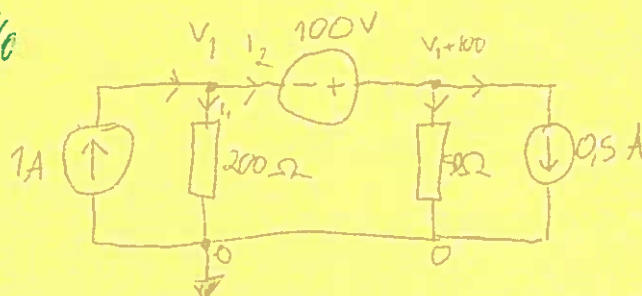


Denne kolonnen er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Oppgave 1

a) 10%



KCL gir:

$$-1 + \frac{V_1}{200} + \frac{V_1+100}{50} + 0,5 = 0 \quad | \cdot 200$$

$$V_1 + 4V_1 + 400 = 100$$

$$5V_1 = -300$$

$$V_1 = -60$$

$$I_1 = \frac{V_1}{200\Omega} = \frac{-60V}{200\Omega} = -0,3A$$

KCL i V_1 gir at

$$-I_2A = +I_1 + I_2 = 0$$

$$I_2 = 1A + I_1$$

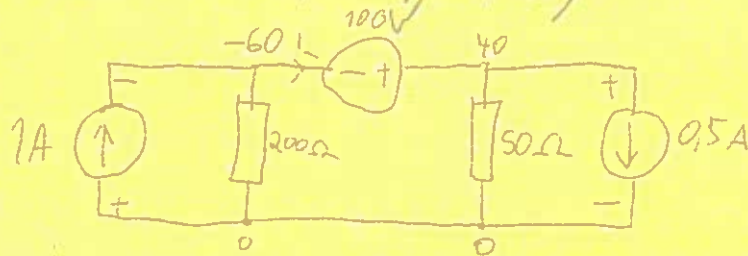
$$I_2 = 1A - (-0,3A)$$

$$I_2 = 1,3A$$

Strømmen I_2 er 1,3A ✓

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

Kretsen med nodebenninger blir:



1A kilden:

Passiv fortegn konvensjon (Pfk) oppfylt

$$\Rightarrow P_{\text{forbruk}} = V \cdot I = 60V \cdot 1A = 60W \checkmark$$

Den forbruker effekt.

0,5A kilden:

Passiv oppfylt:

$$\Rightarrow P_{\text{forbruk}} = V \cdot I = 40V \cdot 0,5A = 20W \checkmark$$

Den forbruker effekt.

100V kilden:

Pfk ikke oppfylt:

$$\Rightarrow P_{\text{forbruk}} = -VI = -100V \cdot 1,3A = -130W \checkmark$$

$$\Rightarrow P_{\text{lever}} = 130W$$

Den leverer effekt.

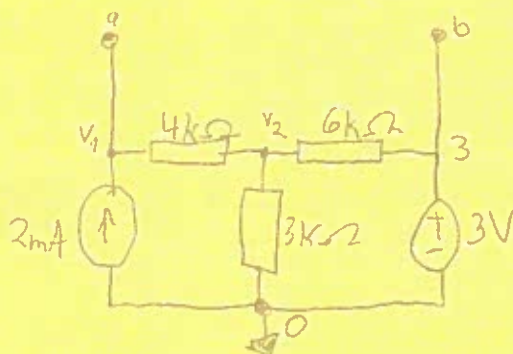
Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

b) Fjerner last og deaktiverer kilder:



6 kΩ og 3 kΩ er i parallell, og sammen i serie med 4 kΩ:

$$R_{Th} = R_{eq} = \left(4 + \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} \right) k\Omega = 6 k\Omega \quad \checkmark$$



$$V_{Th} = V_{ab} = V_1 - 3$$

KCL i V_1 gir:

$$-2 \cdot 10^{-3} + \frac{V_1 - V_2}{4 \cdot 10^3} = 0 \quad | \cdot 4 \cdot 10^3$$

$$V_1 - V_2 = 8 \quad (i)$$

KCL i V_2 gir:

$$\frac{V_2 - V_1}{4 \cdot 10^3} + \frac{V_2}{3 \cdot 10^3} + \frac{V_2 - 3}{6 \cdot 10^3} = 0 \quad | \cdot 12 \cdot 10^3$$

$$3V_2 - 3V_1 + 4V_2 + 2V_2 - 6 = 0$$

$$9V_2 - 3V_1 = 6$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

Setter inn $V_2 = 8V_1 - 8$ fra (i)

$$9(V_1 - 8) - 3V_1 = 6 \quad | :3$$

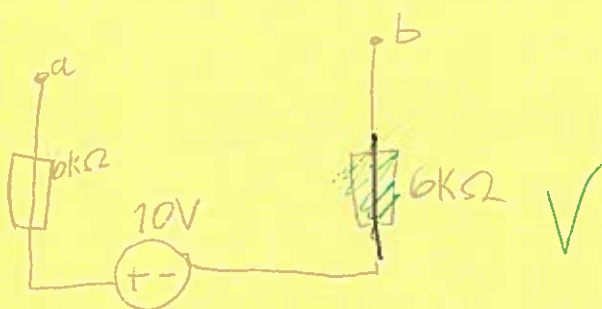
$$3V_1 - 24 - V_1 = 2$$

$$2V_1 = 26$$

$$V_1 = 13$$

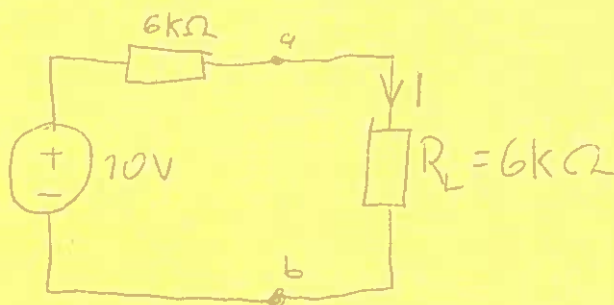
$$V_{Th} = V_1 - 3 = 13 - 3 = 10$$

Thevennekvivalenten blir:



Maksimal effektoverføring skjer når $R_L = R_{Th}$

\Rightarrow Motstanden R_L må være $6k\Omega$.



$$I = \frac{10V}{R_{eq}} = \frac{10V}{12k\Omega} = 0,83 \text{ mA}$$

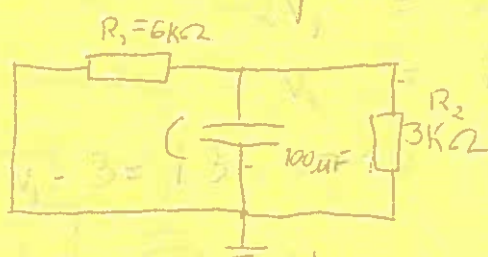
$$P_{maks} = P = R \cdot I^2 = 6k\Omega \cdot (0,83 \text{ mA})^2 = 4,13 \text{ mW} \quad \checkmark$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

Maksimal effekt overført til lasten er 4,13 mW

oppgave 2 $11V \cdot 8\Omega - 3V = 6V$

Ved $t=0$ blir kretsen:



Thi er en RC-krets. blir:

$$\tau = R_{eq} \cdot C = \frac{6 \cdot 3}{6+3} k\Omega \cdot 100\mu F = 0,2 s$$

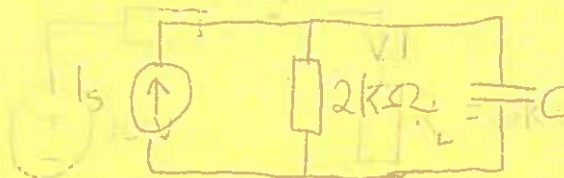
Tidskonstanter blir 0,2 sekunder, ✓

For å finne $i(t)$, må vi finne $V(t)$.

For å finne $V(t)$ må vi vite $V_0 = V(0)$.

Ser der for på kretsen i tiden $t < 0$.

Kildetransformere V_s og R_1 . Slik at R_1 og R_2 blir i parallell, og slår de sammen til en $R_{eq} = 2k\Omega$.



$$I_s = \frac{12V}{6k\Omega} = 2mA$$

kildetransformere, tilbake til en enkel RC krets og får at spenningskilden er

$$V_{s_2} = 2mA \cdot 2k\Omega = 4V$$

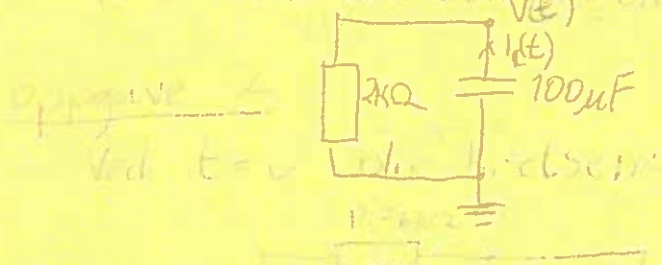
Ved $t=0$ vil kondensatoren ha denne spenningen.

$$P_L = R \cdot I^2 = 8k\Omega \cdot (0,93mA)^2 = 4,13mW$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

For $t \geq 0$ er kretsen ekvivalent med:

Maksimal effekt overført til lasten er 17,5 mW



Bruker den oppgitte for:

Hvis $V_0 = \text{endelig } V(t)$, $V_0 = \text{start } V(t)$, $t_0 = 0$, $\tau = 0,2s$

$$\text{Blir } V(t) = V_0 + [V - V_0] \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{Tidskonstant } \tau = 4 \cdot e^{-\frac{t}{0,2s}} \text{ V, } t \geq 0$$

$$= 4 e^{-5t} \text{ V, } t \geq 0 \text{ V}$$

For å finne $i(t)$ må vi finne $V(t)$

Strømdeling i de parallelt-koblede $V(t)$ gir at

$$\text{for den } i(t) \text{ i } i(t) = \frac{V(t)}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{dV(t)}{dt}$$

Kildebetrakter man som en spenningskilde $V(t)$ og R_1 og R_2 har

$$= 100\mu F \cdot 4 \cdot (-5) \cdot e^{-5t} \text{ V}$$

$$\text{I parallell med } R_1 \text{ og } R_2 \text{ til } R_1 + R_2 = 2k\Omega$$

$$= -2 e^{-5t} \text{ mA, } t \geq 0$$

$$\text{Strømdeling gir } i(t) = \frac{V(t)}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot e^{-5t}}{2k\Omega} = 2 \cdot e^{-5t} \text{ mA}$$

$$i(t) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot i_c(t)$$

Kildebetrakter man som en spenningskilde $V(t)$ og R_1 og R_2 har

$$= \frac{2}{3} \cdot (-2) e^{-5t} \text{ mA}$$

og får at $i(t) = \frac{2}{3} \cdot (-2) e^{-5t} \text{ mA}$

$$= -\frac{4}{3} e^{-5t} \text{ mA} = 4 \text{ V}$$

Ved $t = 0$ er spenningskilden på den spennings

$$i(t) = -1,33 e^{-5t} \text{ mA}$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

b) Fokkl i 1. kretsens ekvivalente

$$-5 + \frac{V_1 - V_2}{4} + \frac{V_1}{2} = 0 \quad | \cdot 4$$

$$V_1 - V_2 + 2V_1 = 20$$

$$3V_1 = 20 + V_2$$

Braker den oppgitte for
Hvis $V_2 = 0$ (kortsluttet) $V_1 = \frac{1}{3}(20 + 0) = 6,67$

IKGL i 2: $V_2 - [V_1 - V_2] \cdot 2 = 0$

$$5 + \frac{V_2 - V_1}{4} + \frac{V_2}{6} - 10 = 0 \quad | \cdot 12$$

$$3V_2 - 3V_1 + 2V_2 = 60$$

Sammenligning i $5V_2 - 3V_1 = 60$ gir at

Setter inn (i) og får:

$$5V_2 - 3 \cdot \left(\frac{1}{3}(20 + V_2) \right) = 60$$

$$5V_2 - 20 - V_2 = 60$$

$$4V_2 = 80$$

$$V_2 = 20$$

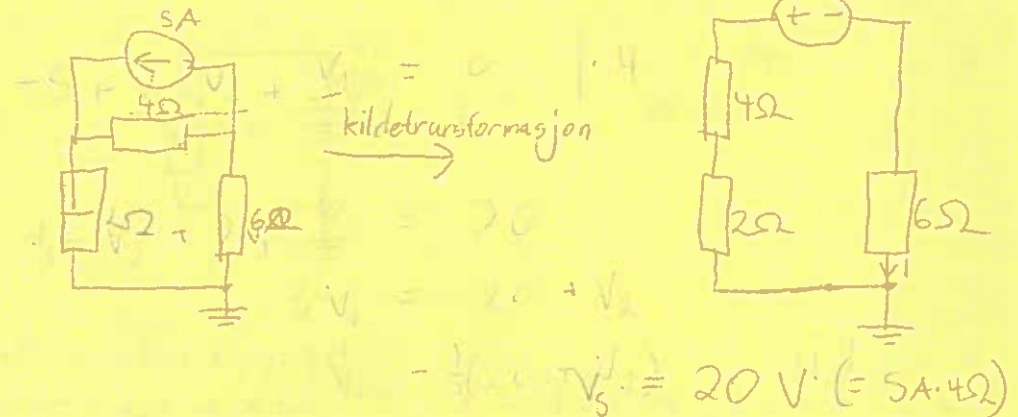
$$\Rightarrow V_1 = \frac{1}{3}(20 + 20) = 13,33$$

Spenningen i 1 er $13,33$ V og spenningen i 2 er 20 V.

$$i(t) = -1,37 e^{-t} \text{ mA}$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

Deaktiverer 10A kilden:



Strømmen er den samme i hele kretsen

$$5 + \frac{1}{4}V_1 = -\frac{V_s}{R_{eq}} = -\frac{20}{4+2+6} = -1,67 \text{ A}$$

1 får negativt fortegn fordi PFK ikke er oppfylt.
Bidraget fra 5A kilden til 1 er -1,67A

c) KCL i node 1 og 2:

$$-2 + \frac{V_1}{2} + \frac{V_2}{4} + 7 = 0 \quad | \cdot 4$$

$$2V_1 + V_2 = -20$$

Har at $V_2 = V_1 + 2$ (pga. spg. kilden)

$$2V_1 + V_1 + 2 = -20 \quad | -2$$

$$V_1 = \frac{-22}{3} \approx -7,33 \text{ V}$$

Spenningen i 1 er $-7,33 \text{ V}$

$$\Rightarrow V_2 = -7,33 + 2 = -5,33 \text{ V}$$

Node 2

Node 1 får spenning $-7,33 \text{ V}$ og node 2 får

spenning $-5,33 \text{ V}$ ✓

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

Har ikke tatt med strøm gjennom 10Ω motstanden
i beregningen fordi den vil kanselleres. Derfor har
det ingen innvirkning hvis man doubler 10Ω -motstand



$$\times V_2 = 20 \text{ V (1A} \cdot 20\Omega)$$

Strømmen i den samme retning som før.

$$I_1 = -\frac{V_2}{R_2} = -\frac{20}{10\Omega} = -1,07 \text{ A}$$

1. For negative strømmer fordi PFK ikke er opplyst.
Bidraget fra 5A kilden til I er $-1,67 \text{ A}$

$$\begin{aligned} \text{c) } KCL \text{ i } V_1 &= V_2 \\ -2 + \frac{V_1}{10} &= \frac{V_2}{10} + 1 \end{aligned}$$

Har at $V_2 = V_1 + 2$ (sign. x/og. Kilden)

$$\begin{aligned} -2 + \frac{V_1}{10} &= \frac{V_1 + 2}{10} + 1 \\ V_1 &= \frac{-22}{1} = -22 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow V_2 = -22 + 2 = -20 \text{ V}$$

Når 1 for spanning $-2,33 \text{ V}$ og når 2 for
Spanning -13 V

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

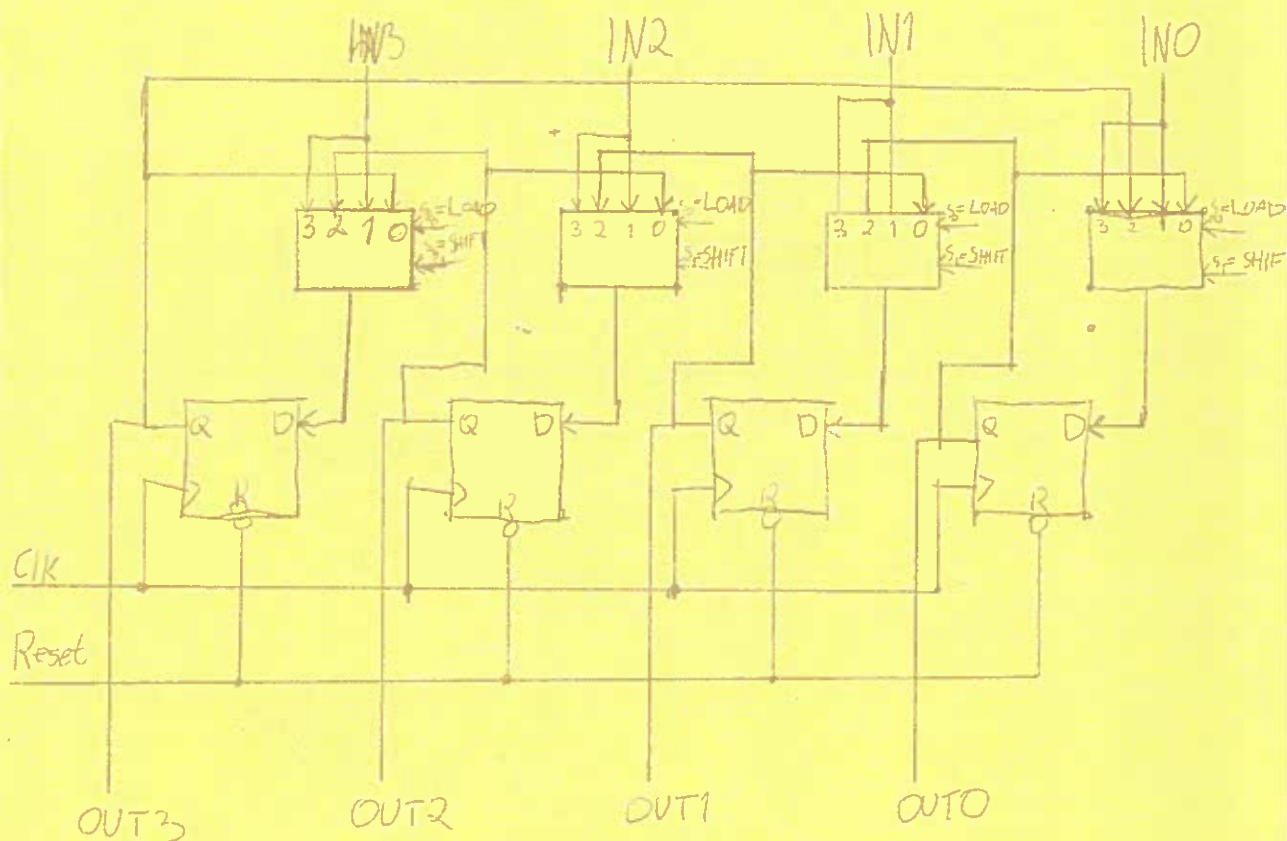
Oppgave 4

a) Tabell 1

10%

Shift	Load	Funksjon
0	0	Data beholdes uforandret
0	1	Data lastes inn
1	0	Data skiftes mot venstre
1	1	Data lastes inn

ALSO
not
til LSC



SHIFT (og LOAD) er koblet med navn til MUX-ene, og LOAD er LSB og SHIFT er MSB i styresignalene.

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner

b) $OUT[3..0]$ vil først bli 1100 ($LOAD=1$), så 1001 ($SHIFT=1$) og deretter være stabil ($LOAD=SHIFT=0$)
 $\Rightarrow \underline{OUT[3..0] = 1001}$ (4%)

c) Lager sannhetstabell utifra punktene

A	B	C	D	LOAD	SHIFT
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	X
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	X
0	1	0	1	1	X
0	1	1	0	1	X
0	1	1	1	1	X
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	X
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	X
1	1	0	1	1	X
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	X

Når $LOAD$ er høy har det ikke noe å si hva $SHIFT$ er, så vi kan gi $SHIFT$ "don't care" betingelser der.

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Lager Karnaugh diagram for LOAD og SHIFT:

LOAD:

		CD	00	01	11	10
AB	00			1		
	01		1	1	1	1
	11		1	1	1	
	10		1	1		

I: $\bar{C}D$
 II: $\bar{A}B$
 III: BD
 IV: $B\bar{C}$

SHIFT:

		CD	00	01	11	10
AB	00			X		
	01		X	X	X	X
	11		X	X	X	1
	10			X		1

I: $AC\bar{D}$

LOAD

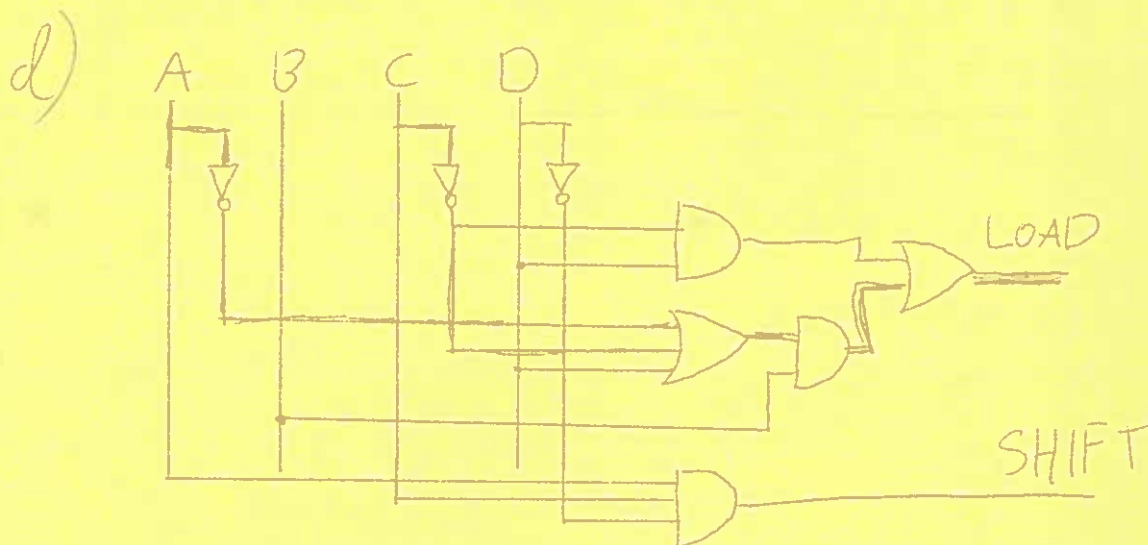
Har da ak:

$$LOAD = \bar{C}D + \bar{A}B + BD + B\bar{C} = \bar{C}D + B(\bar{A} + D + \bar{C})$$

Løsning med færrest
transistorer

$$SHIFT = AC\bar{D} = \overline{\overline{ACD}} = \overline{\bar{A} + \bar{C} + D} = A\bar{C}D$$

Denne kolonnen er
forbeholdt sensor
This column is for
external examiner



(Kritisk sti er tegnet inni blått)

Den ene går fra LOAD til A, mens den andre går fra LOAD til C, men i prinsippet er de like lange. Forskjellen er at de går gjennom forskjellige inverterere.

Kritisk sti angir den lengste (mest tidkrevende) signalveien gjennom en krets.

	A	B	C	
1				
2	x			✓
3		x		✓
4		x		✓
5	x			x
6			x	✓
7		x		
8			x	
9	x		x	
10	x			