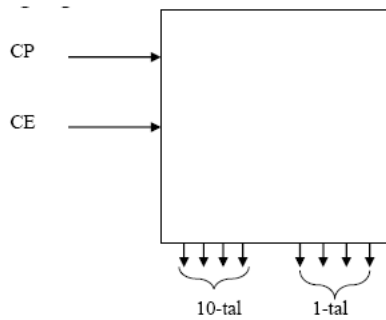


Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings universitet



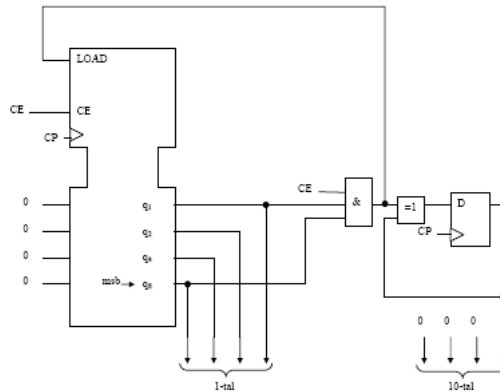
Datum för tentamen	2018-08-31
Sal (1)	<u>TER1(38)</u>
Tid	14-18
Kurskod	TSEA22
Provkod	TEN1
Kursnamn/benämning Provnamn/benämning	Digitalteknik Skriftlig tentamen
Institution	ISY
Antal uppgifter som ingår i tentamen	6
Jour/Kursansvarig Ange vem som besöker salen	Oscar Gustafsson
Telefon under skrivtiden	013-284059
Besöker salen ca klockan	15 och 17
Kursadministratör/kontaktperson (namn + tfnr + mailaddress)	Oscar Gustafsson 013-284059 oscar.gustafsson@liu.se
Tillåtna hjälpmedel	Inga
Övrigt	Totalt: 50 poäng Preliminära betygsgränser: Betyg 3: 21 poäng Betyg 4: 31 poäng Betyg 5: 41 poäng Visning 12.30-13.00 den 17/9 på Oscar Gustafssons kontor på DA.
Antal exemplar i påsen	

Uppgift 1. Konstruera en synkron BCD-kodad 0–19 räknare med Count Enable (CE) ingång. När räknaren nått 19 ska alltså nästa tillstånd bli 0.



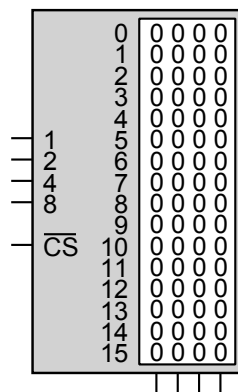
Använd en 4-bits binärräknare, en D-vippa samt valfria grindar. Binärräknaren har, förutom klockingång, en CE-ingång och en LOAD-ingång. Som utgång har binärräknaren endast tillståndsvariablerna. (4 poäng)

Lösning.



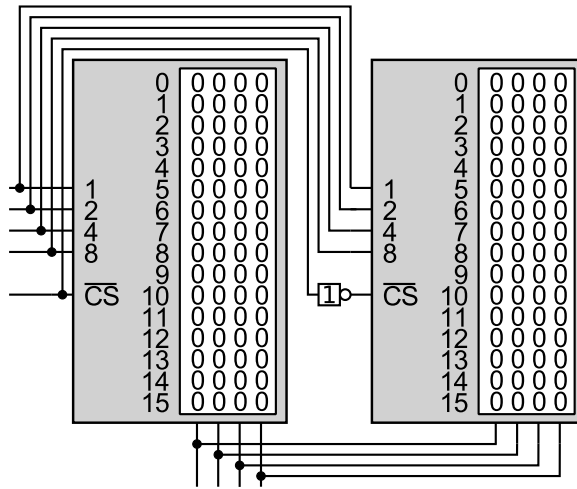
Uppgift 2.

- a) PROM med 16 ord \times 4 bitar enligt nedan finns tillgängliga. Visa hur ett PROM med 32 ord \times 4 bitar kan konstrueras samt hur ett PROM med 16 ord \times 8 bitar kan konstrueras. Valfria grindar och inverterare får användas utöver PROM. (3 poäng)



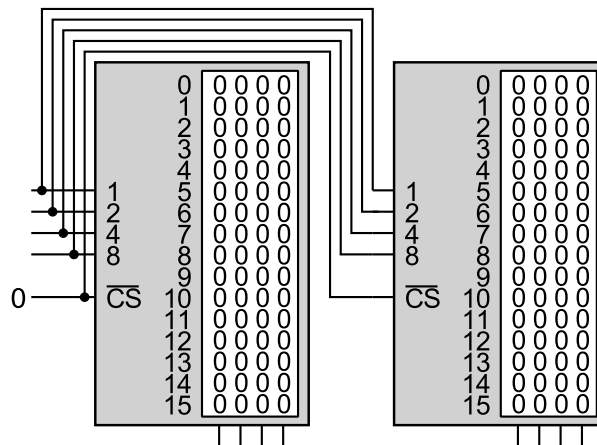
Lösning. 32 ord \times 4 bitar

Koppla ihop utgångarna och använd chip enable för att välja vilka utgångar som är aktiva. Chip enable blir femte adressbiten.



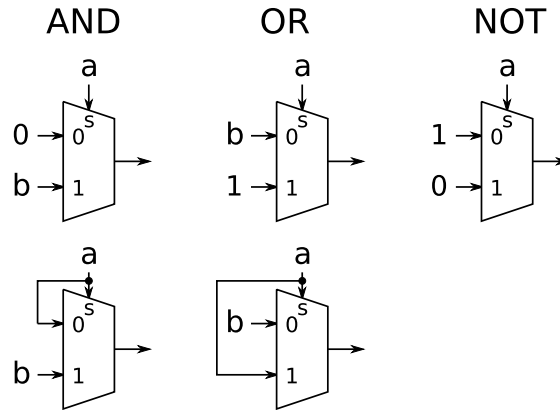
16 ord \times 8 bitar

Använd alla åtta utgångarna separat. Aktivera kretsarna (dvs koppla en nolla till den inverterade chip enable).



- b) Visa att det med enbart 2/1-multiplexrar kan realiseras varje kombinatoriskt nät, d.v.s. det är möjligt att utföra den Booleska algebrans tre operationer: och/and, eller/or samt icke/not. Varje operation ska utnyttja ett minimalt antal multiplexrar. Rita kopplingschema. (3 poäng)

Lösning.



Uppgift 3. Konstruera en krets med fyra stycken ingångar, x_3, x_2, x_1, x_0 och fyra stycken utgångar y_3, y_2, y_1, y_0 där utgångarna ska fyllas likt en termometer med det antal ingångar som är ett. Dvs om en ingång av x_3, x_2, x_1, x_0 är ett och resten noll skall $y_0 = 1$ och $y_3 = y_2 = y_1 = 0$. Om två av x_3, x_2, x_1, x_0 är ett skall $y_1 = y_0 = 1$ och $y_3 = y_2$. Till er konstruktion får ni använda valfria grindar och inverterare. Det finns (minst) två sätt att lösa uppgiften på. Antingen genom att "tänka till" eller genom att systematiskt använda funktionstabell, Karnuaghdiagram osv. Vid den senare lösningsmetodikerna krävs en korrekt funktionstabell, Karnuaghdiagram, minimala Booleska uttryck och ett kretsschema som utnyttjar eventuell grinddelning för full poäng (dock kan möjligen vissa av utgångarna lösas utan ett Karnuaghdiagram). Vid den första lösningsmetodikerna krävs det en tydligt motiverad lösningsgång. (10 poäng)

Lösning. Funktionstabell:

x_3	x_2	x_1	x_0	y_3	y_2	y_1	y_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

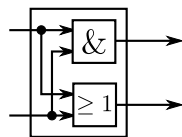
Det inses att $y_3 = x_3x_2x_1x_0$ och $y_0 = x_3 + x_2 + x_1 + x_0$. För y_2 och y_1 görs Karnuaghdiagram:

		y_2 x_1x_0			
		00	01	11	10
x_3x_2	00	0	0	0	0
	01	0	0	1	0
	11	0	1	1	1
	10	0	0	1	0

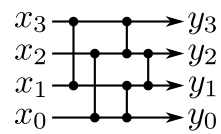
		y_1 x_1x_0			
		00	01	11	10
x_3x_2	00	0	0	1	0
	01	0	1	1	1
	11	1	1	1	1
	10	0	1	1	1

$$y_2 = x_3x_2x_1 + x_3x_2x_0 + x_3x_1x_0 + x_2x_1x_0 \quad y_1 = x_3x_2 + x_3x_1 + x_3x_0 + x_2x_1 + x_2x_0 + x_1x_0$$

Alternativt kan det inses att det är en fråga om att sortera signalerna. Sortering av två bitar fås av följande krets (ettor sorteras så att de hamnar på nedersta utgångar i första hand):

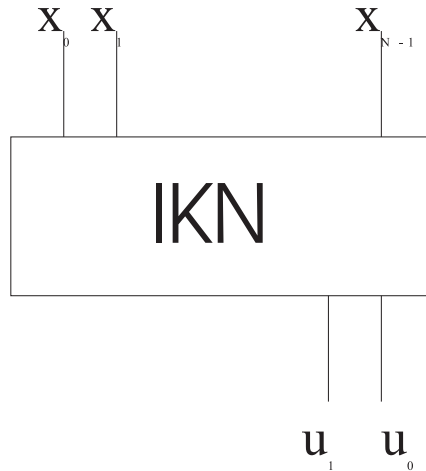


För att sortera fler bitar behövs ett sorteringsnätverk. Ett minimalt nätverk för fyra bitar är t ex:



där kopplingarna motsvarar en instans av sorteringskretsen.

Uppgift 4. Ett iterativt kombinatoriskt nät, IKN, med N insignaler, $X = \langle x_0, x_1, \dots, x_{N-1} \rangle$, och två utsignaler, $U = \langle u_1, u_0 \rangle$, ska ges följande funktion: U är lika med antalet ettor i X modulo 3 (dvs resten vid heltalsdivision med 3).

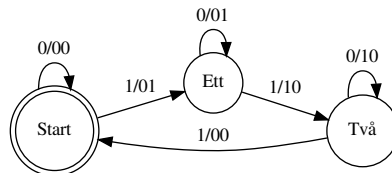


Några exempel för $N = 6$:

$x_0x_1x_2x_4x_4x_5$	U	u_1u_0
011000	2	10
110011	1	01
111111	0	00

Ni har tillgång till AND-, OR-grindar och inverterare. För full poäng krävs tillståndsdigram med minimalt antal tillstånd, tillståndstabell, Booleska minimerade uttryck för alla celler och kretsschema med minimerade celler. (10 poäng)

Lösning.



Binärkodning

Tillståndskodning:

Tillstånd	Kodning, q_1q_0
Start	00
Ett	01
Två	10

Tillståndstabell:

q_1	q_0	X	q_1^+	q_0^+	u_1	u_0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0
1	1	-	-	-	-	-

Karnaughdiagram:

		$q_1^+ = u_1$			
		$q_0 X$			
		00	01	11	10
q_1	0	0	0	1	0
	1	1	0	-	-

		$q_0^+ = u_0$			
		$q_0 X$			
		00	01	11	10
q_1	0	0	1	0	1
	1	0	0	-	-

$$q_1^+ = u_1 = q_0 X + q_1 X'$$

$$q_0^+ = u_0 = q_0 X' + q_0' q_1' X$$

Första cellen: ($q_1 = q_0 = 0$)

$$\begin{aligned} q_1^+ &= 0 \\ q_0^+ &= X \end{aligned}$$

Andra cellen: ($q_1 = 0$)

$$\begin{aligned} q_1^+ &= q_0 X \\ q_0^+ &= q_0 X' + q_0' X \end{aligned}$$

Sista cellen: ($q_1 = 0$)

$$\begin{aligned} u_1 &= q_0 X + q_1 X' \\ u_0 &= q_0 X' + q_0' q_1' X \end{aligned}$$

Graykodning

Tillståndskodning:

Tillstånd	Kodning, $q_1 q_0$
Start	00
Ett	01
Två	11

Tillståndstabell:

q_1	q_0	X	q_1^+	q_0^+	u_1	u_0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0
1	0	-	-	-	-	-
1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0

Karnaughdiagram:

$q_1^+ = u_1$
 $q_0 X$

	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	-	-	0	1

q_0^+
 $q_0 X$

	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	-	-	0	1

$$q_1^+ = u_1 = q_1' q_0 X + q_1 X'$$

$$q_0^+ = u_0 = q_0 X' + q_1' X$$

Första cellen: ($q_1 = q_0 = 0$)

$$\begin{aligned} q_1^+ &= 0 \\ q_0^+ &= X \end{aligned}$$

Andra cellen: ($q_1 = 0$)

$$\begin{aligned} q_1^+ &= q_0 X \\ q_0^+ &= q_0 + X \end{aligned}$$

Sista cellen: ($q_1 = 0$)

$$u_1 = q_1' q_0 X + q_1 X'$$

		u_0			
		$q_0 X$			
		00	01	11	10
q_1	0	0	1	0	1
	1	0	0	-	-

$$q_0^+ = u_0 = q_0 X' + q_0' q_1 X$$

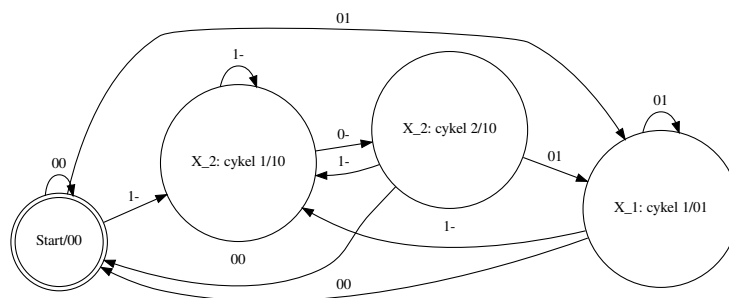
Uppgift 5. En synkron sekvenskrets för händelsedetektion och prioritering ska konstrueras. Kretsen har två ingångar, X_A och X_B och två utgångar Y_A och Y_B . Om den synkroniserade versionen av insignalen X_A är ett under en klockcykel skall Y_A vara ett i de kommande två klockcyklerna. Om den synkroniserade versionen av insignalen X_B är ett under en klockcykel skall Y_B vara ett i den kommande klockcykeln. Y_B kan dock bara vara ett om Y_A är noll, så händelser med insignalen X_A prioriteras. X_A och X_B kan vara ett under godtyckligt antal klockcyklar.

Exempel

Signal	Klockcykel																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
X_A	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
X_B	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
Y_A	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
Y_B	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Till er konstruktion har ni valfria vippor, NAND-grindar samt inverterare. För full poäng krävs korrekt tillståndsdiagram, tillståndstabell, Karnaughdiagram, minimala Booleska uttryck och ett kretsschema som utnyttjar eventuell grinddelning. Insignalerna måste synkroniseras. (10 poäng)

Lösning. Tillståndsdiagram:



Tillståndskodning:

Tillstånd	Kodning, q_1q_0
Start	00
X_1 : cykel 1	01
X_2 : cykel 1	10
X_2 : cykel 2	11

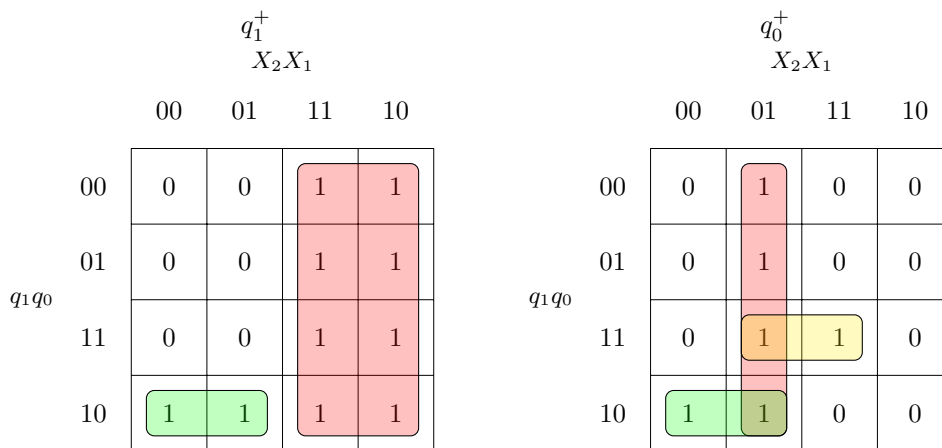
Tillståndstabell:

q_1	q_0	X_2	X_1	q_1^+	q_0^+
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1

Utsignaler:

q_1q_0	Y_2Y_1
00	00
01	01
10	10
11	10

Karnaughdiagram:



$$\begin{aligned}
 q_1^+ &= X_2 + q_1q_0'X_2' \\
 &= (X_2'(q_1q_0'X_2'))'
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_0^+ &= X_2'X_1 + q_1q_0X_1 + q_1q_0'X_2' \\
 &= ((X_2'X_1)'(q_1q_0X_1)'(q_1q_0'X_2'))'
 \end{aligned}$$

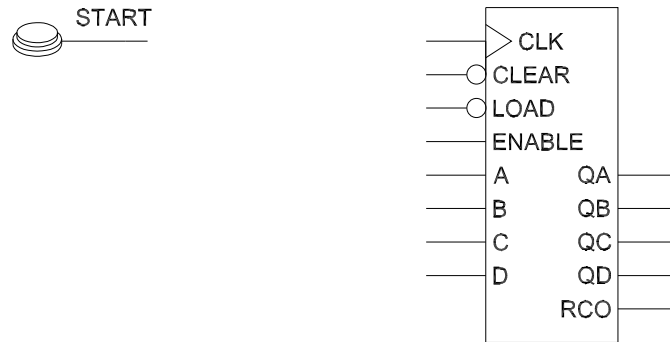
		Y_2	
		q_0	
		0	1
q_1	0	0	0
	1	1	1

$$Y_2 = q_1$$

		Y_1	
		q_0	
		0	1
q_1	0	0	1
	1	0	0

$$Y_1 = q_1'q_0$$

Uppgift 6. Nedan finns en fyrabitarsräknare och en startknapp illustrerade. Dessa skall användas tillsammans med valfria vippor, grindar och inverterare till att konstruera en räknare med funktion enligt följande. När knappen **START** trycks ned ska sekvensen 1, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 1, 1, 2, ... börja att räknas. Detta gäller oavsett hur länge **START** hålls nedtryckt (minst en klockcykel). Nästa gång **START** trycks ned ska räknaren sluta att räkna (men inte börja om). Om **START** återigen trycks ned börjar räknaren från början på sekvensen osv. D och QD är de mest signifikanta bitarna. Prioriteten för kontrollsignalerna är **CLEAR > LOAD > ENABLE**, dvs om både **CLEAR** och **LOAD** är aktiva så kommer **CLEAR** att ske. **CLEAR** är asynkron emedan **LOAD** och **ENABLE** är synkrona. Asynkrona lösningar ger stora poängavdrag. (10 poäng)



Lösning.