Maskinorienterad Programmering DAT015 2012/2013

Sammanfattning

"Syftet med kursen är att vara en introduktion till konstruktion och programmering av små inbyggda system."

Ur innehållet:

- ❑ Vi repeterar kursens "lärandemål"
- ❑ Övriga frågor…

1. Programutveckling i C och assemblerspråk

Kunna utföra programmering i C och assemblerspråk samt kunna:

- beskriva och tillämpa modularisering med hjälp av funktioner och subrutiner.
- beskriva och tillämpa parameteröverföring till och från funktioner.
- beskriva och tillämpa olika metoder för parameteröverföring till och från subrutiner.
- beskriva och använda olika kontrollstrukturer.
- beskriva och använda sammansatta datatyper (fält och poster) och enkla datatyper (naturliga tal, heltal och flyttal).

- *beskriva och tillämpa modularisering med hjälp av funktioner och subrutiner.*

EXEMPEL

```
callfunc( int aa , int ab )
{
   aa = 1;
   ab = 2;
}
```

XCC12 genererar följande kod:

```
    SEGMENT   text
    EXPORT    _callfunc [r,2]
_callfunc:
;      2 | {
;      3 |    aa = 1;
    LDD    #1
    STD    2,SP
;      4 |    ab = 2;
    LDD    #2
    STD    4,SP
;      5 | }
    RTS
```

Funktioners parametrar och returvärden.

Subrutiner för att manipulera styrregistret OUTONE och OUTZERO

```
* Subrutin OUTONE. Läser kopian av
* borrmaskinens styrord på adress
* DCCopy. Ettställer en av bitarna och
* skriver det nya styrordet till
* utporten DCTRL samt tillbaka till
* kopian DCCopy.
* Biten som nollställs ges av innehållet
* i B-registret (0-7) vid anrop.
* Om (B) > 7 utförs ingenting.
* Anrop:              LDAB    #bitnummer
*                     JSR     OUTONE
* Utdata:             Inga
* Registerpåverkan:   Ingen
* Anropade subrutiner: Inga
```

"bitnummer" = 0..7

7	6	5	4	3	2	1	0

Kompilera följande deklarationer till assembler och studera assemblerfilen. Vilken skillnad upptäcker du?

```
int       a;
static    int    b;
```

Lagrings-klass och synlighet.

```
;      1 | int          a;
    SEGMENT   bss
_a:    RMB    $2
    EXPORT    _a     [r,2]

;      2 | static       int    b;
_1:    RMB    $2
```

(symbolen _1 existerar endast under assemblering och motsvarar då symbolen 'b' i programmet. Symbolen 'b' exporteras inte.

```
*************************************
* SUBRUTIN - DELAY
* Beskrivning: Skapar en fördröjning om
* ANTAL x 500 ms.
* Anrop: LDAA  #6  Fördröj 6*500ms= 3s
*     JSR   DELAY
* Indata:Antal intervall,om 500 ms i A
*
* Utdata: Inga
* Register-påverkan: Ingen
* Anropad subrutin: Ingen.
*************************************
```


- *beskriva och tillämpa olika metoder för parameteröverföring till och från subrutiner.*

Parameteröverföring via register

Antag att vi alltid använder register D,X,Y (i denna ordning) för parametrar som skickas till en subrutin. Då kan funktionsanropet (subrutinanropet)

```
dummyfunc(la,lb,lc);
```

översättas till:

```
    LDD    la
    LDX    lb
    LDY    lc
    BSR    dummyfunc
```

Då vi kodar subrutinen `dummyfunc` vet vi (på grund av våra regler) att den första parametern skickas i D, den andra i X och den tredje i Y (osv).

Metoden är enkel och ger bra prestanda.
Begränsat antal parametrar kan överföras.

Parameteröverföring via stacken

Antag att listan av parametrar som skickas till en subrutin behandlas från höger till vänster. Då kan

```
dummyfunc(la,lb,lc);
```

Översättas till:

```
    LDD    lc
    PSHD
;(alternativt STD    2,-SP)
    LDD    lb
    PSHD
    LDD    la
    PSHD
    BSR    dummyfunc
    LEAS   6,SP
```

Innehåll	Kommentar	Adressering via SP i subrutinen
lc.lsb	Parameter lc	
lc.msb		6,SP
lb.lsb	Parameter lb	
lb.msb		4,SP
la.lsb	Parameter la	
la.msb		2,SP
PC.lsb	Återhoppsadress,	
PC.msb	placeras här vid BSR	0,SP

```
dummyfunc:
        . .
        LDD     2,SP
; parameter la till register D
        . .
        LDD     4,SP
; parameter lb till register D
        . .
        LDD     6,SP
;parameter lc till register D
```

Parameteröverföring "In Line"

"In line" parameteröverföring, värdet 10 ska överföras till en subrutin:

```
    BSR    dummyfunc
    FCB    10
    ...
```

```
dummyfunc:
    LDAB   [0,SP]      ; parameter->B
    LDX    0,SP        ; återhoppsadress->X
    INX                ; modifiera ..
    STX    0,SP        ; .. tillbaks till stack
    . . .
    . . .
    . . .
    RTS
```

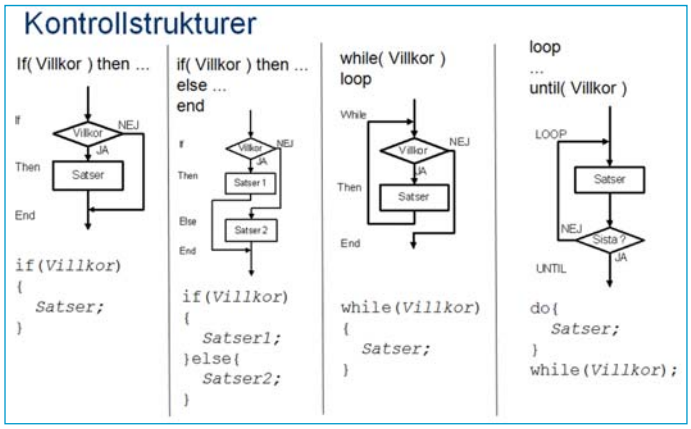
Returvärden via register

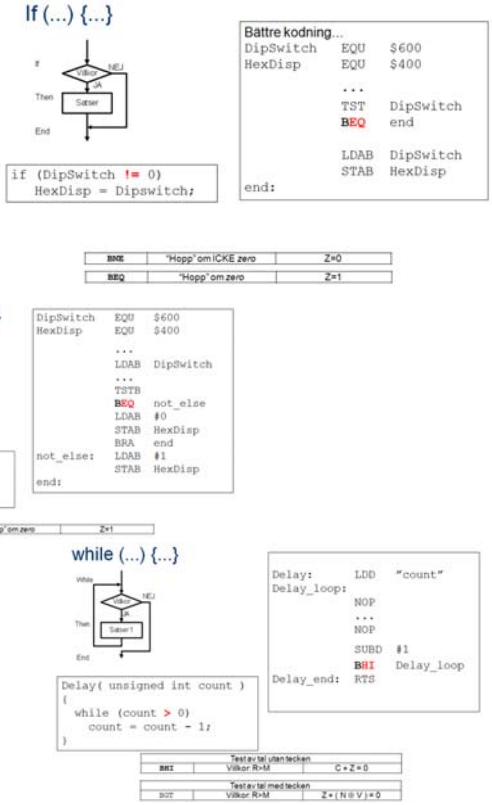
Register väljs, beroende på returvärdets typ (storlek), HCS12-exempel

Storlek	Benämning	C-typ	Register
8 bitar	byte	char	B
16 bitar	word	short int	D
32 bitar	long	long int	Y/D

En regel (konvention) bestäms och följs därefter vid kodning av samtliga subrutiner

- *beskriva och använda olika kontrollstrukturer.*





- *beskriva och använda sammansatta datatyper (fält och poster) och enkla datatyper (naturliga tal, heltal och flyttal).*

```
/*
   globals.c
   Deklaration av globala variabler
*/

short    shortint;
long     longint;
int   justint;
int   intvec[10];

struct {
   int   s1;
   char     s2;
   char*    s3;
} komplex;
```

```
;     1 | short    shortint;
   SEGMENT  bss
_shortint:  RMB   $2
   EXPORT   _shortint [r,2]

;     2 | long     longint;
_longint:   RMB   $4
   EXPORT   _longint  [r,4]

;     3 | int      justint;
_justint:   RMB   $2
   EXPORT   _justint  [r,2]

;     4 | int      intvec[10];
_intvec:    RMB   $14
   EXPORT   _intvec   [r,20]

;     5 |
;     6 | struct {
;     7 |    int   s1;
;     8 |    char     s2;
;     9 |    char*    s3;
;    10 | } komplex;
_komplex:   RMB   $5
   EXPORT   _komplex  [r,5]
```

```
main() {
   short  shortint;
   long      longint;
   int    justint;

   struct {
      int    s1;
      char      s2;
      char      *s3;
   } typen;
   justint = 0;
}
```

```
   SEGMENT  text
   EXPORT   _main [r,2]
_main:
   LEAS  -13,SP
;     2 |    short  shortint;
;     3 |    long      longint;
;     4 |    int    justint;
;     5 |
;     6 |    struct {
;     7 |       int    s1;
;     8 |       char      s2;
;     9 |       char      *s3;
;    10 |    } typen;
;    11 | justint = 0;
   CLRA
   CLRB
   STD   5,SP
;    12 | }
   LEAS  13,SP
   RTS
```

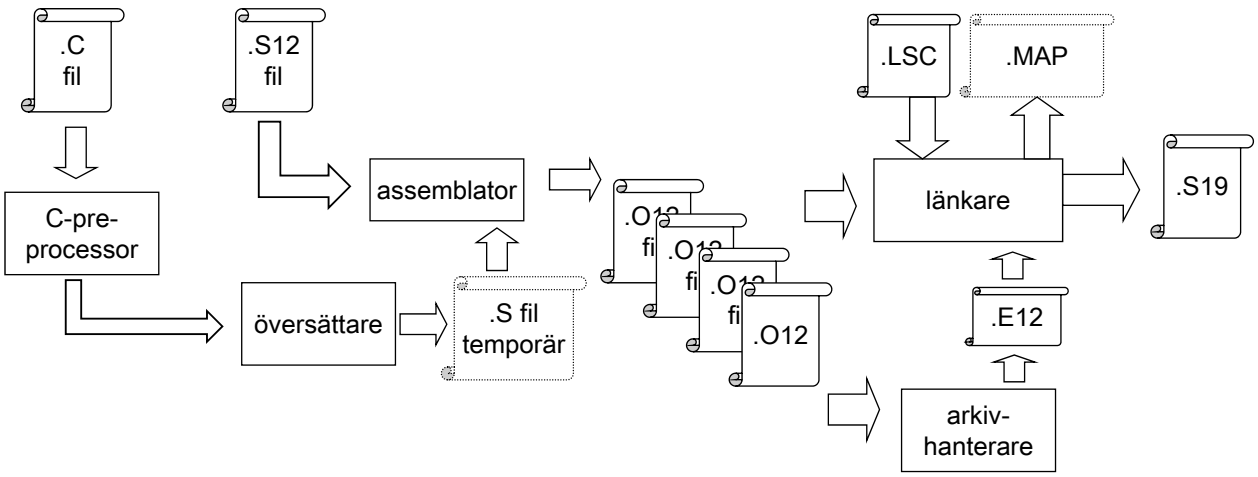
Kunna redogöra för olika lagringsklasser (GLOBAL, STATIC, LOCAL) och ”synlighet”.

2. Programutvecklingteknik

Att självständigt kunna:

- beskriva översättningsprocessen, dvs. assemblatorns arbetssätt, preprocessorns användning, separatkompilering och länkning.
- konstruera, redigera och översätta (kompilera och assemblera) program
- testa, felsöka och rätta programkod med hjälp av avsedda verktyg.

- *beskriva översättningsprocessen, dvs. assemblatorns arbetssätt, preprocessorns användning, separatkompilering och länkning.*



- *konstruera, redigera och översätta (kompilera och assemblera) program*
- *testa, felsöka och rätta programkod med hjälp av avsedda verktyg.*

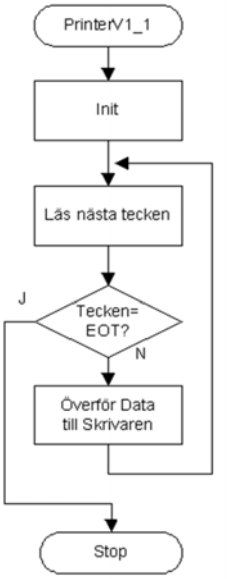
Dessa lärandemål har vi kontrollerat under laborationer.

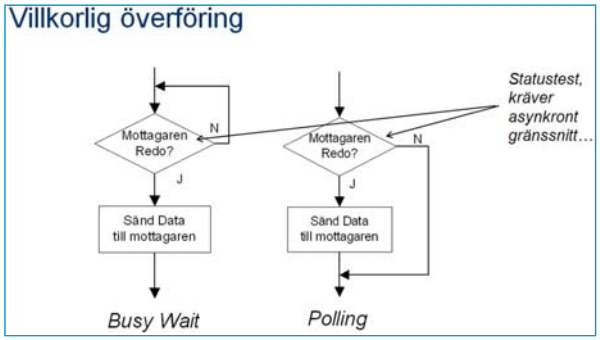
3. Systemprogrammerarens bild av inbäddade system

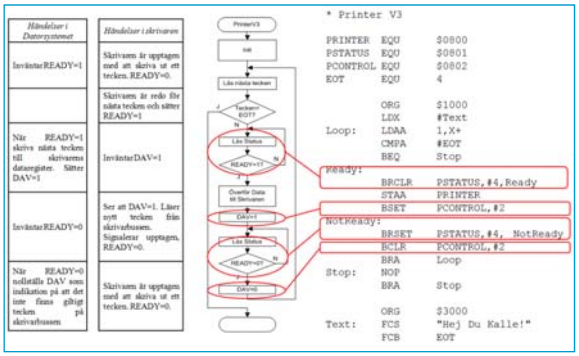
Att självständigt kunna:

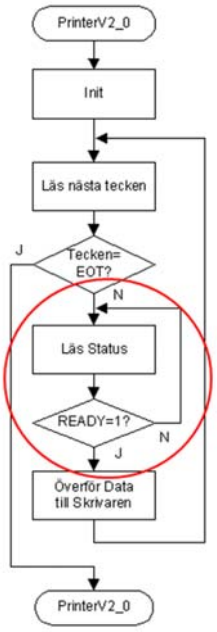
- beskriva och tillämpa olika principer för överföring mellan centralenhet och kringenheter så som: ovillkorlig eller villkorlig överföring, statustest och rundfrågning.
- konstruera program för systemstart och med stöd för avbrottshantering från olika typer av kringenheter.
- kunna beskriva metoder och mekanismer som är centrala i systemprogramvara så som pseudoparallell exekvering och hantering av processer.
- beskriva och använda kretsar för tidmätning.
- beskriva och använda kretsar för parallell respektive seriell överföring.

- *beskriva och tillämpa olika principer för överföring mellan centralenhet och kringenheter så som: ovillkorlig eller villkorlig överföring, statustest och rundfrågning.*









- *konstruera program för systemstart och med stöd för avbrottshantering från olika typer av kringenheter.*

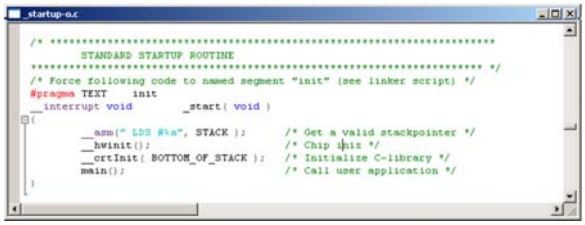
Exempel 4.43 Placering av Exceptionvektorer, assemblerkod

Följande programskelett illustrerar hur några avbrottsrutiner respektive avbrottsvektorer kan definieras i en fristående HCS12-applikation.

```
      ORG       $FFF2
      FDB       irq_service_routine
      FDB       xirq_service_routine
      FDB       software_interrupt_service_routine
      FDB       illegal_opcode_service_routine
      FDB       cop_service_routine
      FDB       clock_monitor_fail_service_routine
      FDB       Application_Start

; Symbolen "Application_Start_Address" kan vara godtycklig.
      ORG       Application_Start_Address
Application_Start:
      LDS       #TopOfStack
      ...
      ...
      ANDCC     #$FE      ; nollställ I-flagga
      JSR       _main
```

Vår slutliga "appstart" blir nu:

```
        segment   init
        export    _exit
        import    _main
        function  __start,__start_end
*   Här börjar exekveringen...
__start
        LDS       #$2FFF
        JSR       _main
_exit:  NOP
        BRA       _exit
__start_end
```



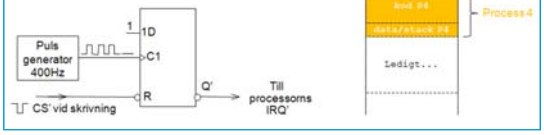
- *kunna beskriva metoder och mekanismer som är centrala i systemprogramvara så som pseudoparallell exekvering och hantering av processer.*

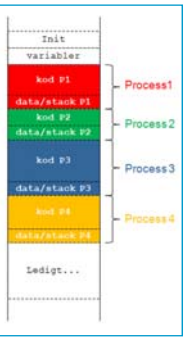
Processbyte

En processor
– flera program
– körs "samtidigt" (pseudoparallellt)

HDW krav: En avbrottskälla som ger regelbundna avbrott (Ex Timer)

SW krav: En avbrottsrutin (SWITCH) som växlar process





Processtillstånd

En realtidskärna

Jan Skansholm

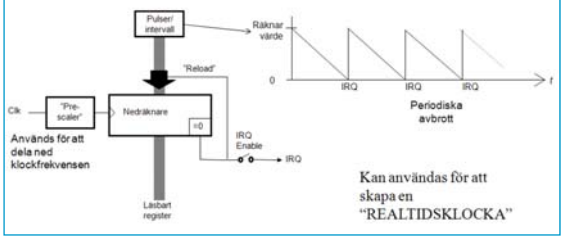
De funktioner som ingår i realtidskärnan och som ett användarprogram kan använda sig av deklareras i filen process.h som måste inkluderas. Den ser ut på följande sätt:

```
#ifndef PROCESS_H
#define PROCESS_H
#define DEFAULT_STACK_SIZE 128
#define MINIMUM_PRIORITY   1
#define DEFAULT_PRIORITY   MINIMUM_PRIORITY+9
typedef struct process_struct process;     // dold definition i filen process.c
typedef struct semaphore_struct semaphore; // dold definition i filen process.c
typedef void (*function)(void);

extern void init_processes();
extern process *create_process(function f, int prio, int stack_size);
extern void start_process(process *);
extern process *running_process();
extern int get_process_id(process *);
extern unsigned long int get_time();  // resultat ges i ms
extern void delay_process(process *p, unsigned long int t);  // t ges i ms
extern int  get_process_priority(process *);
extern void set_process_priority(process *p, int prio);
```

```
void watch(int channel_no, unsigned long int interval) {
  while (1) {
    int i;
    wait(s);      // begär exklusiv tillgång till AD-omvandlaren
    adc_read(channel_no);
    do {
      delay(50);
      i = adc_get_value();
    } while (i == BUSY);
    signal(s);    // frisläpper AD-omvandlaren
    if (i == ERROR)
      warning(err_msg[channel_no]);
    else if ( i <= 20 || i >= 40)
      warning(ill_msg[channel_no]);
    delay(interval);
  }
}

void f1(void) {
  watch(0, 2000);
}

void f2(void) {
  watch(1, 3000);
}
```


- *beskriva och använda kretsar för tidmätning.*

Räknarkrets ("timer"), principiell funktion



Realtidsklocka i HCS12

Address Offset	Use	Access
$_00	CRG Synthesizer Register (SYNR)	R/W
$_01	CRG Reference Divider Register (REFDV)	R/W
$_02	CRG Test Flags Register (CTFLG)[1]	R/W
$_03	CRG Flags Register (CRGFLG)	R/W
$_04	CRG Interrupt Enable Register (CRGINT)	R/W
$_05	CRG Clock Select Register (CLKSEL)	R/W
$_06	CRG PLL Control Register (PLLCTL)	R/W
$_07	CRG RTI Control Register (RTICTL)	R/W
$_08	CRG COP Control Register (COPCTL)	R/W
$_09	CRG Force and Bypass Test Register (FORBYP)[2]	R/W
$_0A	CRG Test Control Register (CTCTL)[3]	R/W
$_0B	CRG COP Arm/Timer Reset (ARMCOP)	R/W

Tre olika register används för realtidsklockan

NOTES:
1. CTFLG is intended for factory test purposes only.
2. FORBYP is intended for factory test purposes only.
3. CTCTL is intended for factory test purposes only.

.. Program för initiering..

```
; Adressdefinitioner
CRGINT   EQU     $38
RTICTL   EQU     $3B

timer_init:
; Initiera RTC avbrottsfrekvens
; Skriv tidbas för avbrottsintervall till RTICTL
        MOVB    #$49,RTICTL
; Aktivera avbrott från CRG-modul
        MOVB    #$80,CRGINT
        RTS
```

Anmärkning: Det är olämpligt att använda detta värde då programmet testas i simulator, använd då i stället det kortast tänkbara avbrottsintervallet enligt;

```
; Skriv tidbas för avbrottsintervall till RTICTL
        MOVB    #$10,RTICTL     ; För simulator
```

Realtidsklocka i HCS12, avbrottshantering

```
; Adressdefinition
CRGFLG  EQU     $37

timer_interrupt:
; Kvittera avbrott från RTC
        BSET    CRGFLG,#$80
        RTI

; Avbrottsvektor på plats…
        ORG     $FFF0
        FDB     timer_interrupt
```

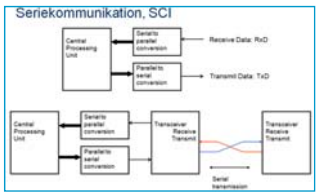
Adress (hex)	Funktion
FFF0	Real Time Interrupt
FFEE	Enhanced Capture Timer channel
FFEC	Enhanced Capture Timer channel 1
FFEA	Enhanced Capture Timer channel 2
...	...
FF8E	Port P interrupt
FF8C	PWM Emergency Shutdown
FF8A-FF80	Reserverade

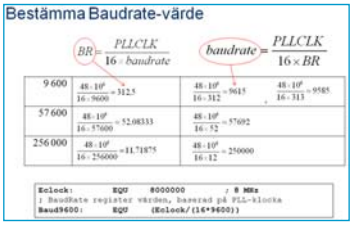
- *beskriva och använda kretsar för parallell respektive seriell överföring.*

Multiplexed External Bus Interface (MEBI)

Offset		7	6	5	4	3	2	1	0	Mnemonic
$00	R	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	PORTA
	W									
$01	R	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	PORTB
	W									
$02	R	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	DDRA
	W	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	
$03	R	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	1=OUT	DDRB
	W	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	0=IN	
$04	R	.....								
	W									

Figur 4.5: Register för Port A/B som generell IO



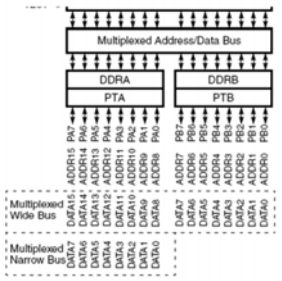


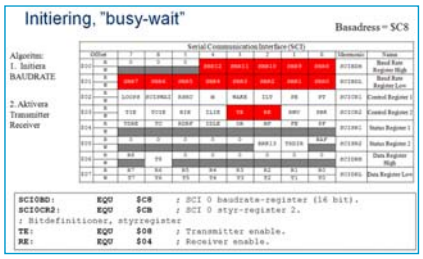
Exempel 4.50

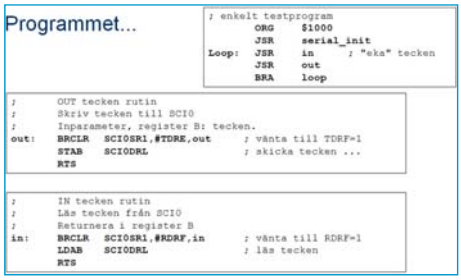
Ange i såväl assemblerspråk som C, programkonstruktioner som initierar port A för användning som inport samt port B för användning som utport.

Lösning:

```
PORTA       EQU   0
PORTB       EQU   1
DDRA        EQU   2
DDRB        EQU   3
      ...
            CLR   DDRA
            MOVB  #$FF,DDRB
      ...

typedef struct sMEBI{
      volatile unsigned char porta;
      volatile unsigned char portb;
      volatile unsigned char ddra;
      volatile unsigned char ddrb;
}MEBI, *PMEBI;

#define     MEBI_BASE   0

( ( ( PMEBI )( MEBI_BASE ))-> ddra ) = 0;
( ( ( PMEBI )( MEBI_BASE ))-> ddrb ) = 0xFF;
```





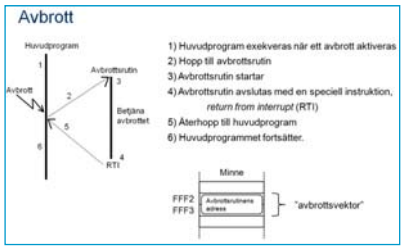


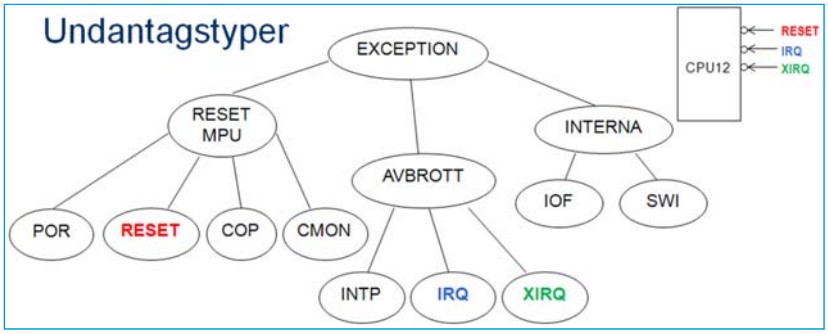
4. Undantagshantering i datorsystem

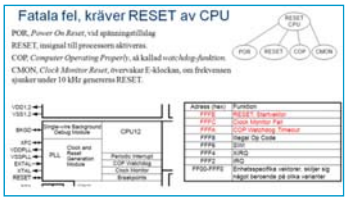
Att självständigt kunna:

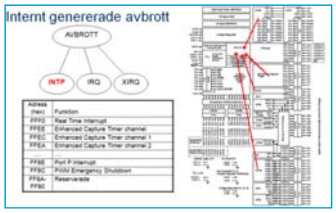
- beskriva och exemplifiera olika undantagstyper: interna undantag, avbrott och återstart.
- konstruera enklare avbrottssystem med användning av digitala komponenter.
- beskriva och tillämpa olika metoder för prioritetshantering vid multipla avbrottskällor (mjukvarubaserad och hårdvarubaserad prioritering, avbrottsmaskering, icke-maskerbara avbrott).

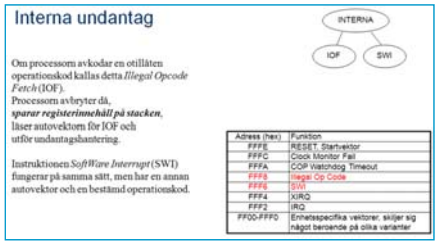
- *beskriva och exemplifiera olika undantagstyper: interna undantag, avbrott och återstart.*

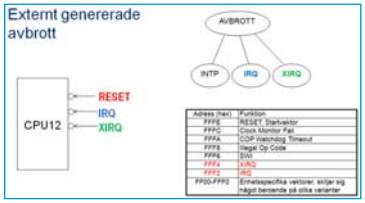




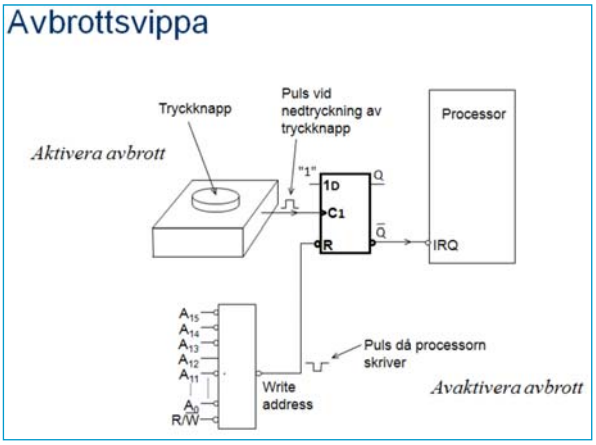


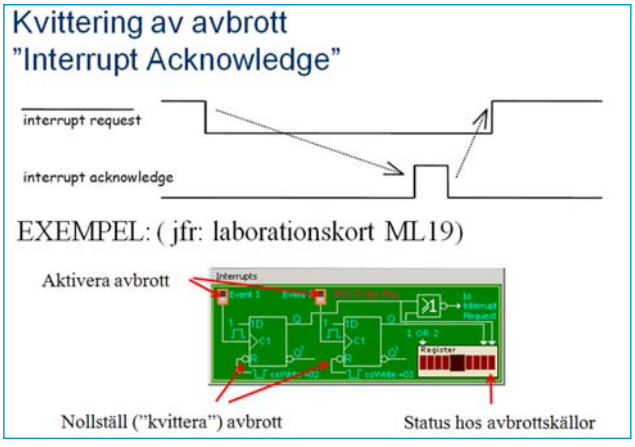




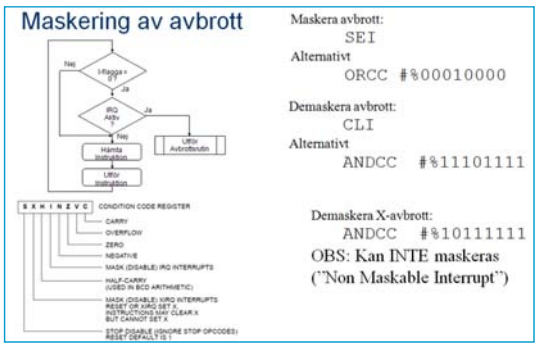


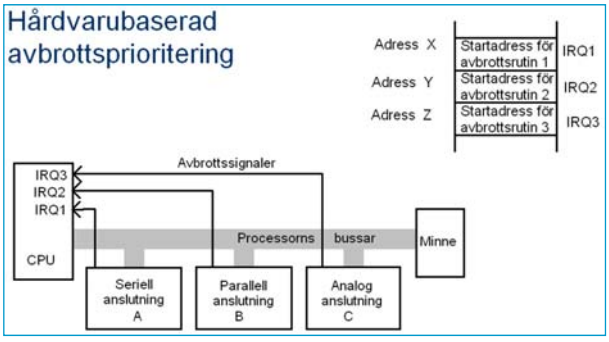
- *konstruera enklare avbrottssystem med användning av digitala komponenter.*

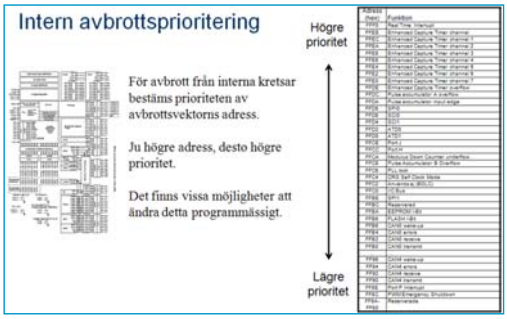


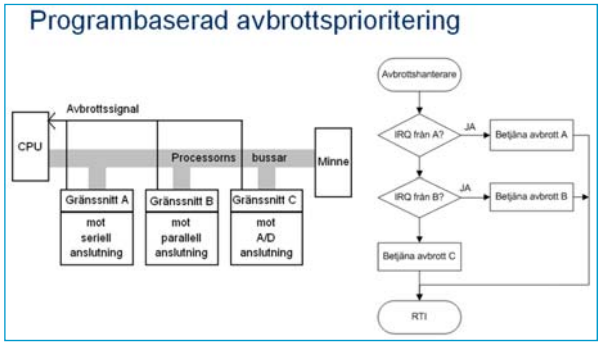


- *beskriva och tillämpa olika metoder för prioritetshantering vid multipla avbrottskällor (mjukvarubaserad och hårdvarubaserad prioritering, avbrottsmaskering, icke-maskerbara avbrott).*

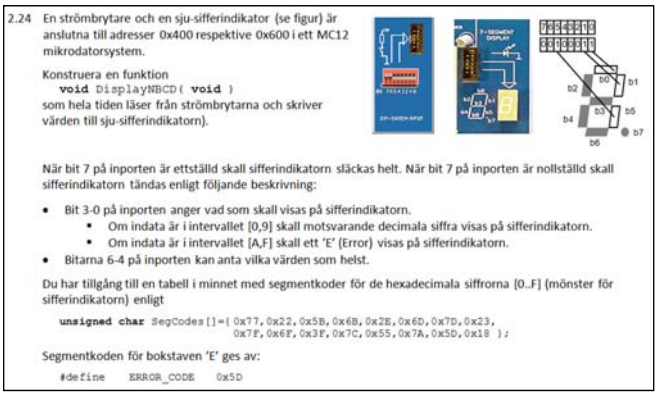








Av speciell vikt:
”maskinorienterad programmering...”



2.24 En strömbrytare och en sju-sifferindikator (se figur) är anslutna till adresser 0x400 respektive 0x600 i ett MC12 mikrodatorsystem.

Konstruera en funktion
`void DisplayNBCD( void )`
som hela tiden läser från strömbrytarna och skriver värden till sju-sifferindikatorn).

När bit 7 på inporten är ettställd skall sifferindikatorn släckas helt. När bit 7 på inporten är nollställd skall sifferindikatorn tändas enligt följande beskrivning:

- Bit 3-0 på inporten anger vad som skall visas på sifferindikatorn.
  - Om indata är i intervallet [0,9] skall motsvarande decimala siffra visas på sifferindikatorn.
  - Om indata är i intervallet [A,F] skall ett 'E' (Error) visas på sifferindikatorn.
- Bitarna 6-4 på inporten kan anta vilka värden som helst.

Du har tillgång till en tabell i minnet med segmentkoder för de hexadecimala siffrorna [0..F] (mönster för sifferindikatorn) enligt

```
unsigned char SegCodes[]={ 0x77,0x22,0x5B,0x6B,0x2E,0x6D,0x7D,0x23,
                           0x7F,0x6F,0x3F,0x7C,0x55,0x7A,0x5D,0x18 };
```

Segmentkoden för bokstaven 'E' ges av:

```
#define   ERROR_CODE   0x5D
```

Läsa/skriva på fasta adresser (portar)

Datatyper, storlek (8,16 eller 32 bitar...)

Heltalstyper, med eller utan tecken, vad innebär typkonverteringarna?

Bitoperationer &, |, ^ (AND, OR, XOR)

Skiftoperationer <<, >> (vänster, höger)

Kodningskonventioner

Program som kräver källtexter både i 'C' och assemblerspråk...

2.31 Inledningen (parameterlistan och lokala variabler) för en funktion ser ut på följande sätt:

```
void function( char *b, char a )
{
   char *c, *d;
.....
```

a) Visa hur utrymme för lokala variabler reserveras i funktionen (*prolog*).
b) Visa funktionens aktiveringspost, ange speciellt offseter för parametrar och lokala variabler.

Kompilatorkonvention XCC12:

- Parametrar överförs till en funktion via stacken.
- Då parametrarna placeras på stacken bearbetas parameterlistan från höger till vänster.
- Utrymme för lokala variabler allokeras på stacken. Variablerna behandlas i den ordning de påträffas i koden.
- **Prolog** kallas den kod som reserverar utrymme för lokala variabler.
- **Epilog** kallas den kod som återställer (återlämnar) utrymme för lokala variabler.
- Den del av stacken som används för parametrar *och* lokala variabler kallas *aktiveringspost*.

2.31: a)

```
LEAS   -4,SP
```

b)

Parameter/ variabel	adressering
a	8,SP
b	6,SP
c	2,SP
d	0,SP

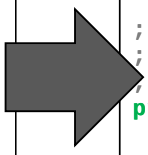
Pekare och dess användning...

```c
/*
  strpbrk.c
  C-library function "strpbrk"
*/
#include  <string.h>
char *strpbrk(char *s,char *breakat)
{
  char *sscan, *bscan;

  for (sscan = s; *sscan != '\0'; sscan++) {
    for (bscan = breakat; *bscan != '\0';)
      if (*sscan == *bscan++)
        return sscan;
  }
  return((char *) 0 );
}
```

```c
/*
  memcpy.c
  C-library function "memcpy"
*/
#include  <string.h>
void *memcpy(void *dst, void *src, size_t size)
{
  char *d, char *s, size_t n;
  if (size <= 0)
    return(dst);
  s = (char *) src;
  d = (char *) dst;
  if (s <= d && s + (size - 1) >= d) {
  /* Overlap, must copy right-to-left */
    s += size - 1;
    d += size - 1;
    for (n = size; n > 0; n--)
      *d-- = *s--;
  }else
    for (n = size; n > 0; n--)
      *d++ = *s++;
  return(dst);
}
```

Assemblerprogrammering...

```
# define DATA       *( char *) 0x700
# define STATUS     *( char *) 0x701
void printerprint( char *s )
{
  while( *s )
  {
    while( STATUS & 1 )
    {}
    DATA = *s;
    s++;
  }
}
```



```
; void printerprint( char *s )
_printerprint:
; {
;   while( *s )
    LDX   2,SP
printerprint1:
    TST   ,X
    BEQ   printerprint2
;   {
;     while( !( STATUS & 1) )
;     {}
printerprint3:
    LDAB  $0701
    ANDB  #$01
    BEQ   printerprint3
;     DATA = *s;
    LDAB  1,X+      (även 's++' nedan)
    STAB  $0700
;     s++;
    BRA   printerprint1
printerprint2:
;   }
; }
    RTS
```


Maskinorienterad Programmering 2012/2013

Sammanfattad...

Torsdag 13/12, 13.15-17.00

”Öppet hus” i lab 4220

Onsdagen 19/12

Tentamen, 14.00-18.00