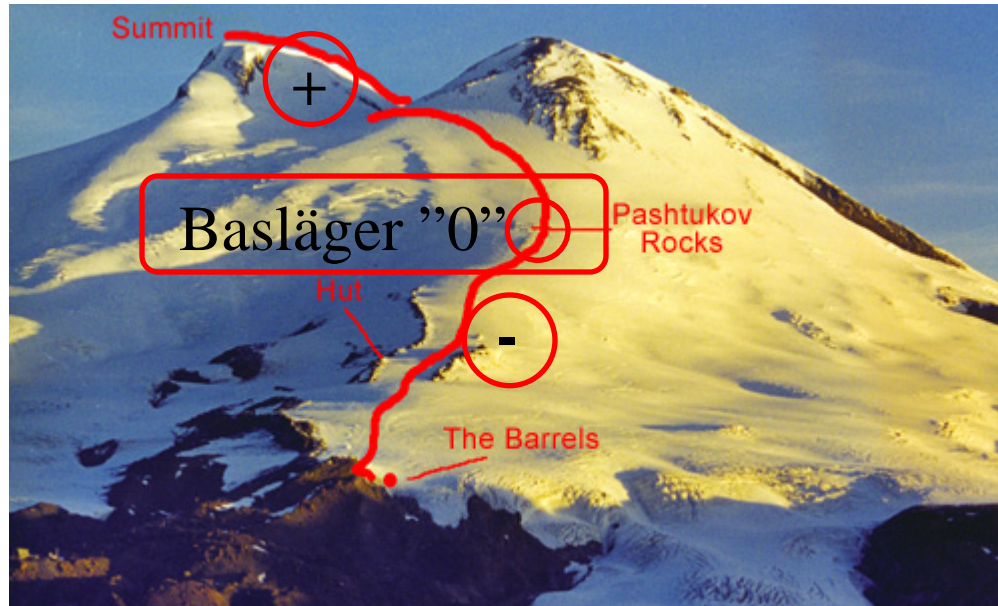


Potential

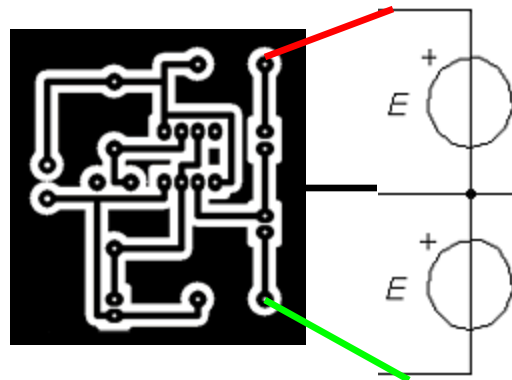


Spänningen i förhållande till en referenspunkt.
(Jämför höjden i förhållande till baslägret vid
bergsbestigningsexpeditioner.)

Elektrisk störning



Vad är jord?



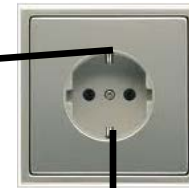
Jordplan

*Matnings-
spänningens
jord*

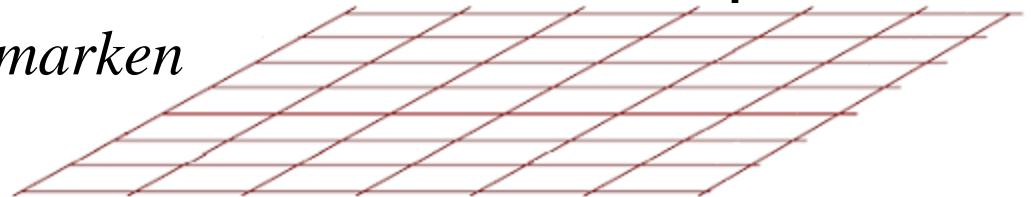


Skärmbox

Skyddsjord

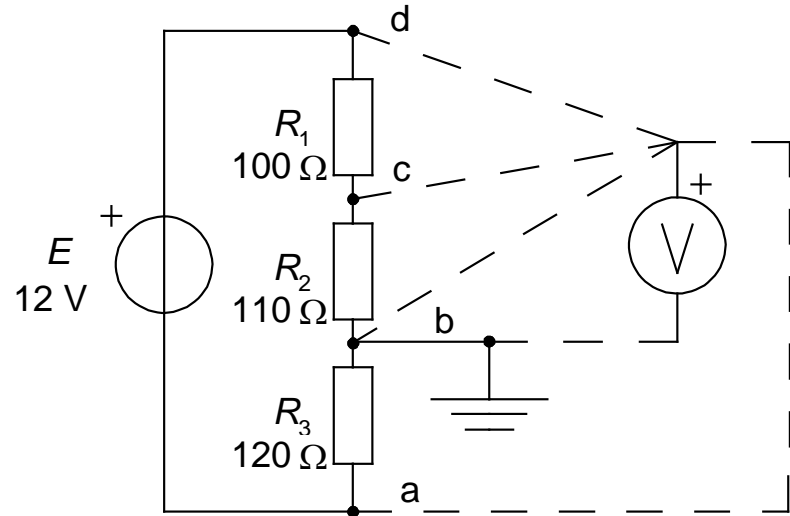


Jordlinenät i marken



Potential (8.1)

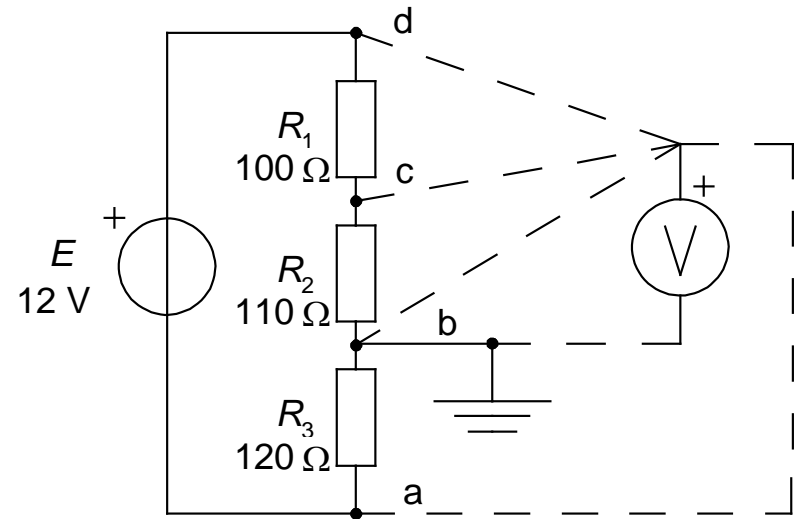
En spänningsdelare bestående av tre motstånd $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 110 \Omega$, $R_3 = 120 \Omega$, matas med en emk $E = 12 \text{ V}$.



Man mäter potentialen (spänningen i förhållande till jord) vid olika uttag på spänningsdelaren.

Voltmeterens minuspol är hela tiden ansluten till uttag b , jord, medan voltmeterens pluspol i tur och ordning ansluts till uttagen a , b , c , och d . Vad visar voltmeteren?

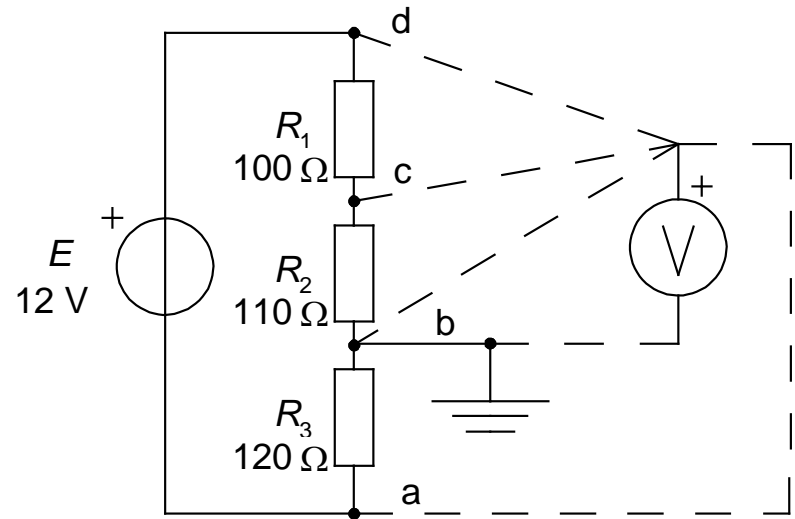
Potential



Uttag	a)	b)	c)	d)
Voltmeter [V]				

Potential

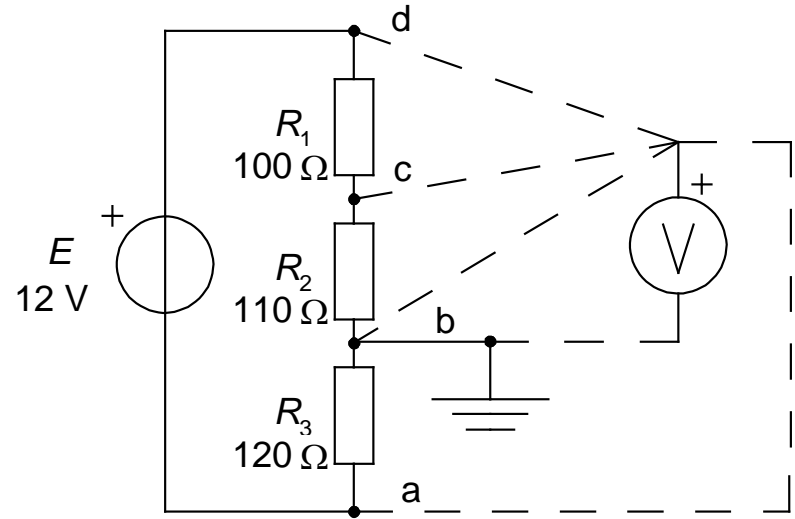
$$U_{ab} = -U_{ba} = -12 \frac{120}{100 + 110 + 120} = -4,37$$



Uttag	a)	b)	c)	d)
Voltmeter [V]	-4,37			

Potential

$$U_{ab} = -U_{ba} = -12 \frac{120}{100 + 110 + 120} = -4,37$$

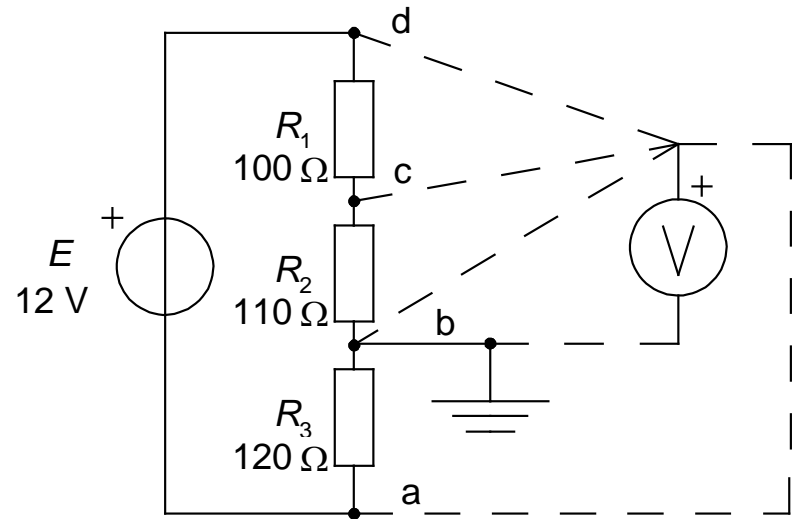


Uttag	a)	b)	c)	d)
Voltmeter [V]	-4,37	0		

Potential

$$U_{ab} = -U_{ba} = -12 \frac{120}{100+110+120} = -4,37$$

$$U_{cb} = 12 \frac{110}{100+110+120} = 4$$



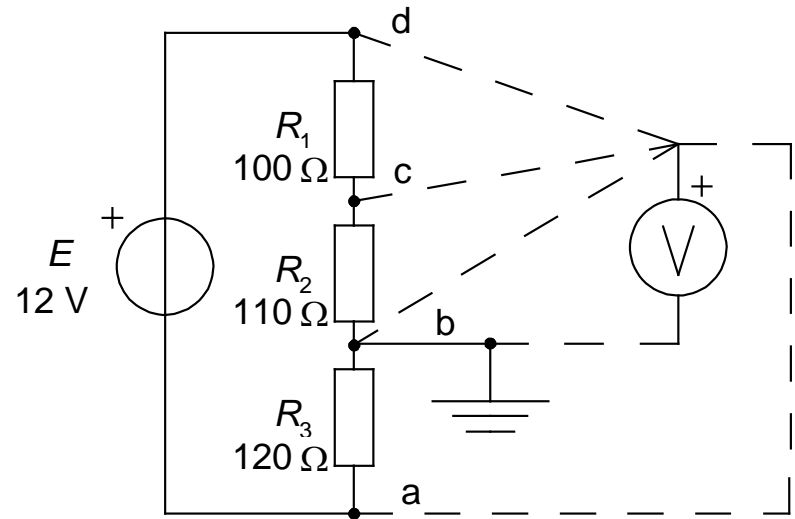
Uttag	a)	b)	c)	d)
Voltmeter [V]	-4,37	0	4	

Potential

$$U_{ab} = -U_{ba} = -12 \frac{120}{100+110+120} = -4,37$$

$$U_{cb} = 12 \frac{110}{100+110+120} = 4$$

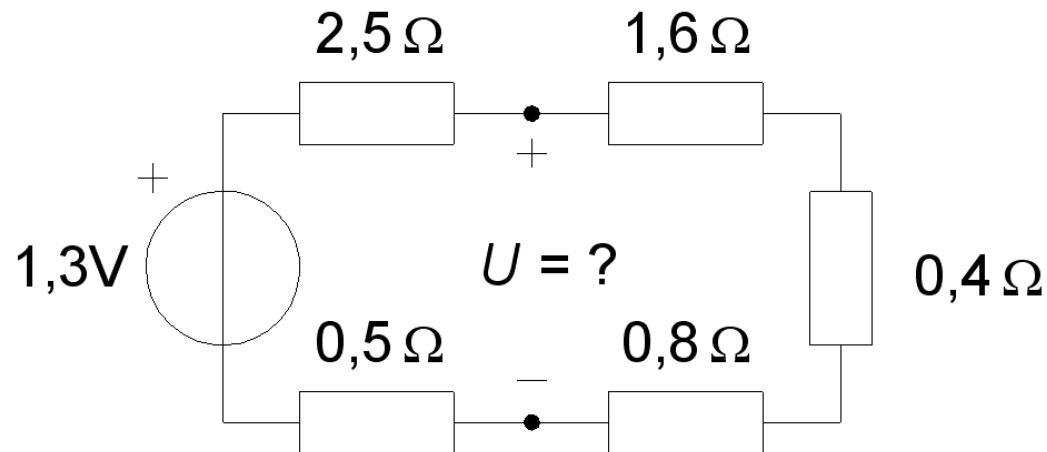
$$U_{db} = 12 \frac{100+110}{100+110+120} = 7,64$$



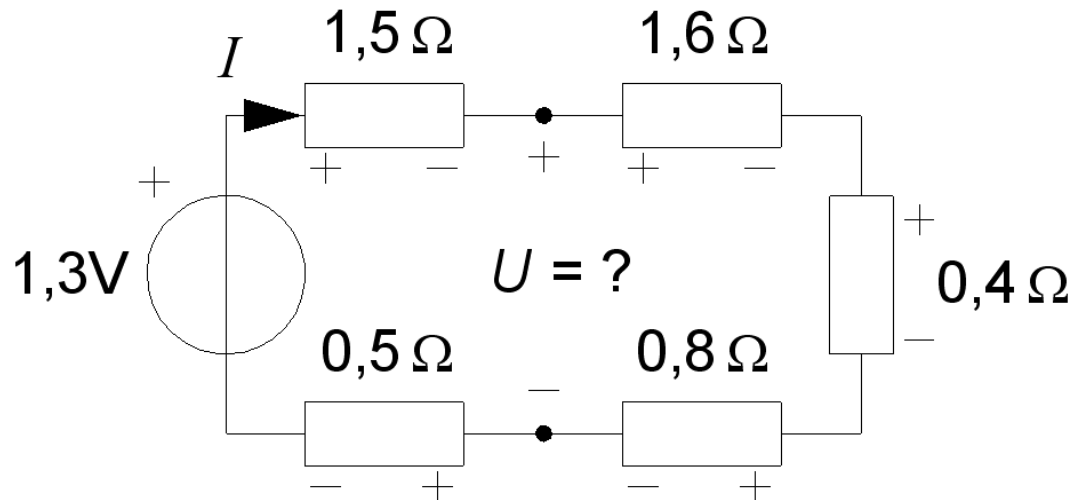
Uttag	a)	b)	c)	d)
Voltmeter [V]	-4,37	0	4	7,64

William Sandqvist william@kth.se

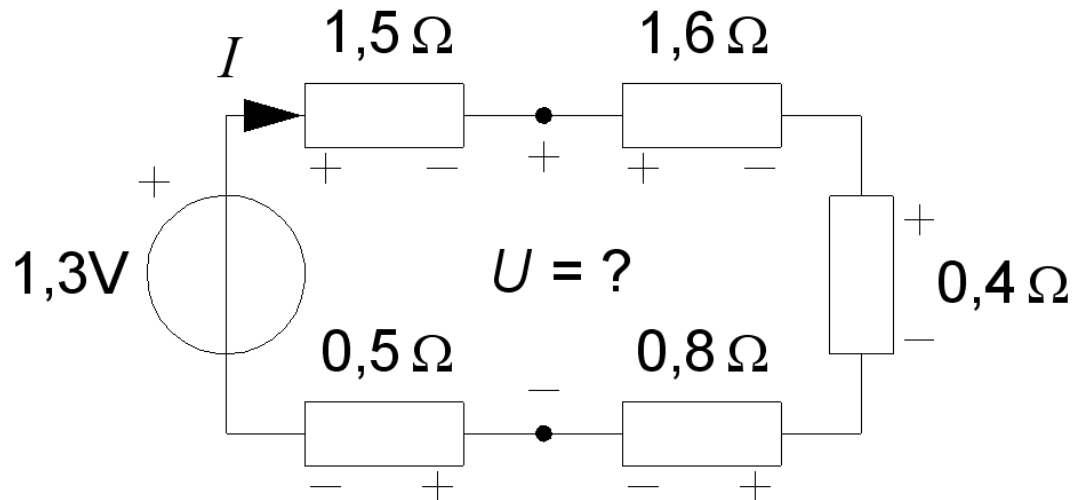
Kirchhoffs spänningslag



Kirchhoffs spänningslag

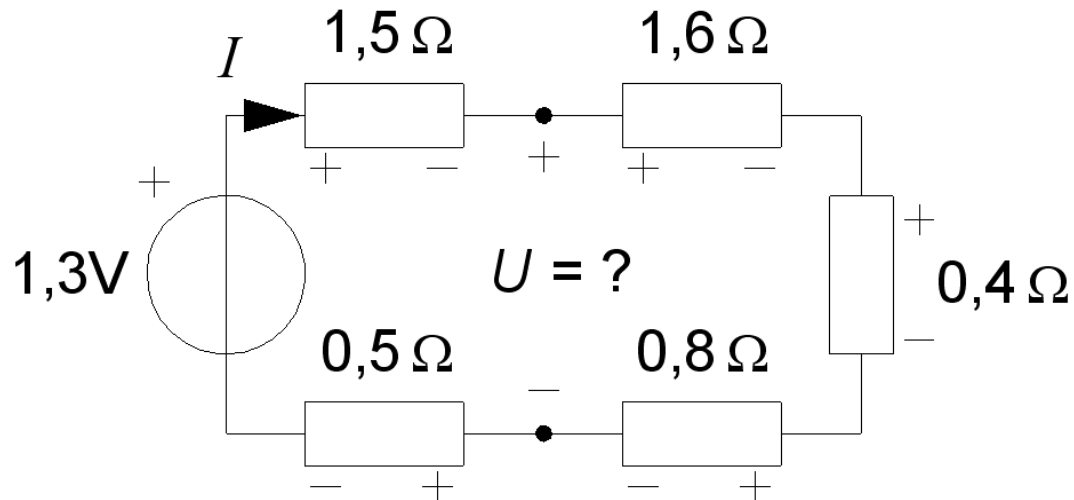


Kirchhoffs spänningslag



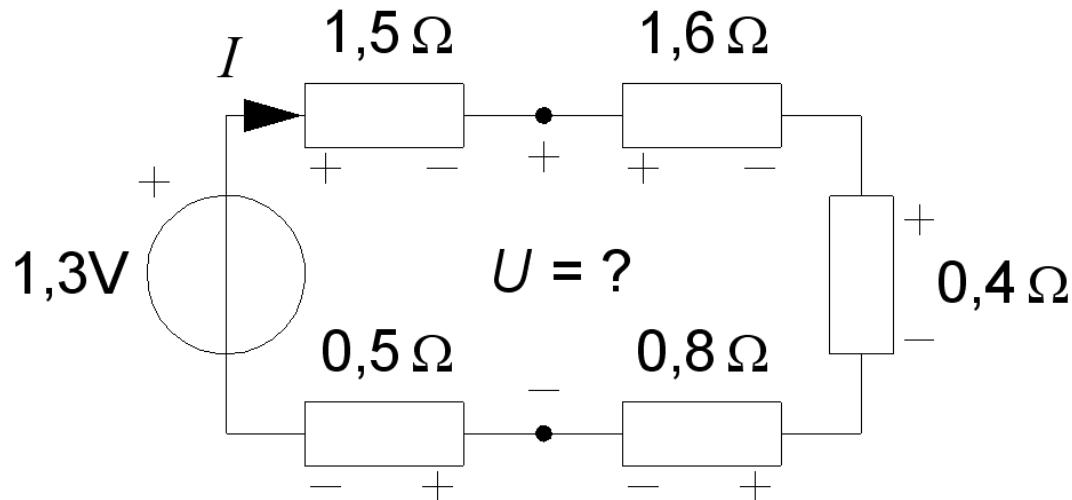
$$I = \frac{1,3}{1,5 + 1,6 + 0,4 + 0,8 + 0,5} = 0,27$$

Kirchhoffs spänningslag



$$I = \frac{1,3}{1,5 + 1,6 + 0,4 + 0,8 + 0,5} = 0,27$$
$$U_{0,5} = 0,5 \cdot 0,27 = 0,14$$
$$U_{1,5} = 1,5 \cdot 0,27 = 0,41$$

Kirchhoffs spenningslag



$$I = \frac{1,3}{1,5 + 1,6 + 0,4 + 0,8 + 0,5} = 0,27 \quad U_{0,5} = 0,5 \cdot 0,27 = 0,14$$
$$U_{1,5} = 1,5 \cdot 0,27 = 0,41$$

$$U = -0,14 + 1,3 - 0,41 = 0,76 \text{ V}$$

$$\text{eller } U = 0,27 \cdot (0,8 + 0,4 + 1,6) = 0,76 \text{ V}$$

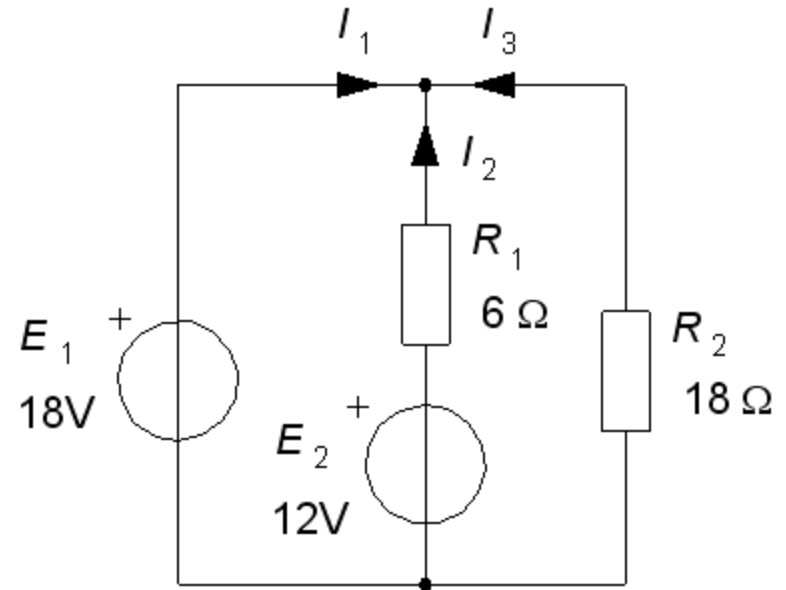
William Sandqvist william@kth.se

Kirchhoffs lagar? (7.2)

a) $U_{R2} = ?$

b) $I_2 = ?$

c) $I_1 = ?$



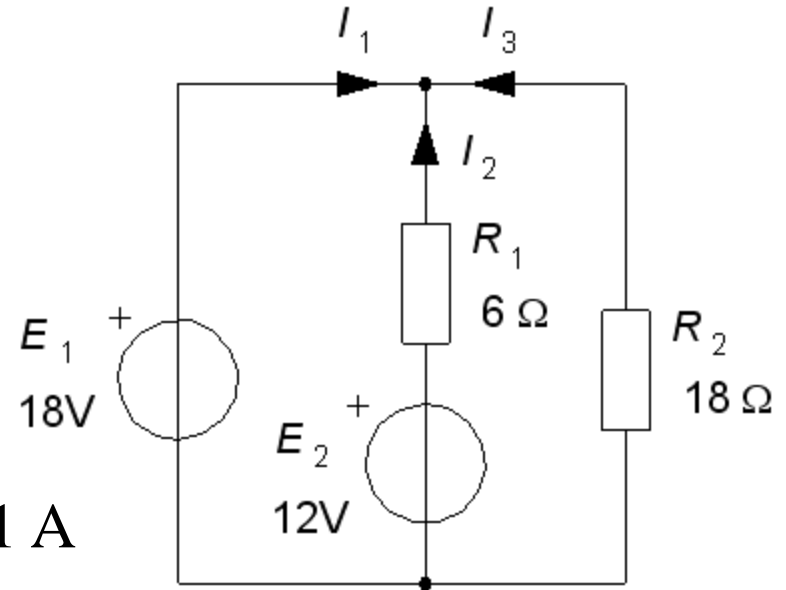
Kirchhoffs lagar? (7.2)

a) $U_{R2} = ? = 18 \text{ V } (E_1)$

b) $I_2 = ?$

c) $I_1 = ?$

$$18 + I_3 18 = 0 \quad I_3 = -18/18 = -1 \text{ A}$$



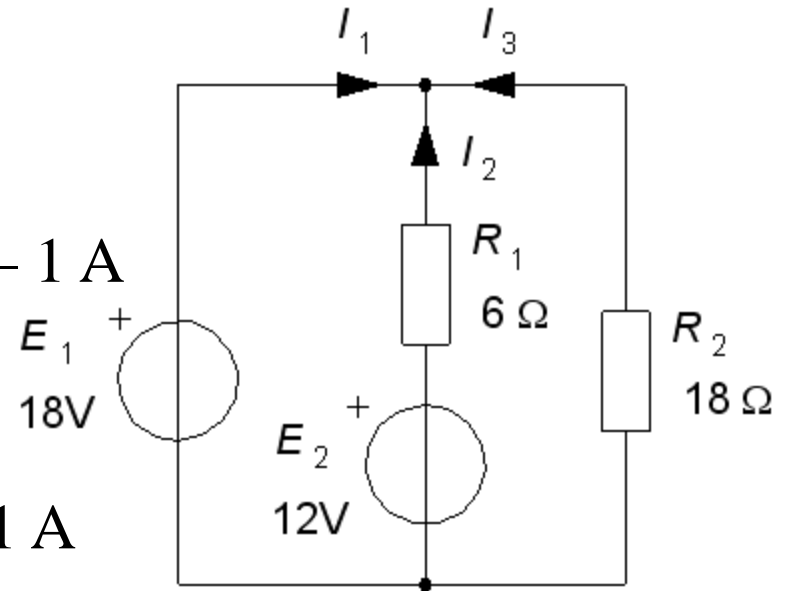
Kirchhoffs lagar? (7.2)

a) $U_{R2} = ? = 18 \text{ V } (E_1)$

b) $I_2 = ? \quad 18 + 6I_2 - 12 = 0$
 $I_2 = (12 - 18)/6 = -1 \text{ A}$

c) $I_1 = ?$

$18 + I_3 18 = 0 \quad I_3 = -18/18 = -1 \text{ A}$



Kirchhoffs lagar? (7.2)

a) $U_{R2} = ? = 18 \text{ V } (E_1)$

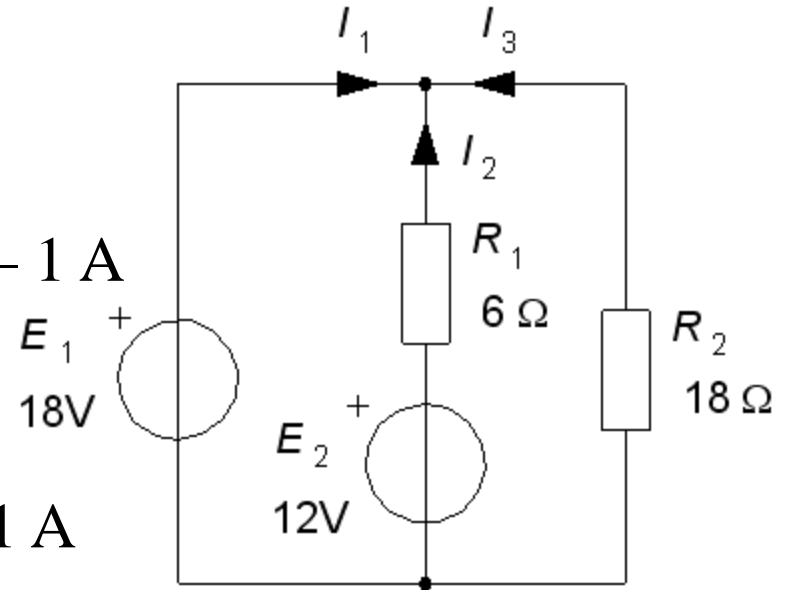
b) $I_2 = ? \quad 18 + 6I_2 - 12 = 0$
 $I_2 = (12 - 18)/6 = -1 \text{ A}$

c) $I_1 = ?$

$$18 + I_3 18 = 0 \quad I_3 = -18/18 = -1 \text{ A}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$I_1 = -I_2 - I_3 = -(-1) - (-1) = 2 \text{ A}$$



Kirchhoffs lagar? (7.2)

a) $U_{R2} = ? = 18 \text{ V } (E_1)$

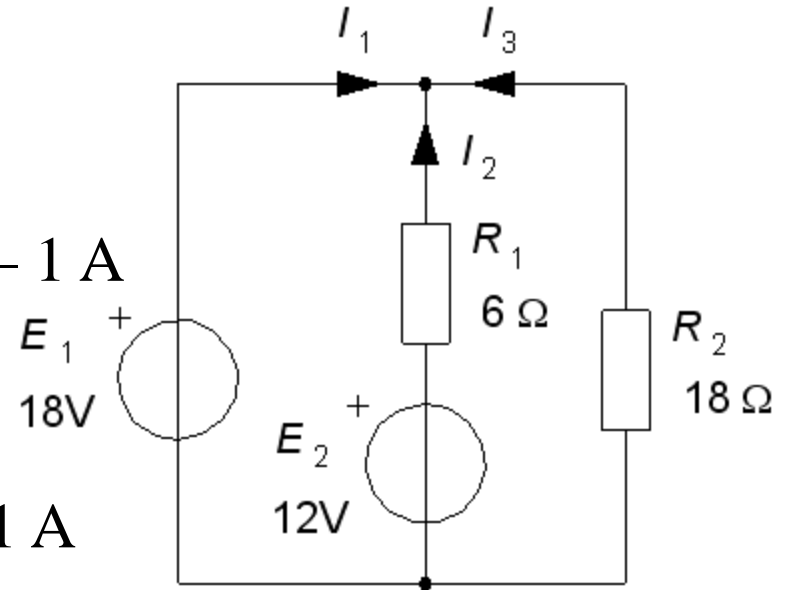
b) $I_2 = ? \quad 18 + 6I_2 - 12 = 0$
 $I_2 = (12 - 18)/6 = -1 \text{ A}$

c) $I_1 = ?$

$$18 + I_3 \cdot 18 = 0 \quad I_3 = -18/18 = -1 \text{ A}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$I_1 = -I_2 - I_3 = -(-1) - (-1) = 2 \text{ A}$$



Att E_1 är en *ideal* emk är det som förenklar beräkningarna!

Nodanalysis? (7.2)

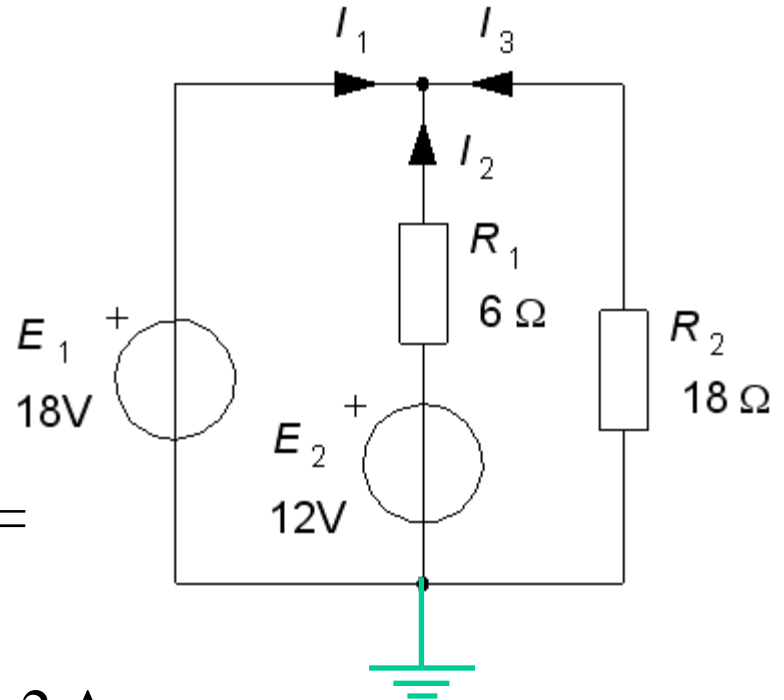
$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad I_1 = -I_2 - I_3$$

$$E_1 = 18 \text{ V}$$

$$I_3 = - (E_1 - 0)/R_2 = - 18/18 \\ = - 1 \text{ A}$$

$$I_2 = - (E_1 - E_2)/R_1 = - (18 - 12)/6 = \\ = - 1 \text{ A}$$

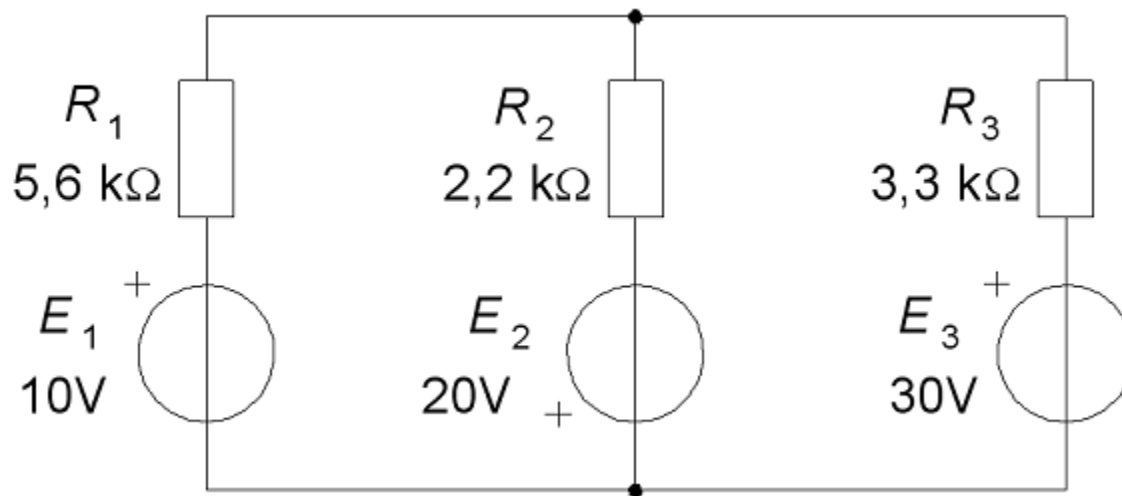
$$I_1 = - I_2 - I_3 = - (-1) - (-1) = 2 \text{ A}$$



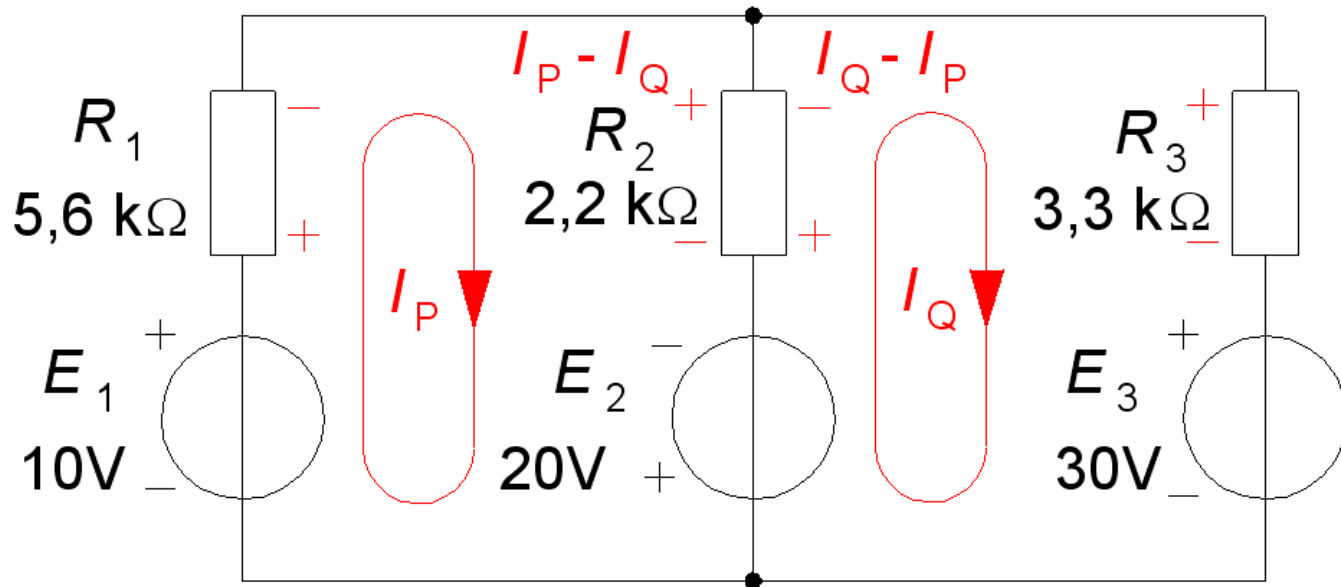
William Sandqvist william@kth.se

(Maskanalys)

Med maskanalys sparar man in en ekvation inför lösningen av ekvationssystemet. Priset är att maskströmmarna inte är de verkliga strömmarna som man kan mäta upp i kretsen.



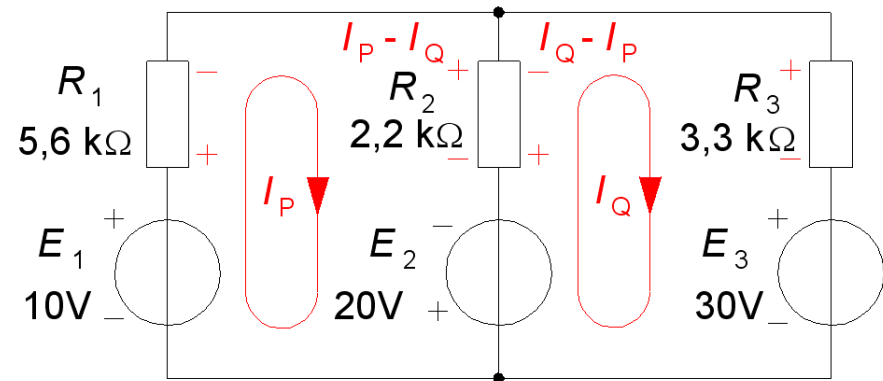
(Maskströmmar och spänningsfall)



(Kirchhoffs spänningslag för maskorna)

OHM's lag med
elektronikprefix:

[V] [kΩ] [mA]



$$\sum_P U = 0 \quad +10 - 5,6 \cdot I_P - 2,2 \cdot (I_P - I_Q) + 20 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad -7,8 \cdot I_P + 2,2 \cdot I_Q = -30$$

$$\sum_Q U = 0 \quad -20 - 2,2 \cdot (I_Q - I_P) - 3,3 \cdot I_Q - 30 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad 2,2 \cdot I_P - 5,5 \cdot I_Q = 50$$

$$\begin{pmatrix} -7,8 & 2,2 \\ 2,2 & -5,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_P \\ I_Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -30 \\ 50 \end{pmatrix}$$

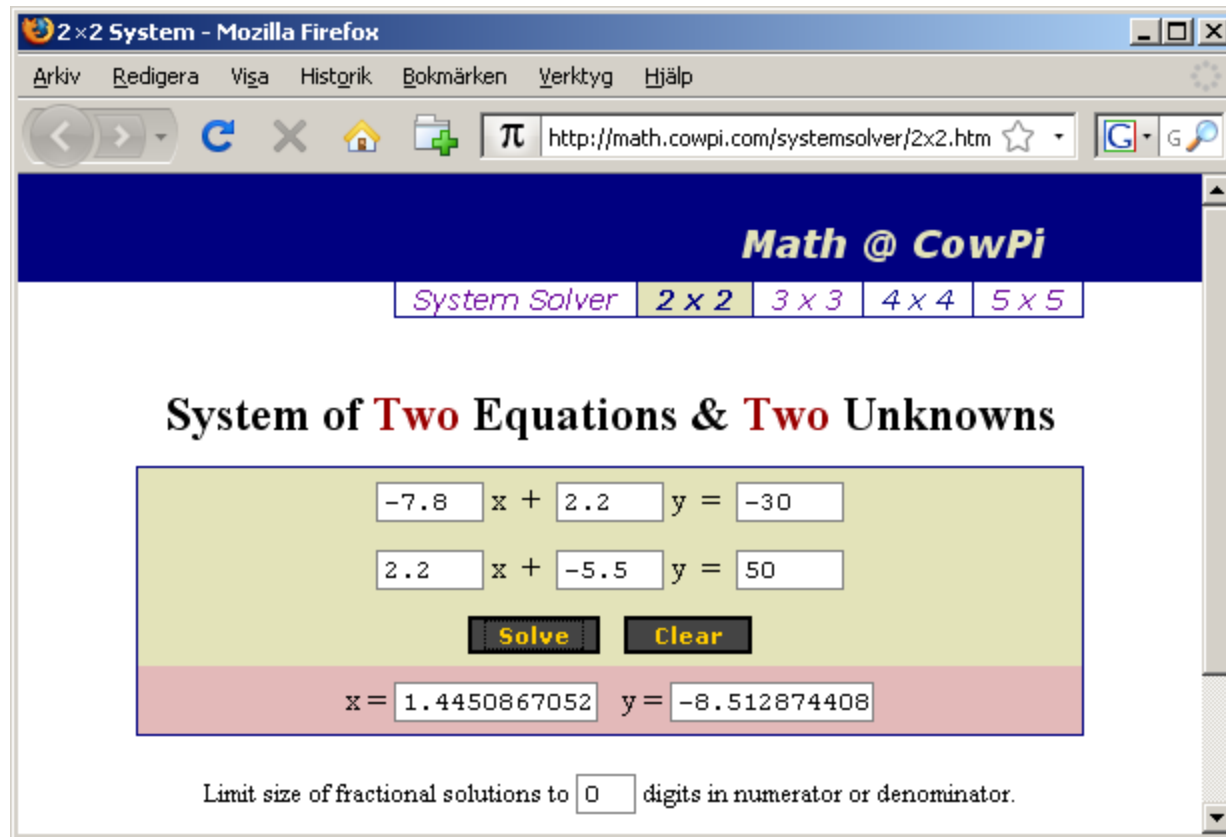
(Lös ekvationssystemet)

$$\begin{pmatrix} -7,8 & 2,2 \\ 2,2 & -5,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_P \\ I_Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -30 \\ 50 \end{pmatrix}$$

$$I_P = \frac{\begin{vmatrix} -30 & 2,2 \\ 50 & -5,5 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -7,8 & 2,2 \\ 2,2 & -5,5 \end{vmatrix}} = \frac{55}{38,06} = 1,45 \text{ mA}$$

$$I_Q = \frac{\begin{vmatrix} -7,8 & -30 \\ 2,2 & 50 \end{vmatrix}}{38,06} = \frac{-324}{38,06} = -8.51 \text{ mA}$$

Lös ekvationssystemet $\begin{pmatrix} -7,8 & 2,2 \\ 2,2 & -5,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_P \\ I_Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -30 \\ 50 \end{pmatrix}$



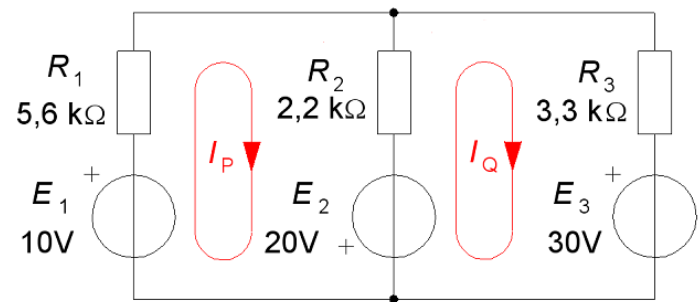
$$I_P = 1,45 \text{ mA} \quad I_Q = -8,51 \text{ mA}$$

William Sandqvist william@kth.se

(Snabbuppställning)

$$\sum_{\mathbf{P}} U = 0 \quad \underbrace{\sum_{\mathbf{P}} R}_{(5,6 + 2,2)} I_{\mathbf{P}} \quad \overset{\text{avdrag}}{\underbrace{-}_{\text{gemensamt}}}_{\text{med Q}} 2,2 I_{\mathbf{Q}} = \underbrace{\sum_{\mathbf{P}} U}_{(10 + 20)}$$

$$\sum_{\mathbf{Q}} U = 0 \quad \underbrace{\sum_{\mathbf{Q}} R}_{(2,2 + 3,3)} I_{\mathbf{Q}} \quad \overset{\text{avdrag}}{\underbrace{-}_{\text{gemensamt}}}_{\text{med P}} 2,2 I_{\mathbf{P}} = \underbrace{\sum_{\mathbf{Q}} U}_{(-20 - 30)}$$



För den som yrkesmässigt ställer upp och beräknar kretsar med handräkning är naturligtvis ett räkneknep som ”snabbuppställning” värdefullt. För den som har skollicensen på Mathematica finns ju andra möjligheter ...

William Sandqvist william@kth.se