① sid 1

Uppgift 1

Logisk funktion $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \overbrace{\sum(1,3,5,8,9,11)}^{\text{Min-termer}} + \overbrace{d(2,13,15)}^{\text{don't care-termer}}$

Detta motsvarar sanningstabelle

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

Den kan i sin tur översättas till Karnaughdiagrammet

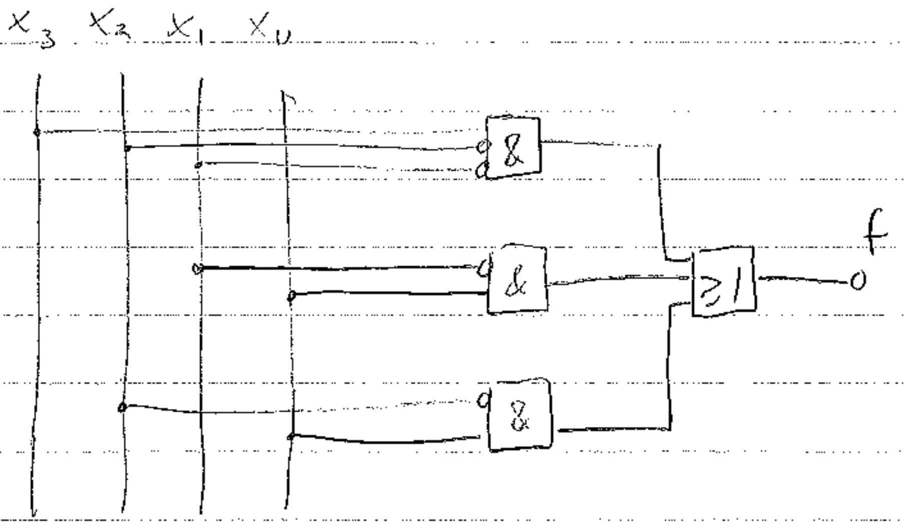
x_3x_2 \ x_1x_0	00	01	11	10
00	0	1	1	–
01	0	1	0	0
11	0	–	0	–
10	1	1	1	0

Minimal SP-form efterfrågas
$\Rightarrow$ Ringa in 1:or osv

$\Rightarrow \quad f = x_3x_2'x_1' + x_1'x_0 + x_2'x_0$

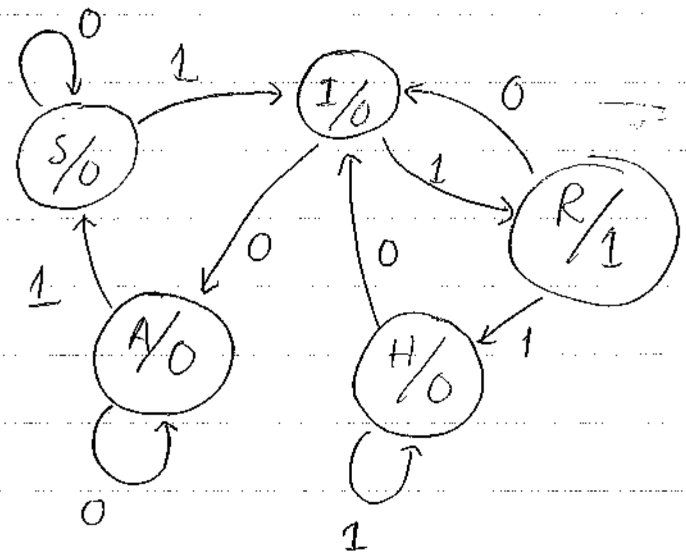
1 sid 2

Realisering: Minimal SP



(2) s.1

Tillståndsdiagram



Designa sekvenskrets.

Vi har 5 st tillstånd $\Rightarrow$ Minst 3 D-vippor krävs
($\Rightarrow$ 8 möjliga tillstånd)

Tillståndskodning?

Väljer
$S \leftrightarrow 000$
$I \leftrightarrow 001$
$R \leftrightarrow 010$
$H \leftrightarrow 011$
$A \leftrightarrow 100$

Vi ser från diagrammet att sekvensmaskinen är av Moore-typ (utsignal beror av tillstånd)

② s.2

Vi kodar nuvarande tillstånd med $q_2 q_1 q_0$, nästa tillstånd med $q_2^+ q_1^+ q_0^+$, insignal med x och utsignal med y

Sanningstabell:

	q_2	q_1	q_0	x		q_2^+	q_1^+	q_0^+	y
S	0	0	0	0	S	0	0	0	0
	0	0	0	1	I	0	0	1	
I	0	0	1	0	A	1	0	0	0
	0	0	1	1	R	0	1	0	
R	0	1	0	0	I	0	0	1	1
	0	1	0	1	H	0	1	1	
H	0	1	1	0	I	0	0	1	0
	0	1	1	1	H	0	1	1	
A	1	0	0	0	A	1	0	0	0
	1	0	0	1	S	0	0	0	
–	1	0	1	0	–	–	–	–	–
	1	0	1	1	–	–	–	–	
–	1	1	0	0	–	–	–	–	–
	1	1	0	1	–	–	–	–	
–	1	1	1	0	–	–	–	–	–
	1	1	1	1	–	–	–	–	

② s3

Logiska funktioner på minimal SP-form fås från Karnaughdiagram:

q_2^+

q_2q_1 \ q_0x	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	0
11	-	-	-	-
10	1	0	-	-

$$q_2^+ = q_2x' + q_1'q_0x'$$

q_1^+

q_2q_1 \ q_0x	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	1	0
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

$$q_1^+ = q_1x + q_0x$$

q_0^+

q_2q_1 \ q_0x	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	1	1	1
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

$$q_0^+ = q_1 + q_2'q_0'x$$

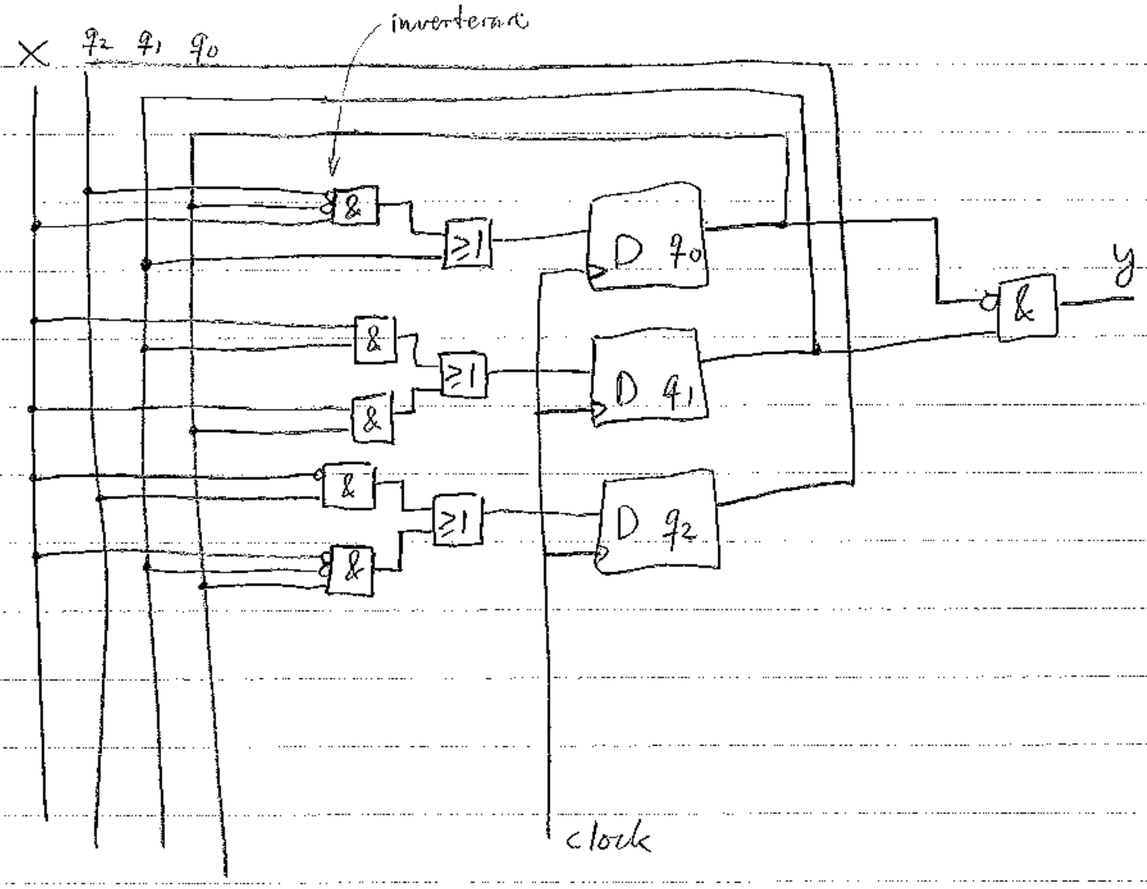
y

q_2 \ q_1q_0	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	0	-	-	-

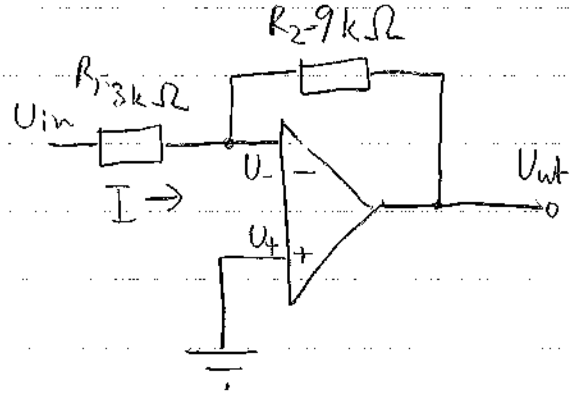
$$y = q_1q_0'$$

② s4

Realisering fås direkt ur minimerade funktioner



③



a) Visa att $A \triangleq \dfrac{U_{ut}}{U_{in}} = -3$

Ingen ström mellan U_- och U_+
Vi har återkoppling från U_{ut} till U_-
$\Rightarrow U_- = U_+$

Vi ser direkt i fig att $U_+ = 0$ (Jordad)

$\Rightarrow U_- = 0$.

Ström I genom $3\,k\Omega$ ges av Ohms lag.
(I inritad i fig)

$$I \cdot R_1 = (U_{in} - 0) \Rightarrow I = \frac{U_{in}}{R_1}$$

Eftersom ingen ström går mellan U_- och U_+ måste strömmen I gå vidare genom R_2 mot U_{ut}.

Potentialvandring från U_-: $U_- - R_2 I = U_{ut}$
dvs $0 - R_2\left(\dfrac{U_{in}}{R_1}\right) = U_{ut}$ eller $U_{ut} = -\dfrac{R_2}{R_1} U_{in} =$
$= -3\,U_{in} \Rightarrow A_v = \dfrac{U_{ut}}{U_{in}} = -3$ V.S.V

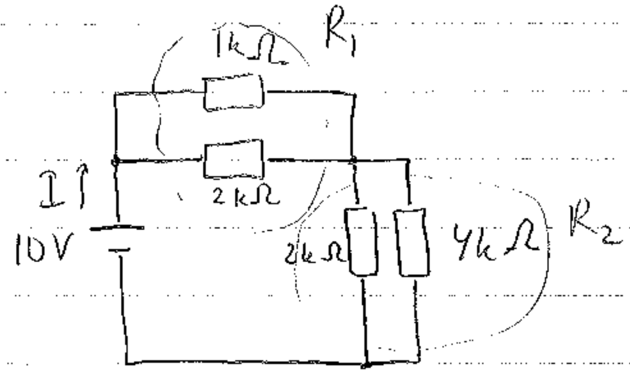
(3) s.2

b) Vilken ström? Redan utrett i a)

$$I = \frac{U_{in}}{R_1} \; . \quad U_{in} = 2V \Rightarrow I = \frac{2}{3 \cdot 10^3} = \underline{\underline{0.67 \, mA}}$$

(Med riktning angiven i fig.)

(4)



Hur stor är $\underline{I}$?

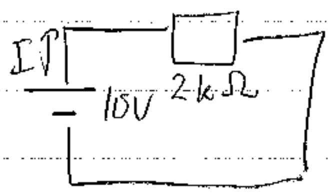
Troligen enklaste metoden är att beräkna ersättnings-resistans, R, för kretsen.

Bilda $R_1 = 1k // 2k = \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{2000}\right)^{-1} = \frac{2000}{3}\ \Omega$

$$R_2 = 2k // 4k = \left(\frac{1}{2000} + \frac{1}{4000}\right)^{-1} = \frac{4000}{3}\ \Omega$$

R_1 och R_2 i serie $\Rightarrow R = R_1 + R_2 = \frac{2000}{3} + \frac{4000}{3} = 2k\Omega$

Vi kan rita ekvivalent krets som:



Ohms lag: $U = RI$ $\quad I = \frac{U}{R} = \frac{10}{2000} = 5\,mA$

(5)

Strömbegränsande motstånd (Måste ligga i serie)

Vill ha strömmen 20 mA. Vid denna spänning är framspänningen 1.5 V över dioden.

Välj motstånd.

Potentialvandring: $5 - \overset{\text{om vi antar 20 mA}}{1{,}5} - R \cdot I = 5 - 1{,}5 - R \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0$ jord.

$\Rightarrow R = \dfrac{3.5}{20 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{175\ \Omega}}$

Del B

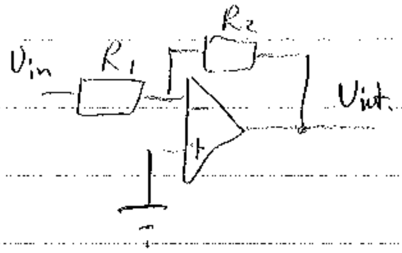
(1)

Ska designa en ljusberoende förstärkare.

Har fotoresistor som har resistans $R_M = 1\,M\Omega$ i totalt mörker och $R_L = 10k\Omega$ vid max. ljus.

Krav: Förstärkn. $A = 1$ i mörker, $A = 10$ i max ljus.

Idé: Använd uppkoppling baserad på antingen inverterande- eller icke-inverterande förstärkare.

Väljer inverterande, dvs 

Vet, eller kan lätt härleda, att förstärkning är

$A = -\frac{R_2}{R_1}$. Genom att låta fotoresistorn ingå i antingen R_1 eller R_2 kan ljuset påverka förstärkningen. (Ska sen inte glömma att få rätt tecken på A. Ordnas lätt med en efterföljande inverterande förstärkare med $A_2 = -1$.)

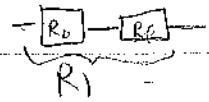
Noterar att avtagande resistans ska ge ökad förstärkning. Väljer därför att låta R_1 styras av fotoresistorn.

(1) s2

Noterar att förstärkning vid max- respektive min ljus ska skilja en faktor 10.

Vår fotoresistor skiljer en faktor 100
$\Rightarrow$ Vi kan inte sätta in fotoresistorn direkt som R_1!

Förslag: Välj R_1 som något motstånd, R_0, i serie med R_f (fotores.) Välj R_0 så att $R_{1max} = 10 R_{1min}$



där $R_{1max} = R_0 + R_M$; $R_{1min} = R_0 + R_L$

$$\Rightarrow \quad R_0 + R_M = 10\left(R_0 + R_L\right) \Rightarrow R_M - 10R_L = 9R_0$$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{R_M - 10R_L}{9} = \frac{10^6 - 10\cdot 10^4}{9} = 10^5 = 100\,k\Omega$$

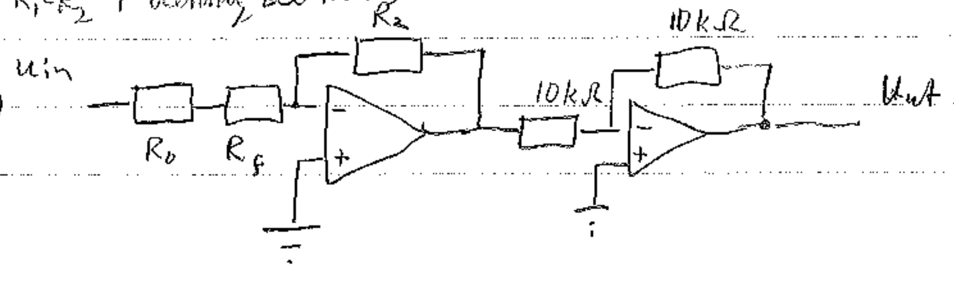
$$\Rightarrow R_{1max} = 1.1\,M\Omega \quad , R_{1min} = 110\,k\Omega$$

Vi ser att $\dfrac{R_{1max}}{R_{1min}} = 10$!

Välj nu $R_2 = R_{1max} \Rightarrow$ förstärkning -1 vid mörker

och – " – -10 vid ljust.

Avsluta med en inverterande förstärkare med förstärkning -1
(Sätt $R_1 = R_2$ i denna, tex $10k\Omega$)

$\Rightarrow$ 

B

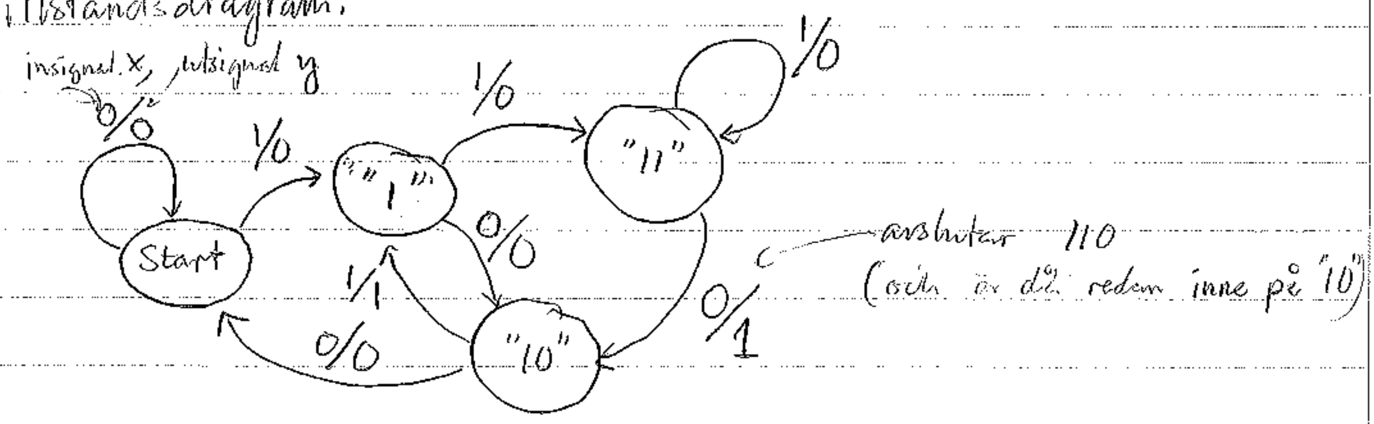
(2)

Se kursliтt.

(3) B
s, 1

Väljer Mealy-maskin. Hoppas kunna lösa uppg. med 2 D-vippor.

Tillståndsdiagram:



Vi ser ut att klara oss på 4 tillstånd ⇒ 2 D vippor räcker.

Kodning: Start = 00 ($q_1 q_0$)
"1" = 01
"10" = 10
"11" = 11

Sanningstabell:

	q_1	q_0	x		q_1^+	q_0^+	y
S = start	0	0	0	S	0	0	0
	0	0	1	"1"	0	1	0
"1"	0	1	0	"10"	1	0	0
	0	1	1	"11"	1	1	0
"10"	1	0	0	"S"	0	0	0
	1	0	1	"1"	0	1	1
"11"	1	1	0	"10"	1	0	1
	1	1	1	"11"	1	1	0

B

(3) 5.2

Karnaugh:

q_1^+

q_1 \ q_0x	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1

q_0^+

q_1 \ q_0x	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$q_1^+ = q_0$

$q_0^+ = x$

y

q_1 \ q_0x	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	0	1

$y = q_1 q_0' x + q_1 q_0 x'$

⇒