



Tentamen med lösningar

EDA433, EDA452, DIT792, DIT791, EDA216

Grundläggande datorteknik

Lördag 14 januari 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.

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 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 $X = (11100)_2$ och $Y = (10111)_2$

Uppgift 1.1 (1p)

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

a	X= 24, Y= 21	0p
b	X= 26, Y= 23	0p
c	X= 28, Y= 21	0p
d	X= 28, Y= 23	1p
e	X= 24, Y= 21	0p
f	X= 26, Y= 22	0p
g	X= 30, Y= 21	0p
h	X= 30, Y= 23	0p

Uppgift 1.2 (1p)

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

a	X= -6, Y=-8	0p
b	X= -5, Y= -9	0p
c	X = -4, Y= -8	0p
d	X = -3, Y= -9	0p
e	X = -6, Y= -10	0p
f	X = -5, Y= -12	0p
g	X = -3, Y= -10	0p
h	X = -4, Y= -9	1p

Uppgift 1.3 (1p)

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

a	R= -12	0p
b	R= -11	0p
c	R= -10	0p
d	R= -9	0p
e	R= 8	0p
f	R= 10	0p
g	R= 12	0p
h	R= 13	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=0000	1p
b	NZVC=0010	0p
c	NZVC=1111	0p
d	NZVC=0011	0p
e	NZVC=1100	0p
f	NZVC=1001	0p
g	NZVC=1011	0p
h	NZVC=0101	0p

Uppgift 1.5 (2p)

Bitmönstret $(01111001)_2$ kan samtidigt representera:

	ASCII-kod ¹ för en versal	Ett negativt tal på 2k-form	Ett naturligt binärtal T, Där $T < 128_{10}$	Ett kodord med udda paritet.	Två 4-bitars binära tal	Två NBCD-siffror	
a	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja	1p
b	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	0p
c	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja	0p
d	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	0p
e	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	0p
f	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	0p
g	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	0p
h	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	2p

¹ ASCII-tabell, se Flisp Handbok, sid 50

Kombinatorik, switchnätalgebra

Uppgift 1.6 (2p)

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

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

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

Uppgift 1.7 (2p)

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

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

Vilket av Karnaugh-diagrammen skall då användas?

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

0p a)

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

2p b)

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

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	-

1p e)

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

0p f)

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

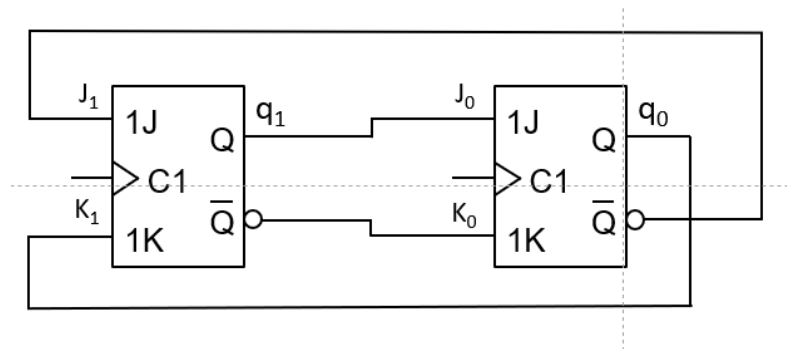
Uppgift 1.9 (1p)

Vilket alternativ visar funktionstabellen för en JK vippa?

a)	0p	b)	0p	c)	0p	d)	0p	e)	1p	f)	0p
QQ^+	J K	QQ^+	J K	QQ^+	J K	J K	Q^+	J K	Q^+	J K	Q^+
0 0	- 0	0 0	- 1	0 0	0 -	0 0	Q	0 0	Q	0 0	0
0 1	0 1	0 1	- 1	0 1	1 -	0 1	0	0 1	0	0 1	1
1 0	1 0	1 0	1 -	1 0	- 1	1 0	1	1 0	1	1 0	1
1 1	0 -	1 1	1 -	1 1	- 0	1 1	X	1 1	Q'	1 1	Q

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)	4p	d)	0p	e)	0p	f)	0p
Q	Q^+	Q	Q^+	Q	Q^+	Q	Q^+	Q	Q^+	Q	Q^+
0	1	0	1	0	2	0	2	0	3	0	3
1	2	1	0	1	0	1	3	1	2	1	2
2	3	2	3	2	3	2	0	2	0	2	1
3	0	3	2	3	1	3	1	3	1	3	0

Datavägen och styrenheten

Uppgift 1.11 (3p)

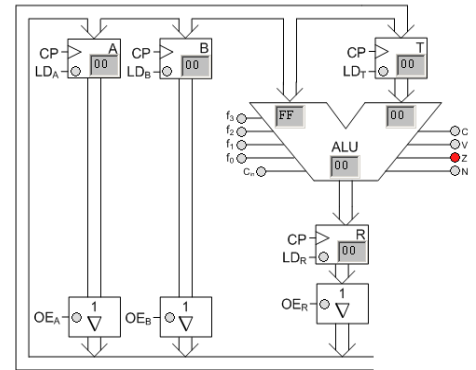
Ange vilken tabell som beskriver utförandet av operationen enligt nedanstående RTN-beskrivning:

RTN-beskrivning: $4A + 2B \rightarrow A$

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) 0 POÄNG

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

b) 3 POÄNG

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

c) 1 POÄNG

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

d) 0 POÄNG

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

e) 0 POÄNG

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

f) 0 POÄNG

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

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	$LD_{TA}, INC_{PC}, MR,$
5	MR, g_{14}, LD_T
6	$OE_A, f_3, f_1, f_0, LD_{CC}, LD_R$
7	OE_R, LD_A, NF

a)	ROL	Adr	0p	b)	ADDA	Adr	2p	c)	ADCA	#Data	0p
d)	SBCA	Adr	0p	e)	ADCA	Adr	1p	f)	ADDA	#Data	0p

Uppgift 1.13 (2p)

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

STA , **-X**. (Q anger aktuellt tillstånd)

a) 2p

Q	RTN-beskrivning
4	$X-1 \rightarrow R$
5	$R \rightarrow X$
6	$A \rightarrow M(X); NF$

b) 0p

Q	RTN-beskrivning
4	$A \rightarrow M(X-1)$
5	$X+C \rightarrow R$
6	$R \rightarrow X; NF$

c) 0p

Q	RTN-beskrivning
4	$FF \rightarrow R$
5	$R \rightarrow T$
6	$A \rightarrow M(X+T)$

d) 0p

Q	RTN-beskrivning
4	$M(X) \rightarrow TA, X-1 \rightarrow R$
5	$R \rightarrow X$
6	$A \rightarrow M(TA); NF$

e) 0p

Q	RTN-beskrivning
4	$M(X-1) \rightarrow TA, PC+1 \rightarrow PC$
5	$M(PC) \rightarrow T$
6	$A \rightarrow M(TA), NF$

f) 0p

Q	RTN-beskrivning
4	$M(X-1) \rightarrow R; PC+1 \rightarrow PC$
5	$R \rightarrow X$
6	$A \rightarrow M(X); NF$

Assemblerprogrammering

Uppgift 1.14 (3p)

Studera programmet. Processorn exekverar koden med start på adress 20_{16} . Ange innehållet i minnesadresserna $1E_{16}$ till 28_{16} när processorn har exekverat kod fram tills kommentaren "Ange stack!" Minnesområdet innehåller både stack och maskinkod.

Vilket alternativ nedan väljer du?

ORG	\$20	ORG	\$30
LDSP	#\$20	PSHY	
LDA	#01	ADDA	0,SP
LDY	#03	PULY	
BSR	\$30	RTS	
NOP			
* Ange stack!			

	a) 0p	b) 3p	c) 0p	d) 0p	e) 1p	f) 0p
Adress	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll	Innehåll
1E	03	03	01	01	03	03
1F	2A	28	2A	2A	28	28
20	92	92	92	92	92	92
21	20	20	20	20	20	20
22	F0	F0	F0	F0	F0	F0
23	01	01	01	01	01	01
24	91	91	91	91	91	91
25	03	03	03	03	03	03
26	20	20	20	20	20	20
27	10	08	0A	08	0A	10
28	00	00	00	00	00	00

Uppgift 1.15 (3p)

Skriv ett program som i en oändlig loop läser variabeln P $[-128_{10} \leq P < 128_{10}]$ från inporten och skriver ut ett värde Q till utporten. Om $P < 6$ och bit 6 i $P = 1$ skall värdet $Q = 1$ skrivas till utporten. Annars skall värdet $Q = 2$ skrivas till utporten. Anta att utporten finns på adress \$FB och att inporten finns på adress \$FC.

Vilket svarsalternativ väljer du?

a) **1p**

```
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
```

b) **0p**

```
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
```

c) **0p**

```
Ett EQU 1
Tva EQU 2
L1: LDA $FC
    CMPA #6
    BHS L2
    BITA #%01000000
    BNE L2
    LDA #Ett
    STA $FB
    BRA L3
L2: LDA #Tva
    STA $FB
L3: BRA L1
```

d) **0p**

```
Ett EQU 1
Tva EQU 2
L1: LDA $FC
    CMPA #$6
    BLO L2
    ANDA #8
    BEQ L2
    LDA Ett
    STA $FB
    BRA L3
L2: LDA Tva
    STA $FB
L3: BRA L1
```

e) **3p**

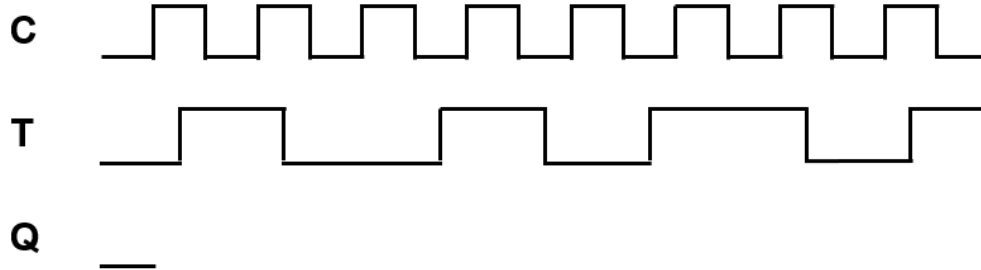
```
Ett EQU 1
Tva EQU 2
L1: LDA $FC
    CMPA #$6
    BGE L2
    BITA #$40
    BEQ L2
    LDA #Ett
    STA $FB
    BRA L3
L2: LDA #Tva
    STA $FB
L3: BRA L1
```

f) **0p**

```
Ett EQU 1
Tva EQU 2
L1: LDA $FC
    BITA #%01000000
    BEQ L2
    CMPA #6
    BHS L2
    LDA #Ett
    STA $FB
    BRA L3
L2: LDA #Tva
    STA $FB
L3: BRA L1
```

DEL B – Svara på svarsblankett 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 som finns på sidan 10.

**Uppgift 3 (8p)**

Bestäm tillståndsgraf för ett sekvensnät bestående av tre T-vippor. De Booleska uttrycken för vippornas T-ingångar är:

$$T_2 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_0} \quad T_1 = \overline{q_0} \quad T_0 = 1$$

Använd tabellerna i svarsblanketten på sidan 11 för att härleda tillståndsgraf.

Uppgift 4 (10p)

Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **RTI** genom att fylla i tabellen i svarblanketten på sidan 12.

Uppgift 5 (10p)

Skriv en subrutin som utför subtraktionen $P - Q$ där talen P och Q är 8-bitars tal med tecken. Vid anrop av subrutinen ska talet P vara placerat på TOS och talet Q på TOS+1. Resultatet av subtraktionen sparas i adress \$00. (TOS = Top of stack.)

Subrutinen får endast påverka processorns CC-register. V, N och Z-flaggorna ska sättas baserat på resultatet av subtraktionen. C-flaggan ska nollställas. Subrutinen placeras med början på adress 30_{16} .

Skriv också ett huvudprogram som testar subrutinen genom att anropa den i en oändlig loop. Placera huvudprogrammet på adress 20_{16} .

Subrutinen ska dokumenteras med utförliga kommentarer och en flödesplan. Huvudprogrammet ska dokumenteras med utförliga kommentarer.

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

Svarsblankett för del A

¹⁾ Vid skuggad ruta får inte detta alternativ anges.

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

C 

T 

Q 

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

Svarsblankett för uppgift 3

$$T_2 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_0}$$

$$T_1 = \overline{q_0}$$

$$T_0 = 1$$

q_2	q_1	q_0

T_2	q_2^+

T_1	q_1^+

T_0	q_0^+

q_2^+	q_1^+	q_0^+

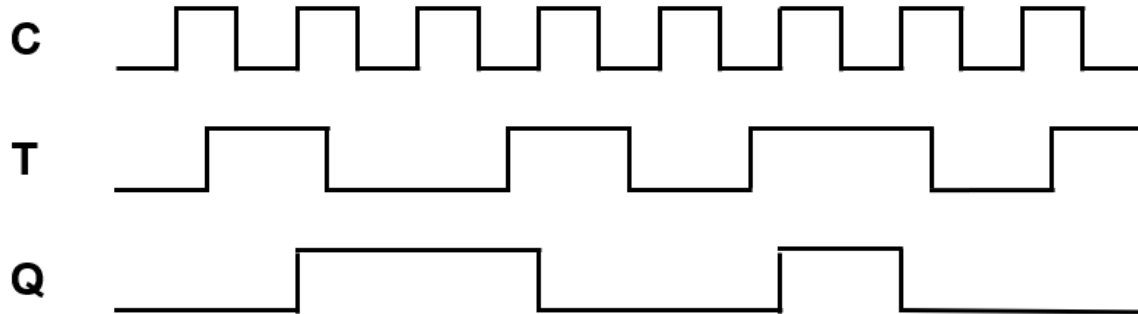
Rita tillståndsgrafén här:

Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **RTI**

[illegible]

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

Lösning till uppgift 2



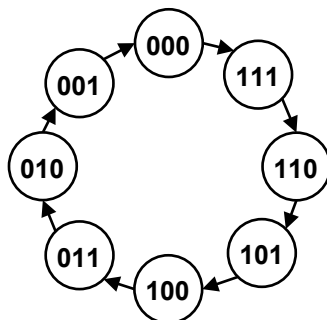
Anonym kod:	Poäng på uppgiften: (fylls i av lärare)	Löpande sidnr:
		Uppgift nr 3

Lösning till uppgift 3

$$T_2 = \overline{q_1} \cdot \overline{q_0} \quad T_1 = \overline{q_0} \quad T_0 = 1$$

q_2	q_1	q_0	T_2	q_2^+	T_1	q_1^+	T_0	q_0^+	q_2^+	q_1^+	q_0^+
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0

Rita tillståndsdigrammet här:



Beskriv implementeringen av utförandefasen för instruktionen **RTI**

[illegible]

Lösningsförslag till uppgift 5

	ORG	\$0	
TP	FCB	2	;Testvärde för P
TQ	FCB	4	;Testvärde för Q
	ORG	\$20	;Huvudprogram
	LDSP	#\$20	;Initiera stackpekaren
	LDA	TQ	;Ladda testvärde för Q
	PSHA		;Testvärde för Q till TOS
	LDA	TP	;Ladda testvärde för P
	PSHA		;Testvärde för P till TOS
LOOP	BSR	SUB	;Anropa SUB
	BRA	LOOP	;Anropa SUB igen.
	ORG	\$30	;Subrutin SUB
SUB	PSHA		;Spara undan register A
	LDA	2,SP	;Hämta P
	SUBA	3,SP	;Utför subtraktionen P - Q
	STA	\$00	;Spara resultatet i adress \$00
	PULA		;Återställ A
	ANDCC	##11111110	;Nollställ C-flaggan
	RTS		;Återhopp