

# Tentamen

## i

# Digitalteknik TSEA22

<i>Datum för tentamen</i>	<b>100601</b>
<i>Sal</i>	<b>TERC,TER2</b>
<i>Tid</i>	<b>14-18</b>
<i>Kurskod</i>	<b>TSEA22</b>
<i>Provkod</i>	<b>TEN 1</b>
<i>Kursnamn</i>	<b>Digitalteknik</b>
<i>Institution</i>	<b>ISY</b>
<i>Antal uppgifter</i>	<b>5</b>
<i>Antal sidor</i>	<b>5</b>
<i>Jour/Kursansvarig</i>	<b>Olle Seger</b>
<i>Telefon under skrivtid</i>	<b>0702 337948</b>
<i>Besöker salen ca kl.</i>	<b>15 och 17</b>
<i>Kursadministratör</i>	<b>Ylva Jernling/2648/ylva@isy.liu.se</b>
<i>Tillåtna hjälpmedel</i>	<b>Inga</b>
<i>Betygsgränser</i>	<b>För betyg 3 krävs 21 poäng För betyg 4 krävs 31 poäng För betyg 5 krävs 41 poäng</b>

Svar på vanligt förekommande frågor:

- Lösningsgången måste klart kunna följas.
- Om inget annat anges ska nätet alltid ritas. In- och utgångar på räknare, multiplexrar etc måste tydligt namnges.
- För sekvensnät måste alltid starttillståndet anges.
- “Minimalt” gäller alltid m.a.p. vald kodning.
- AND-, OR-, NAND-, NOR-grindar får ha godtyckligt antal ingångar. En EXOR-grind har alltid 2 ingångar och en inverterare alltid en ingång.
- Fungerande nät ger alltid poäng.

## 1 Tre små uppgifter(10 p)

- a) Visa att man med enbart 2/1-multiplexrar kan realisera varje kombinatoriskt nät, d.v.s. utföra den Booleska algebrans tre operationer. Varje operation ska utnyttja ett minimalt antal multiplexrar. Rita kopplingsschema. (3p)
- b) Till 4 informationsbitar  $x_1x_2x_3x_4$  bildas 3 paritetsbitar enligt

$$p_1 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_4$$

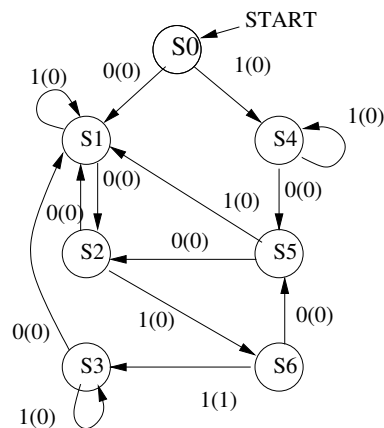
$$p_2 = x_2 \oplus x_3 \oplus x_4$$

$$p_3 = x_1 \oplus x_3 \oplus x_4$$

Dessa 7 bitar sänds till ett annat digitalt system, som vid ett tillfälle tar emot meddelandet  $M = \langle x_1x_2x_3x_4p_1p_2p_3 \rangle = \langle 1001101 \rangle$ .

Vilket var det utsända meddelandet, förutsatt att endast enkelfel i  $M$  kan ha uppträtt? (2p)

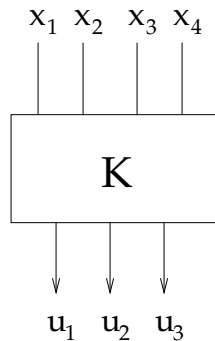
- c) Tillståndsminimera nedanstående tillståndsgraf.



Svara med minimeringsstegen och den minimerade grafen. (5p)

## 2 Kombinatoriskt nät (10p)

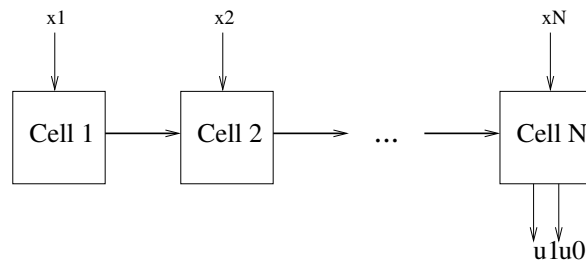
Konstruera ett kombinatoriskt nät  $K$  med insignal  $X = \langle x_1x_2x_3x_4 \rangle$  och utsignal  $U = \langle u_1u_2u_3 \rangle$ . Det binära talet  $U$ , där  $u_1$  är MSB, ska ange antalet 1:or i  $X$ .



Tillåtna komponenter är 4/1 MUXar och valfria grindar (inklusive EXOR). Varje ingång över 24 ger poängavdrag (-1 poäng/ingång).

### 3 IKN (10p)

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



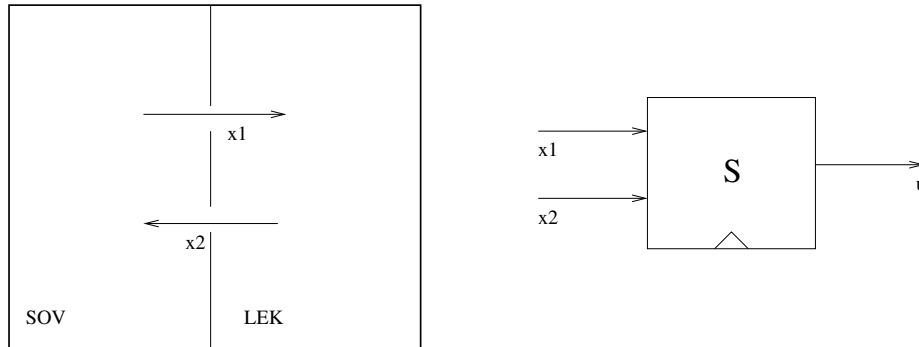
Några exempel  $N=6$ :

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

Konstruera IKN med valfria grindar samt inverterare. Cellerna ska vara minimala och randcellerna ska förenklas så långt det är möjligt. Rita nätet så att det framgår hur en allmän cell och randcellerna ser ut.

## 4 Sekvensnät (10p)

En djurpark har två tigrar. Tigrarna har två utrymmen de kan vara i, kallade sovrummet och lekplatsen. Här nedan ser du en förenklad skiss av tigrarnas värld och det sekvensnät uppgiften kommer att handla om.



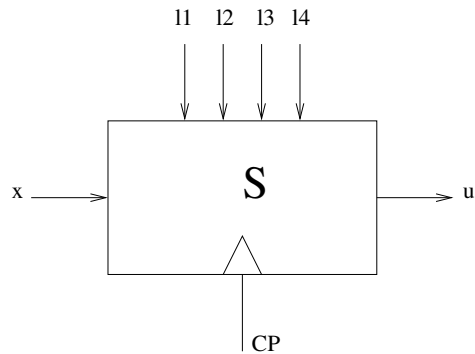
All passage från sovrummet ut till lekplatsen sker genom den övre dörren, all passage från lekplats till sovrum genom den undre. I dörröppningen sitter foto-cellerna  $x_1$  och  $x_2$ , vilka ger signalen ett då de är skymda, annars noll.

Konstruera ett synkront sekvensnät, S, som tändar en lampa ( $u = 1$ ) när minst en av tigrarna befinner sig på lekplatsen. När lekplatsen är tom ska lampan vara släckt. Tigrarna vänder aldrig i dörren, de går aldrig in samtidigt eller ut samtidigt och de passerar aldrig varsin dörr samtidigt.  $x_1$  och  $x_2$  är studs fria och synkroniserade.

Använd valfria vippor, grindar och inverterare. Klockfrekvensen är 1 MHz.

## 5 Konstruktion (10p)

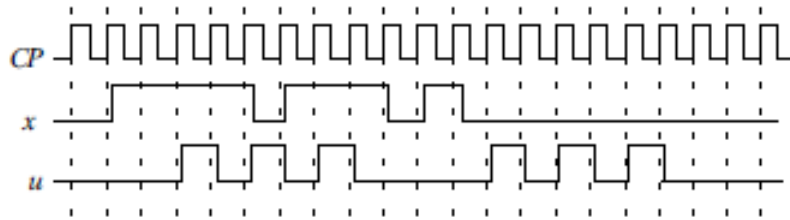
Det synkrona sekvensnätet S har insignalerna  $x$  och  $L = \langle l_1 l_2 l_3 l_4 \rangle$  samt utsignalen  $u$ .  $L$  är ett heltal i intervallet  $0 \leq L \leq 15$ . Insignalen  $x$  är synkroniserad.



När insignalen  $x$  växlar från noll till ett ska det på utgången  $u$  uppträda  $L$  st positiva pulser med längden ett klockpulsintervall. Pulserna inbördes avstånd ska också det vara ett klockpulsintervall.

Under pågående pulsning ska  $S$  vara okänslig för variationer på  $x$ . Insignalen  $x$  ska kunna ha godtycklig längd men det gör inget om det dröjer några klockpulsintervall innan pulståget börjar genereras.

Exempel:  $L = 3$

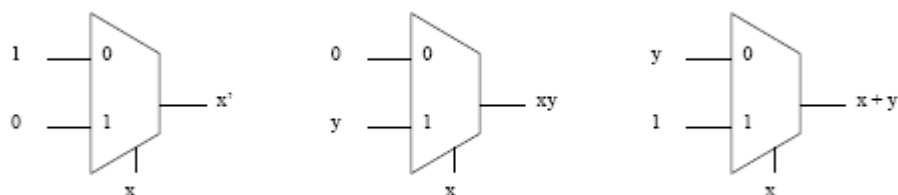


Konstruera  $S$  med en 4-bits binärräknare av valfri typ samt med valfria grindar och vippor. Konstruktionen, bortsett från räknaren, måste beskrivas med tillståndsgraf och booleska ekvationer. Nätet ska ritas.

# Tentamen i Digitalteknik

## TSEA22

### 1 Tre små uppgifter (10p)



a)

b) Bilda

$$s_1 = p_1 \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus x_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = p_2 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = p_3 \oplus x_1 \oplus x_3 \oplus x_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

Alltså är  $x_4$  fel och det utsända meddelandet var  $M = \langle 1000101 \rangle$ .

c) Tillståndstabellen

Q	$Q^+(u)$	
	$x = 0$	$x = 1$
S0	S1(0)	S4(0)
S1	S2(0)	S1(0)
S2	S1(0)	S6(0)
S3	S1(0)	S3(0)
S4	S5(0)	S4(0)
S5	S2(0)	S1(0)
S6	S5(0)	S3(1)

Partitionerna av tillståndsmängden:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \{S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\}, \{S_6\} \\
 P_2 &= \{S_0, S_1, S_3, S_4, S_5\}, \{S_2\}, \{S_6\} \\
 P_3 &= \underbrace{\{S_0, S_3, S_4\}}_A, \underbrace{\{S_1, S_5\}}_B, \underbrace{\{S_2\}}_C, \underbrace{\{S_6\}}_D \\
 P_4 &= P_3
 \end{aligned}$$

Ny tillståndstabell:

Q	$Q^+(u)$	
	$x = 0$	$x = 1$
A	B(0)	A(0)
B	C(0)	B(0)
C	B(0)	D(0)
D	B(0)	A(1)

## 2 Kombinatoriskt nät (10p)

$x_1x_2$	$x_3x_4$	$u_1u_2u_3$
00	00	000
	01	001
	10	001
	11	010
01	00	001
	01	010
	10	010
	11	011
10	00	001
	01	010
	10	010
	11	011
11	00	010
	01	011
	10	011
	11	100

Vi får direkt

$$u_1 = x_1x_2x_3x_4,$$

som alltså kostar 4 ingångar.

Vi testar mux-lösningar med  $x_1x_2$  som styrsignaler:

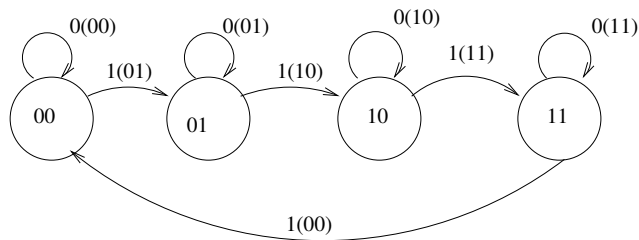
$x_1x_2$	$u_2$	$u_3$
00	$x_3x_4$	$x_3 \oplus x_4$
01	$x_3 + x_4$	$(x_3 \oplus x_4)'$
10	$x_3 + x_4$	$(x_3 \oplus x_4)'$
11	$(x_3x_4)'$	$x_3 \oplus x_4$
ing	6+2+2+1	6+2+1

Totalt 24 ingångar! Ett billigare alternativ är

$$u_3 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4,$$

### 3 IKN (10p)

Här gäller det alltså att göra ett IKN av en 2-bits binärräknare.



Ur grafen får vi följande uttryck

$$q_1^+ = q_1q_0' + q_1x' + q_1'q_0x$$

$$q_0^+ = q_0'x + q_0x' = q_0 \oplus x,$$

som blir den allmänna cellen.

För utgångarna gäller

$$u_1 = q_1^+$$

$$u_0 = q_0^+,$$

som är innehållet i den sista cellen.



För cell 1 gäller  $q_1q_0 = 00$

$$q_1^+ = 0$$

$$q_0^+ = x$$

För cell 2 gäller  $q_1 = 0$

$$q_1^+ = q_0x$$

$$q_0^+ = q_0'x + q_0x' = q_0 \oplus x$$

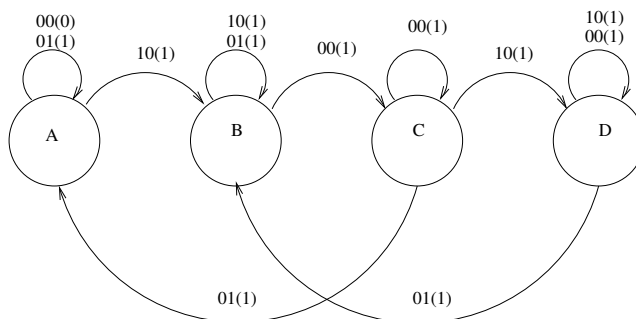
För cell 3 gäller  $q_1q_0 \neq 11$  (fås ur problemställningen)

$$q_1^+ = q_1 + q_0x$$

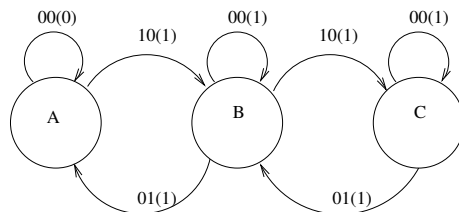
$$q_0^+ = q_0'x + q_0x' = q_0 \oplus x$$

## 4 Sekvensnät (10p)

Utan enpulsning:



Med enpulsning:



## 5 Konstruktion (10p)

