

# Tentamen

**TSEA22 Digitalteknik**  
**5 juni, 2015, kl. 08.00-12.00**

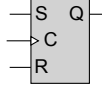
Tillåtna hjälpmedel: Inga.

Ansvarig lärare: Mattias Krysender

Visning av skrivningen sker mellan 10.00-10.30 den 22 juni på Dator-  
teknik.

Totalt 50 poäng.  
Preliminära betygsgränser:  
Betyg 3: 21 poäng  
Betyg 4: 31 poäng  
Betyg 5: 41 poäng





Figur 1: En SR-vippa.

**Uppgift 1.** Figur 1 visar en så kallad SR-vippa med ingångar  $S$ ,  $R$  och  $C$  och utgång  $Q$  som är vippans tillstånd i vanlig ordning. Vippans tillstånd ändras endast vid positiv flank på klocksignalen  $C$  enligt följande specifikation:

- Om  $R = 1$  så sätts tillståndet  $Q = 0$ .
- Om  $R = 0$  och  $S = 1$  så sätts tillståndet  $Q = 1$ .
- Om  $R = 0$  och  $S = 0$  så behålls det tidigare värdet på tillståndet.

Använd en D-vippa, valfria grindar och inverterare för att realisera SR-vippan. (5 poäng)

**Uppgift 2.** Konstruera en kombinationskrets med insignaler  $x_2$ ,  $x_1$  och  $x_0$  och utsignal  $u$ . Utsignalen ska vara 1 om och endast om ett udda antal insignaler är 1. T ex om  $x = (x_2, x_1, x_0) = (1, 1, 1)$  så ska utsignalen  $u = 1$  eftersom  $x$  innehåller 3 ettor. Om  $x = (1, 0, 1)$  så ska  $u = 0$  eftersom  $x$  innehåller 2 ettor. Kretsen ska konstrueras med 2-ingångars NAND-grindar och inverterare. Kretsens grinddjup är valfritt. Onödigt komplicerade lösningar ger poängavdrag. (5 poäng)

**Uppgift 3.** En krets ska konstrueras som indikerar om en given månad har 30 eller 31 dagar. Månaden anges som ett binärkodat tal  $x = (x_3, x_2, x_1, x_0)$ , utsignalen  $u_1$  är 1 om och endast om månad  $x$  har 31 dagar och utsignalen  $u_0 = 1$  om och endast om månad  $x$  har 30 dagar. Låt  $u = (u_1, u_0)$ .

Exempel:

$x = 0001_2 = 1_{10} \Rightarrow$  Den första månaden är januari som har 31 dagar  $\Rightarrow u = (1, 0)$ .

$x = 0010_2 = 2_{10} \Rightarrow$  Den andra månaden är februari som varken har 30 eller 31 dagar  $\Rightarrow u = (0, 0)$ .

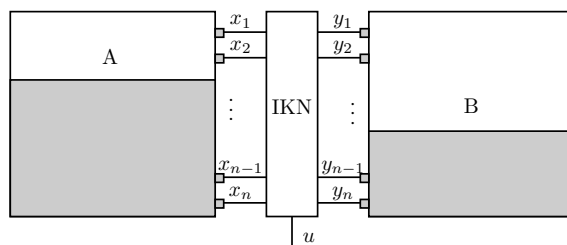
$x = 1110_2 = 14_{10} \Rightarrow$  Det finns ingen 14:e månad varför  $u$  är don't care.

Kretsens längsta tillåtna signalväg ska vara 2 grindar och en inverterare. Realisera kretsen med ett minimalt antal valfria grindar och inverterare. (10 poäng)

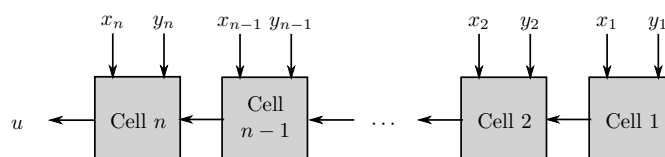
**Uppgift 4.** Ett iterativt kombinatoriskt nät ska konstrueras som detekterar fel i vattentankssystemet som visas i figur 2. Systemet består av två tankar, tank A och tank B. Nivån i respektive tank mäts med  $n$  stycken sensorer som skickar ut 1 om sensorn är under vätskenivån och 0 annars. De fel som ska upptäckas är om sensorerna visar på lägre vätskenivån i tank A än i tank B samt om det finns sensorer nedsänka i vätskan som skickar ut en 0:a. Kretsen struktur ska vara enligt figur 3. Insignalerna till kretsen är sensorsignalerna från respektive tank  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  och  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  och utsignalen  $u$  är 1 om och endast om något av ovan specificerade fel har upptäckts. Här följer några exempel för fallet att  $n = 5$ :

- $x = 00011, y = 00001 \Rightarrow$  Inget fel:  $u = 0$
- $x = 00000, y = 00000 \Rightarrow$  Nivån i tankarna är lika och i detta fallet också tomma:  $u = 0$
- $x = 00011, y = 00111 \Rightarrow$  Mer vätska i tank B än A:  $u = 1$
- $x = 01101, y = 00111 \Rightarrow$  Sensor  $x_4$  är trasig:  $u = 1$

Realisera kretsen med NAND-grindar och inverterare. För full poäng krävs att alla celler är minimala och att så få signaler som möjligt överförs mellan cellerna. Det får antas att  $n \geq 3$ .



Figur 2: Vattentankssystem med ett iterativt kombinatoriskt nät för övervakning.



Figur 3: Cellerna i det iterativa kombinatoriska nät som ska konstrueras.

(10 poäng)

**Uppgift 5.** Konstruera en synkron sekvensdetektor med synkroniserad insignal  $x$  och utsignal  $u$  som detekterar förekomster av sekvensen 010 på ingången. Detektorn ska stängas av om sekvensen 100 observeras på ingången.

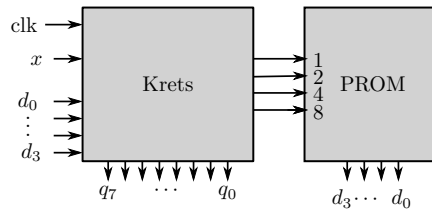
Följande exempel visar hur kretsen ska fungera där  $i$  anger klockintervall:

$i:$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
$x:$	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	...
$u:$	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	...

Sekvensen 010 uppträder i intervallen 1-3, 3-5, 5-7 och 8-10. Sekvensen 100 uppträder i intervallet 6-8. Detektion av 010 sker vid tidpunkterna 3, 5, 7. Vid tidpunkt 8 stängs detektorn av och den sista sekvensen 010 genererar därför ingen detektion.

Ni har D-vippor, NOR-grindar och inverterare till ert förfogande. För full poäng krävs en lösning med minimalt antal tillstånd samt att starttillståndet är angivet. (10 poäng)

**Uppgift 6.** Figur 4 visar ett PROM och den krets som ni ska konstruera. PROMet har 16 ord med vardera 4 bitar. Orden tolkas som ett binärt tal. Antag att talet  $a_i$  finns lagrat på adress  $i$ . Konstruera en synkron krets som summerar de binära talen i PROM:et och sparar resultatet i ett register  $q = (q_7, q_6, \dots, q_0)$ .



Figur 4: Krets för att beräkna summan i ett minne.

Som exempel låt  $a_0 = 0000_2 = 0$ ,  $a_1 = 0001_2 = 1$ ,  $\dots$ ,  $a_{15} = 1111_2 = 15$ . Efter summering ska registrets värde vara

$$q = \sum_{i=0}^{15} a_i = 0 + 1 + \dots + 15 = 120 = 01111000_2$$

Summeringen ska påbörjas med en knapptryckning. När knappen trycks ner blir signal  $x$  i figuren 1. Funktionen ska vara oberoende av antalet klockcykler som knappen är nedtryckt. Det ska ej vara möjligt att starta om funktionen innan den slutliga summan är beräknad och sparad i registret. Oberoende av hur länge knappen hålls nere beräknas summan av talen i PROMet endast en gång. Summan ska sparas i registret till dess knappen åter trycks ner och en ny summering påbörjas.

Till ert förfogande har ni förutom PROMet en 4-bitars binärräknare med CE, synkron CLR och RCO. Ett register med 8 bitar, LOAD och synkron CLR. En adderare med 8 bitar. Valfria grindar, inverterare, D-vippor och SR-vippor av typen som specificerades i uppgift 1. (10 poäng)