

IE1204/5 Digital Design **typtenta**

- **Del A1** tio korta *Analys-uppgifter* 1p totalt 10p
Rättas bara **Rätt/Fel!** Observera minst 6p på A1 om vi ska rätta vidare!
- **Del A2** två *Metodikuppgifter* om totalt 10p. Rättas i detalj om det finns minst 6p på del A1.
- **Del B** två friare *Designproblem* om totalt 10p. Rättas i detalj om det finns minst 11p på del A1+A2.

Godkänd-gränsen för hela tentamen är minst 11p, från A1+A2+(B). Man kan bli godkänd *utan* poäng från del B.

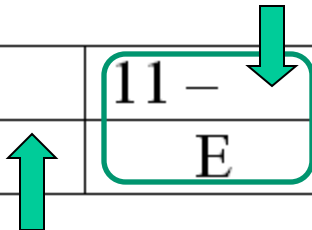
Betygsskala

A1 10p A2 10p B 10p

Mindre än 11p på A1+A2, F
Så rättar vi inte vidare del B!

Max 30

0 –	11 –	16 –	19 –	22 –	25
F	E	D	C	B	A



Mindre än 6p på A1, F
Så rättar vi inte vidare del A2!



- Man kan teoretiskt nå betyg C *utan* att lösa B-delen.

Del A1 Analys

Kvalificeringsdel, Analys

Rätt eller Fel 0p/1p

Minst 6p av 10p för att vi ska rätta vidare ...

?: Del A1 (1/0) uppg 1.

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

!: Del **A1** (**1/0**) uppg **1**.

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

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

!: Del A1 (1/0) uppg 1.

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

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



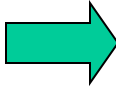
		yz				f
		00	01	11	10	
x	0		$\bar{x}\bar{y}z$	$\bar{x}yz$		
	1		$x\bar{y}z$	xyz	$xy\bar{z}$	

!: Del **A1** (**1/0**) uppg 1.

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

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

		f			
x	yz	00	01	11	10
	0		$\bar{x}\bar{y}z$	$\bar{x}yz$	
1	0		$x\bar{y}z$	xyz	$xy\bar{z}$



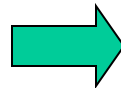
		f			
x	yz	00	01	11	10
	0		1	1	
1	0		1	1	1

!: Del **A1** (**1/0**) uppg 1.

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

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

		f			
x \ yz		00	01	11	10
	0		$\bar{x}\bar{y}z$	$\bar{x}yz$	
	1		$x\bar{y}z$	xyz	$xy\bar{z}$



		f			
x \ yz		00	01	11	10
	0		1	1	
	1		1	1	1



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

?: Del A1 (1/0) uppg 2.

Tvåkomplement-
representation av 8-bitstal.

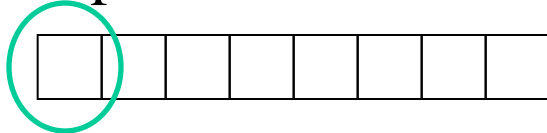
--	--	--	--	--	--	--	--

$$(B7)_{16} - (A6)_{16} = ?_{16}$$

$$\pm ?_{10} - \pm ?_{10} = \pm ?_{10}$$

!: Del A1 (1/0) uppg 2.

Tvåkomplement-
representation av 8-bitstal.



Teckenbit!

$$(B7)_{16} - (A6)_{16} = ?_{16}$$

$$\pm ?_{10} - \pm ?_{10} = \pm ?_{10}$$

$$(B7)_{16} = (10110111)_2 = (-01001001)_2 = (-49)_{16} = (-73)_{10}$$

$$(A6)_{16} = (10100110)_2 = (-01011010)_2 = (-5A)_{16} = (-90)_{10}$$

$$(B7)_{16} - (A6)_{16} = (B7)_{16} + (5A)_{16} = (11)_{16}$$

$$(-73)_{10} - (-90)_{10} = (17)_{10}$$

!: Del A1 (1/0) uppg 3.

	$x_3x_2x_1x_0$	f		$x_3x_2x_1x_0$	f
0	0000	1	8	1000	1
1	0001	0	9	1001	–
2	0010	1	10	1010	–
3	0011	–	11	1011	0
4	0100	0	12	1100	1
5	0101	1	13	1101	0
6	0110	0	14	1110	–
7	0111	0	15	1111	0

$$f(x_3x_2x_1x_0) = \{PoS\}_{\min} = ?$$

!: Del A1 (1/0) uppg 3.

	$x_3x_2x_1x_0$	f		$x_3x_2x_1x_0$	f
0	0000	1	8	1000	1
1	0001	0	9	1001	-
2	0010	1	10	1010	-
3	0011	-	11	1011	0
4	0100	0	12	1100	1
5	0101	1	13	1101	0
6	0110	0	14	1110	-
7	0111	0	15	1111	0



$f(x_3x_2x_1x_0) = \{PoS\}_{\min} = ?$
Hoptagning av 0:or

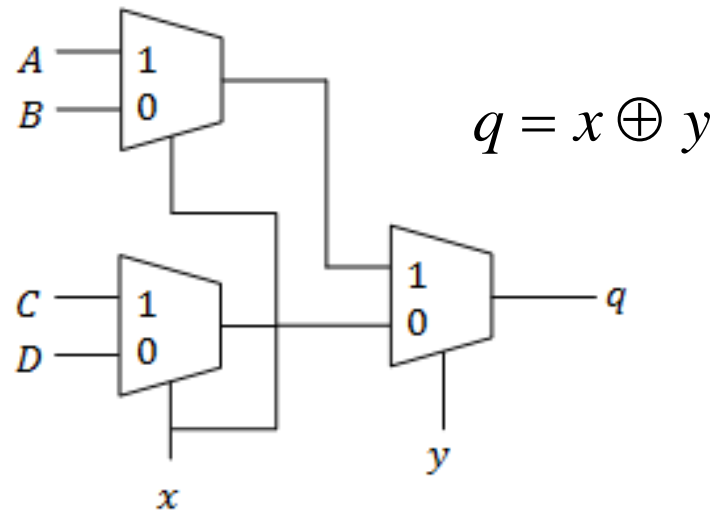
		x_1x_0			
		00	01	11	10
x_3x_2	00	0 1	1 0	3 -	2 1
	01	4 0	5 1	7 0	6 0
	11	12 1	13 0	15 0	14 -
	10	8 1	9 -	11 0	10 -



$$f(x_3x_2x_1x_0) =$$

$$(\bar{x}_0 + x_2)(\bar{x}_0 + \bar{x}_3)(\bar{x}_0 + \bar{x}_1)(x_0 + \bar{x}_2 + x_3)$$

?: Del A1 (1/0) uppg 4.

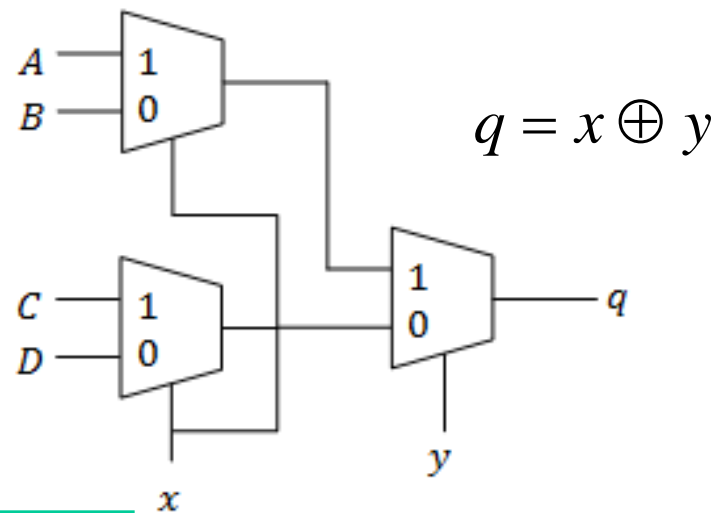


$A, B, C, D = ?$

!: Del **A1** (**1/0**) uppg 4.

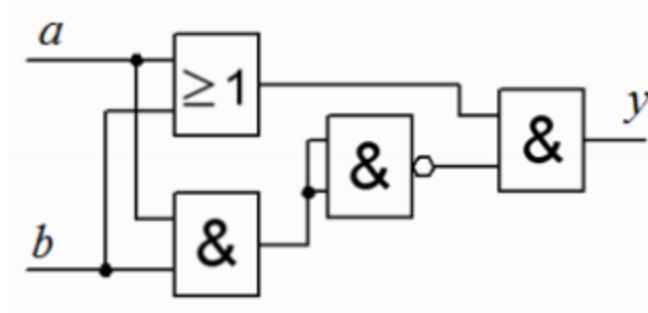
Lookup-table!

x	y	XOR	
0	0	0	$= D$
0	1	1	$= B$
1	0	1	$= C$
1	1	0	$= A$



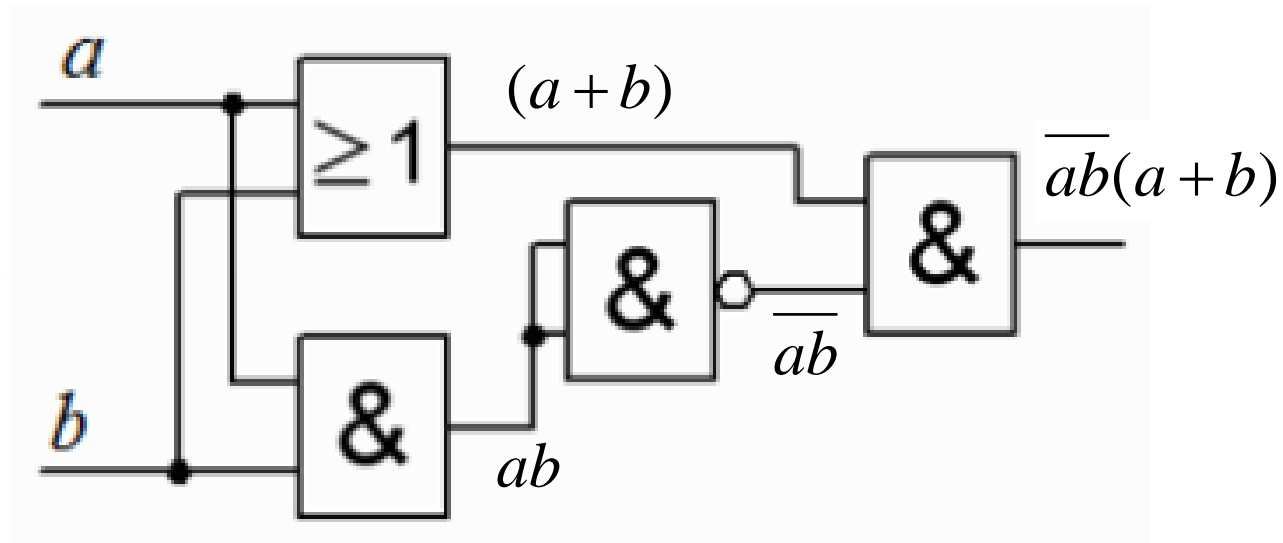
$A = 0 \quad B = 1 \quad C = 1 \quad D = 0$

?: Del A1 (1/0) uppg 5.



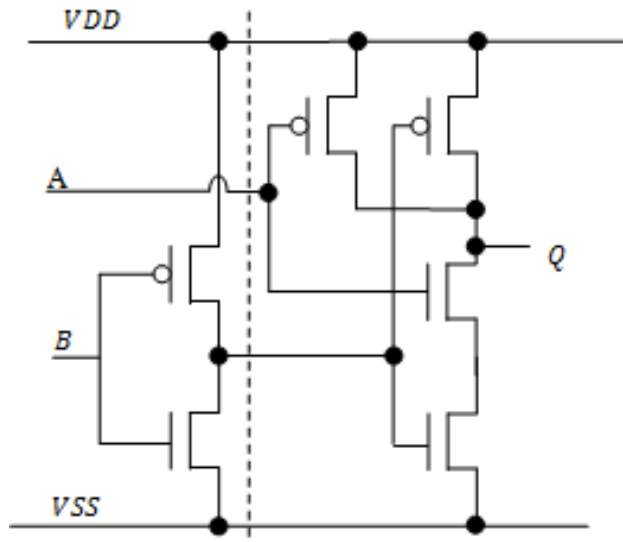
$$y(a,b) = ?$$

!: Del A1 (1/0) uppg 5.



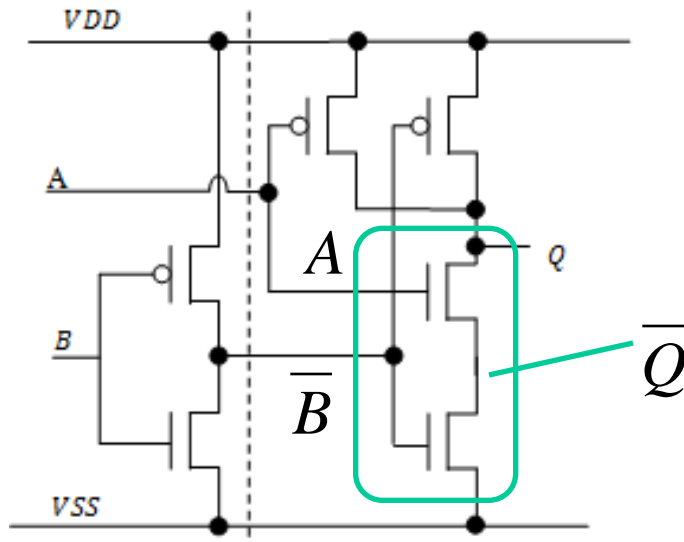
$$\begin{aligned}\overline{ab}(a+b) &= \{dM\} = (\overline{a} + \overline{b})(a+b) = \cancel{\overline{a}a} + \overline{a}b + \overline{b}a + \cancel{\overline{b}b} = \\ &= \overline{a}b + \overline{b}a = a \oplus b\end{aligned}$$

?: Del A1 (1/0) uppg 6.



$$Q(A, B) = ?$$

!: Del A1 (1/0) uppg 6.

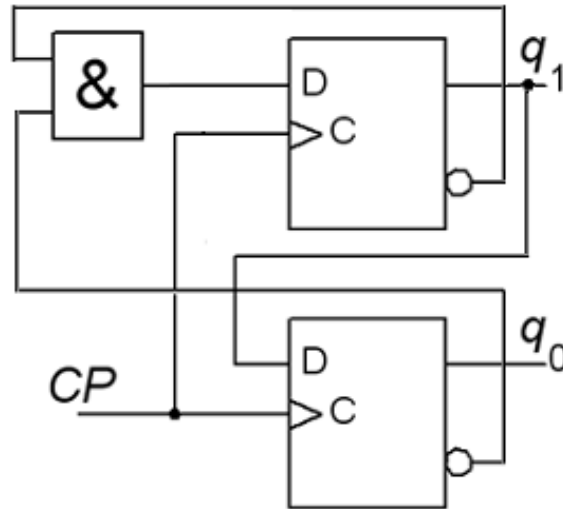


$$Q(A, B) = ?$$

PullDown-nätet

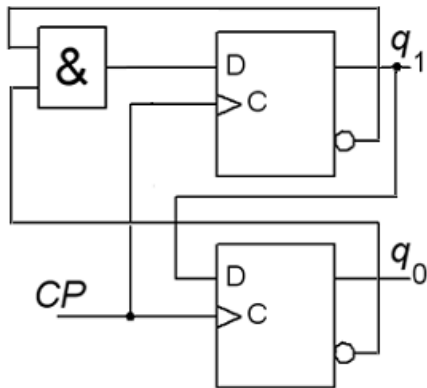
$$\overline{Q} = A \cdot \overline{B} \Rightarrow Q = \overline{A \cdot \overline{B}} = \{dM\} = \overline{A} + B$$

?: Del A1 (1/0) uppg 7.



$(q_1q_0) = 00 \rightarrow ?? \rightarrow ?? \rightarrow ?? \rightarrow ?? \dots$

!: Del A1 (1/0) uppg 7.



Nästa tillstånd

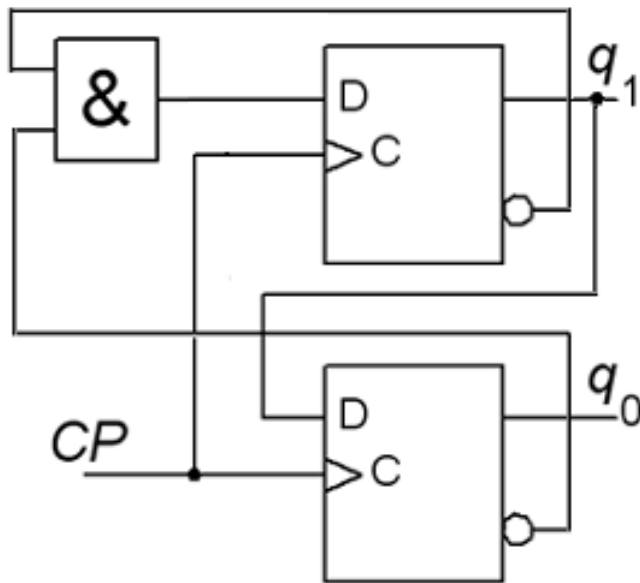
$$q_1^+ = \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_0$$

$$q_0^+ = q_1$$

$q_1 q_0$	$q_1^+ = \bar{q}_1 \cdot \bar{q}_0$	$q_0^+ = q_1$	$q_1^+ q_0^+$
00	1 = 1 · 1	0	10
10	0 = 0 · 1	1	01
01	0 = 1 · 0	0	00

$(q_1 q_0) = 00 \rightarrow 10 \rightarrow 01 \rightarrow 00 \dots$

?: Del A1 (1/0) uppg 8.



$$t_{\text{pdAND}} = 4 \text{ [ns]}$$

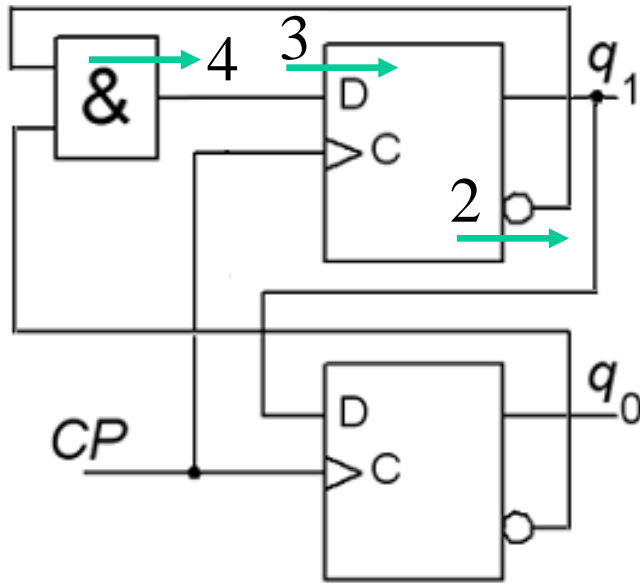
$$t_{\text{su}} = 3$$

$$t_{\text{h}} = 1$$

$$t_{\text{pdQ}} = 2 \text{ [ns]}$$

Kortaste tid T mellan
klockpulser (CP)?

!: Del A1 (1/0) uppg 8.



$$t_{\text{pdAND}} = 4 \text{ [ns]}$$

$$t_{\text{su}} = 3 \text{ [ns]}$$

$$t_{\text{h}} = 1 \text{ [ns]}$$

$$t_{\text{pdQ}} = 2 \text{ [ns]}$$

Kortaste tid T mellan
klockpulser (CP)?

$$T = 2 + 4 + 3 = 9 \text{ ns}$$

?: Del A1 (1/0) uppg 9.

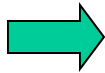
Komplettera denna flödestabell
(för ett asynkront sekvensnät)
med **ringar** runt stabila tillstånd
och **överstrykningar** av tillstånd
som ej kan nås.

		$Q_1^+ Q_0^+$			
		AB			
$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
a	a	a	a	d	a
b	a	a	a	c	b
c	c	c	c	c	b
d	c	c	c	d	a

!: Del A1 (1/0) uppg 9.

Gyllene regeln

Ringa in
tillstånden som
har radens
bokstav



		$Q_1^+ Q_0^+$			
		AB			
$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
a	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>d</u>	<u>a</u>	
b	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>c</u>	<u>b</u>	
c	<u>c</u>	<u>c</u>	<u>c</u>	<u>b</u>	
d	<u>c</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>a</u>	



Billig poäng för alla de som inte "hoppat över" avsnittet om asynkrona sekvensnät ...

- Slutsats. Hoppa *inte* över något kursavsnitt!

?: Del A1 (1/0) uppg 10.

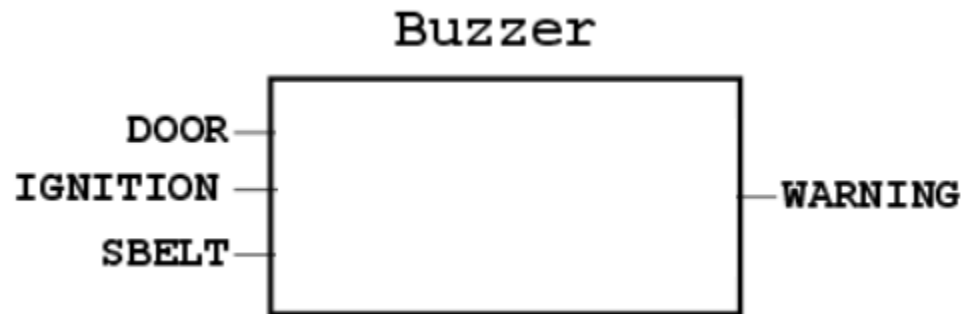
```
-- comment: example of buzzer circuit
entity BUZZER is
    port (DOOR, IGNITION, SBELT: in std_logic;
          WARNING: out std_logic);
end BUZZER;

architecture behavioral of BUZZER is
begin
    WARNING <= (not DOOR and IGNITION) or
               (not SBELT and IGNITION);
end behavioral;
```

- Rita entity-box med signalnamn och grindnät ...

!: Del A1 (1/0) uppg 10.

```
entity BUZZER is
    port (DOOR, IGNITION, SBELT: in std_logic;
          WARNING: out std_logic);
end BUZZER;
```

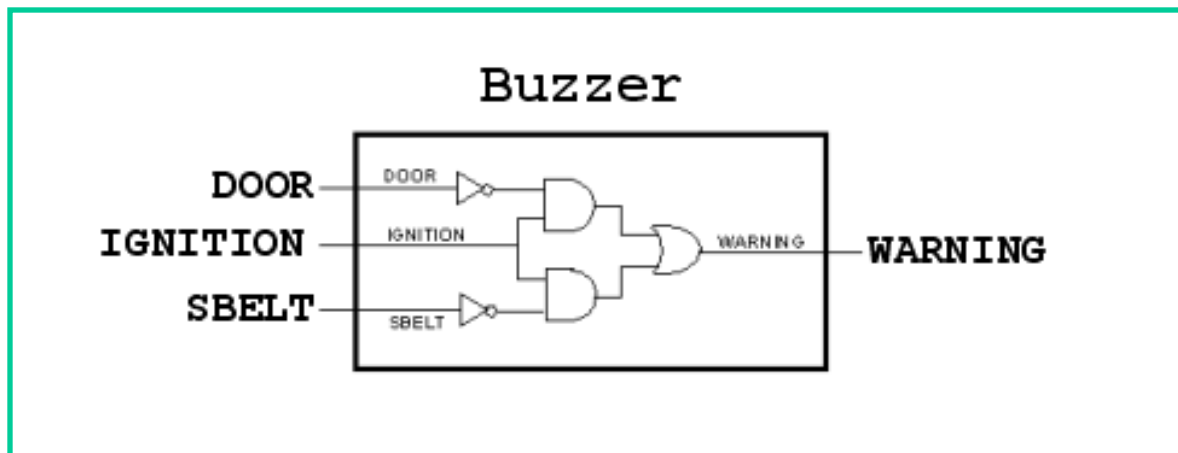


!: Del A1 (1/0) uppg 10.

architecture behavioral **of** BUZZER **is**
begin

```
    WARNING <= (not DOOR and IGNITION) or  
                (not SBELT and IGNITION);
```

end behavioral;



Del A2 Metodikdel

Kvalificeringsdel, Konstruktionsmetodik

Rättas i detalj om Du har minst 6p på A1

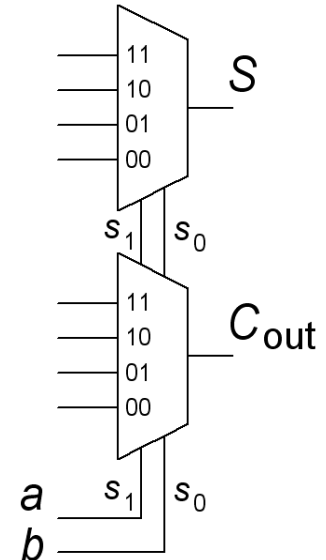
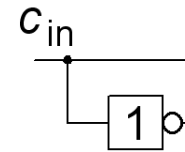
Minst 11p på A1+A2 (20p) för att vi sedan ska rätta vidare B-delen ...

?: Del A2 (5p) uppg 11.

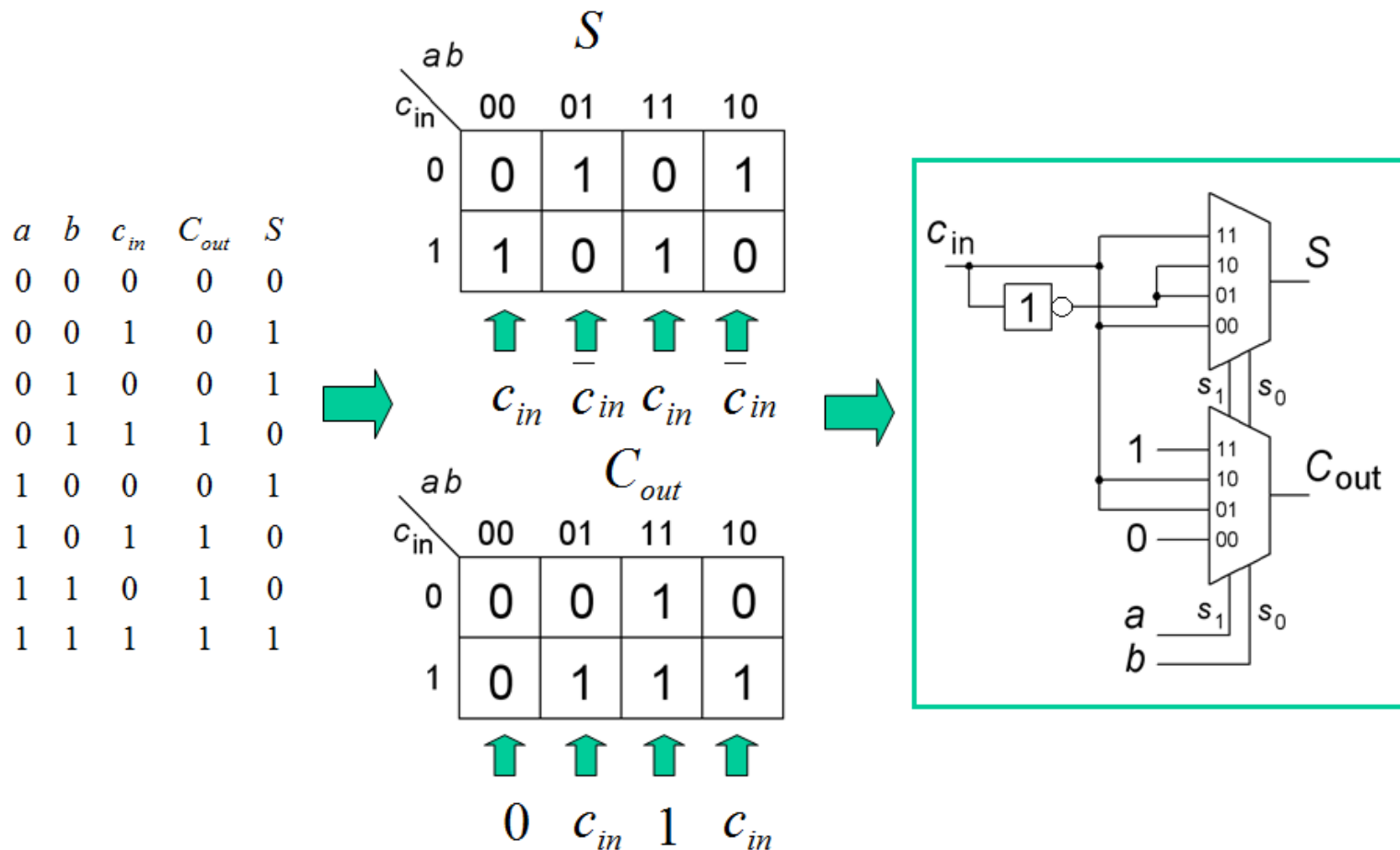
Ställ först upp heladderarens sannings-
tabell. Konstruera sedan
en heladderare av två 4:1
MUX'ar.

Vi antar att Carry-
signalen c_{in} även finns
tillgänglig i inverterad
form. Se figur.

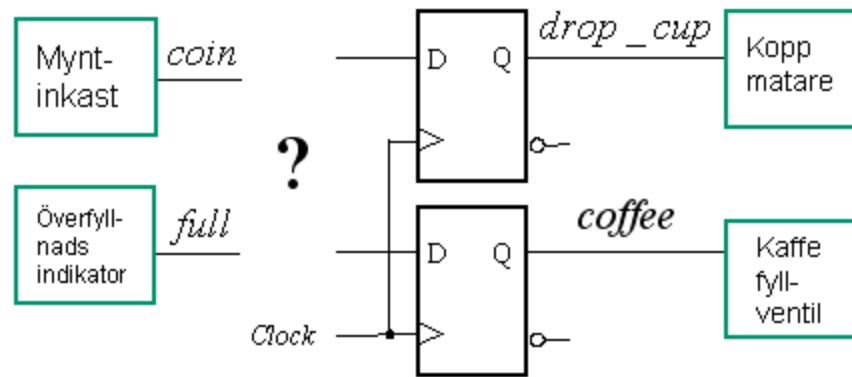
a	b	c_{in}	C_{out}	S
0	0	0	0	0
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		



!: Del A2 (5p) uppg 11.



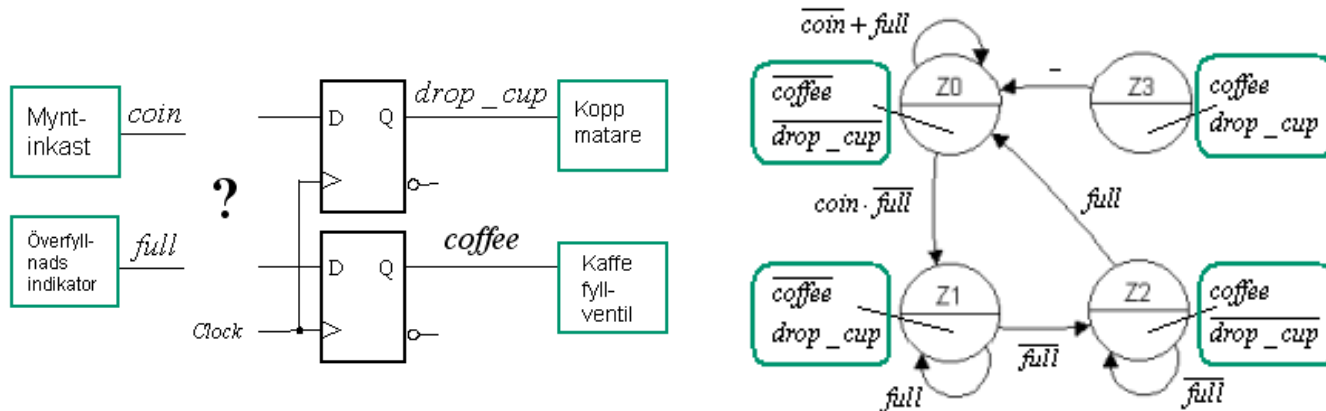
?: Del A2 (5p) uppg 12.



En kaffeautomaten har två *insignaler*. **coin** från myntinkastet som anger att en pollett passerat en fotocell där. **full** från en givare som ”övervakar” plastmuggen under fyllningen. **Coin** = 1 när myntet passerar. **full** = 1 när muggen blir full.

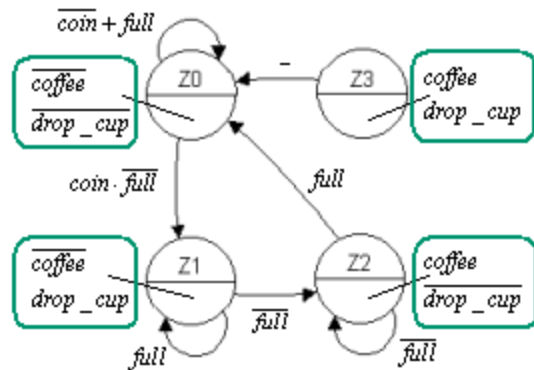
Kaffeautomaten har två utsignaler. **drop_cup** till en matarenhet för plastmuggar. **coffee** till en magnetventil för påfyllning av kaffet. Mataren matar fram en mugg var gång **drop_cup** blir ”1”, och kaffe fylls på så länge som **coffee** = 1.

?: Del A2 (5p) uppg 12.



- Konstruera en synkron Moore-automat som följer det givna tillståndsdigrammet.
- Tillståndskoden ska styra utsignalerna direkt. Ingen utgångsavkodare används.
- Använd positivt flanktriggade D-vippor, och valfria grindar.
- Rita kretsens fullständiga schema.

!: Del A2 (5p) uppg 12.



full coin

		$i_1 i_0$				
		00	01	11	10	
$q_1 q_0$	Z0: 00	0 0	0 1	0 0	0 0	$\overline{\text{coffee}} \overline{\text{drop_cup}}$
$q_1 q_0$	Z1: 01	1 0	1 0	0 1	0 1	$\overline{\text{coffee}} \overline{\text{drop_cup}}$
$q_1 q_0$	Z3: 11	0 0	0 0	0 0	0 0	$\overline{\text{coffee}} \overline{\text{drop_cup}}$
$q_1 q_0$	Z2: 10	1 0	1 0	0 0	0 0	$\overline{\text{coffee}} \overline{\text{drop_cup}}$

$q_1^+ q_0^+$



q_1^+

		$i_1 i_0$			
		00	01	11	10
$q_1 q_0$	00	0	0	0	0
$q_1 q_0$	01	1	1	0	0
$q_1 q_0$	11	0	0	0	0
$q_1 q_0$	10	1	1	0	0

q_0^+

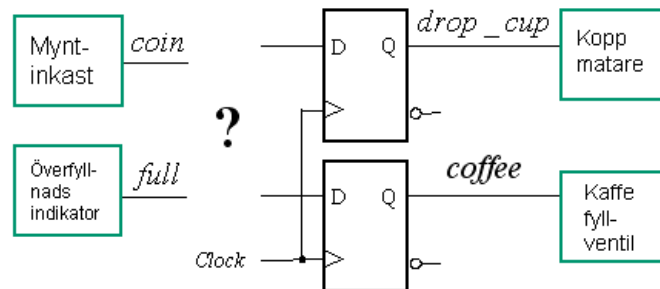
		$i_1 i_0$			
		00	01	11	10
$q_1 q_0$	00	0	1	0	0
$q_1 q_0$	01	0	0	1	1
$q_1 q_0$	11	0	0	0	0
$q_1 q_0$	10	0	0	0	0



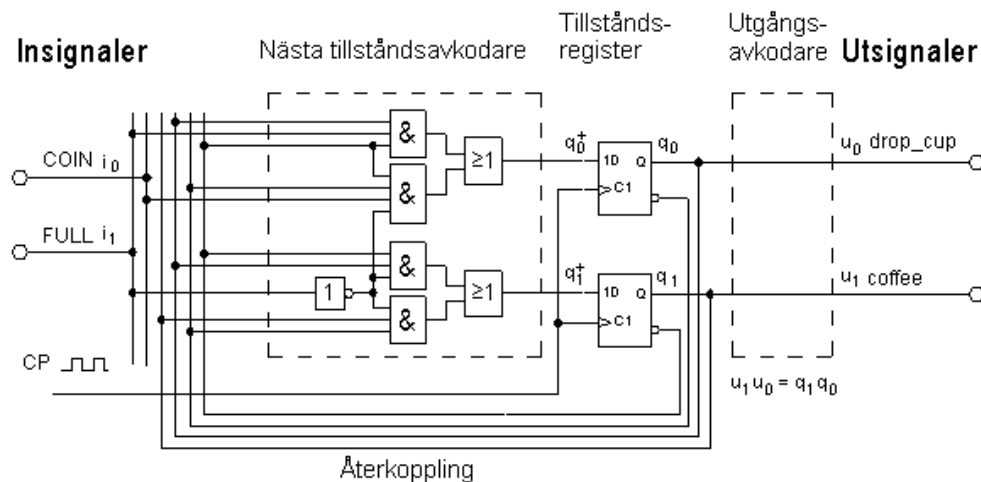
$$q_1^+ = \overline{q_1} \overline{q_0} i_1 + q_1 \overline{q_0} i_1$$

$$q_0^+ = \overline{q_1} \overline{q_0} i_1 i_0 + \overline{q_1} q_0 i_1$$

!: Del A2 (5p) uppg 12.



$$q_1^+ = \bar{q}_1 q_0 \bar{i}_1 + q_1 \bar{q}_0 \bar{i}_1 \quad q_0^+ = \bar{q}_1 \bar{q}_0 \bar{i}_1 i_0 + \bar{q}_1 q_0 i_1$$



Del B Design

Digital Design

Vi rättar del B (10p) om A1+A2 har minst 11p.

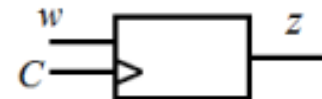
Uppgifterna kan oftast lösas på flera olika sätt.

Vi rättar så långt det är möjligt med hänsyn tagen till eventuella följdfehl från tidigare steg.

- *Digital Design kan vara en kreativ process.*

?: Del B (5p) uppg 13.

Sekvensdetektor.



Tag fram en minimal tillståndstabell (visa att den är minimal) för ett synkront sekvensnät av Moore-typ med en ingångssignal (w), och en utgångssignal (z). Sekvensnätet ska generera utvärdet 1 om det detekterat antingen insekvensen 110 eller 101, också vid överlappande sekvenser (tex. 1101, som är 110 följt av 101, ska ge utsekvensen 00011). Rita nätets tillståndsdiagram.

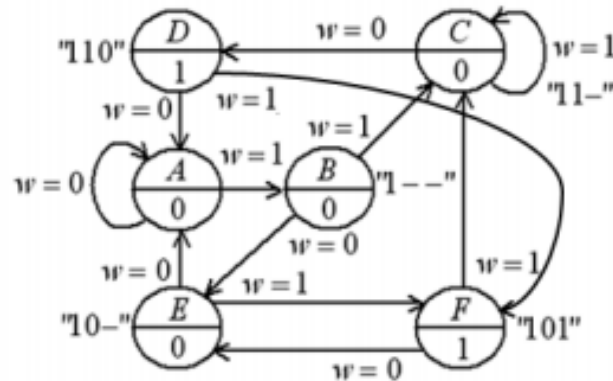
a) (4p) Ställ upp kretsens **tillståndstabell**, visa att den är **minimal**, och rita **tillståndsdiagram**.

b) (2p) Använd Graykod för att koda tillstånden och ställ upp den **kodade tillståndstabellen**. Tag fram de minimerade **uttrycken för nästa tillstånd** och för **utgångsvärdet**. Något grindnät behöver inte ritas.

!: Del B (5p) uppg 13.

a) (4p)

	present $w=0$	next $w=1$	out z
A	A	B	0
B	E	C	0
C	D	C	0
D	A	F	1
E	A	F	0
F	E	C	1



Minimal number of states

$(ABCE)(DF)$
 $A_0 \rightarrow (\underline{A}BCE) \quad A_1 \rightarrow (A\underline{B}CE)$
 $B_0 \rightarrow (ABC\underline{E}) \quad B_1 \rightarrow (AB\underline{C}E)$
 $C_0 \rightarrow (\underline{D}F) \quad C_1 \rightarrow (AB\underline{C}E)$
 $E_0 \rightarrow (\underline{A}BCE) \quad E_1 \rightarrow (D\underline{F})$
 $(AB)(C)(DF)(E)$

$(AB)(C)(DF)(E)$
 $A_0 \rightarrow (\underline{A}B) \quad A_1 \rightarrow (A\underline{B})$
 $B_0 \rightarrow (E) \quad B_1 \rightarrow (C)$
 $(A)(B)(C)(DF)(E)$
 $D_0 \rightarrow (A) \quad D_1 \rightarrow (D\underline{F})$
 $F_0 \rightarrow (E) \quad F_1 \rightarrow (C)$
 $(A)(B)(C)(D)(E)(F)$

Minimalt från
början!

!: Del B (5p) uppg 13.

	present	next	out
	$w=0$	$w=1$	z
A	A	B	0
B	E	C	0
C	D	C	0
D	A	F	1
E	A	F	0
F	E	C	1

Graykod



	present	next	out
	$q_2 q_1 q_0$	$q_2^+ q_1^+ q_0^+$	
	$w=0$	$w=1$	
A	000	000	0
B	001	110	0
C	011	010	0
D	010	000	1
E	110	000	0
F	111	110	1



$q_2^+ q_1^+ q_0^+ = f(q_2, q_1, q_0, w)$				
$q_1 q_0$	00	01	11	10
$w q_2$				
00	000	110	010	000
01	---	---	110	000
11	---	---	011	111
10	001	011	011	111

Kmap form

$$q_2^+ = f(q_2, q_1, q_0, w)$$

$q_1 q_0$	00	01	11	10
$w q_2$				
00	0	1	0	0
01	-	-	1	0
11	-	-	0	1
10	0	0	0	1

$$q_2^+ = \bar{q}_1 q_0 + \bar{w} q_2 + q_1 \bar{q}_0$$

$$q_1^+ = f(q_2, q_1, q_0, w)$$

$q_1 q_0$	00	01	11	10
$w q_2$				
00	0	1	1	0
01	-	-	1	0
11	-	-	1	1
10	0	1	1	1

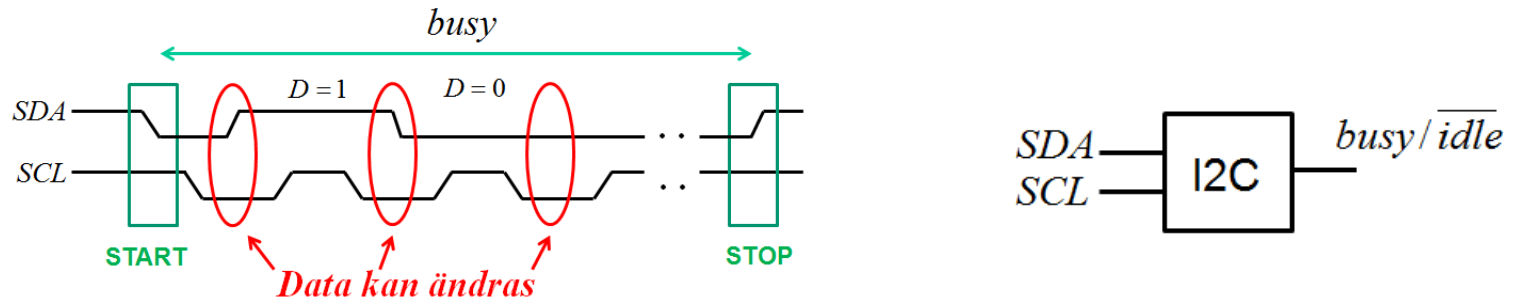
$$q_1^+ = q_0 + w q_1$$

$$q_0^+ = f(q_2, q_1, q_0, w)$$

$q_1 q_0$	00	01	11	10
$w q_2$				
00	0	0	0	0
01	-	-	0	0
11	-	-	1	1
10	1	1	1	1

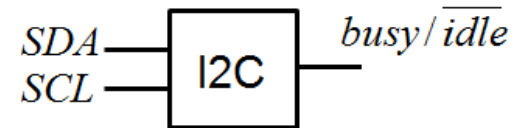
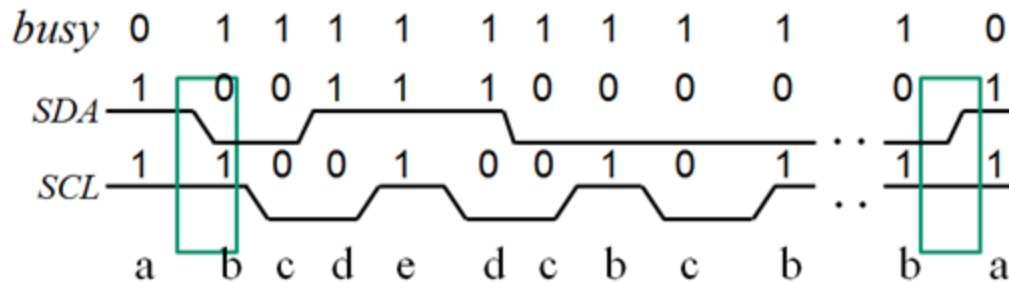
$$q_0^+ = w$$

?: Del B (5p) uppg 14.



För att kunna studera I2C-dataöverföring vill man konstruera ett Moore-ekvivalent asynkront sekvensnät som ger utsignalen $busy = 1$ under tiden från start-signalen fram till stopp-signalen. När ingen datakommunikation förekommer är $busy = 0$.

!: Del B (5p) uppg 14.

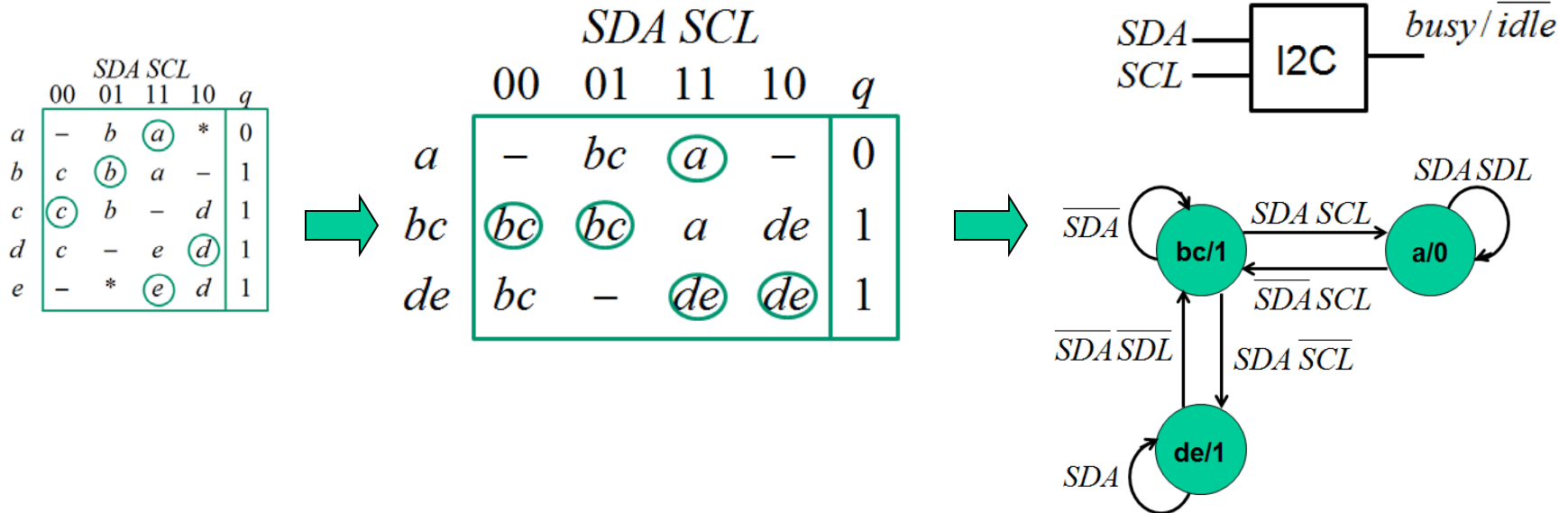


I tillstånd *a* "väntar" vi på startflanken (*b*), då är insignalen 10 omöjlig (markerad med *).
 Protokollet förbjuder ändring av data *SDA* när *SCL* är **hög**. Därför är insignal 01 omöjlig i tillstånd *e* (markerad med *). Detta ger två extra don't care positioner i tabellen.

	<i>SDA SCL</i>				
	00	01	11	10	<i>q</i>
<i>a</i>	–	<i>b</i>	<i>a</i>	*	0
<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	–	1
<i>c</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	–	<i>d</i>	1
<i>d</i>	<i>c</i>	–	<i>e</i>	<i>d</i>	1
<i>e</i>	–	*	<i>e</i>	<i>d</i>	1

Man ser direkt vilka tillstånd som kan slås ihop.

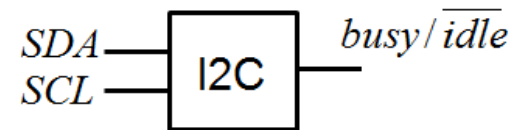
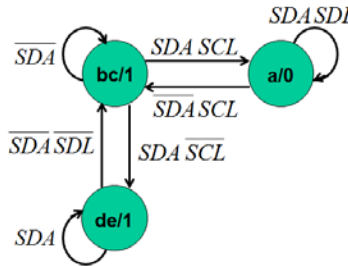
!: Del B (5p) uppg 14.



Som tillståndskod kan Gray-kod användas. a 00, bc 01, de 11, och x 10. x kan användas som don't care undantaget 10.

!: Del B (5p) uppg 12.

	SDA SCL				
	00	01	11	10	q
a	–	bc	a	–	0
bc	bc	bc	a	de	1
de	bc	–	de	de	1



	SDA SCL				
$q_1 q_0$	00	01	11	10	$busy$
00	–	01	00	–	0
01	01	01	00	11	1
11	01	–	11	11	1
10	$\neq 10$	$\neq 10$	$\neq 10$	$\neq 10$	–

$q_1^+ q_0^+$

$busy =$
 $= q_0$

	SDA SCL			
$q_1 q_0$	00	01	11	10
00	–	0	0	–
01	0	0	0	1
11	0	–	1	1
10	–	–	–	–

$$q_1^+ = SDA(\overline{SCL} + q_1)$$

	SDA SCL			
$q_1 q_0$	00	01	11	10
00	–	1	0	–
01	1	1	0	1
11	1	–	1	1
10	–	–	–	–

$$q_0^+ = (\overline{SDA} + \overline{SCL} + q_1)$$

Näten bildar sammanhängande områden i Karnaughdiagrammen och är därför hazardfria (om näten har två nivåer). Att realisera med valfria grindar.

Lycka till!

Examination

Satsa *inte* på betyget **E**! Det är naturligtvist godkänt, men betyder förmodligen att Du saknar massor av nyttiga kunskaper som är viktiga för kommande kurser.

Kurserna följer på varandra
som länkarna i en kedja.
Kedjan brister vid den
svagaste länken.

