



KTH Informations- och kommunikationsteknik

# Omtentamen IE1204-5 Digital Design Måndag 14/3 2016 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

*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 åtta 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 måndagen den 4/4 2016.

# 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 uttrycket:

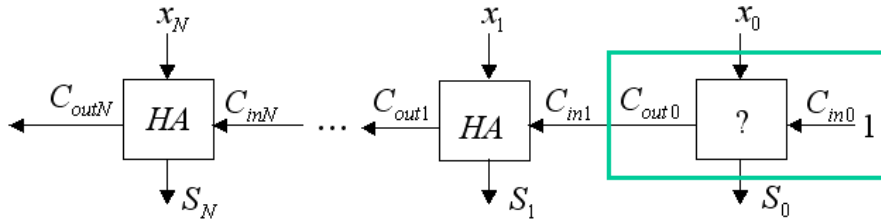
$$f(x, y, z) = (z \oplus x)(\overline{x+z})(xyz)$$

Ange funktionen som minimerad produkt av summer.

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

## 2. 1p/0p

Ett specialfall av addition är när ett binärt tal  $x (x_N \dots x_1 x_0)$  ska ökas med 1 (inkrementering),  $S = x + 1$ . Man kan då bygga en förenklad adderare enligt figuren. Eftersom det är ett tal och inte två tal som adderas så räcker det med att använda halvadderare (HA) i stället för heladderare (FA). Det första steget kan förenklas ytterligare. Ange funktionerna  $S_0$  och  $C_{out0}$  för detta första steg.



$$S_0 = ?$$

$$C_{out0} = ?$$

## 3. 1p/0p

Två två-komplement 4-bitstal är  $x = 1010$  och  $y = 0011$ . Ange resultatet av **multiplikationen**  $x \cdot y$  som ett två-komplement 8-bitstal (teckenexpanderat till 8 bitar).

## 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.

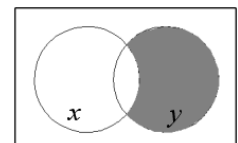
”-” i diagramet står för ”don’t care”.

		$x_1 x_0$			
		00	01	11	10
$x_3 x_2$	00	0 -	1 1	3 1	2 0
	01	4 0	5 -	7 1	6 1
	11	12 1	13 1	15 0	14 0
	10	8 0	9 1	11 1	10 -

## 5. 1p/0p

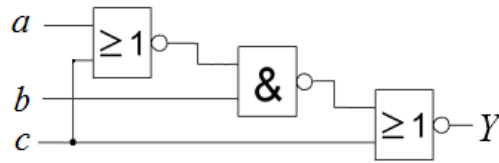
Rita det grindnät med **NOR**-grindar som motsvarar figurens Venn-diagram. (ljus fält = 0, mörkt fält = 1). Variablernas komplement finns *inte* tillgängligt.

$$Z = f(x, y)$$



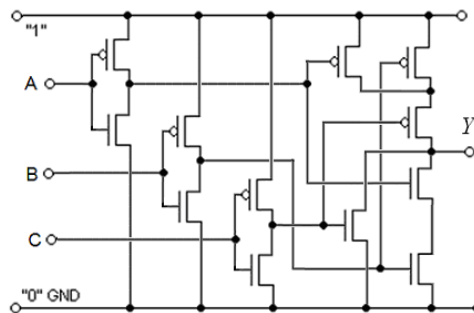
6. 1p/0p

Figuren nedan visar ett grindnät med två NOR grindar och en NAND-grind. Förenkla funktionen  $Y = f(a, b, c)$  så långt som möjligt.

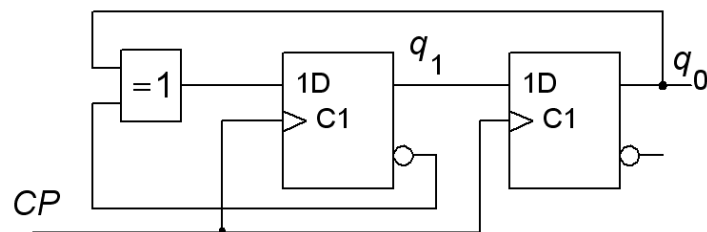


7. 1p/0p

Ange den logiska funktion som realiseras av CMOS kretsen i figuren nedan. Ange funktionen på SoP-form.  $Y = f(A, B, C) = ?$



8. 1p/0p

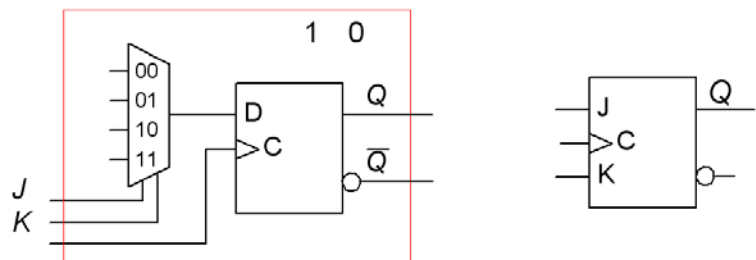


En synkron räknare enligt figuren ovan startar med tillståndet  $q_1q_0 = 00$ . Ange räknesekvensen för de följande **fyra** klockpulserna.

9. 1p/0p

För en JK-vippa gäller, som Du nog kommer ihåg, följande regler:

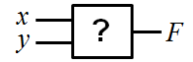
- $JK: 00$   $Q$  förblir samma
- $JK: 01$   $Q$  reset till 0
- $JK: 11$   $Q$  byter värde
- $JK: 10$   $Q$  set till 1



Visa (rita) hur man tillverkar en JK-vippa utav **D-vippan** och en 4:1 **multiplexor**. Förutom  $Q$  och dess invers  $\bar{Q}$  så finns konstanterna 1 och 0 att tillgå. En kopia av figuren finns även på svarsblanketten.

### 10. 1p/0p

Nedan är VHDL-kod för en logikfunktion. Vad kallas funktionen?



```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity GATE_ent is
port( x: in std_logic;
      y: in std_logic;
      F: out std_logic
);
end GATE_ent;

architecture behv of GATE_ent is
begin

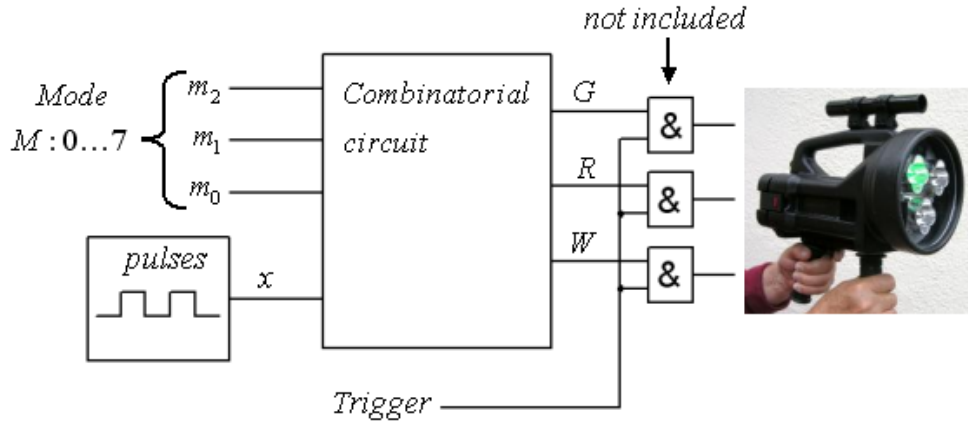
    process(x, y)
    begin
        if (x='0' and y='0') then
            F <= '1';
        else
            F <= '0';
        end if;
    end process;

end behv;
```

## Del A2: Konstruktionsmetodik

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

11. 4p Light Gun – nödutrustning för trafikledartorn.



Du skall konstruera ett kombinatoriskt nät till en signalstrålkastare för trafikledartorn (nödutrustning).

Med en 8-läges binärkodad omkopplare väljer man Mode  $M: m_2m_1m_0$ .

Mode: Avstängd, fast grönt ( $G$ ) ljus, blinkande grönt ljus, fast rött ( $R$ ) ljus, blinkande rött ljus, blinkande vitt ljus, omväxlande grönt och rött ljus, samt fast vitt ( $W$ ) ljus. Blinkande ljus styrs med pulser  $x$  från en pulsgenerator.

$m_2m_1m_0$	$m_2m_1m_0$
0: 0	4: $x \overline{R} 0 \overline{R} 0 \overline{R}$
1: $G$	5: $x 0 \overline{W} 0 \overline{W} 0$
2: $x 0 \overline{G} 0 \overline{G} 0$	6: $x \overline{R} \overline{G} \overline{R} \overline{G} \overline{R}$
3: $R$	7: $W$

Se figurerna. En trigger-krets med tre och-grindar finns också i figuren (för Morse signalering), men denna del ingår *inte* i uppgiften.

- (1p) Ställ upp **sanningstabellen**, sambandet mellan  $GRW$  och  $xm_2m_1m_0$ .
- (2p) Ställ upp karnaughdiagram för de tre utsignalerna  $G R W$  och ta fram de **minimerade uttrycken** för  $G = f(x, m_2, m_1, m_0)$ ,  $R = f(x, m_2, m_1, m_0)$  och  $W = f(x, m_2, m_1, m_0)$  på SoP-form.
- (1p) Rita **grindnäten** för den kombinatoriska kretsen med användande av valfria grindar. Inga inverterade variabler finns tillgängliga.

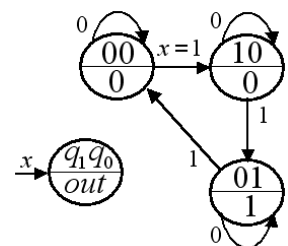
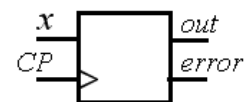
12. 6p

Ett synkront sekvensnät, en Moore automat, har en insignal  $x$  och en utsignal  $out$ . Kretsens tillståndsdiagram visas i figuren nedan till höger.

I figuren visas var  $x q_1 q_0$  och  $out$  placerats i tillståndssymbolen.

Om kretsen skulle "hamna" i ett tillstånd *utanför* den sekvens som beskrivs av tillståndsdiagrammet, skall kretsen förbli i det tillståndet men med  $out = 0$  och en **extra** utsignal  $error = 1$ . Den extra utsignalen  $error$  ska alltid vara 0 annars.

Moore automaten använder D-vippor.



a) (1p) Ställ upp den kodade **tillståndstabellen**  $q_1^+ q_0^+ = f(x, q_1, q_0)$

b) (2p) Tag fram minimerade uttryck för **nästa tillstånd**.

$$q_1^+ = f(x, q_1, q_0) \quad q_0^+ = f(x, q_1, q_0)$$

c) (1p) Tag fram minimerade uttryck för **utsignal funktionerna**.

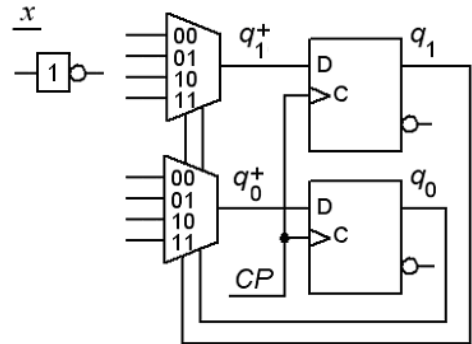
$out = f(q_1q_0)$      $error = f(q_1q_0)$  rita också **schema** för dessa med valfria grindar.

d) (2p) Konstruera kretsen, använd **två 4:1 multiplexorer** och högst en inverterare till nästa tillståndsfunktionerna:  $q_1^+ = f(x, q_1q_0)$      $q_0^+ = f(x, q_1q_0)$

Du skall ange vad som ska anslutas till multiplexorernas dataingångar. Se figuren till höger.

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

$q_0^+ : mux_{00} = ?, mux_{01} = ?, mux_{10} = ?, mux_{11} = ?$



## Del B. Designproblem

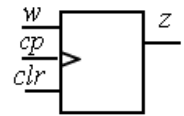
Observera! Del B rättas endast om Du har mer än 11p på del A1+A2.

13. 5p Synkront sekvensnät. Detektor för specifik händelse.

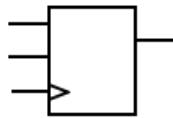
För en Moore-automat gäller att utsignalen  $z = 1$ , **om och endast om** insignalen är  $w = 1$  vid klockpulsen och om det bland de tidigare klockpulserna finns **exakt ett** tillfälle då insignalen varit 1 och **minst ett** tillfälle då insignalen varit 0. Annars är utsignalen 0.

(Efter en kort resetpuls med  $clr = 1$ , är automaten redo att detektera "händelsen" på nytt).

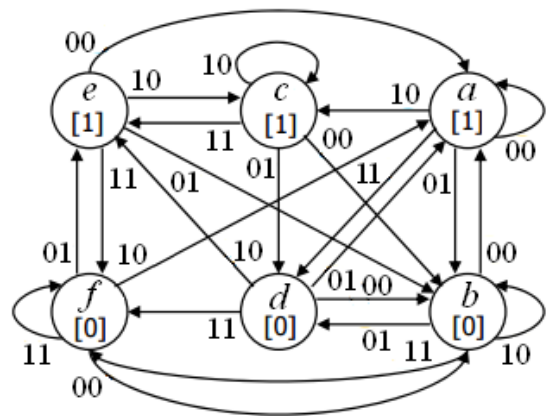
a) (3p) Tag fram automatens **tillståndstabell** och **tillståndsdiagram** utifrån beskrivningen i texten.



**En helt annan** Moore-automat har två ingångssignaler, och en utgångssignal. Automaten har sex tillstånd enligt tillståndsdiagrammet i figuren till höger. Utsignalens värde står inom hakparentes inuti tillstånden [].

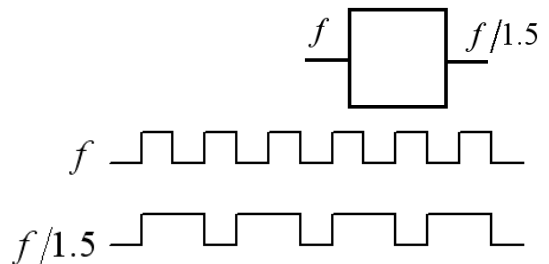


b) (2p) Tillståndsminimera automaten, och ställ upp **tillståndstabell** och rita **tillståndsdiagrammet**.



14. 5p Frekvensdelare 1:1.5.

Ett datorsystem har en 90 MHz klocka. Man vill dela den frekvensen med en faktor **1,5** ned till frekvensen 60 MHz. Till detta behöver man ett asynkront sekvensnät. Se figuren.



a) Ställ upp en korrekt **flödestabell** för sekvensnätet. Rita **tillståndsdiagram**.

b) 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**. Du behöver *inte* rita något grindnät.

*Lycka till!*





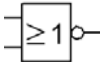
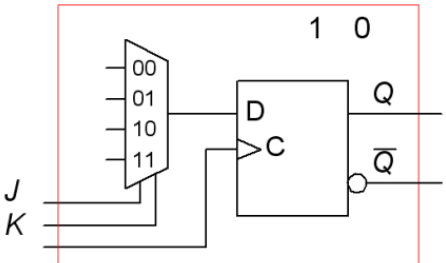
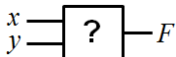
# Inlämningsblad för del A Blad 1

( 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	$f(x, y, z) = \{POS\}_{\min} = ?$		
2	$S_0 = ?$ <span style="margin-left: 200px;"><math>C_{out0} = ?</math></span>		
3	$x \cdot y$ (8 bit 2-complement) = ?		
4	$Y = \{SOP\}_{\min}$		
5	$Z = f(x, y)$ 		
6	$Y = f(a, b, c)$		
7	$Y = f(A, B, C) = ?$		
8	$q_1q_0 = 00 \rightarrow ?? \rightarrow ?? \rightarrow ?? \rightarrow ??$		
9		10	(VHDL program) Vad kallas funktionen? 

**Nedanstående del fylls i av examinatorn!**

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