

# EDA432 Digital och datorteknik IT

# INN790 Digital och datorteknik GU

## Tentamen

Måndag 23 oktober 2006, kl. 08.30 – 12.30 i V-salar

---

### Examinatorer

Rolf Snedsböl, tel. 772 1665

### Kontaktpersoner under tentamen

Som ovan

### Tillåtna hjälpmedel

Häftet

*Instruktionslista för FLEX*

och

*Instruktionslista för CPU12*

I dessa 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.

### Betygsättning

För godkänt slutbetyg på kursen fordras att både tentamen och laborationer är godkända. Tentamen ger slutbetyget (max 50p):

$20p \leq \text{betyg } 3 < 30p \leq \text{betyg } 4 < 40p \leq \text{betyg } 5$

### Lösningar

anslås på kursens www hemsida (EDA432).

### Betygslistan

anslås såsom anges på kursens hemsida (EDA432).

### Granskning

Tid och plats anges på kursens hemsida (EDA432).



**Uppgift 1** *Talomvandring, koder, aritmetik och flaggor.*

I uppgift a-d nedan används 5-bitars tal.  $X = 01101$  och  $Y = 11001$ .

- a) Visa med penna och papper hur räkneoperationen  $R = X - Y$  utförs i en dator (i en ALU). (1p)
- b) Ange sedan flaggbitarna N, Z, V, C. (1p)
- c) Tolka bitmönstren R, X och Y som tal *utan* tecken och ange dess decimala motsvarighet. Vilken(vilka) flaggbit(ar) anger om resultatet är korrekt vid tal utan tecken? (1p)
- d) Tolka bitmönstren R, X och Y som tal *med* tecken och ange dess decimala motsvarighet. Vilken(vilka) flaggbit(ar) anger om resultatet är korrekt vid tal med tecken? (1p)
- e) Studera bitmönstren  $11011100_2$  och  $01010100_2$ . Kan bitmönstren representera följande:

- 1) NBCD-tal
- 2) ett negativt tal på tvåkomplementsform
- 3) ett tal på tecken beloppsform
- 4) ett Graykodat dataord med udda paritetsbit
- 5) en operationskod för FLEX-processorn
- 6) en operationskod för CPU12-processorn

(Ge ditt svar i tabellform enligt: )

	11011100	01010100
1	Ja/Nej	Ja/Nej
2		
osv...		

- f) Om det är möjligt, skriv det decimala talet 32 som ett 6-bitars tvåkomplementstal. Argumentera! (1p)

**Uppgift 2** *Digitalteknik - Småfrågor*

- a) Man behöver en 2-ingångs OR-grind men har bara 2-ingångs AND-grindar och 2-ingångs XOR-grindar. Hur kopplar man upp OR-grinden med dessa? (2p)
- b) Ange funktionstabellen och excitationstabellen för en JK-vippa. (2p)
- c) Den booleska funktionen  $f(x,y,z) = xy' + xz' + y'z'$  är given. Ange denna på konjunktiv minimal form och konjunktiv normal form. (3p)
- d) Rita grindnätet för en en-bits halvadderare adderare som utför  $x_i + y_i$ . Utsignalerna är  $s_i$  och  $c_{i+1}$ . (2p)
- e)

**Uppgift 3** *Digitalteknik - Konstruktion*

- a) Konstruera ett kombinatoriskt nät med fyra insignaler (x, y, z, w) och en utsignal (f) enligt följande: Utsignalen  $f=1$  för  $3 \leq (xyzw)_2 \leq 9$ . För alla andra värden på insignalen är  $f=0$ . Insignalerna bildar ett binärtal  $(xyzw)_2 \in [0, 15]_{10}$ .

Gör en minimal lösning och rita upp det kombinatoriska nätet.

Använd NAND/NAND-logik (disjunktiv form). Du har tillgång till NAND-grindar med valfritt antal ingångar (Inga andra grindar får förekomma i din lösning). (4p)

- b) Konstruera och rita upp en räknare som har räknarsekvensen **000,110,010,100,011**, 000,110,010,100,011 etc. på de tre utsignalerna  $Q_2Q_1Q_0$ . Du kan bortse från hur räknaren startas. Använd T-vippor. Du har tillgång till vanliga grindar (AND, NAND, OR, NOR) med valfritt antal ingångar, samt INVERTERARE. (6p)

**Uppgift 4 Styrenhet och dataväg för FLEX.**

- a) I tabellen nedan visas RTN-beskrivningen för EXECUTE-sekvensen för en **instruktion** för FLEX-processorn. NF i tabellens sista rad anger att nästa tillstånd (state) skall vara det första i FETCH-sekvensen. Rita en tabell där du anger State nr (0..4) och Styr signaler. Endast styr signaler = 1 skall anges. Du kan utelämnas RTN-beskrivningen i din tabell (2p)

State	RTN-beskrivning	Styr signaler (=1)
0	PC → MA, PC+1 → PC, S-1 → S	
1	M → T	
2	S → MA	
3	PC → M, T → R	
4	R → PC, NF	

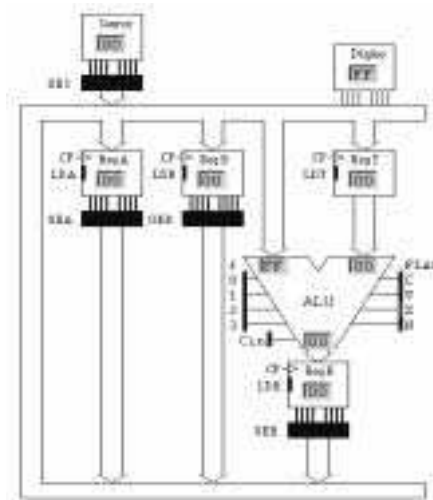
- b) Förklara i ord vad instruktionen ovan utför i varje klockcykel. Ange sedan instruktionen med assemblerspråk för FLEX-processorn (Ex: **LDA Adr**). (2p)

- c) Ange de styr signaler som krävs för att utföra operationerna enligt nedanstående RTN-beskrivning:

RTN-beskrivning: 2A -4B → A

Använd den enkla datavägen till höger och ge ditt svar i tabellform liknande den ovan.

Förutsätt att register A och B innehåller de data som skall beräknas. Register B får inte ändras. Använd så få tillstånd som möjligt.

**Uppgift 5 Småfrågor rörande FLEX-processorn**

- a) Ett 24-bitars tal P är lagrad på adresserna A5, A6 och A7 med mest signifikanta byten på adress A5. Skriv en instruktionssekvens som utför  $P+1 \rightarrow P$  (inkrementerar P). Ange även maskinkoden för denna instruktionssekvens. Instruktionssekvensen skall ha startadress  $40_{16}$  i minnet. (5p)

- b) Studera nedanstående instruktionssekvens.

```
LDA    #Q
CMPA  #135
BLO   Hopp
NOP
```

För vilka värden på Q  $[0,255_{10}]$  kommer hoppet att utföras? (Resonera) (2p)

- c) Hopp-instruktionen i uppgift 5b) byts ut mot BLT. För vilka värden på Q  $[0,255_{10}]$  kommer hoppet att utföras. (Resonera) (2p)

**Uppgift 6** *Assemblerprogrammering av CPU12-processorn*

Vid simulatorpassen och i labbet använde du stömbrytarna (ML4 INPUT) och sifferindikatorn (ML4 OUTPUT).

Du skall skriva ett program som utför en fördröjning – och visar fördröjningen på en sifferindikator. Inställd värde på strömbrytarna anger hur lång fördröjningen är. Du har tillgång till en subrutin DELAY1s som utför en fördröjning på 1 s.

Du skall skriva ett programsekvens som

- 1) läser strömbrytarna (Inport, 8 bitar, som anger antal sekunders fördröjning)
- 2) maskar fram bit  $[b_3, b_0]$  av inporten (för att maximera fördröjningen till 15s)
- 3) och visar detta värde  $[0, F_{16}]$  på sifferindikatorn och
- 4) därefter väntar inställd värde (Hoppa till DELAY1s ett visst antal gånger) och
- 5) slutligen släcker sifferindikatorn

Du har tillgång till en tabell med segmentkoder och följande definitioner:

Inport	EQU	qqqq	Adress för inport (Strömbrytare)
Utport	EQU	zzzz	Adress för utport (Sifferindikator)
SegCode	FCB	xx,yy,zz,etc	Tabell med segmentkoder för $[0, F]$
DELAY1s	EQU	www	Startadress för Delay-rutinen som utför 1s fördröjning

**(7p)**

**Bilaga 1 - Assemblerspråket för mikroprocessorn CPU12.**

Assemblerspråket använder sig av de mnemoniska beteckningar som processorkonstruktören MOTOROLA specificerat för maskininstruktioner och instruktioner till assembleratorn, s k pseudoinstruktioner eller assembleratordirektiv. 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

# Tentamen i Digital o Dator teknik för E, GU, IT, Z. 2006-10-23

Kortform av lösningar till tentan. För full poäng krävs fullständiga lösningar enligt typtentan

1a)  $R=X-Y$  utförs som  $R=X+Y_{1k}+1$ ;  $Y_{1komp} = 00110$ .

	011111
X	01101
+ $Y_{1komp}$	+ 00110
=R	= 10100

1b)  $N=1$ ;  $Z=0$ ;  $V=1$ ;  $C_5=0 \Rightarrow C=1$

1c)  $X=13$   $Y=25$ ;  $R=20$  (Kontroll:  $13-25=20$  ???); verkar rimligt ty  $C=1$   
 $C=1$  anger att resultatet är fel vid tal utan tecken

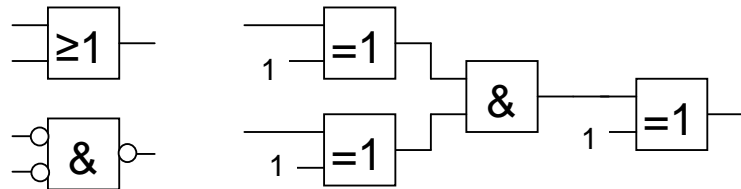
1d)  $X=13$ ;  $Y=-7$ ;  $R=-12$  (Kontroll:  $13-(-7) = -12$  ???); verkar rimligt ty  $V=1$   
 $V$  anger fel vid tal med tecken.

1e) 1) Nej-Ja; 2) Ja – Nej; 3) Ja – Ja; 4) Ja – Ja; 5) Nej – Ja; 6) Ja - Ja

1f)  $2^6=64$  vilket ger talområdet  $[-32_{10}, 31_{10}]$  för tvåkomplementstal. Vi kan därför *inte* representera  $32_{10}$  som ett 6-bitars tvåkomplementstal.

## Uppg 2

2a) Vi vet att en OR-grind är samma sak som en NAND-grind med inverterare på ingångarna (MORGAN)



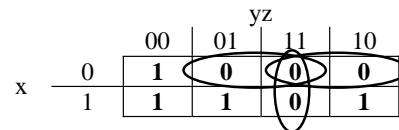
2b) Se blåa boken del 1 exempel 5.14

2c)

xyz	F
000	1
001	0
010	0
011	0
100	1
101	1
110	1
111	0

Konjunktiv normal form:  $f = (x+y+z')(x+y'+z)(x+y'+z')(x'+y'+z')$

Konjunktiv minimal form:  
 $f = (x+z')(x+y')(y'+z')$

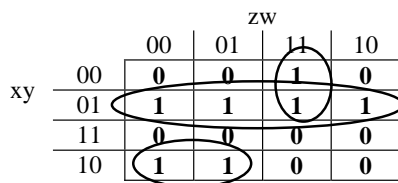


2d) Se blåa boken del 1 sidan 4-3.

## Uppg 3 a)

Minimerat blir  $f = (x'y) + (xy'z') + (x'zw)$

Rita nätet med NAND/NAND-logik



xyzw	F
0000	0
0001	0
0010	0
0011	1
0100	1
0101	1
0110	1
0111	1
1000	1
1001	1
1010	0
1011	0
1100	0
1101	0
1110	0
1111	0

**Uppg 3b)**

Detta Tillst	Nästa tillst			
$q_2^+ q_1^+ q_0^+$	$q_2^+ q_1^+ q_0^+$	$T_2$	$T_1$	$T_0$
000	110	1	1	0
001	---	-	-	-
010	100	1	1	0
011	000	0	1	1
100	011	1	1	1
101	---	-	-	-
110	010	1	0	0
111	---	-	-	-

	$Q_1 Q_0$			
$T_2$	00	01	11	10
$Q_2$	0	1	-	0
	1	1	-	1

	$Q_1 Q_0$			
$T_1$	00	01	11	10
$Q_2$	0	1	-	1
	1	1	-	0

	$Q_1 Q_0$			
$T_0$	00	01	11	10
$Q_2$	0	0	-	1
	1	1	-	0

Rita figur med följande insignaler till vipporna

$$T_2 = Q_0' \quad T_2 = Q_2' + Q_1' \quad T_2 = Q_0 + Q_2 Q_1'$$

**Uppg 4**

**4a)** Se sid 189; JSR ADR

**4b)**

- 0) Förbered för läsning av adressoperand i minnet, Öka PC med ett, Minska stackpekaren
- 1) Läs adressoperanden från minnet till register T
- 2) Förbered för skrivning till stack
- 3) Spara återhopsadress på stacken och flytta adressoperanden till R
- 4) Ge PC det nya värdet (Adressoperanden)

Instruktionen är JSR      Adr

**4c)**

State nr	RTN-beskrivning	Styrsignaler (=1)
0	2B → R	OE <sub>B</sub> , f <sub>3</sub> , f <sub>1</sub> , f <sub>0</sub> , LD <sub>R</sub> ,
1	R → T	OE <sub>R</sub> , LD <sub>T</sub>
2	A-T → R	OE <sub>A</sub> , f <sub>3</sub> , f <sub>2</sub> , LD <sub>R</sub> , Cin,
3	2R → R,	OE <sub>R</sub> , f <sub>3</sub> , f <sub>1</sub> , f <sub>0</sub> , LD <sub>R</sub> ,
4	R → A	OE <sub>R</sub> , LD <sub>A</sub> ,

**Uppg 5**

**5a)**

- INC \$A7    Öka lägsta o Kolla Carry
- BCC SLUT    Hoppa om noll
- INC \$A6    annars öka mellersta
- BCC SLUT    Hoppa om noll
- INC \$A5    Annars Öka högsta
- SLUT NOP

**5b)** Hopp sker för Q [0,134]

**5c)** Hopp sker för Q [128,134]

**Upg 6b**

```
Start      LDX  #SegCode  Pekare till tabell
           LDAB Inport  Läs inporten
           ANDB #$0F  Maskera b7-b4
           TSTB          Någon fördröjning???
           BEQ  SLUT   Hoppa om NEJ

           LDAA B,X    Hämta kod
           STAA Utport  . och visa

Loop       JSR  DELAY1s  .. och vänta
* (Förutsätter att DELAY inte ändrar Register A)

           DECB          Mera delay?
           BNE  Loop    Hoppa om JA

SLUT       STAB Utport  Slut och SLÄCK
           NOP - eller JMP Start
```