

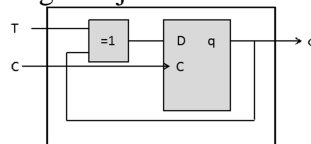


Lösningförslag till tentamen i Digitalteknik, TSEA22

<i>Datum för tentamen</i>	130109
<i>Salar</i>	U4, U7, U10
<i>Tid</i>	14.00-18.00
<i>Kurskod</i>	TSEA22
<i>Provkod</i>	TEN1
<i>Kursnamn/benämning</i>	Digitalteknik
<i>Institution</i>	ISY
<i>Antal uppgifter som ingår i tentamen</i>	7
<i>Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)</i>	4
<i>Jour/Kursansvarig</i>	Olle Seger/Mattias Krysander
<i>Telefon under skrivtid</i>	0730549145
<i>Besöker salen ca kl.</i>	15.00 och 17.00
<i>Kursadministratör (namn/ tfnr/mailadress)</i>	Ylva Jernling/2648/ylva@isy.liu.se
<i>Tillåtna hjälpmedel</i>	Inga
<i>Övrigt (exempel när resultat kan ses på webben, betygsgränser, visning, övriga salar tentan går i m.m.)</i>	För betyg 3 krävs 21 poäng För betyg 4 krävs 31 poäng För betyg 5 krävs 41 poäng

1. Konstruera en klockad T-vippa med hjälp av en klockad D-vippa och valfria grindar.

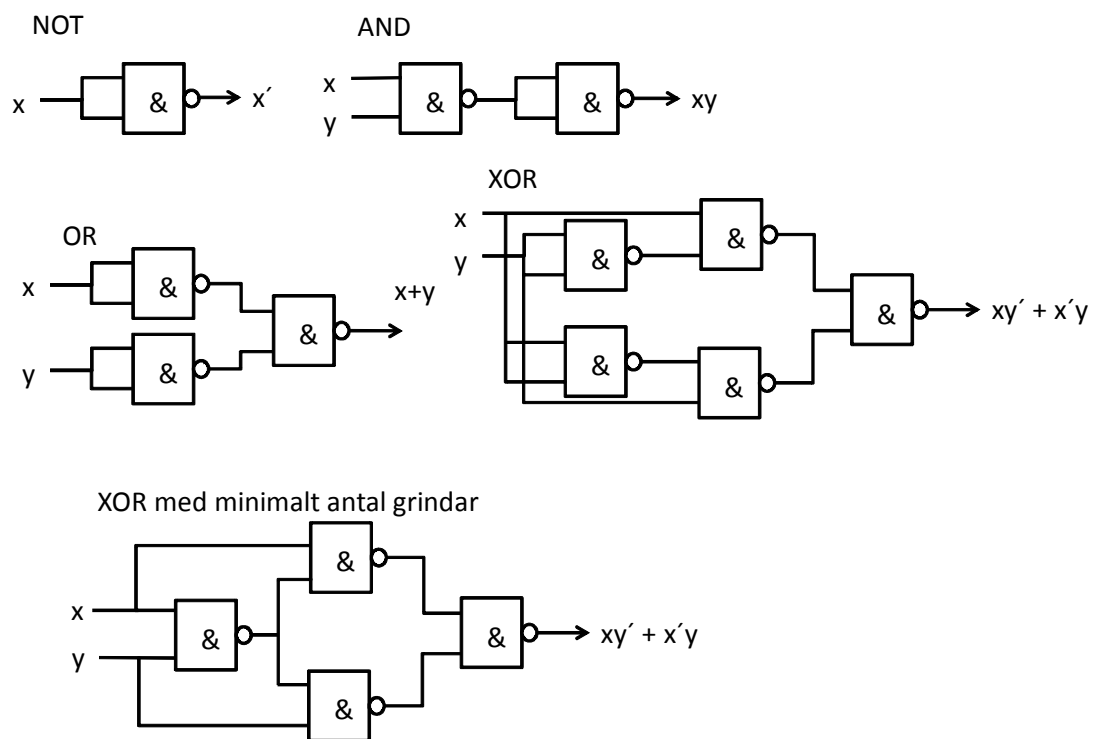
Lösningsförslag: $D = \text{xor}(T,q)$ vilket ger följande krets



(2 p)

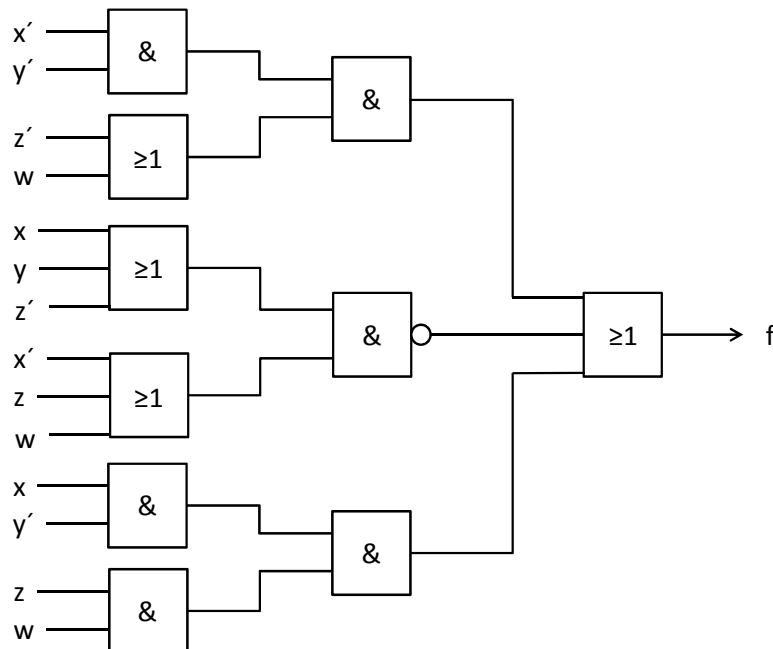
2. Realisera AND, OR, NOT och XOR enbart med NAND-grindar. Rita kopplingsschema.

Lösningsförslag:



(4 p)

3. Bestäm ett minimalt disjunktivt och ett minimalt konjunktivt uttryck för nätet nedan. Det måste framgå vilket uttryck som är vilket. Näten ska inte ritas.



Lösningförslag: Funktionen är

$$\begin{aligned}
 f &= x'y'(z'+w) + ((x+y+z)(x'+z+w))' + xy'zw = \\
 &= x'y'z' + x'y'w + (x+y+z)' + (x'+z+w)' + xy'zw = \\
 &= x'y'z' + x'y'w + x'y'z + xz'w' + xy'zw = \\
 &= x'y' + xz'w' + xy'zw
 \end{aligned}$$

och dess Karnaughdiagram

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

Minimal disjunktiv form $f = x'y' + xz'w' + y'zw$

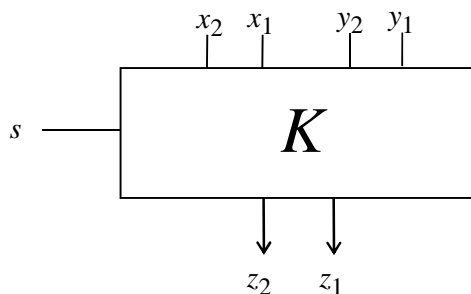
Minimal konjunktiv form $f' = x'y + yz + xz'w + xzw' \Rightarrow$

$$f = (x'y)'(yz)'(xz'w)'(xzw)' = (x+y)(y'+z)(x'+z+w)(x'+z'+w)$$

En alternativ minimal konjunktiv form är $f = (x+y)(y'+w)(x'+z+w)(x'+z'+w)$

(4 p)

4.



Konstruera ett kombinatoriskt nät, K , som utför två enkla operationer på två positiva binära heltal $X = \langle x_2, x_1 \rangle$ och $Y = \langle y_2, y_1 \rangle$. Operationernas resultat är ett positivt binärt heltal $Z = \langle z_2, z_1 \rangle$. Styringången s bestämmer vilken operation som ska utföras enligt följande tabell:

s	Z
0	$\min(X, Y)$
1	$\max(X, Y)$

Konstruera K med 2/1-multiplexrar och valfria logiska grindar. Onödigt komplicerade lösningar ger poängavdrag.

Lösningförslag: Använd 2 2/1-multiplexrar som har s som styrvariabel och z_1 respektive z_2 som utsignal. Följande tabell och Karnaughdiagram beskriver funktionen:

x_2, x_1	y_2, y_1	$s=0$		$s=1$	
		z_2, z_1	z_2, z_1	z_2, z_1	z_2, z_1
00	00	00	00	00	00
00	01	00	01	00	01
00	10	00	10	00	10
00	11	00	11	00	11
01	00	00	01	01	01
01	01	01	01	01	01
01	10	01	10	01	10
01	11	01	11	01	11
10	00	00	10	10	10
10	01	01	10	10	10
10	10	10	10	10	10
10	11	10	11	10	11
11	00	00	11	11	11
11	01	01	11	11	11
11	10	10	11	11	11
11	11	11	11	11	11

$s=0$	z_2				$s=1$	z_1			
	$x_2, x_1 \setminus y_2, y_1$	00	01	11		10	00	01	11
00	0	0	0	0	00	0	0	0	0
01	0	0	0	0	01	0	1	1	1
11	0	0	1	1	11	0	1	1	0
10	0	0	1	1	10	0	1	0	0
00	0	0	1	1	00	0	1	1	0
01	0	0	1	1	01	1	1	1	0
11	1	1	1	1	11	1	1	1	1
10	1	1	1	1	10	0	0	1	0

Detta ger då $s = 0$ att

$$z_2 = x_2 y_2$$

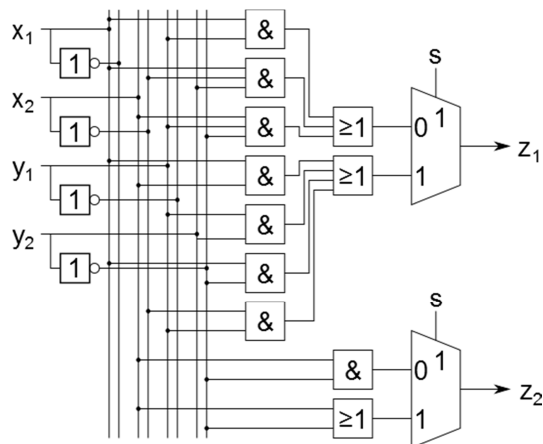
$$z_1 = x_1 y_1 + x_2' x_1 y_2 + x_2 y_2' y_1$$

och då $s = 1$ att

$$z_2 = x_2 + y_2$$

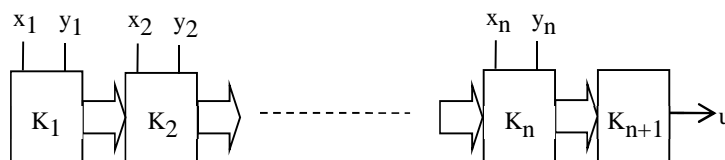
$$z_1 = x_2 x_1 + y_2 y_1 + x_1 y_2' + x_2' y_1$$

Kopplingen kan se ut som följer (inverteringen av x_2 och y_1 kan utelämnas):



(10p)

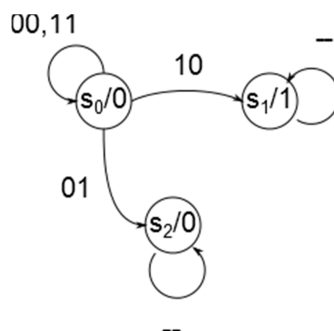
5.



Låt $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ och $Y = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle$ vara två positiva binära heltal. Konstruera ett iterativt kombinatoriskt nät med utsignal u sådan att $u = 1$ om och endast om $X > Y$.

Nätet måste ha den struktur som visas i figuren där de kombinatoriska näten K_2, K_3, \dots, K_n ska vara identiska. Använd valfria grindar. Antalet signaler mellan K_i och K_{i+1} ska vara minimalt.

Lösningsförslag: Tillståndsgraf:



Om följande tillståndskodning antas blir ges tillståndsövergångarna av tabellen nedan:

s_n	$q = q_1q_2$	u
s_0	00	0
s_1	01	1
s_2	10	0

s_n	q	x_iy_i	q^+
s_0	00	00	00
s_0	00	01	10
s_0	00	10	01
s_0	00	11	00
s_1	01	00	01
s_1	01	01	01
s_1	01	10	01
s_1	01	11	01
s_2	10	00	10
s_2	10	01	10
s_2	10	10	10
s_2	10	11	10

Detta ger Karnaughdiagrammen:

$q_1, q_2 \backslash x_i, y_i$		q_1^+				q_2^+			
		00	01	11	10	00	01	11	10
00	00	0	1	0	0	0	0	0	1
00	01	0	0	0	0	1	1	1	1
00	11	-	-	-	-	-	-	-	-
00	10	1	1	1	1	0	0	0	0

och motsvarande uttryck blir

$$q_1^+ = q_1 + q_2'x_i'y_i$$

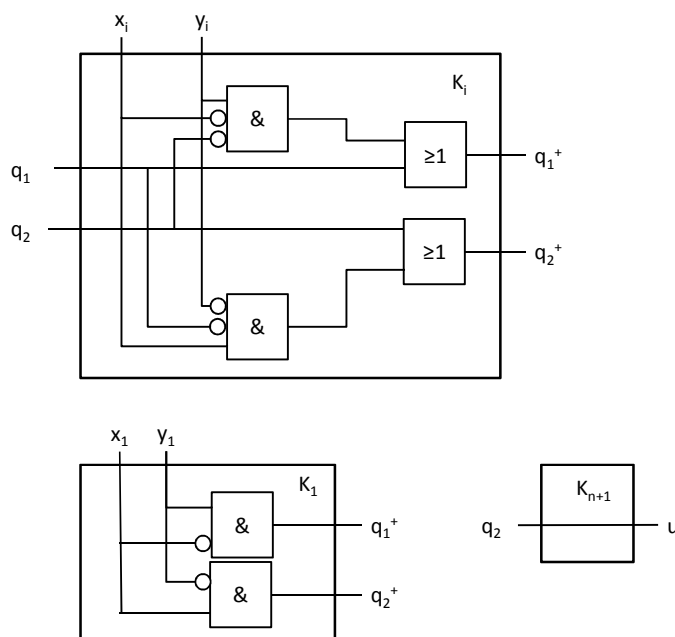
$$q_2^+ = q_2 + q_1'x_iy_i'$$

Eftersom $q_1=0$ och $q_2=0$ initialt så förenklas uttrycken för K_1 till

$$q_1^+ = x_1'y_1$$

$$q_2^+ = x_1y_1'$$

K_{n+1} ges i detta fall av $u = q_2$ enligt tillståndskodningen. Konstruktionen kan då se ut på följande sätt:



(10p)

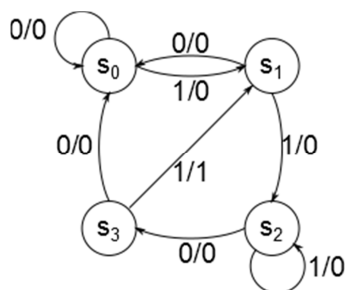
6. Ett synkront sekvensnät har en utsignal u samt en synkroniserad insignal x . Nätet ska detektera sekvenser av typen 1101 på insignalen x genom att vid den detekterade sekvensens sista bit lägga ut $u = 1$. För övrigt ska $u = 0$.

Exempel:

klockintervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
u	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Använd AND-, OR-grindar och inverterare samt minimalt antal D-vippor. Funktion måste beskrivas med tillståndsgraf, booleska uttryck och kopplingschema.

Lösningsförslag: Tillståndsgrafen och tillståndskodningen kan se ut på följande vis.



s_n	$q = q_1q_2$
s_0	00
s_1	01
s_2	11
s_3	10

Motsvarande tabell och logiska uttryck blir

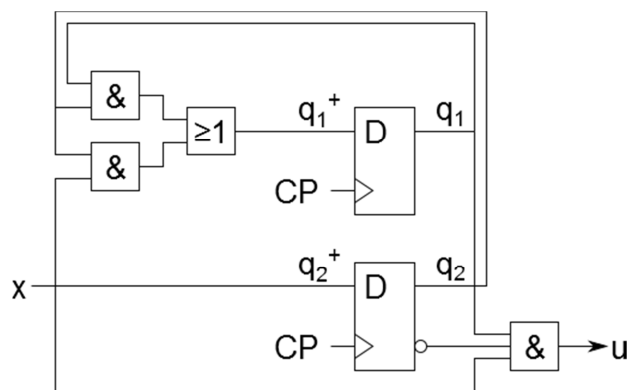
	x	
	0	1
q_1, q_2	$q_1^+, q_2^+ (u)$	$q_1^+ q_2^+ (u)$
00	00(0)	01(0)
01	00(0)	11(0)
11	10(0)	11(0)
10	00(0)	01(1)

$$q_1^+ = q_1q_2 + xq_2$$

$$q_2^+ = x$$

$$u = q_1q_2'x$$

Kretsen kan realiseras enligt följande koppling.

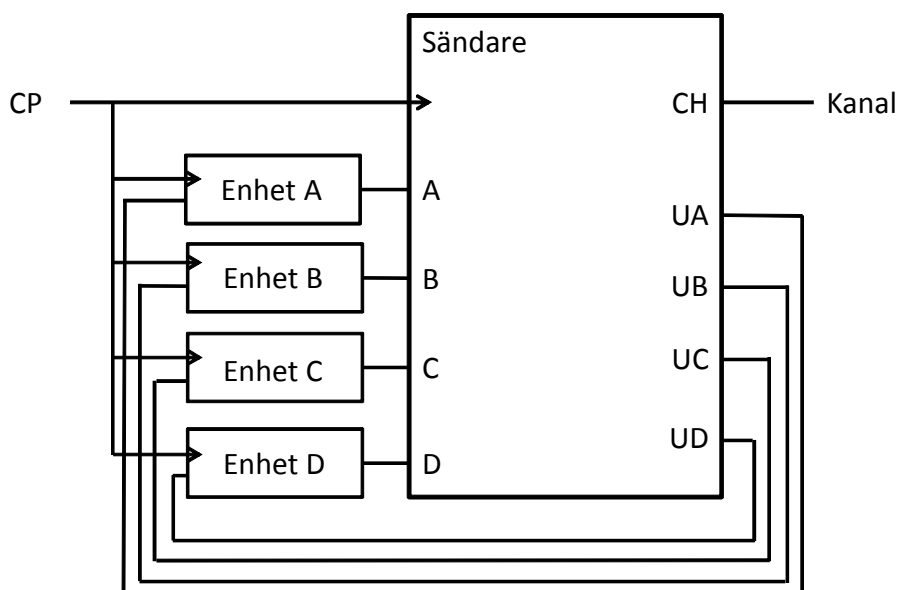


(10 p)

7. Fyra enheter ska sända 8-bitarsord i serieform på en gemensam kanal. En sändare ska konstrueras som i tur och ordning låter respektive enhet skicka sina ord på kanalen. Figur 1 visar hur sändaren är inkopplad och i tabellen nedan följer ett exempel på hur enheterna ska aktiveras.

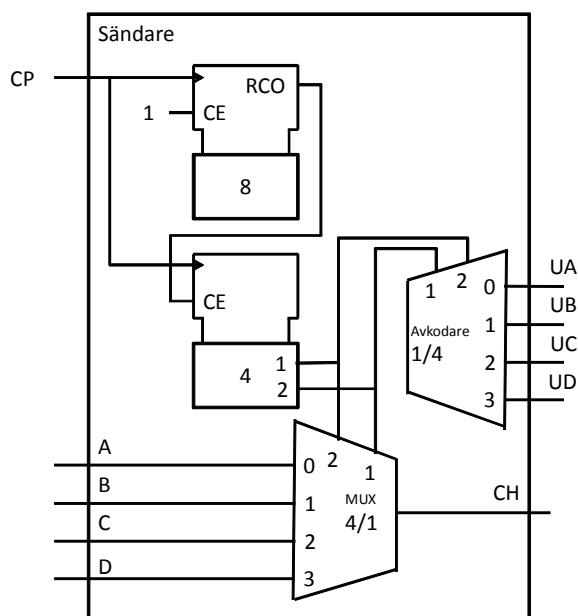
Klockintervall	1-8	9-16	17-24	25-32	33-40	...
Enhet	A	B	C	D	A	...
Signal	10101110	10100010	10101110	11010010	10101011	...

Notera att rad 1 och 2 visar hur sändaren ska aktivera enheterna medan rad tre i tabellen innehåller exempel på 8-bitarsord som enheterna skulle kunna skicka. Sändarens ut signaler U_A, U_B, U_C, U_D aktiverar respektive enhet när respektive signal är hög. Till exempel ska utsignalen U_A , som aktiverar enhet A, vara hög i klockintervallen 1-8, 33-40, osv. Konstruera sändaren med valfria räknare, multiplexrar, avkodare, vippor och grindar. Om delar av konstruktionen använder diskreta vippor måste denna funktion beskrivas med tillståndsgrafer och booleska uttryck. Asynkrona nät ger noll poäng.



Figur 1. Inkoppling av sändare.

Lösningförslag: Se figuren nedan.



Modulo-8 räknaren används för att aktivera CE signalen på modulo-4-räknaren var åttonde klockpuls. Avkodaren skickar ut en etta till den enhet som ska aktiveras. Multiplexern tar in signaler från enheterna och lägger ut den aktiva enhetens bit på kanalen CH.

(10 p)