

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Identifikátor materiálu: VY\_32\_INOVACE\_344

<b>Anotace</b>	Výuková prezentace. Na jednotlivých snímcích jsou postupně odkrývány informace, které žák zapisuje či zakresluje do sešitu.
<b>Autor</b>	Ing. Vadim Starý
<b>Jazyk</b>	Čeština
<b>Očekávaný výstup</b>	Žák umí řešit jednoduché obvody s využitím Kirchhoffových zákonů.
<b>Speciální vzdělávací potřeby</b>	- žádné -
<b>Klíčová slova</b>	První a druhý Kirchhoffův zákon, Kirchhoffovy zákony, řešení obvodu
<b>Druh učebního materiálu</b>	Prezentace
<b>Druh interaktivity</b>	Výklad podpořený vizualizací a práce se zápisem do sešitu.
<b>Cílová skupina</b>	Žák
<b>Stupeň a typ vzdělávání</b>	Střední Vzdělávání - SOŠ
<b>Typická věková skupina</b>	15 - 17 let / 1. ročník
<b>Celková velikost</b>	VY_32_INOVACE_344ppt - 772 096 kB
<b>Škola, projekt:</b>	VSŠ a VOŠ MO, Moravská Třebová ; Virtuální studovna, reg. č. CZ.1.07/1.5.00/34.0525
<b>Vzdělávací oblast</b>	Odborné vzdělávání
<b>Vzdělávací obor:</b>	Elektrotechnický základ
<b>Téma:</b>	Kirchhoffovy zákony
<b>Zdroje:</b>	Uvedeny na poslední straně
<b>Datum vytvoření materiálu:</b>	1. 10. 2013
<b>Datum pilotního ověření:</b>	16. 10. 2013

# Kirchhoffovy zákony (KZ)

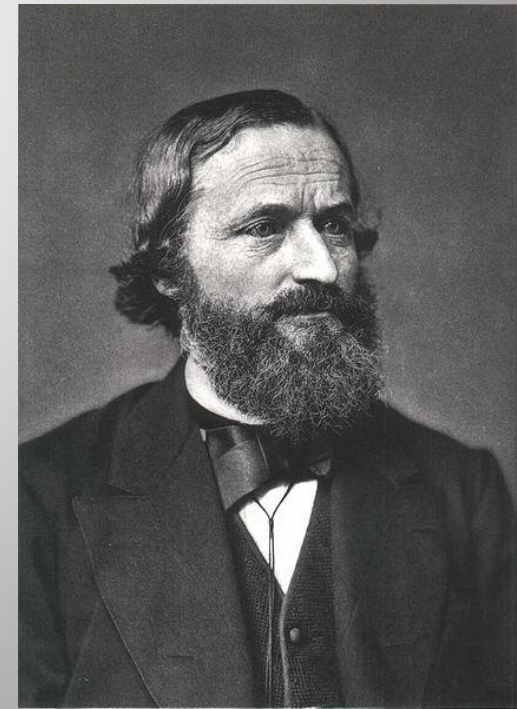
- Matematické minimum – soustavy lineárních rovnic o 3 a více neznámých
- Popis jednotlivých částí obvodu
- Teorie a znění Kirchhoffových zákonů
- Postup při řešení obvodu pomocí KZ
- Příklad a opakování

## **Gustav Robert Kirchhoff**

\* 12. března 1824, Kaliningrad

† 17. října 1887, Berlín

Německý fyzik, student Carla Friedricha Gausse.



# Nutné znalosti matematiky – řešení soustav lineárních rovnic o více neznámých

1. Řešte soustavu 3 lineárních rovnic o 3 neznámých:

$$x + 2y - 3z = -8$$

$$-3x + y + 2z = 10$$

$$2x - 3y + 2z = 5$$

$$\text{Výsledek: } (x=3, y=5, z=7)$$

2. Řešte soustavu 3 lineárních rovnic o 3 neznámých:

$$x + 2y + 3z = 3$$

$$2x - 4y + 6z = 2$$

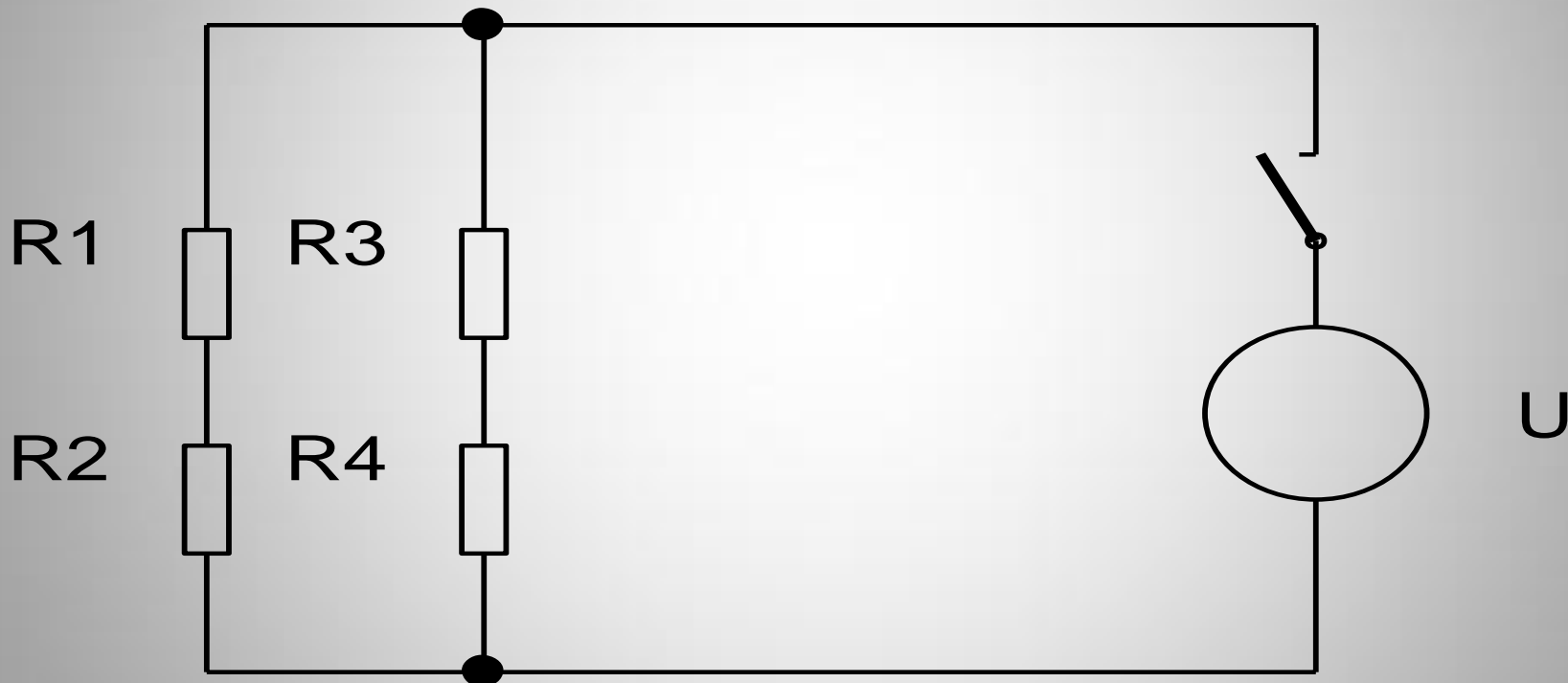
$$x + y - 3z = 1/2$$

$$\text{Výsledek: } (x=1, y=1/2, z=1/3)$$

# Jednotlivé části obvodu - vyznač

## Uzel

Místo ve kterém se stýká dva a více vodičů.



## Větev

Dráha mezi dvěma uzly tvořená jedním nebo více prvky spojenými za sebou.

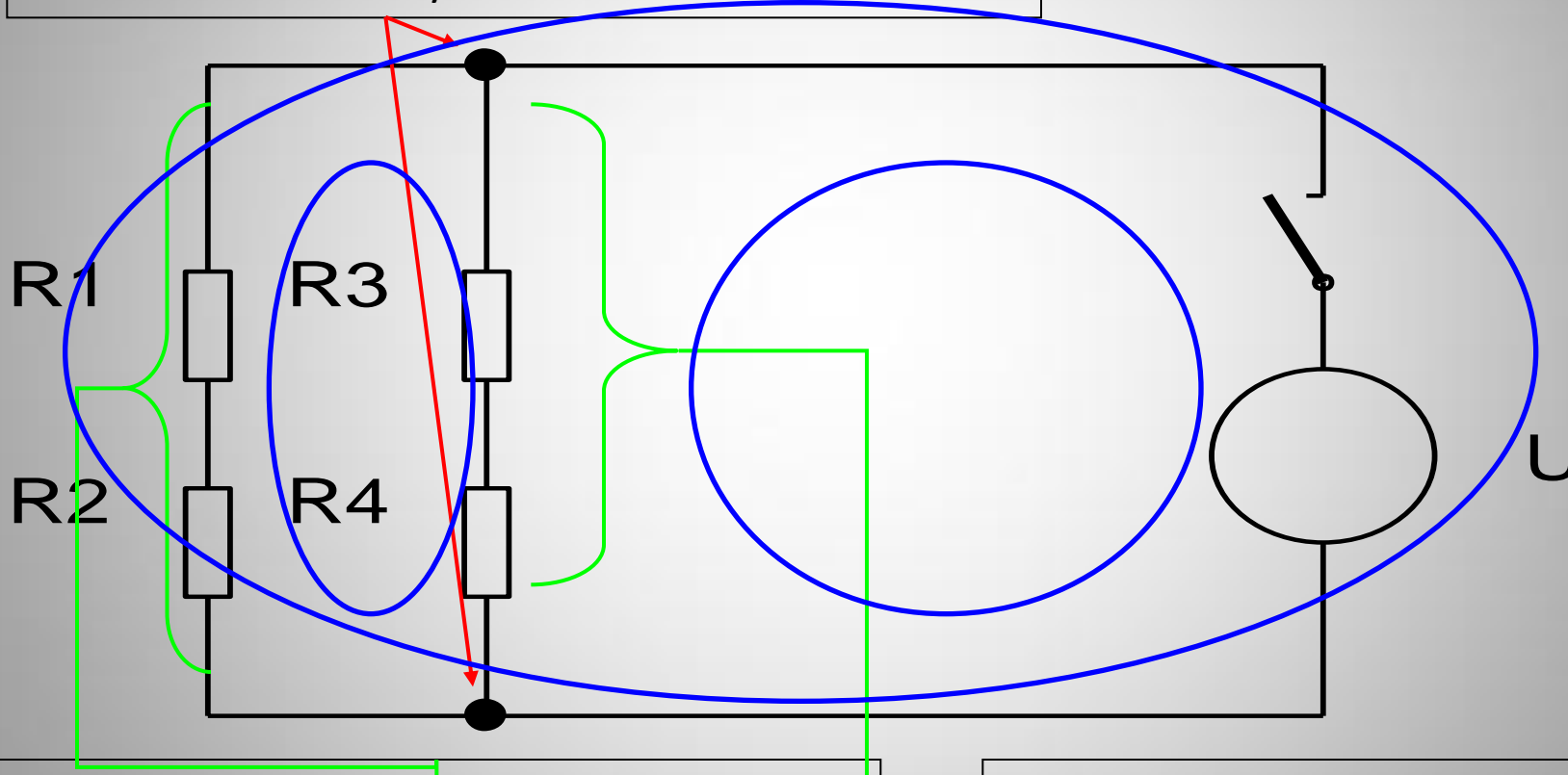
## Smyčka

Uzavřená dráha v části obvodu tvořená větvemi.

# Jednotlivé části obvodu - řešení

## Uzel

Místo ve kterém se stýká dva a více vodičů.



## Větev

Dráha mezi dvěma uzly tvořená jedním nebo více prvky spojenými za sebou.

## Smyčka

Uzavřená dráha v části obvodu tvořená větvemi.

# 1. a 2. Kirchhoffův zákon

## První Kirchhoffův zákon

Algebraický součet všech proudů v uzlu se rovná nule.

$$\sum^k I_k = 0$$

## Druhý Kirchhoffův zákon

Algebraický součet všech svorkových napětí zdrojů a všech úbytků napětí na spotřebičích se v uzavřené smyčce rovná nule.

$$\sum^k U_k = 0$$

# Postup řešení obvodu 1

Máme následující el. obvod. Známe hodnoty jednotlivých součástek:

$$U_1 = 1V, U_2 = 4V, R_1 = 1 \Omega, R_2 = R_3 = 2 \Omega$$

Chceme znát proudy, které v obvodu tečou.

1. Stanovíme počet uzlů a smyček

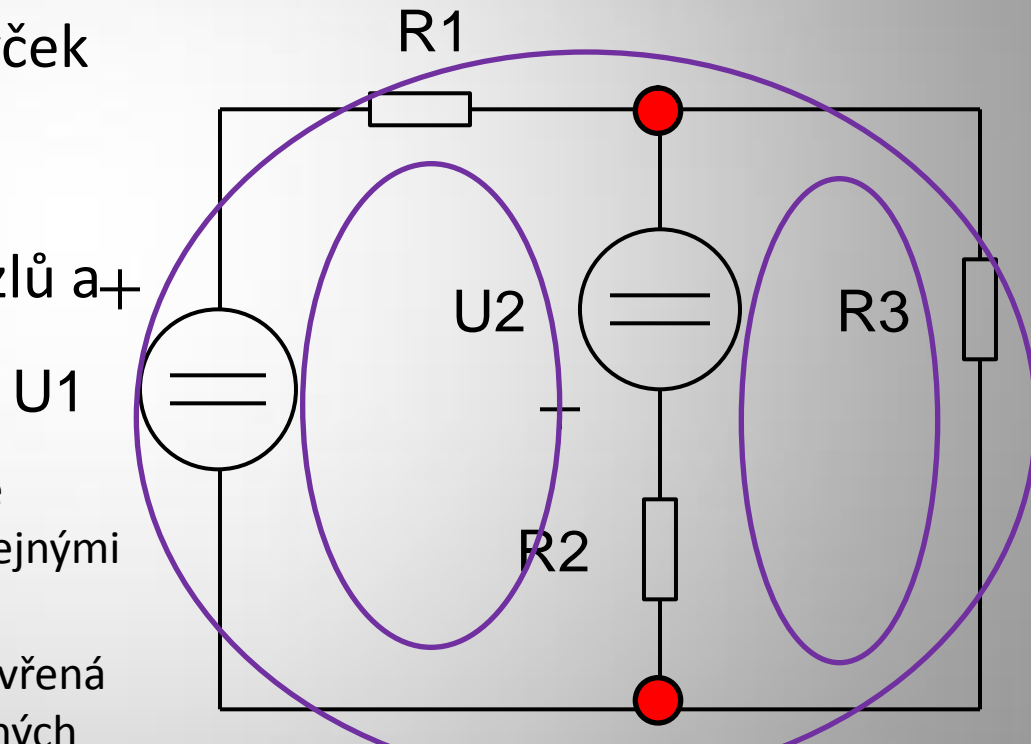
1. Počet uzlů: 2

2. Počet smyček: 3

2. Určíme počet nezávislých uzlů a smyček

1. Počet nezávislých uzlů: 1  
(jedinečný uzel, v našem případě libovolný, u obou počítáme se stejnými proudy)

2. Počet nezávislých smyček: 2 (uzavřená smyčka, již nelze „poskládat“ z jiných smyček)



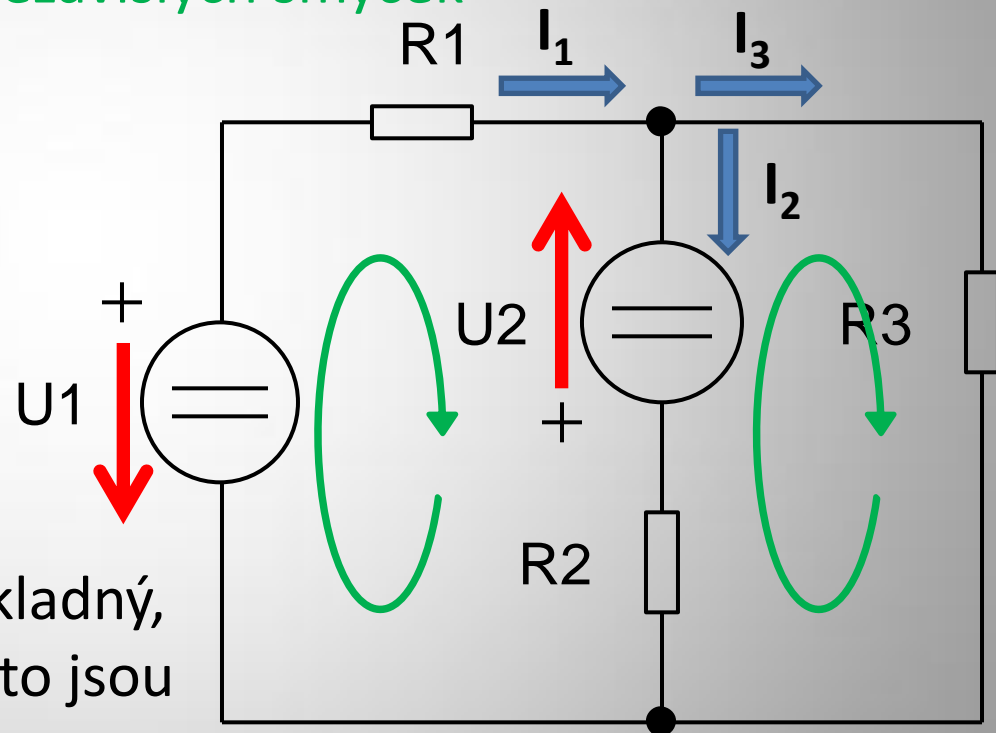
**Sestavíme tedy 1 rovnici dle 1. KZ a 2 rovnice podle 2.KZ**

# Postup řešení obvodu 2

3. Vyznačíme orientaci **zdrojů napětí** od + k -.
4. Zvolíme libovolně orientaci **proudů** v obvodu.
5. Libovolně zvolíme **orientaci nezávislých smyček**
6. Sestavíme rovnici pro uzel 1, podle 1. KZ

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

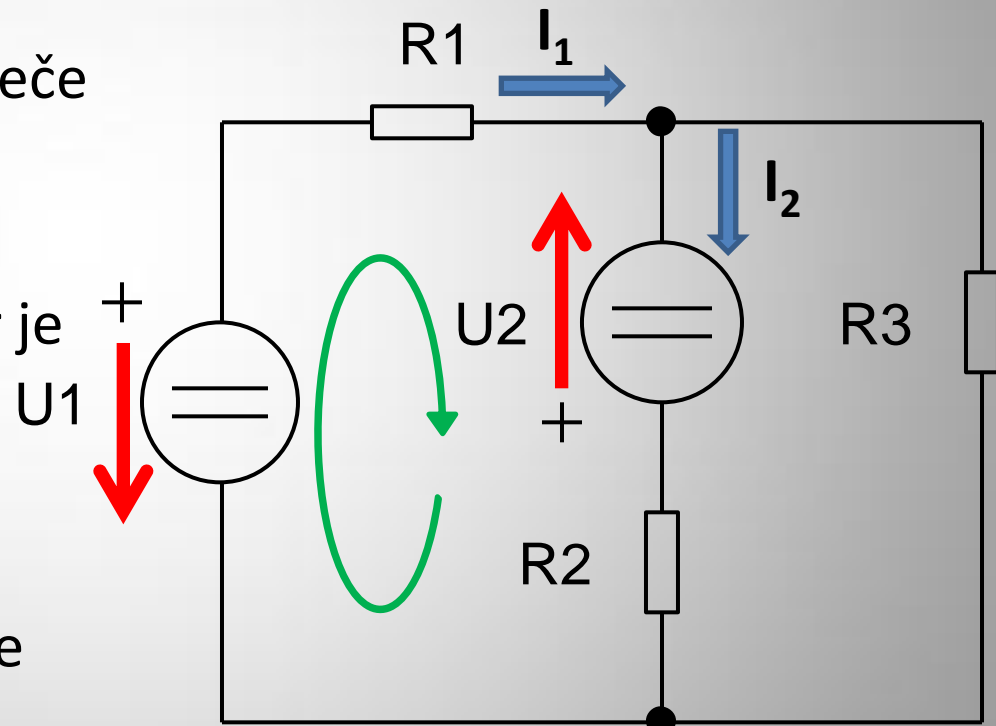
Proud  $I_1$  vtéká do uzlu, proto je kladný,  
Proudy  $I_2$  a  $I_3$  z uzlu vytékají, proto jsou záporné





# Postup řešení obvodu 3

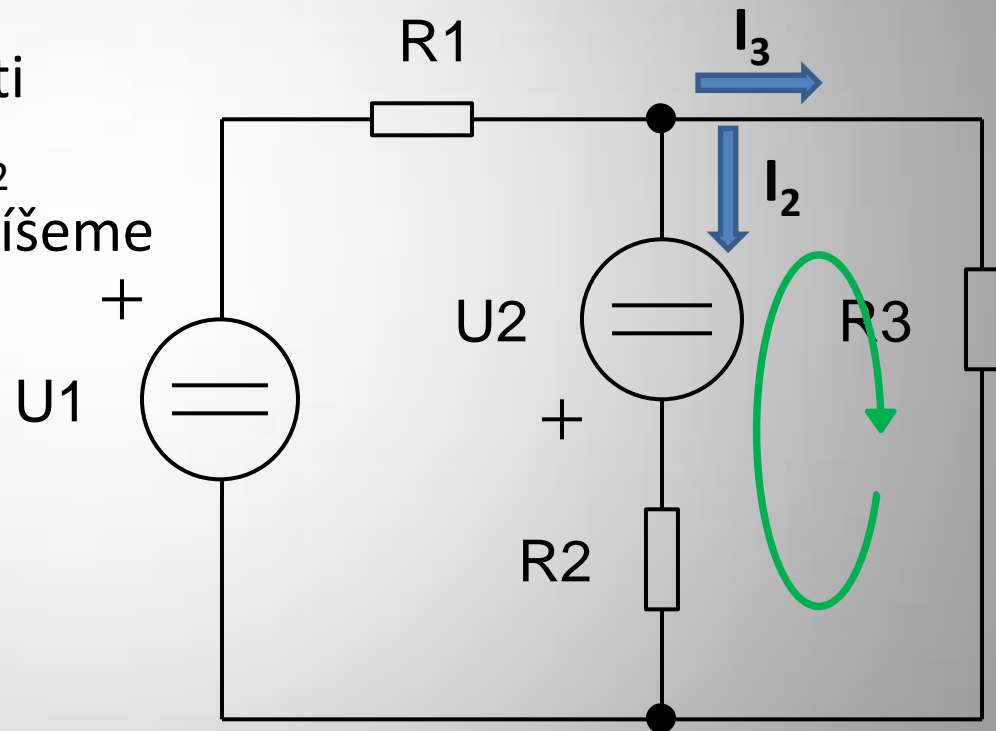
7. Sestavíme rovnici dle 2. KZ pro smyčku 1. Vyjdeme z uzlu 1 ve směru šipky smyčky 1. Narazíme na zdroj  $U_2$ , jehož orientace je proti smyslu šipky, proto napíšeme  $-U_2$
8. Další je rezistor  $R_2$ , kterým teče proud  $I_2$ , který je ve směru šipky, proto píšeme  $+R_2I_2$
9. Další je zdroj  $U_1$ , jehož směr je proti smyslu šipky, proto píšeme  $-U_1$
10. Další je rezistor  $R_1$ , kterým prochází proud  $I_1$ , který je ve směru šipky, píšeme  $+R_1I_1$



$$-U_2 + R_2 I_2 - U_1 + R_1 I_1 = 0$$

# Postup řešení obvodu 4

11. Obdobně sestavíme rovnici pro smyčku 2.
12. Vyjdeme z uzlu 1 a postupujeme ve směru šipky.
13. Rezistor  $R_3$  a proud  $I_3$  ve směru šipky, píšeme  $+ R_3 I_3$
14. Rezistor  $R_2$  a proud  $I_2$  proti směru šipky, píšeme  $- R_2 I_2$
15. Zdroj  $U_2$  ve směru šipky, píšeme  $+ U_2$



Dostáváme rovnici:

$$R_3 I_3 - R_2 I_2 + U_2 = 0$$

# Výpočet rovnic

Vždy musíme dostat soustavu tolika rovnic,  
kolik máme neznámých proudů.

$$\begin{aligned}I_1 - I_2 - I_3 &= 0 \\-U_2 + R_2 I_2 - U_1 + R_1 I_1 &= 0 \\R_3 I_3 - R_2 I_2 + U_2 &= 0\end{aligned}$$

Dosadíme zadané  
hodnoty

$$\begin{aligned}I_1 - I_2 - I_3 &= 0 \\-4 + 2I_2 - 1 + I_1 &= 0 \\2I_3 - 2I_2 + 2 &= 0\end{aligned}$$

Řešíme některou ze známých metod  
( metoda dosazovací nebo sčítací)

$$\begin{aligned} I_1 - I_2 - I_3 &= 0 \\ -4 + 2I_2 - 1 + I_1 &= 0 \\ 2I_3 - 2I_2 + 4 &= 0 \end{aligned}$$

Ze druhé rovnice si vyjádřím  $I_2$

$$I_2 = 2,5 - 0,5I_1$$

Ze třetí rovnice si vyjádřím  $I_3$  a dosadím  
za  $I_2$  ze druhé rovnice

$$I_3 = I_2 - 2$$

$$I_3 = 0,5 - 0,5I_1$$

Za  $I_2$  a  $I_3$  dosadím do 1. rovnice.

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_1 - (2,5 - 0,5I_1) - (-0,5I_1 + 0,5) = 0$$

$$I_1 - (2,5 - 0,5I_1) - (-0,5I_1 + 0,5) = 0$$

Vypočteme  $I_1$

$$I_1 = 3/2 = 1,5 \text{ A}$$

Dosadíme  $I_1$ :

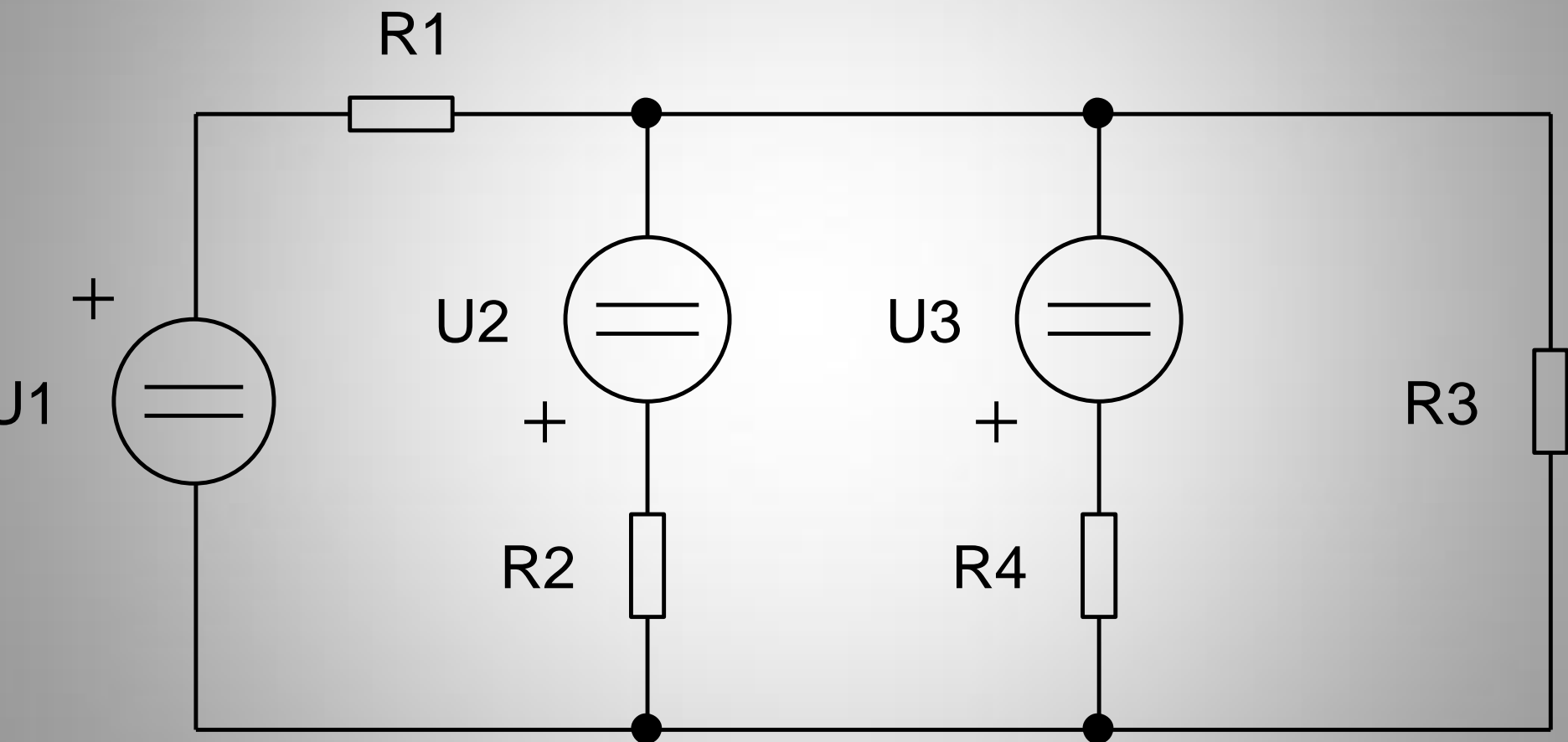
$$I_2 = 2,5 - 0,5I_1 = 2,5 - 0,75 = 1,75 \text{ A}$$

Dosadíme  $I_1$ :

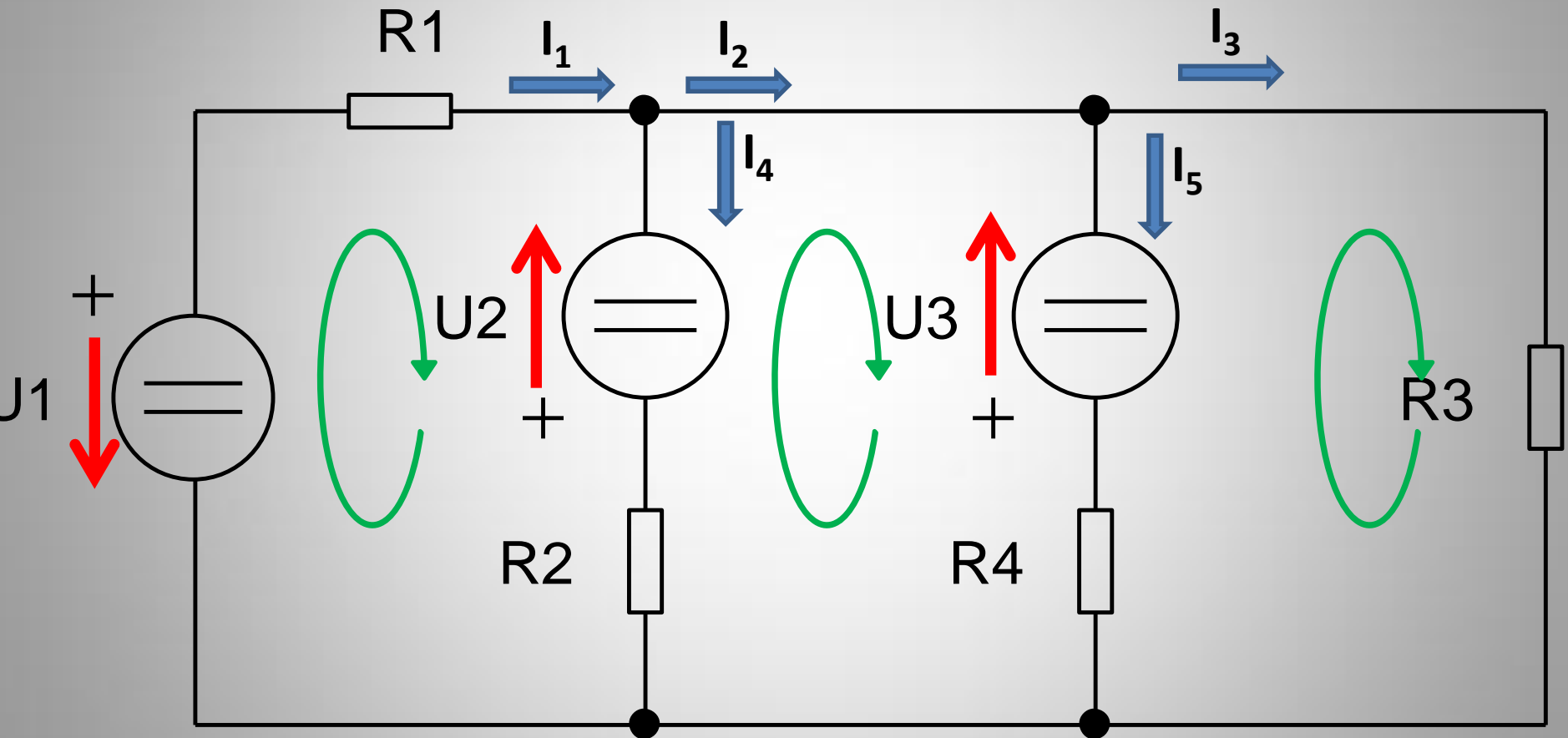
$$I_3 = -0,5I_1 + 0,5 = -0,75 + 0,5 = -0,25 \text{ A}$$

Proud  $I_3$  nám vyšel záporně a to znamená, že jeho skutečná orientace je opačná než jak jsme zvolili.

Sestav rovnice KZ pro tento obvod  
a vyznač jednotlivá napětí a proudy



# Řešení



## Řešení

$$-U_2 + R_2 I_4 - U_1 + R_1 I_1 = 0$$

$$-U_3 + R_4 I_5 - R_2 I_4 + U_2 = 0$$

$$R_3 I_3 - R_4 I_5 + U_3 = 0$$

$$I_1 - I_2 - I_4 = 0$$

$$I_2 - I_3 - I_5 = 0$$



# Použité materiály

- BLAHOVEC, Antonín. *Elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 1995, 191 s. ISBN 80-85427-72-9
- Gustav Robert Kirchhoff. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-09-16]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Gustav\\_Robert\\_Kirchhoff](http://cs.wikipedia.org/wiki/Gustav_Robert_Kirchhoff)
- Kirchhoffovy zákony. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-09-16]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kirchhoffovy\\_z%C3%A1kony](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kirchhoffovy_z%C3%A1kony)
- REICHL, Jaroslav. *Encyklopedie fyziky: Kirchhoffovy zakony* [online]. 2006 [cit. 2013-09-16]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/257-kirchhoffovy-zakony>
- ZAPLATÍLEK, Karel. *Základy elektrotechniky ZELí*. User.unob.cz [online]. [cit. 2013-09-17]. Dostupné z: <http://user.unob.cz/zaplatilek/ZEL/Index.htm>

# Použité obrázky

1. QWERK. *wikipedia.org* [online]. [cit. 16.9.2013]. Dostupný na WWW: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Gustav\\_Robert\\_Kirchhoff.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Gustav_Robert_Kirchhoff.jpg)
2. Schémata byly vytvořeny programem profiCAD, licence: VSŠ a VOŠ Moravská Třebová <http://www.proficad.cz/>