar".

Operation	S har information om huruvida operationen givit spill	Föregående information i S har förstörts	S påverkas ej
00 Addition	x	x	
40 Subtraktion	x	x	
01 Töm AR, addera		x	
41 Töm AR, subtrahera	x	x	
02 Lång addition	x	x	
42 Lång subtraktion	x	x	
03 Bilda  ar, mr	x	x 1/	x 1/
43 Bilda - ar, mr		x 1/	x 1/
04 Multiplikation, kort produkt		x	
44 Multiplikation lång produkt		x	
05 Division, kort dividend		x	
55 Division, lång dividend		x	
06 Skriv			x
46 Skriv, töm		x	
07 Addera, skriv	x	x	
47 Addera, skriv, töm		x	
10 Skriv i adressdel			x
50 Skriv i märk- och adressdel			x
11 Skriv AR <sub>0-11</sub>			x
51 Skriv AR <sub>12-23</sub>			x
12 Skriv MR			x
52 Skriv MR, töm			x
13 Tag till MR			x
53 Tag MsR till MR			x
14 Logisk multiplikation		x 2/	x 2/
15 Kort vänsterskift	x 2/	x	
55 Långt vänsterskift	x 2/	x	
16 Kort högerskift			x
56 Långt högerskift			x
17 Kort högerskift utan tecken		x	
57 Långt högerskift utan tecken		x	
20 Kort normalisering		x	
60 Lång normalisering		x	
21 Varvräkning			x
22 Ovillkorligt hopp			x
62 Hoppa på I			x
23 Hoppa på AR plus			x
63 Hoppa på AR minus			x
24 Hoppa på spill			
64 Hoppa på icke spill		x 3/	x 3/
25 Stopp med hopp			x
26 Hopp med lagring av orderadress			x
27 Utför			x

1/ Om komplementbildning sker, förstörs föregående information i S, annars ej.

2/ Se anmärkningarna till denna operation i kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar".

3/ S påverkas endast om spill föreligger.

## Kapitel 11

# Operationslista med tillämpningar

Operationslistan för SAAB D21 innehåller 43 order, som får användas vid programskrivning samt 2 order vilka genereras automatiskt på speciella villkor.

I nedanstående lista är de 43 programmeringsbara operationerna medtagna. För varje operation anges om orderordets adressdel skall innehålla adressen till en minnescell (M), antalet skiftsteg (n) eller om adressdelen saknar intresse (-). Adressdelen kan även syfta på en yttre enhet, men detta behandlas separat i kapitel 12 "Operationer för yttre enheter". Operationernas verkan, påverkan av spill- respektive teckenindikatorer samt totala operationstiden (dvs inklusive access-tiden) avslutar tabellen.

Förekommande förkortningar:

AR	= ackumulatorregister
MR	= multiplikatorregister
AR+MR	= det sammanhängande 47 bitars registret bestående av AR och MR
MsR	= minnesregister
AsR-O	= adressregister för order
M	= minnescell
I	= teckenindikator
S	= spillindikator
(x)	= logisk multiplikation

Vidare gäller allmänt att  $p = C(P)$ , dvs innehållet i P

Med (I) och (S) menas att tecken- respektive spillindikatorn endast har begränsat intresse vid dessa operationer.



Operation	Orderordet		Operationens verkan	I S	Tid i $\mu$ s
	operation	adress			
Addition	00	M	$ar + m \rightarrow AR$	I, S	9,6
Subtraktion	40	M	$ar - m \rightarrow AR$	I, S	9,6
Töm AR, addera	01	M	$0 \rightarrow AR$ $m \rightarrow AR$	I	9,6
Töm AR, subtrahera	41	M	$0 \rightarrow AR$ $-m \rightarrow AR$	I, S	9,6
Lång addition	02	M	$[ar, mr] + [m, (m+1)] \rightarrow AR + MR$ $0 \rightarrow MR_0$	I, S	16,0
Lång subtraktion	42	M	$[ar, mr] - [m, (m+1)] \rightarrow AR + MR$ $0 \rightarrow MR_0$	I, S	16,0
Bilda $ ar, mr $	03	-	$ ar, mr  \rightarrow AR + MR$	S	11,2 om komplementet bildas, annars 6,4
Bilda $- ar, mr $	43	-	$- ar, mr  \rightarrow AR + MR$		35,2 om $ar \geq 0$ 37,6 om $ar < 0$
Multiplikation, kort produkt	04	M	$ar \cdot m \rightarrow AR$ . Avrundning i AR	I	40,8 om $ar = m = -1$
Multiplikation, lång produkt	44	M	$ar \cdot m \rightarrow AR + MR$ Ingen avrundning	I	
Division, kort dividend	05	M	$\frac{ar}{m} \rightarrow AR$ $1 \rightarrow AR_{23}$ Korrekt rest i MR	I	44,0
Division, lång dividend	45	M	$\frac{ar \cdot mr}{m} \rightarrow AR$ $1 \rightarrow AR_{23}$ Korrekt rest i MR	I	44,0
Skriv	06	M	$ar \rightarrow M, AR$ till HochellAR	I	9,6
Skriv, töm	46	M	$ar \rightarrow M$ $0 \rightarrow AR$	I	9,6
Addera, skriv	07	M	$m + ar \rightarrow M, AR$	I, S	12,0
Addera, skriv, töm	47	M	$m + ar \rightarrow M$ $0 \rightarrow AR$	I	12,0
Skriv i adressdel	10	M	$ar_{8-23} \rightarrow M_{8-23}, AR_{8-23}$	(I)	9,6
Skriv i märk och adressdel	50	M	$ar_{6-23} \rightarrow M_{6-23}, AR_{6-23}$	(I)	9,6
Skriv $AR_{0-11}$	11	M	$ar_{0-11} \rightarrow M_{0-11}, AR_{0-11}$	I	9,6
Skriv $AR_{12-23}$	51	M	$ar_{12-23} \rightarrow M_{12-23}, AR_{12-23}$	(I)	9,6
Skriv MR	12	M	$mr_{0-23} \rightarrow M_{0-23}, MR_{0-23}$	I	9,6
Skriv MR, töm	52	M	$mr_{0-23} \rightarrow M_{0-23}$ $0 \rightarrow MR$	I	9,6
Tag till MR	13	M	$m_{0-23} \rightarrow MR_{0-23}$	I	9,6
Tag MsR till MR	53	M	$m_{sR_{0-23}} \rightarrow MR_{0-23}$		9,6
Logisk multiplikation	14	M	$ar(x)m \rightarrow AR$	I	9,6

Operation	Orderordet		Operationens verkan	I S	Tid i $\mu$ s
	operation	adress			
Kort vänsterskift	15	n	$ar_{00-23}$ skiftas n steg vänster $0 \rightarrow AR_{23}$ om $n \neq 0$	(S)	7,2
Långt vänsterskift	55	n	$ar_{00-23}, mr_{1-23}$ skiftas n steg vänster. $0 \rightarrow MR_{23}$ om $n \neq 0$	(S)	om $n \leq 4$
Kort högerskift	16	n	$ar_{0-23}$ skiftas n steg höger. $ar_{00}, ar_0$ ändras ej.		7,2+ +0,8 (n-4) om
Långt högerskift	56	n	$ar_{0-23}, mr_{1-23}$ skiftas n steg höger. $ar_{00}, ar_0$ ändras ej.		$n > 4$
Kort högerskift utan tecken	17	n	$ar_{0-23}$ skiftas n steg höger. $0 \rightarrow AR_{00}, AR_0$ om $n \neq 0$		7,2 om $n \leq 3$
Långt högerskift utan tecken	57	n	$ar_{0-23}, mr_{1-23}$ skiftas n steg höger. $0 \rightarrow AR_{00}, AR_0$ om $n \neq 0$		7,2+ +0,8 (n-3) om $n > 3$
Kort normalisering	20	M	$ar_{00-23}$ skiftas vänster tills $ar_0$ och $ar_1$ är olika. Antalet skift- steg (n) till M	(I)	10,4 + <i>11,2 + n</i>
Lång normalisering	60	M	$ar_{00-23}, mr_{1-23}$ skiftas vänster tills $ar_0$ och $ar_1$ är olika. Antalet skiftsteg (n) till M	(I)	+n · 0.8 <i>n = antalet</i>
Varvräkning	21	M	$m_{9-23} + 2^{-23} \rightarrow M_{9-23}$	I	9,6 <i>10,4</i>
Ovillkorligt hopp	22	M	Nästa order från M		4,8
Hoppa på I	62	M	I=1: Nästa order från M I=0: Ingen verkan		4,8 om hopp sker. 6,4 om hopp ej sker.
Hoppa på AR plus	23	M	$ar \geq 0$ : Nästa order från M $ar < 0$ : Ingen verkan		
Hoppa på AR minus	63	M	$ar < 0$ : Nästa order från M $ar \geq 0$ : Ingen verkan		
Hoppa på spill	24	M	Vid spill: Nästa order från M Vid icke spill: Ingen verkan		
Hoppa på icke spill	64	M	Vid icke spill: Nästa order från M Vid spill: $AR_{0-23}, MR_{1-23}$ skiftas 1 steg höger. $ar_{00} \rightarrow AR_0, AR_{00}$		
Stopp med hopp	25	M	Stopp. Nästa order från M efter tryckning på "START"		
Hopp med lagring av orderadress	26	M	$asr - 0 \rightarrow M$ . Därefter sker hopp till hopp till $M+1$		
Utför	27	M	Ordern i M utföres		4,8

**Addition 00**

*Allmän beskrivning*

Till talet i AR adderas det tal som är lagrat i den angivna minnescellen.

*Orderordet*

Om till AR skall adderas innehållet i minnescell 07235 blir orderordet i oktaltal form:

00 0 07235

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Addenden i minnescellen överföres via MsR till DR varefter additionen sker i AD och resultatet lagras i AR.

*Tid*

Ordern utföres på 9,5  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om addendens tecken.

Indikatorn S innehåller information om huruvida spill förekommit.

Innehållet i I kan avkännas genom ordern "Hoppa på I".

Innehållet i S kan avkännas genom ordern "Hoppa på spill" eller "Hoppa på icke spill".

**Subtraktion 40**

*Allmän beskrivning*

Från talet i AR subtraheras det tal som är lagrat i den angivna minnescellen.

*Orderordet*

Subtraktion av innehållet i cell 01364 från innehållet i AR ger följande orderord:

40 0 01364

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Subtrahenden överföres via MsR till DR varefter subtraktionen sker i AD och resultatet lagras i AR.

*Tid*

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om subtrahendens tecken.

Indikatorn S innehåller information om huruvida spill förekommit.

Är innehållet i AR = 0 och subtrahenden = -1 blir ej resultatet +1 (eftersom alla D21-tal är mindre än +1) utan -1. Härvid anger spillindikatorn S att "spill" förekommit.

**Töm AR, addera 01**

*Allmän beskrivning*

AR nollställes varefter det tal, som är lagrat i den angivna minnescellen, tas till AR.

*Orderordet*

Intagning av det tal som är lagrat i cell 13767 ger följande orderord:

01 0 13767

*Exempel*

Om skillnaden mellan talen i cellerna 20165 och 01633 önskas, blir programmet:

01 0 20165 Töm AR, addera

40 0 01633 Subtraktion

*Informationsflödet*

Det överförda talet går via MsR och DR till AR.

*Tid*

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

### Anmärkingar

Indikatorn I innehåller information om talets tecken.

**Töm AR, subtrahera 41**

### Allmän beskrivning

AR nollställes, varefter det tal, som är lagrat i den angivna minnescellen, tas till AR med ombytt tecken. Detta innebär att talets 2-komplement finns i AR efter orderns utförande.

### Orderordet

Om talet i cell 01465 skall tas in i AR med ombytt tecken, blir orderordet:

41 0 01465

### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

### Informationsflödet

Talet kommer från snabbminnet via MsR och DR till AD. I AD bildas 2-komplementet som överföres till AR.

### Tid

Ordern utföres på  $9,6\mu s$ .

### Anmärkingar

Indikatorn I innehåller information om tecknet på det tal som hämtas från minnescellen, dvs tecknet före komplementbildningen.

Denna order ger ett korrekt resultat i AR för alla tal  $x$  i intervallet:  $-1 < x < +1$

Talet +1 kan ej representeras i D21 men däremot finns -1, som heter 40000000 i oktal form. Om detta tal skall tas in med operationen "Töm AR, subtrahera" blir resultatet att -1 fås i AR. Spillindikatorn anger härvid att "spill" förekommit.

**Lång addition 02**

### Allmän beskrivning

$AR_{0-23}$  samt  $MR_{1-23}$  utgör i denna operation ett långt, sammanhängande register om 47 positioner. MR:s första position,  $MR_0$ , deltar ej. Till  $AR+MR$  adderas det 47 bitars tal som är lagrat i cellerna M och M+1, dvs två konsekutiva celler var som helst i minnet. Analogt med  $MR_0$  gäller att den första positionen i cell M+1 dvs  $(M+1)_0$  ej ingår i 47-bitars talet. Resultatet av additionen lagras i  $AR_{0-23}$  samt  $MR_{1-23}$ .

### Orderordet

Addition av talet i cellerna 20130-20131 med talet i  $AR + MR$  ger följande orderord:

02 0 20130

### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

### Informationsflödet

Först överföres den minst signifikanta taldelen, dvs  $m + 1$ , via MsR till DR och AD varefter den adderas till ar, vilket nu är det ursprungliga innehållet i MR. Summan lägges i MR varefter den mest signifikanta taldelen, dvs  $m$ , överföres via MsR och DR till AD och adderas till det ursprungliga innehållet i AR. En eventuell carry från föregående addition adderas till varefter resultatet lägges i AR.

### Tid

Ordern utföres på  $16,0\mu s$ .

### Anmärkingar

Indikatorn I innehåller information om tecknet på det tal som adderats, dvs tecknet på talet i cell M återfinnes i indikatorn. Spillindikatorn S anger om spill förekommit. Ordern avslutas med att 0 sättes till  $MR_0$  enligt de gällande konventionerna för 47 bitars tal.

$MR_0$  nollställes även före additionens utförande.

Innehållet i  $(M+1)_0$  måste, i enlighet med talrepresentationen, vara noll.

**Lång subtraktion 42**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i minnescellerna M och M+1 subtraheras från innehållet i registret AR+MR. Resultatet lagras i AR<sub>0-23</sub> samt MR<sub>1-23</sub>. Beträffande vissa positioner gäller samma som för "Lång addition".

*Orderordet*

Subtraktion av talet i cellerna 05675-05676 från innehållet i AR + MR ger följande orderord:  
42 0 05675

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

I huvudsak samma som för "Lång addition".

*Tid*

Ordern utföres på 16,0  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om subtrahendens tecken, dvs tecknet på talet i cell M.

Spillindikatorn S anger om spill förekommit.

Analogt med "Lång addition" nollställes MR<sub>0</sub> både före och efter subtraktionen.

Subtraktionen gäller två 47 bitars tal, dvs MR<sub>0</sub> och (M+1)<sub>0</sub> ingår ej. (M+1)<sub>0</sub> måste emellertid vara = 0.

Om AR + MR = 0 och talet -1 subtraheras, fås som resultat -1 samt information i S att "spill" förekommit. Jämför med operationen "Subtraktion".

**Bilda | ar, mr | 03**

*Allmän beskrivning*

Absolutbeloppet av 47 bitars talet i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> bildas och resultatet lägges i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub>.

*Orderordet*

Märk- och adressdelen i orderordet skall normalt innehålla nollor varvid orderordet blir:

03 0 00000

*Exempel*

Absolutbeloppet av skillnaden mellan de två 47 bitars talen i 04237-04240 och 13002-13003 skall bildas. Om AR = MR = 0 blir programmet:

02 0 04237 Lång addition  
42 0 13002 Lång subtraktion  
03 0 00000 Bilda |ar, mr|

*ingen minnescell*

*Informationsflödet*

Endast AR och MR berörs, förutom hjälpregistren DR och SAR.

*Tid*

6,4  $\mu$ s om talet redan är positivt, dvs om AR<sub>0</sub> = 0.  
11,2  $\mu$ s om talet är negativt, dvs om AR<sub>0</sub> = 1.

*Anmärkningar*

Absolutbeloppet av -1 ger till resultat -1 med information i S att "spill" förekommit. Detta är det enda tal vars positiva absolutbelopp ger ett negativt tal som resultat.

Önskas endast absolutbeloppet av AR sättes först MR = 0 genom ordern "Skriv MR, töm". Att tömma MR genom långt höger- och vänsterskift är härvid ej tillräckligt eftersom MR<sub>0</sub> ej deltar vid skiftoperationer.

Konventionerna för långa tal förskriver MR<sub>0</sub> = 0. Skulle MR<sub>0</sub> vara = 1 ger emellertid ordern "Bilda |ar, mr|" korrekt resultat ändå utom när MR<sub>1-23</sub> innehåller uteslutande nollor och AR<sub>0</sub> = 1. Operationen avslutas alltid med 0 till MR<sub>0</sub>.

Märk- och adressdelen i orderordet, dvs position 6-23, är insignifikant eftersom ordern verkar på talet i det långa registret AR + MR. Om position 8 av misstag skulle innehålla en etta innebär det att en yttre enhet adresseras och eventuellt igångsättes. Följden kan bli ett fel i de fortsatta beräkningarna. Är position 6 i märkdelen = 1 föreligger så kallad "indirekt adressering" dvs position 6-23 får ny information med risk för att position 8 kan bli =1.

Som allmän regel gäller sålunda att märk- och adressdel skall innehålla nollor, speciellt då märkdelen (position 6-8).

#### Bilda -|ar, mr| 43

##### Allmän beskrivning

Negativa absolutbeloppet av 47 bitars talet i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> bildas och resultatet lägges i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub>.

##### Orderordet

Märk- och adressdelen i orderordet skall normalt innehålla nollor varvid orderordet blir:

43 0 00000

##### Exempel

Se "Orderordet" ovan

##### Informationsflödet

Endast AR och MR berörs förutom hjälpregistren DR och SAR.

##### Tid

6,4  $\mu$ s om talet redan är negativt, dvs om AR<sub>0</sub> = 1.

11,2  $\mu$ s om talet är positivt, dvs om AR<sub>0</sub> = 0.

##### Anmärkningar

Talet 0 är det enda tal vars negativa absolutbelopp ger ett positivt tal (0) som resultat. Om operationen "Hoppa på AR plus" följer på operationen "Bilda -|ar, mr|" fås ett hopp endast om talet i AR, MR är 0.

Analogt med operationen "Bilda |ar, mr|" bör först MR tömmas genom operation "Skriv MR, töm" om endast negativa absolutbeloppet av AR skall bildas.

Om negativa absolutbeloppet av innehållet i AR+MR önskas ger även denna order korrekt resultat även om MR<sub>0</sub> skulle vara en etta. Ett undantag är dock om MR<sub>1-23</sub> innehåller nollor samt AR<sub>0</sub>=0, då resultatet blir felaktigt.

Operationen avslutas alltid med 0 till MR<sub>0</sub>.

Beträffande märk- och adressdel gäller samma som vid order "Bilda |ar, mr|", dvs de bör innehålla nollor.

#### Multiplikation, kort produkt 04

##### Allmän beskrivning

Två 24 bitars tal multipliceras med varandra varvid fås en korrekt avrundad produkt om 24 bitar. Multiplikatorn finns i AR och multiplikanden i den angivna minnescellen. Produkten hamnar i AR<sub>0-23</sub> och MR<sub>1-23</sub> med en nolla i MR<sub>0</sub>. Eftersom endast 24 bitars produkt önskas vid denna operation, sker en korrekt avrundning dvs en etta adderas till AR<sub>23</sub> om MR<sub>1</sub> = 1.

##### Orderordet

En multiplikation av innehållet i AR med innehållet i cell 20137 ger följande orderord, om kort produkt önskas:

04 0 20137

##### Exempel

Bilda kvadraten av talet i cell 12035. Resultatet skall hamna i AR, korrekt avrundat:

01 0 12035 Töm AR, addera

04 0 12035 Multiplikation, kort produkt

##### Informationsflödet

Multiplikanden hämtas från minnescellen via MsR till DR varefter multiplikationen sker. Denna utföres genom successiva högerskift och additioner.

### Tid

35,2  $\mu$ s om multiplikatorn i AR är  $\geq 0$   
37,6  $\mu$ s om multiplikatorn i AR är  $< 0$   
40,8  $\mu$ s om multiplikatorn = multiplikanden = -1

### Anmärkningar

Indikatorn I innehåller information om multiplikandens (innehållet i cell M) tecken.

Kvadraten på minus ett ger följande resultat:  
 $(-1)(-1) = +1-2^{-23}$   
Innehållet i MR före operationens utförande förstöres.

### Multiplikation, lång produkt 44

#### Allmän beskrivning

Två 24 bitars tal multipliceras med varandra varvid en icke avrundad produkt om 47 bitar erhålles. Multiplikatorn finns i AR och multiplikanden i den angivna minnescellen. Produkten hamnar i AR<sub>0-23</sub> och MR<sub>1-23</sub> med en nolla i MR<sub>0</sub>.

#### Orderordet

En multiplikation av innehållet i AR med innehållet i cell 20137 ger följande orderord, om lång produkt önskas;

44 0 20137

#### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

#### Informationsflödet

Se föregående operation "Multiplikation, kort produkt".

#### Tid

Se föregående operation "Multiplikation, kort produkt".

### Anmärkningar

Indikatorn I innehåller information om multiplikandens (innehållet i cell M) tecken.

Kvadraten på minus ett ger följande resultat:  
 $(-1)(-1) = +1-2^{-46}$ .

Innehållet i MR före operationens utförande förstöres.

### Division, kort dividend 05

#### Allmän beskrivning

Dividenden i AR divideras med divisorn i den angivna minnescellen. Kvoten hamnar i AR varvid en etta alltid sättes in i AR<sub>23</sub>. Resten hamnar i MR<sub>0-23</sub>.

#### Orderordet

En division av innehållet i AR med innehållet i cell 43105 ger följande orderord:

05 0 43105

#### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

#### Informationsflödet

Divisorn hämtas från minnescellen via MsR till DR, varefter divisionen sker. Denna utföres genom successiva vänsterskift och subtraktioner.

#### Tid

Ordern utföres på 44,0  $\mu$ s.

### Anmärkningar

Indikatorn I innehåller information om divisorns (innehållet i cell M) tecken.

Om kvoten kommer utanför D21-talets område  $-1 \leq x < +1$  ger spillindikatorn Singen information om detta.

Efter operationens slut finns en korrekt rest i MR<sub>0-23</sub> som kan utnyttjas för fortsatt division med divisorn i cell M. Denna rest måste då först flyttas över till AR vilket sker genom operationerna 12 "Skriv MR" (alternativt 52 "Skriv MR, töm") samt 01 "Töm AR, addera" varvid de båda ordenas adressdelar syftar på en tillfällig lagringscell i minnet.

Resten kan ej flyttas över till AR genom långt vänsterskift emedan  $MR_0$  ej deltar vid skiftoperationen.

Om  $a$  är ett D21-tal gäller att:  $\frac{a}{a} = 1 - 2^{-23}$

Eftersom ordern alltid avslutas med att en etta sättes in i position  $AR_{23}$  ger talet 0 dividerat med ett tal  $\neq 0$  resultatet  $2^{-23}$  i AR.

Av samma orsak har resten ej alltid samma tecken som kvoten. Detta har emellertid ej någon betydelse om en lång kvot bildas såsom summan

$$k_1 + 2^{-23} \cdot k_2$$

där  $k_1$  är den primära kvoten (24 bitar) och  $k_2$  kvoten mellan resten och divisorn.

#### Division, lång dividend 45

##### Allmän beskrivning

Dividenden i  $AR_{0-23}$  och  $MR_{1-23}$  som består av 47 bitar divideras med divisorn om 24 bitar. Den finns i den angivna minnescellen. Kvoten hamnar i AR varvid en etta alltid sättes in i  $AR_{23}$ . Resten hamnar i  $MR_{0-23}$ .

##### Orderordet

En division av innehållet i AR+MR med innehållet i cell 43105 ger följande orderord:

45 0 43105

##### Exempel

I slutet av anmärkningarna till föregående operation "Division, kort dividend" angavs att den primära kvoten och kvoten mellan resten och divisorn måste summeras ihop för att bilda en korrekt "lång" kvot.

Här antas att den långa dividenden i AR+MR skall divideras med talet i cell 03465. Resttermen i MR skall därefter divideras med talet i cell 03465, dvs samma divisor. De båda kvoterna  $k_1$  och  $k_2$  adderas så ihop enligt  $k_1 + 2^{-23} \cdot k_2$

$2^{-23} \cdot k_2$  bildas genom långt högerskift.

Den första kvoten  $k_1$  lagras tillfälligt i cell 01465.

Cell 12345 användes som arbetscell.

Resultatet kommer i AR+MR.

45 0 03465 Division, lång dividend  
46 0 01465 Skriv, töm  
52 0 12345 Skriv MR, töm  
01 0 12345 Töm AR, addera  
05 0 03465 Division, kort dividend  
56 0 00027 Långt högerskift  
00 0 01465 Lång addition

##### Informationsflödet

Se föregående operation "Division, kort dividend".

##### Tid

Ordern utföres på  $44,0 \mu s$ .

##### Anmärkingar

Innehållet i  $MR_0$  vid orderns början är betydelse-löst. Se för övrigt föregående operation "Division, kort dividend".

#### Skriv 06

##### Allmän beskrivning

Innehållet i AR sättes ut i den angivna minnescellen. AR:s innehåll kvarstår oförändrat.

##### Orderordet

Utsättning av innehållet i AR till cell 13116 ger följande orderord:

06 0 13116

##### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

##### Informationsflödet

Talet i AR överföres via MsR till minnescellen.

##### Tid

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

##### Anmärkingar

Indikatorn I innehåller information om det utsatta talets tecken.



**Skriv, töm 46**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i AR sättes ut i den angivna minnescellen. AR tömmas.

*Orderordet*

Utsättning av innehållet i AR till cell 13116 samt tömning av AR ger följande orderord:

46 0 13116

*Exempel*

Subtrahera innehållet i cell 07777 från innehållet i cell 10000.

Sätt ut resultatet i cell 10001 och nollställ AR. Programmet blir:

01 0 10000	Töm AR, addera
40 0 07777	Subtraktion
46 0 10001	Skriv, töm

*Informationsflödet*

Se föregående operation "Skriv"

*Tid*

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Se föregående operation "Skriv"

**Addera, skriv 07**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i den angivna minnescellen M adderas till innehållet i AR. Resultatet lägges i AR och M.

*Orderordet*

Följande orderord fås om minnescellen har adressen 35001:

07 0 35001

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Talet i cell M överföres via MsR till DR varefter additionen sker i AD. Resultatet lägges dels i AR dels överföres det via MsR till cell M.

*Tid*

Ordern utföres på 12,0  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om resultatets, d v s summans tecken. Spillindikatorn S innehåller information om huruvida spill förekommit.

**Addera, skriv, töm 47**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i den angivna minnescellen M adderas till innehållet i AR. Resultatet lagras i M. AR nollställs.

*Orderordet*

Följande orderord fås om minnescellen har adressen 35001:

47 0 35001

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Talet i cell M överföres via MsR till DR varefter additionen sker i AD. Resultatet överföres därefter från AR via MsR till cell M medan AR nollställs.

*Tid*

Ordern utföres på 12,0  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om resultatets, d v s summans tecken.

Spillindikatorn S innehåller efter denna operation ingen information om huruvida spill förekommit.

**Skriv i adressdel 10***Allmän beskrivning*

Innehållet i AR:s positioner 8-23 lagras ut i den angivna minnescellens positioner 8-23. Position 0-7 i minnescellen berörs ej. AR:s innehåll kvarstår oförändrat.

*Orderordet*

En i AR framräknad adressdel skall sättas ut i adressdelen i det orderord som är lagrat i cell 23516.

Ordern blir:

10 0 23516

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Innehållet i AR<sub>8-23</sub> överföres via MsR till M<sub>8-23</sub>.

*Tid*

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Teckenindikatorn I innehåller efter denna operation information om tecknet på talet i cell M, men eftersom detta tal vanligtvis är en order är denna information oftast utan intresse.

Ordern användes normalt för adressutsättning i ett ord, där operations- och märkdelen redan är fastställda.

Se kapitel 6 "Orderordets uppbyggnad".

**Skriv i märk- och adressdel 50***Allmän beskrivning*

Innehållet i AR:s positioner 6-23 lagras ut i den angivna minnescellens positioner 6-23. Position 0-5 i minnescellen berörs ej. AR:s innehåll kvarstår oförändrat.

*Orderordet*

En i AR framräknad märk- och adressdel skall sättas ut i märk- och adressdelen i det orderord som är lagrat i cell 23516.

Ordern blir:

50 0 23516

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

Informationsflödet:

Innehållet i AR<sub>6-23</sub> överföres via MsR till M<sub>6-23</sub>.

*Tid*

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

*Anmärkningar*

Beträffande indikatorn I, se föregående operation "Skriv i adressdel".

Ordern användes normalt för utsättning av märk- och adressdel i ett ord, där operationsdelen redan är fastställd.

Se kapitel 6 "Orderordets uppbyggnad".

**Skriv AR 0-11 11***Allmän beskrivning*

Innehållet i AR:s positioner 0-11 lagras ut i den angivna minnescellens positioner 0-11.

Position 12-23 i minnescellen berörs ej.

AR:s innehåll kvarstår oförändrat.

*Orderordet*

Innehållet i den vänstra halvan av AR skall lagras ut i cell 07136.

Ordern blir:

11 0 07136

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

### Informationsflödet

Innehållet i  $AR_{0-11}$  överföres via MsR till  $M_{0-11}$ .

### Tid

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

### Anmärkningar

Teckenindikatorn I innehåller information om det utskrivna talets tecken.

**Skriv AR 12-23 51**

### Allmän beskrivning

Innehållet i AR:s positioner 12-23 lagras ut i den angivna minnescellens positioner 12-23.

Position 0-11 i minnescellen berörs ej.

AR:s innehåll kvarstår oförändrat.

### Orderordet

Innehållet i den högra halvan av AR skall lagras ut i cell 07136. Ordern blir:

51 0 07136

### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

### Informationsflödet

Innehållet i  $AR_{12-23}$  överföres via MsR till  $M_{12-23}$ .

### Tid

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

### Anmärkningar

Teckenindikatorn I innehåller ej information om det överförda talets tecken. Däremot kommer den att innehålla information om tecknet på talet i cell M, den cell vars högra hälft fick nytt innehåll.

**Skriv MR 12**

### Allmän beskrivning

Innehållet i  $MR_{0-23}$  sättes ut i den angivna minnescellen. MR:s innehåll kvarstår oförändrat.

### Orderordet

Utsättning av innehållet i MR till cell 02216 ger följande orderord:

12 0 02216

### Exempel

Bilda en 47 bitars produkt av talen i cellerna 13766 och 12500 samt lagra ut denna produkt i cellerna 01236 och 01237 utan att tömma AR och MR.

Programmet blir:

01 0 13766	Töm AR, addera
44 0 12500	Multiplikation, lång produkt
06 0 01236	Skriv
12 0 01237	Skriv MR

### Informationsflödet

Talet i MR överföres via MsR till minnescellen.

### Tid

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

### Anmärkningar

Indikatorn I innehåller information om det utsatta talets tecken. Eftersom  $MR_0$  deltar, kommer denna position att bestämma innehållet i indikatorn. Ett så kallat långt tal om 47 bitar upptar  $AR_{0-23}$  och  $MR_{1-23}$ , dvs  $MR_0$  deltar ej.

Vid utsättande av den minst signifikanta delen av detta tal, dvs talet i  $MR_{1-23}$ , kommer I alltid att registrera ett positivt tal eftersom  $MR_0 = 0$ .

**Skriv MR, töm 52***Allmän beskrivning*

Innehållet i  $MR_{0-23}$  sättes ut i den angivna minnescellen. MR tömmes.

*Orderordet*

Utsättning av innehållet i MR till cell 02216 samt tömning av MR ger följande orderord:

52 0 02216

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Se föregående operation "Skriv MR".

*Tid*

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

*Anmärkningar*

Se föregående operation "Skriv MR".

**Tag till MR 13***Allmän beskrivning*

$MR_{0-23}$  nollställes, varefter det tal, som är lagrat i den angivna minnescellen, tas till  $MR_{0-23}$ .

*Orderordet*

Intagning av talet i cell 10016 till MR ger följande orderord:

13 0 10016

*Exempel*

Bilda  $|a + b - c|$  där a, b och c är 47 bitars tal i cellerna 01056-01057, 01060-01061 och 01062-01063. AR, MR  $\neq 0$  vid starten.

Programmet blir:

01 0 01056	Töm AR, addera
13 0 01057	Tag till MR
02 0 01060	Lång addition
42 0 01062	Lång subtraktion
03 0 0000	Bilda $ ar, mr $

*Orderordet*

Liksom för övriga operationer anges under denna punkt orderordets utseende med den tredje oktala siffran lika med noll. Orderordet blir t ex:

53 0 13065

*Informationsflödet*

Det överförda talet går via MsR till MR.

*Tid*

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

*Anmärkningar*

Indikatorn I innehåller information om det intagna talets tecken. Vid räkning med 47 bitars tal tas de 23 minst signifikanta bitarna till MR. Dessa kommer från  $M_{1-23}$  till  $MR_{1-23}$ . Även  $M_0$  deltar och dess innehåll, som skall vara =0, kommer till  $MR_0$ . Teckenindikatorn I kommer härvid alltid att registrera ett positivt tal.

**Tag MsR till MR 53***Allmän beskrivning*

All information från och till minnesceller går över minnesregistret MsR. Varje operation avslutas med framläsning av nästa orderord till MsR. Är orderordet märkt för indirekt adressering, se kapitel 14 "Indirekt adressering", utbytes position 6-23 i MsR mot ny märk- och adressdel (se orderordets uppbyggnad i kapitel 6). Är märkdelen = 0 utföres operationen på framläst adressdel.

Operationen "Tag MsR till MR" leder till att orderordet i  $MsR_{0-23}$  överföres till  $MR_{0-23}$ . Eventuellt har först märk- och adressdelen i MsR bytts ut en eller flera gånger på grund av att orderordet varit märkt för indirekt adressering.

### Exempel

Ett visst underprogram startar med den förut-sättningen att begynnelseadressen till huvud-programmets parametrar finns lagrad i MR<sub>6-23</sub>. Huvudprogrammets aktuella del blir, om ordernas lagringsplats i snabbminnet anges till vänster om varje order nedan:

Adress	Order	
01370	53 4 01372	Tag MsR till MR
01371	26 0 02010	Hopp med lagring av orderadress
01372	00 0 01400	Lagringscell

Ordern i cell 01370 (53 4 01372) är märkt för indirekt adressering. Adressdelen hämtas från cell 01372 och innehållet i MsR ändras från 53 4 01372 till 53 0 01400. Detta tal fre s över till MR. Ordern i cell 01371 leder till hopp till underprogrammet, som finns i cell 02010 och följande.

Dess början är:

Adress	Order	
02010	00 0 00000	Lagringscell
02011	52 0 02030	Skriv MR, töm

Ordern 26 0 02010 i huvudprogrammet lagrade ut adressen 01372 till lagringscellen 02010 i under-programmet, samt medförde hopp till cell 02011. Här lagras MR till cell 02030. MR innehöll 53 0 01400, dvs den effektiva adressen 01400 finns bevarad och användes längre fram för inhämtning av parametrarna i cell 01400 och följande:

### Informationsflödet

Innehållet i MsR överföres till MR.

### Tid

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

### Anmärkningar

Teckenindikatorn I får ingen ny information.

Om parametrarna varit lagrade i cell 01372 och följande i stället för cell 01400 och följande i exemplet ovan, hade ordern i cell 01370 blivit 53 0 01372 varvid den effektiva adressen 01372 gått till MR för vidare utlagring. Underprogram-

met blir alltså exakt detsamma, ett krav som motiverat denna operation "Tag MsR till MR".

## Logisk multiplikation 14

### Allmän beskrivning

Innehållet i AR multipliceras logiskt med innehållet i den angivna minnescellen. Resultatet lägges i AR.

### Orderordet

Logisk multiplikation mellan talen i AR och cell 10311 ger följande orderord:

14 0 10311

### Exempel

Positionerna 8-15 i AR skall "avmaskas", dvs innehållet i dessa positioner skall kvarstå oförändrat medan positionerna 0-7 och 16-23 i AR skall nollställas. Genom att utföra logisk multiplikation med ett tal som innehåller nollor i positionerna 0-7 och 16-23 samt ettor i positionerna 8-15 fås det önskade resultatet. Om detta tal, den så kallade "masken" finns i cell 10311 blir ordern den som är angiven under "Orderordet".

### Informationsflödet

Talet i minnescellen överföres via MsR till DR. Innehållen i DR och AR multipliceras logiskt med varandra och resultatet hamnar i AR.

### Tid

Ordern utföres på 9,6  $\mu$ s.

### Anmärkningar

Teckenindikatorn I innehåller information om det från minnet hämtade talets tecken, dvs huruvida den första positionen i talet är en nolla eller en etta.

Logisk multiplikation betecknas här med (x).  
Reglerna för logisk multiplikation är följande:

- 0 (x) 0 = 0
- 0 (x) 1 = 0
- 1 (x) 0 = 0
- 1 (x) 1 = 1

$$(x) \begin{array}{r} 000111001100 \\ 101011100100 \\ \hline 000011000100 \end{array}$$

Innehållet i AR<sub>00</sub> liksom innehållet i AR<sub>0</sub> multipliceras logiskt med innehållet i M<sub>0</sub>.

Härigenom kan ej ny spillindikation uppstå vid en logisk multiplikation. Däremot kan en föregående spillindikation försvinna.

Följande tabell visar möjliga kombinationer:

M <sub>0</sub>	Före operationen		Efter operationen	
	AR <sub>00</sub>	AR <sub>0</sub>	AR <sub>00</sub>	AR <sub>0</sub>
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

**Kort vänsterskift 15**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i AR<sub>00-23</sub> skiftas vänster det antal steg som talet i adressdelen anger. I position AR<sub>23</sub> insättes successivt nollor.

*Orderordet*

Positionerna 18-23 i adressdelen anger antalet skiftsteg. Position 8 måste vara = 0 medan innehållet i positionerna 9-17 saknar betydelse.

Vänsterskift 14 steg av AR ger följande orderord (14 i decimal form motsvarar 16 i oktal form):

15 0 00016

*Exempel*

Vänsterskift n steg innebär en multiplikation med 2<sup>n</sup>.

Bilda 8 (a+b), där a och b är lagrade i cellerna 01320 respektive 01321. Programmet blir:

```
01 0 01320      Töm AR, addera
00 0 01321      Addition
15 0 00003      Kort vänsterskift
```

*Informationsflödet*

Med hjälp av skiftregistret SAR skiftas innehållet i AR ett steg åt vänster. I position 23 insättes en nolla. Denna rutin upprepas tills talet i AR blivit skiftat korrekt antal steg.

*Tid*

7,2 μs om n (antal skiftade steg) ≤ 4  
7,2 + 0,8 (n-4) μs om n > 4

*Anmärkingar*

Position AR<sub>00</sub>, den position som ligger till vänster om AR<sub>0</sub>, deltar i skiftet. Spillinformationen S fås allmänt genom en avkänning av positionerna AR<sub>00</sub> och AR<sub>0</sub>. Spill föreligger när ar<sub>00</sub> ≠ ar<sub>0</sub>. Spill kan uppträda under denna operation utan att spillindikatorn S indikerar detta vilket framgår av följande exempel, där endast positionerna AR<sub>00</sub> - AR<sub>7</sub> medtages:

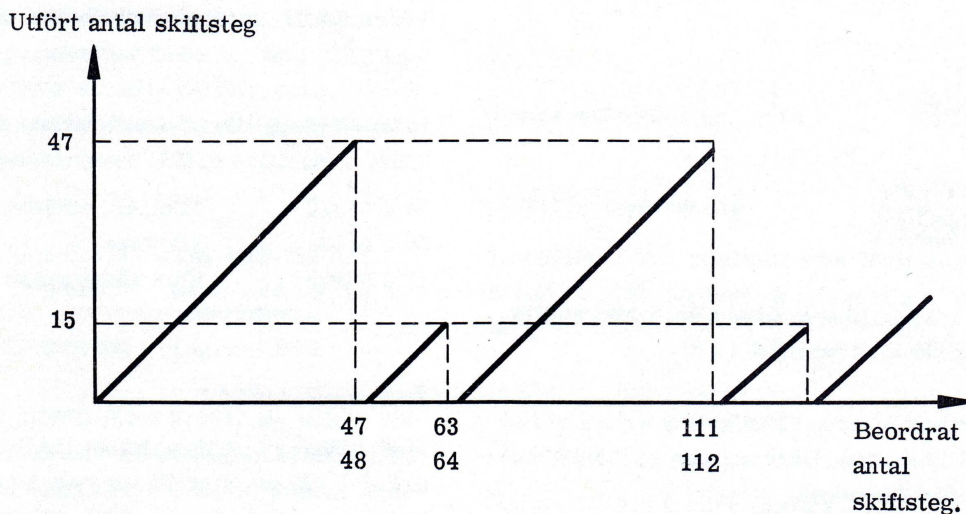
```
Position i AR:      00 0 1 2 3 4 5 6 7
Utgångstal i AR:   0 0 0 1 0 1 1 0 1
Tal i AR efter 2 stegs vänsterskift: 0 1 0 1 1 0 1 0 0
Tal i AR efter 5 stegs vänsterskift (totalt): 1 1 0 1 0 0 0 0 0
```

Efter både 2 och 5 stegs vänsterskift har talet spillt, men detta indikeras ej i det sista fallet.

Om antalet utförda skiftsteg n är = 0 förblir AR oförändrat.

För "Kort vänsterskift", liksom för de övriga skiftoperationerna, gäller följande samband mellan utfört och beordrat antal skiftsteg.

0128-0100-11.33/34/35/36



Figur 11:1

**Långt vänsterskift 55**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i 47 bitars registret AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> skiftas vänster det antal steg som talet i adressdelen anger. I position MR<sub>23</sub> insättes successivt nollor. Även AR<sub>00</sub> deltar i skiftet.

*Orderordet*

Vänsterskift 9 steg av AR, MR ger följande orderord (9 i decimalform motsvarar 11 i oktal form):

55 0 00011

Se för övrigt föregående operation "Kort vänsterskift".

*Exempel*

Vänsterskift n steg innebär en multiplikation med 2<sup>n</sup>.

Bilda 16 (a+b), där a och b är två 47 bitars tal, som är lagrade i cellerna 01256 - 01257 respektive 01260 - 01261. Programmet blir:

- 01 0 01256 Töm AR, addera
- 13 0 01257 Tag till MR
- 02 0 01260 Lång addition
- 55 0 00004 Långt vänsterskift

*Informationsflödet*

Med hjälp av det långa skiftregistret SAR+SMR skiftas innehållet i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> ett steg åt vänster. I position MR<sub>23</sub> insättes en nolla. Denna rutin upprepas tills talet blivit skiftat korrekt antal steg.

*Tid*

Ordern utföres på:

$$7,2 \mu s \text{ om } n \text{ (antal skiftade steg)} \leq 4$$

$$7,2 + 0,8 (n-4) \mu s \text{ om } n > 4$$

*Anmärkningar*

Om antalet utförda skiftsteg n är = 0 förblir AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> oförändrat.

En nolla sättes in i MR<sub>0</sub>, även om n = 0. Se för övrigt föregående operation "Kort vänsterskift".

**Kort högerskift 16**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i AR<sub>0-23</sub> skiftas höger det antal steg som talet i adressdelen anger. I position AR<sub>0</sub> insättes kopior av den ursprungliga teckensiffran.

### Orderordet

Positionerna 18-23 i adressdelen anger antalet skiftsteg. Position 8 måste vara = 0 medan innehållet i positionerna 9-17 saknar betydelse.

Högerskift 6 steg av AR ger följande ordeord (6 i decimal form motsvarar 6 i oktal form):

16 0 00006

### Exempel

Högerskift  $n$  steg innebär en division med  $2^n$ .

Bilda  $1/2$  (a-b), där a och b är lagrade i cellerna 13012 respektive 13013. Programmet blir:

01 0 13012	Töm AR, addera
40 0 13013	Subtraktion
16 0 00001	Kort högerskift

### Informationsflödet

Med hjälp av skiftregistret SAR skiftas innehållet i AR ett steg åt höger. I position  $AR_0$  inmatas en kopia av det föregående innehållet i  $AR_0$ . Denna rutin upprepas till talet blivit skiftat korrekt antal steg.

### Tid

Ordern utföres på:

$7,2 \mu s$  om  $n$  (antal skiftade steg)  $\leq 4$   
 $7,2 + 0,8 (n-4) \mu s$  om  $n > 4$

### Anmärkningar

Position  $AR_{00}$ , den position som ligger till vänster om  $AR_0$ , deltar ej skiftet.

Om antalet utförda skiftsteg  $n = 0$  förblir AR oförändrat.

Beträffande sambandet mellan utfört och beordrat antal skiftsteg se operationen "Kort vänster-skift".

### Långt högerskift 56

### Allmän beskrivning

Innehållet i 47 bitars registret  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  skiftas höger det antal steg som talet i adressdelen anger. I position  $AR_0$  insättes kopior av den ursprungliga teckensiffran.

### Orderordet

Högerskift 1 steg av AR, MR ger följande orderord (1 i decimal form motsvarar 1 i oktal form):

56 0 00001

Se för övrigt föregående operation "Kort högerskift".

### Exempel

Högerskift  $n$  steg innebär en division med  $2^n$ .

Bilda  $1/4$  ab, där a och b är två 24 bitars tal som är lagrade i cellerna 13067 och 00130. Produkten ab skall vara lång, dvs den berör både AR och MR.

Programmet blir:

01 0 13067	Töm AR, addera
44 0 00130	Multiplikation, lång produkt
56 0 00002	Långt högerskift.

### Informationsflödet

Med hjälp av det långa skiftregistret SAR+SMR skiftas innehållet i  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  ett steg åt höger. I position  $AR_0$  inmatas en kopia av det föregående innehållet i  $AR_0$ . Denna rutin upprepas tills talet blivit skiftat korrekt antal steg.

### Tid

Ordern utföres på:

$7,2 \mu s$  om  $n$  (antal skiftade steg)  $\leq 4$   
 $7,2+0,8 (n-4) \mu s$  om  $n > 4$

### Anmärkningar

Om antalet utförda skiftsteg  $n$  är = 0 förblir  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  oförändrat. En nolla sättes in i  $MR_0$ , även om  $n = 0$ . Se för övrigt föregående operation "Kort högerskift".



**Kort högerskift utan tecken 17**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i AR<sub>0-23</sub> skiftas höger det antal steg som talet i adressdelen anger. I positionerna AR<sub>00</sub> och AR<sub>0</sub> insättes successivt nollor.

*Orderordet*

Positionerna 18-23 i adressdelen anger antalet skiftsteg. Position 8 måste vara = 0 medan innehållet i positionerna 9-17 saknar betydelse.

Högerskift utan teckenkopiering 18 steg av AR ger följande orderord (18 i decimal form motsvarar 22 i oktal form):

17 0 00022

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Med hjälp av skiftregistret SAR skiftas innehållet i AR ett steg åt höger. I positionerna AR<sub>00</sub> och AR<sub>0</sub> insättes nollor. Denna rutin upprepas tills talet blivit skiftat korrekt antal steg.

*Tid*

Ordern utföres på:

$7,2 \mu s$  om  $n$  (antal skiftade steg)  $\leq 3$

$7,2+0,8 (n-3) \mu s$  om  $n > 3$

*Anmärkningar*

Eftersom skiften sker utan teckenkopiering insättes även nollor i AR<sub>00</sub>. I annat fall skulle, för ett negativt utgångstal, resultatet efter skiftoperationen bli att AR<sub>00</sub>  $\neq$  AR<sub>0</sub> och felaktig spillinformation uppträda i S.

Om antalet utförda skiftsteg  $n$  är = 0 förblir AR oförändrat.

Beträffande sambandet mellan utfört och beordrat antal skiftsteg se operationen "Kort vänsterskift".

**Långt högerskift utan tecken 57**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i 47 bitars registret AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> skiftas höger det antal steg som talet i adressdelen anger. I positionerna AR<sub>00</sub> och AR<sub>0</sub> insättes successivt nollor.

*Orderordet*

Högerskift utan teckenkopiering 8 steg av AR+MR ger följande orderord (8 i decimal form motsvarar 10 i oktal form):

57 0 00010

Se för övrigt föregående operation "Kort högerskift utan tecken".

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Med hjälp av det långa skiftregistret SAR+SMR skiftas innehållet i AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> ett steg åt höger. I positionerna AR<sub>00</sub> och AR<sub>0</sub> insättes nollor. Denna rutin upprepas tills talet blivit skiftat korrekt antal steg.

*Tid*

Ordern utföres på:

$7,2 \mu s$  om  $n$  (antal skiftade steg)  $\leq 3$

$7,2+0,8 (n-3) \mu s$  om  $n > 3$

*Anmärkningar*

Om antalet utförda skiftsteg  $n$  är = 0 förblir AR<sub>0-23</sub>, MR<sub>1-23</sub> oförändrat.

En nolla sättes in i MR<sub>0</sub>, även om  $n = 0$ . Se för övrigt föregående operation "Kort högerskift utan tecken".

**Kort normalisering 20***Allmän beskrivning*

Innehållet i  $AR_{00-23}$  skiftas vänster tills innehållet i  $AR_0$  och  $AR_1$  är olika. I position  $AR_{23}$  insättes successivt nollor.

Talet  $n$ , som anger antalet skiftsteg, sättes ut i positionerna 18-23 i den angivna minnescellen.

*Orderordet*

Normalisering av talet i AR med utsättning av antalet skiftsteg i cell 00136 ger följande orderord:

20 0 00136

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan. Normalisering kommer till stor användning t ex vid programmerad flytande räkning.

*Informationsflödet*

Med hjälp av skiftregistret SAR skiftas innehållet i AR ett steg åt vänster. I position  $AR_{23}$  insättes en nolla. Denna rutin upprepas tills innehållen i positionerna  $AR_0$  och  $AR_1$  är olika.

Därefter överföres det tal som anger antalet skiftsteg via MsR till  $M_{18-23}$ .

*Tid*

Ordern utföres på  $10,4+n \cdot 0,8 \mu s$ .

$n$ =antalet skiftsteg.

*Anmärkningar*

Med normalisering menas multiplicering av ett tal med  $2^n$ . Resultatet skall ligga mellan  $+1/2$  och  $+1$  om talet är positivt respektive  $-1/2$  och  $-1$  om talet är negativt. Dessa villkor bestämmer talet  $n$  i  $2^n$ , dvs antalet skiftsteg.

Normalisering av talet 0 leder till att talet kvarstår oförändrat medan 47 skiftsteg göres och talet 47 (oktalt=57) lagras ut i den angivna minnescellen.

Teckenindikatorn I innehåller efter en normaliseringsoperation information om tecknet på talet i den cell M där antalet skiftsteg lagras. Denna information är normalt utan intresse.

Position 0-17 i cell M berörs ej av operationen.

**Lång normalisering 60***Allmän beskrivning*

Innehållet i 47 bitars registret  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  skiftas vänster tills innehållen i  $AR_0$  och  $AR_1$  är olika. I position  $MR_{23}$  insättes successivt nollor. Även  $AR_{00}$  deltar i skiften. Talet  $n$ , som anger antalet skiftsteg, sättes ut i positionerna 18-23 i den angivna minnescellen.

*Orderordet*

Normalisering av talet i AR+MR med utsättning av antalet skiftsteg i cell 00136 ger följande orderord:

60 0 00136

*Exempel*

Se föregående operation "Kort normalisering".

*Informationsflödet*

Med hjälp av det långa skiftregistret SAR+SMR skiftas innehållet i  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  ett steg åt vänster. I position  $MR_{23}$  insättes en nolla. Denna rutin upprepas tills innehållen i positionerna  $AR_0$  och  $AR_1$  är olika.

Därefter överföres det tal som anger antalet skiftsteg via MsR till  $M_{18-23}$ .

*Tid*

Ordern utföres på  $10,4+n \cdot 0,8 \mu s$ .

$n$ =antalet skiftsteg

*Anmärkningar*

En nolla sättes in i  $MR_0$ , även om  $n=0$ . Se för övrigt föregående operation "Kort normalisering".

**Varvräkning 21***Allmän beskrivning*

Till innehållet i position 9-23 i den angivna minnescellen adderas en etta i position 23. Teckenindikatorn I innehåller efter orderns utförande information om tecknet på det tal om 15 bitar som definierats ovan.

*Orderordet*

En ökning av 15 bitars talet (i position 9-23) i cell 04451 med  $2^{-23}$  ger följande orderord:

21 0 04451

*Exempel*

Ett parti av ett program skall genomlöpas ett visst antal gånger. Genom att avsluta detta parti med ordern "Varvräkning" åtföljd av "Hoppa på I" fås ett återhopp till början av programmet om den ej genomlöpts beordrat antal gånger. Skall programmet upprepas 3 gånger lagras det oktala talet 00077775 ut i en cell, t ex 00133. De tre första oktala siffrorna i talet 00077775 är helt betydelselösa och behöver ej vara 000.

Om programmet börjar i cell 12036 blir dess avslutning följande:

21 0 00133    Varvräkning  
62 0 12036    Hoppa på I

Innehållet i cell 00133 blir efter första varvet 00077776, dvs teckenindikatorn I, som vid operationen "Varvräkning" är kopplad till position 9, känner ett negativt tal och hopp sker till cell 12036. Efter andra varvet blir talet i cell 00133 ändrat till 00077777 och nytt återhopp genom operationen "Hoppa på I". Efter det tredje varvet blir varvräkningstalet ej längre negativt eftersom  $00077777 + 00000001$  ger till resultat 00000000. Då de tre första oktala siffrorna ej deltar i additionen försvinner den överförings-siffra som uppstod vid summerandet av 77777 och 00001. Teckenindikatorn I indikerar ett positivt tal varför operationen "Hoppa på I" ej leder till något hopp.

*Informationsflödet*

24 bitars talet i den angivna minnescellen överföres till MsR där en etta adderas in i position 23. Endast MsR<sub>9-23</sub> deltar i denna addition och en eventuell sifferöverföring från MsR<sub>9</sub> går ej in i MsR<sub>8</sub> utan försvinner helt.

Det så uppkomna talet i MsR<sub>0-23</sub> läses tillbaka till minnescellen samtidigt som innehållet i MsR<sub>9</sub> överföres till teckenindikatorn I, vilken annars är kopplad till MsR<sub>0</sub>.

*Tid*

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

*Anmärkningar*

Innehållet i AR och MR förändras ej av denna operation, dvs en varvräkning kan äga rum utan att någon information behöver lagras ut.

Operationen "Varvräkning" kan även utnyttjas i andra fall där innehållet i position 9-23 i en cell skall ökas med  $2^{-23}$ . I dessa positioner ryms t ex minnesadressen i ett orderord.

En varvräkningskonstant kan bildas genom att komplementet till det positiva talet tas.

Skall 3 varv genomlöpas fås denna konstant t ex genom att utföra operationen "Bilda -|ar, mr|" på talet 00000003 i AR. MR antas vara nollställd. Efter operationen fås talet 77777775 i AR vilket lagras ut i en cell som en varvräkningskonstant. Det bör observeras att talet i denna cell efter genomgångna 3 varv ej är 00000000 utan 77700000 eftersom position 0-8 i MsR ej deltar i operationen.

**Ovillkorligt hopp 22***Allmän beskrivning*

Programmet hoppar till den plats som anges av orderordets adressdel. Där framläses nästa order som skall utföras.

### Orderordet

En försättning i det program som är lagrat i cell 10376 och följande ger orderordet:

22 0 10376

### Exempel

Ett program, som börjar i cell 11765, skall genomlöpas ett visst antal gånger, varefter programmet fortsätter i cell 10730. Programmets avslutning blir följande, om varvräkningskonstanten är lagrad i cell 00070:

21 0 00070    Varvräkning  
62 0 11765    Hoppa på I  
22 0 10730    Ovillkorligt hopp

### Informationsflödet

I registret med benämningen AsR-0 finns adressen till den plats i snabbminnet varifrån nästa order skall hämtas. Vid ett program utan sådana operationer som leder till hopp kommer ordena att hämtas från successiva celler, dvs innehållet i adressregistret AsR-0 ökas med en etta för varje order.

Hopp innebär att de kommande ordena skall hämtas från en annan plats i snabbminnet än den som AsR-0 anger. En hoppoperation som skall utföras leder till att innehållet i MsR:s adressdel överföres till adressregistret för minne, AsR-M varvid ordern i den angivna minnescellen läses fram. Innehållet i AsR-M överföres dessutom till AsR-0. Se kapitel 9 "Informationsflödet".

### Tid

Ordern utföres på  $4,8\mu\text{s}$ .

### Anmärkningar

Innehållet i några andra register än MsR, AsR-M och AsR-0 berörs ej vid hoppinstruktionen.

### Hoppa på I 62

#### Allmän beskrivning

Teckenindikatorn I är normalt kopplad till MsR<sub>0</sub>. Tecknet på tal som lästs in i eller ut ur snabbminnet kan testas medelst denna operation. Om I=1, dvs om talet är negativt, sker hopp till angiven plats. I=0, dvs om talet är positivt, sker inget hopp.

### Orderordet

Avkänning av teckenindikatorn med hopp till cell 03771 om indikatorn är negativ ger orderordet:

62 0 03771

### Exempel

Bilda (a-b) samt hoppa till 01175 om  $b < 0$ . a och b antas lagrade i cellerna 11765 respektive 11766.

Programmet blir:

01 0 11765    Töm AR, addera  
40 0 11766    Subtraktion  
62 0 01175    Hoppa på I

En annan tillämpning av denna operation ges under beskrivningen av operation "Varvräkning".

### Informationsflödet

Adressen i MsR överföres alltid till AsR-M. Om hopp skall ske, göres även överföringen AsR-M  $\rightarrow$  AsR-0. Om hopp ej skall ske, utföres överföringen AsR-0  $\rightarrow$  AsR-M, varefter den nya ordern utläses.

### Tid

Ordern utföres på:

$4,8\mu\text{s}$  om hopp sker  
 $6,4\mu\text{s}$  om hopp ej sker

### Anmärkningar

Bokstaven I i operationslistan anger att teckenindikatorn I kommer att få information om ett visst tals tecken. Denna information kan tillgodosgöras endast då operationen "Hoppa på I" följer.

Som framgår av exemplet på föregående sida registrerar I endast tecknet på tal, som läses in i eller ut ur snabbminnet, däremot ej tecknet på bildade summor eller skillnader i AR.

### Hoppa på AR plus 23

#### Allmän beskrivning

Om innehållet i ackumulatorregistret (AR) är positivt, sker hopp till den plats som anges av orderordets adressdel. Är däremot innehållet negativt, sker inget hopp.

#### Orderordet

En avkänning av tecknet på talet i AR med åtföljande hopp till cell 02231 om talet är  $\geq 0$  ger följande orderord:

23 0 02231

#### Exempel

Talet 0 har en nolla i teckenpositionen, dvs det definieras som positivt i D21. Det enda tal som förblir positivt (med denna definition) efter operationen "Bilda -|ar, mr|" är således talet 0. En avkänning av om  $AR+MR=0$  med hopp till cell 13001 om så är fallet ger följande program:

43 0 00000    Bilda -|ar, mr|  
23 0 13001    Hoppa på AR plus

#### Informationsflödet

Se operationen "Hoppa på I".

#### Tid

Ordern utföres på:

4,8  $\mu s$  om hopp sker  
6,4  $\mu s$  om hopp ej sker

#### Anmärkningar

Positivt innehåll i AR innebär att  $AR_0 = 0$ .  
Negativt innehåll i AR innebär att  $AR_0 = 1$ .

### Hoppa på AR minus 63

#### Allmän beskrivning

Om innehållet i ackumulatorregistret (AR) är negativt sker hopp till den plats som anges av orderordets adressdel. Är däremot innehållet positivt sker inget hopp.

#### Orderordet

En avkänning av tecknet på talet i AR med åtföljande hopp till cell 02231 om talet är  $< 0$  ger följande orderord:

63 0 02231

#### Exempel

Se "Orderordet" ovan.

#### Informationsflödet

Se operationen "Hoppa på I".

#### Tid

Ordern utföres på:

4,8  $\mu s$  om hopp sker  
6,4  $\mu s$  om hopp ej sker

#### Anmärkningar

Positivt innehåll i AR innebär att  $AR_0 = 0$ .  
Negativt innehåll i AR innebär att  $AR_0 = 1$ .

### Hoppa på spill 24

#### Allmän beskrivning

Spillindikatorn S indikerar spill om innehållen i positionerna  $AR_{00}$  och  $AR_0$  är olika. En test av S kan ske medelst denna operation. Om S indikerar spill sker hopp till angiven plats. Om S ej indikerar spill sker inget hopp.

#### Orderordet

En avkänning av S med hopp till cell 13076 om spill förekommer ger följande orderord:

24 0 13076

*Exempel*

Bilda a-b där a är lagrat i cell 01121 och b i cell 01122. Lägg resultatet i AR och cell 01121 samt hoppa till cell 10176 om spill uppstår.

Programmet blir:

41 0 01122	Töm AR, subtrahera
07 0 01121	Addera, skriv
24 0 10176	Hoppa på spill

*Informationsflödet*

Se operationen "Hoppa på I".

*Tid*

Ordern utföres på:

4,8  $\mu$ s om hopp sker  
6,4  $\mu$ s om hopp ej sker

*Anmärkningar*

Ett D21-tal a ligger alltid mellan följande gränser:

$$-1 \leq a < +1$$

Om spill föreligger, betyder det att a är mindre än minus ett, alternativt större än eller lika med plus ett.

Bokstaven S i operationslistan anger att spillindikatorn S kommer att få information om huruvida spill uppstått. Denna information kan tillgodogöras endast då någon av operationerna "Hoppa på spill" eller "Hoppa på icke spill" följer.

**Hoppa på icke spill 64***Allmän beskrivning*

Om spillindikatorn S icke indikerar spill sker hopp till angiven plats. Om däremot S indikerar spill, skiftas innehållet i 47 bitars registret  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  ett steg åt höger. Innehållet i  $AR_{00}$  kopieras över till  $AR_0$  och stannar kvar i  $AR_{00}$ . I  $MR_0$  insättes en nolla. Något hopp sker ej.

Se för övrigt föregående operation "Hoppa på spill"

*Orderordet*

En avkänning av S med hopp till cell 13076 om spill icke föreligger respektive normalisering av talet om spill föreligger ger följande orderord:

64 0 13076

*Exempel*

Bilda a-b där a är lagrat i cell 01121 och b i cell 01122. Hoppa därefter till cell 01735. Om spill uppstår vid subtraktionen skall först talet normaliseras och innehållet i cell 01452 ökas med en etta i position 23 innan hopp sker till cell 01735.

Programmet blir:

01 0 01121	Töm AR, addera
40 0 01122	Subtraktion
64 0 01735	Hoppa på icke spill
21 0 01452	Varvräkning
22 0 01735	Ovillkorligt hopp

Då spill uppstår blir alltså talet automatiskt normaliserat.

Operationen "Varvräkning" användes i detta exempel till att öka innehållet i en cell med  $2^{-23}$  och ej, som namnet anger, i varvräkningssammanhang.

*Informationsflödet*

Vid spill skiftas innehållet i  $AR_{0-23}$ ,  $MR_{1-23}$  ett steg åt höger med hjälp av det långa skiftregistret SAR+SMR. I positionerna  $AR_{00}$  och  $AR_0$  insättes  $AR_{00}$ 's ursprungliga innehåll. I  $MR_0$  insättes en nolla. Se för övrigt operationen "Hoppa på I".

*Tid*

Ordern utföres på:

4,8  $\mu$ s om hopp sker  
6,4  $\mu$ s om hopp ej sker

*Anmärkningar*

Om det tal som framräknats i AR+MR ligger mellan -2 och -1 eller +2 och +1 blir det automatiskt halverat och därigenom normaliserat genom denna operation.

**Stopp med hopp 25**

*Allmän beskrivning*

Maskinen stoppar omedelbart, varvid siffer-tablån och registerindikatorn för MsR på manöverpanelen tänds. Siffertablån visar 25 0 M, där M utgör de fem oktala siffror som anger adressen till en cell. Om "START"-knappen på panelen nedtryckes sker ett hopp till ovannämnda cell, där beräkningarna fortsätter.

Siffertablån för MsR kommer då att slockna igen.

*Orderordet*

Stopp med åtföljande hopp till cell 01324 ger följande orderord:

25 0 01324

*Exempel*

Se "Orderordet" ovan.

*Informationsflödet*

Se operationen "Ovillkorligt hopp".

*Tid*

Maskinen stoppar efter 4,8 μs.

**Hopp med lagring av orderadress 26**

*Allmän beskrivning*

Innehållet i adressregistret för order AsR-0 lagras ut i den angivna minnescellen M:s 15 sista positioner, dvs M<sub>9-23</sub>. Positionerna 0-7 i cell M berörs ej medan däremot position 8 nollställs. Därefter sker hopp till M+1. AsR-0 innehåller adressen till den cell som följer omedelbart efter den cell där denna hopporder är lagrad.

*Orderordet*

Utsättning av orderadressen till cell 10736 samt hopp till cell 10737 ger följande orderord:

26 0 10736

*Exempel*

I ett program, som ligger lagrat i cell 00320 och följande, skall bland annat cos(a-b) beräknas. Standardprogrammet för cosinus är lagrat i cell 07560-07610 och storheterna a och b i 00370 respektive 00371.

Huvudprogrammet blir enligt följande, där ordernas lagringsplats i snabbminnet anges till vänster om varje order:

Adress	Order	
00320	01 0 00370	Töm AR, addera
00321	40 0 00371	Subtraktion
00322	26 0 07560	Hopp med lagring av orderadress
00323		
00324		

Standardprogrammet för cosinus kan se ut enligt följande. Observera att ordern 26 0 07560 ovan lagrade ut adressen till den cell dit återhoppet skall ske (cell 00323).

Adress	Order	
07560	00 0 00323	(Lagringscell)
07561	43 0 00000	Bilda -  ar, mr
07562		
07610	22 4 07560	Ovillkorligt hopp

Programmet avslutas i cell 07610 med ett ovillkorligt hopp. 4:an i den tredje oktala siffran anger att orderns märk- och adressdel, dvs 4 07560, skall bytas ut mot den märk- och adressdel som finns i cell 07560, dvs 0 00323. Därefter utföres hoppet som innebär ett återhopp till huvudprogrammets cell 00323.

*Informationsflödet*

AsR-0 är ett register om 15 positioner där normalt adressen till nästa order är lagrad. Innehållet i AsR-0 överföres via MsR till positionerna 9-23 i minnescell M. Innehållet i AsR-M, dvs adressen M överföres till AsR-0 och ökas med en etta. Efter återföring till AsR-M sker utläsning av nästa order från cell M+1.

*Tid*

Ordern utföres på  $9,6 \mu s$ .

*Anmärkning*

Teckenindikatorn I, spillindikatorn S och innehållen i registren AR och MR berörs ej av denna operation.

Utifrån kommande avbrottssignaler av den typ, som behandlas i kapitel 15 "Avbrottssignaler", kopplar automatiskt in operationen "Hopp med lagring av orderadress". Orderadressen lagras därvid i cell 00006 i snabbminnet varefter hoppet sker till cell 00007. I cell 00007 skall då finnas en hopporder till administrationsprogrammet för avbrottssignaler.

Återhoppet till det av signalen avbrutna programmet kan sedemera ske via adressen i cell 00006. Se kapitel 15 "Avbrottssignaler".

**Utför 27***Allmän beskrivning*

Adressregistret för order AsR-0 innehåller adressen till den cell varifrån nästa order skall hämtas. Då programmet, som skall genomlöpas, är lagrat i en följd i snabbminnet ökas denna adress med en etta för varje order. (Vid ett hopp däremot utbytes hela innehållet i AsR-0 och orden hämtas från ett annat ställe i snabbminnet). Operationen "Utför" leder däremot till att innehållet i AsR-0 ej förändras då ordern i den angivna minnescellen läses fram till MsR och utföres.

*Orderordet*

Om ordern i cell 03412 önskas utförd (utan att hopp för den skull skall ske till 03412) blir orderordet:

27 0 03412

*Exempel*

Anta ett underprogram som på ett ställe skall hämta en information från huvudprogrammet. Denna information kan vid en typ av huvudprogram vara en enkel storhet a medan den vid en

annan typ av huvudprogram kan vara en funktion av a, dvs  $f(a)$ . För att kunna använda exakt samma underprogram i båda fallen lägges operationen "Utför" in på denna plats i underprogrammet. Om ordern är lagrad i cell 13016 fås följande:

Adress	Order	Utför
13016	27 0 01302	Utför

Härvid kommer ordern i huvudprogrammets cell 01302 att utföras varefter räkningarna fortsätter i 13017 i underprogrammet. Vid det enklaste fallet, där endast storheten a skall adderas in, blir ordern i cell 01302 följande, om a är lagrad i cell 01307:

Adress	Order	Utför
01302	01 0 01307	Töm AR, addera

Om däremot funktionen  $f(a)$  skall in till underprogrammet, blir ordern i huvudprogrammets cell 01302:

Adress	Order	Utför
01302	26 0 01400	Hopp med lagring av orderadress

Den orderadress som lagras ut i samband med hoppet är ej 01303 utan underprogrammets 13017, dvs när funktionen  $f(a)$  blivit beräknad i cell 01400 och följande sker återhoppet med  $f(a)$  i AR till underprogrammet.

Genom att använda operationen "Utför" i detta exempel kan de båda alternativa huvudprogrammen vara identiska med undantag av innehållet i cell 01302. Det sist beskrivna har dessutom ett delprogram i cell 01400 och följande.

*Informationsflödet*

Orderordet i den angivna minnescellen läses fram till MsR, men innehållet i AsR-0 ändras ej.

*Tid*

Ordern utföres på  $4,8 \mu s$ .

*Anmärkning*

Teckenindikatorn I berörs ej av denna operation.



## Kapitel 12

# Operationer för yttre enheter

För kommunikation med yttre enheter användes, förutom en speciell operation (se kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter"), de vanliga aritmetiska operationerna. En etta i position 8 i orderordet anger härvid att en yttre enhet åsyftas i stället för en cell i snabbminnet.

Om aritmetiska operationer användes, går tal till från yttre enheter ej via minnesregistret MsR, varför teckenindikatorn I ej får nyttig information. Vad som anmärkts om de olika operationerna i kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar" gäller alltså ej alltid här.

### Inenheter

Följande operationer kan användas:

00	Addition
40	Subtraktion
01	Töm AR, addera
41	Töm AR, subtrahera
04	Multiplikation, kort produkt
44	Multiplikation, lång produkt
05	Division, kort dividend
45	Division, lång dividend
13	Tag till MR
14	Logisk multiplikation

Även operation 54 "Tag MsR till MR" ger här "Tag till MR". Som framgår av kapitel 7 "Adresser till minnesceller samt yttre enheter" består det intagna talet sällan av 24 bitar.

De operationer som normalt kommer till användning är de som endast innebär intagning till AR eller MR. Dessa är:

00	Addition
01	Töm AR, addera
13	Tag till MR

Orderordet 01 1 00034 leder t ex till att ett tecken om sju bitar tas in till AR<sub>17-23</sub> från hållremsan medan AR<sub>0-16</sub> blir nollställda. Paritetsbiten på hållremsan (den 8:e kanalen) läses ej in till AR.

Orderordet 13 1 00034 berör MR analogt med AR ovan.

Adressdelen vid skiftoperationerna 15, 55, 16, 56, 17 och 57 innehåller normalt antalet skiftsteg. Om adressdelen skulle innehålla en minnesadress kommer även denna att uppfattas som ett antal skiftsteg.

Rymmer adressdelen däremot en adress till en inenhet som finns, kommer ett tal att läsas in från inenheten till ett register benämnt YBR. Skiftet sker därefter det antal steg som detta tal anger.

Om en felaktig operation användes i samband med en inenhet stoppar ej maskinen men däremot fås oftast ett felaktigt resultat i beräkningen.

Operationerna "Lång addition" och "Lång subtraktion" är ej tillåtna.

### Utenheter

Följande operationer kan användas:

06	Skriv
46	Skriv, töm
12	Skriv MR
52	Skriv MR, töm

Dessutom är ytterligare en del operationer tillåtna även om de saknar aktualitet:

20	Kort normalisering
60	Lång normalisering
26	Hopp med lagring av orderadress

Vid normaliseringsoperationerna skrivs antalet skiftsteg ut till den yttre enheten och vid operationen "Hopp med lagring av orderadress" är det orderadressen som skrivs ut. Hoppet kommer här att ske till den minnescell som motsvarar adressen till utenheten, ökat med en etta.

Som framgår av kapitel 7 "Adresser till minnesceller samt yttre enheter" består det utskrivna talet ej alltid av 24 bitar.

Orderordet 46 1 10010 leder t extill att det tecken om sju bitar som finns i AR<sub>17-23</sub> skrivs ut på skrivmaskin, varvid AR<sub>0-23</sub> nollställs.

### Förlängning av operationstider

De yttre enheterna är normalt mycket långsamma i förhållande till centralenhetens arbetsrytm. För att komma ifrån denna snedvridning utnyttjas avbrottssignalerna, varigenom in- och utmatning av information i tidshänseende blir jämförbar med kommunikation mellan snabbminne och aritmetisk enhet. Mera härom i kapitel 15 "Avbrottssignaler".

En viss förlängning av de operationstider som framgår av kapitel 11 "Operationslista med tillämpningar" blir emellertid ofrånkomlig.

För ineheter blir förlängningen 4,0  $\mu$ s.

För utenheter blir förlängningen 2,4  $\mu$ s.

## Kapitel 13

# Blindorder

Med en blindorder menas en order, som genomlöps utan att någon förändring sker i minnesceller, register eller dylikt. Ett undantag är naturligtvis AsR-0, adressregister för order, vars innehåll ökas med en etta i vanlig ordning.

Följande order, skrivna i oktal form, kan använ-

das som blindorder:

15 0 00000

16 0 00000

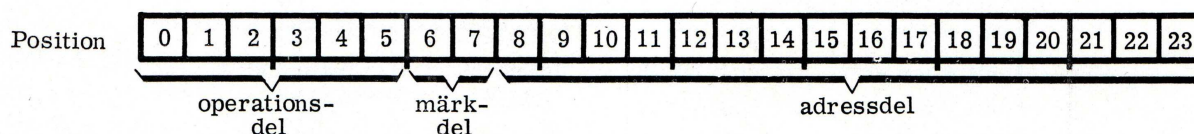
17 0 00000

Dessa order innebär 0 stegs skift av innehållet i AR.

## Kapitel 14

### Indirekt adressering

Som framgår av kapitel 6 "Orderordets uppbyggnad" är orderordet i SAAB D21 uppbyggt på följande sätt:



Figur 14:1

Om position 6 i orderordets märkdel innehåller en etta, innebär det, att ordern är märkt för indirekt adressering. Härvid utbytes märk- och adressdelen, dvs positionerna 6-23, mot ny information. Detta sker i minnesregistret MsR, till vilket ordern lästs ut från minnescellen. Operationsdelen i position 0-5 blir oförändrad. Eftersom även märkdelens byts ut, kan det tänkas, att position 6 på nytt innehåller en etta, varvid ny indirekt adressering föreligger och innehållet i position 6-23 åter ersättes. Detta benämnes "indirekt adressering i flera led".

Den ursprungliga ordern i minnescellen undergår ingen förändring eftersom utbytet sker i minnesregistret MsR.

Så snart all indirekt adressering är avslutad, utföres den ursprungligen framlästa operationen på den slutliga adressen.

Det finns två slag av indirekt adressering, nämligen:

#### Indirekt adressering utan framstegning av etta

Position 6 innehåller en etta och position 7 innehåller en nolla.

Orderordets adressdel specificerar en minnescell. Från denna minnescells positioner 6-23 hämtas den nya märk- och adressdelen, som placeras in i orderordet.

Orderordet finns i minnesregistret MsR, varför informationsflödet blir  $M_{6-23} \rightarrow MsR_{6-23}$ . Innehållet i minnescellen M förblir oförändrat. Att även  $M_{0-5}$  förblir oförändrat och ej erhåller informationen från  $MsR_{0-5}$  vid minnescykeln avslutning beror av orderlagringsregistret OLR.

**Indirekt adressering med framstegning av etta**

Både position 6 och 7 innehåller ettor.

Den märk- och adressdel, som härvid framläses från den angivna minnescellen till MsR ökas med en etta i position 23. Den så uppkomna märk- och adressdelen kommer att finnas både i  $MsR_{6-23}$  och  $M_{6-23}$ . Tack vare orderlagringsregistret

OLR förändras aldrig innehållet i  $M_{0-5}$ . Efter som även innehållet i minnescellen ökas med en etta, kan man med hjälp av indirekt adressering och varvräkning genomlöpa en hel rad konsekutiva data med en kort sekvens.

Följande sammanställning visar orderordets utseende före och efter det att den indirekta adresseringen är utförd. En fyra i orderordets tredje oktala siffra innebär indirekt adressering utan framstegning av etta, medan en sexa innebär indirekt adressering med framstegning av etta. Operationsdelen är genomgående 01 och adressdelen, dvs den cell, varifrån den nya märk- och adressdelen hämtas, är 00340 i dessa exempel. Den indirekta adresseringen går här endast i ett led.

Orderordet i MsR		Innehållet i cell 00340	
Före	Efter	Före	Efter
01 4 00340	01 0 16352	00016352	00016352
01 4 00340	01 0 07777	00007777	00007777
01 6 00340	01 0 16353	00016352	00016353
01 6 00340	01 0 10000	00007777	00010000
01 6 00340	01 0 23502	00023501	00023502
01 6 00340	01 0 40000	00037777	00040000
01 6 00340	01 0 00000	00077777	00000000

Som synes arbetar maskinen här alltid som om alla 8 delminnena är inkopplade och stegar successivt fram till cell 77777, varefter cell 00000 osv antas följa.

Den framlästa adressdelen behöver ej syfta på en minnescell. Den kan även innehålla antalet skiftsteg vid en skiftoperation eller adressen till en yttre enhet.

Operationen, som utför adressbytet, kallas "Hjälpsorder för indirekt adressering" och heter oktalt 67. Den får ej programmeras, men om så ändå sker, betraktas den som en förbjuden order och maskinen stoppar.

**Tid**

Den indirekta adresseringen utföres på  $4,8 \mu s$ .

*med 1:a 5,0  $\mu s$*

## Kapitel 15

# Avbrottssignaler

### Allmänt

Eftersom de yttre enheterna är relativt långsamma i förhållande till centralenheten, är det önskvärt att låta denna arbeta med andra uppgifter samtidigt som en yttre enhet fullföljer en beordrad uppgift. Som exempel kan nämnas framspolning av ett visst antal block på ett magnetband. Centralenheten lämnar information till bandminnets anpassningsenhet om hur många block som skall spolas fram, samt på vilket bandaggregat detta skall ske. Bandminnet sköter sedan sig självt, varför centralenheten kan påbörja en annan uppgift. När framspolningen är klar avger anpassningsenheten en avbrottssignal (klarsignal) till centralenheten.

Ett annat exempel på användningen av avbrottsignalerna är inom processreglering. Processen kan med hjälp av ett antal signaler dirigera vilka program datamaskinen skall genomlöpa.

### Typer av avbrottssignaler

Den i detta kapitel beskrivna avbrottssignalen kallas avbrottssignal av 26-typ. Denna avbryter det pågående programmet och kopplar in operation 26 "Hopp med lagring av orderadress". Hopp sker härvid till ett annat program.

I kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter" behandlas en avbrottssignal av 37-typ. Denna avbryter det pågående programmet och kopplar in operation 37 "Kommunikation med yttre enhet", som överför ett ord om 24 bitar mellan snabbminnet och

en yttre enhet. Hopp sker därefter ej till annat program utan det avbrutna programmet fortsätter där det avbröts.

### Avbrottssignal av 26-typ

Då denna signal uppträder händer följande:

- 1 Påbörjad order i det pågående programmet slutföres. I det fall att nästa operation är 62 "Hoppa på I" utföres även den.
- 2 Operation 26 "Hopp med lagring av orderadress" genereras. Orderadressen, angivande platsen där det pågående programmet avbröts, lagras i cell 00006 i snabbminnet. Hoppet sker till cell 00007.
- 3 Ordern i cell 00007 framläses och utföres.  
*(administrationsprogrammet)*
- 4 I samband med avbrottssignalen ettställdes en position i avbrottsregistret AbR. Övriga avbrottssignaler av 26-typ kan ej slå igenom förrän denna position nollställts.

*Funktioner som ger upphov till avbrottssignal av 26-typ*

Följande uppställning ger exempel på när en avbrottssignal avges:

- a En etta i position 9 har skrivits ut till avbrottsregistret AbR (utadress 10031).
- b Arbetet, som styrs av anpassningsenheten med utadress 10000 i bandminnet, är klart.

- c Arbetet, som styrs av anpassningsenheten med utadress 10001 i bandminnet, är klart.
- d Informationen från ett hålkort kan matas in från hålkortsutrustningens buffertminne.
- e Informationen till ett hålkort kan matas ut till hålkortsutrustningens buffertminne.
- f Ett tecken finns att hämta i håliremsläsarens buffertregister.
- g Ett till håliremsstansens och skrivmaskinens buffertregister utmatat tecken har blivit stansat respektive tryckt.
- h Ett identifierbart fel har uppträtt i någon yttre enhet.
- i Ett decimaltal har matats in i decimaltablåregistret via manöverpanelens tangentbord.
- j En rad har matats ut till radskrivarens anpassningsenhet.
- k (Eventuell administration för radskrivare)

#### Avbrottsregistret AbR

AbR är ett register med inadressen 00031. Det program, som kopplas in av avbrottssignalen kan tex ta in innehållet i AbR till AR medelst ordern 01 1 00031. Den funktion, som givit upphov till signalen, har satt en etta i sin speciella position i AbR.

Följande samband gäller mellan de ovan nämnda funktionerna a-k och positionerna i AbR:

Position i AbR	Funktion
9	a
10	b
11	c
12	d
13	e
14	f
15	g
16	h
17	i
18	j
19	k

#### Nollställning av ettor i AbR och frisläppande av avbrottssignaler

Innehållet i AbR nollställs ej vid den ovan omtalade intagningen. Därigenom är nya avbrotts-signaler tillfälligt förhindrade att göra sig gällande.

Nollställning av en position i AbR sker genom adressering av tillhörande adress AbR-N. Ordern måste därvid vara märkt för yttre enhet, d v s position 8 i orderordet skall vara 1. Operationen kan vara en aritmetisk operation eller ett hopp.

Position i AbR	Motsvarande AbR-N-adress
9	00010
10	00011
11	00012
12	00013
13	00014
14	00015
15	00016
16	00017
17	00020
18	00021
19	00022

Ordern 06 1 00012 leder t ex till att position 11 i AbR nollställs samtidigt som övriga avbrotts-signaler av 26-typ kan göra sig gällande.

Genom att använda den aritmetiska operationen 06 "Skriv" förändras ej innehållet i några interna register. (Vid operationen 00 "Addition" tex kan innehållet i AR ändras).

Vid undersökning av innehållet i AbR kan det vara praktiskt att företa en normalisering (se operation 20 "Kort normalisering") varvid antalet normaliseringssteg, som blir utlagrade till en minnescell av operationen, bildar AbR-N-adressen.

Det är fullt möjligt att fler än en position i AbR blivit ettställda innan dess innehåll tas in till centralenheten.

Så snart en position i AbR blivit nollställd via sin AbR-N-adress kommer i så fall en ny avbrottssignal. Detta upprepas tills hela registret AbR blivit nollställt.

### Framkallande av avbrottssignal från centralenheten

Under vissa förutsättningar är det angeläget att avbrottssignaler ej kommer in och medför förändring av läget i programmet. Avbrottssignaler som kommer efter varandra i tidsföljden, enligt vad som beskrevs ovan, först göra sig gällande då nollställning med en AbR-N-adress skett för en tidigare signal.

Genom att generera en avbrottssignal programmeringsvägen kan alltså yttre avbrottssignaler (av 26-typ) förhindras att slå igenom.

Utskrift av 1 till position 9 i AbR leder till en programstyrd avbrottssignal och därigenom spärr för övriga signaler.

AbR är i detta speciella fall en utenhet med adress 10031. I denna egenskap är AbR ett register om en enda position, varför endast innehållet i AR<sub>9</sub> (eller MR<sub>9</sub>) är av betydelse vid utskriften.

### Nollställning med samtidigt återhopp

Antag att den cell i snabbminnet, som motsvarar AbR-N-adressen (dvs en av cellerna 00010-00022) i sin märk- och adressdel rymmer talet 4 00006. Genom ordern 22 5 AbR-N, där AbR-N är en av adresserna 00010-00022, nollställs en position i AbR samtidigt som återhopp sker enligt den i cell 00006 utlagrade orderadressen. Denna adress lagrades av operation 26 "Hopp med lagring av orderadress" i samband med avbrottssignalen.

Märkdelen 5 i orderordet är en sammansättning av indirekt adressering (märkdel = 4) och adressering av yttre enhet (märkdel = 1).

Återhoppet behöver ej ske via cell 00006 som angavs i exemplet ovan. Vidare är det fullt möjligt att dela upp ordern 22 5 AbR-N i en order, som gör nollställningen, t ex 06 1 AbR-N och en order, som verkställer ett eventuellt återhopp.

### Sammanfattning av förloppet vid en avbrottssignal

En avbrottssignal som ej spärras ger upphov till följande förlopp:

- 1 En position i avbrottsregistret AbR ettställs. Övriga avbrottssignaler spärras.

- 2 Påbörjad order slutföres.

- 3 Operation 26 "Hopp med lagring av orderadress" genereras automatiskt. Orderadressen lagras i cell 00006 i snabbminnet och hoppet sker till cell 00007.

- 4 Ordern i cell 00007 utföres. Denna är normalt en hopporder till ett administrationsprogram för avbrottssignaler.

- 5 Detta program tar in innehållet i AbR (inadress 00031) och undersöker vilken position som blivit ettställd.

- 6 Ett visst program utväljes och genomlöpes med ledning av denna undersökning.

- 7 Spärren för övriga avbrottssignaler upphävs genom adressering av AbR-N som en yttre enhet. AbR-N-adressen bestämdes i punkt 5. (Upphävandet av spärren kan ske när som helst efter punkt 5).

- 8 Återhopp till det avbrutna programmet kan, om så önskas, ske enligt den i punkt 3 utlagrade orderadressen.

### Avbrottssignalernas inverkan på programmeringen

Avbrottssignaler av både 26-typ och 37-typ medför normalt inga konsekvenser vid programskrivning. Om all kommunikation med yttre enheter sker via ett administrationsprogram (av karaktären standardprogram) blir programskrivningen likartad med den för en maskin utan avbrottssignaler.

### Anmärkningar

Då återhopp skall ske till det avbrutna programmet på den plats där det avbröts, måste administrationsprogrammet lagra ut innehållen i AR, MR samt tecken - och spillindikatorerna. Orderadressen lagrades automatiskt ut av operation 26 till cell 00006.

Det är programmeringsvägen möjligt att tilldela de till avbrottssignalerna hörande in- och utmatningsprogrammen olika hög prioritet.

Även andra yttre enheter än de i detta kapitel omnämnda kan anslutas till maskinen och utnyttja avbrottssignaler.



## Kapitel 16

# Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter

### Allmänt

Eftersom snabbminnet i SAAB D21 är lätt utbyggbart från 4096 ord till 32768 ord i moduler om 4096 ord, är det ofta mest ekonomiskt att så långt som möjligt undvika buffertminnen och i stället utnyttja snabbminnet för tillfällig lagring.

### Arbetsprinciper

Som exempel kan nämnas överföring av information mellan centralenhet och bandminne. När rätt block på bandet sökts upp, erhålles, enligt vad som framgår av föregående kapitel, en avbrottsignal av 26-typ, som kopplar in ett program. Om läsning, d v s överföring av information från bandminne till snabbminnet, önskas, omtalas detta i programmet. Återhopp till ett annat program kan därpå ske.

Följande kommer nu att hända:

Programmet arbetar normalt med order efter order tills ett ord om 24 bitar har överförts från magnetbandet till ett buffertregister. Då detta är fyllt genereras en speciell avbrottsignal av 37-typ. Den order, som påbörjats i centralenheten, avslutas, varefter denna ett ögonblick blir upptagen med att överföra ordet från bandminnesregistret till en specificerad cell i snabbminnet. Nästa order som är i tur att utföras i det avbrutna programmet framläses därpå och utföres o s v.

Efter en tid, som beror av magnetbandets hastighet, har ett nytt ord lästs in i buffertregistret varvid ovanstående procedur upprepas. Det program, som centralenheten går igenom samtidigt med denna inläsning, påverkas ej av de ständigt återkommande avbrotten. Däremot kommer det att bli fördröjt eftersom inmatningen av orden tar viss tid. Denna finns uppgiven längre fram.

När blocket eller angiven del därav blivit inläst till snabbminnet avges ytterligare en avbrottsignal av 26-typ som kopplar in ett program. Detta program, vilket naturligtvis kan utformas valfritt, arbetar därvid under den förutsättningen att informationen blivit överförd.

Skall informationen gå från snabbminnet till bandminnet händer exakt samma sak med den skillnaden att informationsflödet blir det motsatta.

### Operation 37 "Kommunikation med yttre enhet"

Operation 37, som kopplas in av en avbrottsignal av 37-typ, överför information direkt mellan minnesceller och yttre enheter utan att aritmetiska enheten berörs.

För denna operation gäller samma sak som för "Hjälporder för indirekt adressering", den får ej programmeras. Om detta ändå sker, betraktas 37 som en förbjuden order, och maskinen stoppar. Det kommer i stället att vara de yttre enheternas tillstånd som bestämmer när den skall kopplas in.

Beroende på vilken yttre enhet som skall användas, måste först "begynnelseadressen minus ett" till det åsyftade minnesutrymmet skrivas ut i en av cellerna 00000-00002 i grundminnet.

Startsignal till den yttre enheten ges så medelst en adressering. Härvid sändes ofta information ut angivande hur många ord eller dylikt som skall överföras.

Operation 37 "Kommunikation med yttre enhet", som kopplas in av den yttre enheten, gör följande:

- 1 Innehållet i den cell, där adressen till aktuell cell i snabbminnet lagrats, ökas med en etta.
- 2 Den så bildade adressen anger vilken cell som nu kommer att fyllas med information respektive avge information.

Vid följande 37-operation modifieras adressen på nytt, varför successiva celler i snabbminnet kommer att behandlas.

#### Tid

Inläsning av ett ord till en minnescell från en yttre enhet tar  $12,0 \mu s$ . Utläsning tar  $17,6 \mu s$ .

$12,8 \mu s$

$18,4 \mu s$

#### Fördelning av minnescellerna 00000-00002

I ett system med bandminne och radskrivare utan buffertminne fås följande fördelning av minnescellerna:

Minnescell	Funktion
00000	Inmatning från bandminne
00001	Utmatning till bandminne
00002	Utmatning till radskrivare

#### Speciella anmärkningar

Det angavs ovan att pågående order skulle slutföras innan "Kommunikation med yttre enhet" fick slå igenom.

En order anses slutförd då det nästkommande orderordet lästs fram till minnesregistret MsR. I detta speciella fall anses även ett märk- och adressdelsutbyte i en indirekt adressering som en avslutad order.

Eftersom informationen till respektive från yttre enhet går via MsR, kommer orderordet i detta register att lagras ut till dataregistret DR i början av operation "Kommunikation med yttre enhet". Analogt avslutas denna med att orderordet återföres från DR till MsR.

## Kapitel 17

# Feldetektering i samband med yttre enheter

### Allmänt

På grund av mekaniska, elektriska eller andra yttre störningar kan fel uppträda i de yttre enheterna. I vissa fall leder ren felprogrammering till att den yttre enheten ej förmår fullgöra vad som pålagts den (t ex dubbeladressering av bandaggregat), varvid fel kan indikeras.

Centralenheten CE får information om dessa fel, varvid ett program ser till att lämpliga åtgärder vidtages.

### Felkällor

I slutet av kapitel 18 "Bandminnet" omtalas tre felkällor, nämligen

- 1 2-bitars fel
- 2 Bandslut
- 3 Dubbeladressering

Andra möjliga felkällor är paritetsfel vid inläsning av håltremsa m m.

### Arbetsätt

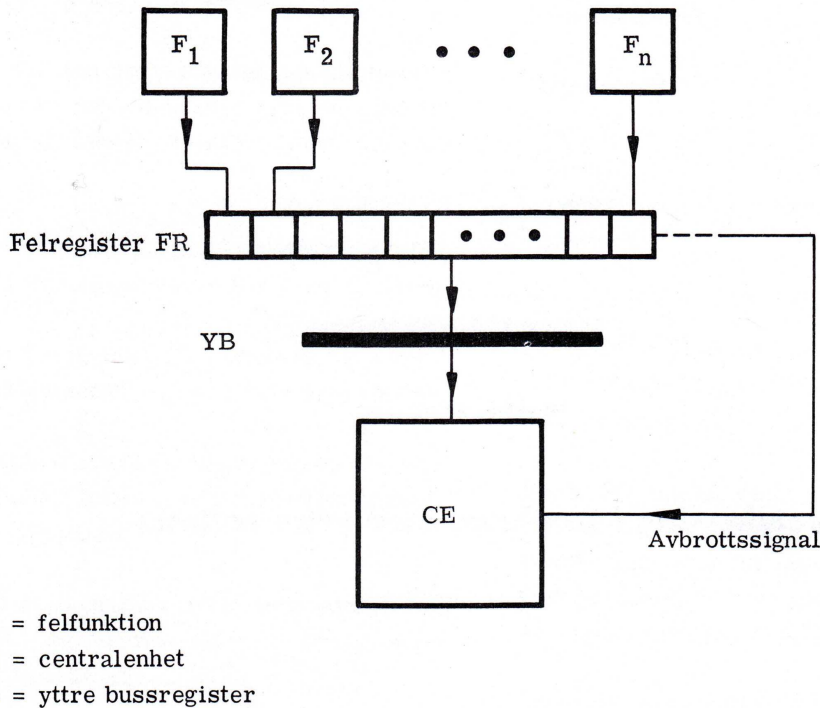
Så snart ett fel upptäckts, sändes en avbrottssignal till centralenheten enligt de principer, som anges i kapitel 15 "Avbrottssignaler". Samtidigt ettställes en speciell vippa i ett sk felregister FR. Varje slag av fel förfogar över en vippa i detta register.

Genom att känna av innehållet i felregistret kan det av avbrottssignalen inkopplade programmet avgöra på vilken eller vilka enheter fel indikerats. Adressen till registret, vilket betraktas som en inenhet, är 00032. Intagning av dess innehåll till AR ger följande orderord:

01 1 00032

Så snart registret adresserats, nollställes alla vipporna i detsamma.

Funktionssättet framgår av schematisk figur på följande sida.



Figur 17:1

Antag att felet  $F_2$  uppträder. Andra positionen i felregistret FR blir ettställd samtidigt som avbrottssignalen avsändes.

Ett "felindikeringsprogram" blir inkopplat. I detta tas innehållet i registret med adress 00032 in, varvid detta befinner sig ha en etta i sin andra position.

Programmet arbetar nu med den förutsättningen att fel av typ  $F_2$  uppträtt. Då detta program genomlöpts sker ett återhopp till det program som blivit avbrutet av avbrottssignalen.

Skulle ytterligare fel uppträda under tiden att "felsökningsprogrammet" pågår, kommer ingen ny avbrottssignal omedelbart eftersom detta program ännu ej avslutats. Däremot ettställs den vippa som svarar mot felfunktionen, varför det kommer en ny avbrottssignal så snart den AbR-N-cell adresseras som hör till avbrottsfunktionen.

### Register för felmarkering

Felregistret FR har inadressen 00032.

Dess positioner har följande betydelse:

Position	Funktion
0	2-bitars fel på kanal 10000
1	2-bitars fel på kanal 10001
2	Bandslut på kanal 10000
3	Bandslut på kanal 10001
4	Dubbeladressering
5	Paritetsfel, hållremsa
⋮	⋮

### Anmärkningar

Felmarkeringsregistret nollställs dels vid intagning av dess innehåll, dels kan det nollställas genom "ÅTERFÖRINGS"-knappen på manöverpanelen.

## Kapitel 18

# Bandminnet

### Allmänt

Det bandminne som beskrives i detta kapitel innefattar bandaggregat av konventionell typ, dvs sådana som rymmer en magnetbandsrulle åt gången, samt den anpassningselektronik som fordras för att ansluta dessa aggregat till data-maskinen.

### Sammanfattning av systemet

Överföring av 24 bitars ord mellan centralenhetens snabbminne och magnetbanden sker utan några buffertminnen.

Under det att en informationsmängd överföres kan SAAB D21 genomlöpa ett godtyckligt program. Detta program avbrytes endast under den tid orden överföres. Bandaggregatens mekaniska hastighet har härigenom fått mindre betydelse.

Blocklängden är variabel.

Fasta blockadresser finnes ej.

Följande funktioner kan ske samtidigt:

Alternativ 1. Läsning och skrivning på två skilda band.

Alternativ 2. Läsning och blockräkning på två skilda band.

Alternativ 3. Skrivning och blockräkning på två skilda band.

Alternativ 4. Blockräkning på två skilda band.

Oberoende av ovanstående alternativ kan spolning av band till ändläge ske på en eller flera bandaggregat. Spolning sker med dubbla hastigheten.

Överföring av information, dvs läsning eller skrivning, kan omfatta ett helt block eller ett godtyckligt antal ord i början av ett block.

Via avbrottssignaler får centralenheten information om när en beordrad uppgift är fullföljd.

Bandelektroniken korrigerar 1-bits fel vid läsning och upptäcker 2-bitars fel vid läsning och blockräkning. Även markeringsbitarna för blockbörjan och blockslut innefattas i kontrollen.

Kontroll av inskrivna block sker vid "Blockräkning".

Banden kan vid behov skrivskyddas.

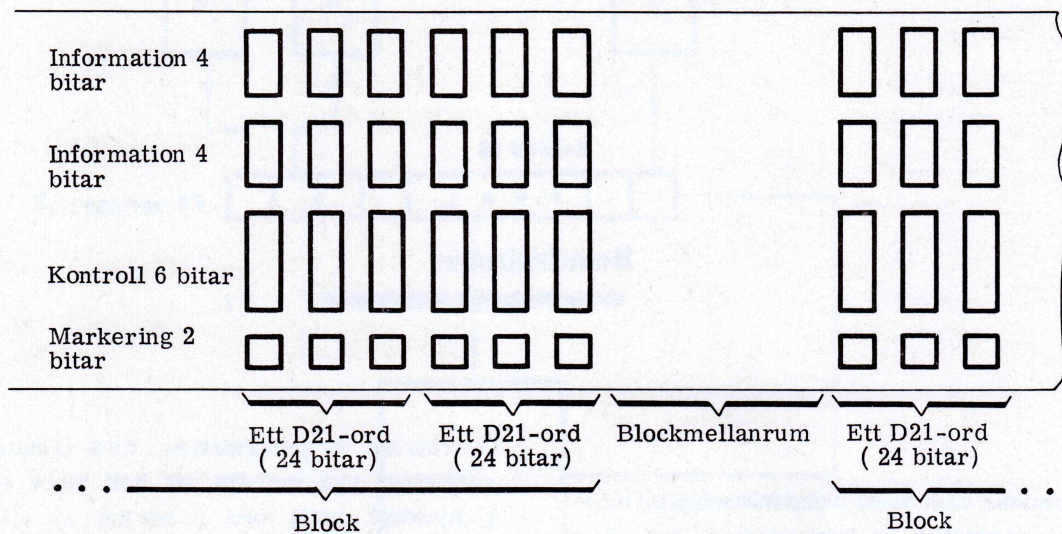
### Informationslagring på banden

I det system som här beskrives, användes band med bredden 1 tum. Bredden tillåter 16 kanaler varav 8 användes för information, 6 för kontroll samt de 2 återstående för markering av blockbörjan och blockslut.

Ett D21-ord om 24 bitar kommer att uppta 3 rader.

Avståndet mellan två 24 bitars ord på bandet är detsamma som avståndet mellan de rader som ingår i ett 24 bitars ord. Mellan varje block är avståndet ungefär 1 tum vilket motsvarar ca 100 st 24 bitars ord.

Figur 18:1 visar informationslagringen på banden. Bitarnas gruppering är dock annorlunda än den här angivna.



Figur 18:1

**Organisation av ett block**

Blocklängden är variabel och ett block får innehålla mellan 1 och 1023 ord om 24 bitar.

Blocken föregås ej av blockadresser men bandelektroniken sätter ut markering där ett block börjar och slutar. Dessa markeringar, som återfinns i de två kanaler vilka angivits med "Markering" i figur 18:1 är olika för blockbörjan och blockslut.

Avståndet mellan blocken är så stort att både stopp och start av bandet kan ske där. Marginalerna tillåter dessutom en tid av cirka 1 ms för beslut om bandet skall stoppas eller om nytt bandarbete direkt kan påbörjas.

**Exempel**

Inläsning av ett block har beordrats. Då blocket blivit inläst avges en avbrottssignal, som omtalar att inläsningen är avslutad. Skall även nästa block läsas in, sändes information ut till bandminnet om detta. Kommer denna information inom

1 ms stannar ej bandet, utan blockmellanrummet spolats förbi och följande block läses in. Om däremot informationen ej kommit ut inom 1 ms kommer bandet att stoppas och på nytt startas innan inläsningen påbörjas.

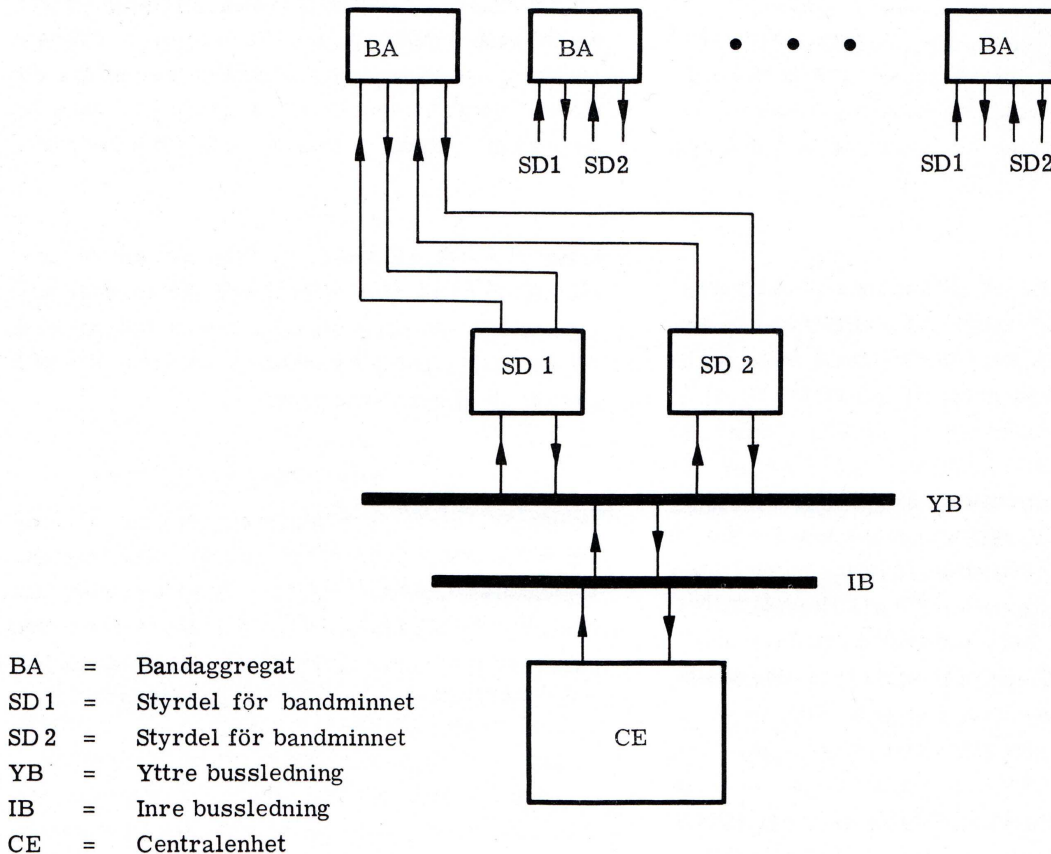
**Kommunikation mellan centralenhet och bandminne**

Som framgår av kapitel 12 "Operationer för yttre enheter", användes de vanliga aritmetiska operationerna vid arbete med yttre enheter. Position 8 i orderordet anger härvid att en yttre enhet åsyftas och ej en minnescell. De adresser som är tilldelade en del vanliga yttre enheter framgår av kapitel 7 "Adresser till minnesceller samt yttre enheter".

För magnetbandselektroniken har bl a reserverats adresserna 10000 och 10001. Dessa adresser syftar på var sin anpassningsenhet ANE till bandminnet. Enheterna styr bandaggregaten och deras funktion med ledning av den information, som sänts ut via adresserna 10000 och 10001.

Figur 18:2 visar bandminnets principiella uppbyggnad och dess anslutning till yttre bussledning

ning YB. De båda anpassningsenheterna är benämnda SD1 (adress 10000) och SD2 (adress 10001).



Figur 18:2

Anpassningsenheterna kan styra följande funktioner på godtyckligt bandaggregat:

Läsning  
 Skrivning  
 Blockräkning  
 Spolning till ändläge  
 Stopp

Som framgår av texten nedan är det ej möjligt att beordra läsning från mer än ett bandaggregat åt gången. Detsamma gäller skrivning. Vilken funktion enheterna skall styra och vilket bandaggregat som avses framgår av den information, som skrives ut på de båda adresserna. Denna information grupperas först i AR (eller MR) varefter den sändes ut till bandminnets anpassningsenhet med exempelvis ordern.

46 1 10000

Operation 46 innebär "Skriv, töm" varvid det som skrives ut är innehållet i AR. Ettan i orderordets märkdel ovan omtalar att en yttre enhet åsyftas och ej en minnescell.

Om bandet på ett bandaggregat skall spolas till något ändläge, sändes sådan information ut med en av adresserna 10000 och 10001. Bandelektroniken startar därvid bandaggregatet, som kommer att spola bandet till önskat ändläge utan att bandelektroniken övervakar detta. Denna kan därigenom omedelbart tas i bruk för annan administration. Liknande gäller för stopp av band.

Har däremot läsning, skrivning eller blockräkning påkallats via en av adresserna 10000 och 10001, kommer motsvarande anpassningsenhet att vara upptagen tills läsningen, skrivningen respektive blockräkningen är slutförd.

Då så är fallet sändes en avbrottssignal till centralenheten. Denna signal kopplar in ett program, som arbetar under den förutsättningen att beordrat uppdrag är klar på denna yttre enhet.

Se för övrigt kapitel 15 "Avbrottssignaler". Sändes information ut till en av enheterna 10000 eller 10001 och denna ej är klar, kommer det pågående bandarbetet att avbrytas och det nya påbörjas.

All administration med avkänning av om anpassningsenheterna är lediga osv lägges lämpligen på ett bandadministrationsprogram till vilket övriga program kan referera på et enkelt sätt.

Den kommunikation mellan centralenhet och bandminne som ovan beskrivits har endast omfattat utsändande av information till bandminnet med uppgift om vad som skall göras. Dessutom har även berörts de svar (avbrottssignaler) bandminnet lämnar till centralenheten då dessa arbeten är slutförda.

Överföringen av block och delar av block mellan banden och snabbminnet tillgår på det sätt som beskrives i kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter". Härur framgår att t ex läsning, dvs överföring av information från magnetband till snabbminnet, tillgår enligt följande:

Via någon av adresserna 10000 och 10001 beordras läsning av framspolat block eller del därav. Begynnelseadressen, minskad med en enhet, till den plats i snabbminnet dit informationen skall läsas, anges i cell 00000 i snabbminnet.

Ett 24 bitars ord ryms, som förut angivits, i tre rader på bandet. Allteftersom bandet matas fram kontrolleras dessa rader och ett 24 bitars register fylls på. Då detta är fullt, dvs då ett D21-ord överförs från bandet till registret, avges en avbrottssignal till centralenheten. Denna arbetar med ett helt godtyckligt program och avbrytes ett ögonblick, varvid ordet i 24 bitars registret läses in på anbefalld plats i snabbminnet. Detta om-

besörjes av operationen "Kommunikation med yttre enhet", vilken ej får programmeras utan skall kopplas in av en avbrottssignal. Bandet fortsätter frammatningen och fyller på registret med ett nytt 24 bitars ord, dvs 3 nya rader. Överföringen av dessa ord till snabbminnet går emellertid snabbare, varför det ovan nämnda programmet under mellantiden hinner utföra ett flertal operationer. Detta program påverkas ej av dessa ständiga avbrott och överföringar.

Efter det att all inläsning från blocket är avslutad, kopplas den avbrottssignal in som ger upphov till ett programhopp genom operationen "Hopp med lagring av orderadress". Se härom i kapitel 15 "Avbrottssignaler".

Skrivning, dvs överföring av information till magnetbanden, sker fullt analogt med läsning. Begynnelseadressen, minskad med en enhet, till den cell i snabbminnet varifrån det första ordet skall hämtas, anges i cell 00001. Vid "Läsning" är cell 00000 den aktuella för sådan lagring.

#### Manövrering av bandaggregaten

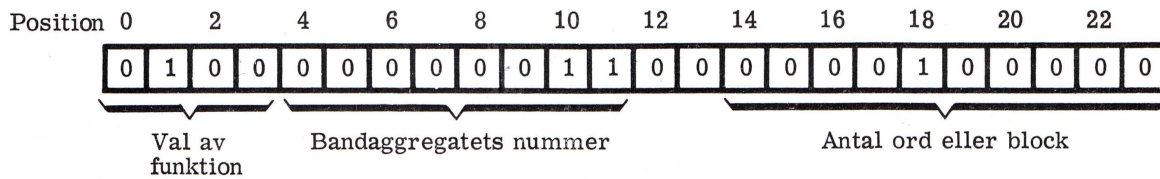
Den information, som skall gå ut till bandelektro- niken via någon av adresserna 10000 och 10001, grupperas först i AR eller MR. Därefter skrives den ut med någon av operationerna:

- 06 Skriv
- 46 Skriv, töm
- 12 Skriv MR
- 52 Skriv MR. töm

Operationerna 06 och 46 berör AR, medan 12 och 52 berör MR. Av det ord som på detta sätt överföres till bandelektro- niken framgår om stopp, läsning, skrivning, blockräkning i framriktningen, blockräkning i backriktningen, spolning till ändläge i framriktningen eller spolning till ändläge i backriktningen önskas. Dessutom anges vilket bandaggregat som avses samt antalet ord eller block som berörs i vissa fall.

Informationen grupperas enligt följande exempel:





Figur 18:3

I position 0-3 anges den önskade funktionen.

Position:	0	1	2	3	Funktion:
	0	0	0	0	Stopp
	0	1	0	0	Läsning
	1	0	0	0	Skrivning
	1	1	0	0	Blockräkning i framriktning
	1	1	0	1	Blockräkning i backriktning
	1	1	1	0	Spolning i framriktning
	1	1	1	1	Spolning i backriktning

Med spolning menas spolning till bandets ändläge. Position 4-11 specificerar bandaggregatet. Nollor i dessa positioner ger hänsyftning på bandaggregat nummer 0, en etta i position 11 och nollor i övriga positioner anger att bandaggregatnummer 1 skall användas, o s v.

256 bandaggregat kan adresseras.

Position 12-13 är reservpositioner för eventuell senare inkoppling. I position 14-23 anges det antal 24 bitars ord, som skall läsas in till snabbminnet eller skrivas ut till bandminnet. Detta antal kan variera mellan 1 och 1023 ord.

Vid blockräkning kommer position 14-23 att ange hur många block som skall spolas förbi. Även detta antal får variera från 1 till 1023.

Positionerna 14-23 saknar betydelse vid funktionerna "Stopp", "Spolning i framriktning" och "Spolning i backriktning".

Reservpositionerna 12-13 saknar betydelse i samtliga fall. Den information, som skall sändas ut till bandminnets anpassningsenheter för att t ex beordra inläsning av 32 ord om 24 bitar från bandaggregat nummer 3, framgår av exemplet i figur 18:3 ovan.

Bandelektroniken som styr bandaggregaten kan sägas vara uppdelade i två anpassningsenheter med adresserna 10000 och 10001.

Så snart "Läsning", "Skrivning" eller "Blockräkning" påbjudits via utadress 10000 eller 10001, kommer motsvarande enhet att helt vara upptagen med att styra denna funktion. Enheten är ej ledig förrän den avslutande avbrottssignalen inkommit till centralenheten.

Beordras en ny funktion på ett bandaggregat via en av de båda anpassningsenheterna och denna ej var ledig, kommer det pågående bandarbete, som styrs av denna enhet, att avbrytas och det nya påbörjas.

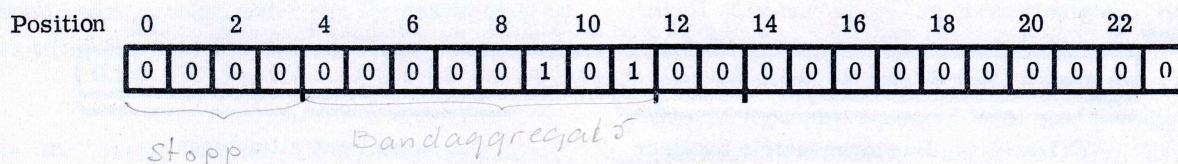
Funktionerna "Stopp" och "Spolning till ändläge" fordrar endast enkla signaler till respektive bandaggregat och ej någon ytterligare styrning eller övervakning. Detta innebär att den enhet (medadress 10000 eller 10001) som startat funktionen genast är ledig för ett nytt uppdrag.

Någon avslutande avbrottssignal kommer ej heller då "Stopp" eller "Spolning till ändläge" är klar.

### Stopp

Medelst någon av adresserna 10000 och 10001 kan stoppsignal till godtyckligt bandaggregat sändas ut. Bandet stoppar då genast - oberoende av var det befinner sig, eller vad det håller på med.

Följande informationsord leder till stopp av bandet på bandaggregat nummer 5:



Figur 18:4

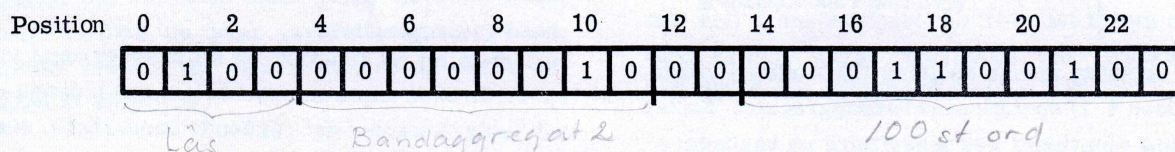
Följaktligen kommer ett informationsord som endast innehåller nollor att leda till stopp av bandet på bandaggregat nummer 0.

**Läsning**

Med läsning menas överföring av information från band till snabbminnet.

Via någon av adresserna 10000 och 10001 kan läsning påbjudas från godtyckligt bandaggregat. Läsning får emellertid ej ske från mer än ett band åt gången.

Följande informationsord leder till inläsning av de 100 första 24 bitars orden i det block som ligger framme på bandaggregat nummer 2:



Figur 18:5

Läsning kan endast ske i bandets framriktning. Om bandet spolas i backriktning och läsning beordras, sker en automatisk vändning av spolningsriktningen och angivet antal ord läses in från början av det först påträffade blocket. En blockbörjanspuls föregår alltså alltid informationsöverföringen. Om bandet spolas i framriktningen och läsning beordras (t ex för att söka upp ett visst block, dvs provläsning) påbörjas ej läsningen förrän ett nytt block kommer. Har bandet stoppats mitt inne i ett block och läsning påbjudes, spolas automatiskt detta block till slut, varefter läsningen påbörjas i det följande blocket.

Ett godtyckligt antal av blockets ord kan läsas in. Om ej hela blocket önskas överfört, gäller emellertid att det alltid är de första orden i blocket, som läses in.

Då blocket eller angivet antal ord i dess början blivit inläst, sändes en avbrottssignal till cent-

ralenheten, varvid denna kopplas in på ett nytt program, som nu arbetar med den förutsättningen att information blivit inläst. Denna avbrottsignal kommer alltid i samband med blockslutspulsen, oberoende av hur stor del av blocket som lästs in. Eventuell inläsning av ytterligare ett block eller någon liknande funktion kan här igångsättas, varefter det förut avbrutna programmet får fortsätta på den plats och med de registerinnehåll som var aktuella vid avbrottet. Se härom i kapitel 15 "Avbrottssignaler".

Som förut sagts, sker ett avbrott i pågående program då ett ord växlats in i det register om 24 positioner, som i princip befinner sig mellan magnetband och centralenhet. I cell 00000 i snabbminnet lagras, före inläsningens igångsättande, adressen, minskad med en enhet, till den cell där det första ordet från band skall lagras. För varje ord som skall läsas in ökas denna adress automatiskt med en etta, varför orden kommer att lagras i successiva celler.

Den sist omnämnda avbrottssignalen kopplar in operationen "Kommunikation med yttre enhet", vilken ökar den omtalade adressen med en etta samt läser in ordet i den cell denna adress anger. Se härom i kapitel 16 "Utifrån styrd kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter".

Om ett helt block skall läsas in, kan för enkelhetens skull inläsning av 1023 ord beordras, dvs position 14-23 i informationsordet fylls med ettor. Härvid läses högst det antal ord in, som blocket består av.

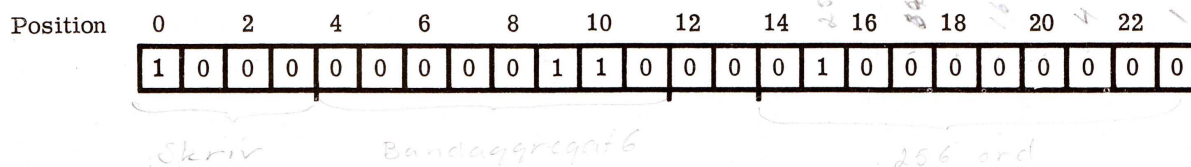
Även vid beordrad inläsning av 0 ord avges en avbrottssignal vid blockslutet, angivande att önskat antal ord blivit överförda (i detta speciella fall inget ord).

### Skrivning

Med skrivning menas överföring av information från snabbminnet till band.

Skrivning kan beordras via någon av adresserna 10000 och 10001. Analogt med vad som gäller för läsning är det ej tillåtet att skriva på mer än ett band åt gången.

Om följande informationsord skrives ut till bandminnet med ordern 46 1 10000 kommer 256 ord om 24 bitar att överföras från snabbminnet till bandaggregat nummer 6:



Figur 18:6

Skrivning kan endast ske i bandets framriktning. Vid skrivning sätter bandelektroniken ut markeringar där blocket börjar och slutar.

Ett block, var som helst på bandet, kan överskrivas med ny information. Härvid måste det block som inskrives hålla samma längd som det överskrivna. Om det nya blocket skulle vara längre, innebär det nämligen att blockmellanrummet som följer blir mindre än det minsta tillåtna. Är det nya blocket däremot kortare än det som skrivs över, blir följderna att man får ett komplett block med blockbörjans- och blockslutsmarkering följt av ett stycke band utan information, på grund av raderingen, samt slutdelen av det gamla blocket med blockslutsmarkering. Därefter kommer det utsprungliga blockmellanrummet.

Ovanstående exempel gäller det fall att det nya blocket är betydligt kortare än det som skrivs över. En sådan omredigering i stor skala är alltså ej tillåten, men däremot kan det vara möjligt att någon gång låta de båda blockens ordantal avvika med några få enheter. Blockmellanrummen

innehåller alltid toleranssträckor som möjliggör sådana enstaka avvikelser i blocklängderna.

Om skrivning skall ske på ett förut inskrivet blocks plats måste skrivhuvudet befinna sig i blockmellanrummet då skrivningen beordras. Bandet kan därvid vara i rörelse eller stå still. Endast i det fall att "Stopp" beordrats, eller ett 2-bitars fel upptäckts vid läsning eller blockräkning, kan bandet stanna inuti ett block.

Spolas bandet i backriktningen då skrivning påbjudes, vänder det automatiskt spolriktning, varefter skrivningen sker på det förbispolade blockets plats.

Ett band med gammal information i form av block med godtycklig längd kan redigeras om i nya block.

Analogt med "Läsning" sker ett avbrott då ett ord skall överföras från snabbminnet till band. Även detta sker genom operationen "Kommunikation med yttre enhet".

Adressen, minskad med en enhet, till den cell varifrån det första ordet skall hämtas vid skrivning, skall lagras ut i cell 00001. Denna utlagring måste ske innan "Skrivning" beordras. Adressen i cell 00001 ökas med en etta för varje ord som överföres. Härigenom kommer orden att hämtas från successiva celler i snabbminnet vid överföringen till band.

Så snart skrivningen är avslutad sändes en avbrottsignal till centralenheten. Se härom under avsnittet "Läsning" och i kapitel 15 "Avbrotts-signaler".

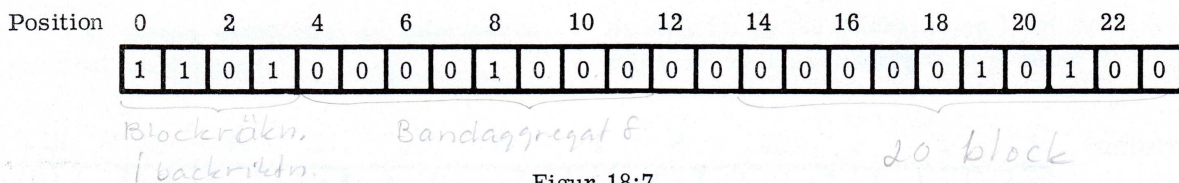
Avbrottsignalen kommer även om skrivning av 0 ord beordrats.

Banden kan vid behov skrivskyddas.

### Blockräkning

Medelst någon av adresserna 10000 och 10001 kan blockräkning på godtyckligt bandaggregat beordras.

Sändes följande informationsord ut på endera av dessa adresser, kommer 20 block att spolas förbi i backriktningen på bandaggregat nummer 8, varefter en avbrottsignal till centralenheten anger att blockräkningen är klar:



Figur 18:7

Den signal, som avges då blockräkningen är slutförd, är av den typ som behandlas i kapitel 15 "Avbrotts-signaler". Signalen kommer även om blockräkning av 0 block beordrats. Om bandet nått sitt slutläge innan blockräkningen är avslutad, avges den signal, som behandlas i kapitel 17 "Feldetektering i samband med yttre enheter".

Vid "Blockräkning" definierar bandelektroniken ett block som den information, vilken ligger mellan en blockbörjans- och en blockslutsmarkering eller tvärtom.

Har ett band stoppats mitt inuti ett block och blockräkning i framriktningen begärs av ett block, kommer det påbörjade blocket plus ett helt block att spolas fram.

Blockräkning kan ske i både fram- och backriktningen.

Blockräkningen fullföljs även om centralenheten stoppas.

Vid all blockräkning kontrolleras bandinformationen. Ett upptäckt 2-bitars fel ger upphov till samma signal som då fel upptäcks vid läsning.

Bandet stannar därvid och blockräkningsfunktionen avbryts. Ny blockräkning kan, om så önskas, genast beordras.

Bandminnets anpassningsenheter innehåller två räknande register om 10 positioner, ett register i enheten med adress 10000 och det andra i enheten med adress 10001. Registeradresserna är 00025 respektive 00026. Registren behandlas som inkanaler. Vid blockräkning innehåller dessa register ett tal, angivande det antal block som ännu ej räknats förbi.

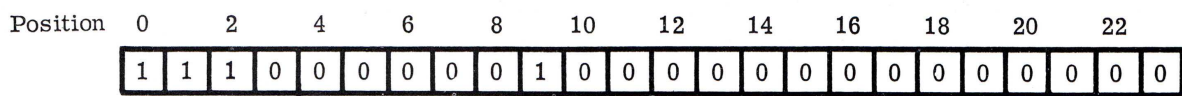
Ett block är räknat, då både blockbörjans- och blockslutspulserna passerat.

Antag att bandet stoppats under en blockräkning på grund av 2-bitars fel. Vid fortsatt blockräkning till den förut angivna platsen förfäres enligt följande:

- 1 Tag in innehållet från register 00025 respektive 00026, beroende på vilken enhet blockräkning beordrats.
- 2 Minska det intagna talet med en enhet.

- 3 Det så uppkomna talet anger det antal block som skall räknas och ingår i det nya informationsord, som sänds ut till bandelektroniken.

Genom att addera in innehållet från rätt bandregister fås uppgift om hur långt blockräkningen hunnit, alternativt var blockräkningen avbröts vid ett upptäckt 2-bitars fel. De 10 registerpositionernas innehåll går till  $AR_{14-23}$  (eller  $MR_{14-23}$ ) vid intagningen.



*Spolning till bandaggregat 4  
framriktning*

Figur 18:8

Så snart denna information sänts ut, sköter bandaggregatet sig självt varför enheterna med adresserna 10000 och 10001 ej upptas med att styra förloppet. De utnyttjas endast för att ge startsignal till rätt bandaggregat och omtala spolningsriktningen.

Spolning till ändläge kan ske på ett godtyckligt antal bandaggregat samtidigt. Spolningen kan ske i både fram- och backriktning. Den upphör vid de markeringar bandet har en bit från ändarna.

Bandhastigheten vid spolning är dubbelt så hög som den vid läsning, skrivning och blockräkning.

För att underlätta avkänningen av om spolning till ändläge är klar, utnyttjas ett "bandaktivitetsregister" med inadress 00027.

Så snart ett bandaggregat är i aktivitet ettställes en vippan som hör till detta aggregat. Vippan är, förutom vid spolning, ettställd vid läsning, skrivning och blockräkning.

Vipporna bildar ett (eller flera) register vars innehåll kallas in till centralenheten med exempelvis orderordet:

01 1 00027

### Spolning till ändläge

Även denna funktion kan beordras via anpassningsenheterna med adresserna 10000 och 10001.

Skall bandet i bandaggregat nummer 4 spolas till sitt ändläge i framriktningen sändes följande informationsord ut:

Skall t ex bandaggregat nummer 10 undersökas m a p återspolningen göres detta genom att undersöka position 10 i AR. En etta här visar att återspolning pågår, en nolla att återspolning är klar.

### Åtgärder vid fel

Om något av följande tre fel uppträder, får centralenheten information härom:

- 1 2-bitars fel vid läsning eller blockräkning.
- 2 Bandslut vid läsning, skrivning eller blockräkning.
- 3 Adressering av samma bandaggregat via de båda adresserna 10000 och 10001 (s k dubbeladressering).

Beträffande funktionssättet hänvisas till kapitel 17 "Feldetektering i samband med yttre enheter".

Bandet stannar omedelbart då dessa fel uppträder.

Om de tre uppgivna slagen av möjliga fel kan följande noteras:

1 Vid inskrivning av information på band beräknas en kontrollkombination som även utsättes. Då denna information vid något tillfälle skall överföras från bandet till snabbminnet beräknas kontrollkombinationen på nytt och jämföres med den förut beräknade.

Härvid upptäckes och rättas 1-bits fel. 2-bitars fel kan ej rättas, utan leder i stället till att centralenheten får information härom.

Även vid "Blockräkning" kontrolleras informationen. Centralenheten får information om

2-bitars fel medan 1-bits fel ej åtgärdas.

2 Denna sorts fel innebär att bandet tar slut innan hela blocket skrivits ut respektive blockräkningen är klar.

Samma fel indikeras då försök till läsning göres trots att det ej finns något block före bandslutet, eller då "Skrivning" beordras på ett skrivskyddat band.

3 Dubbeladressering är tillåten i det fall att den nya funktionen är "Stopp". Dessutom kan ett bandaggregat, där "Spolning till ändläge" pågår, adresseras via godtycklig kanal utan att fel indikeras.

## Kapitel 19

### Förklaringar till förekommande förkortningar

AbR	Avbrottsregister	MS <sub>3</sub>	Tredje utbyggnadsminnet
AbR-N	Nollställningsadresser till avbrottsregister	MS <sub>4</sub>	Fjärde utbyggnadsminnet
AD	Additionskretsar med komplementbildare	MS <sub>5</sub>	Femte utbyggnadsminnet
AdR	Administrationsregister	MS <sub>6</sub>	Sjätte utbyggnadsminnet
AE	Aritmetisk enhet	MS <sub>7</sub>	Sjunde utbyggnadsminnet
ANE	Anpassningsenheter	MsR	Minnesregister
AR	Ackumulatorregister	OLR	Orderlagringsregister
AsR-M	Adressregister för minne	OR	Orderregister
AsR-O	Adressregister för order	PG	Plusgenerator
AsR-Y	Adressregister för yttre enheter	PV	Programval
BA	Bandaggregat	RS	Remsstans
CE	Centralenhet	S	Spillindikator
DR	Dataregister	SAR	Skiftregister för AR
DTR	Decimaltablåregister	SD1	Styrdel för bandminnet
DV	Verställighetsknapp för överförings-signal	SD2	Styrdel för bandminnet
FR	Felregister	SE	Styrenhet
I	Teckenindikator	SM-A	Val av skrivmaskinsutskrift
IB	Inre bussledning	SM-B	Val av skrivmaskinsutskrift
KE	Kraftenhet	SMR	Skiftregister för MR
M	Cell i snabbminnet	UKA	Underkontroll för aritmetisk enhet
ME	Minnesenhet	UKM	Underkontroll för minnesenhet
MG	Mikroordergivare	UKY	Underkontroll för yttre enheter
Mop	Mikrooperation	VR	Valräknare
MP	Manöverpanel	YB	Yttre bussledning
MR	Multiplikatorregister	YBR	Yttre bussregister
MS <sub>0</sub>	Grundminnet	YE	Yttre enheter
MS <sub>1</sub>	Första utbyggnadsminnet	YV	Verkställighetsknapp för överförings-signal
MS <sub>2</sub>	Andra utbyggnadsminnet	YVR	Yttre valregister

## Bildförteckning

<i>Figur nr</i>	<i>Figur</i>	<i>Figur nr</i>	<i>Figur</i>
1:1	Blockschema över SAAB D21	10:2	Schema över I:s inkoppling vid "Varvräkning"
4:1	Manöverpanelen	10:3	Schema över ackumulatorregistret AR.
4:2	Decimaltablån	11:1	Sambandet mellan beordrat och utfört antal skiftsteg
4:3	Tangenter för yttre val	14:1	Orderordets uppbyggnad
6:1	Orderordets uppbyggnad	17:1	Principschema över feldetektering
8:1	Kort D21-tal	18:1	Informationslagringen på magnetband
8:2	Långt D21-tal	18:2	Bandminnets uppbyggnad
8:3	Exempel på D21-ord	18:3	Gruppering av information för manövrering av magnetbanden
9:1	Principschema över informationsflödet i stort	18:4	Exempel på information för manövrering av magnetbanden
9:2	Förenklat blockschema över minnesenheten ME	18:5	Exempel på information för manövrering av magnetbanden
9:3	Exempel på orderord	18:6	Exempel på information för manövrering av magnetbanden
9:4	Informationsflödet i samband med order som syftar på yttre enhet	18:7	Exempel på information för manövrering av magnetbanden
9:5	Informationsflödet vid kommunikation mellan snabbminnet och yttre enheter	18:8	Exempel på information för manövrering av magnetbanden
9:6	Förenklat blockschema över aritmetiska enheten AE		
9:7	Förenklat blockschema över styrenheten SE		
10:1	Schema över minnesregistret MsR och teckenindikatorn I		



SVENSKA AEROPLAN AKTIEBOLAGET  
**SAAB ELECTRONIC**  
STOCKHOLM · GÖTEBORG · LINKÖPING

0128-0100  
Layout och tryck: Publikationsavd. Saab  
Linköping 1962