Øving 2

IELET1001 - Elektroteknikk

Gunnar Myhre, BIELEKTRO

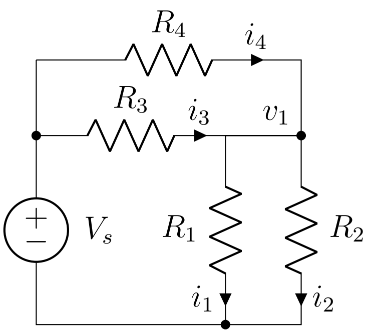
26. september 2021

1 Oppgåve 1

1.1 a)

Det er tri vesentlege nodar i kretsen. Ein av nodene på oversida av $R1$ og $R2$ er trivielle sidan dei har likt elektrisk potensial.

1.2 b)



1.3 c)

$$V_s = 10V \tag{1}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1k\Omega \tag{2}$$

vi utfører spenningsdeling for å finne v_1

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s = \frac{1}{2} 10\text{V} = 5\text{V} \tag{3}$$

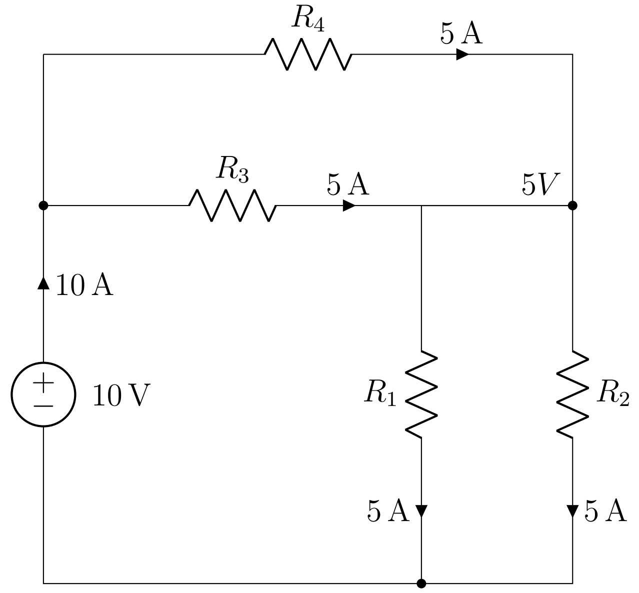
finner i_{R4} ved Ohms lov

$$i_{R4} = \frac{5V}{1\Omega} = 5A \tag{4}$$

sidan $R_4 = R_3$ og dei står i parallell vil $i_{R4} = i_{R3} = 5A$. Då veit vi også ved KCL at i_{Vs} er $10A$. For å finne straumen i_{R1} kan vi bruke formel for straumdeling

$$i_{R1} = \frac{G_1}{G_1 + G_2} 10A = \frac{1}{2} 10A = 5A \tag{5}$$

Dermed veit vi alle straumane og spenningane i kretsen.



2 Oppgåve 2

2.1 a)

Effekten forbrukt av motstanden med $25k\Omega$ er avhengig av straumen som går igjennom maska. Vi veit at $P = Ri^2$, derfor er

$$2mW = 25k\Omega \cdot i^2 \rightarrow i^2 = \frac{2}{25} 10^{-6}\text{A} \rightarrow i = 0,28284\text{mA} \tag{6}$$

nå som vi veit straumen som skal til kan vi bruke ohms lov for å finne den ekvivalente resistansen

$$R_{ekv} = \frac{12\text{V}}{0,28284\text{mA}} = 42,426\text{k}\Omega \tag{7}$$

så finner vi R ved å subtrahere dei andre motstandane sidan dei står i serie

$$R = 42,426\text{k}\Omega - 15\text{k}\Omega - 25\text{k}\Omega = 2,426\text{k}\Omega \tag{8}$$

2.2 b)

For at kilden skal levere $3,6\text{mW}$ må $P = vi$ respekterast. Sidan P og v er definert må vi finne i

$$3,6\text{mW} = 12\text{V} \cdot i \rightarrow i = \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{12}\text{A} \rightarrow i = 0,3\text{mA} \tag{9}$$

då kan vi finne R_{ekv}

$$v = Ri \rightarrow 12\text{V} = R_{ekv} \cdot 0,3\text{mA} \rightarrow R_{ekv} = \frac{12\text{V}}{0,3\text{mA}} = 40\text{k}\Omega \tag{10}$$

dermed er $R = 40\text{k}\Omega - 25\text{k}\Omega - 15\text{k}\Omega = 0\text{k}\Omega$

3 Oppgåve 3

Ved KCL ser vi at $I_1 = 8\text{mA} + 4\text{mA} = 12\text{mA}$ og $I_2 = 8\text{mA} - 2\text{mA} = 6\text{mA}$

4 Oppgåve 4

Setter opp KCL i noden på venstresida og ser at

$$6\text{mA} + 3\text{mA} - 1,5I_x = 0 \rightarrow I_x = 6\text{mA} \tag{11}$$

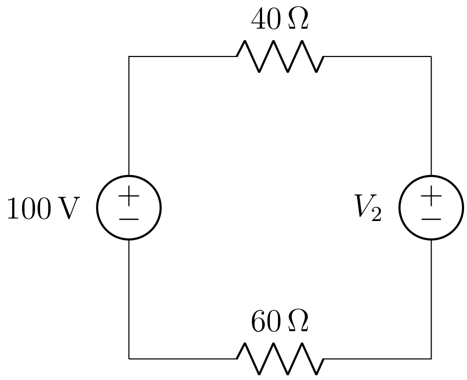
så setter vi opp KCL i noden i midten og finner at

$$-6\text{mA} + 3I_x + I_1 = 0 \rightarrow I_1 = 6\text{mA} - 18\text{mA} = -12\text{mA} \tag{12}$$

I_1 er -12mA

5 Oppgåve 5

Først kan vi slå sammen alle motstandane i serie sidan vi ikkje er ute etter spenningene mellom dei.



Med den opplyste effekten levert av $100V$-straumkilden kan vi finne straumen igjennom kretsen.

$$P = vi \rightarrow 200\text{W} = 100\text{V}I \rightarrow I = 2\text{A} \tag{13}$$

Så kan vi finne V_2 vha. KVL

$$-100V + 40\Omega I + V_2 + 60\Omega I = 0 \rightarrow V_2 = 100\text{V} - 80V - 120V = -100V \tag{14}$$

6 Oppgåve 6

Setter opp KVL i dei fire maskene. Først finner vi V_x

$$-V_x + 12V - 8V = 0 \rightarrow V_x = 4V \tag{15}$$

så finner vi V_2

$$4V_x + V_2 - 12V = 0 \rightarrow V_2 = 12V - 16V = -4V \tag{16}$$

så finner vi V_3

$$-V_2 + V_3 - 12V = 0 \rightarrow V_3 = 12V - 4V = 8V \tag{17}$$

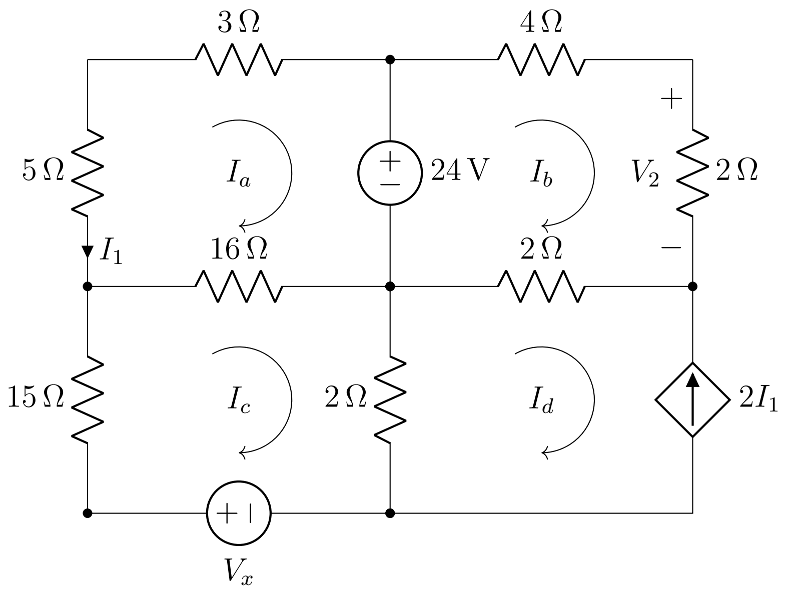
til slutt finner vi V_1

$$12V - V_1 + 8V = 0 \rightarrow -V_1 = -8V - 12V = 20V \tag{18}$$

$V_1 = 20V$, $V_2 = -4V$ og $V_3 = 8V$

7 Oppgåve 7

Om $V_2 = 4V$ kan vi finne straumen $I_{V_2} = \frac{4V}{2\Omega} = 2A$. Eg velger å løyse oppgåva vha. maskestraum.



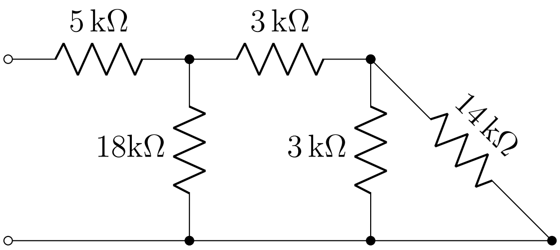
Setter opp fem likninger

- $33I_c - 16I_a - 2I_d - V_x = 0$ (KVL I_c)
- $I_b = 2A$ (oppgitt)
- $3I_a - 2I_c = -3A$ (KVL I_a)
- $I_d = 2I_a$ (oppgitt v./avh. straumkilde og I_1)
- $4I_b - I_d = 12A$ (KVL I_b)

Løyser likningssettet som 5x5-matrise og får $I_a = -2A$, $I_b = 2A$, $I_c = -1,5A$, $I_d = -4A$ og $V_x = -9,5$V

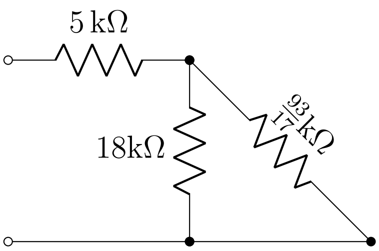
8 Oppgåve 8

$$9\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega = 14\text{k}\Omega \tag{19}$$



$$\frac{14\text{k}\Omega \cdot 3\text{k}\Omega}{14\text{k}\Omega + 3\text{k}\Omega} = \frac{42}{17}\text{k}\Omega \tag{20}$$

$$\frac{42}{17}\text{k}\Omega + 3\text{k}\Omega = \frac{93}{17}\text{k}\Omega \tag{21}$$



$$\frac{\frac{93}{17}\text{k}\Omega \cdot 18\text{k}\Omega}{\frac{93}{17}\text{k}\Omega + 18\text{k}\Omega} + 5\text{k}\Omega = \frac{1223}{133}\text{k}\Omega \approx 9,195\text{k}\Omega \tag{22}$$

$R_{AB} = 9,2\text{k}\Omega$

9 Oppgåve 9

Først finner vi R_{ekv}

$$R_{ekv} = \left(\frac{12 \cdot 6}{12 + 6} + 2\right)\text{k}\Omega \rightarrow R_{ekv} = 6\text{k}\Omega \tag{23}$$

så kan vi finne straumen ut ifrå spenningskilden vha. Ohms lov

$$I_s = \frac{12\text{V}}{6\text{k}\Omega} \rightarrow I_s = 2\text{mA} \tag{24}$$

nå kan vi finne straumen I_1 vha. straumdeling

$$I_1 = \frac{1/6}{1/12 + 1/6}2\text{mA} \rightarrow I_1 = \frac{4}{3}\text{mA} = 1,33\text{mA} \tag{25}$$

nå som vi veit straumane kan vi rekne ut spenningsfalla over $2k$- og $8k$-motstandane slik at vi kan finne V_0

$$v_{2k} = 2\text{k}\Omega \cdot 2\text{mA} \rightarrow v_{2k} = 4\text{V} \tag{26}$$

straumen igjennom R_{8k} er $(2 - \frac{4}{3})\text{mA} = \frac{2}{3}\text{mA}$

$$v_{8k} = 8\text{k}\Omega \cdot 0,66\text{mA} = \frac{16}{3}\text{V} \tag{27}$$

$V_0 = 12\text{V} - 4\text{V} - \frac{16}{3}\text{V} = \frac{8}{3}\text{V} = 2,67\text{V}$

10 Oppgåve 10

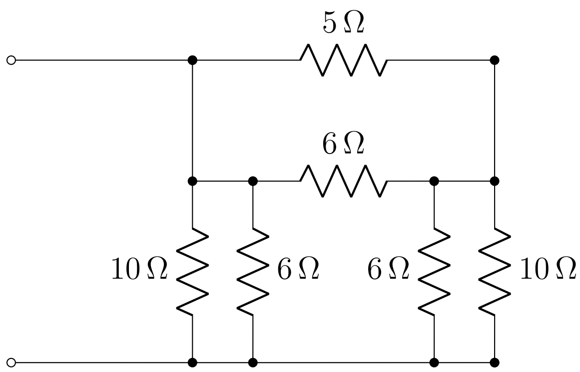
Her kan vi med ein gong sjå at spenningsfallet over $8k$-motstanden vil vere $8V$ (sidan spenningsfallet over $4k$-motstanden er $4V$ og motstandane står i serie). Dermed er kildespenninga $V_S = 12V$.

11 Oppgåve 11

Ingen av motstandane er i utgangspunktet i serie eller i parallell, men "mercedesstjerna"av 2Ω-motstandar kan vi omgjere vha. Y-Delta–metoden. Sidan alle dei tri motstandane har lik resistans vil vi kun trenge éi likning:

$$R = \frac{2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{2}\Omega = 6\Omega \tag{28}$$

den nye kretsen ser slik ut



slår saman dei parallelle motstandane $\frac{5 \cdot 6}{5+6} = 2,727$, $\frac{6 \cdot 10}{6+10} = 3,75$

$$R_{xy} = \frac{3,75 \cdot (2,727 + 3,75)}{3,75 + (2,727 + 3,75)}\Omega \rightarrow R_{xy} = 2,375\Omega \tag{29}$$

12 Oppgåve 12

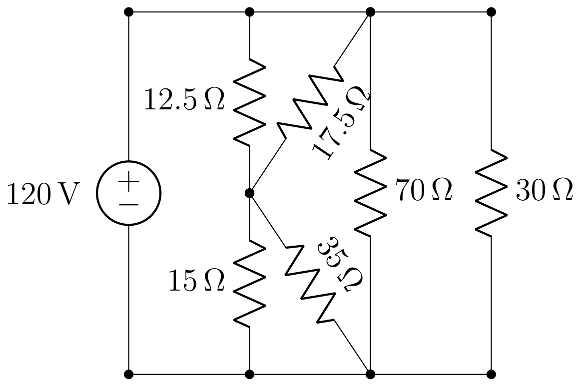
Som i førige oppgåve står ingen av motstandane i utgangspunktet i parallell eller i serie, så vi må ty til Delta-Y–metoden for å finne R_{ekv}. Eg velger først å transformere Y-en abc rundt noda n og får ein Delta med def

$$R_d = \frac{10 \cdot 20 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 5}{10} \Omega = 35\Omega \tag{30}$$

$$R_e = \frac{10 \cdot 20 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 5}{20} \Omega = 17,5\Omega \tag{31}$$

$$R_f = \frac{10 \cdot 20 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 5}{5} \Omega = 70\Omega \tag{32}$$

I denne nye kretsen står R_f i parallell med 30Ω

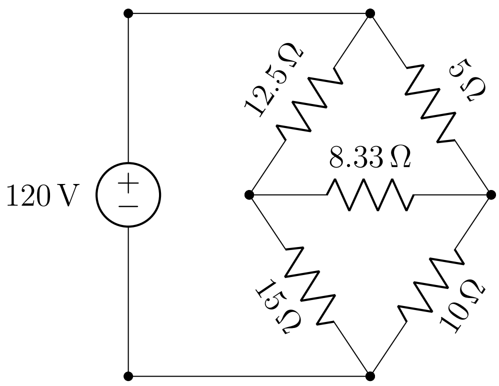


Etter å ha slått saman $\frac{70 \cdot 30}{70+30}\Omega = 21\Omega$ transformerer vi tilbake

$$R_d = \frac{17,5 \cdot 21}{21 + 35 + 17,5} \Omega = 5\Omega \tag{33}$$

$$R_e = \frac{21 \cdot 35}{21 + 35 + 17,5} \Omega = 10\Omega \tag{34}$$

$$R_f = \frac{35 \cdot 17,5}{21 + 35 + 17,5} \Omega = \frac{25}{3} \Omega \approx 8,33\Omega \tag{35}$$

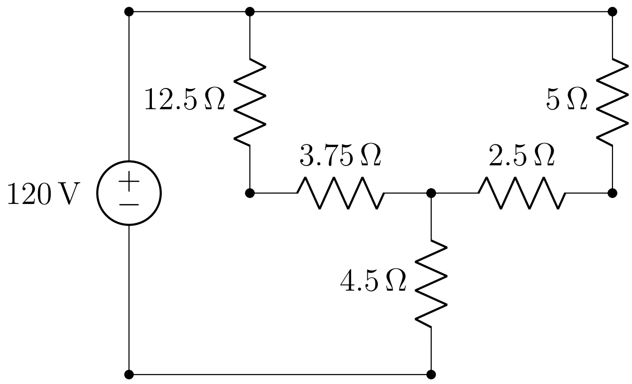


transponerer den nederste trikanten med Y-Delta

$$R_d = \frac{8,33 \cdot 10}{8,33 + 10 + 15} \Omega = 2,5\Omega \tag{36}$$

$$R_e = \frac{10 \cdot 15}{8,33 + 10 + 15} \Omega = 4,5\Omega \tag{37}$$

$$R_f = \frac{15 \cdot 8,33}{8,33 + 10 + 15} \Omega = 3,75\Omega \tag{38}$$



Nå står alle motstandane i serie eller parallell, så vi kan rekne ut R_{ekv} på vanleg vis.

$$R_{ekv} = \left(\frac{16,25 \cdot 7,5}{16,25 + 7,5} + 4,5 \right) \Omega = (5,1315 + 4,5)\Omega \rightarrow R_{ekv} = 9,63\Omega \tag{39}$$

Ohms lov viser at straumen ut ifrå spenningskilden er

$$I = \frac{120\text{V}}{9,63\Omega} = 12,46A \tag{40}$$