

Försättsblad till skriftlig tentamen vid Linköpings Universitet

Datum för tentamen	2013-05-31
Salar	U1, KÅRA, U3
Tid	14-18
Kurskod	TSEA22
Provkod	TEN1
Kursnamn	Digitalteknik
Institution	ISY
Antal uppgifter som ingår i tentamen	6
Antal sidor på tentamen (inkl. försättsbladet)	8
Jour/kursansvarig	Mattias Krylander
Telefon under skrivtid	013 - 282198
Besöker salen ca.	15.00 och 17.00
Kursadministratör (namn+tfnr+mailadress)	Ylva Jernling, 013-282648, ylva@isy.liu.se
Tillåtna hjälpmedel	Inga
Övrigt	Visning 13.00-14.00 den 19 augusti på Datorteknik

Tentamen

TSEA22 Digitalteknik
31 maj, 2013, kl. 14.00-18.00

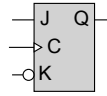
Tillåtna hjälpmedel: Inga.

Ansvarig lärare: Mattias Krysander

Visning av skrivningen sker mellan 13.00-14.00 den 19 augusti på Datorteknik.

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

Uppgift 1. Använd JK-vippan i figur 1, valfria grindar och inverterare för att realisera en D-vippa, en T-vippa samt en SR-vippa med aktivt hög R-ingång. Notera att K-ingången på JK-vippan i figuren aktiveras med en nolla.

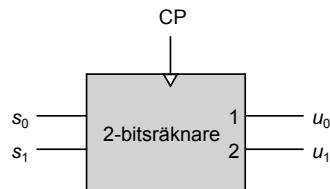


Figur 1: En JK-vippa med K-ingången aktivt låg.

(3 poäng)

Uppgift 2. Figur 2 visar en 2-bitars räknare med ingångar s_1 och s_0 som styr vilken mod räknaren är i samt utgångar u_1 och u_0 där u_0 är minst signifikant bit. Realisera räknaren med D-vippor och ett PROM med 16 ord á 2 bitar så att följande funktion erhålls:

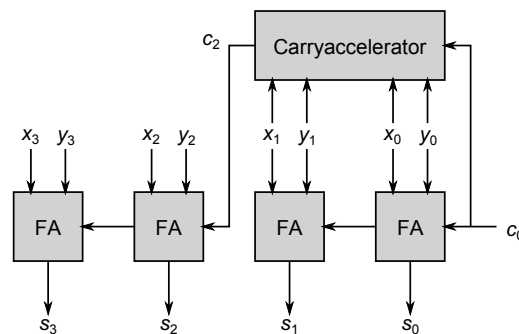
$s_1 s_0$	mod
00	vila
01	uppräkning
10	nedräkning
11	synkron nollställning



Figur 2: En 2-bitars räknare.

(7 poäng)

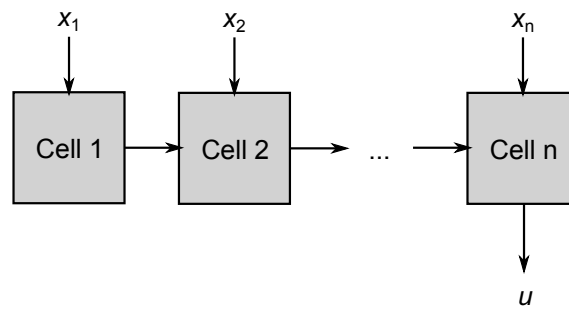
Uppgift 3. Figur 3 visar en 4-bitars adderare med en 2-bitars carryaccelerator med insignaler x_0, y_0, x_1, y_1, c_0 och utsignal c_2 . Realisera carryacceleratorn med NAND-grindar och inverterare. Grinddjupet får max vara 2 + eventuellt en inverterare. För full poäng skall realiseringen vara minimal. Tips: minnessiffran $c_2 = 1$ om och endast om summan av de binärkodade talen (x_1, x_0) , (y_1, y_0) och c_0 är större än eller lika med fyra.



Figur 3: En 4-bitars adderare med en 2-bitars carryaccelerator.

(10 poäng)

Uppgift 4. Konstruera ett iterativt kombinatoriskt nät med strukturen



där $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ är insignaler och u är utsignal så att

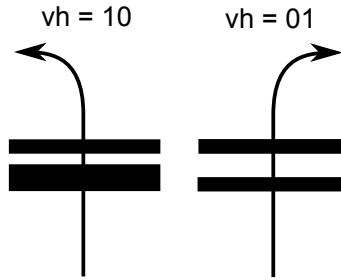
$$u = \begin{cases} 1 & \text{om det finns minst tre 1:or i följd i } x \\ 0 & \text{för övrigt} \end{cases}$$

Några exempel för fallet $n = 8$:

$$x = 10110011 \Rightarrow \text{som mest 2 ettor i följd} \Rightarrow u = 0$$

$$x = 01110101 \Rightarrow \text{som mest 3 ettor i följd} \Rightarrow u = 1$$

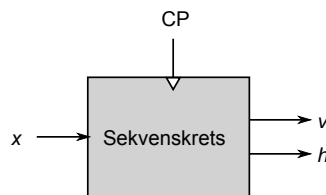
Realisera kretsen med NOR-grindar och inverterare. För full poäng krävs att alla celler är minimala. Ni får anta att $n \geq 5$. (10 poäng)



Figur 4: Tejpmarkering för vänster- respektive höger-sväng.

Uppgift 5. En robot har till syfte att köra autonomt genom en labyrint. För att ange vilken väg roboten ska köra i korsningar finns tejpmarkeringar på golvet som roboten läser av. Figur 4 visar tejpmarkering för vänster- respektive höger-sväng. Före en vänstersväng kör roboten över en bred tejp följt av en smal tejp och när den närmar sig en högersväng en smal tejp följt av en bred tejp. Roboten är försedd med en optisk sensor som läser av tejpmarkeringar. Till sensorn finns en mätkrets som skickar ut en synkroniserad signal x . Vid passage över en bred tejp skickas exakt två ettor ut i följd, vid passage av en smal tejp skickas exakt en etta ut och för övrigt skickas nollor ut. Klockfrekvensen är stor i förhållande till robotens rörelse över tejpmarkeringarna och därför antas att minst en nolla skickas ut under passagen mellan tejparna. Detta betyder att en passage över till exempel en vänstersvängsmarkering kan generera sekvensen $x : 000110001000$. Antalet nollor i sekvensen kan variera men mönstret av ettor är fixt.

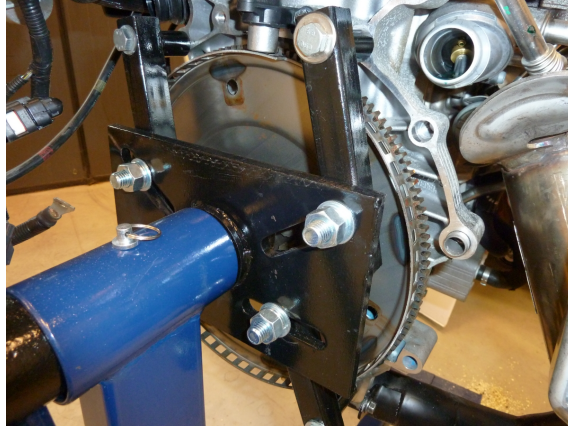
Konstruera en synkron sekvenskrets enligt



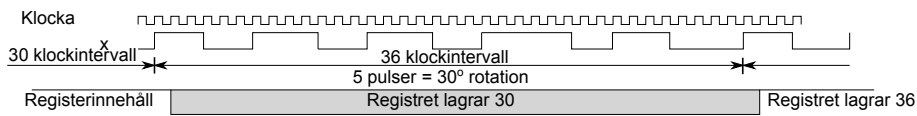
där utsignalerna v och h skall vara enligt följande specifikation:

- När roboten inte åker på svängmarkeringar skall utsignalen vara $vh = 00$.
- Om roboten befinner sig på en svängmarkering men ännu inte avläst tillräcklig information för att kunna avgöra vilken sväng som kommer skall utsignalen vara $vh = 11$.
- Om roboten befinner sig på en svängmarkering och kan avgöra vilken sväng som kommer skall $vh = 10$ för vänstersväng och $vh = 01$ för högersväng. Utsignalen skall återgå till $vh = 00$ i klockintervallet efter att sista tejpens har registrerats.
- Svängdetektionen måste ske i första möjliga klockintervall för att förbereda robotens sväng så tidigt som möjligt.

Roboten startas inte på en svängmarkering, dvs varken på en tejp eller i mellanrummet mellan två tejp. Valfria vippor och grindar samt inverterare får användas i konstruktionen. För full poäng krävs att tillståndsdigrammet visas, att minimalt antal vippor används samt att kombinationskretsar svarar mot minimala inringningar i Karnaughdiagram. (10 poäng)



Figur 5: Svänghjul med perforeringar som syns tydligast i underkant.



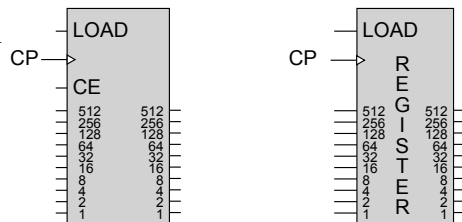
Figur 6: Exempel på hur kretsen ska fungera.

Uppgift 6. Motorns varvtal (rotationshastighet) är bland de viktigaste mätsignalerna för styrning och övervakning av förbränningsmotorer. Figur 5 visar ett svänghjul på en motor. Motorns varvtal mäts genom att en Hallsensor känner av svänghjulets perforeringar som syns tydligast på hjulets underkant. Sensorn skickar ut 1 under tiden då den passerar förbi utstansade hål och 0 annars. Det är 60 hål som är jämnt fördelade över varvet, vilket betyder att hjulet roterar $360/60 = 6^\circ$ från det att ett hål detekteras till dess att nästa hål detekteras.

Klockfrekvensen är 100kHz och motorns hastighet mäts genom att räkna antalet klockintervall som det tar för hjulet att rotera 30° . Hallgivarens utsignal x är synkroniserad och kan se ut som i figur 6. Under det markerade tidsintervallet, i detta fall 36 klockintervall långt, så har svänghjulet roterat exakt 30° eftersom det har inkommit 5 pulser på x . Pulserna i x har varierande längd, beroende på motorns momentana rotationshastighet.

Er uppgift är att konstruera en synkron sekvenskrets som tar x som insignal och lagrar antalet klockintervall det tar att rotera 30° i ett register. Det korrekta registerinnehållet för exemplet i figur 6 ses längst ner i figuren. Till ert förfogande har ni:

- 10-bitars räknaren till höger med count enable och load
- 10-bitars registeret till höger med parallell in parallell ut
- en valfri 4-bitars räknare
- valfria grindar och vippor samt inverterare.



Ni får anta att antalet klockintervall som ska räknas och lagras är mellan 10 och 700, vilket motsvarar motorns arbetsområde. Onödigt komplicerade lösningar ger poängavdrag.

(10 poäng)