



Exempel Skriftlig Tentamen IE1204 Digital Design Hösten 2018

Examiner/Examinator: Carl-Mikael Zetterling (IE1204)

Responsible teacher/Ansvarig lärare: Carl-Mikael Zetterling 070-4915274

Swedish:

Tentamenstexten ska lämnas in när lösningarna lämnas in. Inga tillåtna hjälpmedel utom linjal.

Examen består av fyra delar med 2 – 4 uppgifter och 10 poäng per del, och totalt 40 poäng.

Part 1/Del 1: From Zero to One (Chapter 1)

Part 2/Del 2: Combinational Logic Design (Chapter 2)

Part 3/Del 3: Sequential Logic Design (Chapter 3)

Part 4/Del 4: Digital Building Blocks (Chapter 5)

X = 1 om studenten har minst 2 poäng per del

Y = 1 om studenten har minst 20 poäng totalt

P = 1 om studenter får godkänt på tentamen

F_x = 1 om studenten kan godkännas efter en extra uppgift

X	Y	P	F _x
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

För godkänt krävs **minst 2 poäng per del OCH 20 poäng totalt.**

F_x om (19 poäng OCH 2 poäng per del) ELLER (20 poäng och 2 poäng på 3 delar)

Betygskalan för tentamen. Resultat meddelas inom tre veckor.

0 – 19	20 – 23	24 – 27	28 – 31	32 – 35	36 – 40
F	E	D	C	B	A

Sample Written Exam IE1204 Digital Design Fall 2018

English:

Exam text has to be turned in when you hand in your solutions. No aids allowed except ruler.

The exam consists of four parts with 2 – 4 exercises and 10 points per part, for a total of 40 points.

Part 1/Del 1: From Zero to One (Chapter 1)

Part 2/Del 2: Combinational Logic Design (Chapter 2)

Part 3/Del 3: Sequential Logic Design (Chapter 3)

Part 4/Del 4: Digital Building Blocks (Chapter 5)

$X = 1$ if student has at least 2 points from each module

$Y = 1$ if student has at least 20 points in total

$P = 1$ if student passes exam

$F_x = 1$ if a student can pass after an extra task

X	Y	P	F_x
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

To **pass** the exam requires at least **2 points from each module AND 20 points in total**.
 F_x if (19 points AND 2 points per module) OR (20 points AND 2 points from 3 modules)

Grades are given as follows and the result will be announced within three weeks.

0 – 19	20 – 23	24 – 27	28 – 31	32 – 35	36 – 40
F	E	D	C	B	A

Part 1 / Del 1

1

Swedish: Utför additionen ($x+y$) och subtraktionen ($x-y$) mellan följande 8-bitars hexadecimala tal ($x=B1$ and $y=4A$). Uttryck resultaten som ett 2-komplement 8-bitars hexadecimalt tal. Indikera om det finns "overflow".

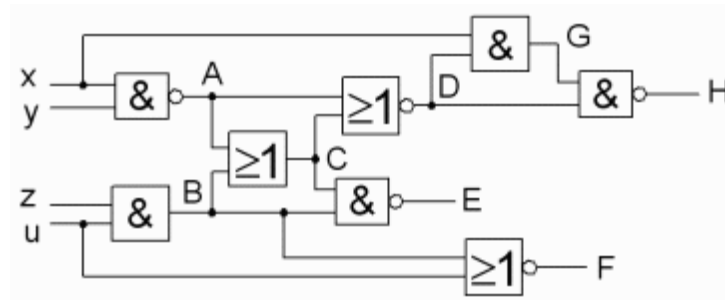
English: Perform the addition ($x+y$) and subtraction ($x-y$) between the following 8-bit hexadecimal numbers ($x=B1$ and $y=4A$). Express the result as a two's complement 8-bit hexadecimal number. Indicate if there is an overflow.

[2 p, was 2.2]

2

Swedish: Insignalerna är: $x = 0$ $y = 1$ $z = 0$ $u = 1$. Bestäm utsignalerna A, B, C, D, E, F, G och H.

English: The input signals are: $x = 0$ $y = 1$ $z = 0$ $u = 1$. Determine the outputs A, B, C, D, E, F, G and H.



[3 p, was 3.1]

3

Swedish: Det är inte tillåtet att köra bil under vissa omständigheter. Om det finns is på vägen men inte salt, är det inte tillåtet att köra. Oavsett om det finns salt eller is på vägen så får man inte köra om det är mer än 5 cm snö. Ställ upp en sanningstabell som beskriver dessa villkor.

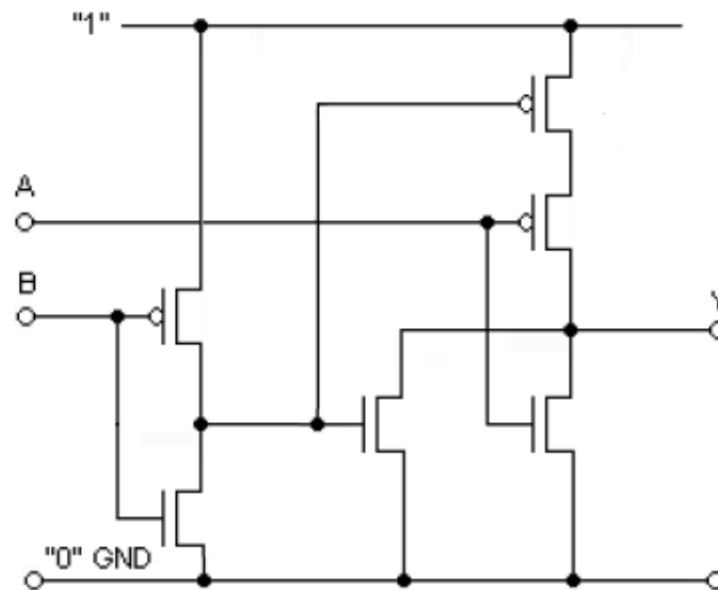
English: People are not allowed to drive cars under specific circumstances. If there is ice on the road and no salt, they are not allowed to drive. Regardless of whether or not there is salt or ice on the road, whenever there is greater than 5 cms of snow, then driving is not allowed. Write a truth table that describes these conditions.

[2 p, was 4.2]

4

Swedish: Skriv ner sanningstabellen för följande CMO-krets.

English: Show the truth table for the following CMOS circuit.



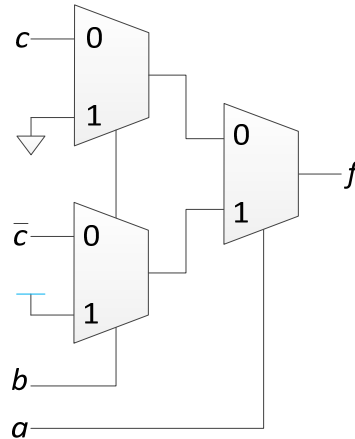
[3 p, was 6.1]

Part 2 / Del 2

5

Swedish: En logisk funktion av tre variabler a b c är byggd med en multiplexer som visat i figuren. Skriv ner funktionen på POS-form.

English: A logic function of three variables a b c is realized using multiplexer as shown in the figure. Write the function in the POS form.



[2 p, was 14.1]

6

Swedish: Rita kretsen för den givna funktionen med enbart tvåingångars NAND-grindar. Beräkna “propagation delay” och “contamination delay”.

English: Draw the given function f using only two-input NAND gates. What are the propagation and contamination delay?

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

[2 p, was 17.1]

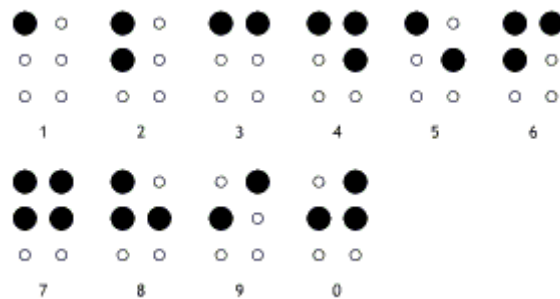
7

Swedish: Displayer för blinda personer använder Braille celler (prickar som är upphöjda för fingertoppen), som visas i figuren. Konstruera en kombinatorisk krets som översätter talen från 0 till 9 (BCD-kod) till Braille nummer, se tabellen nedan.

- Ställ upp sanningstabellen $y_6y_5y_4y_3y_2y_1y_0 = f(x_3x_2x_1x_0)$.
- Ta fram minimerade uttryck (funktioner) för y_0 till y_5 (utnyttja don't care)
- Konstruera funktionen y_2 med enbart tvåingångars och treingångars NAND-grindar. Rita kretsschema.
- Konstruera funktionen y_5 med en 4:1 MUX. Rita kretsschema.

English: Displays for blind persons are using Braille cells (points feels like elevated to the finger), as shown in the figure. Design a combinational circuit which translates the numbers from 0 to 9 (BCD) to the Braille alphabet numbers, see the table below.

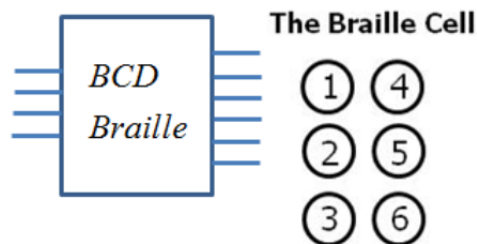
- Set up the truth table $y_6y_5y_4y_3y_2y_1y_0 = f(x_3x_2x_1x_0)$.
- Develop the minimized expressions (functions) for y_0 to y_5 (exploit don't care)
- Realize the function y_2 with only two-input and three-input NAND gates. Draw the schematic.
- Realize the function y_5 with a 4:1 MUX. Draw the schematic.



BCD → *Braille*

$x_3x_2x_1x_0$

$y_6y_5y_4y_3y_2y_1$



[6 p, was 18]

Part 3 / Del 3

8

Swedish: Konstruera en synkron Moore tillståndsmaskin, med positivt flanktriggade D-vippor. Ingångssignalerna är a och b och de är synkroniserade med klockpulserna C. Utsignalen z är 1 när "a" är lika med "b" (dvs $a = b$) i minst tre klockpulsintervall i följd. För alla andra sekvenser ska z vara 0.

- Rita tillståndsdigrammet.
- Ta fram tillståndstabell och kodad tillståndstabell. Använd Gray-kod för tillstånden.
- Ta fram minimerade uttryck för nästa tillstånd och utsignal.
- Rita kretsschemat för tillståndsmaskinen.

English: Design a synchronous sequential circuit, in the form of a positive edge-triggered Moore machine with D flip-flops. The input signals are a and b which are synchronized with the clock pulses C. The output signal z will be 1 when "a" equals "b" (that is $a = b$) for at least three consecutive clock pulse intervals. For other sequences, z must be 0.

- Draw the state diagram.
- Derive the state table and the encoded state table. Use the Gray code to encode the states.
- Write the minimized expressions for the next state and output.
- Sketch a schematic of the FSM.

[5 p, was 22]

9

Swedish: Vi ska ta fram varningssignaler för en väg vid obehövad järnvägs korsning. Det finns trafiksignaler (T) vid korsningen som visar rött när ett tåg är i närheten. Två sensorer S0 och S1 känner av när ett tåg passerar ($S=1$). Konstruera en asynkron sekvenskrets som ser till att trafikljuset är rött ($T=1$) så länge ett tåg är på väg mellan sensor S0 och S1.

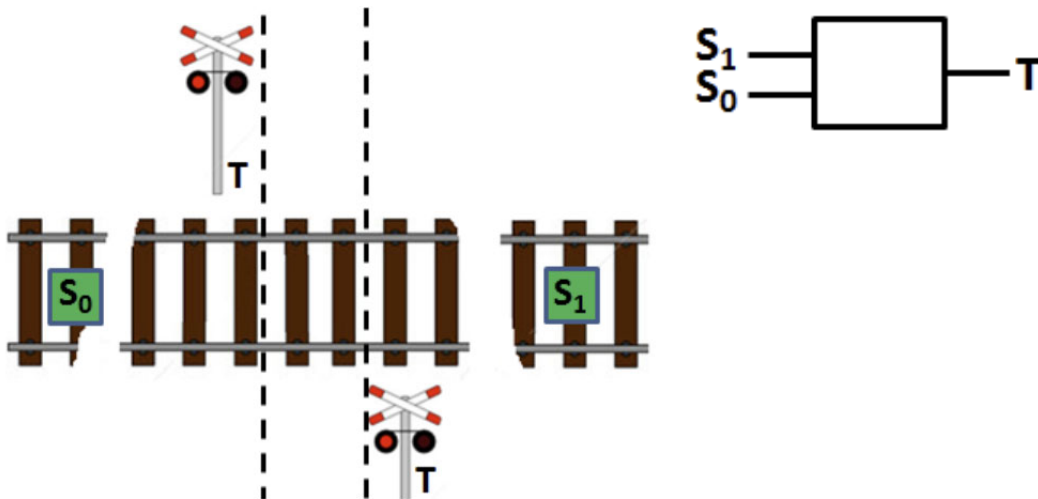
Tåg kan komma från båda håll. Tåget kan vara kortare eller längre än avståndet S0-S1. Bara ett tåg passerar mellan S0 och S1 i taget.

- Rita tillståndsdigrammet och ställ upp flödesdigrammet för den sekvensiella kretsen.
- Gör en tillståndstilldelning med en excitationstabell som ger en krets utan kapplöpning. Ta fram Hazardfria uttryck för nästa tillstånd och utsignal.

English: We are going to design a warning signal for a railway crossing. A road crosses a railway without barriers. There are traffic lights (T) at the intersection that turn red when a train is nearby. Two sensors S_0 and S_1 detect when trains pass over them ($S=1$). Construct an asynchronous sequential circuit that keeps the traffic lights red ($T=1$) as long as a part of the train is on the route between S_0 and S_1 .

Trains can come from both directions. The train can be shorter or longer than the distance S_0 - S_1 . Only one train is passing between S_0 and S_1 at a time.

- (a) Draw the state diagram and set up a proper flow table for the sequential circuit.
- (b) Make a suitable state assignment with an excitation table that provides circuits that are free from critical race. Develop hazard free expressions for the next state and output.



[5 p, was 30]

Part 4 / Del 4

10

Swedish: Konstruera en krets för $Z_3Z_2Z_1Z_0 = X_1X_0 * Y_1Y_0$ med valfria grindar.

- (a) Skriv ner sanningstabellen.
- (b) Använd k-map och förenkla de Boolska uttrycken för Z_3 till Z_0 .

English: Design a circuit for $Z_3Z_2Z_1Z_0 = X_1X_0 * Y_1Y_0$ using optional gates.

- (a) Write down the Truth table.
- (b) Using k-map, simplify the Boolean equation for Z_3 to Z_0 .

[3 p, was 32.2]

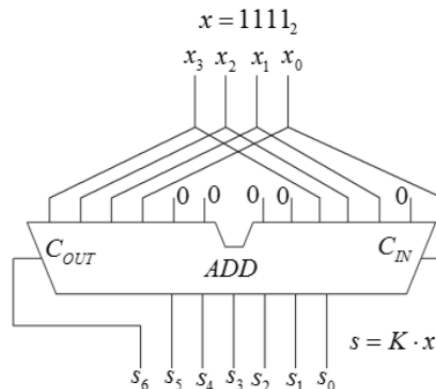
11

Swedish: Ett fyrabitars heltal utan tecken $x = (x_3x_2x_1x_0)$ kopplas till en 6-bitars adderare enligt figuren. Med dessa kopplingar så utför kretsen en multiplikation av x med en konstant k , så att utsignalen $s = k * x$.

- (a) Vad är värdet på k ?
- (b) Om insignalen $x = (1111)_2$, beräkna summan (s) binärt.

English: A four-bit unsigned integer $x = (x_3x_2x_1x_0)$ is connected to a 6-bit adder as shown in the figure. By these connections, the circuit performs the multiplication of x with a constant k , so that the output is $s = k * x$.

- (a) What is the value of k ?
- (b) Assuming the input $x = (1111)_2$, calculate the sum (s) in binary.



[3 p, was 34]

12

Swedish: Ett specialfall av addition är när x ($x_N \dots x_1 x_0$) ökas med 1 så att utsignalen $s = x + 1$. Denna krets kallas för inkrementerare.

Bygg en 8-bitars inkrementerare med halv-adderare.

English: A special case of addition is when a binary number x ($x_N \dots x_1 x_0$) is incremented by 1 so that the output is $s = x + 1$. This circuit is called an incrementer.

Build an 8-bit incrementer using half-adders.

[2 p, was 35.1 a]

13

Swedish: Konstruera en 4-bitars vänster-roterare. Rita kretsschema på din konstruktion.

English: Design a 4-bit left rotator. Sketch a schematic of your design.

[2 p, was 36.2]