

Programmering av inbyggda system 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?

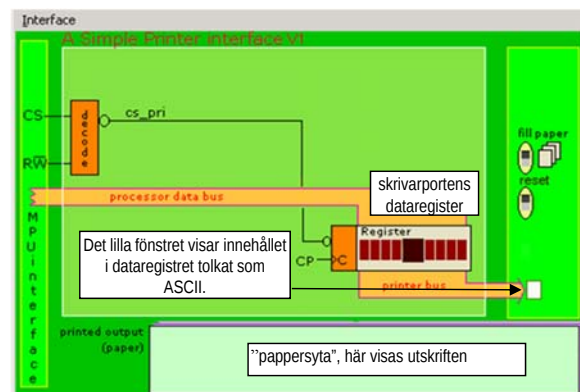
Vi beskriver undantagshantering

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)

```
* Printer V1_0
    ORG    $1000
    LDX    #Text           ; Pekare till textsträng -> X
Loop  LDAB  1,X+           ; Tecken -> B, peka på nästa
    BEQ    Exit
    STAB   $800           ; Skriv ut till port
    BRA    Loop           ; Fortsätt med nästa tecken
Exit:  NOP
    BRA    Exit

    ORG    $3000
Text  FCS    "Hej Du Kalle!"
    FCB    0
```

H
e
j
D
u
K
a
l
l
e
!

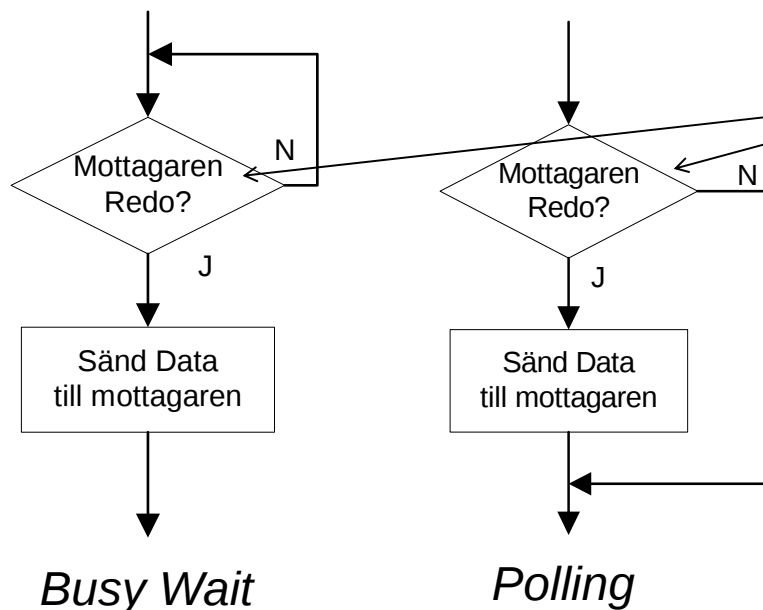
```
printed output
(paper)      HHeejj  DDuu  KKaa1111lee!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!
```

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

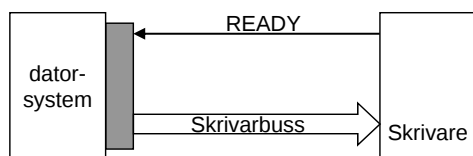
Lösningen blir **villkorlig överföring** vilket kräver någon form av så kallade **handskakningssignaler**.

Villkorlig överföring

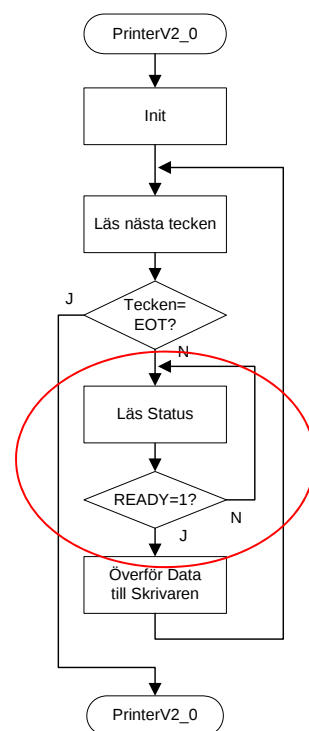
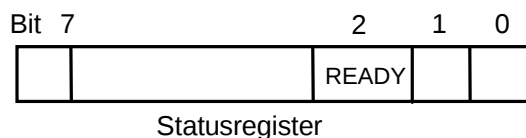
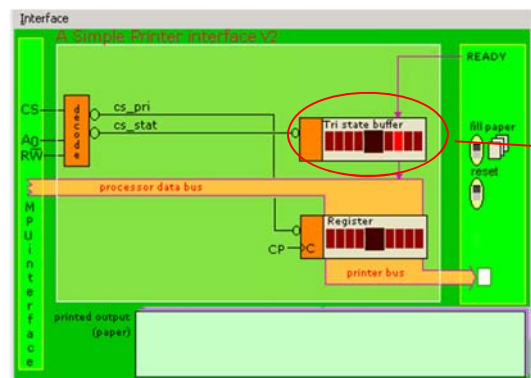


Statustest,
kräver
asynkront
gränssnitt...

Gränssnitt, version 2



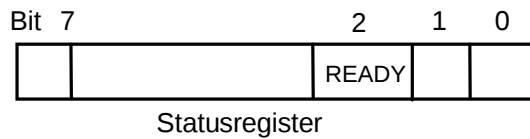
- READY = 1 (Hög nivå) indikerar att skrivaren är klar att ta emot ett nytt tecken.
- READY = 0 (Låg nivå) indikerar att skrivaren är upptagen med att skriva ut ett tecken.



"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    #0
                BEQ     Exit
LoopForReady:   LDAB    PSTATUS
                ANDB    #4
                BEQ     LoopForReady
                STAA    PRINTER
LoopForNotReady: LDAB    PSTATUS
                ANDB    #4
                BNE     LoopForReady
Exit:           BRA     Loop
                NOP
                BRA     Exit

                ORG    $3000
Text:           FCS     "Hej Du Kalle!"
                FCB     0
```

Speciella instruktioner....

```
...
test:
    LDAB    $0801    ; läs status
    ANDB    #4       ; testa bit 2
    BEQ     test     ; om 0, fortsätt
    ...
```

"Branch if bit(s) is clear"

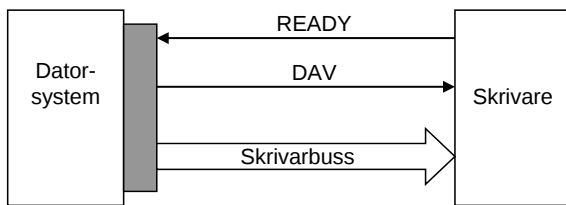
```
test:    ...
          BRCLR    $801,#4,test
          ...
```

```
...
PSHB
LDAB     $0802
ORAB     #2
STAB     $802
PULB
..
```

"Set bit(s) in memory"

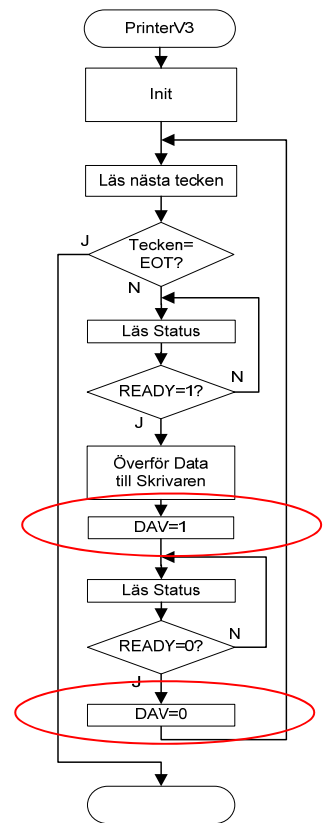
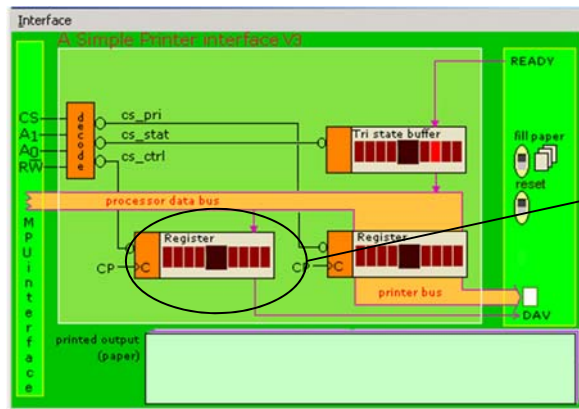
```
...
BSET     $0802,#2 ; ettställ bit 1
...
```

Gränssnitt, version 3

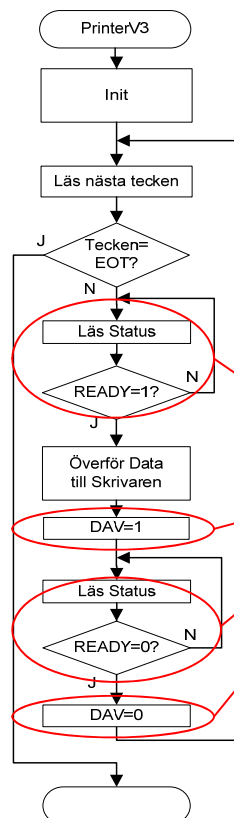


DAV = 1 (Hög nivå) indikerar för skrivaren att giltigt tecken finns att hämta på skrivarbussen.

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   #0
                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
    
```

```

Text:          ORG    $3000
                FCS    "Hej Du Kalle!"
                FCB     0
    
```

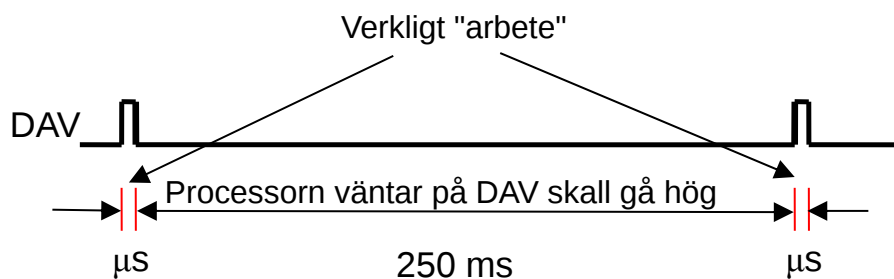
Resultat

Klarar nu situationen att centralenheten arbetar snabbare än skrivaren.

Klarar nu situationen då centralenheten är långsammare än skrivaren.

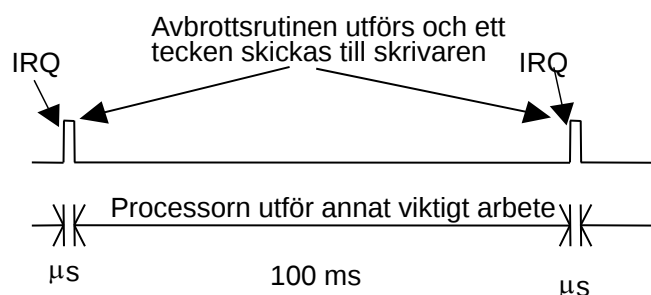
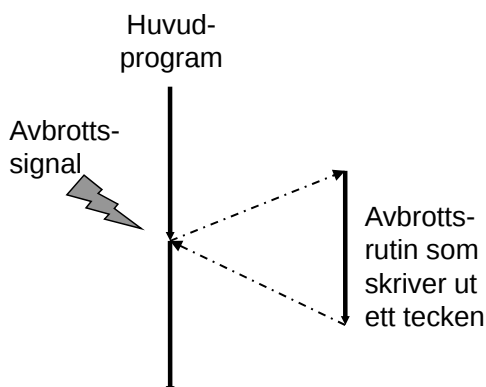
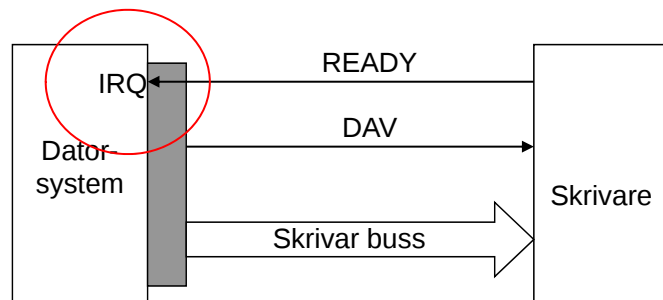
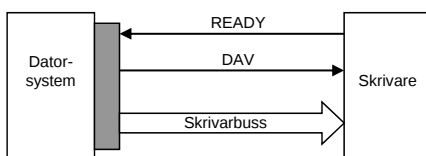
Klarar nu situationen med att få skrivaren att stoppa då sista tecknet skrivits ut

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

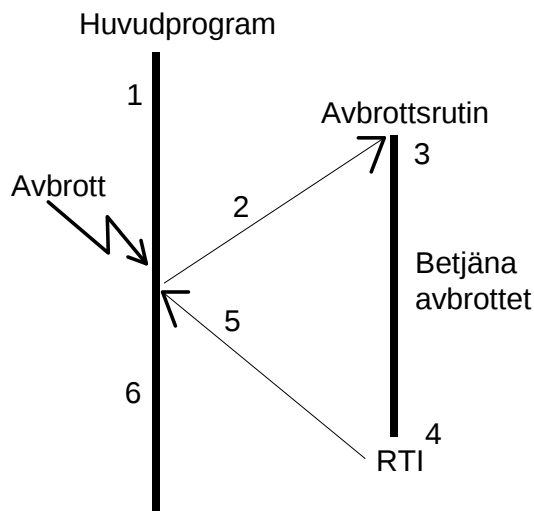


Introduktion till "Undantagshantering"

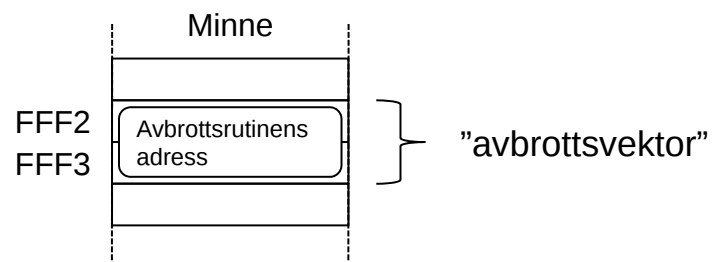
Interrupt ReQuest (IRQ), begäran om avbrott...



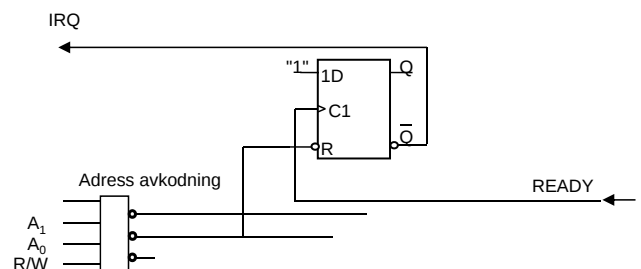
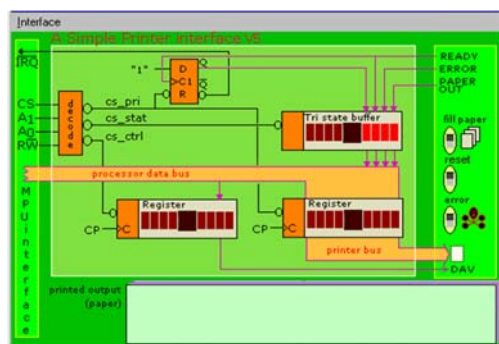
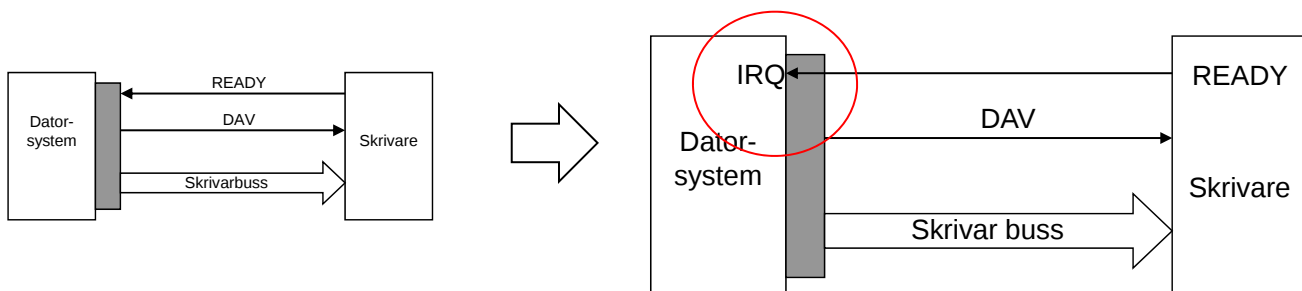
Avbrottshantering



- 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



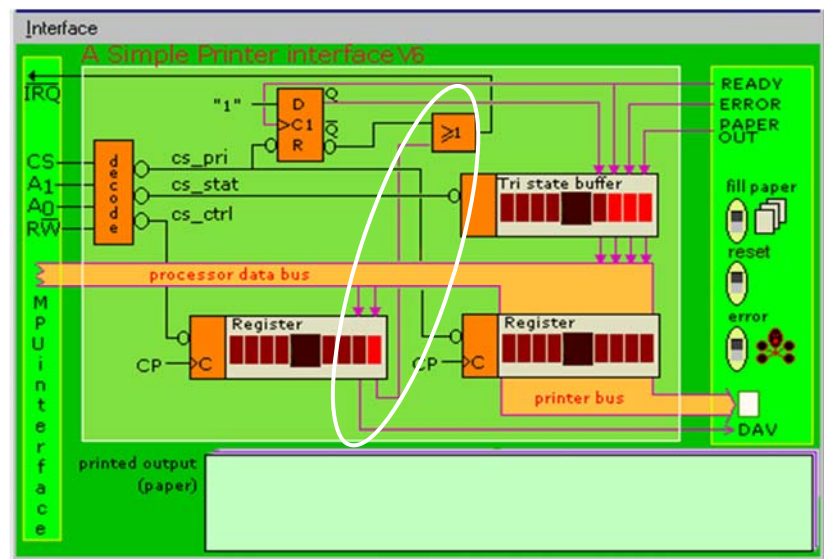
Denna lösning genererar ALLTID avbrott då skrivarens teckenbuffert är tom....

Skrivarport, Version 6

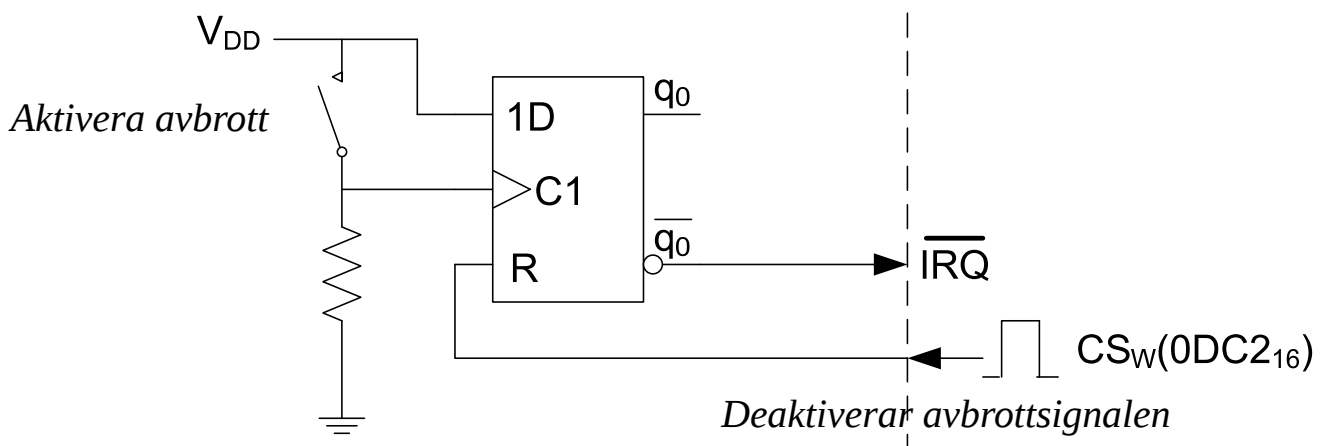
I den sista versionen kan vi stänga av avbrotten från skrivaren.

"Disable Interrupt"

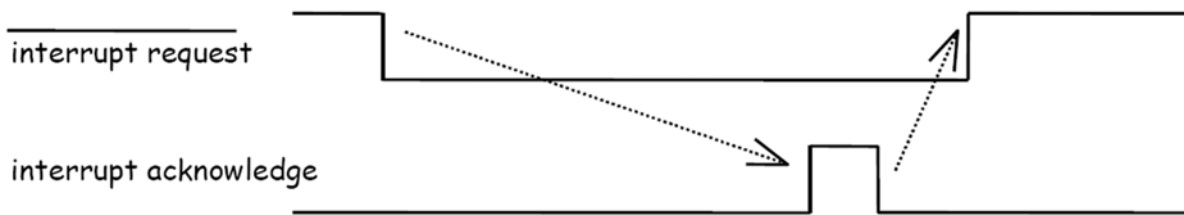
Lämnas som
självverksamhet...



Avbrottsvippa

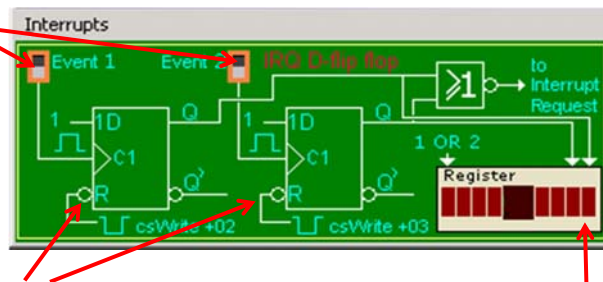


Kvittering av avbrott "Interrupt Acknowledge"



EXEMPEL: (jfr: laborationskort ML19)

Aktivera avbrott



Deaktivera ("kvittera") avbrott

Status hos avbrottskällor

EXEMPEL, Arbetsbok uppgift 67 ("Irq3.s12")

```
; Definitioner, initieringssekvens
; och avbrottsvektor
Port1    EQU    $0400
Port2    EQU    $0401
IrqStat  EQU    $0D00
IrqRes1  EQU    $0D02
IrqRes2  EQU    $0D03

        ORG     $1000
; Nollställ våra variabler
        CLR     Var1
        CLR     Var2
        CLR     IrqRes1
        CLR     IrqRes2
; Initiera avbrottsvektor IRQ
        LDX     #IrgR
        STX     $3FF2

; Sätt om avbrottsmasken hos processorn
        CLI
```

```
; Huvudprogram
main_loop
        INC     Var1
        MOVB    Var1,Port1
        BRA     main_loop

; Variabler
Var1     RMB     1
Var2     RMB     1
```

uppgift 67, forts.

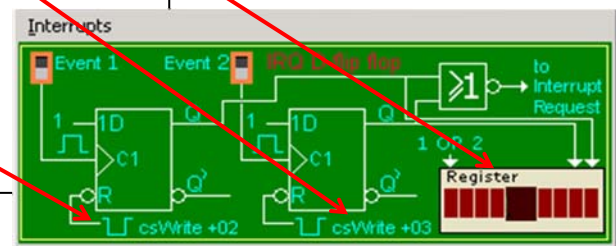
```

* 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

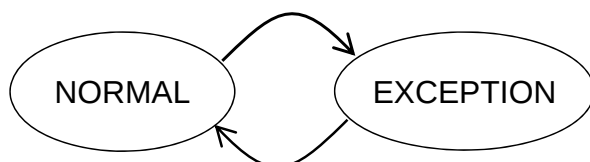


Exekveringstillstånd

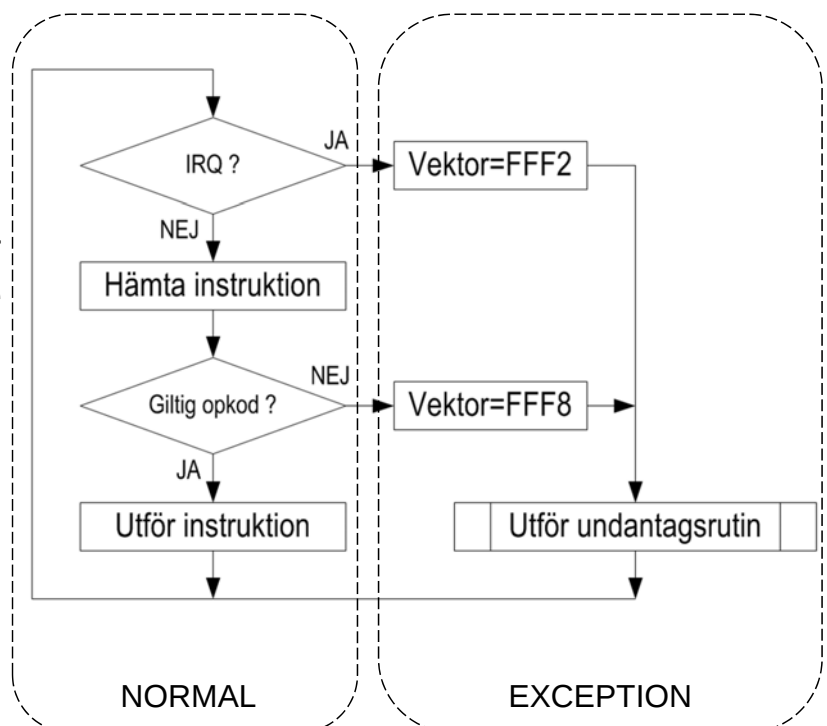
Processorn befinner sig alltid i något av tillstånden:

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

Operation:

Return from interrupt

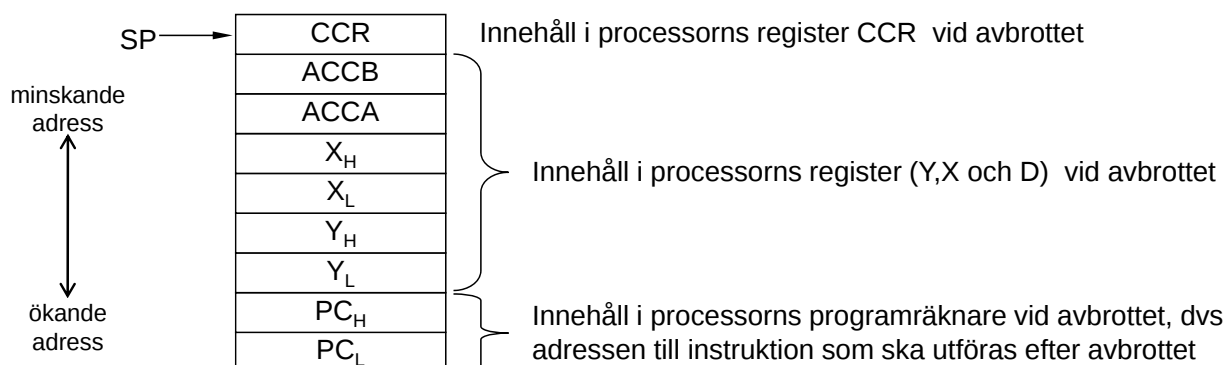
$(M(SP)) \Rightarrow CCR; (SP) + \$0001 \Rightarrow SP$
 $(M(SP) : M(SP + 1)) \Rightarrow B : A; (SP) + \$0002 \Rightarrow SP$
 $(M(SP) : M(SP + 1)) \Rightarrow X_H : X_L; (SP) + \$0004 \Rightarrow SP$
 $(M(SP) : M(SP + 1)) \Rightarrow PC_H : PC_L; (SP) + \$0002 \Rightarrow SP$
 $(M(SP) : M(SP + 1))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

Description:

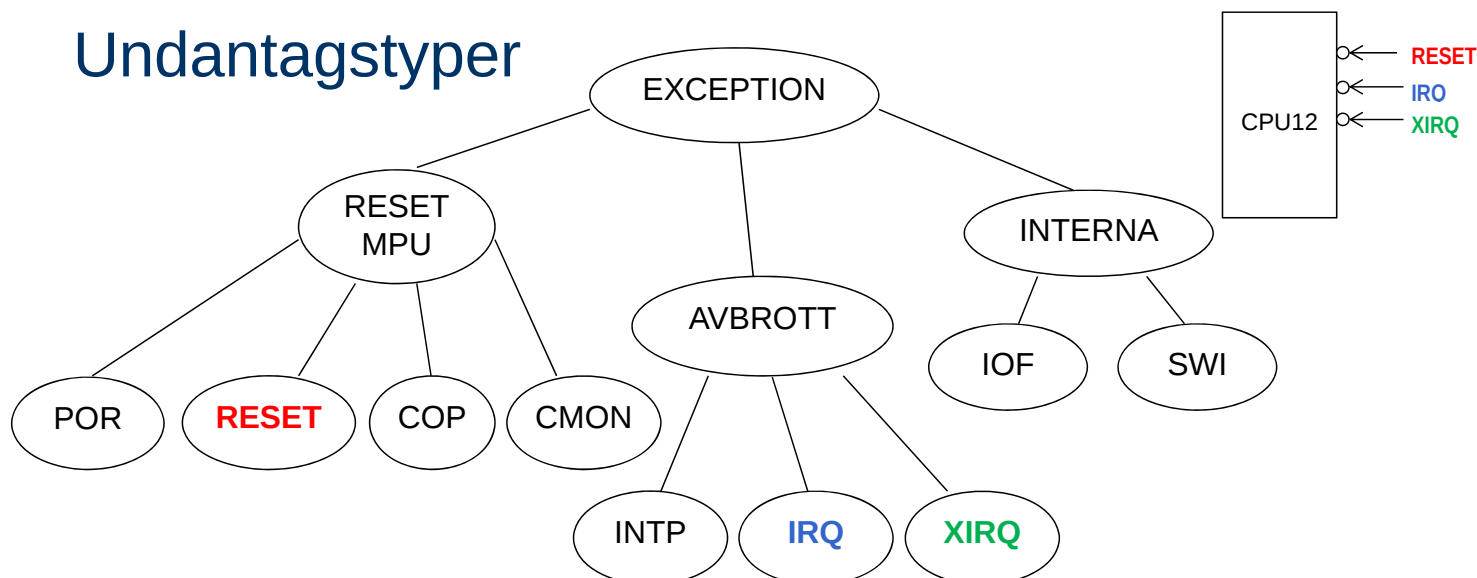
Restores system context after interrupt service processing is completed. The condition codes, accumulators B and A, index register X, the PC, and index register Y are restored to a state pulled from the stack. The X mask bit may be cleared as a result of an RTI instruction, but cannot be set if it was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

RTI

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.

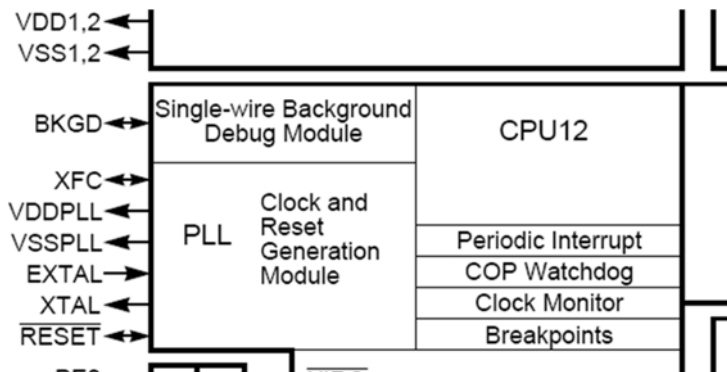
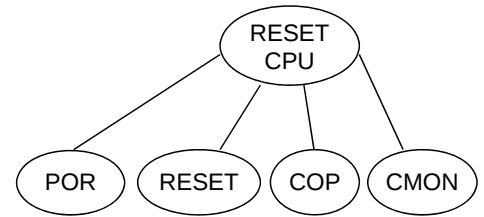
Fatala fel, kräver RESET av CPU

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

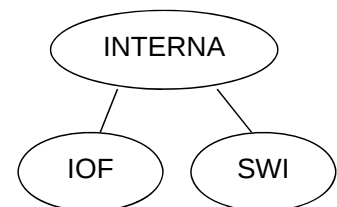
Om processorn avkodar en otillåten operationskod kallas detta *Illegal Opcode Fetch* (IOF).

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

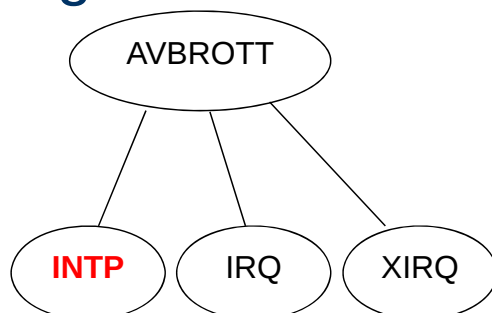
RTI

 ORG **\$FFF6**

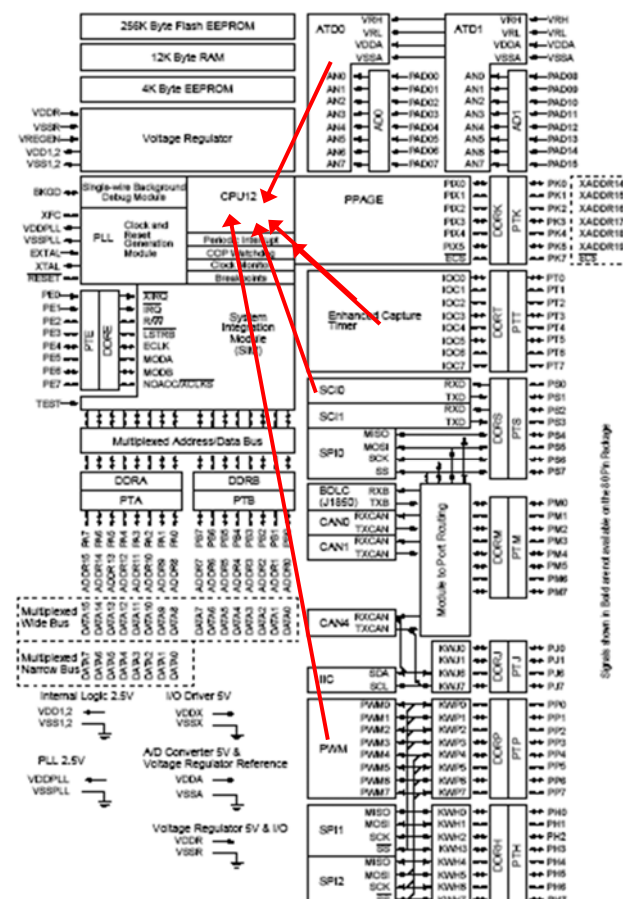
FDB SWI_hantering

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

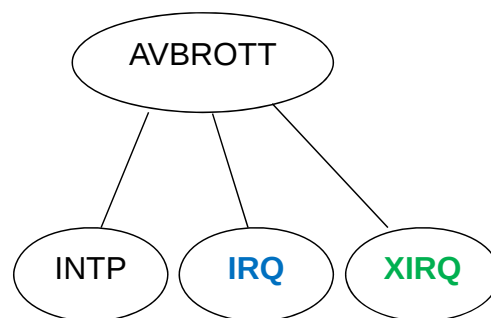
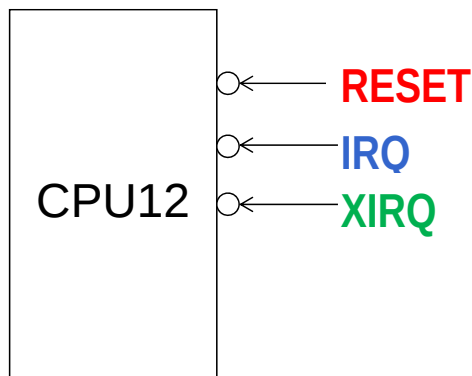
Internt genererade avbrott



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



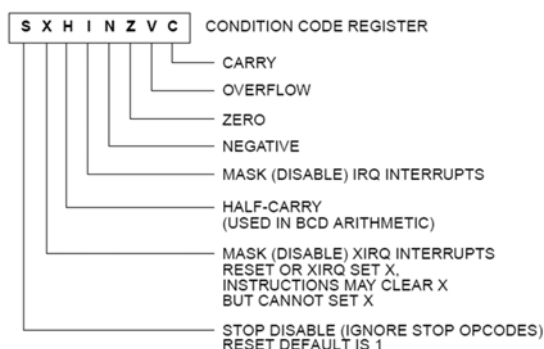
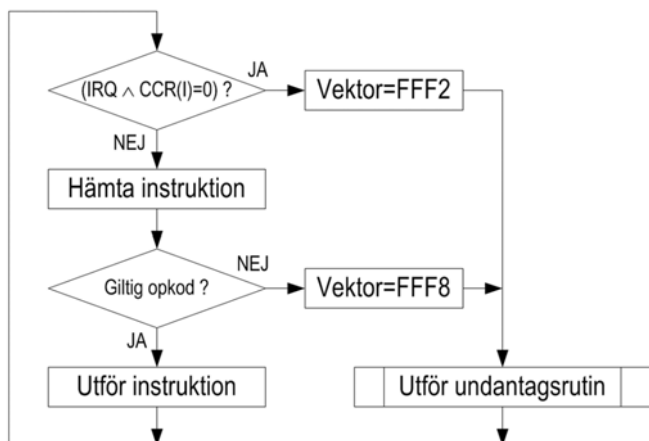
Externt genererade avbrott



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

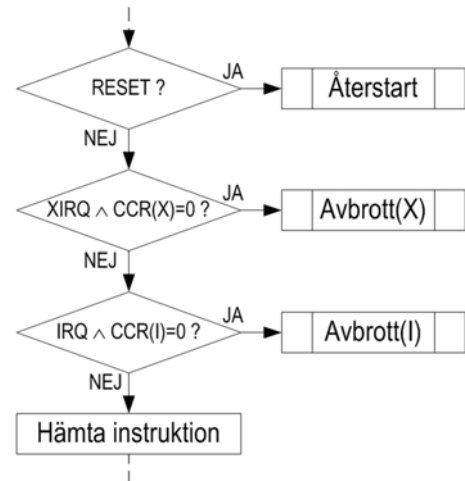
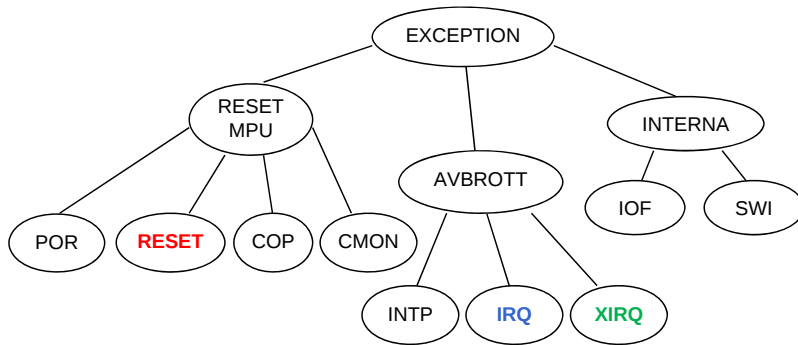
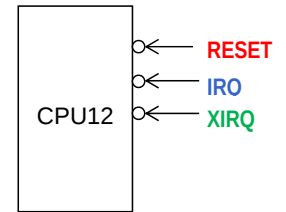
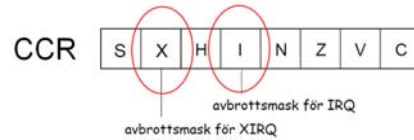
Demaskera X-avbrott:

ANDCC #10111111

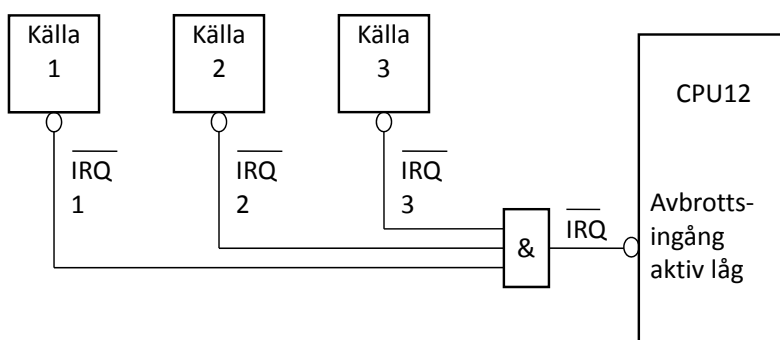
 OBS: Kan INTE maskeras
("Non Maskable Interrupt")

Undantags prioriteter

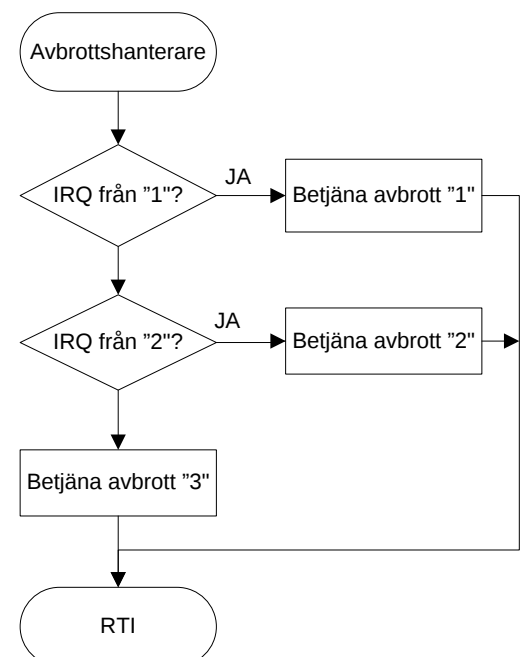
1. RESET MPU och "INTERNA" , (alltid)
2. XIRQ, (om X i CCR är 0)
3. IRQ, (om I i CCR är noll)



Multipla avbrottskällor



Avbrottskällornas inbördes prioritet bestäms i avbrotts hanteraren.



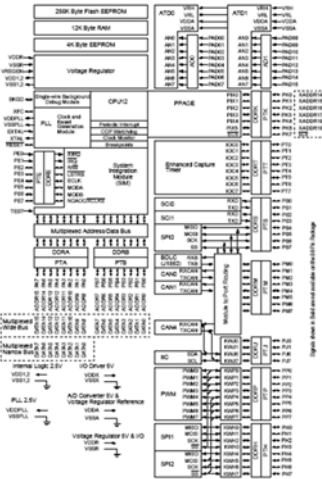
Hårdvarubaserad avbrottsprioritering

 Högre
prioritet

 Lägre
prioritet

För avbrott från interna kretsar bestäms prioriteten av avbrottsvektorns adress.

Ju högre adress, desto högre 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

"Skelett", undantagshantering i HCS12-system

```

ORG    $FFF2
FDB    irq
FDB    xirq
FDB    software_interrupt
FDB    illegal_opcode
FDB    cop
FDB    clock_monitor_fail
FDB    startup
    
```

```

(FFF2)
(FFF4)
(FFF6)
(FFF8)
(FFFA)
(FFFC)
(FFFE)
    
```

```

...
; Avbrottshanterare
irq:      RTI
xirq:     RTI
software_interrupt:
          RTI
illegal_opcode:
          RTI
cop:      RTI
clock_monitor_fail:
          RTI
; Systemprogram
startup:
          LDS      #TopOfStack
          ...
          ...
          ANDCC    #$FE      ; nollställ I-flagga
          JSR      _main
          BRA      startup
    
```