



Tentamen

EDA433, EDA452, DIT792

Grundläggande datorteknik

Måndag 14 april 2025, kl. 14:00 – 18:00

Examinator och kontaktperson under tentamen:

Johan Karlsson

e-post: johan@chalmers.se
tel: +46 31 772 16 70

Tillåtna hjälpmedel

FLISP Handbok. Anteckningar får ej finnas i handboken. Understrykningar och markeringar med färgpennor är tillåtna.
Ordböcker för översättning mellan svenska och andra språk.

Lösningar

Anslås dagen efter tentamen i Canvas.

Granskningstillfällen

Tid och plats för granskning anges i Canvas när rättningen är klar.

Allmänt

Tentamen är uppdelad i del A och del B. På varje del kan maximalt 30 poäng uppnås.

Poängsättning anges för varje uppgift. I del A anger siffrorna inom parentes efter uppgiftsnumret poängintervallet på uppgiften. Observera att felaktigt svarsalternativ i del A kan ge poängavdrag. En obesvarad uppgift ger alltid 0 poäng.

Svaren till del A (uppgift 1.x) lämnas på bifogad svarsblankett.

De olika svarsalternativen kan bedömas som: (poäng för en 2-poängsuppgift ges inom parentes.)

- korrekt svar (2p)
- mindre avvikelse från korrekt svar (1p)
- felaktigt svar (0p)
- felaktigt svar som dessutom visar på avsevärd brist i grundläggande förståelse (-1p)

Om du väljer att avstå från att svara på en uppgift ska du kryssa i alternativet:

- avstår svar (0p)

Flera svar (kryss) på en uppgift ger noll poäng (0p).

Bonuspoäng från de frivilliga kunskapstesterna kan användas för att uppnå ett godkänt resultat (20 poäng) på del A. Bonuspoäng som inte utnyttjas för att nå 20 poäng på del A räknas in i totalpoängen för del B.

För att lösningar till del B ska granskas och rättas krävs minst 20 poäng på del A.

Lösningar till uppgift 2 och 4 redovisas i bifogade svarsblanketter. Lösningar till uppgift 3 redovisas i bifogad svarsblankett eller alternativt på separata blad. Lösningar till uppgift 5 och 6 redovisas på separata blad.

OBS. Tentaomslaget ska förutom tentamenstesen innehålla ett häfte med svarsblanketter till uppgift 1, 2, 3 och 4. Kontakta tentamensvakten om tesen eller svarsblanketterna saknas.

Du kan lämna in separata ark med de beräkningar och analyser som du har gjort för att lösa uppgifterna i del A. Dessa kan komma att beaktas i betygsättningen om din sammanlagda poäng hamnar en poäng under en betygsgräns.

För uppgifterna i del B anger siffran inom parentes på uppgiftens första rad maxpoängen på uppgiften.

För full poäng krävs att:

- endast en uppgift behandlas på varje blad.
- lösningar och svar är tydligt formulerade och fullt läsbara.
- lösningar till konstruktions- och programmeringsuppgifter är tydligt dokumenterade med kommentarer och/eller flödesplaner, när så efterfrågas.

Betygsättning

För godkänt slutbetyg på kursen fordras att både tentamen och laborationer är godkända. Slutbetyg bestäms av tentamenspoäng enligt följande:

Del A	Del B	Betyg
< 20	Bedöms ej	Underkänd
≥ 20	< 10	3
≥ 20	≥ 10 och < 20	4
≥ 20	≥ 20	5

DEL A – Fyll i svar i svarsblanketten för uppgift 1

Talomvandling, aritmetik, flaggor och binära koder.

I uppgifterna 1.1 t.o.m. 1.4 används 6-bitars tal där $X = (011001)_2$ och $Y = (110101)_2$. Beakta de talområden som gäller för 6 bitars tal *med tecken* och *utan tecken*.

Uppgift 1.1 (-1, 1)

Tolka X och Y som *tal med tecken* (tvåkomplementsrepresentation). Vilket av alternativen anger deras decimala motsvarigheter?

a	X= 25, Y= -11
b	X= -30, Y= -20
c	X= 41, Y= -20
d	X= -13, Y= -22
e	X= 16, Y= -15
f	X= 128, Y= 20
g	X= -53, Y= -22
h	X= 17, Y= -38

Uppgift 1.2 (-1, 1)

Tolka X och Y som *tal utan tecken*. Vilket av alternativen anger deras decimala motsvarigheter?

a	X= 25, Y= 35
b	X= 25, Y= 53
c	X = -25, Y= 53
d	X = -12, Y= 35
e	X = 52, Y= 53
f	X = 53, Y= 42
g	X = 12, Y= -128
h	X = 33, Y= 21

Uppgift 1.3 (-1, 1)

Utför subtraktionen $R = X - Y$. Tolka X, Y och R som *tal med tecken*. Vilket av alternativen anger R på decimal form?

a	R= -28
b	R= -21
c	R= 28
d	R= 64
e	R= -12
f	R= -3
g	R= -160
h	R= -50

Uppgift 1.4 (-1, 1)

Utför subtraktionen $R = X - Y$. Vad blir flaggbitarna NZVC efter räkneoperationen?

a	NZVC=1000
b	NZVC=1010
c	NZVC=0100
d	NZVC=1001
e	NZVC=1110
f	NZVC=1011
g	NZVC=0000
h	NZVC=0100

Uppgift 1.5 (-1, 2)

Bitmönstret $(01100001)_2$ kan samtidigt representera:

	ASCII-kod ¹ för en gemen	Ett negativt tal på 2k-form	Ett naturligt binärtal T, Där $T = 97_{10}$	Ett kodord med udda paritet.	Två 4-bitars tal kodade med Graykod	Två NBCD-siffror
a	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja
b	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
c	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
d	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
e	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja
f	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
g	Ja	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
h	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja

¹ ASCII-tabell, se Flisp Handbok, sid 51

Kombinatorik, switchnätalgebra**Uppgift 1.6 (-1, 2)**

Du har följande funktion: $f(x, y, z) = (x + \bar{y} + z) \cdot (\bar{x} + \bar{y} + z) \cdot (\bar{x} + y + z)$

Ange vilket av följande alternativ som utgör funktionen på minimal disjunktiv form.

a	$f(x, y, z) = z + \bar{x}\bar{y}$
b	$f(x, y, z) = (\bar{x} + y + \bar{z}) \cdot (\bar{y} + \bar{z})$
c	$f(x, y, z) = (x + \bar{y} + \bar{z}) \cdot (\bar{x} + \bar{z})$
d	$f(x, y, z) = \bar{x}yz + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{y}z + \bar{x}\bar{y}z + xyz$
e	$f(x, y, z) = \bar{x}\bar{y}$
f	$f(x, y, z) = z + \bar{x}\bar{y}\bar{z}$
g	$f(x, y, z) = \bar{x}\bar{y} + y(\bar{z} + x)$
h	$f(x, y, z) = \bar{x}yz + z$

Uppgift 1.7 (-1, 2)

Du har följande funktion: $f(x, y, z) = \bar{x} + y\bar{z}$

Ange vilket av följande alternativ som är funktionens konjunktiva normalform.

a	$f(x, y, z) = (\bar{x} + y + z) \cdot (\bar{x} + y + \bar{z})$
b	$f(x, y, z) = (\bar{x} + y + z) \cdot (\bar{x} + y + \bar{z}) \cdot (\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$
c	$f(x, y, z) = (\bar{x} + y + z) \cdot (\bar{x} + \bar{y} + \bar{z})$
d	$f(x, y, z) = (\bar{x} + y) \cdot (\bar{x} + \bar{z})$
e	$f(x, y, z) = \bar{x} + x(\bar{y} + yz)$
f	$f(x, y, z) = \bar{x}yz + x\bar{y}\bar{z} + xyz$
g	$f(x, y, z) = xy + z$
h	$f(x, y, z) = (x + z) \cdot (\bar{x} + y + \bar{z}) \cdot (\bar{x} + \bar{y} + z)$

Uppgift 1.8 (-1, 2)

Ett kombinatoriskt nät
med följande funktionstabell
skall konstrueras:

x	y	z	w	f
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0

Vilket av Karnaugh-diagrammen
skall då användas?

Ej definierade kombinationer i
funktionstabellen *kan* inte
förekomma som indata.

a)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	1	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	1	1	1	1
	10	0	1	1	0

c)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	1	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	-	-	-	-
	10	0	1	-	0

e)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	-	-	-	-
	01	-	1	0	1
	11	0	0	1	0
	10	1	0	-	0

g)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	0	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	-	-	-	-
	10	0	1	-	0

b)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	-	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	-	-	1	-
	10	0	1	-	0

d)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	1	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	-	-	-	-
	10	1	0	-	0

f)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	1	1	1	0
	01	1	1	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	1	0	0

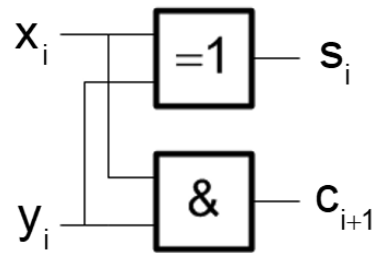
h)

	zw				
	00	01	11	10	
xy	00	0	0	1	0
	01	1	1	0	0
	11	-	-	-	-
	10	0	1	-	0

Logikgrindar och sekvensnät**Uppgift 1.9 (-1,1)**

Vilket logiskt uttryck realiseras med kopplingen i figuren?

a)	$x_i + y_i$	
b)	$x_i - y_i$	
c)	$x_i \times y_i$	
d)	$y_i - x_i$	
e)	$x_i \text{ AND } y_i$	
f)	$x_i \text{ OR } y_i$	

**Uppgift 1.10 (-1,1)**

Vilket alternativ visar excitationstabellen för en SR-vippa implementerad med NOR-grindar?

a)

QQ ⁺	SR
0 0	1 1
0 1	1 0
1 0	0 1
1 1	0 -

b)

QQ ⁺	SR
0 0	0 -
0 1	1 0
1 0	0 1
1 1	- 0

c)

QQ ⁺	SR
0 0	0 1
0 1	1 -
1 0	1 1
1 1	- 0

d)

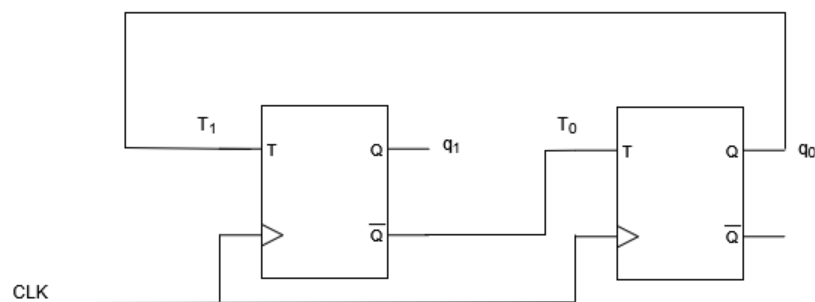
SR	Q ⁺
0 0	Q
0 1	0
1 0	1
1 1	\overline{Q}

e)

SR	Q ⁺
0 0	Q
0 1	1
1 0	0
1 1	\overline{Q}

f)

SR	Q ⁺
0 0	\overline{Q}
0 1	1
1 0	0
1 1	Q

Uppgift 1.11 (-1, 3)Analysera räknaren i figuren. Vilken tabell visar sekvensen för räknaren? Tillstånden $Q = q_1q_0$ anges i tabellerna med decimala siffror.

a)

Q	Q ⁺
0	1
1	2
2	3
3	1

b)

Q	Q ⁺
0	1
1	0
2	3
3	1

c)

Q	Q ⁺
0	2
1	3
2	3
3	0

d)

Q	Q ⁺
0	2
1	3
2	2
3	1

e)

Q	Q ⁺
0	1
1	2
2	3
3	3

f)

Q	Q ⁺
0	1
1	2
2	2
3	1

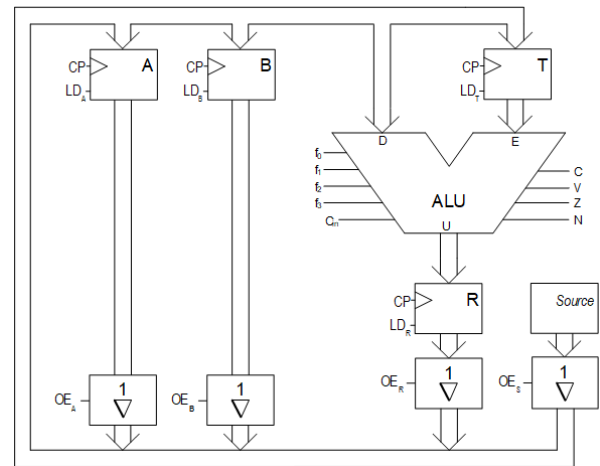
Styrenheten**Uppgift 1.12 (-1, 3)**

Ange vilken tabell som beskriver utförandet av operationen enligt nedanstående RTN-beskrivning:

RTN-beskrivning: $3A - 2B \rightarrow A$

Antag att register A och B innehåller de data som ska användas i beräkningen. ALU:n i datavägen är den som beskrivs i FLISP-handboken.

Använd så få tillstånd som möjligt. Vilket svarsalternativ väljer du?



a)

S	RTN-beskrivning
1	$2B \rightarrow R$
2	$R \rightarrow T$
3	$2A \rightarrow R$
4	$R + A \rightarrow R$
5	$R - T \rightarrow A$

b)

S	RTN-beskrivning
1	$B \rightarrow T$
2	$A - T \rightarrow R$
3	$2R \rightarrow R$
4	$A \rightarrow T$
5	$R + T \rightarrow R$
6	$R \rightarrow A$

c)

S	RTN-beskrivning
1	$B \rightarrow T$
2	$A - T \rightarrow R$
3	$2R \rightarrow R$
4	$R \rightarrow T$
5	$R + A \rightarrow R$
6	$R \rightarrow A$

d)

S	RTN-beskrivning
1	$2B \rightarrow R$
2	$R \rightarrow T$
3	$3A \rightarrow R$
4	$R - T \rightarrow A$

e)

S	RTN-beskrivning
1	$2A \rightarrow R$
2	$R \rightarrow T$
3	$A + T \rightarrow R$
4	$R \rightarrow A$
5	$2B \rightarrow R$
6	$R \rightarrow T$
7	$A - T \rightarrow R$
8	$R \rightarrow A$

f)

S	RTN-beskrivning
1	$2A \rightarrow R$
2	$R \rightarrow T$
3	$A + T \rightarrow R$
4	$R \rightarrow B$
5	$2B \rightarrow R$
6	$R \rightarrow T$
7	$A - T \rightarrow R$
8	$R \rightarrow A$

Uppgift 1.13 (-1, 2)

I tabellen intill visas styrsignalerna för en FLISP-instruktions utförandefas. Vilken instruktion är det?

Q anger aktuellt tillstånd i utförandefasen.

Q	Styrsignaler (= 1)
4	$LD_T, INC_{PC}, MR,$
5	MR, g_{13}, LD_T
6	$OE_A, f_2, f_1, g_5, g_3, g_2, LD_{CC}, LD_R$
7	OE_R, LD_A, NF

a	ORCC	#Data	b	ANDA	n, Y	c	ORA	n, X
d	ANDA	n, SP	e	ORA	n, SP	f	ORA	n, Y

Uppgift 1.14 (-1, 2) Vilket av svarsalternativen anger RTN-beskrivningen för utförandefasen av FLISP-instruktionen **DEC n, SP** ? (Q anger aktuellt tillstånd)

a	b	c
Q RTN-beskrivning	Q RTN-beskrivning	Q RTN-beskrivning
4 M(PC)→T; PC+1→PC	4 M(PC)→T; PC+1→PC	4 M(SP)+1→R;
5 M(SP+T)-1→R; Flaggor → CC	5 M(SP+T-1)→R; Flaggor → CC	5 R+n→R
6 R→M(SP+T) ; NF	6 R→M(SP+T-1) ; NF	6 R→M(SP); NF

d	e	f
Q RTN-beskrivning	Q RTN-beskrivning	Q RTN--beskrivning
4 M(PC)→T; PC+1→PC	4 M(SP+n)→TA, PC+2→PC	4 M(PC)→T; PC+1→PC
5 M(SP+n-1)→R; N,Z,V → CC	5 M(PC)→R	5 M(SP+T)-1→R; N,Z,V → CC
6 R→M(SP+T) ; NF	6 R→M(TA), NF	6 R→M(SP+T) ; NF

Assemblerprogrammering

Uppgift 1.15 (-1, 3)

Skriv ett programavsnitt som kontinuerligt läser variabeln P [$-128 \leq P < 127$] från en inport och skriver ett av två möjliga värden till en utport. Om $P < -6$ och bit 6 i $P = 1$ ska värdet 1 skrivas till utporten.

Annars ska värdet 2 skrivas. Utporten finns på adress \$FB och inporten på adress \$FC.

Vilket svarsalternativ väljer du?

a)	b)	c)
Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC CMPA #-6 BGT L2 BITA #\$40 BEQ L2 LDA #Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA #Tva STA \$FB L3: BRA L1	Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC CMPA #-6 BHI L2 BITA #\$6 BNE L2 LDA #Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA #Tva STA \$FB L3: BRA L1	Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC CMPA #\$FA BGE L2 BITA #%01000000 BEQ L2 LDA #Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA #Tva STA \$FB L3: BRA L1

d)	e)	f)
Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC CMPA #\$FA BLO L2 ANDA #8 BEQ L2 LDA Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA Tva STA \$FB L3: BRA L1	Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC BITA #%1000000 BEQ L2 CMPA #-6 BHS L2 LDA #Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA #Tva STA \$FB L3: BRA L1	Ett EQU 1 Tva EQU 2 L1: LDA \$FC CMPA #-6 BHS L2 BITA #\$40 BEQ L2 LDA #Ett STA \$FB BRA L3 L2: LDA #Tva STA \$FB L3: BRA L1

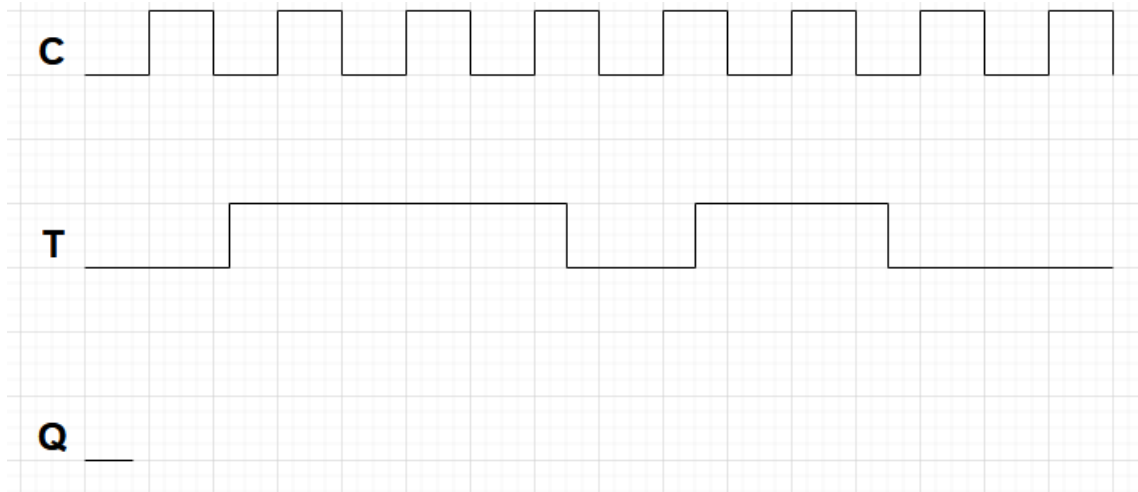
Uppgift 1.16 (-1, 3)

Byt tecken på det 24-bitars tal som finns placerat med början på adress 88_{16} . Talet är lagrat enligt principen *big-endian*, Vilket förslag väljer du?

a)	b)	c)	d)	e)	f)
NEG \$88	NEG \$90	LDX #\$88	LDX #\$88	LDX #\$88	LDX #\$88
NEG \$89	NEG \$89	NEG 2,X	COM ,X	COM 2,X	COM 2,X
NEG \$90	NEG \$88	NEG 1,X	COM 1,X	COM 1,X	COM 1,X
		NEG ,X	COM 2,X	COM ,X	COM ,X
			LDA ,X	LDA 2,X	LDA 2,X
			INCA	ADDA #1	INCA
			STA 0,X	STA 2,X	STA 2,X
			LDA 1,X	LDA 1,X	LDA 1,X
			ADCA #0	ADCA #0	ADCA #0
			STA 1,X	STA 1,X	STA 1,X
			LDA 2,X	LDA ,X	LDA ,X
			ADCA #0	ADCA #0	ADCA #0
			STA 2,X	STA ,X	STA ,X

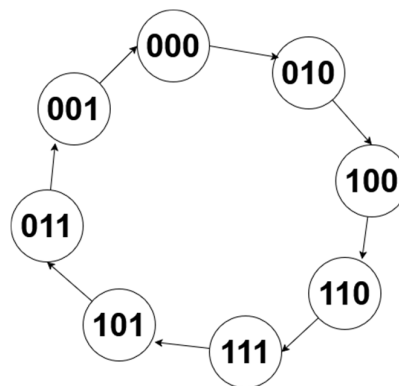
DEL B – Svara på svarsblankett och/eller separata ark**Uppgift 2 (2p)**

Studera nedanstående tidsdiagram för en positivt flanktriggad T-vippa. Diagrammet visar klocksignalen C och ingången T till vippan. Komplettera diagrammet med utsignalen Q. Antag att Q = '0' när tidsdiagrammet börjar. **Fyll i diagrammet på svarsblanketten för uppgift 2. Glöm inte att fylla i sidhuvudet på svarsblanketten.**

**Uppgift 3 (8p)**

Konstruera en autonom räknare som realiserar nedanstående tillståndsgraf med JK-vippor. Räknaren ska realiseras med ett **minimalt antal** grindar. För fullpoäng krävs korrekt ifyllda tabeller, korrekt ifyllda Karnaughdiagram samt att de Booleska uttrycken för vippornas ingångar är korrekta.

Fyll i tabellerna i svarsblanketten för uppgift 3. Lämna in svarsblanketten tillsammans med de lösningar du redovisar på separata blad. Glöm inte att fylla i sidhuvudet på svarsblanketten.

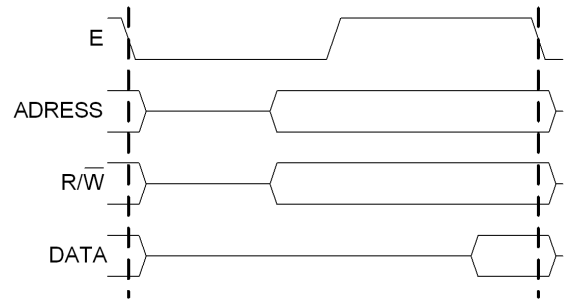


Uppgift 4 (5p)

Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **TST A,X** genom att fylla i tabellen i svarblanketten för uppgift 4. **Glöm inte att fylla i sidhuvudet på svarsblanketten.**

Uppgift 5 (5p)

Vi har ett synkront system med 16 bitars adressbuss och 8 bitars databuss. Data klockas i systemet vid negativ flank hos signalen E så som illustreras i figuren.



Till centralenheten ska följande minnesmoduler anslutas:

- 8 kbyte RWM1 med **start** på adress 0000₁₆
- 8 kbyte RWM2
- 4 kbyte ROM med **slut** på adress \$FFFF

RWM2 skall placeras direkt efter RWM1 så att det skapas en 16 kbyte sammanhängande minnesarea.

- Beskriv eller rita en bild över processorns adressrum där det tydligt framgår vilka adressintervall som används.
- Konstruera **fullständig adressavkodningslogik**, dvs. ange booleska uttryck för "chip select"-signalerna. Alla CS-sigaler (CS_{RWM1}, CS_{RWM2}, CS_{ROM}) är aktiva när signalen är **låg**.

Observera att en CS-signal **ej** får aktiveras då adressbussens värde är ogiltigt, samt att CS_{ROM}-signalen **ej** får vara aktiv när processorn utför en skrivning till minnesmodulen.

Uppgift 6 (10p)

Skriv en subrutin i FLISP assemblerspråk som adderar två 8-bitars tal **med tecken**. Talen finns på adresserna ADR och ADR+1. Utgå ifrån att adressen ADR är lagrad i register X vid anrop till subrutinen. Resultatet av additionen ska returneras i register A vid återhopp från subrutinen.

Subrutinen ska sätta V, Z och N flaggorna baserat på resultatet av additionen. Subrutinen får endast påverka register A och ovan nämnda flaggor. Subrutinen får således inte påverka C-flaggan eller något register förutom register A.

Subrutinen placeras med början på adress 30₁₆. Assemblerkoden ska dokumenteras med kommentarer. Du behöver **inte** rita en flödesplan eller skriva ett testprogram.