

Digitalteknik TSIU05

Tentasamling

Tenta 2013-10-13

Tenta 2014-01-08

Tenta 2015-01-08

Tenta 2016-10-26

Tenta 2017-01-04

Tenta 2017-10-18

Tenta 2018-10-29

Michael Josefsson

20 oktober 2021

Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

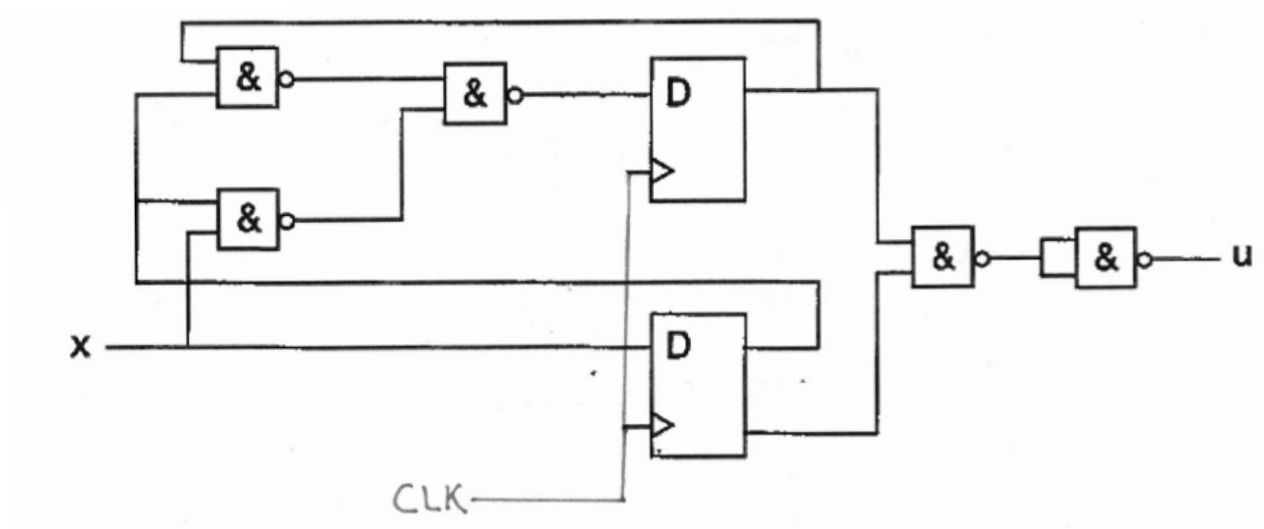
Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

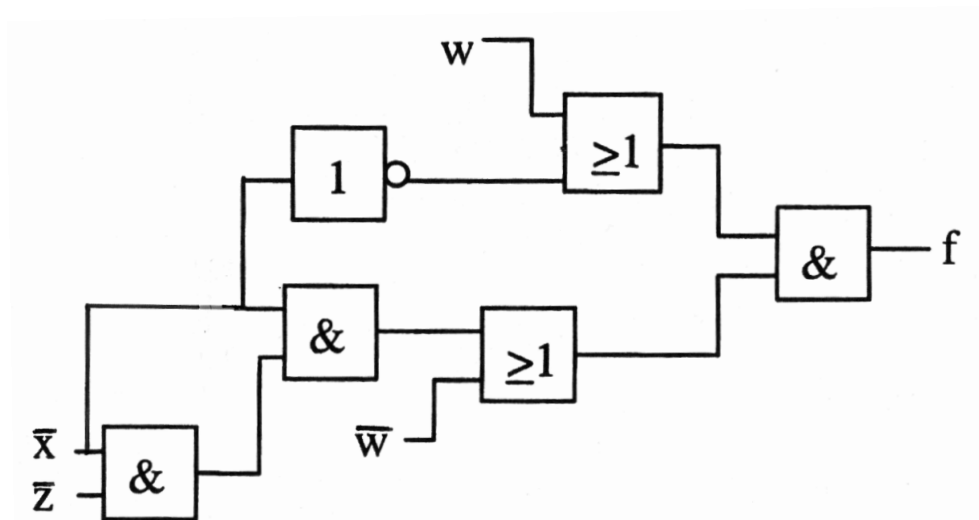
<i>Tid:</i>	2013-10-30 kl. 14–18
<i>Lokal:</i>	TERE/TER2
<i>Ansvarig lärare:</i>	Michael Josefsson. Besöker lokalen kl 16. Tel.: 013-28 12 64
<i>Adm. assistent:</i>	Michael Josefsson Tel.: 013-28 12 64
<i>Hjälpmedel:</i>	Inga hjälpmedel
<i>Antal uppgifter:</i>	6
<i>Antal sidor inkl denna:</i>	4
<i>Papperstyp:</i>	Rutigt
<i>Betygsskala:</i>	12 – 15 poäng betyg 3 16 – 19 poäng betyg 4 20 – 23 poäng betyg 5
<i>Betygslista:</i>	Anslås inom två veckor från tentamensdatum.

Läs det här: För att möjliggöra en korrekt rättning är det viktigt att de givna svaren är så tydliga och fullständiga som möjligt. Slarvigt utförda redovisningar och knapphändiga redogörelser är svåra att bedöma. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann.

1. (4p) Bestäm det tillståndsdigram (inklusive utsignal) som hör till sekvensnätet.



2. (3p) Bestäm ett *minimalt* booleskt uttryck på SP-form för nätet. Endast svar behöver anges.



3. (2p) Förenkla, så långt som möjligt, det booleska uttrycket $x\bar{y}\bar{z} + xy\bar{z} + x\bar{y}z$. Ange svaret på SP-form.

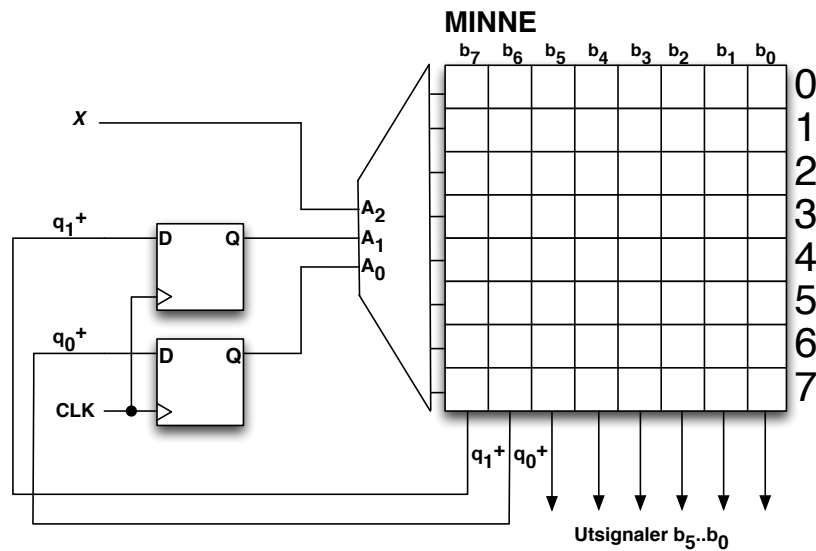
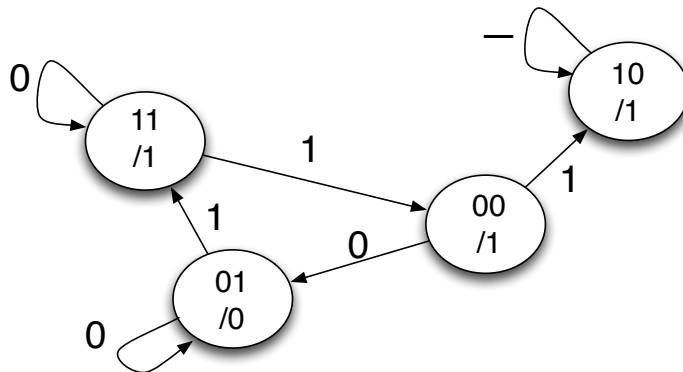
4. (5p) Ett synkront sekvensnät skall på sin utgång u markera alla grupper bestående av ett jämnt antal ettor på ingången x . Markeringen skall göras med en etta efter varje avslutad ett-grupp.

Exempel:

x : 00110111011111101...
 u : 00001000000000010...

Konstruera nätet med D-vippor och valfria grindar. Hela lösningsgången inklusive tillståndsdigram, kodning, minimering och schema måste redovisas. Sekvensnätets tillstånd utgår från tillståndet $Q = 0$ vid spänningspåslag.

5. (4p) Bestäm minnesinnehållet för att realisera tillståndsdigrammet. Diagrammet beskriver tillståndet $Q = \{q_1 q_0\}$ i moore-maskinen, insignalen heter x och b_5 är utsignalen. Endast minnesinnehållet för bitarna $b_7 \dots b_5$ behöver redovisas. Vipporna nollställs automatiskt vid spänningspåslag. A_2 är mest signifikant bit i minnets adress.



6. (5p) Konstruera ett kombinatoriskt nät som utför vissa enkla aritmetiska operationer på ett positivt binärt heltal $X = \{x_1x_0\}$. Operationernas resultat är ett positivt binärt heltal $Y = \{y_2y_1y_0\}$.

Styringångarna $\{s_1s_0\}$ bestämmer vilken operation som nätet skall utföra enligt följande tabell:

s_1s_0	Y
0 0	X
0 1	$X + 1$
1 0	$X + 2$
1 1	$2 \cdot X$

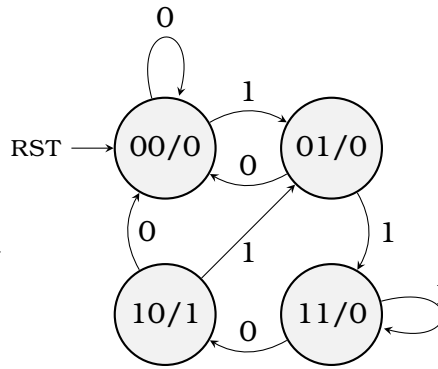
Konstruera nätet med AND- och OR-grindar och inverterare. Hela lösningsgången inklusive ekvationer och schema måste redovisas.

–o-O-o–

1.
$$\begin{cases} q_1^+ \\ q_0^+ \\ u \\ \text{(moore)} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &= q_1 q_0 + q_0 x \\ &= x \\ &= q_1 \bar{q}_0 \end{aligned}$$

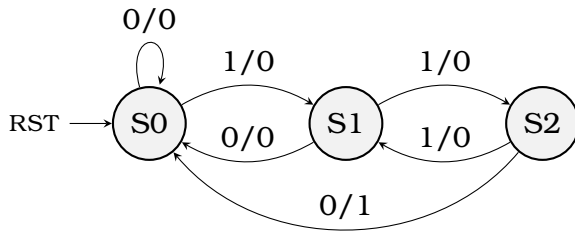
$q_1 q_0 x$	$q_1^+ q_0^+ u$
0 0 0	0 0 0
0 0 1	0 1 0
0 1 0	0 0 0
0 1 1	1 1 0
1 0 0	0 0 1
1 0 1	0 1 1
1 1 0	1 0 0
1 1 1	1 1 0



2. $f = (w + x)(\bar{w} + \bar{x} \bar{z}) = w\bar{x}\bar{z} + \bar{w}x$

3. $x\bar{y}\bar{z} + xy\bar{z} + x\bar{y}z = x\bar{y} + x\bar{z}$

4. Tillstånden kan kodas på olika sätt. Lösningen skall vara konsekvent med kodningen.



5. Minnet fylls med kolumner för nästa tillstånd och utsignal. (Tillståndsekvationer angivna för övnings skull, har inte med lösningen att göra)

xq_1q_0	$q_1^+ q_0^+ u$	$\begin{cases} q_1^+ \\ q_0^+ \\ u \\ \text{(moore)} \end{cases}$	$\begin{aligned} &= \bar{q}_1 x + q_1 \bar{x} + q_1 \bar{q}_0 \\ &= \bar{q}_1 \bar{x} + \bar{q}_1 q_0 + q_0 \bar{x} \\ &= q_1 + \bar{q}_0 \end{aligned}$
	$b_7 b_6 b_5$		
0 0 0	0 1 1		
0 0 1	0 1 0		
0 1 0	1 0 1		
0 1 1	1 1 1		
1 0 0	1 0 1		
1 0 1	1 1 0		
1 1 0	1 0 1		
1 1 1	0 0 1		

6.
$$\begin{cases} y_2 = s_1 x_1 + s_0 x_1 x_0 \\ y_1 = s_1 s_0 x_0 + \bar{s}_1 \bar{s}_0 x_1 + s_1 \bar{s}_0 \bar{x}_1 + s_1 \bar{x}_1 x_0 + \bar{s}_1 x_1 \bar{x}_0 \\ y_0 = \bar{s}_0 x_0 + \bar{s}_1 s_0 \bar{x}_0 \end{cases}$$

Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

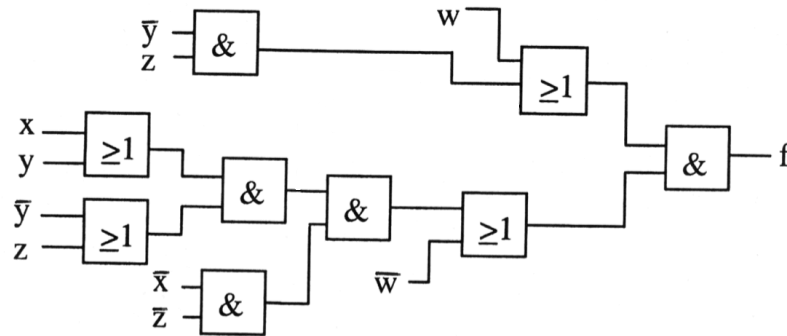
Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

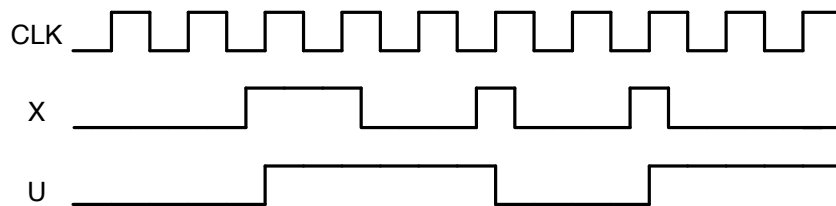
<i>Tid:</i>	2014-01-08 kl. 14–18
<i>Lokal:</i>	T1, T2
<i>Ansvarig lärare:</i>	Michael Josefsson. Besöker lokalen kl 16. Tel.: 013-28 12 64
<i>Adm. assistent:</i>	Michael Josefsson Tel.: 013-28 12 64
<i>Hjälpmedel:</i>	Inga hjälpmedel
<i>Antal uppgifter:</i>	6
<i>Antal sidor inkl denna:</i>	3
<i>Papperstyp:</i>	Rutigt
<i>Betygsskala:</i>	12 – 15 poäng betyg 3 16 – 19 poäng betyg 4 20 – 23 poäng betyg 5
<i>Betygslista:</i>	Anslås inom två veckor från tentamensdatum.

Läs det här: För att möjliggöra en korrekt värdering av lösningarna är det viktigt att de är så tydliga och fullständiga som möjligt. Slarvigt utförda redovisningar och knapphändiga redogörelser är svåra att bedöma. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann.

1. (2p) Bestäm ett *minimalt* booleskt uttryck på SP-form för utsignalen f . Endast svar behöver anges.

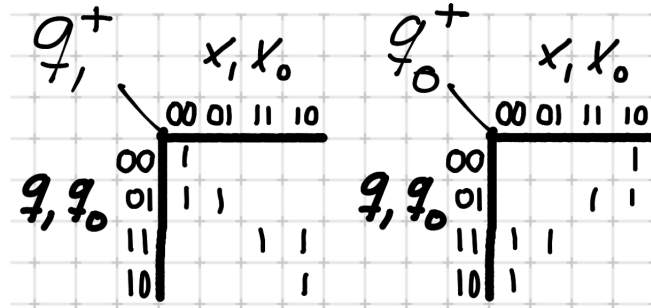


2. (2p) Förenkla, så långt som möjligt, det booleska uttrycket $\overline{\overline{xy} + (x + z)}$. Ange svaret på SP-form.
3. (4p) Adderare för BCD-tal.
- Beskriv hur summa och minnessiffra (*carry*) uppstår vid addition av två BCD-siffror. De booleska ekvationerna för minnessiffran måste speciellt framgå. (2p)
 - Ange, så tydligt som möjligt, med blockschemasymboler och/eller ekvationer, en hårdvarustruktur som utgör en sådan adderare för två BCD-tal. (2p)
4. (5p) Man vill tillverka ett synkront sekvensnät som har en 1-bits digital insignal \mathcal{X} och en utsignal \mathcal{U} . Sekvensnätets beteende beskrivs med nedanstående tidsdiagram:

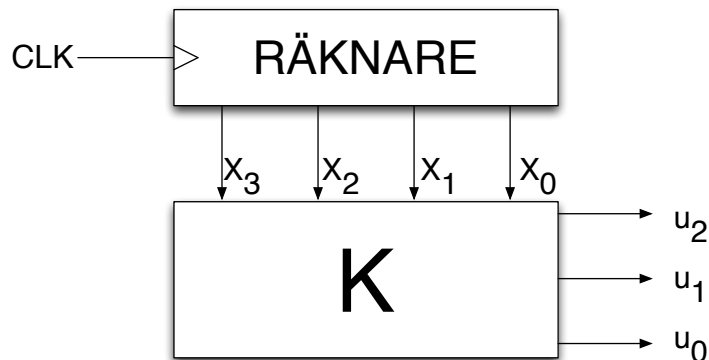


Konstruera ett minimalt nät som har detta beteende. Redovisa hela lösningsgången och avslutande schema.

5. (5p) Rita den tillståndsgraf (tillståndsdiagram) med in- och utsignaler som hör till karnaughdiagrammen nedan. Enbart ettorna är markerade, tomma rutor innehåller nollor. Tillstånden heter q_1 och q_0 . Signalerna x_1 och x_0 är insignaler till sekvensnätet. Utsignalen $U = q_1 \bar{q}_0$. Färdigställ sedan nätet med digitala grindar och vippor. Redovisa hela lösningsgången och schema.

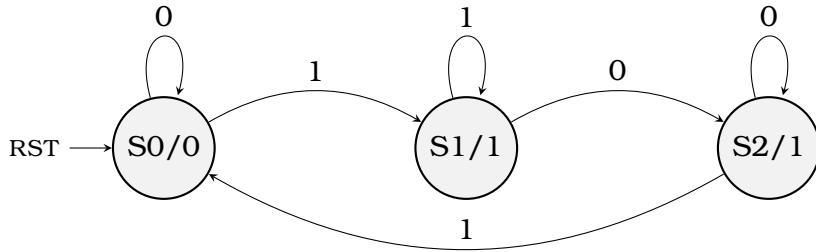


6. (5p) Kvadratroten ur talet 2 med 12 decimaler ges av $\sqrt{2} = 1.414\ 2135\ 6237\ 3$. Bestäm ett *minimalt* kombinatoriskt nät, \mathcal{K} , som, när det drivs från en binärräknare som räknar 0 – 12, sekvensiellt genererar ovanstående sifferföljd (decimalpunkten undantagen) på nätets utsignal $U = \{u_2 u_1 u_0\}$. x_0, u_0 är minst signifikanta bitar. Redovisa hela lösningsgången inklusive booleska uttryck. Schema behöver inte ritas.

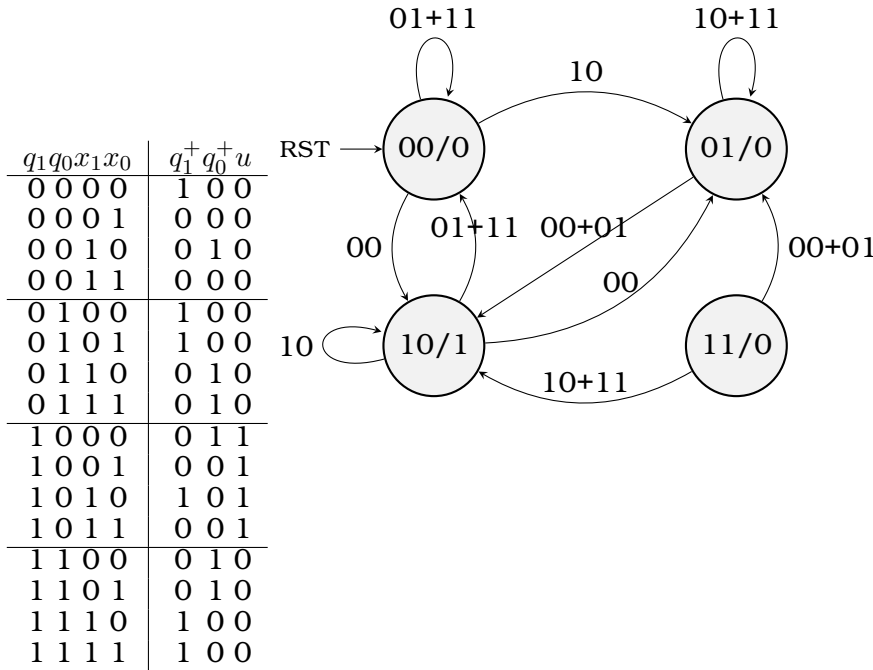


2014-01-08:

- $(w + \bar{y}z)[(x + y)(\bar{y} + z)(\bar{x}\bar{z})] = \bar{w}(w + \bar{y}z) = \bar{w}\bar{y}z$
- $\overline{\bar{x}\bar{y}} + (\bar{x} + z) = xy(x + z) = xy + xyz = xy(1 + z) = xy$
- a, b) Beskriv hur addition av BCD-siffror måste addera 6 om summan hamnar i det otillåtna intervallet \$A\$-\$F\$. Carryn blir ökning av tioalet i detta fall. Kan redovisas på olika sätt.
- Testsekvens $x = 00110101000$
 $u = -0011100111$. Utsignalen ändras enbart vid klockflank varför Moore ansätts.



- Det finns *ingen* anledning att ringa i KD. Det är slöseri med tid. Rekonstruera istället den tillståndstabell som gav KD:



(En avslutande observation är att tillståndet 11 inte kan nås, dvs KD för raden $q_1q_0 = 11$ är *don't cares*. De angivna KD är således inte minimala. Det kan ha inverkan på realiseringens schema.)

- K-nätet ska generera siffra för siffra.

$x_3x_2x_1x_0$	$u_2u_1u_0$	$\sqrt{2}...$	$x_3x_2x_1x_0$	$u_2u_1u_0$	$...\sqrt{2}$
0000	001	1	1000	110	6
0001	100	4	1001	010	2
0010	001	1	1010	011	3
0011	100	4	1011	111	7
0100	010	2	1100	011	3
0101	001	1	1101	---	-
0110	011	3	1110	---	-
0111	101	5	1111	---	-

$$\left\{ \begin{array}{l} u_2 = x_1x_0 + x_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + \bar{x}_3\bar{x}_2x_0 \\ u_1 = x_2\bar{x}_0 + x_3 \\ u_0 = \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_0 + x_3x_2 + x_3x_1 + x_2x_0 + x_1\bar{x}_0 \\ \text{eller} \\ u_0 = \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_0 + x_3x_2 + x_3x_1 + x_2x_0 + x_2x_1 \end{array} \right.$$

Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

Tid: 2015-01-08 kl. 14–18

Lokal:

Ansvarig lärare: Michael Josefsson. Besöker lokalen kl 16.
Tel.: 013-28 12 64

Adm. assistent: Michael Josefsson
Tel.: 013-28 12 64

Hjälpmedel: Inga hjälpmedel

Antal uppgifter: 6

Antal sidor inkl denna: 4

Papperstyp: Rutigt

Betygsskala: 13 – 16 poäng betyg 3
17 – 20 poäng betyg 4
21 – 23 poäng betyg 5

Betygslista: Anslås inom två veckor från tentamensdatum.

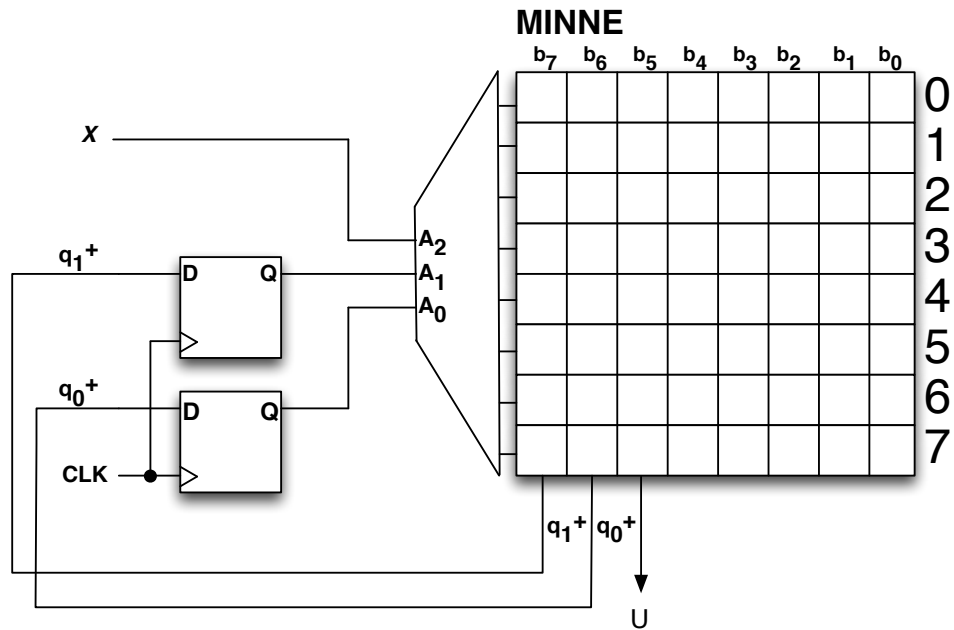
Observera: För att möjliggöra en korrekt värdering av lösningarna är det viktigt att de är så tydliga och fullständiga som möjligt. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Minimala lösningar söks om inget annat anges. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann. Speciellt: Scheman som är otydliga ger noll poäng!

- (4p) Rita den tillståndsgraf som realiseras i det PROM-baserade sekvensnätet nedan. Insignalen x är synkroniserad och utsignalen är U . A_0 är LSB som vanligt. Ekvationerna för minnesinnehållet är

$$q_1^+ = \bar{q}_1 q_0 \quad (0.1)$$

$$q_0^+ = \bar{q}_1 \bar{q}_0 + q_0 \quad (0.2)$$

$$U = \bar{x} q_0 \quad (0.3)$$



- (3p) Förenkla algebraiskt (dvs med användning av boolesk algebra), så långt som möjligt, det booleska uttrycket

$$(a + b + \bar{b}c)(\bar{b} + bc)\overline{a + \bar{c} + ac}.$$

Ange svaret på SP-form.

- (4p) Konstruera en minimal 4-bitars "binär-till-graykod"-omvandlare där utsignalen är en fyrabitars graykod.

- Genomför konstruktionen av nätet och redovisa samtliga steg inklusive sanningstabell, karnaughdiagram och avslutande ekvationer. (3p)
- Realisera den erhållna konstruktionen med *enbart* XOR-grindar. Rita schema. (1p)

4. (4p) Konstruera ett sekvensnät som ger 1 ut, om och endast om, de fyra senaste seriella inbitarna är 1010. Exempelvis ger insekvensen x upphov till utsekvensen y enligt

$$x = \dots 1101101001010100\dots$$

$$y = \dots 000000010000101010\dots$$

Realisera med D-vippor och valfria grindar. Hela lösningsgången inklusive ekvationer och schema måste redovisas.

5. (4p) I en dator vill man använda den färdiga ALU-kretsen 74LS181 (*Arithmetic Logic Unit*) för att genomföra operationerna XOR, OR, AND och ADD. ALU:ns funktioner styrs av signaler på pinnarna M och S3–S0 enligt tabellen nedan. Då man bara vill använda fyra operationer kodas dessa i två bitar x_1x_0 . Man önskar konstruera en enkel översättningslogik mellan de två insignalerna och ALU:ns styrsignaler. Ur kretsens datablad

SELECTION				ACTIVE-HIGH DATA		
				M = H LOGIC FUNCTIONS	M = L; ARITHMETIC OPERATIONS	
S3	S2	S1	S0		$\overline{C}_n = H$ (no carry)	$\overline{C}_n = L$ (with carry)
L	L	L	L	$F = \overline{A}$	$F = A$	$F = A \text{ PLUS } 1$
L	L	L	H	$F = \overline{A + B}$	$F = A + B$	$F = (A + B) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	L	$F = \overline{AB}$	$F = A + \overline{B}$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	H	$F = 0$	$F = \text{MINUS } 1 \text{ (2's COMPL)}$	$F = \text{ZERO}$
L	H	L	L	$F = \overline{AB}$	$F = A \text{ PLUS } \overline{AB}$	$F = A \text{ PLUS } \overline{AB} \text{ PLUS } 1$
L	H	L	H	$F = \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \overline{AB}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \overline{AB} \text{ PLUS } 1$
L	H	H	L	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ MINUS } B \text{ MINUS } 1$	$F = A \text{ MINUS } B$
L	H	H	H	$F = \overline{AB}$	$F = \overline{AB} \text{ MINUS } 1$	$F = \overline{AB}$
H	L	L	L	$F = \overline{A + B}$	$F = A \text{ PLUS } AB$	$F = A \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	L	H	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ PLUS } B$	$F = A \text{ PLUS } B \text{ PLUS } 1$
H	L	H	L	$F = B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } AB$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	H	H	$F = AB$	$F = AB \text{ MINUS } 1$	$F = AB$
H	H	L	L	$F = 1$	$F = A \text{ PLUS } A^\dagger$	$F = A \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	L	H	$F = A + \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	L	$F = A + B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } A$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	H	$F = A$	$F = A \text{ MINUS } 1$	$F = A$

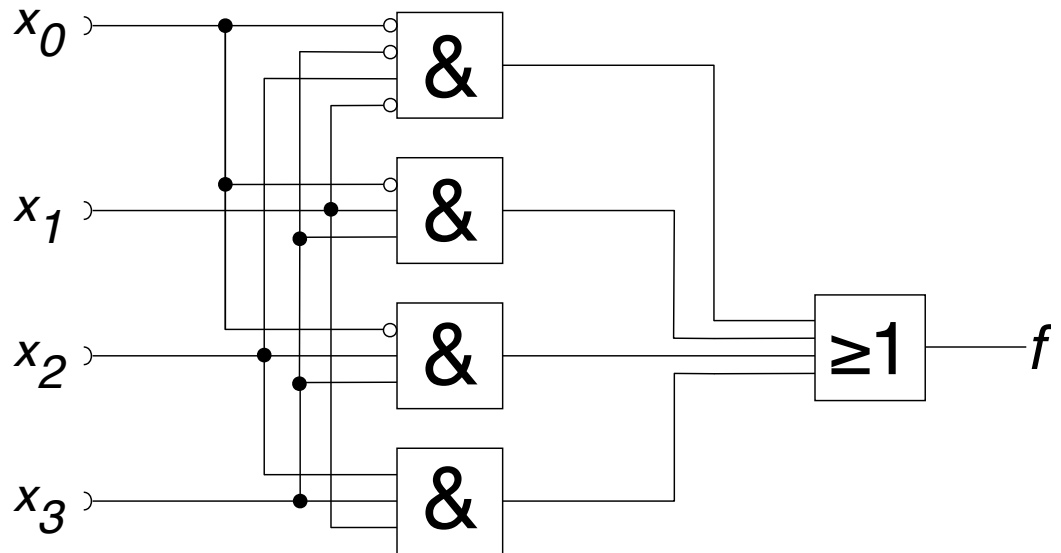
† Each bit is shifted to the next more significant position.

kan man se att motsvarande sanningstabell vid en viss kodning av x_1x_0 blir:

Op.	x_1x_0	M	S3	S2	S1	S0
XOR	00	1	0	1	1	0
OR	01	1	1	1	1	0
AND	10	1	1	0	1	1
ADD	11	0	1	0	0	1

- a) Genomför konstruktionen. Redovisa lösningsgången och avslutande ekvationer. (3p)
- b) Rita ett schema för konstruktionen där *endast* 4 NAND-grindar (dvs en kapsel 74LS00) används. (1p)

6. (4p) Figuren visar en realisering av funktionen $f = f(x_3x_2x_1x_0)$:

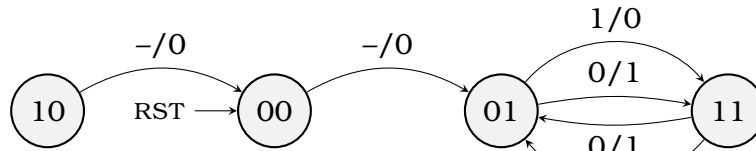


- Visa att realiseringen inte är minimal. (2p)
- Bestäm en minimal realisering av funktionen. Redovisa lösningsgången, avslutande ekvationer och schema. (2p)

2015-01-08:

1. Tillståndsekvationerna ger

q_1q_0x	$q_1^+q_0^+u$
000	010
001	010
010	111
011	110
100	000
101	000
110	011
111	010



(Då $q_1q_0 = 10$ inte kan nås var troligen $q_1^+q_0^+$ satt som *don't cares* vid konstruktionen.)

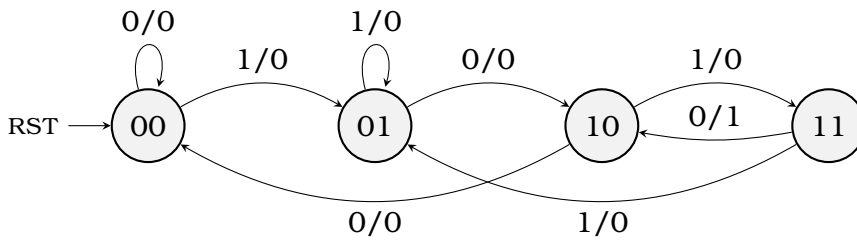
2. $(a + b + \bar{b}\bar{c})(\bar{b} + bc)(a + \bar{c} + ac) = \bar{a}c$

3. Graykod, speglad kod

$q_1q_0x_1x_0$	$y_3y_2y_1y_0$	$q_1q_0x_1x_0$	$y_3y_2y_1y_0$
0000	0000	1000	1100
0001	0001	1001	1101
0010	0011	1010	1111
0011	0010	1011	1110
0100	0110	1100	1010
0101	0111	1101	1011
0110	0101	1110	1001
0111	0100	1111	1000

Via KD fås $\begin{cases} y_3 = x_3 \\ y_2 = x_3 \oplus x_2 \\ y_1 = x_2 \oplus x_1 \\ y_0 = x_1 \oplus x_0 \end{cases}$

4. Flera kodningar möjliga, en del enklare än andra.



$$\begin{cases} q_1^+ = \bar{x}q_0 + xq_1\bar{q}_0 \\ q_0^+ = x \\ u = \bar{x}q_1q_0 \end{cases}$$

5. x_1x_0 och M insignaler, s_i utsignaler.

$$\begin{cases} M = \bar{x}_1 + \bar{x}_0 = \bar{x}_1\bar{x}_0 \\ s_3 = \bar{x}_1\bar{x}_0 \\ s_2 = \bar{x} \\ s_1 = M \\ s_0 = x_1 \end{cases}$$

6. Ur figuren $f(x_3x_2x_1x_0) = \bar{x}_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + x_3x_1\bar{x}_0 + x_3x_2\bar{x}_0 + x_3x_2x_1$. Rita i KD, hitta onödiga överlapp \Rightarrow icke-minimalt.

Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

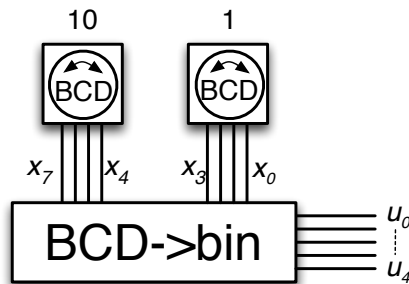
Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

<i>Tid:</i>	2016-10-26 kl. 14-18
<i>Lokal:</i>	TER3 TER4
<i>Ansvarig lärare:</i>	Michael Josefsson. Besöker lokalen kl 16. Tel.: 013-28 12 64
<i>Adm. assistent:</i>	Michael Josefsson Tel.: 013-28 12 64
<i>Hjälpmedel:</i>	Inga hjälpmedel
<i>Antal uppgifter:</i>	6
<i>Antal sidor inkl denna:</i>	3
<i>Papperstyp:</i>	Rutigt
<i>Betygsskala:</i>	12 – 15 poäng betyg 3 16 – 18 poäng betyg 4 19 – 21 poäng betyg 5
<i>Betygslista:</i>	Förväntas inom två arbetsveckor från tentamensdatum.

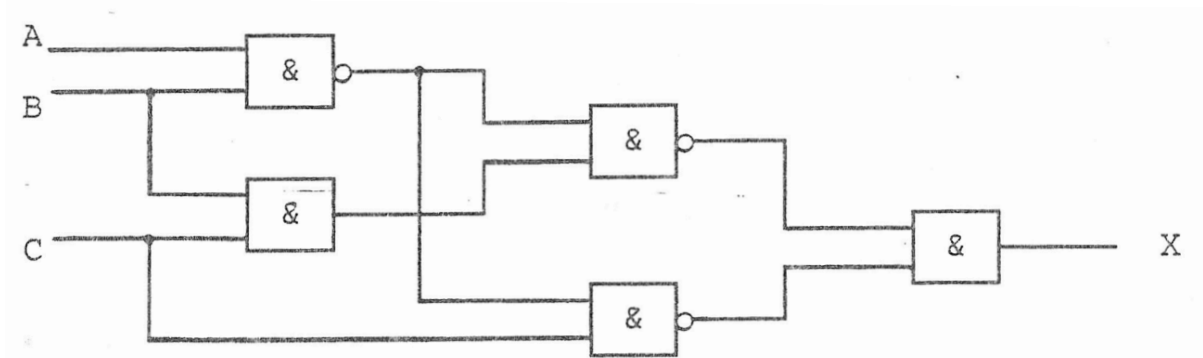
Observera: För att möjliggöra en korrekt värdering av lösningarna är det viktigt att de är så tydliga och fullständiga som möjligt. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Minimala lösningar söks om inget annat anges. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann. Speciellt: Scheman som är otydliga ger noll poäng!

- (3p) Med varje vred i figuren kan man ställa in en decimal BCD-kodad siffra. Man vill kunna ställa in de decimala talen 0–19 och översätta dessa till sin binära motsvarighet. Insignaler är "BCD-total" och "BCD-ental" med fyra bitar vardera. Utsignalen $u_4 \dots u_0$ är ett 5-bitars binärt tal där u_0 är minst signifikant bit.



Konstruera det minimala kombinatoriska nät som utför denna översättning för de önskade in-talen. Redovisa hela lösningsgången med avslutande svar på SP-form.

- (2p) I en konstruktion påträffades följande nät.

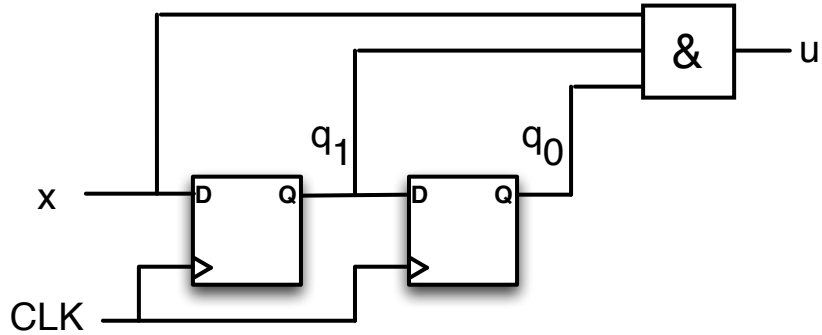


Förenkla nätet så långt som möjligt. Redovisa hela lösningsgången och ange svaret algebraiskt på SP-form.

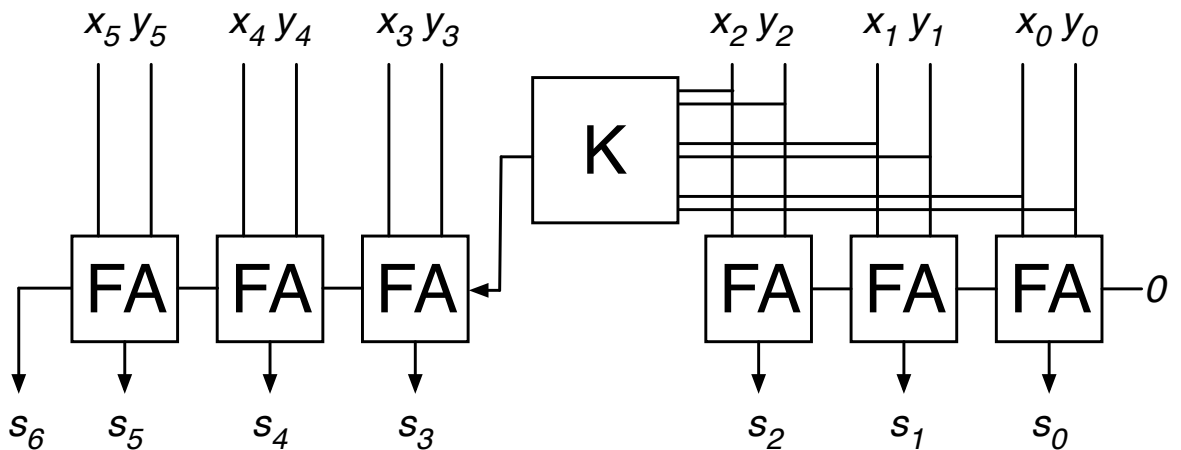
- (3p) Rita den *minimala* tillståndsgraf för följande tillståndstabell. Beteckningarna är sådana att för $T(U)$ är T tillståndet och U utsignalen som vanligt.

Q	Q ⁺	
	x = 0	x = 1
A	A(0)	B(1)
B	C(1)	D(1)
C	A(0)	E(1)
D	C(1)	B(1)
E	E(1)	A(0)

4. (4p) Ett sätt att realisera en '111'-detektor, dvs ett sekvensnät som ger utsignalen $u = 1$ då den senaste seriella insignalen x varit tre 1-or i rad ges i nätet nedan.



- a) Rita motsvarande tillståndsgraf med tillstånden kodade enligt $\{q_1q_0\}$. (3p)
- b) Är nätet av moore- eller mealy-typ? (1p)
5. (5p) För att minska tiden vid binär addition med en kedja av fulladderare, FA, används ofta så kallad *carryacceleration*. En sådan accelerator beräknar carry-signal för senare steg i kedjan direkt ur givna insignaler. För två 6-bitars tal $\mathcal{X} = \{x_5x_4x_3x_2x_1x_0\}$ och $\mathcal{Y} = \{y_5y_4y_3y_2y_1y_0\}$ kan carryaccelerationen utföras med ett kombinatoriskt nät K enligt nedan:



- a) Bestäm sanningstabellen för K . (2p)
- b) Använd karnaughdiagram för att ta fram ett minimalt booleskt uttryck för innehållet i K . Redovisa resultatet algebraiskt på SP-form. (3p)
6. (4p) Konstruera ett synkront sekvensnät S med en insignal x och en utsignal u så att $u = x$ sånär som på att sista ettan i sekvensen $\dots 1101$ i insignalen skall ersättas med en nolla på utsignalen. Observera att överlappande sekvenser måste hanteras korrekt. Exempel:

$$x = 0101110110011011011001\dots$$

$$u = 0101110010011001001001\dots$$

Realisera med två D-vippor och valfria grindar. Starttillståndet kan antagas vara $Q = \{q_1q_0\} = \{00\}$. Redovisa hela lösningsgången inklusive ekvationer och välliknande läsbart schema.

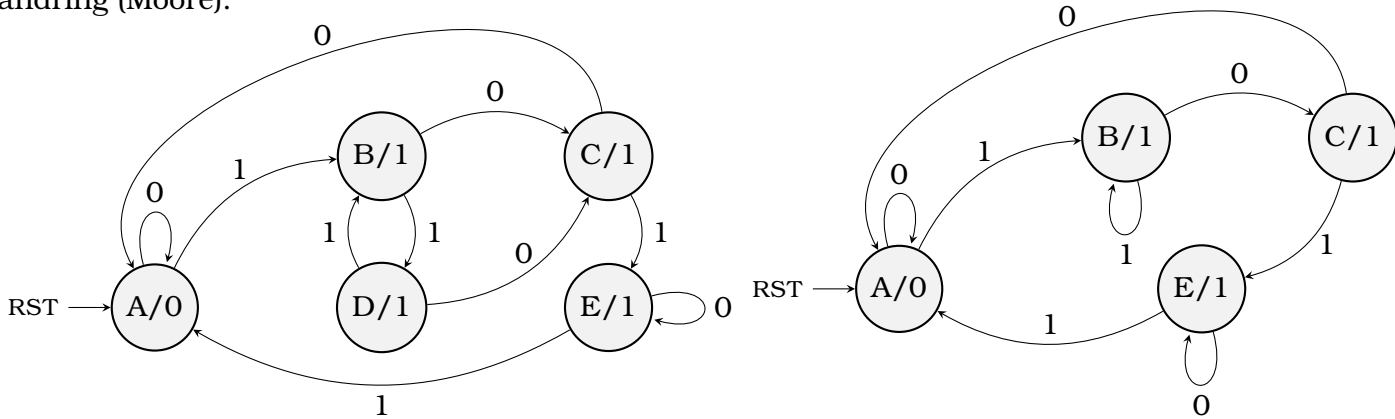
2016-10-26:

1. BCD-talet = $x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1x_0 = \{00 \dots 19\}$. $x_7x_6x_5 = 0$. Sanningstabell för $x_4x_3x_2x_1x_0 = \{00 \dots 19\}$ där x_4 blir 1 för $\{10 \dots 19\}$. Observera en massa DC för $x_4x_3x_2x_1 = \{5, 6, 7, 13, 14, 15\}$ med flera.

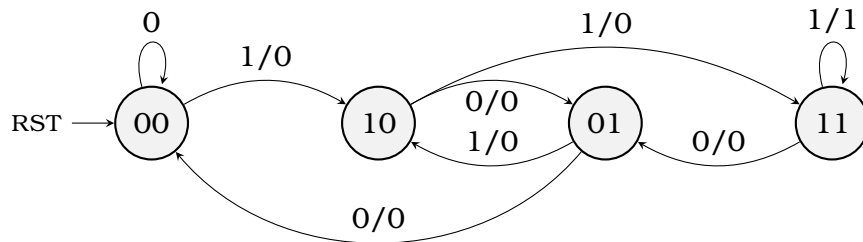
$$\begin{cases} u_4 &= x_4x_3 + x_4x_2x_1 \\ u_3(i) &= \overline{x_4}x_3 + x_4\overline{x_3}\overline{x_2} + x_4\overline{x_3}x_1 \\ u_3(ii) &= \overline{x_4}x_3 + x_4\overline{x_2}x_1 + x_4\overline{x_3}x_1 \\ u_2 &= \overline{x_4}x_2 + x_2\overline{x_1} + x_4x_2x_1 \\ u_1 &= \overline{x_4}x_1 + x_4\overline{x_1} \\ u_0 &= x_0 \end{cases}$$

2. Ur schemat $x = \overline{\overline{AB}BC} \cdot \overline{\overline{ABC}} = AB + \overline{C}$.

3. Tillståndstabellen ger vänster figur som kan minimeras till den högra utan funktionsförändring (Moore):



4. Schemat ger



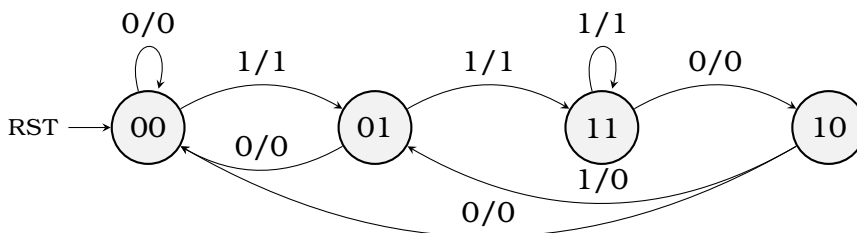
$$\begin{cases} q_1^+ &= x \\ q_0^+ &= q_1 \\ u_0 &= xq_1q_0 \end{cases} \text{ (mealy)}$$

5. $\sum_0^2 x_i + y_i$ ger carry om summan ≥ 7 dvs $x_3x_2x_1x_0 = 1xxx'$. Man kan skriva upp alla dessa kombinationer och sen gå loss med KD på sanningstabellen $\Rightarrow c = x_2y_2 + (x_2 + y_2)(x_1y_1 + x_1x_0y_0 + y_1y_0x_0)$ som kan skrivas

$$x_2y_2 + x_2x_1y_1 + x_2x_1x_0y_0 + x_2x_0y_1y_0 + x_1y_2y_1 + x_1x_0y_2y_0 + y_2y_1y_0x_0(!)$$

Samma resultat kan fås genom att studera när x_0, y_0 ger carry, utöka detta till x_1, y_1 osv.

6. Måste vara Mealy annars kan inte utsignalen ändras så.



(Q=00: Ingen etta, Q=01: En etta, Q=11: ≥ 2 ettor, Q=10: 1101 hittat)

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1^+ \\ q_0^+ \\ u_0 \\ \text{(mealy)} \end{array} \right. \begin{array}{l} = q_1 q_0 + q_0 x \\ = x \\ = \overline{q_1} x + q_0 x \\ \text{(Grinddelning } q_0 x) \end{array}$$

För godkänd på tentamen ska tentanden uppvisa kunskaper och förmågor både inom ämnets grunder och dess tillämpning i praktiken. Grundkunskaper av typen "kunna genomföra minimering av ett givet uttryck", "realisera en given sanningstabell" testas som del av större uppgifter där tentanden uppvisar förmåga att urskilja vad som behövs göras. En uppgift testar förståelse och problemlösningsförmåga. Detta innebär att frågeställningen inte bör tvinga fram en viss lösningsgång genom små deluppgifter.

Utöver resulterande bedömning enligt nedan noteras speciellt tydliga/otydliga, bra/dåliga lösningar. Vid summering av slutresultatet sker även en totalbedömning där helhetsintrycket kan inverka /något/ på slutbedömningen. Maximalt poängantal på uppgifterna kan dock inte överskridas.

Bedömning: Np = Totalbedömning, +/-Mp = Inkrementell bedömning

Uppg 1. 3p. (Kombinatorik, minimering, förståelse av BCD-tals uppbyggnad, binära tal)

BCD felaktigt behandlat/förstått -> 0p
BCD korrekt, allt annat fel -> 1p
d:o och ingen hänsyn till
don't care i K-nät -> 1p
K-nät icke minimalt -> -1p/gång
Ingen hänsyn till don't care i K-nät -> 1p
Enstaka avläsningsfel K-nät, i övrigt
gedigen lösningsgång -> - (anm)

Uppg2. 2p. (Grindsymboler, kombinatoriktanken, boolesk algebra, SP-form)

Gedigen lösningsgång fast tappat
inverstecken e dyl. EJ räknefel. -> -1p
Resultat ej SP-form -> -1p
Räknefel -> 0p

Uppg3. 3p. (Tillståndsgraf ur tillståndstabell, minimering av graf, Moore-Mealy)

Korrekt graf ur tabell -> +1p
Korrekt typ av graf (Moore) -> +1p
Korrekt minimering -> +1p

Uppg4. 3+1p. a) (Tillståndsgraf ur schema, att bitordning spelar roll, '111'-funktion)

Ordning {q0q1} istf {q1q0}. OK f.ö. -> -1p
Enstaka båge fel -> -1p
b) (Moore och mealy)
Fel typ -> -1p

Uppg5. 2+3p. a) (Förstå schema, fulladderare, carry och carrykedja, aritmetik)

Ansatz ok, strategi och riktning ok -> 1..2p (bedömning)
Tolkningsfel av syftet -> -1p
Enstaka fel i sanningstabell (1-or
dock placerade korrekt) -> -
Fel av typen (c=x2y2+x1y1+x0y0), som
går att motbevisa utan större fantasi -> 0p
b) (Större K-nät, noggrannhet/förtrogenhet)
Fel i ringning/minimering -> -1p/gång
Inte SP-form -> -

Uppg6. 4p. (Sekvensnät ur beskrivning, moore/mealy-typ)

Graf korrekt -> 2p

Minimering korrekt -> 1p
Schema korrekt -> 1p
Nät av mooretyp (testsekvensen inte OK) -> -2p
Testsekvensen funkar inte alls -> -2p
Enstaka bågfejl -> -1p
Minimeringsfel -> -1p
Uppenbart orimligt nät (komplext) -> -2p

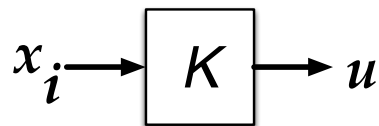
Exempeluppgifter med lösningsdiskussion i digitalteknik TSIU05. Januari 2017.
OBS Okontrollerad tipsversion. Typos kan förekomma. Finn fem fel! Och ringarna i karnaughdiagrammen får du rita själv...

1. (3p) Tillverka ett kombinatoriskt nät som ger $u = 1$ om insignalen är ett fyra bitars *graykodat* tal $\mathcal{X} = \{x_3x_2x_1x_0\}$ så att $5 \leq x \leq 12$ (i graykodsordningen). Redovisa hela lösningsgången och realisera med NAND-grindar i ett avslutande schema.

Denna uppgift testar graykod, kombinatorik, NAND-lösning, schemaritning.

Uppgiften är en ordinär kombinatorisk uppgift med twisten att man också ska visa att man vet vad graykod är för något. Kan man graykod är detta verkligen standarduppgift 1A. I graykoden sker endast en bits förändring mellan varje uppräknings och den kan konstrueras med hjälp av successiva speglingar (graykoden tillhör gruppen speglade koder).

Det handlar om ett K-nät med fyra insignaler x_i och en utsignal u :



med funktionen:

N	Gray	u
	3210	
0	0000	0
1	0001	0
2	0011	0
3	0010	0
4	0110	0
5	0111	1 =5
6	0101	1
7	0100	1
8	1100	1
9	1101	1
10	1111	1
11	1110	1
12	1010	1 =12
13	1011	0
14	1001	0
15	1000	0

signal. Det får alltså inte finnas några *don't cares, DC*, i diagrammet.

Ur KD ovan får vi efter lämpliga inringningar

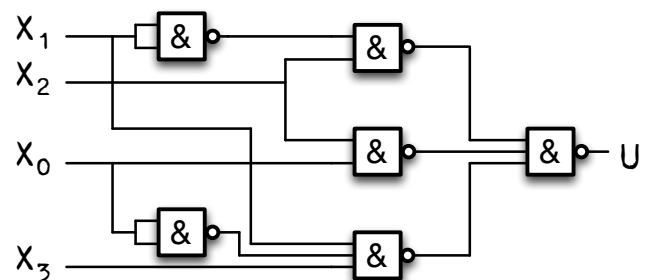
$$u = x_2\bar{x}_1 + x_2x_0 + x_3x_1\bar{x}_0$$

Övergång till NAND-logik sker med *de Morgans lag*:

$$u = \bar{\bar{u}} = \overline{x_2\bar{x}_1 + x_2x_0 + x_3x_1\bar{x}_0} = \overline{x_2\bar{x}_1} \cdot \overline{x_2x_0} \cdot \overline{x_3x_1\bar{x}_0}$$

Karnaughdiagrammet, *KD*, för den enda utsignalen u blir då:

u	x_1x_0	x_1x_0	x_1x_0	x_1x_0
x_3x_2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	0
11	1	1	1	1
10	0	0	0	1



Observera här att *alla* insignalkombinationer är giltiga och måste ha en ut-

inverteringarna har här också utförts med NAND-grindar som uppgiften kräver.

2. (2p) Förenkla *algebraiskt*, dvs med hjälp av boolesk algebra, uttrycket

$$\overline{(\overline{x + x + y})(\overline{y + y + z})}$$

Förenkla nätet så långt som möjligt. Redovisa hela lösningsgången och ange svaret algebraiskt på SP-form.

Denna uppgift testar behandling av boolesk algebra.

Det finns normalt flera olika vägar till den enklaste formen i den här typen av uppgift. Redovisningen måste vara noggrann och tydlig men inga krav finns på att det är den kortaste. Det är lämpligt att gå olika vägar och se att man får samma svar oavsett. Om det står att lösningen ska vara *algebraisk* måste algebraiska manipulationer användas hela vägen.

Förslag 1:

$$\begin{aligned}\overline{(\overline{x + x + y})(\overline{y + y + z})} &= \overline{(\overline{x + x + y})} + \overline{(\overline{y + y + z})} = \\ &= x \cdot \overline{\overline{x + y}} + \overline{\overline{y + z}} = x(x + y) + y(y + z) = x + xy + y + zy = x + y + z = \\ &= x + y(x + 1) + zy = x + y + zy = x + y(z + 1) = x + y.\end{aligned}$$

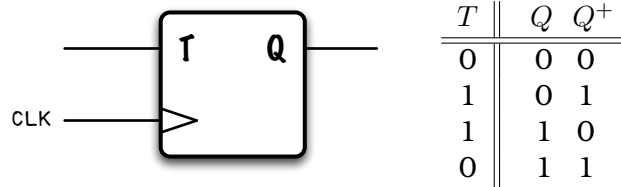
Förslag 2:

$$\begin{aligned}\overline{(\overline{x + x + y})(\overline{y + y + z})} &= \overline{(\overline{x + x \overline{y}})(\overline{y + \overline{y} z})} = \\ &= \overline{\overline{x(1 + \overline{y})} \cdot \overline{\overline{y}(1 + z)}} = \overline{\overline{x} \cdot \overline{\overline{y}}} = x + y.\end{aligned}$$

Beräkningarna kan se rätt olika ut beroende på vilken väg man väljer att gå. Redovisa i små steg och utelämna inget. Uppenbara förenklingar av typen $xx = x$ behöver dock inte nödvändigtvis dokumenteras.

Uppgiftsformuleringen hindrar inte att man kan *kontrollera* resultatet med hjälp av ett lämpligt KD.

3. (3p) En T-vippa enligt nedan kännetecknas av tillståndstabellen:



Konstruera en binärkodad räknare som genomlöper tillstånden 1,2,3,4,5,1,2,...
Använd ett minimalt antal sådana T-vippor. Redovisa hela lösningsgången inklusive avslutande ekvationer på SP-form.

Denna uppgift testar förståelse av sekvensnät och dito lösningsgång.

Vi använder tillståndsekvationer för att beskriva övergångar mellan olika tillstånd. Med D-vippor som minneselement blir ekvationen för *nästa tillstånd*, Q^+ , just nästa tillstånd.

Inget hindrar oss från att ha annat än D-vippor som minneselement. I uppgiften beskrivs funktionen hos minneselementet T-vippan. Man ser i tillståndstabellen att nuvarande tillstånd bevaras om insignalen T är noll och ändras annars.

Uppgiften går således ut på att tillverka den autonoma räknaren 1,2,3,4,5,1,2,... med ekvationer för signalerna T som ger korrekta tillståndsövergångar.



N	Q	Q ⁺	T
	210	210	210
0	000	---	---
1	001	010	011
2	010	011	001
3	011	100	111
4	100	101	001
5	101	001	100
6	110	---	---
7	111	---	---

T1	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀
q ₂	00	01	11	10
0	-	1	1	0
1	0	0	-	-

T0	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀
q ₂	00	01	11	10
0	-	1	1	1
1	1	0	-	-

Dvs

$$\begin{cases} T_2 = q_1q_0 + q_2q_0 \\ T_1 = \overline{q_2}q_0 \\ T_0 = \overline{q_2} + \overline{q_0} \end{cases}$$

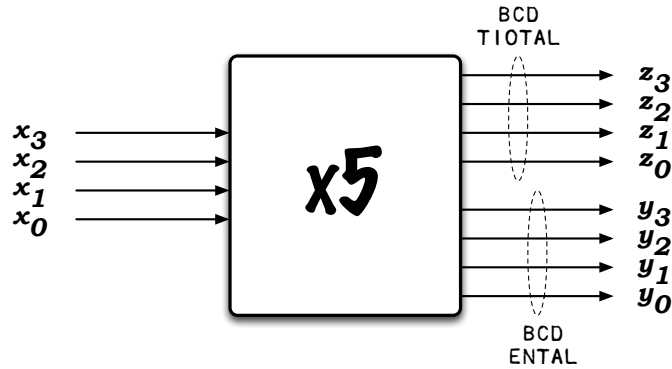
som är på den önskade SP-formen.

(Då T-vippan gör mer än D-vippan, det kan tänkas naturligt att nästa-tillståndslogiken blir enklare? Ännu enklare vore en vipp-typ som gör precis det vi vill i uppgiften! Komponenter försöker dock vara så generellt användbara som möjligt. Jämför med D-vippelösning!¹)

T2	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀	q ₁ q ₀
q ₂	00	01	11	10
0	-	0	1	0
1	0	1	-	-

¹Eller med JK-vippor. Dessa ingår inte längre i kursen men var de mest använda vipporna när man konstruerade med enbart TTL-kapslar. Vilken vippa ger enklaste logik?

4. (3p) Konstruera det kombinatoriska nätet som multiplicerar en given BCD-siffra $\mathcal{X} = \{x_3x_2x_1x_0\}$ med 5. Produkten skall återfinnas som $\mathcal{Z} = \{z_i\}$ och $\mathcal{Y} = \{y_i\}$ som i figuren nedan.



Redovisa hela lösningsgången inklusive avslutande ekvationer på SP-form.

Denna uppgift testar aritmetik med BCD, kombinatorik.

När det gäller BCD måste man alltid vara uppmärksam på att alla signaler inte behöver vara definierade, dvs *mängder med don't cares* dyker ofta upp. Utan hänsyn till dessa odefinierade signaler blir inte lösningen minimal. Lösningen är för övrigt rakt på med insignalerna x_i och utsignalerna y_i och z_i . Sanningstabellen blir

N	8421	5N	zzzz	YYYY
			3210	3210
0	0000	0	0000	0000
1	0001	5	0000	0101
2	0010	10	0001	0000
3	0011	15	0001	0101
4	0100	20	0010	0000
5	0101	25	0010	0101
6	0110	30	0011	0000
7	0111	35	0011	0101
8	1000	40	0100	0000
9	1001	45	0100	0101
10	1010	--	----	----
11	1011	--	----	----
12	1100	--	----	----
13	1101	--	----	----
14	1110	--	----	----
15	1111	--	----	----

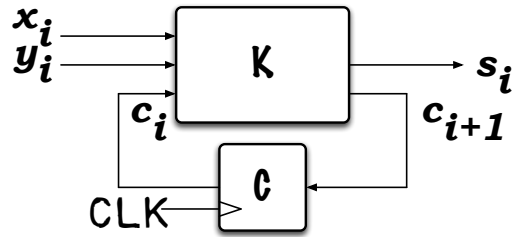
Med tabellen ovan kan man nu

börja göra ett KD för varje kolumn z_i och y_i . Emellanåt kan det dock löna sig att först göra en okulärbesiktning. I detta fall är det precis så. En stunds studerande av kolumnerna ger direkt följande ekvationer:

$$\begin{cases} z_3 = 0 \\ z_2 = x_3 \\ z_1 = x_2 \\ z_0 = x_1 \\ y_3 = 0 \\ y_2 = x_0 \\ y_1 = 0 \\ y_0 = x_0 \end{cases}$$

Alla dessa signaler måste anges, även $z_3 = 0$ osv, ty de *har* ett värde även om det är noll. De är inte DC.

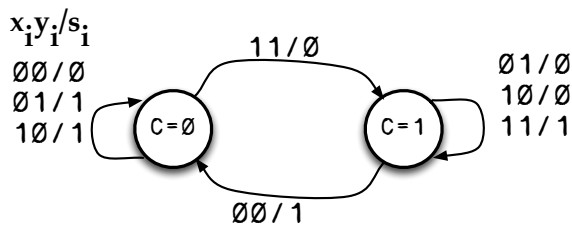
5. (5p) En seriell adderare utför addition på två bitströmmar $\mathcal{X} = \{x_i\}$, $\mathcal{Y} = \{y_i\}$ samt inkommande *carry*, $\mathcal{C} = \{c_i\}$, till en seriell summa $\mathcal{S} = \{s_i\}$. Varje addition ger en summabit och en minnessiffra till nästa addition. Den seriella adderaren kan konstrueras som ett sekvensnät med \mathcal{C} som nätets tillstånd enligt figuren:



- Redovisa sekvensnätets tillståndsgraf. (2p)
- Konstruera adderaren med en D-vippa som minneselement och i övrigt minimal lösning. Redovisa hela lösningsgången och avslutande schema med valfria grindar. (2p)
- Är adderaren av Moore- eller Mealy-typ? (1p)

Denna uppgift testar aritmetik, tillståndsgraf, sekvensnät och lösningsgång och schemaritning.

Vi vet sedan tidigare att en en-bits addition kan ge en *carry*- och en *summa*-bit, c och s .² Om denna addition sker som del av ett tal med större ordbredd kan även en inkommande *carry* från tidigare beräkningar behöva summeras. Nätet K i figuren ovan visar detta: $x_i + y_i + c_i \Rightarrow c_{i+1}s_i$. I uppgiften anländer $x_i y_i$ seriellt. Carryn måste bevaras mellan additionerna, detta kan tänkas utgöra adderarens tillstånd (en bit). Utsignalen skapas kombinatoriskt ur insignalerna så detta är en Mealy-maskin.



C^+	$y_i c_i$	$y_i c_i$	$y_i c_i$	$y_i c_i$
x_i	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

s_i	$y_i c_i$	$y_i c_i$	$y_i c_i$	$y_i c_i$
x_i	00	01	11	10
0	0	1	0	1
1	1	0	1	0

Resten av lösningen är traditionell:

x_i	y_i	c_i	c_{i+1}	s_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

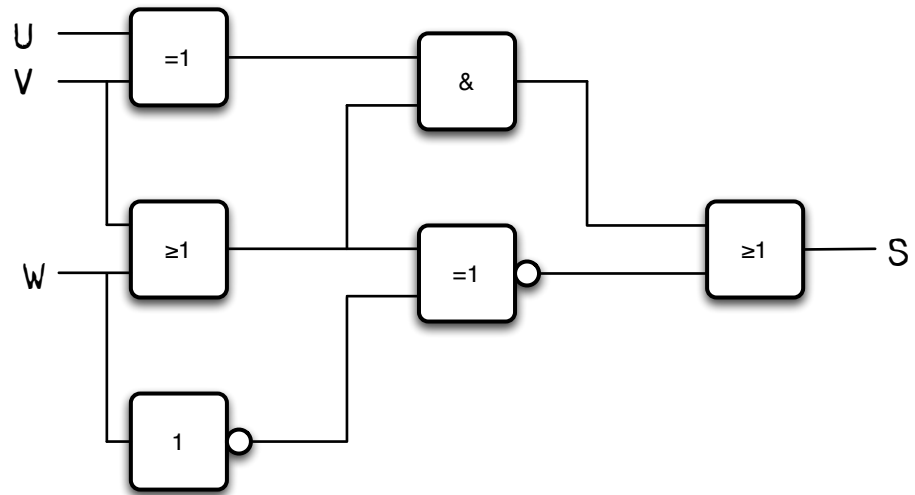
Varur ekvationerna:

$$\begin{cases} C^+ = x_i c_i + x_i y_i + y_i c_i \\ s_i = x_i \oplus y_i \oplus c_i \end{cases}$$

Schemat rör sig kring vippan där man inte får glömma att klocka den!

² $1+1=11$, där resultatet är i ordningen "cs"

6. (3p) Ange ett minimalt booleskt uttryck på SP-form för utsignalen S.



Denna uppgift testar schemaläsning, övergång till booleska uttryck, manipulering av boolesk algebra.

Det gäller att få fram ett minimalt uttryck för $S = S(U, V, W)$. Ofta är det enklare att arbeta fram deluttryck för signalerna som sedan sätts samman till det större. På vägen kan deluttryck förenklas där så känns lämpligt. Medan lösningen skall redovisas med hjälp av boolesk algebra är det inget som hindrar, det är till och med *lämpligt*, att Karnaughdiagram används för kontroll av svaret.

Ur figuren ovan läses grindarnas deluttryck från vänster till höger:

Grind	Uttryck	Grind	Uttryck	Grind	S
=1	$\bar{U}V + U\bar{V}$	&	$(W + V)(\bar{U}V + U\bar{V})$	≥1	$U\bar{V}W + \bar{U}V + V\bar{W}$
≥1	$W + V$	=1	$\overline{\bar{W} \oplus (W + V)}$		
1	\bar{W}				

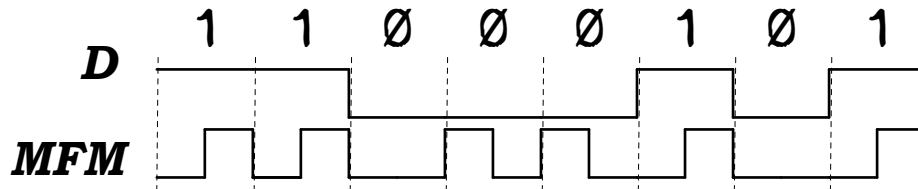
Motsvarande KD blir

S	VW	VW	VW	VW
U	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

som ytterligare stärker svarets korrekthet.

7. (4p) För att lagra digital data på ett magnetiskt lagringsmedium måste det digitala datat översättas (kodas) till magnetiska flödesändringar, *flanker* i digitalteknikerspråk. En tidigt använd metod är *frekvensmodulering*, FM, där en digital etta kodas som "11" och en nolla som "10" innan skrivning till mediet.

Den inledande ettan i "1x" gör koden självsynkroniserande men innehåller ingen övrig information. En metod som gör sig av med denna inledande etta men fortfarande tvingar fram den önskade magnetiska flödesändringen är *modifierad frekvensmodulation*, MFM. I MFM kodas en etta "01" och en nolla som "00" eller "10" beroende på om senast kodade bit var etta eller nolla, se figuren nedan där D är seriell indata och MFM utdatat.

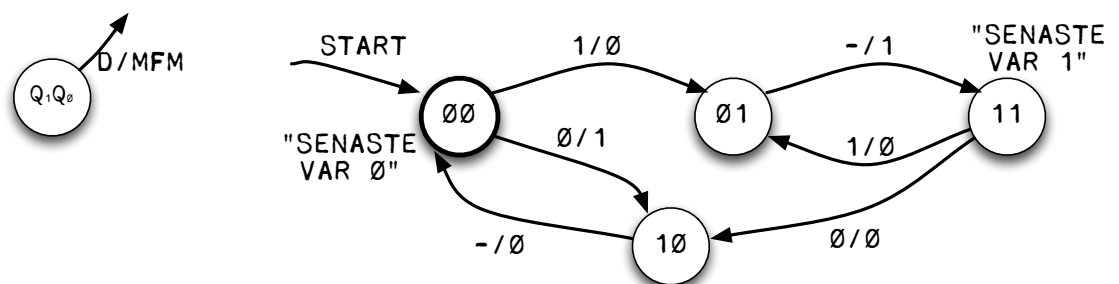


Realisera en kodare för MFM enligt ovan med ett sekvensnät enligt Mealy, två D-vippor och valfria grindar. Starttillståndet skall vara $Q = \{q_1q_0\} = \{00\}$. Redovisa hela lösningsgången inklusive tillståndsgraf, ekvationer och välliknande läsbart schema. Sekvensnätet skall vara minimalt med hänsyn till den valda tillståndskodningen.

Denna uppgift testar problemlösning, textförståelse i digitaletekniskt sammanhang, konstruktion efter given specifikation, schemaritning.

Uppgiftstypen är tacksam då det är lätt att göra varianter av den och lösningen blir i allmänhet hanterlig och inte för yvig. Samtidigt avslöjar den obarmhärtigt digitalteknisk läsförståelse. Här specificeras att lösningen skall vara av Mealy-typ (kan den vara något annat?) och bestå av D-vippor som minneselement i tillståndsmaskinen.

Från den givna sekvensen och texten kan man extrahera följande tillståndsgraf (där kodningen, förutom starttillståndet $Q = \{q_1q_0\} = \{00\}$ är valfri):



Kontrollera att grafen verkligen löser problemet genom att mata den med *åtminstone* den givna testsekvensen, innan du går vidare.

q1	q0	D	q1+	q0+	MFM
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0

Tillståndstabellen ger följande KD:

q_1^+	q_0D	q_0D	q_0D	q_0D
q_1	00	01	11	10
0	1	0	1	1
1	0	0	0	1

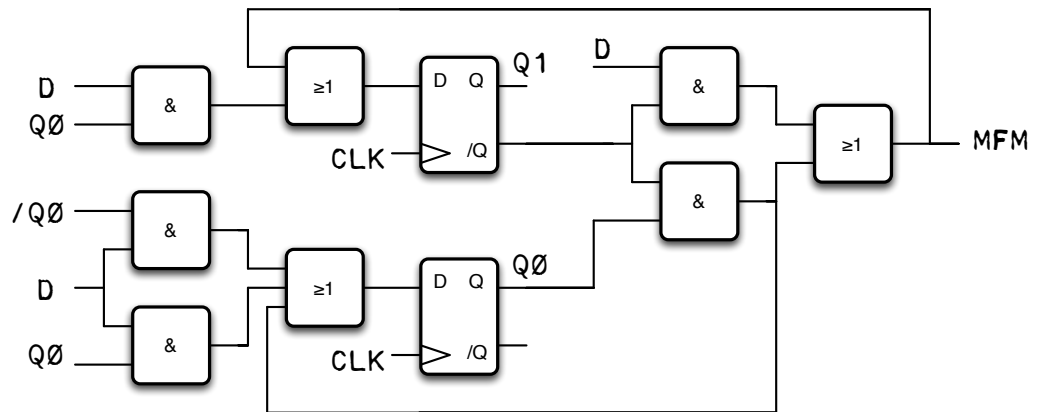
q_0^+	q_0D	q_0D	q_0D	q_0D
q_1	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	0	1	0

MFM	q_0D	q_0D	q_0D	q_0D
q_1	00	01	11	10
0	1	0	1	1
1	0	0	0	0

varur man drar tillståndsekvationerna:

$$\begin{cases} q_1^+ = MFM + q_0\bar{x} \\ q_0^+ = \bar{q}_1q_0 + q_0x + \bar{q}_0x \\ MFM = \bar{q}_1q_0 + \bar{q}_1\bar{x} \end{cases}$$

och motsvarande schema:



-o-O-o-

Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

<i>Tid:</i>	2017-10-18 kl. 8-12
<i>Lokal:</i>	G33, T1, T2, U1, U2
<i>Ansvarig lärare:</i>	Michael Josefsson. Besöker lokalen cirka kl 10. Tel.: 013-28 12 64
<i>Adm. assistent:</i>	Michael Josefsson Tel.: 013-28 12 64
<i>Hjälpmedel:</i>	Inga hjälpmedel
<i>Antal uppgifter:</i>	6
<i>Antal sidor inkl denna:</i>	4
<i>Papperstyp:</i>	Rutigt
<i>Betygsskala:</i>	12 – 15 poäng betyg 3 16 – 19 poäng betyg 4 20 – 24 poäng betyg 5
<i>Betygslista:</i>	Förväntas inom två arbetsveckor från tentamensdatum.

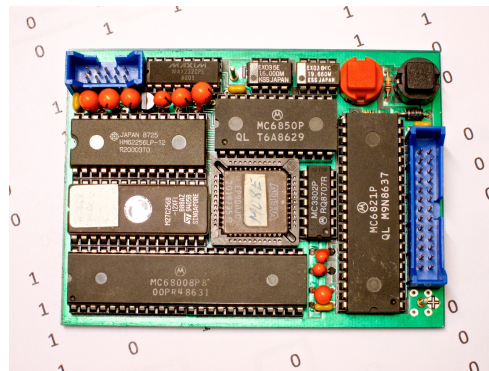
Observera: För att möjliggöra en korrekt värdering av lösningarna är det viktigt att de är så tydliga och fullständiga som möjligt. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Minimala lösningar söks om inget annat anges. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann. Speciellt: Scheman som är otydliga ger noll poäng!

1. (4p) Konstruera och realisera ett autonomt sekvensnät av moortyp som efter start från tillståndet $Q = 0$ successivt och i tur och ordning producerar de sex första primtalen 2, 3, 5, 7, 11, 13 för att därefter alltid ge 13 ut.

Realisera nätet med 4 D-vippor som minneselement och i övrigt minimal lösning.

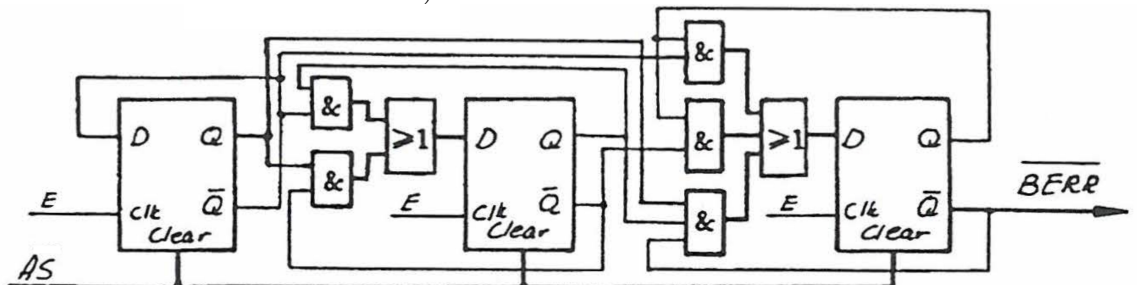
- a) Rita en tillståndsgraf och tillhörande tillståndsekvationer. (2p)
- b) Rita ett snyggt schema med valfria grindar över konstruktionen. (2p)

2. (5p) Bilden visar ett mikroprocessorsystem med minne och kringkretsar baserat på processorn 68008 som används i datorteknikkurser vid LiTH



Den kvadratiska kretsen i mitten är en s.k. CPLD, en programmerbar logisk krets. Den fungerar bland annat som samordnare av signaler mellan kortets komponenter och processorn.

En av CPLD:ns funktioner redovisas i kretsschemat nedan. Funktionen är att generera felsignalen *Bus Error*, \overline{BERR} , om inte insignalen *Adress Strobe*, AS, nollställt vipporna inom en viss tid. Uppgiften är att ta reda på den tiden. (Om du behöver en större figur återfinns den tentamens sista sida).

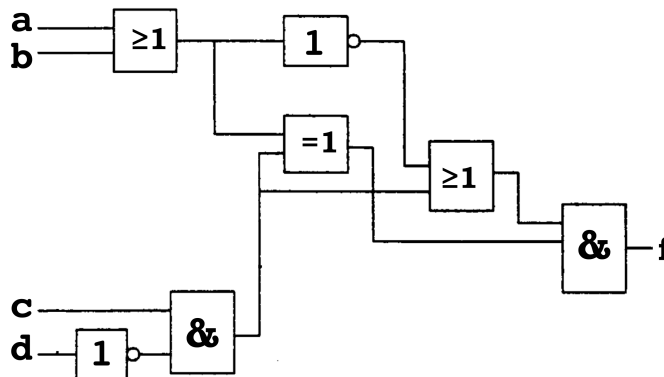


- a) Rita en tillståndsgraf över funktionen. (3p)
- b) Antag en periodtid hos E på $1 \mu s$. Vilken är den maximala tiden mellan en nollställning och att signalen \overline{BERR} aktiveras? Svara i mikrosekunder. (1p)
- c) Är kretsen av moore- eller mealytyp? (1p)

3. (4p) Tillståndsekvationerna nedan hör till ett sekvensnät med insignalerna u och v :

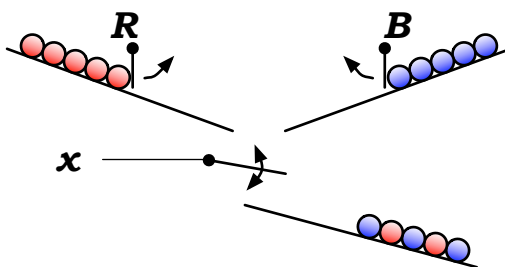
$$\begin{aligned} q_2^+ &= uvq_1 + u\bar{v}q_2 \\ q_1^+ &= uvq_0 + u\bar{v}q_1 \\ q_0^+ &= uv\bar{q}_1\bar{q}_0 + u\bar{v}q_0 \end{aligned}$$

- a) Vilken tillståndsgraf motsvarar ekvationerna? (2p)
- b) Vad har signalerna u och v för funktion? (2p)
4. (4p) Det finns räknelagar även för XOR-operatorm. Använd boolesk algebra för att bevisa följande:
- a) $(x \oplus y)z = xz \oplus yz$ (2p)
- b) $\overline{x \oplus y} = x \oplus y$ (2p)
5. (4p) Skriv funktionen $f = f(a, b, c, d)$ ur schemat nedan på enklaste SP-form.



6. (3p) Godisföretaget Karies tillverkar två mycket populära tabletter, en röd med hallonsmak och en blå med mints smak. De vill nu tillverka en kombinationsprodukt med båda sorterna i samma produkt. Kundundersökningar har visat att ett rör med varannan tablett röd och varannan blå är eftersökt.

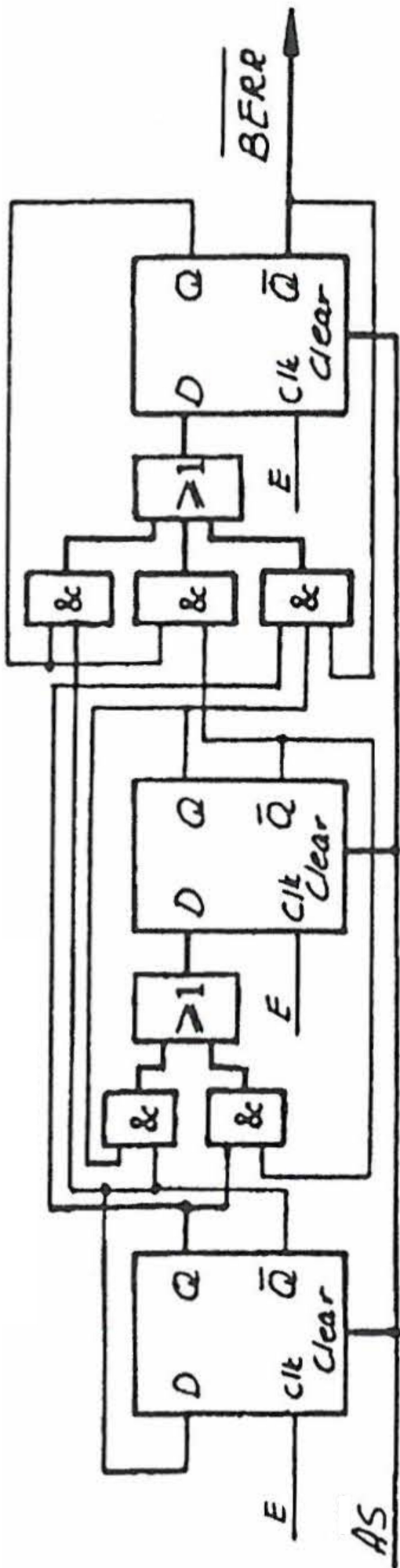
Sedan tidigare har företaget en sorteringsmaskin enligt nedan där tabletter från var sin produktionsline kan släppas ned i en gemensam tratt:



Genom spärrarna R och B skall en tablett av respektive färg släppas fram åt gången. Sensorn x är sådan att den ger en synkron puls av längden 1 klockcykel då en tablett passerat.

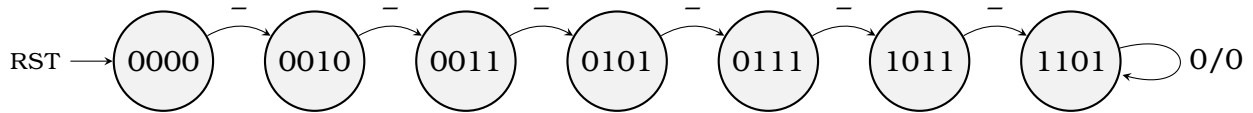
$R = 1$ Släpp fram *en* hallon
 $B = 1$ Släpp fram *en* mint
 $x = 1$ En tablett har passerat tratten

Din uppgift är att beskriva den önskade funktionen i en *minimal* tillståndsgraf av *Mealy*-typ. Antag att tratten är tom ($x = 0$) vid start (RESET). Första tabletten skall vara blå! Bortse från felfunktioner som att tratten kan bli full och liknande. Paketeringen sker vid en annan maskin.



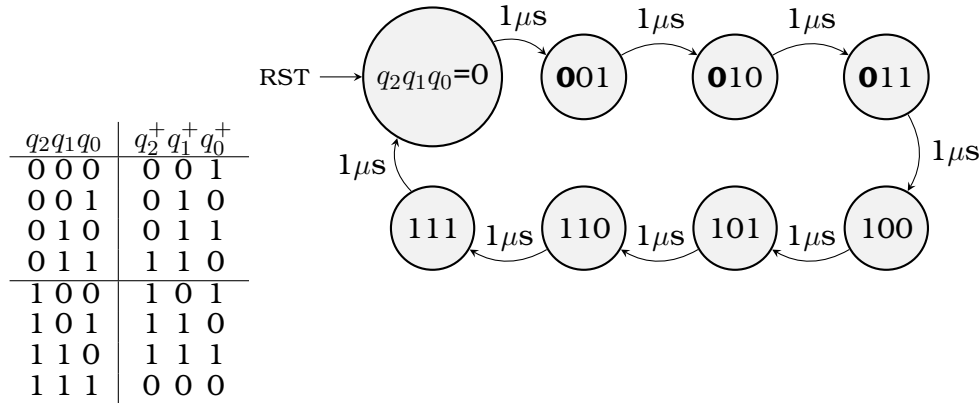
2017-10-18:

1. Autonomt sekvensnät, $Q = q_3q_2q_1q_0$

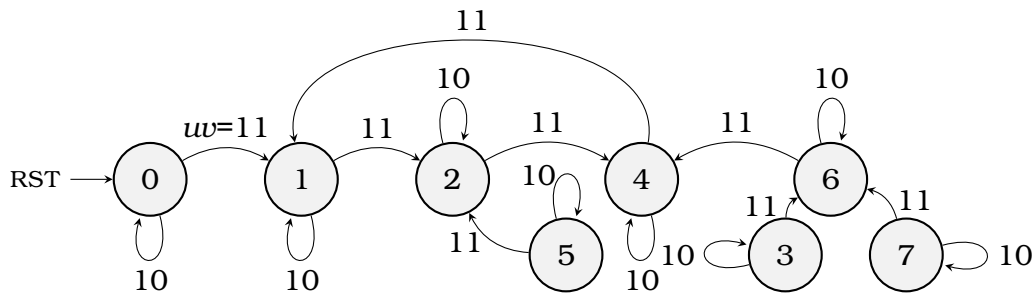


$$\begin{cases} q_3^+ &= q_3 + q_2q_1 \\ q_2^+ &= \overline{q_2}q_0 + \overline{q_1}q = \overline{q_2}q_0 + q_2\overline{q_1} = q_3 + \overline{q_2}q_1 \dots \\ q_1^+ &= \overline{q_3}q_2 + \overline{q_0} \\ q_0^+ &= q_1 + q_0 = q_3 + q_2 + q_1 + q_0 \end{cases} \text{ (moore)}$$

2. Vipporna i schemat $q_0 \rightarrow q_2$ (q_0 LSB), $\overline{\text{BERR}} = q_2$ (fetad), är aktiv (dvs låg) i $4 \mu\text{s}$. Moore.



$$\begin{cases} q_2^+ &= uvq_1 + u\overline{v}q_2 = u(vq_1 + \overline{v}q_2) \\ q_1^+ &= uvq_0 + u\overline{v}q_1 = u(vq_0 + \overline{v}q_1) \\ q_0^+ &= uv\overline{q_1}\overline{q_2} + u\overline{v}q_0 = u(v\overline{q_1}\overline{q_2} + \overline{v}q_0) \end{cases} \text{ (moore)}$$



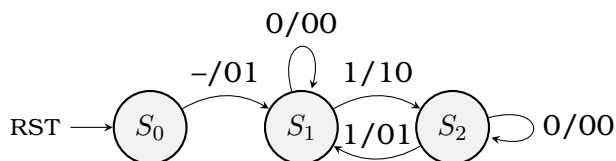
$u = 0 \Rightarrow Q^+ = 0$ reset, $v = 0 \Rightarrow Q^+ = Q$ står still, $v = 1 \Rightarrow Q^+ = f(Q)$, nätet stegar.

4. a) $(x \oplus y)z = (x\overline{y} + \overline{x}y)z = x\overline{y}z + \overline{x}yz$
 $xz \oplus yz = xz\overline{y}z + \overline{x}zyz = xz(\overline{y} + \overline{z}) + (\overline{x} + \overline{z})yz = x\overline{y}z + \overline{x}yz$

b) $x \oplus \overline{y} = \overline{x\overline{y} + \overline{x}y} = (\overline{x} + \overline{y})(x + y) = x \oplus y$

5. $f = (\overline{a + b + cd})(a + b) \oplus c\overline{d} = \overline{a} \overline{b} c \overline{d}$

6. Mealy x/RB . S_0 : starta med att släppa fram en blå, S_1 : låt blå trilla ned, S_2 : låt röd trilla ned. '1/01' = släpp fram en blå, '1/10' släpp fram en röd.



Institutionen för systemteknik, ISY, LiTH

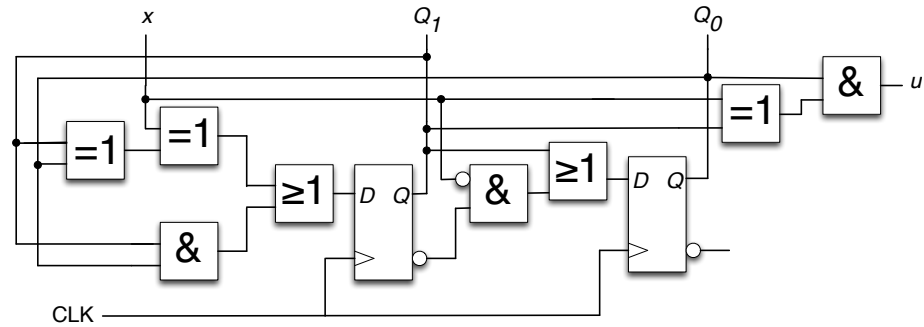
Tentamen i

Digitalteknik TSIU05/TEN1

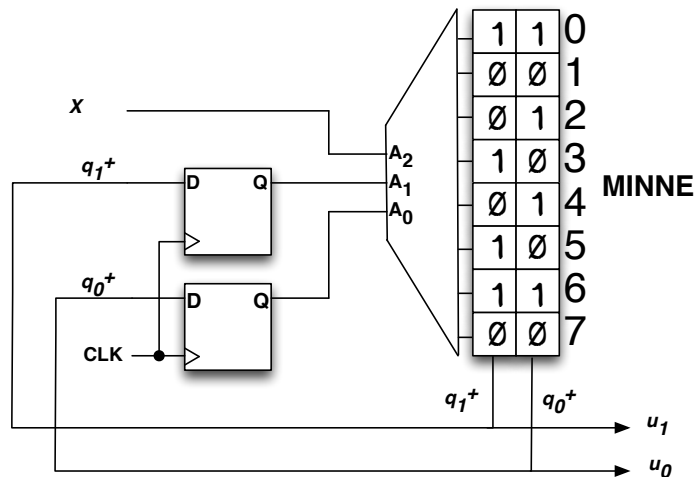
<i>Tid:</i>	2018-10-29 kl. 8-12
<i>Lokal:</i>	TER1, G33
<i>Ansvarig lärare:</i>	Michael Josefsson. Besöker lokalen cirka kl 9 och 10.30 Tel.: 013-28 12 64
<i>Adm. assistent:</i>	Michael Josefsson Tel.: 013-28 12 64
<i>Hjälpmedel:</i>	Inga hjälpmedel
<i>Antal uppgifter:</i>	7
<i>Antal sidor inkl denna:</i>	3
<i>Papperstyp:</i>	Rutigt
<i>Betygsskala:</i>	12 – 15 poäng betyg 3 16 – 19 poäng betyg 4 20 – 23 poäng betyg 5
<i>Betygslista:</i>	Förväntas inom två arbetsveckor från tentamensdatum.

Observera: För att möjliggöra en korrekt värdering av lösningarna är det viktigt att de är så tydliga och fullständiga som möjligt. Full poäng kan bara komma ifråga om lösningsgången framgår tydligt. Minimala lösningar söks om inget annat anges. Redovisa kvalitet framför kvantitet och var noggrann. Speciellt: Scheman som är otydliga ger noll poäng!

1. (4p) Antag att följande sekvensnät har en synkroniserad insignal x :



- a) Rita tillståndsgraf för nätet. (2p)
 b) Skriv uttrycken för Q_i^+ samt u på minimal SP-form. (2p)
2. (3p) Beskriv, med tillståndsgraf och text, vad följande sekvensnät med utsignalen $U = \{u_1 u_0\}$ har för funktion. Insignalen x är avstudsad och synkron med systemklockan.



3. (3p) Konstruera en 111-detektor som agerar på en binär insignal x . Utsignalen skall vara 1 då en 111-sekvens upptäckts. Testsekvensen nedan måste uppfyllas.

$x = 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ \dots$

$u = 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ \dots$

Redovisa fullständig lösningsgång med tillståndsgraf och rita schema över lösningen.

4. (4p) Konstruera en minimal krets som utför funktionen $U = X + 2Y$ där $X = \{x_1 x_0\}$ och $Y = \{y_1 y_0\}$. Redovisa booleska ekvationer på sedvanlig SP-form. Schema behöver inte ritas.

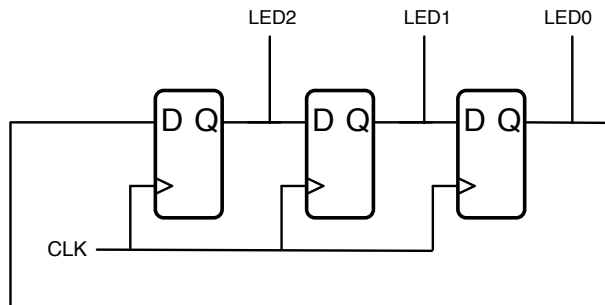
5. (3p) Förenkla *algebraiskt*, det vill säga med hjälp av boolesk algebra, uttrycket

$$\overline{abc + c(\bar{b} + a) + ab}$$

Förenkla uttrycket så långt som möjligt, redovisa hela lösningsgången och ange svaret på SP-form.

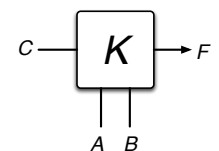
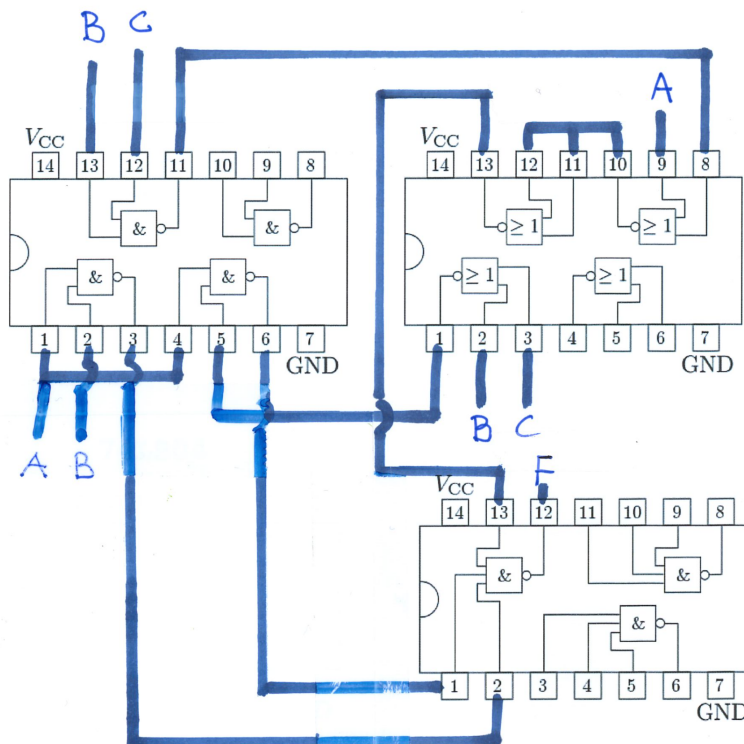
6. (3p) Konstruera ett cykelbakkjus med tre lysdioder, LED2..0, där de tre lysdioderna skall tändas så att en rinnande effekt erhålles. Ordningen, där 1 motsvarar tänd lysdiod, skall steg för steg vara: 110, 011, 101, 110,...

Ett sätt att åstadkomma denna sekvens är så klart med D-vippor och en klockpuls enligt



Men ett mer minimalt sekvensnät med minimalt antal D-vippor och minimalt antal NAND-grindar önskas (givet din valda kodning). Redovisa fullständig lösningsgång och rita schema över lösningen.

7. (3p) Labuppkopplingen nedan utför en viss kombinatorisk funktion $F = F(A, B, C)$. Kretsarna är försedda med matningsspänning och fungerar korrekt.



- a) Bestäm *sanningstabellen* för funktionen F . (2p)
 b) Beskriv med egna ord vilken operation insignalen C utsätts för om man betraktar A och B som styrsignaler enligt figuren ovan till höger. (1p)