

## Maskinorienterad Programmering 2011/2012 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?

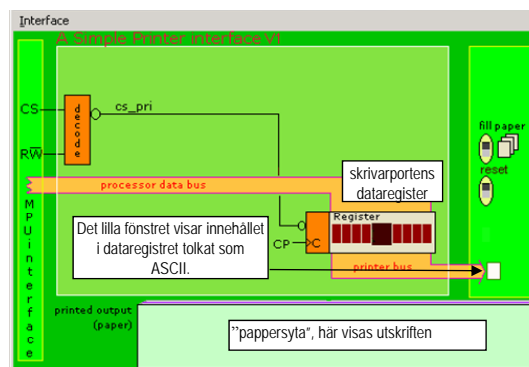
*Vi beskriver undantagshantering*

## 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

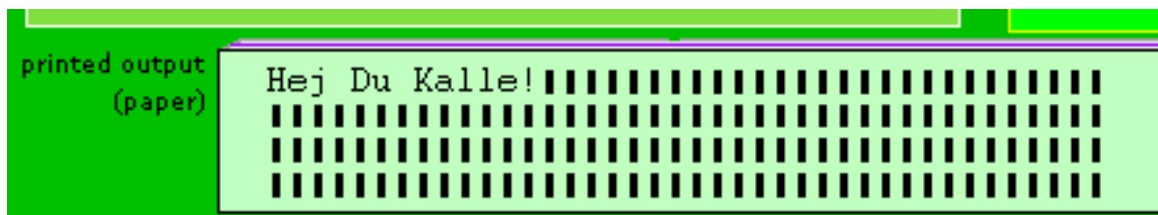


## Första programexemplet

Text (\$3000)	H
	e
	j
	D
	u
	K
	a
	l
	l
	e
	!

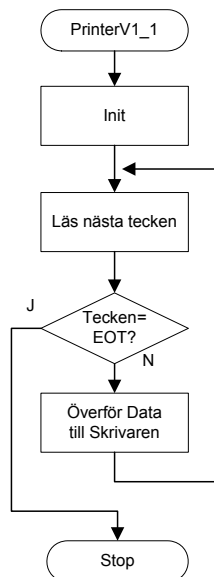
```

* 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!"
    
```



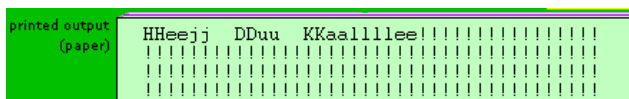
## Inför specialtecken för strängslut

Text (\$3000)	H
	e
	j
	D
	u
	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
    
```

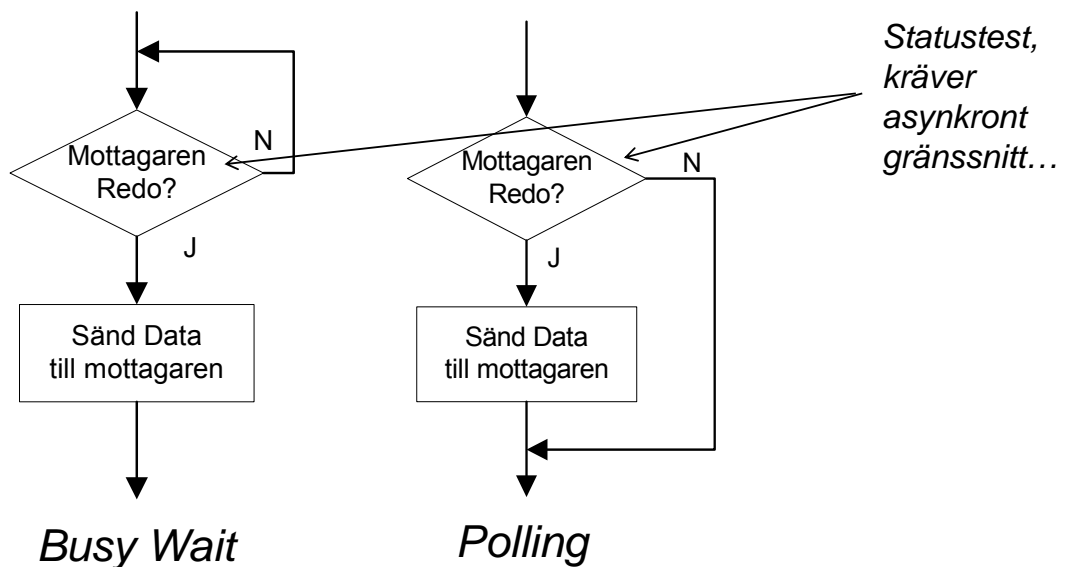


# Synkronisera arbetstakterna ...

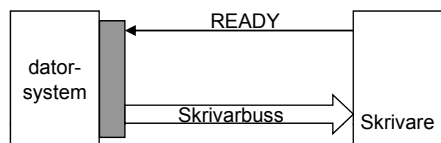
	Skrivare	Simulator STEP	Simulator RUN	Simulator RUN FAST	Hårdvara
Instruktioner/ sekund		?	10	1000	1 000 000
Tecken/ sekund	4	?	2	200	200 000

*Lösningen blir villkorlig överföring vilket kräver ett asynkront gränssnitt...*

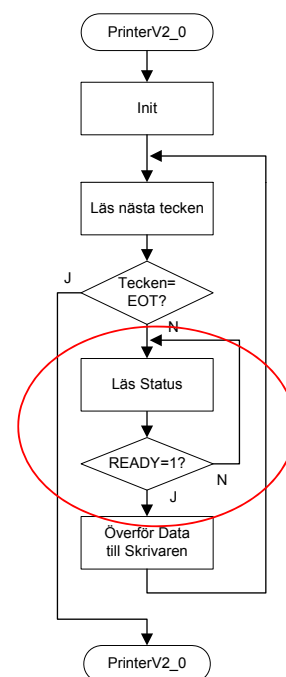
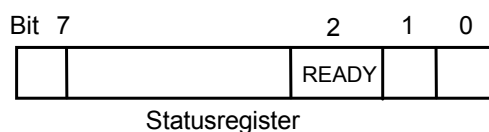
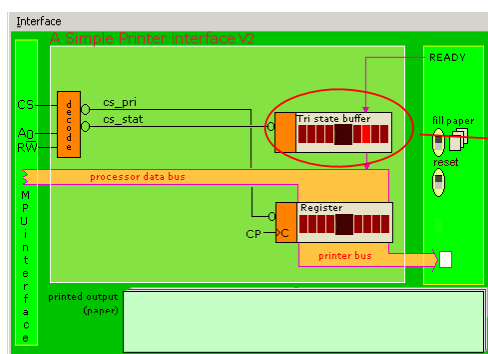
# Villkorlig överföring



### Gränssnitt, version 2

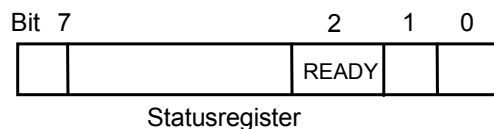


- READY = 1 (Hög nivå) indikerar att skrivaren är klar att ta emot ett nytt tecken.
- READY = 0 (Låg nivå) indikerar att skrivaren är upptagen med att skriva ut ett tecken.



### "Programmerarens bild"

READY = 1 (Hög nivå): skrivaren är REDO  
 READY = 0 (Låg nivå): skrivaren är UPPTAGEN



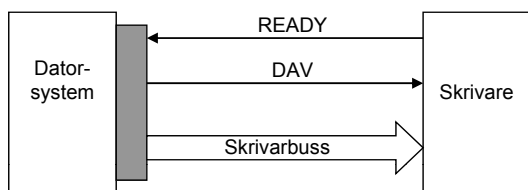
- Klarar nu situationen att centralenheten arbetar snabbare än skrivaren.
- Fortfarande problem då centralenheten är långsammare än skrivaren.
- Fortfarande problem med att få skrivaren att stoppa då sista tecknet skrivits ut.

Vi behöver ytterligare handskakningssignal "Tecken finns"...

```

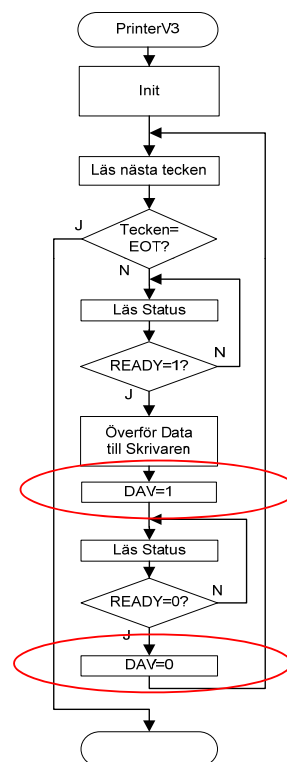
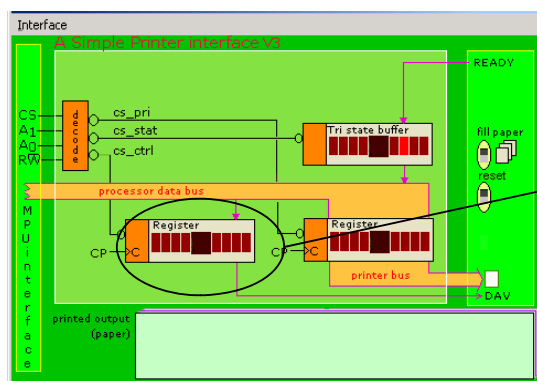
* Printer V2_1
PRINTER EQU    $0800
PSTATUS EQU    $0801
EOT EQU        4
                ORG    $1000
                LDX    #Text
Loop:          LDAA    1,X+
                CMPA   #EOT
                BEQ    Exit
LoopForReady:  LDAB    PSTATUS
                ANDB   #4
                BEQ    LoopForReady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



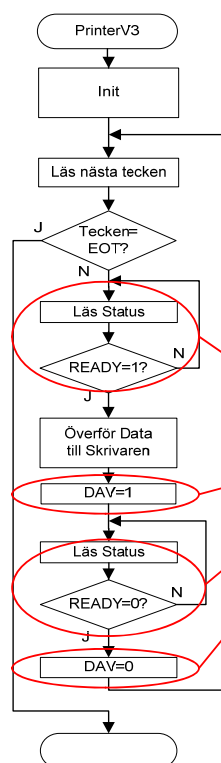
DAV = 1 (Hög nivå) indikerar för skrivaren att giltigt tecken finns att hämta på skrivarbussen.

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



#### Synkronisering och undantag

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

#### Synkronisering och undantag

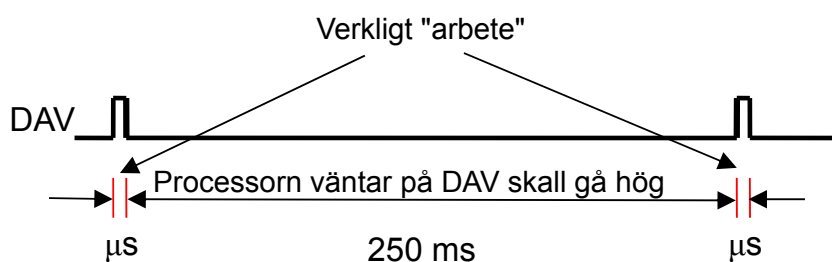
## Resultat

Klarar nu situationen att centralenheten arbetar snabbare än skrivaren.

Klarar nu situationen då centralenheten är långsammare än skrivaren.

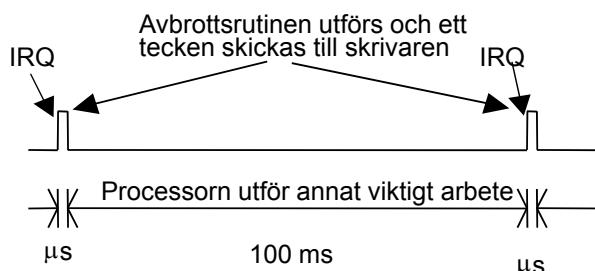
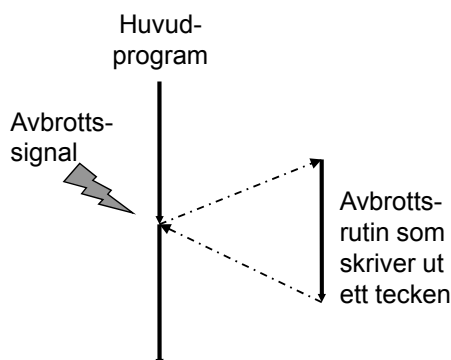
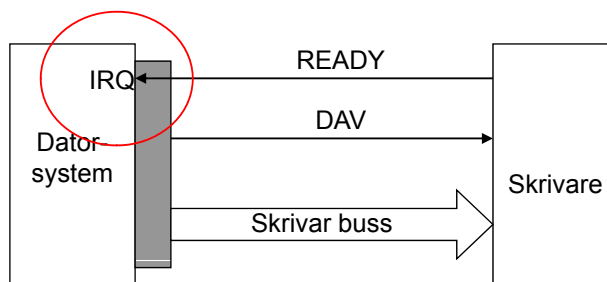
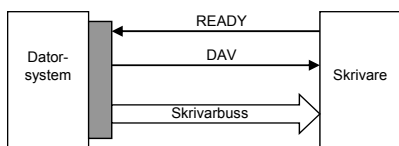
Klarar nu situationen med att få skrivaren att stoppa då sista tecknet skrivits ut

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

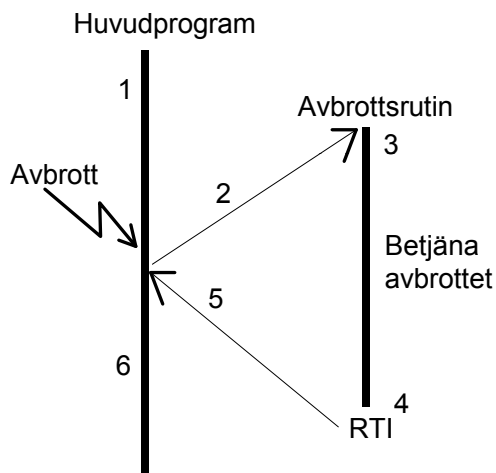


## Introduktion till "Undantagshantering"

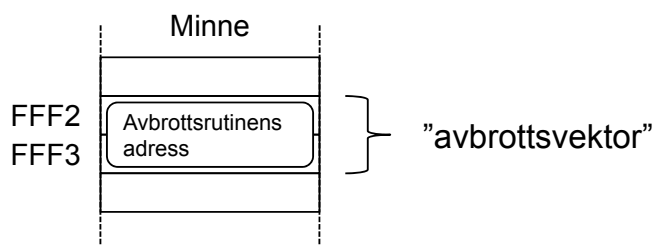
*Interrupt ReQuest (IRQ), begäran om avbrott...*



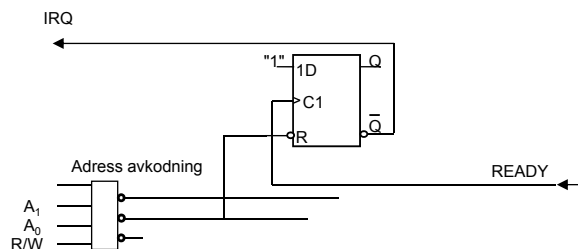
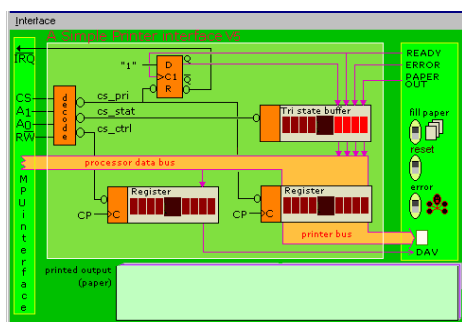
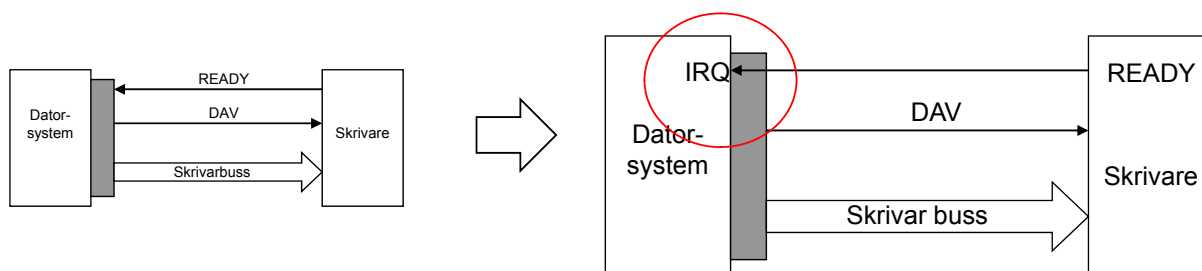
## Avbrottshantering



- 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.



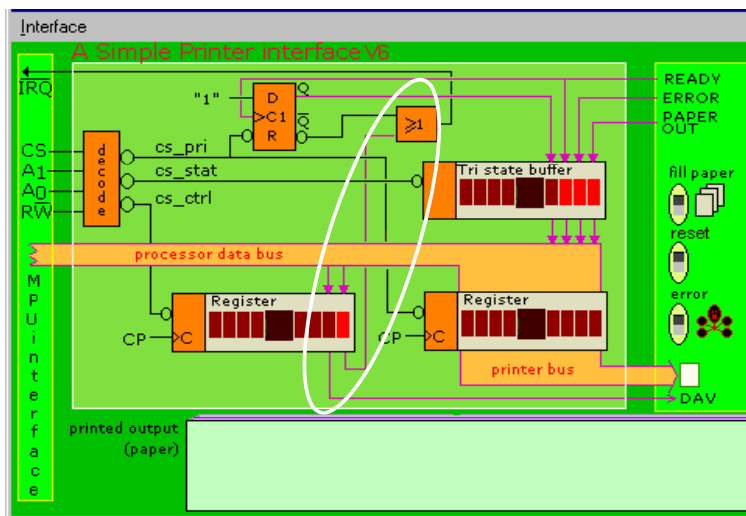
## Skriverport Version 5, med avbrott



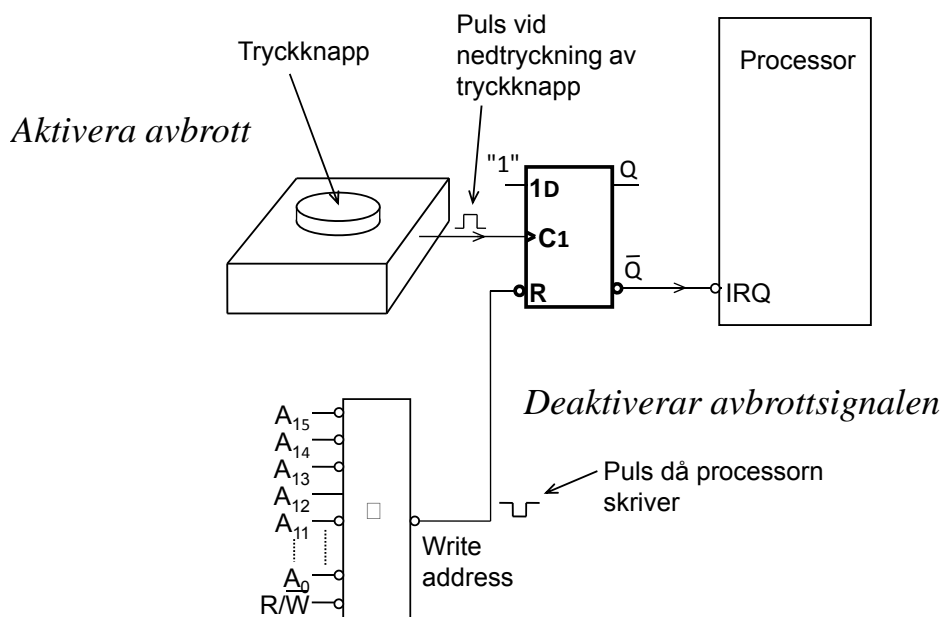
Denna lösning genererar ALLTID avbrott då skrivarens teckenbuffert är tom....

# Skrivarport, Version 6

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

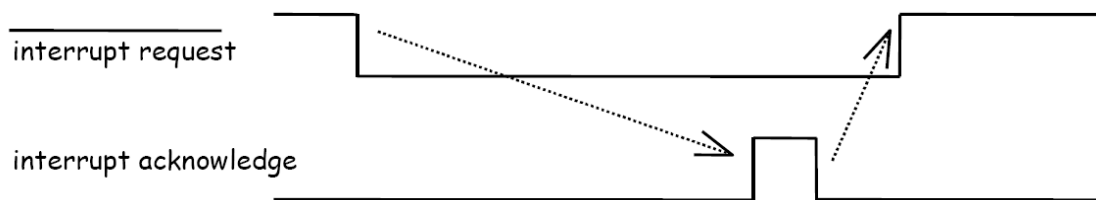


# Avbrottsvippa

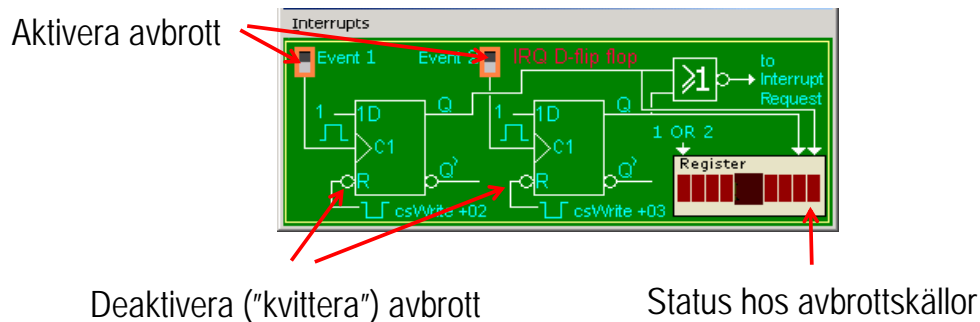




# Kvittering av avbrott "Interrupt Acknowledge"



EXEMPEL: ( jfr: laborationskort ML19)



# 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.

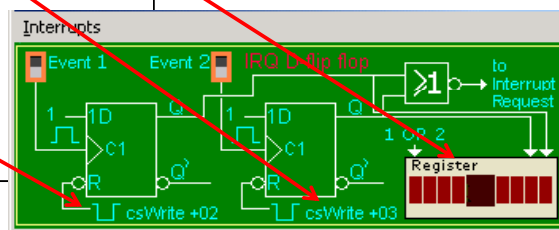
```

* 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

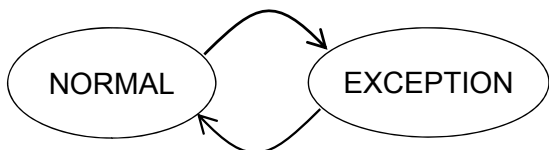


# Exekveringstillstånd

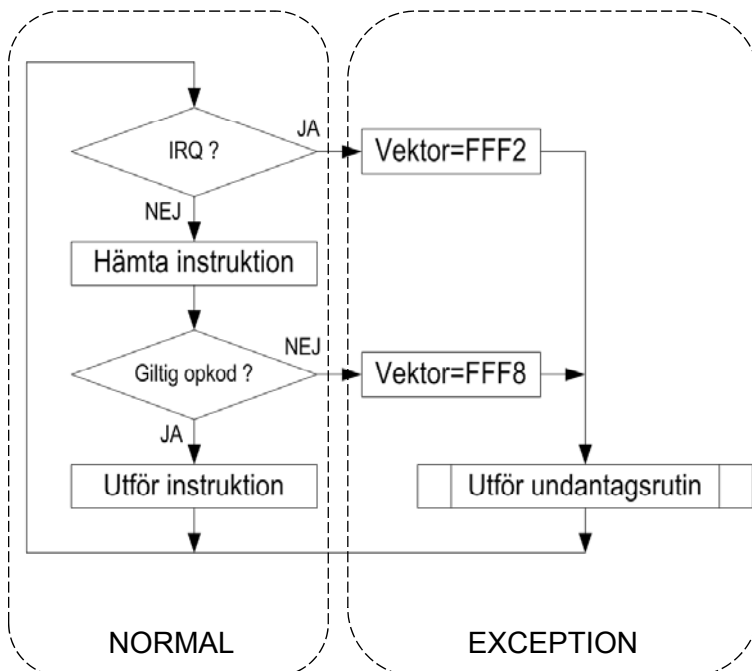
Processorn befinner sig alltid i något av tillstånden:

**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**

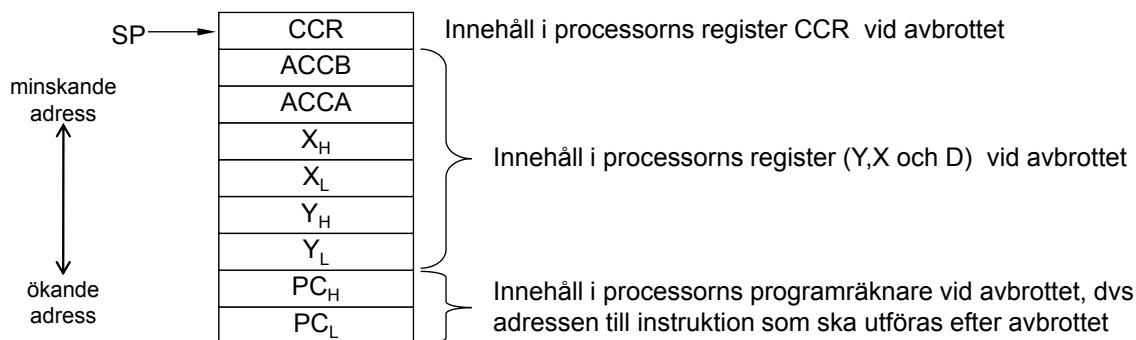
Operation:

$(M(SP)) = CCR; (SP) + 0001 = SP$   
 $(M(SP); M(SP + 1)) = B; A; (SP) + 0002 = SP$   
 $(M(SP); M(SP + 1)) = X_H; X_L; (SP) + 0004 = SP$   
 $(M(SP); M(SP + 1)) = PC_H; PC_L; (SP) - 0002 = SP$   
 $(M(SP); M(SP + 1)) = Y_H; Y_L; (SP) + 0004 = SP$

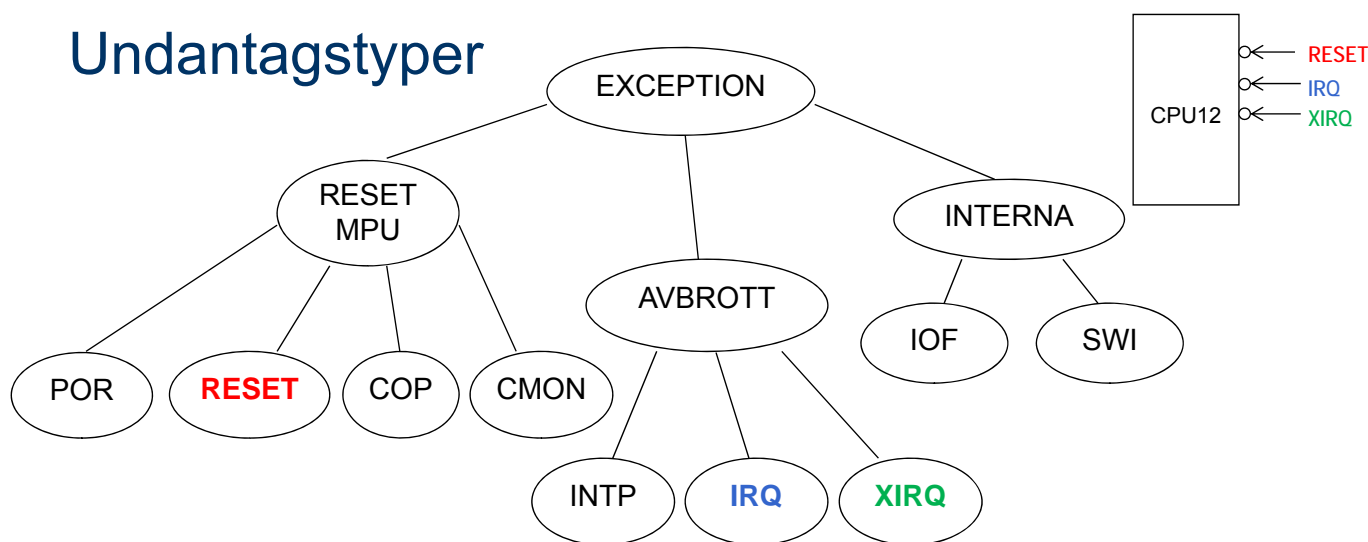
Description:

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.

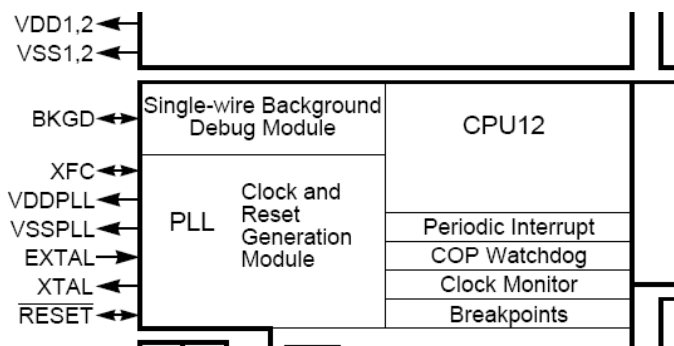
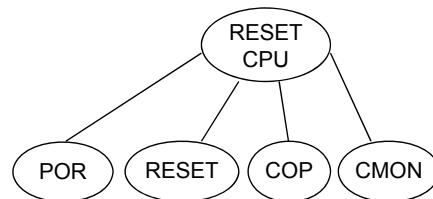
## Fatala fel, kräver RESET av CPU

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.



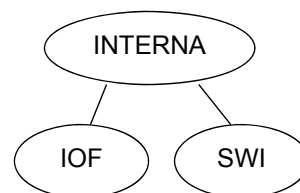
Adress (hex)	Funktion
FFFE	RESET, Startvektor
FFFC	Clock Monitor Fail
FFFA	COP Watchdog Timeout
FFF8	Illegal Op Code
FFF6	SWI
FFF4	XIRQ
FFF2	IRQ
FF00-FFF0	Enhetsspecifika vektorer, skiljer sig något beroende på olika varianter

## 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

```

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

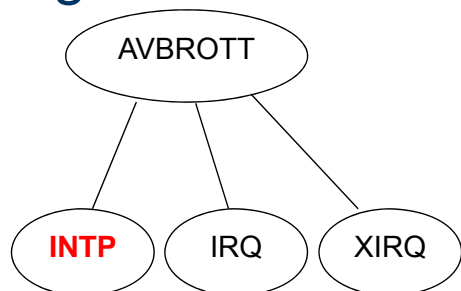
```

SWI_hantering:
        CLRA
        NOP
        RTI

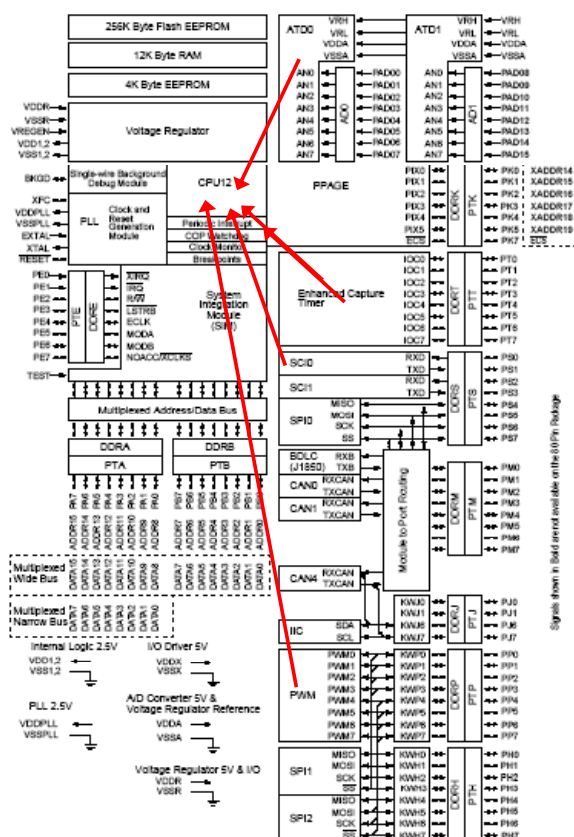
        ORG     $FFF6
        FDB   SWI_hantering
    
```

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

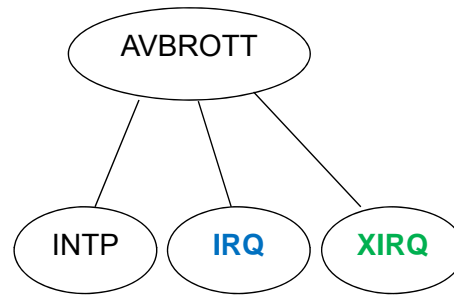
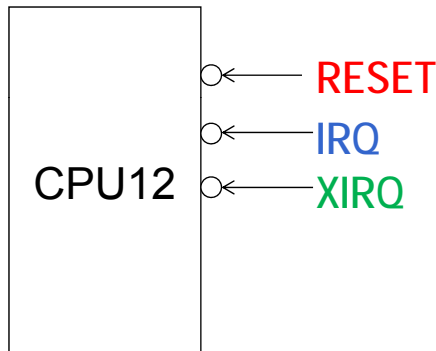
## Internt genererade avbrott



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



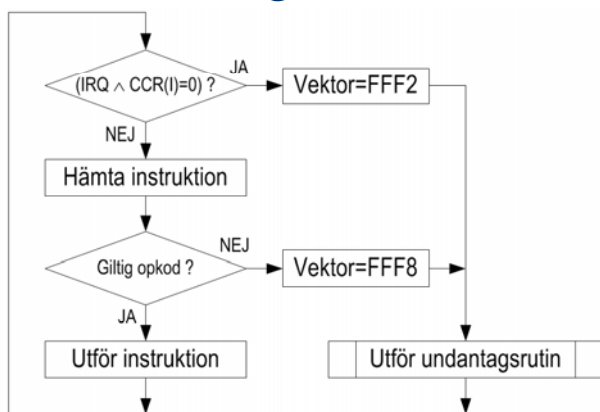
## Externt genererade avbrott



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

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

## Maskering av avbrott



Maskera avbrott:

SEI

Alternativt

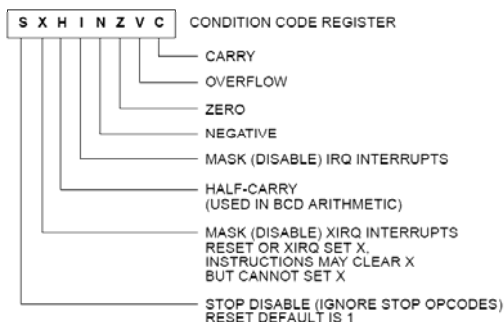
ORCC #00010000

Demaskera avbrott:

CLI

Alternativt

ANDCC #11101111



Demaskera X-avbrott:

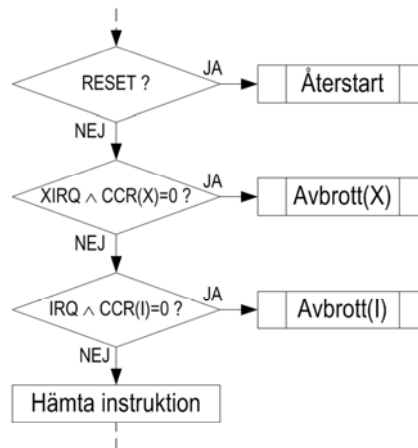
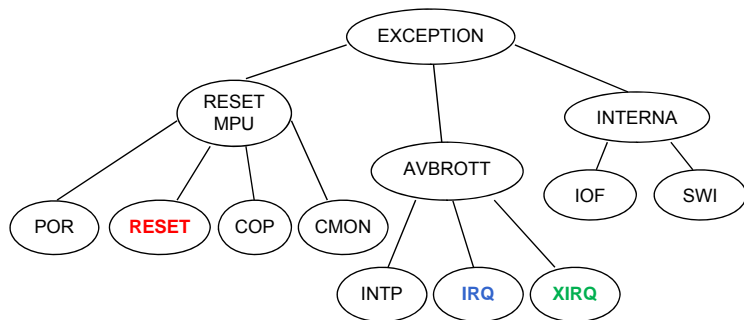
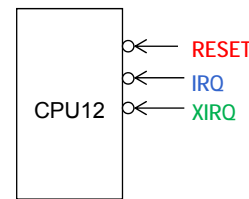
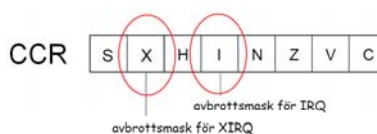
ANDCC #10111111

OBS: Kan INTE maskeras

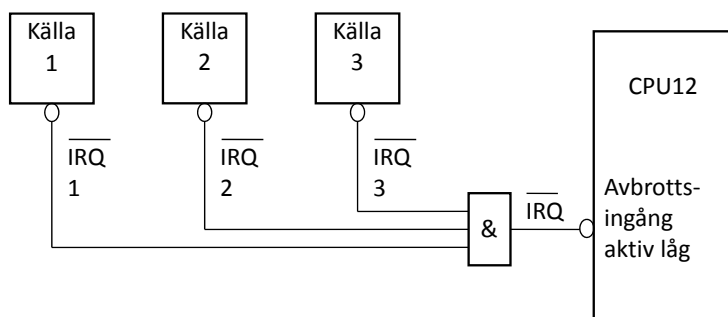
("Non Maskable Interrupt")

# Undantags prioriteter

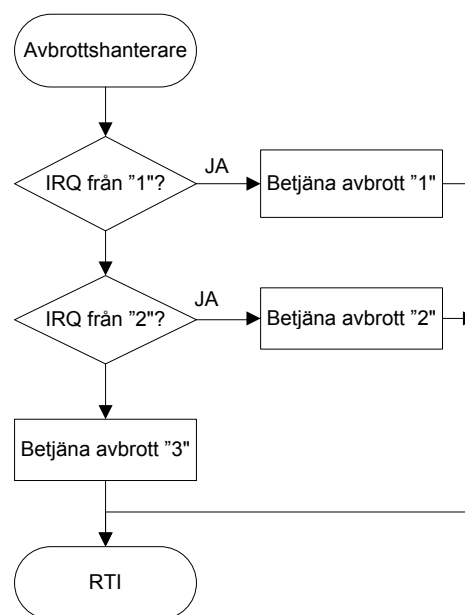
1. RESET MPU och "INTERNA" , (alltid)
2. XIRQ, (om X i CCR är 0)
3. IRQ, (om I i CCR är noll)



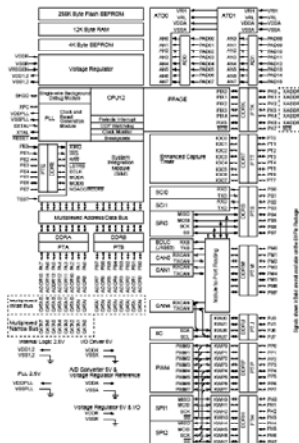
# Multipla avbrottskällor



Avbrottskällornas inbördes prioritet bestäms i avbrottshanteraren.



## Hårdvarubaserad avbrottsprioritering



För avbrott från interna kretsar bestäms prioriteterna av avbrottsvektorns adress.

Ju högre adress, desto högre prioritet.

Högre prioritet

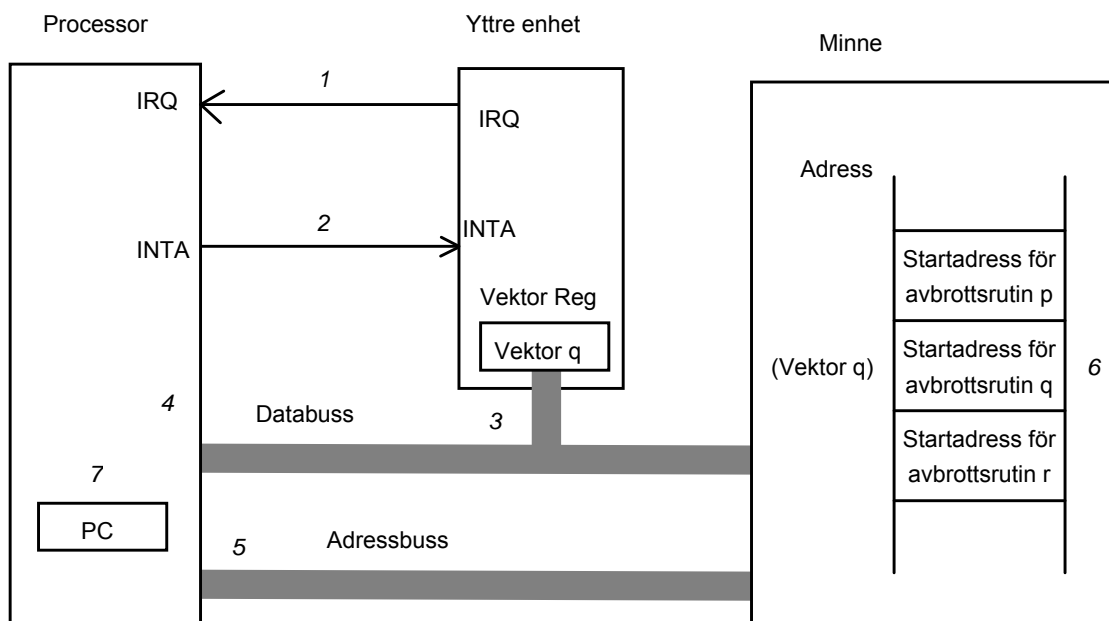


Lägre prioritet

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

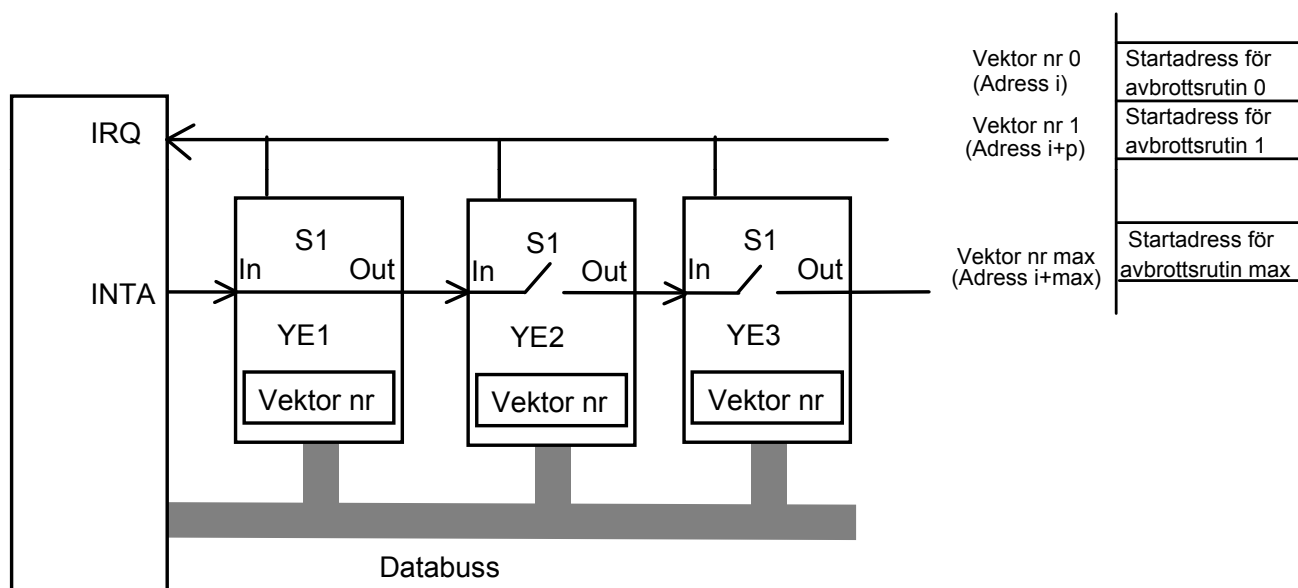
## Vektoravbrott

Somliga periferekretsar 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 <i>word</i> 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 <i>supervisor</i> -instruktion i <i>user mode</i>
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