



Tentamen med lösningar

EDA433, EDA452, DIT792, DIT791, EDA216

Grundläggande datorteknik

Måndag 3 april 2023, 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. I denna får varken anteckningar eller understrykningar finnas.

Ordböcker för översättning mellan svenska och andra språk.

Lösningar

Anslås dagen efter tentamen via kursens hemsida i Canvas.

Granskningstillfällen

Tid och plats för granskning anges på kursens hemsida när resultatet är registrerat i LADOK.

Allmänt

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

Maxpoängen på varje uppgift anges efter uppgiftsnumret.

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

De olika svarsalternativen, inklusive alternativet ”Inget rätt svarsalternativ”, kan bedömas som (poäng för en 2-poängsuppgift ges inom parentes):

- korrekt svar (2p)
- mestadels korrekt svar (1p)
- felaktigt svar (0p)

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

För att del B av tentamen ska granskas och rättas krävs minst 20 poäng på del A.

Lösningar till uppgift 2, 3 och 4 i del B redovisas i bifogade svarsblanketter. Lösning till uppgift 5 redovisas på separata ark.

Ryck försiktigt loss svarsblanketterna från tesen och lämna in dem med ifyllt sidhuvud tillsammans med eventuella separata ark.

Du får 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 att få full poäng på en uppgift 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 EDA433/EDA452/ DIT792	Betyg DIT791
< 20	Bedöms ej	Underkänd	Underkänd
≥ 20	< 10	3	G
≥ 20	≥ 10 och < 20	4	
≥ 20	≥ 20	5	
≥ 20	≥ 16		VG

DEL A – Fyll i Svarsblanketten för del A på sidan 9

Talomvandling, aritmetik, flaggor och koder.

I uppgifterna 1.1 t.o.m. 1.4 används 5-bitars tal där $X = (10001)_2$ och $Y = (01100)_2$

Uppgift 1.1 (1p)

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

a	X= 15, Y= 13	0p
b	X= 25, Y= 14	0p
c	X= -7, Y= 13	0p
d	X= -6, Y= 13	0p
e	X= -15, Y= 12	1p
f	X= 11, Y= -11	0p
g	X= 18, Y= 25	0p
h	X= 12, Y= -31	0p

Uppgift 1.2 (1p)

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

a	X= -2, Y= 26	0p
b	X= 25, Y= 13	0p
c	X = -25, Y= 13	0p
d	X = -13, Y= -6	0p
e	X = 17, Y= 12	1p
f	X = 14, Y= 13	0p
g	X = -7, Y= 11	0p
h	X = 11, Y= 14	0p

Uppgift 1.3 (1p)

Utför subtraktionen $R = X - Y$ som den utförs i FLISP:s dataväg. Vilket av alternativen anger R? Tolka X, Y och R som tal *med* tecken.

a	R= 20	0p
b	R= -5	0p
c	R=-12	0p
d	R= 4	0p
e	R= 6	0p
f	R= 5	1p
g	R= 12	0p
h	R= -1	0p

Uppgift 1.4 (1p)

Utför subtraktionen $R = X - Y$ som den utförs i FLISP:s dataväg. Vad blir flaggbitarna NZVC efter räkneoperationen?

a	NZVC=0011	0p
b	NZVC=0010	1p
c	NZVC=1111	0p
d	NZVC=0001	0p
e	NZVC=1100	0p
f	NZVC=1001	0p
g	NZVC=1011	0p
h	NZVC=0101	0p

Uppgift 1.5 (2p)

Bitmönstret $(01000001)_2$ kan samtidigt representera:

	ASCII-kod ¹ för en versal	Negativt tal på 2k-form	Ett naturligt binärtal T, Där $T > 129_{10}$	Ett kodord med jämn paritet	Två 4-bitars binära tal	Två NBCD- siffror	
a	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	2p
b	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	1p
c	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	0p
d	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	0p
e	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja	Nej	0p
f	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	0p
g	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	0p
h	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	0p

¹ ASCII-tabell, se Flisp Handbok, sid 50

Kombinatorik, switchnätalgebra

Uppgift 1.6 (2p)

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

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

a	$f(x, y, z) = (\bar{x} + \bar{y} + z) \cdot (x + \bar{y} + z)$	0p
b	$f(x, y, z) = \bar{x}y + x\bar{z}$	0p
c	$f(x, y, z) = (\bar{y} + \bar{z}) \cdot (y + z) \cdot (y + \bar{z})$	0p
d	$f(x, y, z) = \bar{x}yz + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z}$	0p
e	$f(x, y, z) = (\bar{x} + \bar{y} + \bar{z}) \cdot (x + \bar{y} + \bar{z}) \cdot (x + y + \bar{z}) \cdot (x + y + z)$	0p
f	$f(x, y, z) = \bar{x}y\bar{z} + \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}y\bar{z}$	1p
g	$f(x, y, z) = x\bar{y} + y\bar{z}$	0p
h	$f(x, y, z) = \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{y}z + xy\bar{z}$	2p

Uppgift 1.7 (2p)

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

Skriv funktionen på konjunktiv minimal form.

a	$f(x, y, z) = (\bar{x} + \bar{y} + \bar{z}) \cdot (\bar{x} + y + \bar{z}) \cdot (x + \bar{y} + \bar{z}) + (x + y + \bar{z}) \cdot (x + y + z)$	0p
b	$f(x, y, z) = \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}yz + x\bar{y}z$	0p
c	$f(x, y, z) = xy + \bar{z}$	0p
d	$f(x, y, z) = (\bar{x} + z) \cdot (x + \bar{y}) \cdot (x + z)$	0p
e	$f(x, y, z) = \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z} + xy\bar{z} + xyz$	0p
f	$f(x, y, z) = (x + z) \cdot (x + \bar{y}) \cdot (\bar{y} + z)$	2p
g	$f(x, y, z) = (y + \bar{z}) \cdot (x + \bar{z})$	0p
h	$f(x, y, z) = (x + y + z) \cdot (x + \bar{y}) \cdot (\bar{y} + z)$	1p

Uppgift 1.8 (2p)

Ett kombinatoriskt nät med följande funktionstabell skall konstrueras:

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

Vilket av Karnaugh-diagrammen skall då användas?

Ej definierade insignal-kombinationer i funktionstabellen kan inte förekomma som indata.

2p a)

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

1p b)

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

0p c)

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

0p d)

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

0p e)

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

0p f)

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

0p g)

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

0p h)

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

Sekvensnät

Uppgift 1.9 (1p)

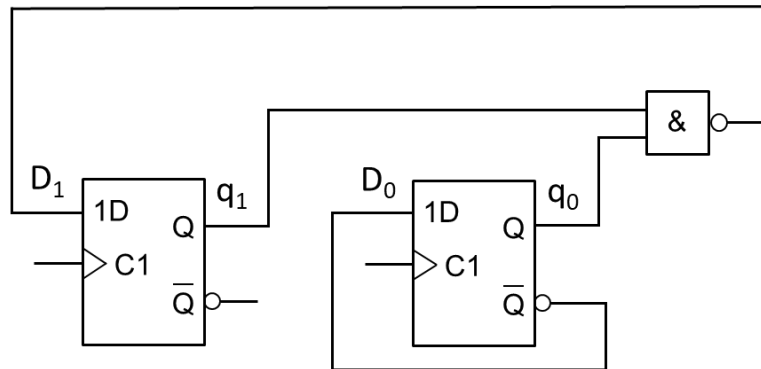
Vilket alternativ visar funktionstabellen för en SR-vippa implementerad med NAND-grindar?

a)	0p	b)	0p	c)	0p	d)	1p	e)	0p	f)	0p
QQ ⁺	S R	QQ ⁺	S R	QQ ⁺	S R	S R	Q ⁺	S R	Q ⁺	S R	Q ⁺
0 0	- 0	0 0	- 1	0 0	0 -	0 0	X	0 0	Q	0 0	Q
0 1	0 1	0 1	- 1	0 1	1 -	0 1	1	0 1	0	0 1	1
1 0	1 0	1 0	1 -	1 0	- 1	1 0	0	1 0	1	1 0	0
1 1	0 -	1 1	1 -	1 1	- 0	1 1	Q	1 1	$\bar{Q}$	1 1	X

X = otillåtet tillstånd

Uppgift 1.10 (4p)

Analysera räknaren i figuren. Vilken tabell visar sekvensen för räknaren? Tillstånden q_1q_0 anges i tabellerna med decimala siffror.



a)	0p	b)	0p	c)	1p	d)	4p	e)	0p	f)	0p
Q	Q ⁺	Q	Q ⁺	Q	Q ⁺	Q	Q ⁺	Q	Q ⁺	Q	Q ⁺
0	1	0	1	0	3	0	3	0	3	0	3
1	2	1	2	1	0	1	2	1	2	1	2
2	3	2	0	2	1	2	3	2	0	2	1
3	3	3	3	3	0	3	0	3	1	3	0

Datavägen och styrenheten

Uppgift 1.11 (3p)

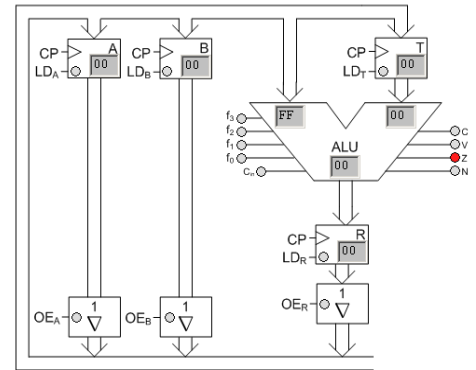
Ange vilken tabell som beskriver utförandet av operationen enligt nedanstående RTN-beskrivning:

RTN-beskrivning: $3(A + 2B) \rightarrow A$

Förutsätt att register A och B innehåller indata till beräkningen.

Register B får inte ändras. Förutsätt vidare att ALU:n i datavägen är den som beskrivs FLISP-handboken.

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



a) **3 POÄNG**

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

b) **1 POÄNG**

S	RTN-beskrivning
1	$2A \rightarrow R, A \rightarrow T$
2	$R+T \rightarrow R$
3	$R \rightarrow A$
4	$2B \rightarrow R, B \rightarrow T$
5	$R+T \rightarrow R$
6	$2R \rightarrow R$
7	$R \rightarrow T$
8	$A-T \rightarrow R$
9	$R \rightarrow A$

c) **1 POÄNG**

S	RTN-beskrivning
1	$B \rightarrow T$
2	$B+T \rightarrow R$
3	$R \rightarrow T$
4	$A+T \rightarrow R$
5	$R \rightarrow T$
6	$R+T \rightarrow R$
7	$R+T \rightarrow R$
8	$R+T \rightarrow R$
9	$R \rightarrow A$

d) **0 POÄNG**

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

e) **0 POÄNG**

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

f) **0 POÄNG**

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

Uppgift 1.12 (2p)

I tabellen intill visas styrsignalerna för en FLISP-instruktions exekveringsfas.

Vilken instruktion är det?

Q anger tillståndet i exekveringsfasen.

Q	Styrsignaler (= 1)
4	$LD_T, INC_{PC}, MR,$
5	$MR, g_{13}, f_3, f_2, f_0, g_1, LD_{CC}, LD_R$
6	OE_R, MW, g_{13}, NF

a	ASL n, Y	0p	b	ROR n, Y	1p	c	LSL n, Y	0p
d	LSL n, X	0p	e	ROL n, Y	2p	f	ASR n, Y	0p

Uppgift 1.13 (2p)

Vilket av svarsalternativen anger RTN-beskrivningen för utförandefasen av FLISP-instruktionen:

INC A, Y. (Q anger aktuellt tillstånd)

a) **1p**

Q	RTN-beskrivning
4	$A \rightarrow T$
5	$M(Y+T)+1 \rightarrow R; N, Z, V, C \rightarrow CC$
6	$R \rightarrow M(Y+T); NF$

b) **0p**

Q	RTN-beskrivning
4	$M(PC) \rightarrow T; PC+1 \rightarrow PC$
5	$M(SP+T-1) \rightarrow R; Flaggor \rightarrow CC$
6	$R \rightarrow M(SP+T-1); NF$

c) **1p**

Q	RTN-beskrivning
4	$A \rightarrow T; PC+1 \rightarrow PC$
5	$M(Y+T)+1 \rightarrow R; N, Z, V \rightarrow CC$
6	$R \rightarrow M(Y+T); NF$

d) **0p**

Q	RTN-beskrivning
4	$M(Y) \rightarrow T; PC+1 \rightarrow PC$
5	$M(Y+A)+1 \rightarrow R; N, Z, V \rightarrow CC$
6	$R \rightarrow M(Y+A); NF$

e) **0p**

Q	RTN-beskrivning
4	$M(Y) \rightarrow TA,$
5	$M(PC) \rightarrow R$
6	$R \rightarrow M(TA), NF$

f) **2p**

Q	RTN-beskrivning
4	$A \rightarrow T$
5	$M(Y+T)+1 \rightarrow R; N, Z, V \rightarrow CC$
6	$R \rightarrow M(Y+T); NF$

Assemblerprogrammering**Uppgift 1.14 (3p)**

Studera programmet. Processorn exekverar koden med start på adress 30_{16} . Ange innehållet i minnesadresserna $2E_{16}$ till 36_{16} när processorn har exekverat kod fram tills kommentaren "Ange stack!" Minnesområdet innehåller både stack och maskinkod.

Vilket alternativ nedan väljer du?

ORG	\$30	ORG	\$50
LDSP	#\$30	PSHA	
LDA	#\$FE	LDA	\$FB
BSR	\$50	STA	\$00
NOP		PULA	
* Ange stack!		RTS	

	a) 0p	b) 1p	c) 0p	d) 3p	e) 1p	f) 0p
Adress	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll
2E	FE	FE	30	FE	FE	FE
2F	38	36	36	36	38	38
30	92	92	92	92	92	92
31	30	30	30	30	30	30
32	F0	F0	F0	F0	F0	F0
33	FE	FE	FE	FE	FE	FE
34	20	20	20	20	20	20
35	2A	18	19	1A	1A	1C
36	00	00	00	00	00	00

Uppgift 1.15 (3p)

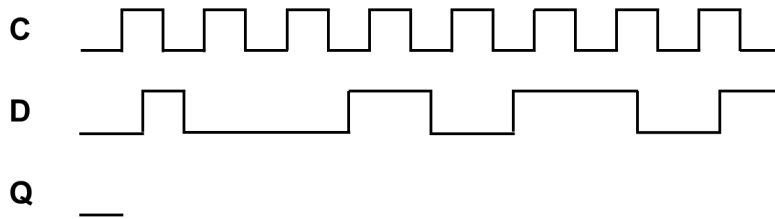
Byt tecken på ett 16-bitars tal som finns på adress 05_{16} och 06_{16} där talets mest signifikanta byte är placerad på adress 05_{16} .

Vilket svarsalternativ väljer du?

a) 0p	b) 0p	c) 0p	d) 3p	e) 0p	f) 1p
NEG \$05	NEG \$06	LDX #\$05	LDX #\$05	LDX #\$05	COM \$05
NEG \$06	NEG \$05	NEG -1,X	COM 0,X	COM 1,X	LDA \$06
		NEG ,X	LDA 1,X	COM 0,X	COMA
			COMA	LDA 1,X	ADDA \$1
			ADDA #1	ADCA #1	STA \$06
			STA 1,X	STA 1,X	LDA \$05
			LDA 0,X	LDA 0,X	ADCA #0
			ADCA #0	ADCA #0	STA \$05
			STA 0,X	STA 0,X	

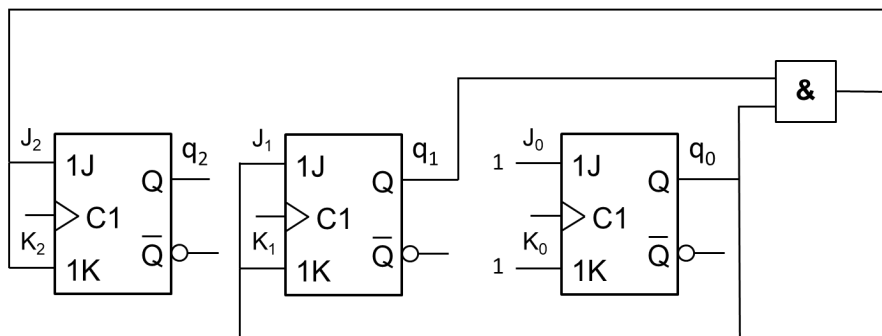
DEL B – Svara på svarsblankett eller separata ark.**Uppgift 2 (2p)**

Studera nedanstående tidsdiagram för en positivt flanktriggad D-vippa. Diagrammet visar klocksignalen C och ingången D till vippan. Komplettera diagrammet med utsignalen Q. Antag att $Q = '0'$ när tidsdiagrammet börjar. Fyll i diagrammet på svarsblanketten som finns på sidan 10.

**Uppgift 3 (8p)**

Bestäm tillståndsgraf för sekvensnätet som visas i figuren. Använd tabellerna i svarsblanketten på sidan 11 för att härleda tillståndsgraf.

För full poäng krävs en fullständig och korrekt utförd analys av nätet.

**Uppgift 4 (10p)**

Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **ORA n,X** genom att fylla i tabellen i svarsblanketten på sidan 12.

Uppgift 5 (10p)

Skriv en subrutin som utför beräkningen $P - Q + 1$ där talen P och Q är 8-bitars tal utan tecken. Vid anrop av subrutinen ska register X innehålla en pekare (adress) till talet P och register Y en pekare till talet Q. Resultatet av beräkningen ska placeras på adress $0A_{16}$.

Subrutinen får endast påverka processorns CC-register samt innehållet i adress $0A_{16}$.

C-flaggan och Z-flaggan ska sättas baserat på resultatet av beräkningen.

N-flaggan och V-flaggan ska nollställas av subrutinen.

Subrutinen placeras med början på adress 30_{16} .

Dokumentera subrutinen med utförliga kommentarer. (Du behöver inte rita en flödesplan.)

Anonym kod:	Poäng på uppgiften: (fylls i av lärare)	Löpande sidnr:
		Uppgift nr 1

Svarsblankett för del A

¹⁾ Vid skuggad ruta är inte detta svar aktuellt.

Uppgift	inget rätt svars- alternativ ¹⁾	a	b	c	d	e	f	g	h	poäng	
1.1						X					
1.2						X					
1.3							X				
1.4			X								
1.5		X									

	inget rätt svars- alternativ ¹⁾	a	b	c	d	e	f	g	h	poäng	
1.6							X				
1.7							X				
1.8		X									

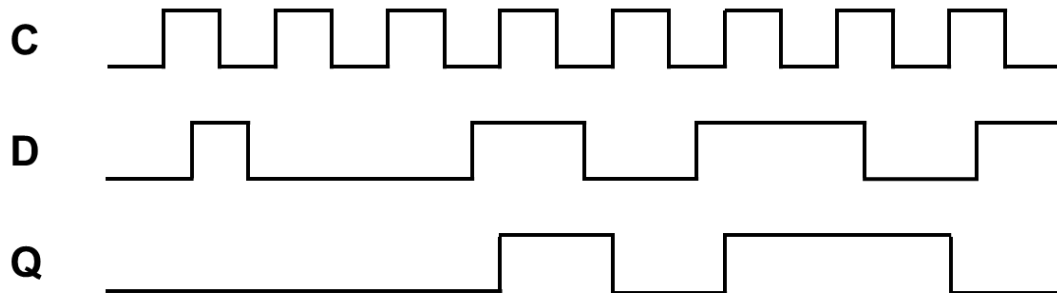
	inget rätt svars- alternativ ¹⁾	a	b	c	d	e	f	poäng	
1.9					X				
1.10					X				

	inget rätt svars- alternativ ¹⁾	a	b	c	d	e	f	poäng	
1.11		X							
1.12						X			
1.13							X		

	inget rätt svars- alternativ ¹⁾	a	b	c	d	e	f	poäng	
1.14					X				
1.15					X				

Anonym kod:	Poäng på uppgiften: (fylls i av lärare)	Löpande sidnr:
		Uppgift nr 2

Svarsblankett för uppgift 2



Anonym kod:	Poäng på uppgiften: (fylls i av lärare)	Löpande sidnr:
		Uppgift nr 3

Svarsblankett för uppgift 3

$$J_2 = q_1q_0$$

$$K_2 = q_1q_0$$

$$J_1 = q_0$$

$$K_1 = q_0$$

$$J_0 = 1$$

$$K_0 = 1$$

q_2	q_1	q_0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

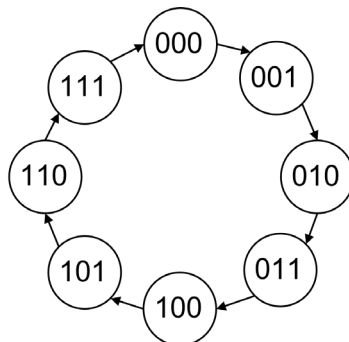
J_2	K_2	q_2^+
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1	1	1
0	0	1
0	0	1
0	0	1
1	1	0

J_1	K_1	q_1^+
0	0	0
1	1	1
0	0	1
1	1	0
0	0	0
1	1	1
0	0	1
1	1	0

J_0	K_0	q_0^+
1	1	1
1	1	0
1	1	1
1	1	0
1	1	1
1	1	0
1	1	1
1	1	0

q_2^+	q_1^+	q_0^+
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1
0	0	0

Rita tillståndsgrafén här:



Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **ORA n,X**

[illegible]

Uppgift 5 (10p)

Skriv en subrutin som utför beräkningen $P - Q + 1$ där talen P och Q är 8-bitars tal utan tecken. Vid anrop av subrutinen ska register X innehålla en pekare (adress) till talet P och register Y en pekare till talet Q . Resultatet av beräkningen ska placeras på adress $0A_{16}$.

Subrutinen får endast påverka processorns CC-register samt innehållet i adress $0A_{16}$.

C-flaggan och Z-flaggan ska sättas baserat på resultatet av beräkningen.

N-flaggan och V-flaggan ska nollställas av subrutinen.

Subrutinen placeras med början på adress 30_{16} .

Dokumentera subrutinen med utförliga kommentarer. (Du behöver inte rita en flödesplan.)

Lösningsförslag:

```

MAIN    LDSP    #$20
L3      LDX     #PTEST      ;Adress till testvärde för P
        LDY     #QTEST      ;Adress till testvärde för Q

        BSR     SUBR        ;Anropa SUBR
        BRA     L3          ;Anropa igen

SSTART  EQU     $30

SUBR     ORG     SSTART

        PSHA                    ;Spara A på stacken
        LDA     0,X             ;Kopiera P till A
        ADDA    #1              ;Beräkna P + 1
        BCC     L1              ;Hopp om ej spill
        LDA     #$FF            ;Spill => P+1=0x100 = 0xFF + 0x01
        SUBA    0,Y             ;Beräkna 0xFF - Q, spill ej möjligt
        ADDA    #1              ;Addera 1
        BRA     L2              ;Beräkning klar
L1      SUBA    0,Y             ;Beräkna P + 1 - Q
L2      STA     RESULT          ;Spara resultatet i adress $0A
        ANDCC   #%11110101     ;Nollställ N- och V-flaggorna
        PULA                    ;Återställ A
        RTS                    ;Klar

```