



KTH Informations- och kommunikationsteknik

Omtentamen IE1204-5 Digital Design Torsdag 13/4 2017 14.00-18.00

Allmän information (TCOMK, Ask for an english version of this exam if needed)

Examinator: Ingo Sander.

Ansvarig lärare: Kista, William Sandqvist tel 08-7904487

Ansvarig lärare: Valhallavägen, Ahmed Hemani tel 08-7904469

*Tentamensuppgifterna behöver **inte** återlämnas när du lämnar in din skrivning.*

Hjälpmedel: Inga hjälpmedel är tillåtna!

Tentamen består av tre delar med sammanlagt 14 uppgifter, och totalt 30 poäng:

Del A1 (Analys) innehåller tio korta uppgifter. Rätt besvarad uppgift ger en poäng. Felaktig besvarad ger 0 poäng. Det totala antalet poäng i del A1 är **10 poäng**. För **godkänt på del A1 krävs minst 6p, är det färre poäng rättar vi inte vidare.**

Del A2 (Konstruktionsmetodik) innehåller två metodikuppgifter om totalt **10 poäng**. För att bli **godkänd på tentamen** krävs **minst 11 poäng** från A1+A2, *är det färre poäng rättar vi inte vidare.*

Del B (Designproblem) innehåller två friare designuppgifter om totalt **10 poäng**.

OBS! I slutet av tentamenshäftet finns ett inlämningsblad för del A1, som ska avskiljas för att lämnas in tillsammans med lösningarna för del A2 och del B.

För ett godkänt betyg (**E**) krävs **minst 11 poäng på hela tentamen**. Vid exakt 10p från A1(6p)+A2(4p) erbjuds komplettering (FX) till godkänt.

Betyg ges enligt följande:

0 –	11 –	16 –	19 –	22 –	25
F	E	D	C	B	A

Resultatet beräknas meddelas före fredagen den 5/5 2017.

Del A1: Analysuppgifter

Endast svar krävs på uppgifterna i del A1. Lämna svaren på inlämningsbladet för del A1 som du hittar på sista sidan av tentahäftet.

1. 1p/0p

En funktion $f(x, y, z, w)$ är angiven som:

$$f(x, y, z, w) = y(z \oplus w) + \bar{z}w + x\bar{z}w + xz\bar{w} + x\bar{y}z\bar{w}$$

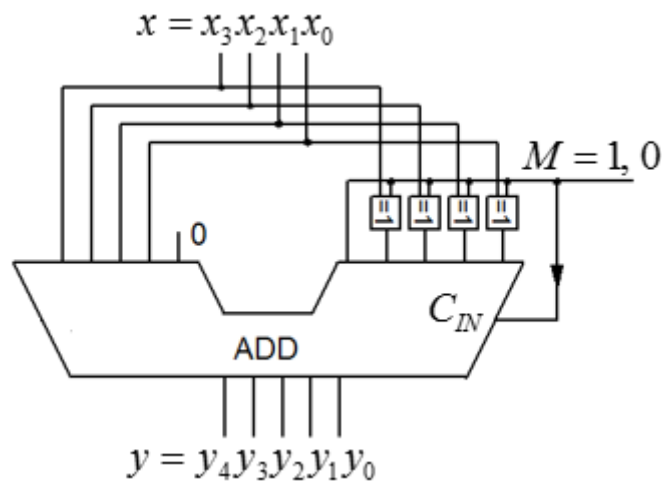
Ange funktionen som minimerad summa av produkter.

$$f(x, y, z, w) = \{SoP\}_{\min} = ?$$

2. 1p/0p

En 5-bits adderare är kopplad så att den **multipliserar** ett binärt teckenlöst 4-bitstal $x = x_3x_2x_1x_0$ med **en konstant** k , $y = k \cdot x$. En styrsignal M (med 4 XOR-grindar) byter mellan två värden på konstanten, $M = 0 \rightarrow k_0$ eller $M = 1 \rightarrow k_1$. Vilka värden har konstanterna k_0 och k_1 ?

(Tips! prova med något tal x och se vad motsvarande y blir för $M = 1$ respektive $M = 0$).



3. 1p/0p

Två tvåkomplement 16-bitstal är (hexadecimalt) $x_{16} = \text{FFFC}$ och $y_{16} = 0004$. Vad blir summan av de två talen $s = x + y$? Ange svaret s som ett decimaltal med tecken och belopp $\pm s_{10} = ?$

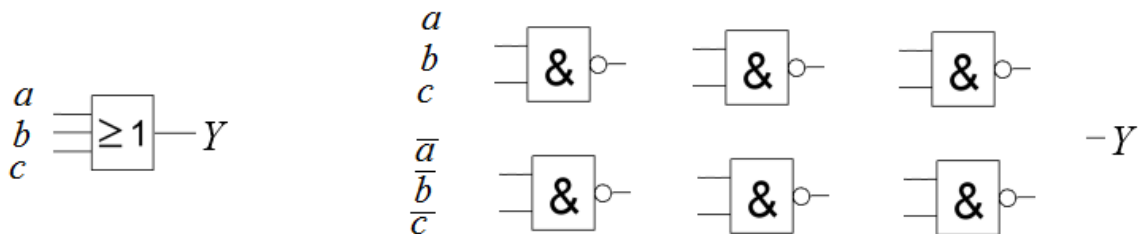
4. 1p/0p

Ett Karnaughdiagram för en funktion av fyra variabler $Y = f(x_3, x_2, x_1, x_0)$ ges nedan. Ange funktionen minimerad Y_{\min} som en summa av produkter, på **SoP** form. ”-” i diagramet står för ”don’t care”.

		x_1x_0			
		00	01	11	10
x_3x_2	00	0 ⁰ -	1 ¹ 1	3 ³ 0	2 ² -
	01	4 ⁴ -	5 ⁵ -	7 ⁷ 0	6 ⁶ 1
	11	1 ¹ 0	1 ³ 1	1 ⁵ 0	1 ⁴ 0
	10	8 ⁸ 1	9 ⁹ 0	1 ¹ 0	1 ⁰ -

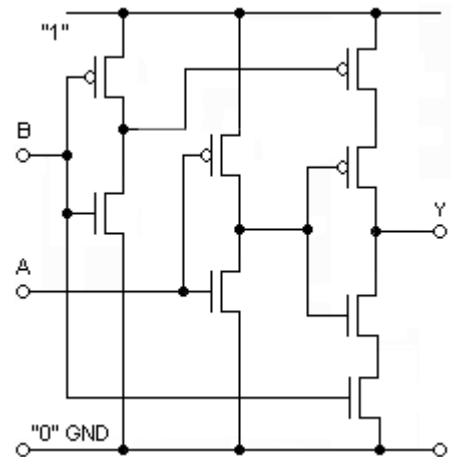
5. 1p/0p

Man behöver en tre-ingångars OR-grind till tre variabler $a b c$. Man har bara tillgång till två-ingångars NAND-grindar (max 6 st.). Hur ska dessa kopplas? Man har också tillgång till variablernas inverser $\bar{a} \bar{b} \bar{c}$ om detta kan vara till hjälp. Rita kopplingsdiagrammet med grindar i svarsformuläret.



6. 1p/0p

Three-state logic. Vad behöver göras med ingång A eller B för att grindens utgång Y ska försättas i högimpedansläget, three-state?



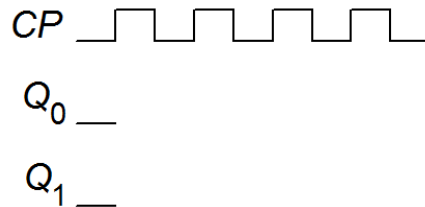
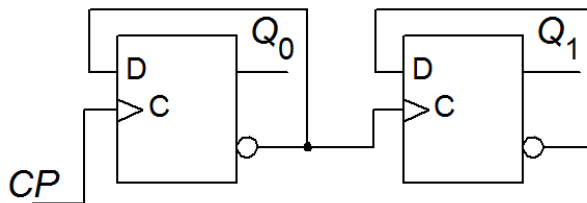
7. 1p/0p

Figurens tillståndstabell gäller en synkron Mealy-automat. Rita färdigt tillståndsdiagrammet. Svara i figuren på svarsblanketten.

State	Next State		Out z	
	w=0	w=1	w=0	w=1
A	A	B	0	0
B	A	B	0	1



8. 1p/0p

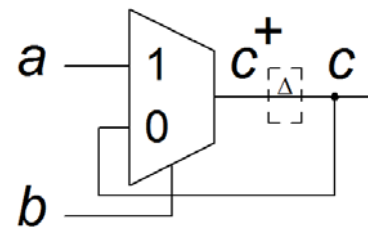


En asynkron räknare enligt figuren ovan startar med tillståndet $q_1q_0 = 00$. Rita färdigt tidsdiagrammet. Svara i figuren på svarsblanketten.

9. 1p/0p

Figuren visar ett slags asynkron låskrets konstruerad med en multiplexor. Tag fram sambandet mellan nuvarande tillstånd c och nästa tillstånd c^+ .

$c^+ = f(a,b,c) = ?$



10. 1p/0p

VHDL koden nedan beskriver en typ av räknare. Antag att räknaren startar på $count = 0$. Vad blir räknevärdet efter 12 klockpulser?

```

bcd:
PROCESS (clk)
BEGIN
  IF rising_edge(clk) THEN
    IF (count = 5) THEN
      count <= 0;
    ELSE
      count <= count+1;
    END IF;
  END IF;
END PROCESS;

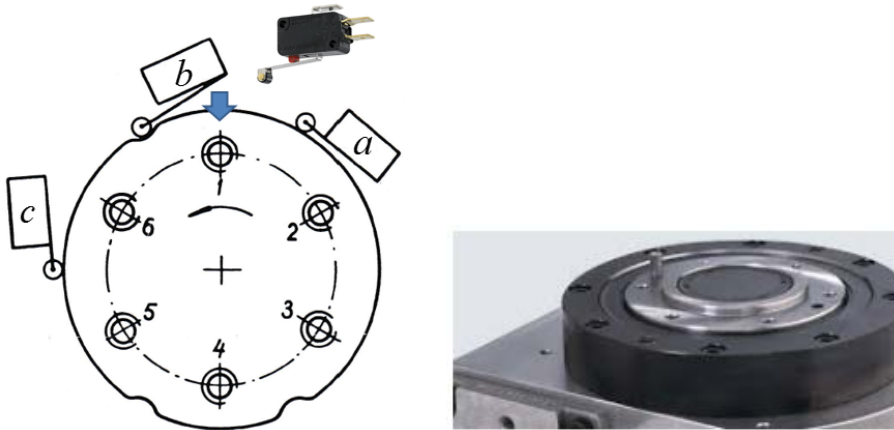
```

Del A2: Konstruktionsmetodik

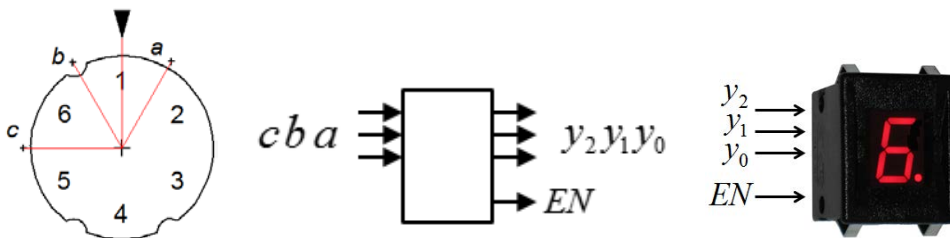
Observera! Del A2 rättas endast om Du är godkänd på del A1

11. 5p

En verktygsmaskin har ett indexbord med sex lägen 1, 2, 3, 4, 5, 6 fördelade längs varvet med 60° delningsvinkel. Bordets läge känns av med tre switchar a b c mot tre fördjupningar längs bordets omkrets. När en switch är i en fördjupning blir signalen '0', och för övrigt '1'. Ett exempel: när indexbordet befinner sig i läge 1 (vid pilen i figuren) blir a och c '1' (mot omkretsen) och b blir '0' (i en fördjupning).



Man vill indikera bordets läge med en sifferdisplay som har ingångar för binärkod $y_2y_1y_0$. Displayen har också en enable ingång EN . För att visa siffror krävs att $EN = '1'$, displayen blir släckt när $EN = '0'$.



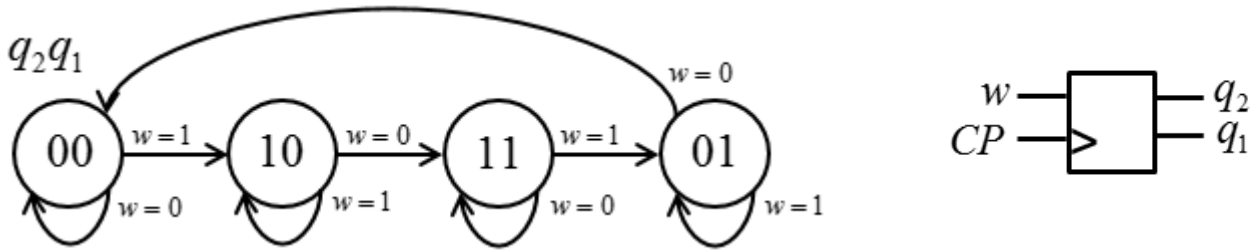
a) (2p) Tag fram sanningstabellen för sambandet mellan läget i binärkod och switcharna $y_2y_1y_0 = f(c,b,a)$.

b) (1p) När bordet håller på att växla läge ska displayen hållas släckt ($EN = 0$).
Konstruera ett kombinatoriskt nät (grind) för denna funktion $EN = f(c,b,a)$.

c) (2p) Konstruera nätet $y_2y_1y_0 = f(c,b,a)$ minimera med hjälp av Karnaughdiagram och utnyttja don't care. Använd NAND-grindar. Rita nätet.

12. 5p

Konstruera ett synkront sekvensnät med en insignal w som följer tillståndsdigrammet nedan.



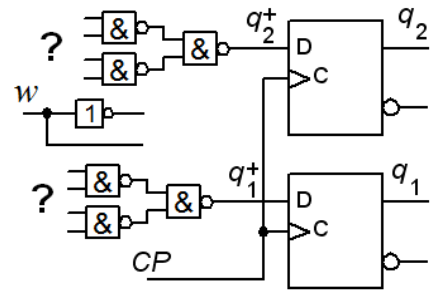
a) (1p) Ställ upp den kodade tillståndstabellen.

$$q_2^+ q_1^+ = f(w q_2 q_1)$$

(1p) Tag fram minimerade uttryck för nästa tillstånd.

$$q_2^+ = ? \quad q_1^+ = ?$$

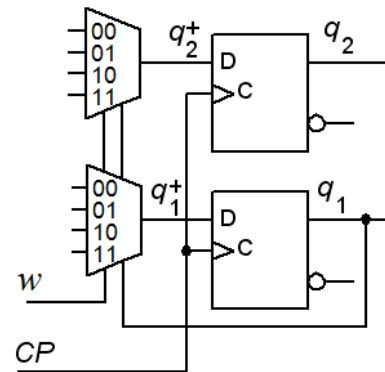
(1p) Realisera sekvensnätet med D-vippor och NAND-grindar enligt figuren. Rita din lösning.



b) (2p) Realisera sekvensnätet med D-vippor och 4:1 Multiplexorer enligt figuren. Svaret måste motiveras.

$$q_2^+ : mux_{00} = ?, \quad mux_{01} = ? \quad mux_{10} = ?, \quad mux_{11} = ?$$

$$q_1^+ : mux_{00} = ?, \quad mux_{01} = ? \quad mux_{10} = ?, \quad mux_{11} = ?$$

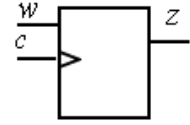


Del B. Designproblem

Observera! Del B rättas endast om Du har mer än 11p på del A1+A2.

13. 5p Synkront sekvensnät. Detektor för viss sekvens.

En sekvensdetektor ska upptäcka varje gång en delsekvens ... 1010 ... uppträder inuti en sekvens av synkrona bitar som inkommer till ingången w .



Sekvensdetektorns utsignal z ska vara '1' i ett klockpulsintervall direkt efter det att delsekvensen har uppträtt. Vid start är insignalen $w = '0'$. Se figuren.

w	..	01	10	10	10	00	1	10	10	1	1	1
z	..	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

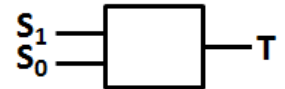
Sekvenskretsen är utförd som en Moore-automat med positivt flanktriggade D-vippor.

a) (2p) Rita **tillståndsdigram** och ställ upp **tillståndstabell**.

b) (2p) Ställ upp **kodad tillståndstabell**, använd *binärkod* som tillståndskod. Tag fram minimerade uttryck för **nästa tillståndsavkodare** och **utgångsavkodare**.

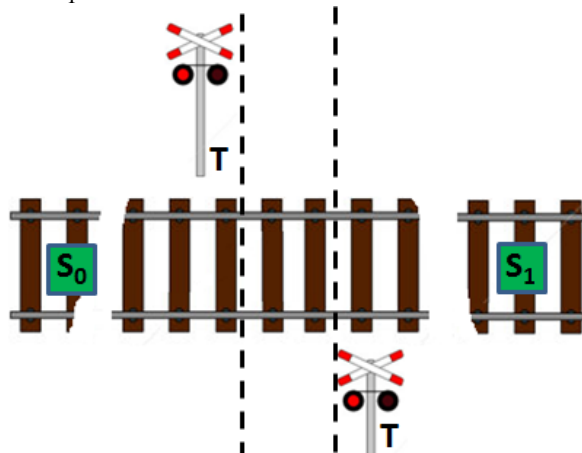
c) (1p) Rita schema, använd valfria grindar.

14. 5p Varningssignal för järnvägs korsning.



En väg korsar en järnväg utan bommar. Vid korsningen finns trafikljus T som ska varna när ett tåg finns i närheten. Två sensorer S_0 och S_1 upptäcker när tåg passerar över dem ($S = '1'$).

Konstruera ett **asynkront sekvensnät** som håller trafikljuset tätt ($T = '1'$) så länge det finns en del av ett tåg på sträckan mellan S_0 och S_1 .



Tågen kan komma från båda riktningarna. Tåget kan vara både kortare eller längre än avståndet S_0 - S_1 . Endast *ett* tåg åt gången passerar mellan S_0 och S_1 .

a) (2p) Rita **tillståndsdigram** och ställ upp en korrekt **flödestabell** för sekvensnätet.

b) (2p) Gör en lämplig **tillståndstilldelning** med en **excitations-tabell** som ger nät som är **fria från kritisk kapplöpning** (kommentera hur Du uppnått detta). Du skall även ta fram de **hasardfria uttrycken** för nästa tillstånd (kommentera hur Du uppnått detta) samt ett **uttryck för utgångsvärdet**.

c) (0,5p) Rita grindnätet. (Använd valfria grindar).

Lycka till!

Inlämningsblad för del A Blad 1

(ta loss och lämna in som blad 1 tillsammans med lösningarna för del A2 och del B)

Efternamn: _____ Förnamn: _____

Personnummer: _____ Blad: **1**

Skriv in dina svar för uppgifterna från del A1 (1 till 10)

Fråga	Svar
1	$f(x, y, z, w) = \{SoP\}_{\min} = ?$
2	$M = 0 \quad k_0 = ? \qquad \qquad \qquad M = 1 \quad k_1 = ?$
3	$FFFC+0004 = \pm s_{10} = ?$
4	$Y = \{SoP\}_{\min}$
5	
6	$B, A ? \rightarrow Y = \text{three-state}$
7	
8	
9	$c^+ = f(a, b, c) = ?$
10	Efter 12 klockpulser står räknaren på:

Nedanstående del fylls i av examinatorn!

Del A1 (10)	Del A2 (10)		Del B (10)		Totalt (30)	
Poäng	11	12	13	14	Summa	Betyg