



# Skriftlig Tentamen

## IE1204 Digital Design

### 2020-01-14, 08:00-12:00

Examiner/Examinator: Carl-Mikael Zetterling  
Responsible teacher/Ansvarig lärare: Carl-Mikael Zetterling

#### Swedish/Svenska:

Tentamenstexten ska lämnas in när lösningarna lämnas in. Inga tillåtna hjälpmedel utom linjal.  
Examen består av fyra delar med fyra uppgifter och 8-12 poäng per del, och totalt 40 poäng.  
Uppgifterna är inte ordnade efter svårighetsgrad.

- Del 1: From Zero to One (Chapter 1)
- Del 2: Combinational Logic Design (Chapter 2)
- Del 3: Sequential Logic Design (Chapter 3)
- Del 4: Digital Building Blocks (Chapter 5)

X = 1 om studenten har minst 2 poäng per del 1 och 4 och minst 3 poäng per del 2 och 3  
Y = 1 om studenten har minst 20 poäng totalt  
P = 1 om studenter får godkänt på tentamen  
Fx = 1 om studenten kan godkännas efter en extra uppgift

X	Y	P	F <sub>X</sub>
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

För godkänt krävs  
**(minst 2 poäng per del 1 OCH 4) OCH (minst 3 poäng per del 2 OCH 3) OCH 20 poäng totalt.**  
Fx om något villkor ej är uppfyllt.

**Betygskalan** för tentamen. Resultat meddelas inom tre veckor.

0-19	20-23	24-27	28-31	32-35	36-39	40
F	E	D	C	B	A	A+

# Written Exam

## IE1204 Digital Design

### 2020-01-14, 08:00-12:00

---

#### English:

The exam consists of four parts with four exercises and 8-12 points per part, for a total of 40 points. The questions are not in order of difficulty.

- Part 1: From Zero to One (Chapter 1)
- Part 2: Combinational Logic Design (Chapter 2)
- Part 3: Sequential Logic Design (Chapter 3)
- Part 4: Digital Building Blocks (Chapter 5)

$X = 1$  if student has at least 2 points from part 1 and 4 and at least 3 points from part 2 and 3

$Y = 1$  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 part 1 AND 4) AND (at least 3 points from part 2 AND 3) AND (at least 20 points in total).**

$F_x$  if any condition is not fulfilled.

**Grades** are given as follows. The result will be announced within three weeks.

0-19	20-23	24-27	28-31	32-35	36-39	40
F	E	D	C	B	A	A+

## Del 1/Part 1

1

$$A = 54_{10}$$

$$B = 31_{10}$$

**Swedish:** Konvertera A och B till 8-bitars tvåkomplementstal och hexadecimala tal. (1 p)  
Beräkna också  $A + B$  (binärt), kontrollera svaret med  $A + B$  (decimalt). (1 p)

**English:** Convert A and B to 8-bit binary (two's complement) and hexadecimal number representation. (1 p)

Also calculate  $A + B$  (binary), check your answer by calculating  $A + B$  (decimal). (1 p)

2

$$C = 01011101_2$$

$$D = 10100011_2$$

**Swedish:** Konvertera 8-bitars binära tal C och D (tvåkomplement) till decimala tal och hexadecimala tal. (1 p)

Beräkna också  $C - D$  (binärt), kontrollera svaret med  $C - D$  (decimalt). (1 p)

**English:** Convert 8-bit binary numbers C and D (two's complement) to decimal and hexadecimal number representation. (1 p)

Also calculate  $C - D$  (binary), check your answer by calculating  $C - D$  (decimal). (1 p)

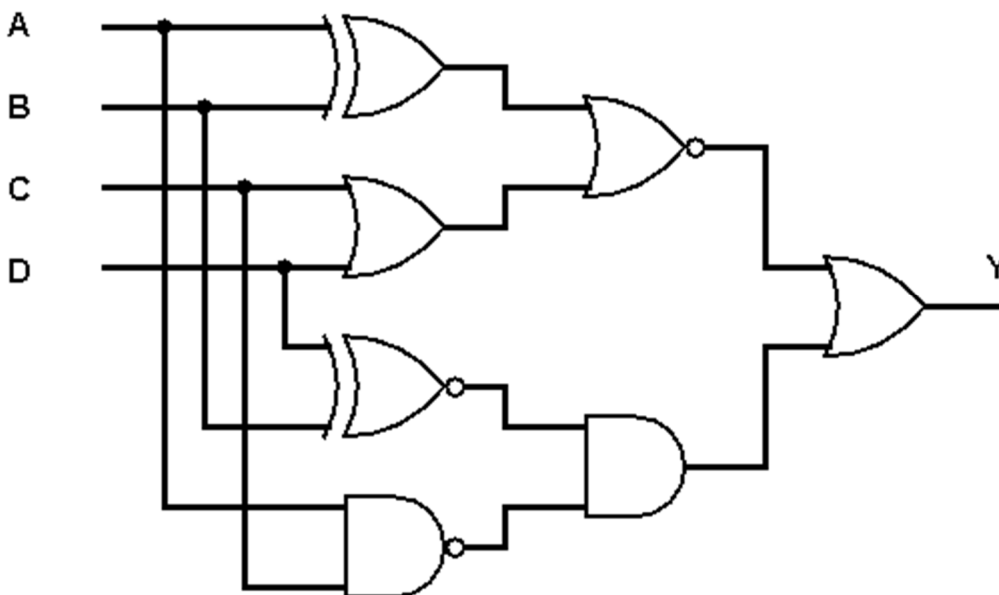
3

**Swedish:** Rita sanningstabellen för följande krets. (1 p)

Rita Karnaughdiagram och förenkla kretsen. (1 p)

**English:** Draw the Truth table for the following circuit. (1 p)

Draw a K-map and simplify the circuit. (1 p)





## Del 2/Part 2

5

**Swedish:** Ta fram booleskt uttryck för kretsen nedan. (1 p)

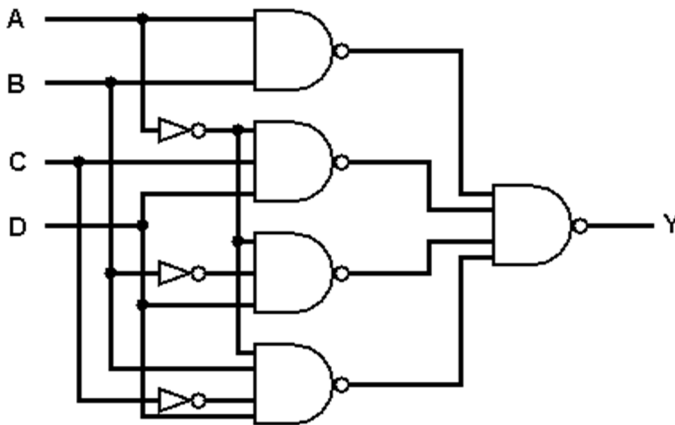
Rita Karnaughdiagram för kretsen (variabelordning som i figuren omritad i din lösning). (1 p)

Förenkla om möjligt uttrycket med hjälp av Karnaughdiagram och rita ny krets. (1 p)

**English:** Derive the Boolean expression for the circuit below. (1 p)

Draw a K-map for the circuit (variables as in the figure redrawn on your answer sheet). (1 p)

Simplify if possible the expression using the K-map and draw a new circuit. (1 p)



	CD = 00	01	11	10
AB = 00				
01				
11				
10				

6

**Swedish:** Rita Karnaughdiagram för sanningstabellen nedan (variabelordning som i figuren). (1 p)

Utnyttja x = don't care. Ta fram enklast möjliga booleska uttryck från Karnaughdiagrammet. (1 p)

Rita en krets för uttrycket med enbart 2- och 3-ingångars NAND-grindar. (1 p)

**English:** Draw a K-map for the truth table below (variables as in the figure). (1 p)

Use x = don't care. Derive simplest possible Boolean expression from the K-map. (1 p)

Draw a circuit for the expression using only 2 and 3 input NAND-gates. (1 p)

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	x
0	0	0	1	0
0	0	1	0	x
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	x
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	x

	CD = 00	01	11	10
AB = 00				
01				
11				
10				

Rita om K-map i dina  
inlämnade svar.

Redraw the K-map in  
your answer sheets.

# 7

**Swedish:**

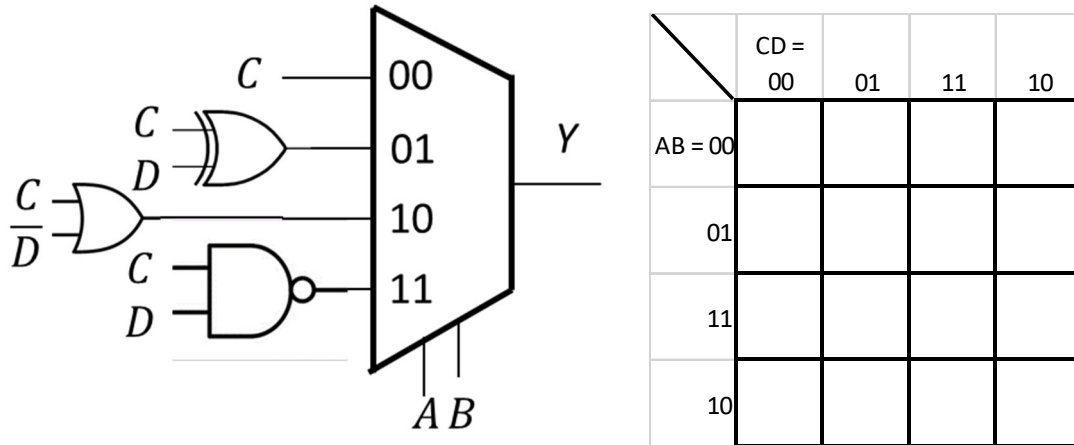
Rita Karnaugh-diagram för nedanstående 4:1 MUX-krets. (1 p)

Använd en 4:1 MUX och valfria grindar eller 0 och 1 och gör en krets för samma funktion Y med CD som select-signaler. (1 p)

**English:**

Draw the K-Map for the 4:1 MUX circuit below. (1 p)

Use a 4:1 MUX and any logic gates or 0 or 1 to draw a circuit for the same function Y with CD as select signals. (1 p)



# 8

**Swedish:** Konstruera en binär till 7-segments decoder för hexadecimal visning.

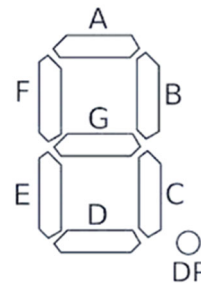
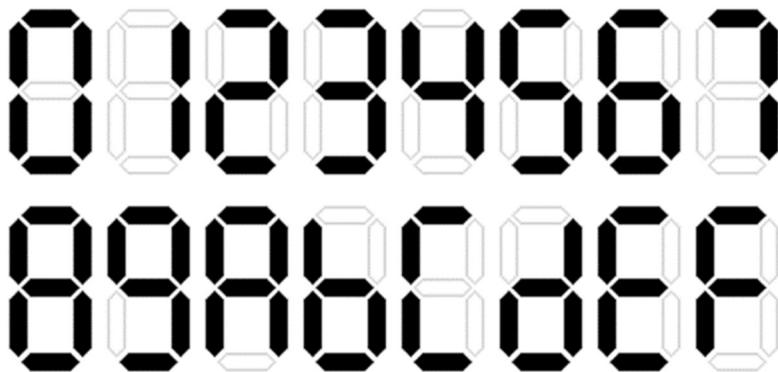
Alla tal från 0000 till 1111 ska kunna visas som 0 till F nedan, fyll i hela sanningstabellen. (1 p)

Ta fram booleska uttryck för tre valfria segment A-G. (3 p)

**English:** Design a binary to 7-segment decoder for a hexadecimal display.

All numbers from 0000 to 1111 should be shown as 0 to F below, complete the truth table. (1 p)

Derive Boolean expressions for any three segments A-G. (3 p)



Q3	Q2	Q1	Q0	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1

Rita om hela tabellen i dina inlämnade svar.

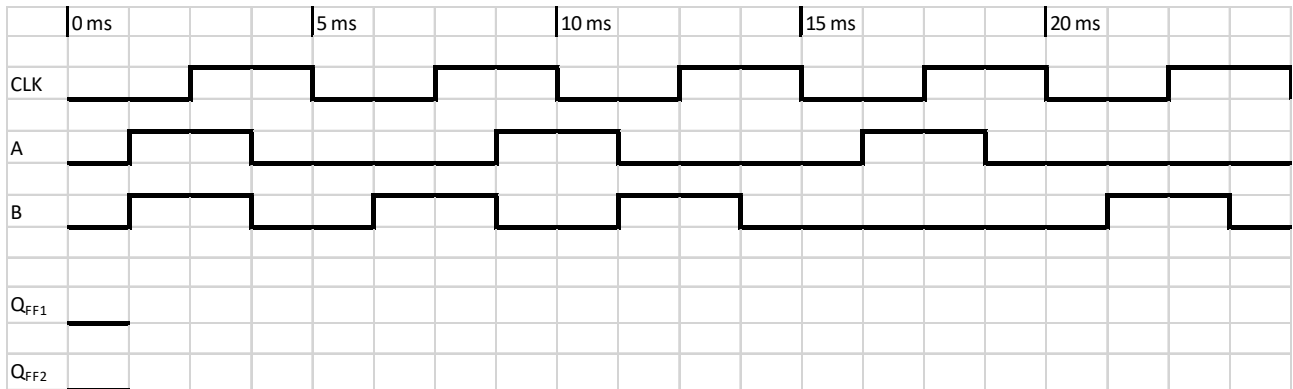
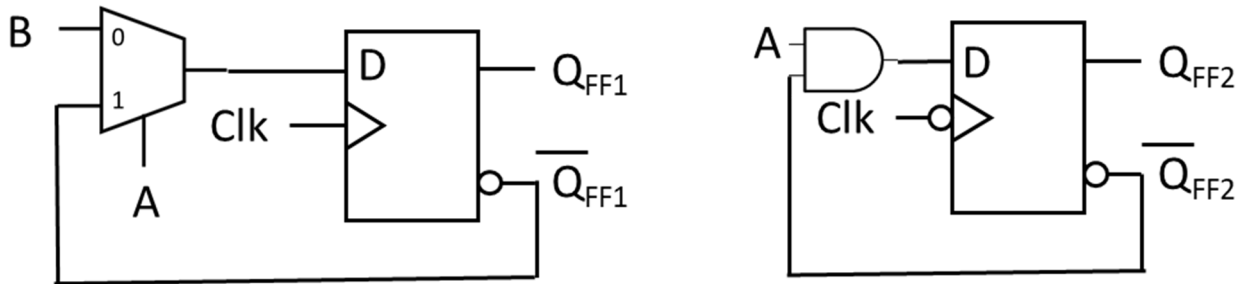
Redraw the complete table in your answer sheets.

### Del 3/Part 3

9

**Swedish:** Rita tidsdiagram för vipporna (flip-flop) i dina inlämnade svar, ta med CLK. (2 p)

**English:** Draw the timing diagrams for the flip-flops in your answer sheets, include CLK. (2 p)



10

**Swedish:** Analysera vad nedanstående tillståndsmaskin (FSM) utför genom att

ta fram Karnaughdiagram för nästa tillstånd (1 p)

rita tillståndstabell (1 p)

rita tillståndsdigram (1 p).

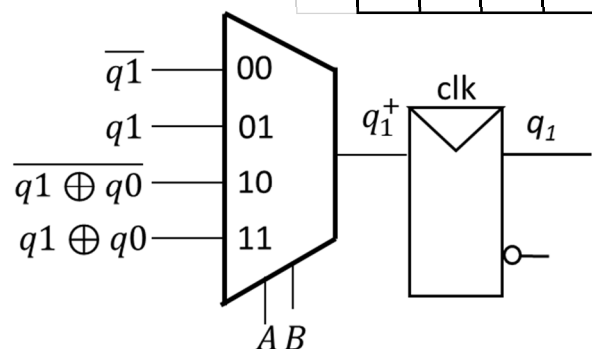
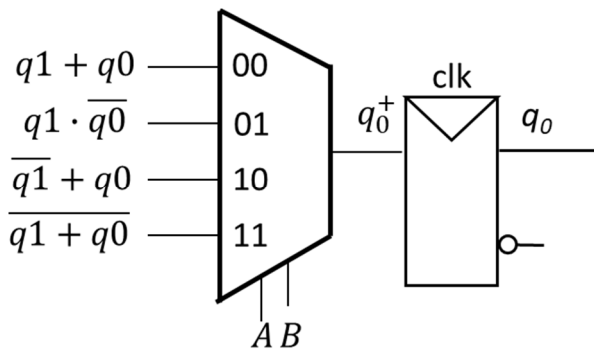
**English:** Analyze the state machine (FSM) below

derive K-maps for next state (1 p)

draw a state table (1 p)

draw a state diagram (1 p).

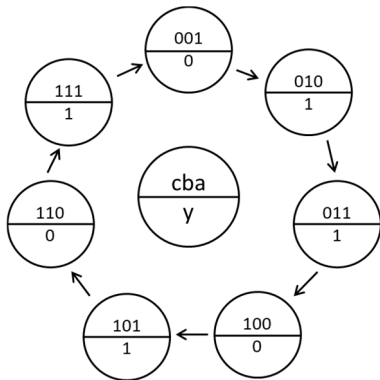
	A B =			
	00	01	11	10
q1q0 = 00				
01				
11				
10				



# 11

**Swedish:** Konstruera en tillståndsmaskin (FSM) enligt tillståndsdigrammet nedan  
 rita tillståndstabell (1 p)  
 ta fram minimerade uttryck för nästa tillstånd och utsignal (1 p)  
 rita tillståndsdigram med alla åtta tillstånd (1 p)

**English:** Design a state machine (FSM) according to the state diagram below  
 draw a state table (1 p)  
 derive minimized expressions for next state and output (1 p)  
 draw a state diagram with all eight states (1 p)



(y=1 for prime numbers)

Rita om K-map i dina inlämnade svar.

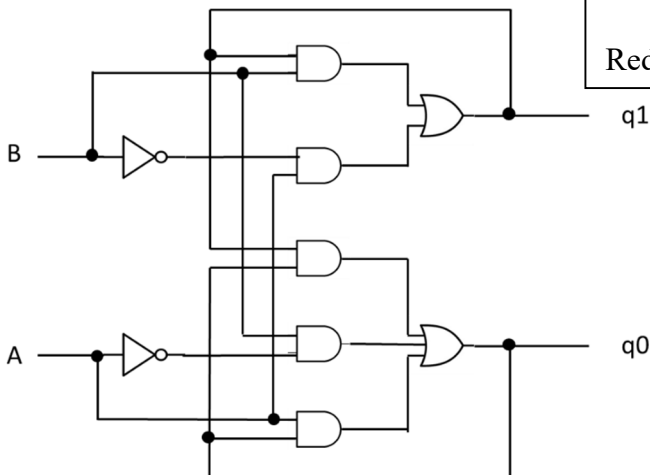
Redraw the K-map in your answer sheets.

	ba =	00	01	11	10
c = 0					
1					

# 12

**Swedish:** Analysera den asynkrona tillståndsmaskinen (ASM) enligt schemat nedan.  
 ta fram uttryck för nästa tillstånd (ingen utsignal) (1 p)  
 rita Karnaughdiagram för nästa tillstånd och lägg till termer för glitch/hazardfrihet (1 p)  
 rita tillståndstabell, ringa in stabila tillstånd och stryk otillåtna tillstånd (1 p)  
 rita tillståndsdigram (1 p)

**English:** Analyze the asynchronous state machine (ASM) according to the schematic below.  
 derive expressions for next state (no output) (1 p)  
 draw K-maps for next state and add terms to make them glitch/Hazard free (1 p)  
 draw a state table and circle stable states and cross out forbidden input combinations (1 p)  
 draw the state diagram (1 p)



Rita om K-map i dina inlämnade svar.  
 Redraw the K-map in your answer sheets.

	A B =	00	01	11	10
q1q0 = 00					
01					
11					
10					



## Del 4/Part 4

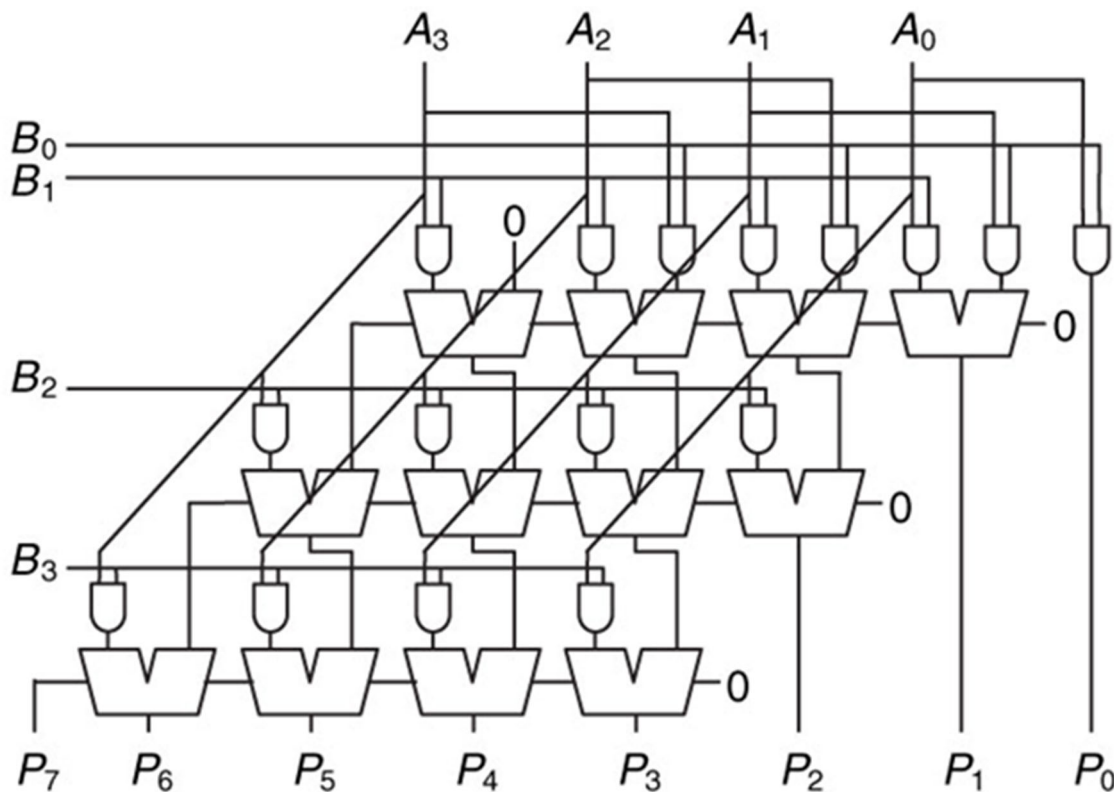
13

**Swedish:** En 4 x 4 bitars multiplikator kan byggas med 12 1-bits heladderare och 16 AND-grindar, och produkten får ett resultat på 8 bitar, se diagram nedan.

Hur många 1-bits heladderare och AND-grindar behövs för att bygga en 8 x 8 bits multiplikator, och hur många bitar får resultatet? (2 p)

**English:** A 4 x 4 bit multiplier can be built using 12 1-bit full adders and 16 AND gates, with a resulting product of 8 bits, see diagram below.

How many 1-bit full adders and AND gates are needed for a 8 x 8 bit multiplier, and how many output bits will it have? (2 p)



14

Unsigned 8-bit binary numbers:

$E = 01100110_2$

$F = 00010001_2$

**Swedish:** Beräkna multiplikationen  $P = E \times F$  binärt och kontrollera svaret decimalt. (1 p)

Beräkna divisionen  $Q = E / F$  binärt och kontrollera svaret decimalt. (1 p)

$P$  är ett 16-bitars binärt tal utan tecken.

**English:** Perform the multiplication  $P = E \times F$  in binary and check the answer using decimal. (1 p)

Perform the division  $Q = E / F$  in binary and check the answer using decimal. (1 p)

$P$  is a 16-bit unsigned binary number.

### 15

**Swedish:** Konstruera en 4-bitars ALU (Arithmetic Logic Unit) med följande operationer. (2 p)

**English:** Design a 4-bit ALU (Arithmetic Logic Unit) with the following operations. (2 p)

S2	S1	S0	Operation
0	0	0	A + B
0	0	1	A - B
0	1	0	B - A
0	1	1	don't care
1	0	0	A AND B
1	0	1	NOT B
1	1	0	NOT A
1	1	1	A OR B

Antal bitar N = 4.  
A och B är utan tecken.

Number of bits N = 4.  
A and B are unsigned

### 16

**Swedish:** Ett diod-ROM kan användas som en binär till 7-segments decoder för hexadecimal visning (se tal 8). Hur ska dioderna programmeras? (2 p)

**English:** A diode ROM can be used as a binary to 7-segment decoder for a hexadecimal display (see problem 8). How should the diodes be placed? (2 p)

