



KTH Informations- och kommunikationsteknik

# Tentamen i IE1204/5 Digital Design Lördagen den 18/1 2014 14.00-18.00

---

## **Allmän information**

*Examinator:* Ingo Sander.

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

Fredrik Jonsson, tel 08-790 4169 (Valhallavägen 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 10/2 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. 2p/1p/0p

En funktion av tre variabler  $f(x, y, z)$  beskrivs med hjälp av exor-funktioner så här:

$$f(x, y, z) = z \cdot (\bar{x} \oplus y + x \oplus y) \quad \oplus = \text{exorfunktion}$$

a) ange den på **normalform** som en summa av **mintermer** (summa-av-produkter)!

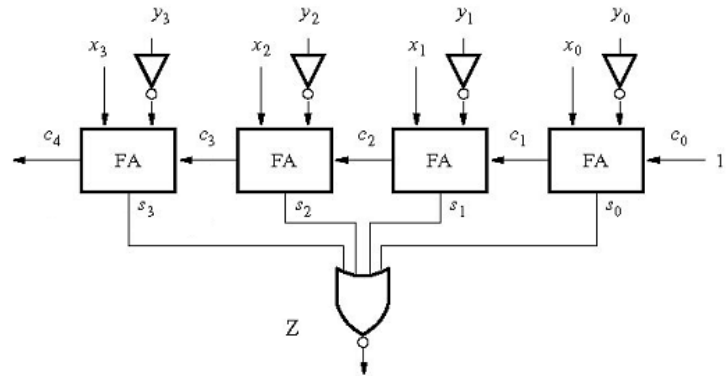
$$f(x, y, z) = \{SoP\}_{\text{normal}} = ?$$

b) ange den som **minimal** summa-av-produkter!

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

2. 2p/1p/0p

Figuren visar en krets med fyra hel-adderare (FA). Två 4-bits heltal  $y = y_3y_2y_1y_0$  och  $x = x_3x_2x_1x_0$  "adderas" med varandra i denna krets.



a) Antag att  $y = 7_{10}$  vilket värde har då  $x$  om NOR-grindens utgång  $Z = 1$ ? Svara med  $x$  som binärtal  $x = x_3x_2x_1x_0$ .

b) vilket värde har då  $c_4$ ?

3. 1p/0p

Givet är ett Karnaughdiagram för en funktion av fyra variabler. Ange funktionen som minimerad produkt-av-summor, PoS-form.

("-" i diagrammet står för "don't care")

$$f(a, b, c, d) = \{PoS\}_{\text{min}} = ?$$

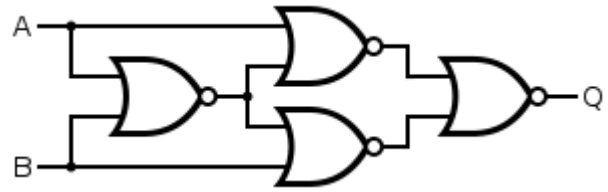
		c d			
		00	01	11	10
a b	0 0	0	0	1	-
	0 1	-	1	1	-
	1 1	-	1	0	0
	1 0	0	0	1	0

4. 1p/0p

NOR är komplett logik, alla andra grindtyper kan konstrueras med bara NOR-grindar.

Ställ upp ett förenklat uttryck för

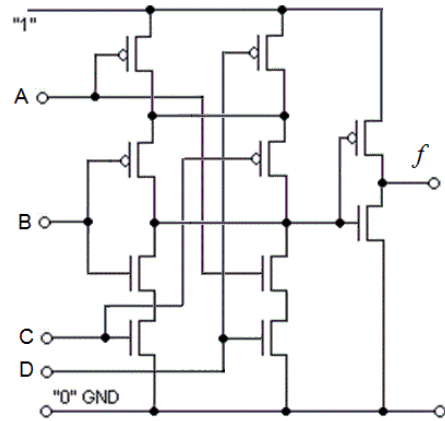
$Q = f(A, B) = ?$  så att det tydligt framgår vilken funktion det gäller.



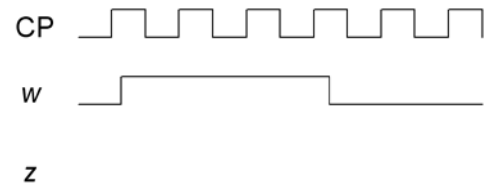
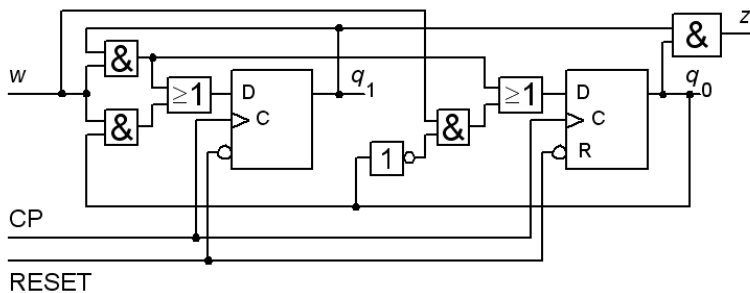
5. 1p/0p

Ange den logiska funktionen som realiseras av CMOS-kretsen i figuren?

$$Y = f(A, B, C, D) = ?$$



6. 1p/0p



Sekvensnätet startar i tillståndet  $q_1 = q_0 = 0$ . Analysera kretsen och fyll i utsignalen  $z$  i tidsdiagrammet. En kopia av diagrammet finns även på *inlämningsbladet*.

7. 1p/0p

Studera sekvensnätet till uppgift 6. Beräkna den **kortaste** tid som kan följa mellan klockpulserna CP, utan att sekvensnätets funktion äventyras. Rita in "the critical path" i figuren på *inlämningsbladet* (den väg Du baserar din beräkning på).

Följande tider anges för komponenterna [ns]:

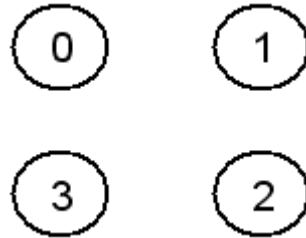
$$t_{AND} = 0,4 \quad t_{OR} = 0,4 \quad t_{NOT} = 0,1$$

$$t_{Setup} = 0,3 \quad t_{Hold} = 0,2$$

8. 1p/0p

VHDL-koden beskriver en sekvenskrets. Rita sekvenskretsens tillståndsdigram, rita tillståndsövergångar mellan de fyra tillstånden *på inlämningsbladet*. Ange de vilkor som finns för tillståndsövergångarna.

```
CASE state IS  
  WHEN 0 => nextstate = 1;  
  WHEN 1 =>  
    IF ( k=0) THEN  
      nextstate = 2;  
    ELSE  
      nextstate = 3;  
    END IF;  
  WHEN 2 => nextstate = 0;  
  WHEN OTHERS => nextsate =0;  
END CASE;
```

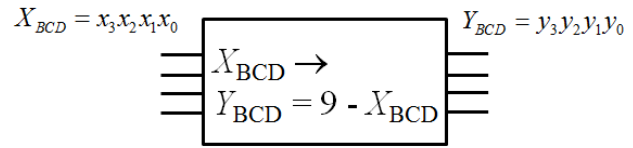


## Del A2: Konstruktionsmetodik.

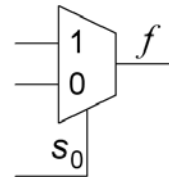
Observera! Del A2 rättas endast om Du är godkänd på del A1 ( $\geq 6p$ ).

9. 5p

Konstruera ett grindnät som omkodar BCD-kod (samma som binärkod, fast bara talen 0...9) till kodens 9-komplement i BCD-kod. Ex. talet 3 ( $0011_{\text{BCD}}$ ) har 9-komplementet 6 ( $0110_{\text{BCD}}$ ) eftersom  $9 - 3 = 6$ .

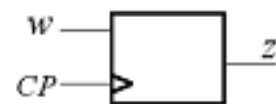


- (1p) Ställ upp sanningstabellen  $y_3y_2y_1y_0 = f(x_3x_2x_1x_0)$ , använd don't care.
- (2p) Minimera funktionerna  $y_3, y_2, y_1, y_0$ , använd don't care.
- (1p) Rita kretsens schema med användande av valfria **grindar**. Antag att alla variabler även finns tillgängliga i inverterad form.
- (1p) Rita funktionen  $y_2$  schema med bara användande av en 2:1 MUX av den typ som visas i figuren. Antag att alla variabler även finns tillgängliga i inverterad form.

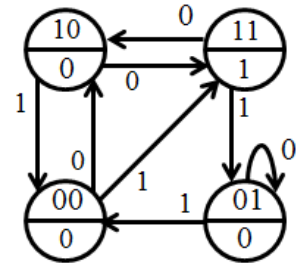


10. 5p

En synkron Moore-automat har fyra tillstånd kodade som  $q_1q_0$  00, 10, 11, 01. I tillståndet 11 är utsignalen  $z = 1$ , annars 0. Automaten har en insignal  $w$ .

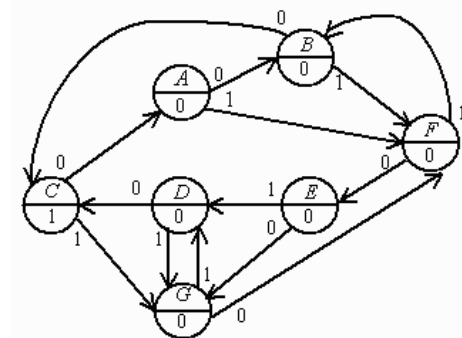


- (1p) Ställ upp den kodade tillståndstabellen  $q_1^+q_0^+ = f(q_1q_0, w)$ .
- (1p) Tag fram minimerade funktioner för nästa tillstånd och för utsignalen:  
 $q_1^+ = f(q_1q_0, w)$     $q_0^+ = f(q_1q_0, w)$     $z = f(q_1q_0)$



- (1p) Realisera räknaren med D-vippor och valfria grindar. Rita ett **fullständigt** schema över kretsen.

- (2p) Ett **annat synkront sekvensnät** har tillståndsdiagrammet enligt figuren till höger. Minimera antalet tillstånd och rita **tillståndsdiagrammet** över det tillståndsminimerade sekvensnätet.

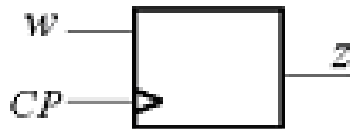


## Del B: Designproblem.

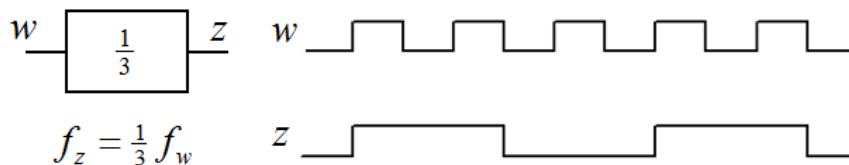
Observera! Del B rättas endast om Du har mer än 11p på del A1+A2.

11. 4p

En synkron Moore-automat har en insignal  $w$  och en utsignal  $z$ . För ingångssekvensen  $w = 1$  följt av  $w = 1$  ska utsignalen bli  $z = 1$ . För ingångssekvensen  $w = 0$  följt av  $w = 0$  ska utsignalen bli  $z = 0$ . För alla övriga ingångssekvenser behålles utsignalens värde. Tag fram automatens **tillståndstabell**, vid behov – minimera den så långt det går. Rita automatens **tillståndsdiagram**.



12. 6p



Konstruera ett **asynkront sekvensnät** som frekvensdelar en symmetrisk fyrkantvåg  $w$  till en likadan fyrkantvåg  $z$  men med tredjedelen av frekvensen. Se figuren.

Svaret ska innehålla ett **tillståndsdiagram** (med 6 tillstånd) en **flödestabell**, och en lämplig **tillståndstilldelning** med en **exitations-tabell** som ger kapplöpningsfria nät. Du ska ta fram de hasardfria **uttrycken för nästa tillstånd**, och ett **uttryck för utgångsvärdet**, men Du behöver *inte* rita grindnäten.

*Lycka till!*





# 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 2/1/0	a) $f(x, y, z) = \{SoP\}_{normal} = ?$ b) $f(x, y, z) = \{SoP\}_{min} = ?$
2 2/1/0	a) $x$ binärtal $x_3x_2x_1x_0$ ?      b) $c_4$ ? Bitens värde?
3 1/0	$f(a, b, c, d) = \{PoS\}_{min} = ?$
4 1/0	$Q = f(A, B) = ?$ (namn?)
5 1/0	$Y = f(A, B, C, D) = ?$
6 1/0	
7 1/0	<p>Rita in "critical path" i figuren. (Den väg Du baserar din siffra på). Minimal tid mellan klockpulser: <math>t [ns] = ?</math></p>
8 1/0	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px;">2</div> </div>

## Nedanstående del fylls i av examinatorn!

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