



KTH Informations- och kommunikationsteknik

# Omtentamen i IE1204/5 Digital Design Torsdag 13/3 2014 9.00-13.00

## Allmän information

Examinator: Ingo Sander.

Ansvarig lärare: William Sandqvist, tel 08-790 4487 (Kista IE1204),

Fredrik Jonsson, tel 08-790 4169 (Kista IE1205),

Tentamensuppgifterna behöver inte återlämnas när du lämnar in din skrivning.

Hjälpmedel: Inga hjälpmedel är tillåtna!

Tentamen består av tre delar med sammanlagt 12 uppgifter, och totalt 30 poäng:

**Del A1 (Analys)** innehåller åtta korta uppgifter. Rätt besvarad uppgift ger för sex av uppgifterna en poäng och för två av uppgifterna två 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**. Del B rättas bara om det finns minst 11p från tentamens A-del.

**OBS!** I slutet av tentamenshäftet finns ett inlämningsblad för del A1, som kan 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.**

**Betyg** ges enligt följande:

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

Resultatet beräknas meddelas före måndagen den 14/4 2014.



## 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  $f(x, y, z)$  beskrivs med hjälp av ekvationen:

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

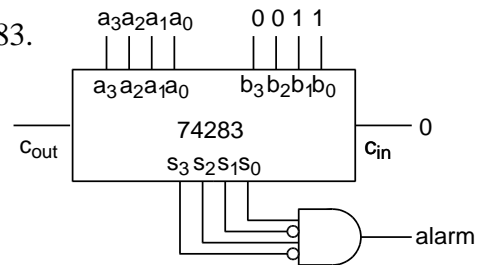
Ange funktionen som **minimal summa av produkter**.

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

2. 2p/1p/0p

Två 4-bitstal adderas med en 4-bits heladderare av typen 74283.

- Vid vilket värde på **a** blir signalen **alarm** = 1?  
Ange svaret som decimaltal, med basen 10.
- Vilket är det största värde **a** kan anta innan  $c_{out}$  blir = 1? Ange svaret som decimaltal, med basen 10.



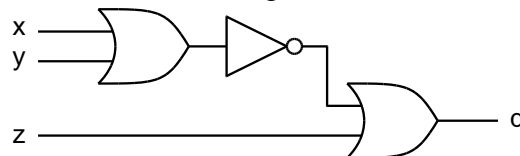
3. 1p/0p

Givet är ett Karnaughdiagram för en funktion av fyra variabler  $y = f(x_3, x_2, x_1, x_0)$ . Ange funktionen som **minimerad produkt av summer**, PoS form. "-" i diagrammet står för "don't care".

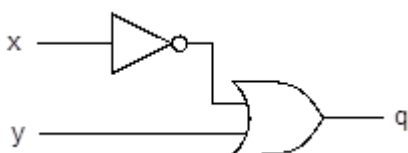
		$x_1x_0$			
		00	01	11	10
$x_3$	0	0	1	-	-
	0	0	1	-	-
$x_2$	0	1	1	1	-
	1	1	1	1	-
	1	-	1	0	1
	1	-	1	0	1
	1	0	1	1	0
	0	0	1	1	0

4. 2p/1p/0p

Figuren visar ett grindnät bestående av två eller-grindar och en inverterare.

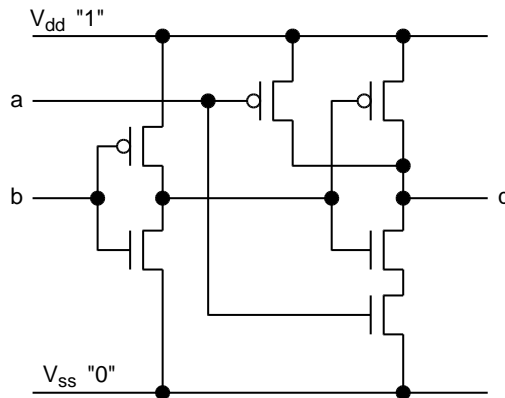


- Ange den logiska funktion  $q = f(x, y, z)$  som realiseras av kretsen. Du behöver inte minimera svaret.
- denna figur visar ett **annat** grindnät med en inverterare och en eller-grind. Rita om detta grindnät så att samma logiska funktion realiseras med **enbart** 2 ingångars NAND grindar.



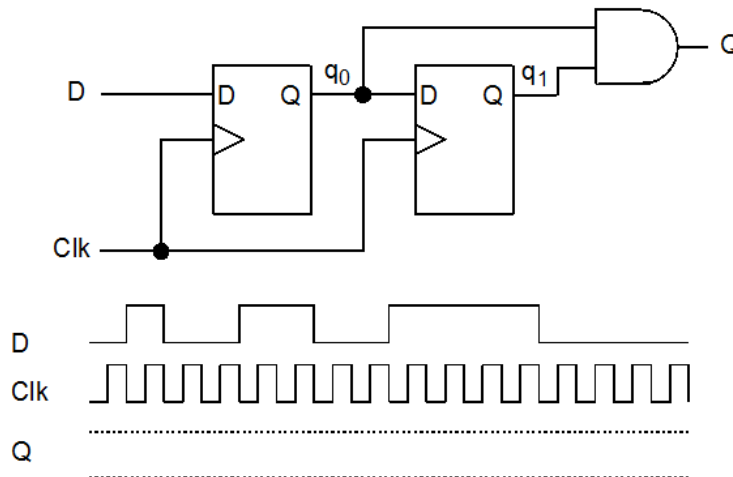
5. 1p/0p

Ange den logiska funktion som realiseras av CMOS kretsen i figuren



6. 1p/0p

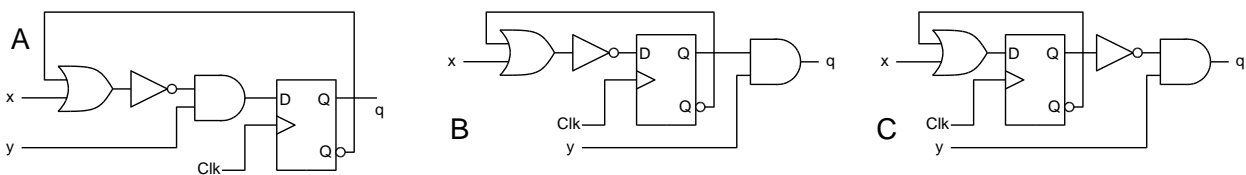
Sekvensnätet startar i tillståndet  $q_0 = q_1 = 0$ . Analysera kretsen och fyll i utsignalen Q i tidsdiagrammet.



7. 1p/0p

Figuren visar tre olika tillståndsmaskiner. Ange vilken tillståndsmaskin (A, B eller C) som kan operera vid högs klockfrekvens. Markera den kritiska vägen (den väg som begränsar klockfrekvensen) i denna figur samt beräkna periodtiden för klocksignalen Clk.

$t_{AND} = 0,4 \text{ ns}$ ,  $t_{OR} = 0,4 \text{ ns}$ ,  $t_{NOT} = 0,1 \text{ ns}$ ,  $t_{setup} = 0.3 \text{ ns}$ ,  $t_{dq} = 0,4\text{ns}$



8. 1p/0p

Vilken logisk grind motsvarar följande VHDL kod? (a, b och q är 1-bitars standard logik signaler).

```
if(a = b) then
  q <= '1';
else
  q <= '0';
end if;
```

## Del A2: Konstruktionsmetodik

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

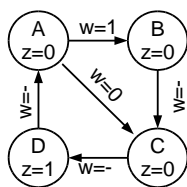
9. (5p) VU meter. En "Volume Unit" (VU) mätare representerar grafiskt signalnivån i en audioutrustning. I detta projekt skall en display som representerar ljudnivån med hjälp av 13 indikatorer användas. Ljudnivån  $x$  kommer från en signalprocessor som ett 4 bitars binärt positivt heltal.

Din uppgift är att konstruera en avkodare som tänder rätt antal indikatorer beroende på signalnivån. När  $x = 0_{10}$  skall ingen indikator vara tänd, när nivån är  $x = 3_{10}$  skall de tre första indikatorerna tändas (utgång  $y_1, y_2$  och  $y_3 = '1'$ , övriga '0'), när nivån är 13 skall alla indikatorer vara tända osv. Insignaler större än 13 är *inte* definierade.



- (1p) Ställ upp sanningstabellen  $y_{13} y_{12} y_{11} y_{10} y_9 y_8 y_7 y_6 y_5 y_4 y_3 y_2 y_1 = f(x_3, x_2, x_1, x_0)$ . Använd don't care.
- (2p) Minimera funktionerna  $y_4, y_7$  och  $y_{11}$  och uttryck som summa av produkter (SoP). Använd don't care.
- (1p) Rita kretsens schema för utgång  $y_4$ , implementerad med hjälp av en två ingångars MUX.
- (1p) Man kan minska antalet grindar genom att använda fler nivå logik och kombinera delresultat från olika utgångar. Ge ett förslag på och rita grindnät för utgång  $y_7$  och  $y_{11}$  realiserat med färre antal grindar än om utgångarna implementerats som SoP.

10. (5p) 3/4 räknande sekvensnät. Ett synkront sekvensnät som kan räkna antingen 3 eller 4 pulser är implementerat som en synkron tillståndsmaskin med tillståndsdigram enligt figur. En insignal  $w$  styr om räknaren skall räkna med 3 ( $w = '0'$ ) eller 4 ( $w = '1'$ ). En utgång  $z$  indikerar när önskat antal pulser har detekterats.



	$q_1$	$q_0$
A	0	0
B	0	1
C	1	0
D	1	1

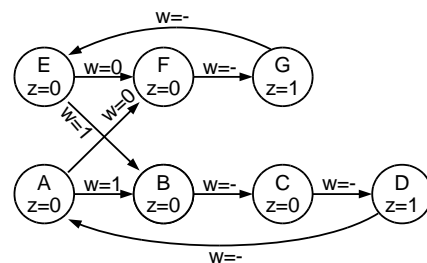


Diagram och kodning uppgift 10 a, b och c

Diagram uppgift 10 d

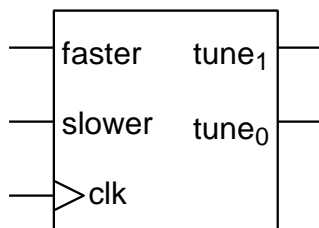
- (1p) Ställ upp den kodade tillståndstabellen  $q_1^+ q_0^+ = f(q_1, q_0, w)$
- (2p) Tag fram minimerade funktioner för nästa tillstånd och för utsignalen:  
 $q_1^+ = f(q_1, q_0, w)$     $q_0^+ = f(q_1, q_0, w)$     $z = f(q_1, q_0)$
- (1p) Realisera räknaren med D-vippor och valfria grindar. Rita ett fullständigt schema över kretsen.
- (1p) Ett annat synkront sekvensnät har tillståndsdigram enligt figuren till höger. Minimera antalet tillstånd och rita **tillståndsdigrammet** över det tillståndsminimerade sekvensnätet.

## Del B. Designproblem

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

### 11. (4p) Kalibreringskrets.

En kalibreringskrets för en oscillator är implementerad som en synkron Moore automat. Kretsen har två insignaler **faster** och **slower** och en tvåbitars binärkodad utsignal **tune** ( $tune_1, tune_0$ ) som styr frekvensen hos en oscillator. Tillståndsmaskinen klockas av en klocksignal **clk**.



Signalen **slower** = '1' indikerar när frekvensen hos oscillatoren är för låg. Värdet på **tune** skall i detta fall räknas upp ett steg vid nästa klockpuls.

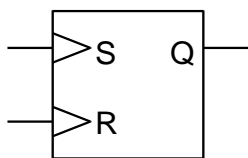
Signalen **faster** = '1' indikerar att frekvensen hos oscillatoren är för hög. Värdet på **tune** skall i detta fall räknas ned ett steg vid nästa klockpuls.

Om **faster** och **slower** = '0' eller om **tune** nått sitt max- eller min-värde skall utsignalen behålla sitt värde. Signalerna **faster** och **slower** kan inte bli '1' samtidigt.

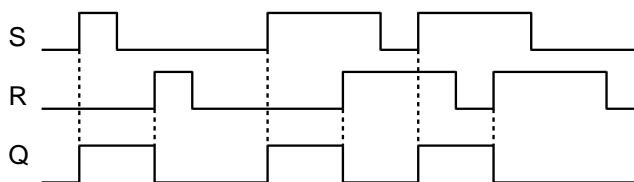
Rita automatens tillståndsdigram, tillståndstabell och välj lämplig tillståndskodning. Teckna minimerade uttryck för nästa tillstånd. Du behöver *inte* rita grindnäten för tillståndsmaskinen.

### 12. (6p) Flanktriggad SR-latch.

Konstruera en flanktriggad SR-latch med hjälp av ett asynkront sekvensnät. Kretsen skall sätta utgången **Q** till '1' vid positiv flank på **S** ingången, sätta **Q** = '0' på positiv flank på **R** ingången, och hålla utsignalen **Q** oförändrad vid övriga insignaler. Exempel på en möjlig in- och ut-sekvens är illustrerade i tidsdiagrammet nedan.



Symbol



Tidsdiagram önskad funktion

Svaret ska innehålla ett tillståndsdigram, vid behov minimerad, flödestabell, och en lämplig tillståndstilldelning med en excitations-tabell som ger kapplöpningsfria nät. Du skall även ta fram de hasardfria uttrycken för nästa tillstånd samt ett uttryck för utgångsvärdet, men Du behöver *inte* rita grindnäten.

Ledning: Man kan intuitivt komma fram till en lösning med fyra tillstånd.







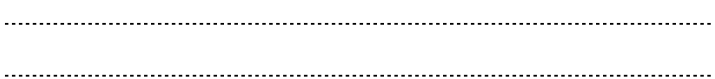
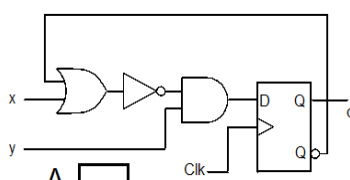
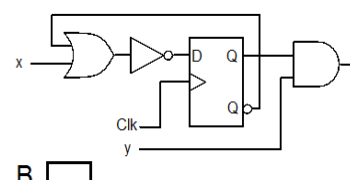
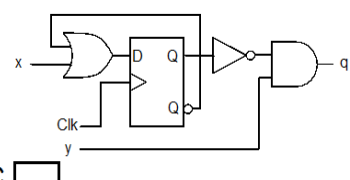
# Inlämningsblad för del A Blad 1

( tas loss och lämnas in tillsammans med lösningarna för del A2 och del B )

Efternamn: \_\_\_\_\_ Förnamn: \_\_\_\_\_

Personnummer: \_\_\_\_\_

## Skriv in dina svar för uppgifterna från del A1 ( 1 till 8 )

Fråga	Svar
1	$f(x, y, z) = \{SoP\}_{min} = ?$
2	a) $a =$ <span style="margin-left: 200px;">b) <math>a =</math></span>
3	$f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \{POS\}_{min} =$
4	a) $q(x, y, z) =$ <span style="margin-left: 150px;">b) annat nät med 2-ingångars NAND-grindar</span>
5	$q(a, b) =$
6	<p>D </p> <p>Clk </p> <p>Q </p>
7	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>A <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>C <input type="checkbox"/></p> </div> </div> <p>Högst klockfrekvens A, B, C? <span style="margin-left: 100px;"><math>T</math> [ns] =</span></p>
8	$q(a, b) =$

### Nedanstående del fylls i av examinatorn!

Del A1	Del A2		Del B		Totalt	
Poäng	9	10	11	12	Summa	Betyg