Maskinorienterad Programmering 2012/2013

Synkronisering och undantag

Ur innehållet:

Synkronisering:
hur hanteras situationer när datorn ska kommunicera med en annan enhet med okänd arbetstakt?
Vi ansluter en skrivare

Undantag:
Hur hanteras situationer då något oförutsett inträffar?
Vi beskriver undantagshantering

Förutsättningar för skrivaranslutningen

Vår skrivare är från början mycket enkel:

- Den kan endast arbeta med **ett tecken i taget**.
  (hämtar ett tecken - skriv ut - hämta nästa)
- Det finns inledningsvis **inga handskakningssignaler**
- Max utskriftshastighet: **4 tecken per sekund**.

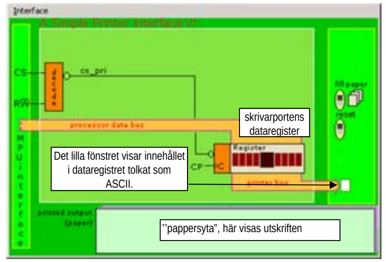
Med portdefinition

```
PRINTER  EQU       $0800
```

och instruktionerna

```
         LDAA      #$30
         STAA      PRINTER
```

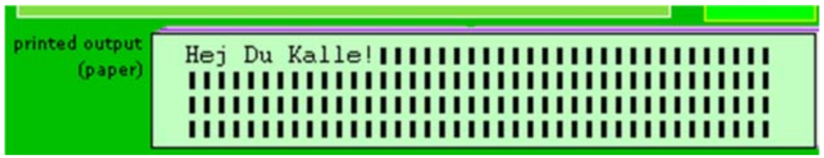
överförs hexadecimala värdet 30 till skrivaren



Första programexemplet

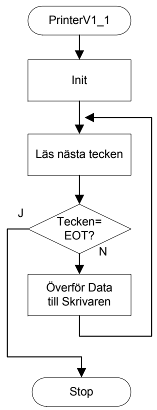
Text ($3000): H, e, j, (blank), D, u, (blank), K, a, l, l, e, !

```
* Printer V1_0
        ORG     $1000
        LDX     #Text           Pekare till textsträng -> X
Loop    LDAA    1,X+            Tecken -> A, peka på nästa
        STAA    PRINTER         Skriv ut till port
        BRA     Loop            Fortsätt med nästa tecken
; så här kan du använda assemblerdirektiv för att
; skapa textsträngen på adresss 3000:
        ORG     $3000
Text    FCS     ”Hej Du Kalle!”
```

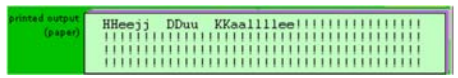


Inför specialtecken för strängslut

Text ($3000): H, e, j, (blank), D, u, (blank), K, a, l, l, e, !, EOT




```
* Printer V1_1
PRINTER EQU     $0800
EOT     EQU     4
        ORG     $1000
        LDX     #Text
Loop:   LDAA    1,X+
        CMPA    #EOT
        BEQ     Stop
        STAA    PRINTER
        BRA     Loop
Stop:   NOP
        BRA     Stop
        ORG     $3000
Text:   FCS     "Hej Du Kalle!"
        FCB     EOT
```

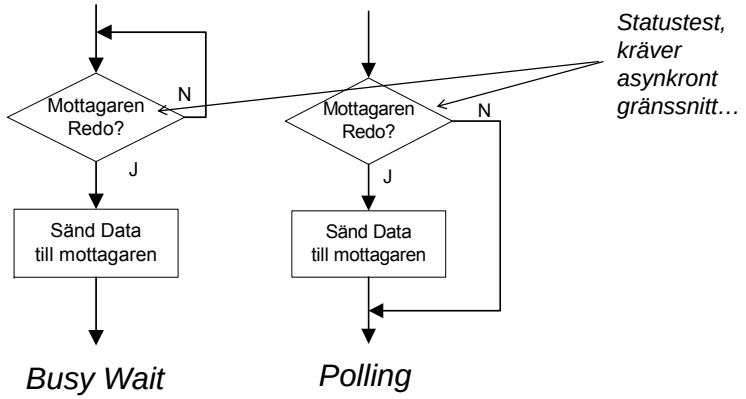


Synkronisera arbetstakterna …

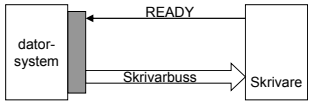
	Skrivare	Simulator STEP	Simulator RUN	Simulator RUN FAST	Hårdvara
Instruktioner/ sekund		?	10	1000	1 000 000
Tecken/ sekund	4	?	2	200	200 000

Lösningen blir villkorlig överföring vilket kräver ett asynkront gränssnitt…

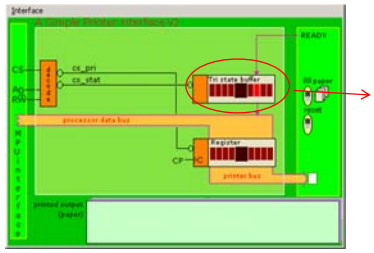
Villkorlig överföring

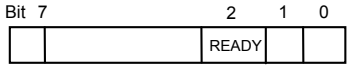


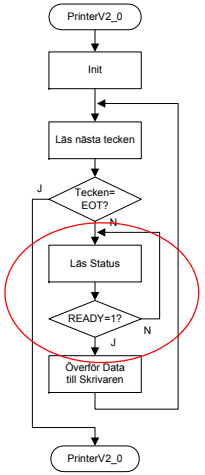
Gränssnitt, version 2



- READY = 1 (Hög nivå) indikerar att skrivaren är klar att ta emot ett nytt tecken.
- READY = 0 (Låg nivå) indikerar att skrivaren är upptagen med att skriva ut ett tecken.



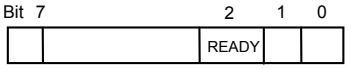




”Programmerarens bild”

READY = 1 (Hög nivå): skrivaren är REDO

READY = 0 (Låg nivå): skrivaren är UPPTAGEN

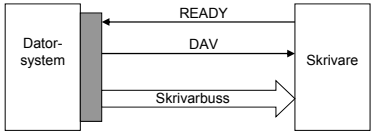


- Klarar nu situationen att centralenheten arbetar snabbare än skrivaren.
- Fortfarande problem då centralenheten är långsammare än skrivaren.
- Fortfarande problem med att få skrivaren att stoppa då sista tecknet skrivits ut.

Vi behöver ytterligare handskakningssignal ”Tecken finns”…

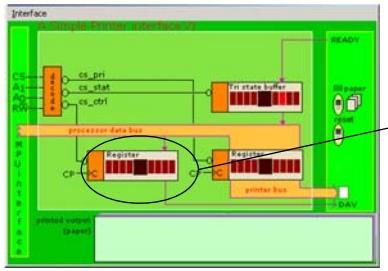
```
* Printer V2_1
PRINTER  EQU     $0800
PSTATUS  EQU     $0801
EOT      EQU     4
         ORG     $1000
         LDX     #Text
Loop:    LDAA    1,X+
         CMPA    #EOT
         BEQ     Exit
LoopForReady:
         LDAB    PSTATUS
         ANDB    #4
         BEQ     LoopForReady
         STAA    PRINTER
LoopForNotReady:
         LDAB    PSTATUS
         ANDB    #4
         BNE     LoopForReady

         BRA     Loop
Exit:    NOP
         BRA     Exit

         ORG     $3000
Text:    FCS     "Hej Du Kalle!"
         FCB     EOT
```

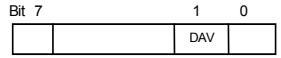
Gränssnitt, version 3

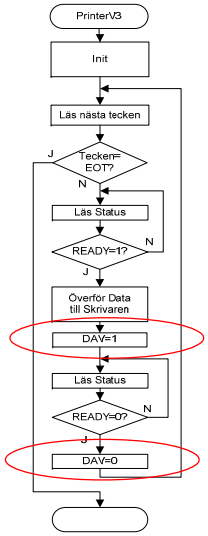


DAV = 1 (Hög nivå) indikerar för skrivaren att giltigt tecken finns att hämta på skrivarbussen.

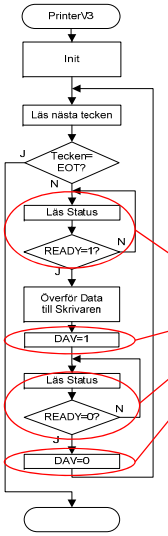
DAV = 0 (Låg nivå) indikerar för skrivaren att skrivarbussen har ett ogiltigt värde.







Händelser i Datorsystemet	*Händelser i skrivaren*
Inväntar READY=1	Skrivaren är upptagen med att skriva ut ett tecken. READY=0.
	Skrivaren är redo för nästa tecken och sätter READY=1
När READY=1 skrivs nästa tecken till skrivarens dataregister. Sätter DAV=1	Inväntar DAV=1
Inväntar READY=0	Ser att DAV=1. Läser nytt tecken från skrivarbussen. Signalerar upptagen, READY=0.
När READY=0 nollställs DAV som indikation på att det inte finns giltigt tecken på skrivarbussen	Skrivaren är upptagen med att skriva ut ett tecken. READY=0.




```
* Printer V3

PRINTER  EQU     $0800
PSTATUS  EQU     $0801
PCONTROL EQU     $0802
EOT      EQU     4

         ORG     $1000
         LDX     #Text
Loop:    LDAA    1,X+
         CMPA    #EOT
         BEQ     Stop
Ready:
         BRCLR   PSTATUS,#4,Ready
         STAA    PRINTER
         BSET    PCONTROL,#2
NotReady:
         BRSET   PSTATUS,#4, NotReady
         BCLR    PCONTROL,#2
         BRA     Loop
Stop:    NOP
         BRA     Stop

         ORG     $3000
Text:    FCS     "Hej Du Kalle!"
         FCB     EOT
```

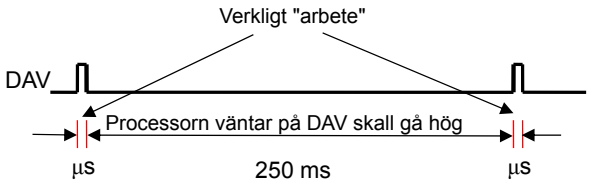

Resultat

Klarar nu situationen att centralenheten arbetar snabbare än skrivaren.

Klarar nu situationen då centralenheten är långsammare än skrivaren.

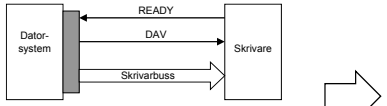
Klarar nu situationen med att få skrivaren att stoppa då sista tecknet skrivits ut

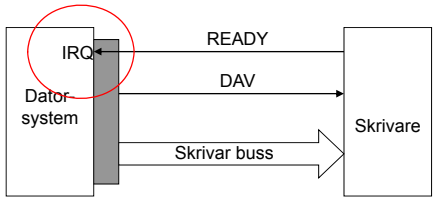
Lösningen är dock hopplöst ineffektiv med tanke på hur vi utnyttjar systemet…

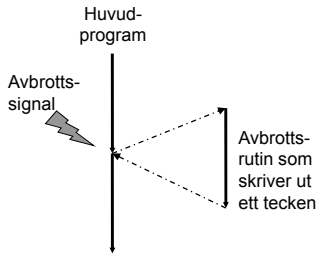


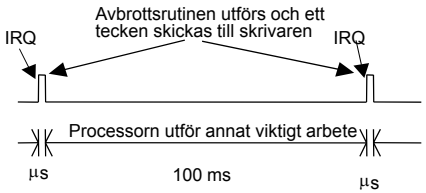
Introduktion till ”Undantagshantering”

Interrupt ReQuest (IRQ), begäran om avbrott…

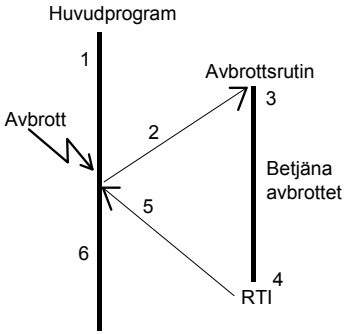




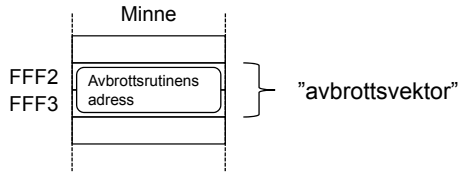




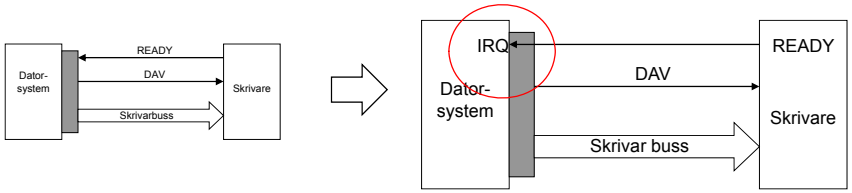
Avbrottshantering

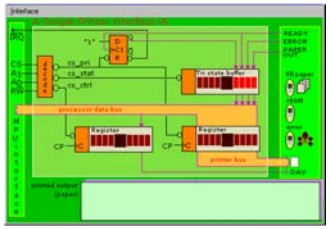


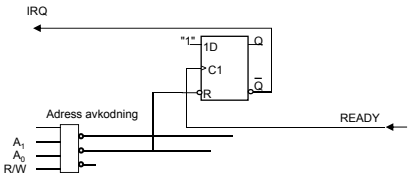
1) Huvudprogram exekveras när ett avbrott aktiveras
2) Hopp till avbrottsrutin
3) Avbrottsrutin startar
4) Avbrottsrutin avslutas med en speciell instruktion,
   return from interrupt (RTI)
5) Återhopp till huvudprogram
6) Huvudprogrammet fortsätter.



Skrivarport Version 5, med avbrott



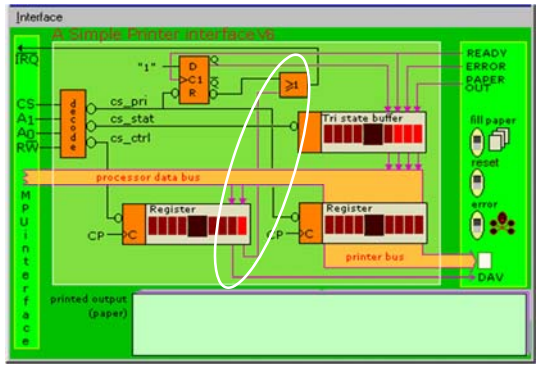




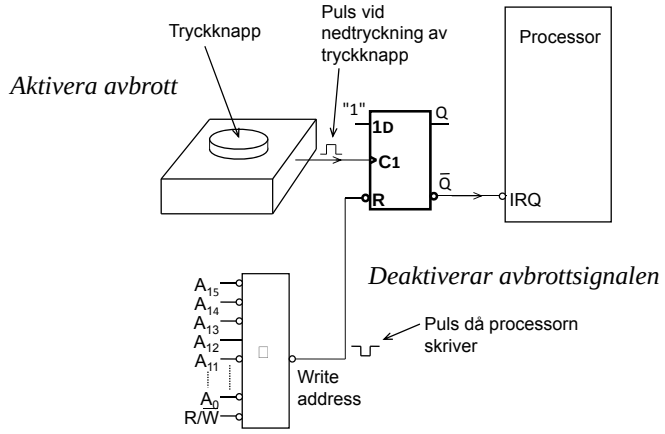
Denna lösning genererar ALLTID avbrott då skrivarens teckenbuffert är tom….

Skrivarport, Version 6

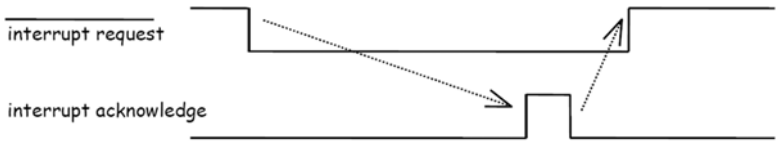
I vår sista lösning kan vi stänga av avbrotten från skrivaren.
”Disable Interrupt”



Avbrottsvippa

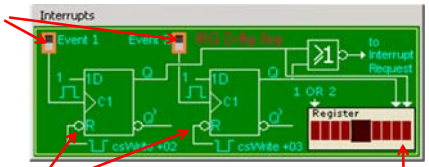


Kvittering av avbrott ”Interrupt Acknowledge”



EXEMPEL: (jfr: laborationskort ML19)

Aktivera avbrott



Deaktivera (”kvittera”) avbrott

Status hos avbrottskällor

EXEMPEL, Arbetsbok uppgift 45 (”Irq4.s12”)

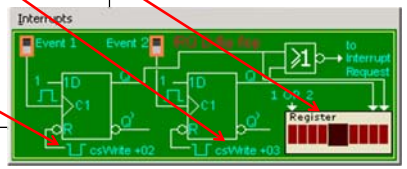
```
; Definitioner, initieringssekvens
; och avbrottsvektor
PARPORT1  EQU       $0880
PARPORT2  EQU       $0881

IrqStat   EQU       $0D00
IrqRes1   EQU       $0D02
IrqRes2   EQU       $0D03

          ORG       $1000
* Nollställ våra variabler
          CLR       Var1
          CLR       Var2
          CLR       IrqRes1
          CLR       IrqRes2

* Sätt om avbrottsmasken hos processorn
          CLI

* Initiera avbrottsvektor IRQ
          ORG       $FFF2
          FDB       IrqR
```

```
; Huvudprogram
Loop
          LDAB      Var1
          ADDB      #1
          STAB      Var1
          STAB      PARPORT1

          LDAB      Var2
          STAB      PARPORT2
          BRA       Loop

* Variabler

Var1      RMB       1
Var2      RMB       1
```


uppgift 45, forts.

```
* Avbrottsrutin
IrqR:
          LDAA      IrqStat
          BITA      #2        ; Event 2 ?
          BEQ       IrqR1     ; Om inte prova nästa
          CLR       IrqRes2
          INC       Var2      ; Räkna upp

IrqR1:
* Kontrollera även Event 1...
          BITA      #1
          BEQ       IrqR2
          CLR       IrqRes1
          CLR       Var2      ; Nollställ

IrqR2:
          RTI
```

```
IrqStat   EQU       $0D00
IrqRes1   EQU       $0D02
IrqRes2   EQU       $0D03
```

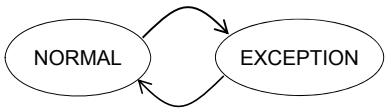


Exekveringstillstånd

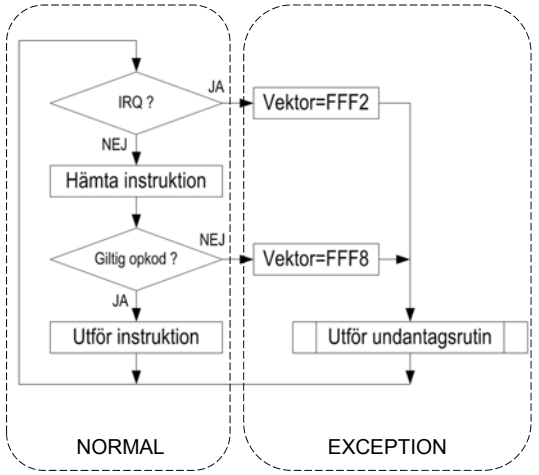
Processorn befinner sig alltid i något av tillstånden:

NORMAL, processorn hämtar och utför instruktioner, dvs. normal exekvering.

EXCEPTION, något “undantag” har inträffat som gör att processorn inte kan (eller ska) fortsätta normal exekvering.



EXEMPEL PÅ UNDANTAGSTYPER



Starta undantagshantering
Spara registerinnehåll…

”Atomär operation”

```
PUSH  PC
PUSH  Y
PUSH  X
PUSH  D
PUSH  CCR
```

Avslut av undantagshantering
”ReTurn from Interrupt”, RTI

”Atomär operation”

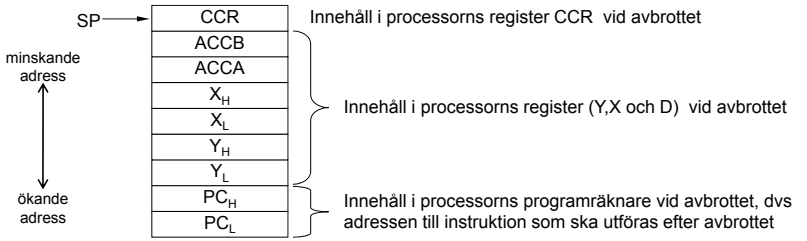
```
PULL   CCR
PULL   D
PULL   X
PULL   Y
PULL   PC
```

RTI — Return from Interrupt — RTI

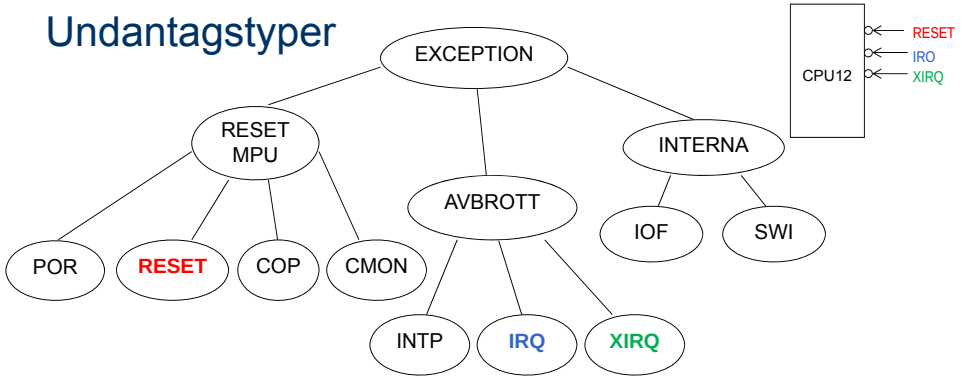
Operation: $(M_{(SP)}) \Rightarrow CCR; (SP) + \$0001 \Rightarrow SP$
$(M_{(SP)}) : M_{(SP+1)}) \Rightarrow B : A; (SP) + \$0002 \Rightarrow SP$
$(M_{(SP)}) : M_{(SP+1)}) \Rightarrow X_H : X_L; (SP) + \$0004 \Rightarrow SP$
$(M_{(SP)}) : M_{(SP+1)}) \Rightarrow PC_H : PC_L; (SP) + \$0002 \Rightarrow SP$
$(M_{(SP)}) : M_{(SP+1)}) \Rightarrow Y_H : Y_L; (SP) + \$0004 \Rightarrow SP$

Description: Restores system context after interrupt service processing is completed. The condition codes, accumulators B and A, index register X, the PC, and index register Y are restored to a state pulled from the stack. The X mask bit may be cleared as a result of an RTI instruction, but cannot be set if it was cleared prior to execution of the RTI instruction.

Stackens utseende i avbrottsrutin



Undantagstyper



RESET MPU, händelser som alltid föranleder återstart (RESET) av processorn.

AVBROTT, externa händelser, dvs. utanför processorn, detta kan alltså vara enheter på samma krets som processorn (sammanbyggda periferienheter), det kan också vara en speciell insignal (IRQ eller XIRQ) som aktiveras.

INTERNA, händelser som uppträder under programexekvering, exempelvis att en otillåten instruktion avkodas (IOF) eller den speciella instruktionen SWI.

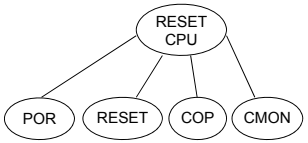
Fatala fel, kräver RESET av CPU

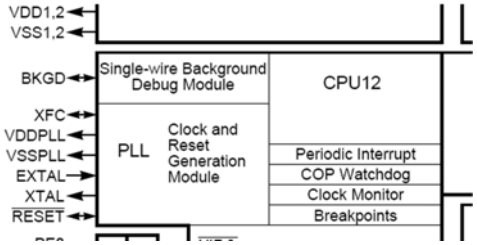
POR, *Power On Reset*, vid spänningstillslag

RESET, insignal till processorn aktiveras.

COP, *Computer Operating Properly*, så kallad *watchdog-funktion*.

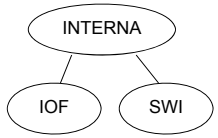
CMON, *Clock Monitor Reset*, övervakar E-klockan, om frekvensen sjunker under 10 kHz genereras RESET.





Adress (hex)	Funktion
FFFE	RESET, Startvektor
FFFC	Clock Monitor Fail
FFFA	COP Watchdog Timeout
FFF8	Illegal Op Code
FFF6	SWI
FFF4	XIRQ
FFF2	IRQ
FF00-FFF0	Enhetsspecifika vektorer, skiljer sig något beroende på olika varianter

Interna undantag



Om processorn avkodar en otillåten operationskod kallas detta *Illegal Opcode Fetch* (IOF).
Processorn avbryter då,
sparar registerinnehåll på stacken,
Läser vektorn för IOF och
utför undantagshantering.

Instruktionen *SoftWare Interrupt* (SWI) fungerar på samma sätt, men har en annan vektor och en bestämd operationskod.

Adress (hex)	Funktion
FFFE	RESET, Startvektor
FFFC	Clock Monitor Fail
FFFA	COP Watchdog Timeout
FFF8	Illegal Op Code
FFF6	SWI
FFF4	XIRQ
FFF2	IRQ
FF00-FFF0	Enhetsspecifika vektorer, skiljer sig något beroende på olika varianter

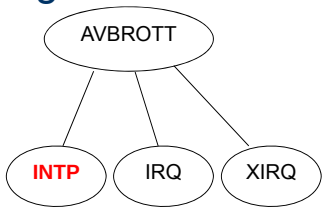
EXEMPEL, Hantera ”Software Interrupt”, SWI

```
        ORG     $1000
main    LDAB    #$11
        LDAA    #$22
        LDX     #$3333
        LDY     #$4444
        NOP
        SWI
        NOP
        BRA     main
```

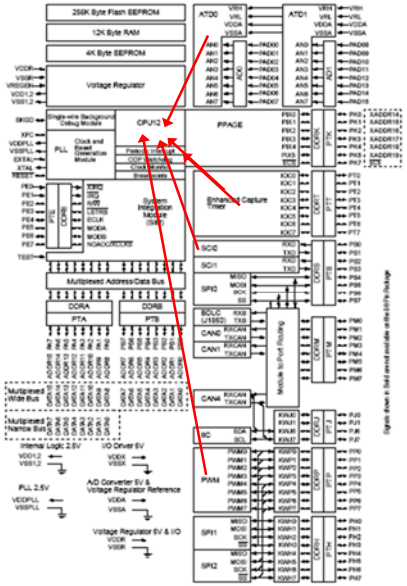
```
SWI_hantering:
        CLRA
        NOP
        RTI

        ORG     $FFF6
        FDB     SWI_hantering
```

Adress (hex)	Funktion
FFFE	RESET, Startvektor
FFFC	Clock Monitor Fail
FFFA	COP Watchdog Timeout
FFF8	Illegal Op Code
FFF6	SWI
FFF4	XIRQ
FFF2	IRQ
FF00-FFF0	Enhetsspecifika vektorer, skiljer sig något beroende på olika varianter

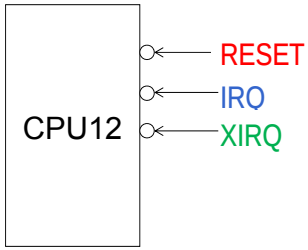
Internt genererade avbrott

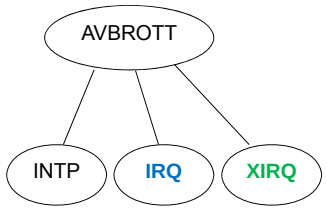


Adress (hex)	Funktion
FFF0	Real Time Interrupt
FFEE	Enhanced Capture Timer channel
FFEC	Enhanced Capture Timer channel 1
FFEA	Enhanced Capture Timer channel 2
....	....
FF8E	Port P Interrupt
FF8C	PWM Emergency Shutdown
FF8A-FF80	Reserverade



Externt genererade avbrott

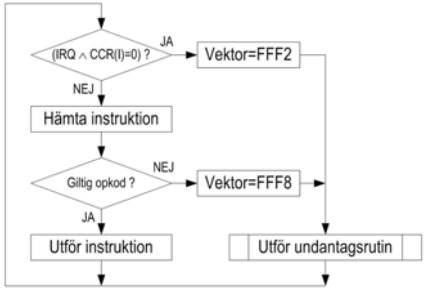


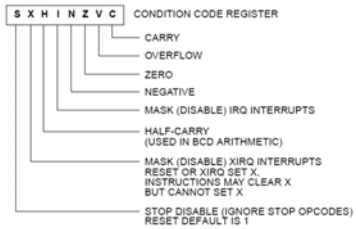


Adress (hex)	Funktion
FFFE	RESET, Startvektor
FFFC	Clock Monitor Fail
FFFA	COP Watchdog Timeout
FFF8	Illegal Op Code
FFF6	SWI
FFF4	XIRQ
FFF2	IRQ
FF00-FFF0	Enhetsspecifika vektorer, skiljer sig något beroende på olika varianter

RESET	XIRQ	IRQ
CCR = 1101000	REGISTERS->[SP]	REGISTERS->[SP]
PC=[FFFE,FFFF]	CCR[I]=1	CCR[I]=1
	PC=[FFF4,FFF5]	PC=[FFF2,FFF3]

Maskering av avbrott





Maskera avbrott:

```
SEI
```

Alternativt

```
ORCC #%00010000
```

Demaskera avbrott:

```
CLI
```

Alternativt

```
ANDCC   #%11101111
```

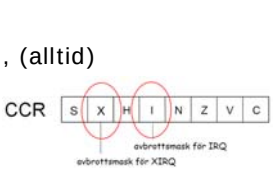
Demaskera X-avbrott:

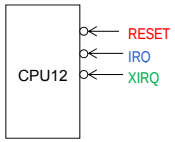
```
ANDCC   #%10111111
```

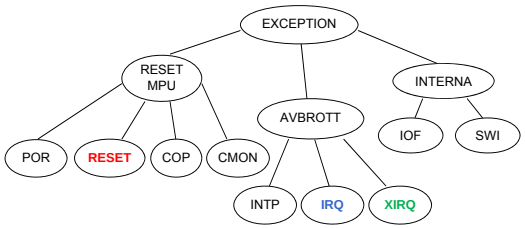
OBS: Kan INTE maskeras
(”Non Maskable Interrupt”)

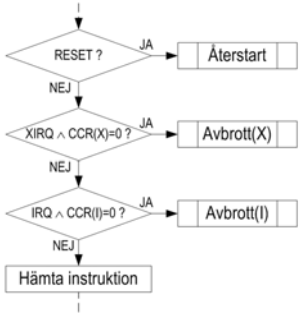
Undantags prioriteter

1. RESET MPU och ”INTERNA” , (alltid)
2. XIRQ, (om X i CCR är 0)
3. IRQ, (om I i CCR är noll)

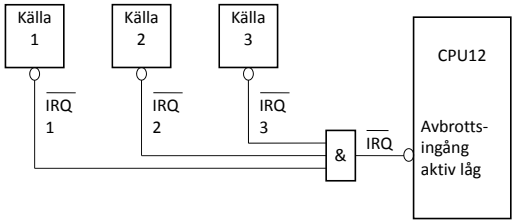




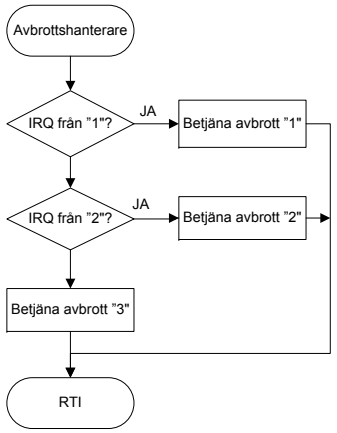




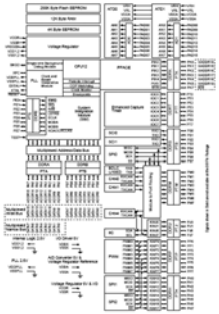
Multipla avbrottskällor



Avbrottskällornas inbördes prioritet bestäms i avbrottshanteraren.



Hårdvarubaserad avbrottsprioritering



För avbrott från interna kretsar bestäms prioriteten av avbrottsvektorns adress.

Ju högre adress, desto högre prioritet.

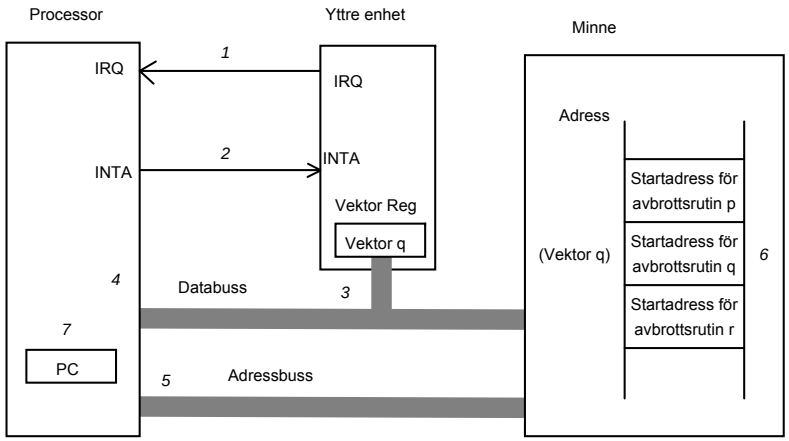
Högre prioritet

Lägre prioritet

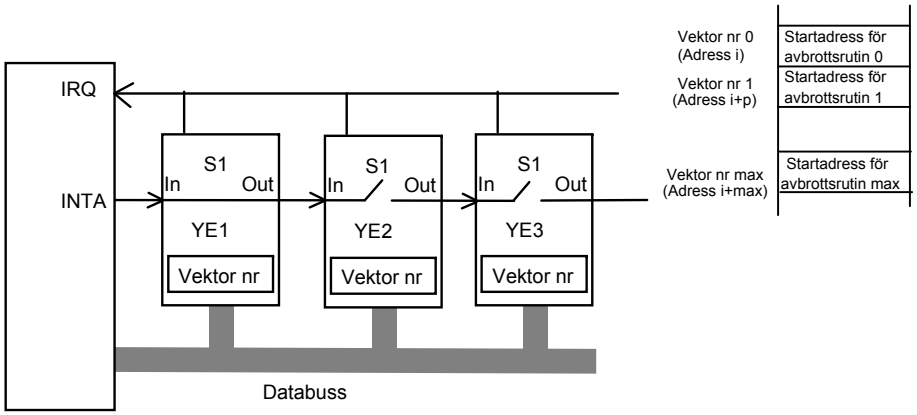
Adress (hex)	Funktion
FFF0	Real Time Interrupt
FFEE	Enhanced Capture Timer channel
FFEC	Enhanced Capture Timer channel 1
FFEA	Enhanced Capture Timer channel 2
FFE8	Enhanced Capture Timer channel 3
FFE6	Enhanced Capture Timer channel 4
FFE4	Enhanced Capture Timer channel 5
FFE2	Enhanced Capture Timer channel 6
FFE0	Enhanced Capture Timer channel 7
FFDE	Enhanced Capture Timer overflow
FFDC	Pulse accumulator A overflow
FFDA	Pulse accumulator input edge
FFD8	SPI0
FFD6	SCI0
FFD4	SCI1
FFD2	ATD0
FFD0	ATD1
FFCE	Port J
FFCC	Port H
FFCA	Modulus Down Counter underflow
FFC8	Pulse Accumulator B Overflow
FFC6	PLL lock
FFC4	CRG Self Clock Mode
FFC2	Används ej (BDLC)
FFC0	IIC Bus
FFBE	SPI1
FFBC	Reserverad
FFBA	EEPROM I-Bit
FFB8	FLASH I-Bit
FFB6	CAN0 wake-up
FFB4	CAN0 errors
FFB2	CAN0 receive
FFB0	CAN0 transmit
...	...
FF96	CAN4 wake-up
FF94	CAN4 errors
FF92	CAN4 receive
FF90	CAN4 transmit
FF8E	Port P Interrupt
FF8C	PWM Emergency Shutdown
FF8A-FF80	Reserverade

Vektoravbrott

Somliga periferikretsar konstrueras för att tillhandahålla avbrottsvektor (kan ej anslutas till HCS12)



Prioritet vid vektoravbrott (Daisy chain)



EXEMPEL, ”ColdFire” (MC68x00)

Vektor nr	Adress (offset) (hex)	Funktion
0	000	Initial stackpekare
1	004	Initial programräknare
2	008	Access Error (ex: referens till adress där minne/periferikrets ej finns)
3	00C	Adress Error (ex: referens till udda adress med *word* operand)
4	010	Illegal instruktion (icke-definierad operationskod)
5	014	Division med 0
6,7	018, 01C	Reserverade
8	020	Privilege Violation, försök att utföra *supervisor*-instruktion i *user mode*
9	024	Trace, en-instruktions exekvering
10	028	Line 1010, reserverad operationskod
11	02C	Line 1111, reserverad operationskod
12	030	Non-PC breakpoint debug interrupt
13	034	PC breakpoint debug interrupt
14	038	Format error
15	03C	Avbrott från enhet som ej tillhandahållit avbrottsnummer
16-23	040-05F	Reserverade vektorer
24	060	Icke-identifierat avbrott
25	064	Autovektor avbrottsnivå 1
26	068	Autovektor avbrottsnivå 2
27	06C	Autovektor avbrottsnivå 3
28	070	Autovektor avbrottsnivå 4
29	074	Autovektor avbrottsnivå 5
30	078	Autovektor avbrottsnivå 6
31	07C	Autovektor avbrottsnivå 7
32-47	080-0BF	Trap vektor för instruktionen TRAP #<vektor_nummer>
48-63	0C0-0FF	Undantag vid flyttalshantering, Reserverade vektorer
64-255	100-3FF	Användardefinierade vektorer

RESET vektor

”Undantag” genererade av program

Autovektor avbrott

Vektoravbrott