EDA485 Maskinorienterad programmering Z

Tentamen

Måndag 6 mars 2006, kl. 14.00 - 18.00 i V-salar

Examinatorer
Rolf Snedsböl, tel. 772 1665
Jan Skansholm, tel. 772 1012

Kontaktpersoner under tentamen
Som ovan

Tillåtna hjälpmedel

Häftet

Instruktionslista för CPU12

I den får rättelser och understrykningar vara införda, inget annat.

Du får också använda bladet

C Reference Card

samt boken

Vägen till C, Bilting, Skansholm, Studentlitteratur

Även i denna får rättelser och understrykningar vara införda, inget annat.

Tabellverk och miniräknare får ej användas!

Allmänt
Siffror inom parentes anger full poäng på uppgiften. **Full poäng kan fås om**:

- redovisningen av svar och lösningar är läslig och tydlig. **OBS!** Ett lösningsblad får endast innehålla redovisningsdelar som hör ihop med en uppgift.
- din lösning ej är onödigt komplicerad.
- du motiverat dina val och ställningstaganden
- redovisningen av en hårdvarukonstruktion innehåller funktionsbeskrivning, lösning och realisering.
- redovisningen av en mjukvarukonstruktion i assembler är fullständigt dokumenterad, d v s är redovisad både i strukturform (flödesplan eller pseudospråk) och med kommenterat program i assemblerspråk, om inget annat anges i uppgiften.
- C-program är utformade enligt de råd och anvisningar som givits under kursen. I programtexterna skall raderna dras in så att man tydligt ser programmens struktur. När så anges skall programtexten också vara indelad i moduler med användning av include-filer.

Betygsättning
För godkänt slutbetyg på kursen fordras att både tentamen och laborationer är godkända. På tentamen fordras 20p, varav minst 10p på datorteknikdelen (uppg 1-3) och 7p på C-delen (uppg 4-5). Tentamen ger slutbetyget:

20p ≤ **betyg 3** < 30p ≤ **betyg 4** < 40p ≤ **betyg 5**

Lösningar
anslås på kursens www hemsida.

Betygslistan
anslås såsom anges på kursens hemsida.

Granskning
Tid och plats anges på kursens hemsida.

Institutionen för data- och informationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

1. Konstruera adressavkodningen för ett MC12-system där vi önskar en yttre ROM-modul och en yttre RWM-modul. Dessutom skall två 8-bitars IO-portar finnas. Alla chip select signaler är aktiva låga

ROM-modulen skall placeras med start på adress $C000 och är 4-kbyte stor. RWM-modulen som är 16-kbyte skall placeras med start på adress $0000. Använd fullständig adressavkodningslogik för minnesmodulerna.

Inporten och utporten placeras båda på adress $8000. Använd så få grindar som möjligt (ofullständig adressavkodning) när du konstruerar adressavkodningen för IO-portarna. **(8p)**

2. Redogör för hur avbrott går till i ett HC12-system där du har två yttre enheter som är anslutna till IRQ-ingången på HC12:an!

Ditt svar skall bland annat innehålla:
- beskrivning och skisser av den externa hårdvaran som krävs.
- beskrivning (eventuellt kodexempel) av nödvändiga initieringsrutiner
- beskrivning (eventuellt kodexempel) av nödvändiga avbrottsrutiner
- brskrivning av IRQ-avbrott generellt (med HC12) **(8p)**

3. Småfrågor.

a. I CAN-protokollet används ett asynkront protokoll där man skickar okodade bitar (dvs bitar utan inlagd klockinformation). Beskriv hur synkroniseringen bibehålls mellan sändare och mottagare. **(3p)**

b. "Deadline" är ett vanligt begrepp för ett realtidssystem och det beskrivs med en värdefunktion. Vad menar man med en ”deadline’s värdefunktion”? **(3p)**

c. Vad menas med ett synkront respektive asynkront bussprotokoll (protokollet mellan processor och minne). Ange fördelar och nackdelar. **(2p)**

d. 2-pass-assemblatorn översätter assemblerprogram till maskinkod.
Vad utförs i pass 1 respektive pass 2? **(2p)**

e. I labbet skrev du assemblerrutinen OUTZERO.
Skriv denna rutin enligt nedanstående specifikation. **(4p)**

```
*Subrutin OUTZERO. Läser kopian av borrmaskinens styrord på adress DCCopy.
*Nollställer en av bitarna och skriver det nya styrordet till utporten
*DCTRL och tillbaka till kopian DCCopy. Vilken bit som nollställs bestäms
*av innehållet i B-registret (0-7) vid anrop av subrutinen. Ifall
*innehållet > 7 utförs ingenting.
*
*Anrop:            LDB  #5
*                  JSR  OUTZERO
*Här skall bit nummer 5 i styrordet nollställas
*
*Indata:           B-registret skall innehålla ett tal 0-7, som är numret
                   på den bit i styrsignalordet som skall nollställas.
                   Bitnumrering framgår av följande figur.
```

7	6	5	4	3	2	1	0

```
*Utdata:           Inga
*Registerpåverkan: Ingen
*Anropade subrut:  Inga
```

4. Skriv ett C-program som läser in ett antal heltal (högst 1000 st) och som skriver ut dem i samma ordning som de lästes in. Vid inmatningen av talen på tangentbordet skall de kunna skrivas i fritt format med ett eller flera tal på varje rad. Inmatningen avslutas med att användaren skriver ctrl-Z (eller motsvarande). När talen sedan skrivs ut av programmet skall ett visst tal bara skrivas en gång. Om det skrivits ut tidigare skall det alltså inte skrivas ut igen.

Exempel: Det kan se ut på följande sätt när man kör programmet. (De kursiverade raderna har skrivit av programmet.)

Skriv in talen:

45 77 -22 3 45 0
21
-1 3

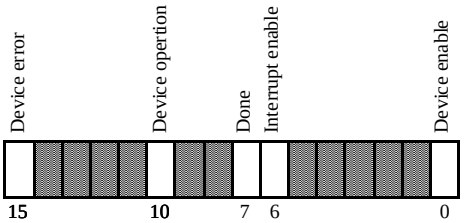
Talen är:

45 77 -22 3 0 21 -1

(8p)

5. I en gruva samlas allt vatten längst ner i en behållare. En pump har till uppgift att då och då pumpa upp vatten ur behållaren så att gruvan inte blir vattenfylld. Men i gruvan bildas metangas och blir halten av denna gas för hög kan man p.g.a. explosionsrisken inte starta pumpen, utan måste vänta tills metangashalten minskat. Uppgiften är att skriva ett program som övervakar metangashalten och kontrollerar vattennivån med hjälp av pumpen.

Det finns fyra externa enheter anslutna till den processor där programmet skall exekveras: två sensorer som känner om vattennivån i behållaren stiger över maximinivån respektive sjunker under miniminivån, en pumpmotor samt en A/D-omvandlare som mäter metangashalten. Till varje extern enhet hör ett 16-bitars kontrollregister med följande principiella utseende.



Till A/D-omvandlaren hör dessutom ett 16-bitars dataregister. Registren har följande adresser:

Sensor för maximinivå:	AA10
Sensor för miniminivå:	AA12
Pumpmotor:	AA14
A/D-omvandlare för metangas:	AA16
Dataregister till A/D-omvandlare:	AA18

Observera att kontrollregistren *inte* är läsbara. Man kan bara skriva till dem. Du måste därför använda dig av skuggregister. För samtliga externa enheter gäller att biten "Device enable" måste vara satt till ett för att enheten överhuvudtaget skall fungera. (Denna bit fungerar alltså som en slags ”huvudströmbrytare.”) Pumpen startas och stoppas genom att en etta resp. nolla skrivs i biten "Device operation". När man skall göra en avläsning av A/D-omvandlaren skriver man en etta i "Device operation" och måste sedan vänta en halv sekund innan värdet i dataregistret har stabiliserats. A/D-omvandlaren ger värden i intervallet 0 till 1023. Metangashalter större än 400 på denna skala räknas som farliga. De två vattennivåsensorerna ger utslag genom att generera avbrott till processorn. Deras avbrottsadresser är 40 respektive 44 (hexadecimalt).

(*forts)*

Du får utnyttja alla de funktioner och makrodefinitioner du skrev i den sista laborationen, t.ex. makrona set och clear samt funktionerna init_clock och hold. För enkelhets skull får du också anta att det finns två färdiga avbrottsrutiner med namnen max_trap och min_trap. Det enda de gör är att anropa C-funktionerna max_inter resp. min_inter. Du kan däremot *inte* förutsätta att adresserna till avbrottsrutinerna är inlagda i avbrottsvektorerna.

Din uppgift är att göra de återstående definitioner som behövs samt att skriva C-funktionerna main, max_inter resp. min_inter. Funktionerna max_inter och min_inter skall, när de anropas, starta resp. stoppa pumpen. Funktionen main skall, efter att ha gjort nödvändiga initieringar, kontinuerligt (en gång var 10:e sekund) avläsa metangashalten. Om halten blir för hög skall ett alarmmeddelande ges till operatören (för enkelhets skull får du använda printf). Dessutom skall huvudströmbrytaren till pumpen slås av. När metangashalten åter sjunker under det farliga värdet skall operatören ges ett meddelande om detta. Huvudströmbrytaren till pumpen skall då också slås på. **(12 p)**

Bilaga 1 - Assemblerspråket för mikroprocessorn CPU12.

Assemblerspråket använder sig av de mnemoniska beteckningar som processorkonstruktören MOTOROLA specificerat för maskininstruktioner och instruktioner till assemblatorn, s k pseudoinstruktioner eller assemblatordirektiv. Pseudoinstruktionerna framgår av följande tabell:

Direktiv	Förklaring
ORG N	Placerar den efterföljande koden med början på adress N (ORG för ORiGin = ursprung)
L RMB N	Avsätter N bytes i följd i minnet (utan att ge dem värden), så att programmet kan använda dem. Följden placeras med början på adress L. (RMB för Reserve Memory Bytes)
L EQU N	Ger label L konstantvärdet N (EQU för EQUates = beräknas till)
L FCB N1, N2	Avsätter i följd i minnet en byte för varje argument. Respektive byte ges konstantvärdet N1, N2 etc. Följden placeras med början på adress L. (FCB för Form Constant Byte)
L FDB N1, N2	Avsätter i följd i minnet ett bytepar (två bytes) för varje argument. Respektive bytepar ges konstantvärdet N1, N2 etc. Följden placeras med början på adress L. (FDB för Form Double Byte)
L FCS "ABC"	Avsätter en följd av bytes i minnet, en för varje tecken i teckensträngen "ABC". Respektive byte ges ASCII-värdet för A, B, C etc. Följden placeras med början på adress L. (FCS för Form Caracter String)

Bilaga 2 - ASCII-koden.

0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1	$b_6b_5b_4$ $b_3b_2b_1b_0$
NUL	**DLE**	**SP**	**0**	**@**	**P**	**`**	**p**	0 0 0 0
SOH	**DC1**	**!**	**1**	**A**	**Q**	**a**	**q**	0 0 0 1
STX	**DC2**	**“**	**2**	**B**	**R**	**b**	**r**	0 0 1 0
ETX	**DC3**	**#**	**3**	**C**	**S**	**c**	**s**	0 0 1 1
EOT	**DC4**	**$**	**4**	**D**	**T**	**d**	**t**	0 1 0 0
ENQ	**NAK**	**%**	**5**	**E**	**U**	**e**	**u**	0 1 0 1
ACK	**SYN**	**&**	**6**	**F**	**V**	**f**	**v**	0 1 1 0
BEL	**ETB**	**‘**	**7**	**G**	**W**	**g**	**w**	0 1 1 1
BS	**CAN**	**(**	**8**	**H**	**X**	**h**	**x**	1 0 0 0
HT	**EM**	**)**	**9**	**I**	**Y**	**i**	**y**	1 0 0 1
LF	**SUB**	*****	**:**	**J**	**Z**	**j**	**z**	1 0 1 0
VT	**ESC**	**+**	**;**	**K**	**[Ä**	**k**	**{ä**	1 0 1 1
FF	**FS**	**,**	**<**	**L**	**\Ö**	**l**	**|ö**	1 1 0 0
CR	**GS**	**-**	**=**	**M**	**]Å**	**m**	**}å**	1 1 0 1
S0	**RS**	**.**	**>**	**N**	**^**	**n**	**~**	1 1 1 0
S1	**US**	**/**	**?**	**O**	**_**	**o**	**RUBOUT (DEL)**	1 1 1 1

Preliminära, kortfattade lösningar och svar

1. ROM. 4kbyte $\Rightarrow 2^2 \bullet 2^{10}$ byte $\Rightarrow$ 12 Adressbitar $\Rightarrow$ [A11,A0] direkt till ROM-kapsel.
RWM. 16kbyte $\Rightarrow 2^4 \bullet 2^{10}$ byte $\Rightarrow$ 14 Adressbitar $\Rightarrow$ [A13,A0] direkt till RWM-kapsel.

Minnesmodulerna och I/O-portarna tar upp följande adressområden:

		A_{15}	A_{14}	A_{13}	A_{12}	A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0
RWM	Start: 0000 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stop: 3FFF	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ROM	Start: C000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stop: CFFF	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I/O	8000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CS-ROM: Rita en NAND-grind enligt {A_{15}·A_{14}·A_{13}' A_{12}'·E R/W}'
CS-RWM: Rita en NAND-grind enligt {A_{15}'A_{14}'·E}'
I/O: Bilda först IOSEL för både portarna enligt {A_{15} A_{14}'·E} Rita sedan OUTSEL enligt {IOSEL R/W'}'och sedan INSEL enligt {IOSEL R/W}'

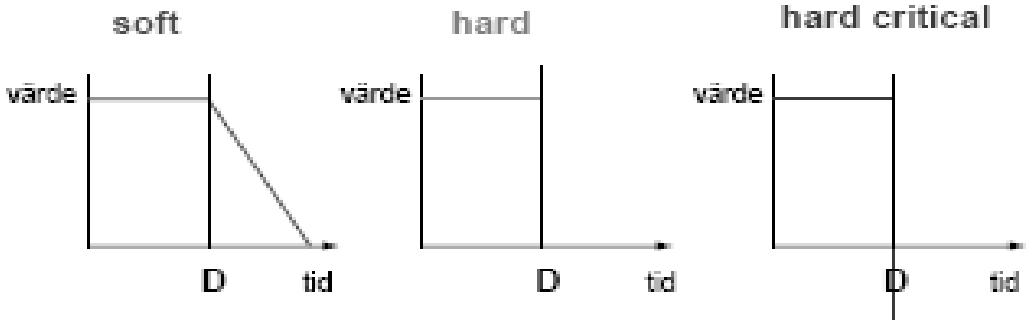
---

2. Studera figuren på sid 45 i arbetsboken och utöka denna med en extra knapp, vippa och NAND-grind. Vidare krävs ett statusregister enligt ML19 (avbrottsmodulen du använde i labbet). Studera sedan sidorna 44-46, OH-material och laboration 2.

3. Småfrågor

a. Hård synkronisering på startbiten och bibehållen synkronisering på flanker i mottaget data. Vid långa sända sekvenser av ettor eller nollor infogas stuffbitar i sändt data. Skickas minst 5 ettor i följd infogas en nolla och skickas minst 5 nollor infogas en etta i sänt data för att generera flanker.

b. En deadline's värdefunktion beskriver resultatet av det som händer om systemet ej levererar sitt svar i tid: Man skiljer på



Kvalitén hos vissa tjänster kan komma att sänkas.

Resultatet är värdelöst" för systemet.

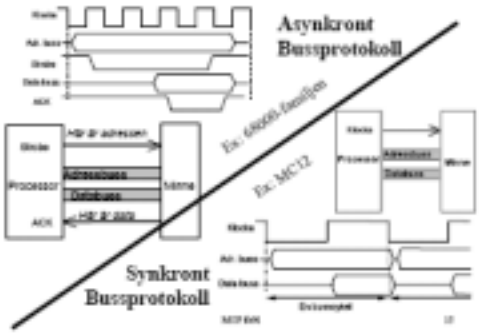
Resultatet är nödvändigt för undvikande av katastrof.

c) Asynkront: Handskakning. Olika snabba minnen
Synkront: Enbart klocka. Minnet: snabbare än klocan

d) Pass 1: Skapa symboltabell;
Pass 2: Lägg ut kod

e) Studera lab 1 och 2

.



UPG 4

```
// Alternativ 1 - användning av indexering
#include <stdio.h>
#define MAXANTAL 1000
int main() {
  int a[MAXANTAL];
  int i,j,k;
  printf("Skriv talen:\n");
  for (i=0; i < MAXANTAL && scanf("%d", &a[i]) == 1; i++)
    ;
  printf("Talen är:\n");
  for (j=0; j<i; j++) {
    for (k=0; k<j && a[k] != a[j]; k++)
      ;
    if (k==j)
      printf("%d ", a[j]);
  }
}

// Alternativ 2 - användning av pekare
#include <stdio.h>
#define MAXANTAL 1000
int main() {
  int a[MAXANTAL];
  int *p, *q, *r;
  printf("Skriv talen:\n");
  for (p=a; p<a+MAXANTAL && scanf("%d", p) == 1; p++)
    ;
  printf("Talen är:\n");
  for (q=a; q<p; q++) {
    for (r=a; r<q && *r != *q; r++)
      ;
    if (r == q)
      printf("%d ", *q);
  }
}
```

UPG 5

```
// Filen gruva.h
typedef int port;
typedef int *portptr;
typedef void (**vecptr) (void);   // pekare till element i avbrottsvektorn

// Användbara makron
#define set(r, mask)    (r) = (r) | mask
#define clear(r, mask)  (r) = (r) & ~mask

#define MAX_CTRL_ADR     0xaa10
#define MIN_CTRL_ADR     0xaa12
#define PUMP_CTRL_ADR      0xaa14
#define METAN_CTRL_ADR     0xaa16
#define METAN_DATA_ADR     0xaa18
```

```
#define MAX_CTRL        *((portptr) MAX_CTRL_ADR)
#define MIN_CTRL        *((portptr) MIN_CTRL_ADR)
#define PUMP_CTRL       *((portptr) PUMP_CTRL_ADR)
#define METAN_CTRL      *((portptr) METAN_CTRL_ADR)
#define METAN_DATA      *((portptr) METAN_DATA_ADR)

#define MAX_CTRL_VEC_ADR  0x40   // Adress till avbrottsvektor
#define MIN_CTRL_VEC_ADR  0x44   // Adress till avbrottsvektor
#define MAX_CTRL_VEC      *((vecptr) MAX_CTRL_VEC_ADR)
#define MIN_CTRL_VEC      *((vecptr) MIN_CTRL_VEC_ADR)

#define device_enable_bit       0x0001
#define interrupt_enable_bit    0x0040
#define device_operation_bit    0x0400

void max_trap(void);
void min_trap(void);



#include "gruva.h"
#include "clock.h"
#include <stdio.h>

#define farligt 400

// skuggregister
port max_ctrl   = 0;
port min_ctrl   = 0;
port pump_ctrl  = 0;
port metan_ctrl = 0;

void max_inter(void) {
  set(pump_ctrl, device_operation_bit);
  PUMP_CTRL = pump_ctrl;
}

void min_inter(void) {
  clear(pump_ctrl, device_operation_bit);
  PUMP_CTRL = pump_ctrl;
}

int main() {
  port metanhalt;

  set(max_ctrl, device_enable_bit);
  set(min_ctrl, device_enable_bit);
  set(max_ctrl, interrupt_enable_bit);
  set(min_ctrl, interrupt_enable_bit);
  set(pump_ctrl,  device_enable_bit);
  set(metan_ctrl, device_enable_bit);
  MAX_CTRL = max_ctrl;
  MIN_CTRL = min_ctrl;
  PUMP_CTRL = pump_ctrl;
```

```
  METAN_CTRL = metan_ctrl;
  MAX_CTRL_VEC = max_trap;
  MIN_CTRL_VEC = min_trap;
  init_clock();

  while(1) {
    hold(10000);
    set(metan_ctrl, device_operation_bit);
    METAN_CTRL = metan_ctrl;
    hold(500);
    metanhalt = METAN_DATA;
    if (metanhalt > farligt) {
      if ((pump_ctrl & device_enable_bit)) {
        clear(pump_ctrl, device_enable_bit);
        PUMP_CTRL = pump_ctrl;
        printf("Varning! Hög metangashalt!");
      }
    }
    else  {
      if (!(pump_ctrl & device_enable_bit)) {
        set(pump_ctrl, device_enable_bit);
        PUMP_CTRL = pump_ctrl;
        printf("Normal metangashalt!");
      }
    }
  }
}
```