



KTH Informations- och  
kommunikationsteknik

# Omtentamen i IE1204/5 Digital Design Fredag 10/4 2015 8.00-12.00

---

## Allmän information

*Examinator:* Ingo Sander.

*Ansvarig lärare:* William Sandqvist, tel 08-7904487 / Fredrik Jonsson  
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 4/5 2015.

---

## 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:

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

Ange funktionen som minimal summa av produkter.

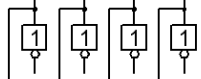
$$f(x, y, z) = \{SoP\}_{\min} = ?$$

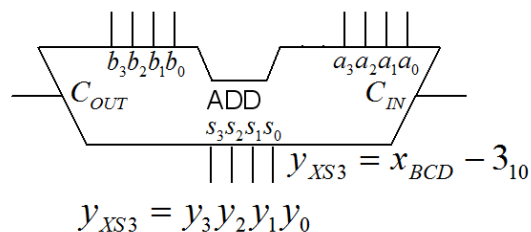
### 2. 2p/1p/0p

När siffrorna 0 ... 9 kodas med den vanliga 4 bitars binärkoden kallas detta för BCD-kod (binärkod för 10 ... 15 ingår ej i bcd-koden). Ibland används en 4 bitars kod där BCD-kodorden minskats med 3, så kallad "excess-3 kod", XS3-kod.

$$(y_3 y_2 y_1 y_0)_{XS3} = (x_3 x_2 x_1 x_0)_{BCD} - 3_{10}.$$

a) Använd en fyra bitars adderare och vid behov inverterare för att göra en BCD  $\rightarrow$  XS3 kodomvandlare. Subtraktionen ska göras med tvåkomplementmetoden. Konstanterna 0 och 1 finns tillgängliga. Rita din lösning i figuren på svarsblanketten.

$$x_{BCD} = x_3 x_2 x_1 x_0$$




b) Vilken **binär** XS3 kod har BCD-siffran 9?

### 3. 1p/0p

Givet är ett Karnaughdiagram för en funktion av fyra variabler  $y = f(x_3, x_2, x_1, x_0)$ .

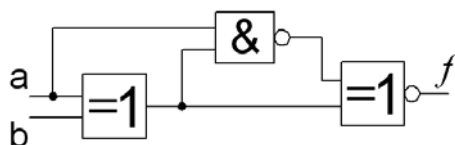
Ange funktionen som **minimerad** summa av produkter, på SoP form.

"-" i diagramet står för "don't care".

$x_3x_2 \backslash x_1x_0$		$x_1x_0$			
		00	01	11	10
00	<sup>0</sup> 1	<sup>1</sup> 1	<sup>3</sup> 0	<sup>2</sup> 1	
01	<sup>4</sup> 1	<sup>5</sup> 0	<sup>7</sup> 1	<sup>6</sup> —	
11	<sup>12</sup> 1	<sup>13</sup> —	<sup>15</sup> 0	<sup>14</sup> 1	
10	<sup>8</sup> 1	<sup>9</sup> 1	<sup>11</sup> 0	<sup>10</sup> 1	

4. 2p/1p/0p

Figuren visar ett grindnät bestående av tre grindar.

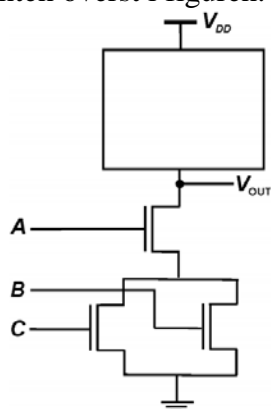


a) Ange den logiska funktionen  $f$ :s sanningstabell.

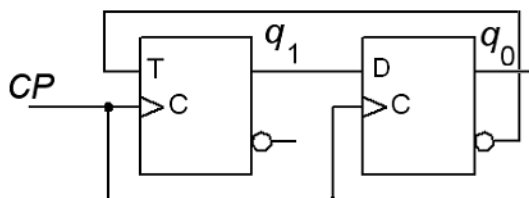
b) Ange ett **förenklat uttryck** för funktionen  $f = f(a,b)$ .

5. 1p/0p

Ange den logiska funktion som realiseras av CMOS kretsen i figuren. Bara "Pull-down" nätet visas, "Pull-up" nätet symboliseras av fyrkanten överst i figuren.



6. 1p/0p



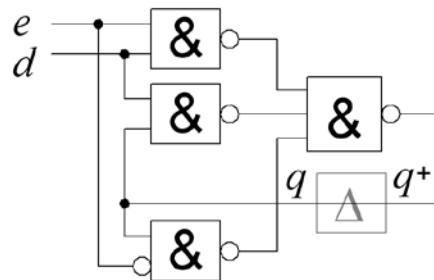
Ett sekvensnät (en räknare) med en T-vippa och en D-vippa startar i tillståndet  $q_1q_0 = 00$ . Ange räknesekvensen för de följande tre klockpulserna.

## 7. 1p/0p

Figuren visar en slags *asynkron låskrets*. Den kallas för Earle latch (men den finns inte med i kursmaterialet).

Tag fram kretsens karakteristiska funktion.

$$q^+ = f(q, e, d) = ?$$



## 8. 1p/0p

Nedan följer VHDL-koden för en **2:1 MUX**. Tyvärr har en del av koden fallit bort, detta markeras med ( ???? )

Svara med att göra kodraden komplett!

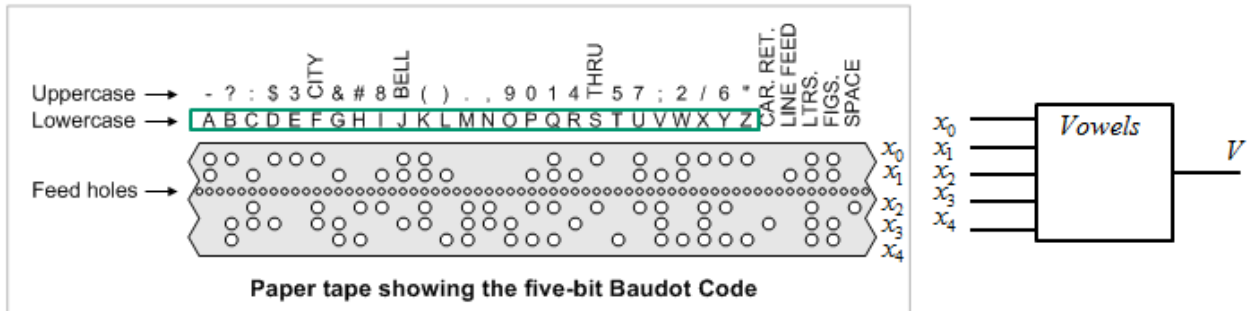
```
ENTITY MUX_2_1 IS
PORT (   d_in   : IN   STD_LOGIC_VECTOR(1 downto 0) ;
        a       : IN   STD_LOGIC ;
        d_out  : OUT  STD_LOGIC ) ;
END MUX_2_1 ;
```

```
ARCHITECTURE beh OF MUX_2_1 IS
BEGIN
    d_out <= ( NOT a AND d_in(0) ) OR ( ???? ) ;
END beh ;
```

## Del A2: Konstruktionsmetodik

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

9. 5p

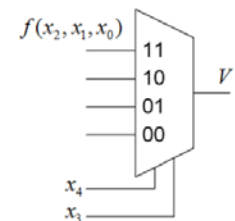


Figuren visar en hålremsa med Baudot-kod. Din uppgift är att göra en avkodare för vokaler (våra svenska vokaler Å Ä Ö ingår *inte*, Y ska anses vara vokal) som ger utsignalen  $V=1$  bara när koden motsvarar en **vokal**. Utgå ifrån att det avkodaren ska läsa är en redigerad remsa med endast det engelska alfabetets bokstäver **A ... Z** (endast bokstäver från raden "Lowercase"). Inga av specialtecknen (car. return, line feed, ltrs ...) kan förekomma. Hål = 1, inget hål = 0.

a) (1p) Ställ upp **sanningstabellen**  $V = f(x_4, x_3, x_2, x_1, x_0)$ , eller som Karnaughdiagram direkt. Ange don't care. Ett kodord saknas på figurens remsa – vilket? – det kan också användas som don't care.

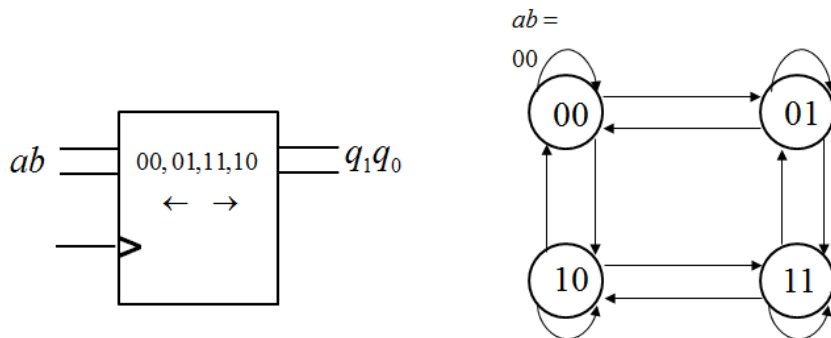
b) (2p) **Minimiera funktionen**  $V$  och uttryck den som summa av produkter (SoP). Använd don't care.

c) (2p) För att reducera antalet grindar skaffar man en multiplexor. Realisera funktionen  $V$  med en **4:1 MUX** och minimerat antal **valfria grindar**. Som selektvariabler ska  $x_4$  och  $x_3$  användas.



10. 5p

En räknare (en Moore-automat) räknar Graykod upp ”→” 00 01 11 10 eller ned ”←” 00 10 11 01. Med två insignaler  $a$   $b$  (00 01 11 10) styr man till vilket tillstånd räknaren ska räkna, för att sedan bli kvar i det tillståndet ända tills  $ab$  ändras då den ska gå till det nya tillståndet. Välj att följa upp/ner sekvensen så att det önskade tillståndet  $ab$  nås efter så få steg som möjligt – om valet upp/ner inte innebär någon skillnad i antalet steg så väljer man att följa upp ”→” sekvensen.

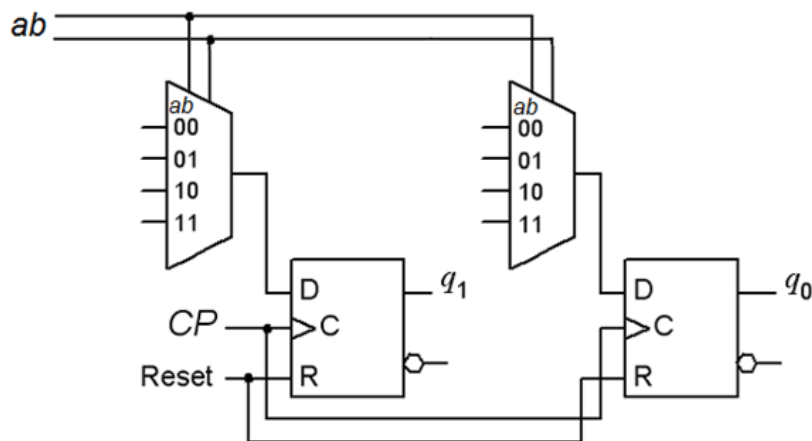


a) (1p) Rita färdigt det påbörjade tillståndsdigrammet. Sätt ut villkor för alla tillståndsövergångarna.

b) (2p) Skriv tillståndstabell utifrån tillståndsdigrammet.  $q_1^+ q_0^+ = f(q_1 q_0, ab)$

Tag fram minimerade uttryck för nästa tillstånd.  $q_1^+ = f(q_1 q_0, ab)$   $q_0^+ = f(q_1 q_0, ab)$

c) (2p) Realisera **nästa tillståndsavkodaren** med två stycken 4:1 multiplexorer. Styrsignalerna  $a$  och  $b$  är anslutna till multiplexorernas selektångar. Ta fram minimerade **funktionsuttryck för multiplexorernas dataingångar**. Se figuren.



## Del B. Designproblem

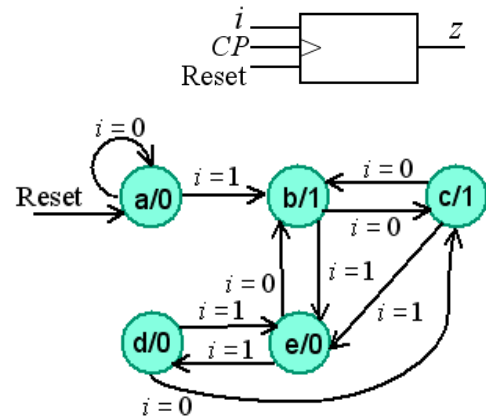
Observera! Del B rättas endast om Du har mer än 11p på del A1+A2.

11. 5p Synkron seriell tvåkomplementerare.

a) (1p) Ett synkront sekvensnät, en Moore-automat, har tillståndsdigrammet till höger.

Tillståndsminimera, ställ upp den minimerade tillståndstabellen och rita det minimerade tillståndsdigrammet.

( Detta kan mycket väl visa sig vara väl använd tid inför uppgiftens delfråga b ).



b) (1p) Snabbmetoden för att ta tvåkomplementet av ett binärtal innebär att man, i riktning från minst signifikanta biten till den mest signifikanta, **kopierar** alla bitar till och med den första ettan och därefter **inverterar** alla följande bitar.

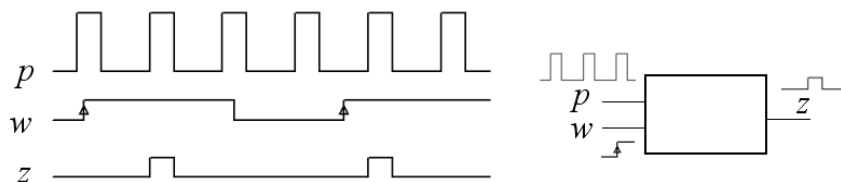
Ett synkront sekvensnät, en Moore-automat, får på ingången  $i$  för varje klockpuls, bitarna seriellt i denna ordning. Efter varje klockpuls ska sekvensnätets utgång  $z$  ange motsvarande bit *kopierad* eller *inverterad* enligt regeln. Efter varje fullständigt dataord 0-ställs kretsen (asynkront) med Reset.

Tag fram sekvensnätets tillståndstabell och rita tillståndsdigram.

(2p) Tag fram **kodad tillståndstabell** (välj kod själv) och ange minimerade funktioner för **nästa tillstånd** och **utsignal**.

(1p) **Rita kretsschema** med användande av valfria grindar och D-vippor med asynkron Reset-ingång.

12. (5p) Asynchronous edge triggered pulse gate



Ett asynkront sekvensnät har två ingångar och en utgång. På ena ingången finns ett pulståg  $p$ , på den andra ingången finns en långsam signal  $w$  ( i jämförelse med  $p$  ). Så fort som möjligt, efter varje positiv flank hos  $w$ , ska utgången  $z$  "släppa igenom" den efterföljande pulsen (en komplett puls) från  $p$ . Utgången  $z$  är 0 övrig tid. Se figurens exempel.

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





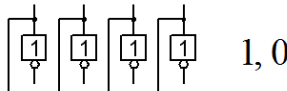
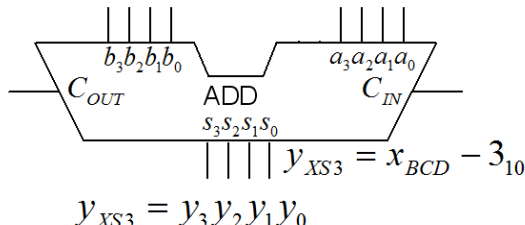
# Inlämningsblad för del A Blad 1

( tages 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 1p	$f(x,y,z)=\{SoP\}_{\min}=?$													
2 1+1p	<div>a)</div> <div><math display="block">x_{BCD}=x_3x_2x_1x_0</math><div></div><div></div></div> <div>b) <math>x_{BCD}=9\rightarrow y_{XS3}=?_2</math> (svara med ett binärtal)</div>													
3 1p	$y=f(x_3,x_2,x_1,x_0)=\{SoP\}_{\min}=?$													
4 1+1p	<div>a) Sanningstabell</div> <table><tr><td><math>ab</math></td><td><math>f</math></td><td><math>ab</math></td><td><math>f</math></td></tr><tr><td>00</td><td></td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>01</td><td></td><td>11</td><td></td></tr></table>	$ab$	$f$	$ab$	$f$	00		10		01		11		<div>b) Förenklat funktionssamband</div> $f(a,b)=?$
$ab$	$f$	$ab$	$f$											
00		10												
01		11												
5 1p	$V_{OUT}=f(A,B,C)=?$													
6 1p	$q_1q_0\ 00,$													
7 1p	$q^+=f(q,e,d)=?$													
8 1p	$d\_out <= ( \text{ NOT } a \text{ AND } d\_in(0) ) \text{ OR } ( \hspace{10em} ) ;$													

**Nedanstående del fylls i av examinatorn!**

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