

Meno a priezvisko:  
Škola:  
Predmet:  
Školský rok/blok:  
Skupina:  
Trieda:  
Dátum:

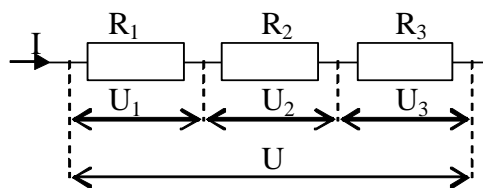
Škola pre mimoriadne nadané deti a Gymnázium  
Fyzika

Teória

## Elektrický prúd

Elektrický odpor; Práca v obvode ustáleného prúdu; Režim práce elektrického zdroja; Ohmov zákon pre uzavretý obvod

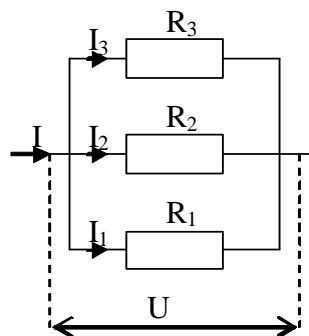
### 1.7 Spájanie rezistorov



#### Sériové spojenie:

- pri sériovom spojení sa celkový odpor  $R$  rovná súčtu odporov jednotlivých rezistorov
  - o  $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
- rezistormi prechádza rovnaký prúd  $I$ , napätie sa rozdelí na rezistoroch v pomere:
  - o  $U_1 : U_2 : U_3 : \dots : U_n = R_1 : R_2 : R_3 : \dots : R_n$
- pre celkové napätie platí:
  - o  $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$

#### Paralelné spojenie:



- pri paralelnom spojení rezistorov sa prevrátená hodnota celkového odporu rovná súčtu prevrátených hodnôt jednotlivých odporov rezistorov
  - o  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$
- na rezistoroch je rovnaké napätie, no prúd sa rozdelí do jednotlivých vetiev v pomere:
  - o  $I_1 : I_2 : I_3 : \dots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} : \dots : \frac{1}{R_n}$
- pre celkový prúd platí:
  - o  $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

### 1.8 Kirchhoffove zákony

Elektrické obvody a zdrojmi elektromotorického napätia môžu byť jednoduché alebo rozvetvené (zložené). Miesto v rozvetvenom obvode, kde sa stýkajú najmenej tri vodiče,

nazýva sa **uzol elektrického obvodu**. Časť obvodu medzi dvoma uzlami je **vetva elektrického obvodu**.

Elektrický obvod, v ktorom sa elektrický prúd rozvetvuje, sa nazýva elektrická sieť. Na riešenie elektrických sietí s ustálenými prúdmi sa používajú zákony, ktoré objavil nemecký fyzik Gustav Robert Kirchhoff.

V sieti s ustálenými prúdmi musia byť potenciály uzlov konštantné, čo znamená, že sa v nich nesmie hromadiť náboj. To vyžaduje, aby sa súčet prúdov, ktoré do uzla vstupujú, rovnal súčtu prúdov z uzla vystupujúcich. Ak prúdom vstupujúcim do uzla priradíme kladné znamienko a prúdom vystupujúcim záporné znamienko, môžeme vysloviť 1. Kirchhoffov zákon takto:

### Prvý Kirchhoffov zákon

1. Kirchhoffov zákon (pre uzol jednosmerného obvodu): algebraický súčet prúdov v uzle sa rovná nule

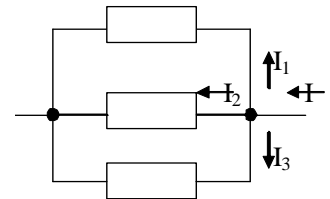
-  $\sum_{k=1}^n I_k = 0A$  (vstupujúce prúdy berieme s kladným znamienkom

a vystupujúce so záporným)

- zákon vyjadruje princíp zachovania náboja, t.j., že pri konštantnom prúde sa v žiadnom mieste vodiča, a teda ani v uzle, nehromadia častice s nábojom

- pre obvod na obr. platí:

$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$



V každom jednoduchom uzavretom obvode elektrickej siete s ustálenými prúdmi sa algebraický súčet prúdov v každom uzle rovná nule.

### Druhý Kirchhoffov zákon

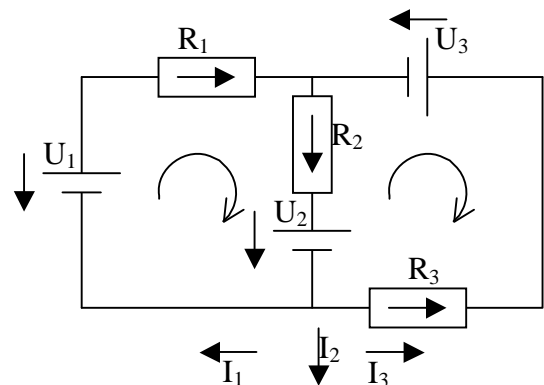
- 2. Kirchhoffov zákon (pre jednoduché uzavreté obvody): v jednoduchom uzavretom obvode sa súčet elektromotorických napätí  $U_{ei}$  zaradených zdrojov rovná súčtu úbytkov napätí  $R_k I_k$

-  $\sum_{i=1}^m U_{ei} = \sum_{k=1}^n R_k I_k$  (ak máme v obvode  $n$  uzlov (vetiev), môžeme zapísať najviac  $n-1$  nezávislých rovníc)

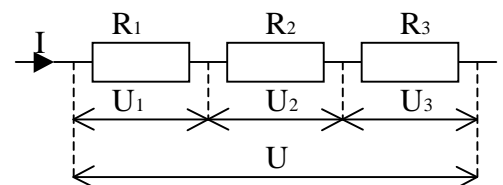
- pre obvod na obr. platí:

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

-  $-U_2 - U_3 = -R_2 I_2 - R_3 I_3$



V každom jednoduchom uzavretom obvode elektrickej siete s ustálenými prúdmi sa algebraický súčet elektromotorických napätí rovná algebraickému súčtu napätí na odporoch.



Kirchhoffove zákony umožňujú počítať prúdy v sieti, ak poznáme elektromotorické napätia a odpory. Pri ich použití postupujeme takto:

1. V každej vetve určíme smer prúdu.
2. Ak má sieť  $m$  uzlov, napíšeme rovnice podľa 1. Kirchhoffovho zákona pre  $m-1$  uzlov.
3. Ak má sieť  $n$  vetiev, vyberieme  $n-m+1$  jednoduchých uzavretých obvodov tak, aby každý obvod obsahoval aspoň jednu vetvu, ktorá sa v predchádzajúcich obvodoch nenachádza.
4. V každom vybranom obvode zvolíme smer sčítovania napätí a napíšeme rovnicu podľa 2. Kirchhoffovho zákona tak, že:

- a. elektromotorické napätie má kladné znamienko ak vyvolá prúd v smere sčítovania,
  - b. napätie na odpore má kladné znamienko, ak odporom prechádza prúd v smere sčítovania,
5. Tak získame sústavu  $n$  rovníc s  $n$  neznámymi prúdmi.

### Aplikácie Kirchhoffových zákonov

#### - **zváženie rozsahu ampérmetra:**

- o ampérmeter, ktorým meriame elektrický prúd, zapájame sériovo so spotrebičom; odpor  $R_A$  ampérmetra musí byť veľmi malý, a by čo najmenej ovplyvnil prúdové a napätiové pomery v obvode. Ampérmetrom môže prechádzať najvyšší istý maximálny prúd  $I_A$ .
- o pri meraní prúdov  $n$ -krát väčších, ako je maximálny prúd  $I_A$  postupujeme tak, že k ampérmetru paralelne pripojíme rezistor s odporom  $R_b$ , tzv. **bočník**, pre ktorého odpor podľa Kirchhoffových zákonov musí platiť:

$$nI_A - I_A - I_B = 0 \wedge R_A I_A - R_b I_b = 0 \Rightarrow R_b = \frac{1}{n-1} R_A$$

#### - **zváženie rozsahu voltmetra:**

- o voltmeter, ktorým meriame elektrické napätia, zapájame paralelne do obvodu; pri paralelnom spojení sa prúd rozdeľuje do jednotlivých vetví a odpor paralelnej kombinácie sa pozmení: Zapojený voltmeter prúdovo zaťažuje zdroj a zmerané napätie na meranom úseku je o niečo menšie ako pred zapojením voltmetra, a preto odpor voltmetra má byť veľký, aby sa nezaťažila sieť (má ním prechádzať minimálny prúd), a aby sa prúdové pomery veľmi nezmenili
- o voltmeter môže merať isté maximálne napätie  $U_v$ , dané maximálnym prúdom  $I_v$ , ktorý môže prechádzať cievkou voltmetra s odporom  $R_v$ : Keď je merané napätie  $n$ -krát väčšie ako napätie  $U_v$ , tak k voltmetru sériovo pripájame tzv. **predradný rezistor** s odporom  $R_p$ . Tým sa utvorí delič napätia, ktorého časťami (prvkami) prechádza rovnaký prúd; potom pre odpor predradného rezistora platí:

$$R_p = (n-1)R_v$$

#### - **meranie elektrického odporu:**

##### o **priama metóda:**

- je založená na definícii elektrického odporu. Ampérmetrom odmeriame prúd  $I$ , ktorý prechádza rezistorom s odporom  $R$  a voltmetrom napätie medzi jeho koncami. Výsledok je približný, lebo zaradením oboch meracích prístrojov sa pomery v obvode zmenia tak, že na rezistore nemožno priamo odmerať súčasne napätie aj prúd, a preto sa používajú dva spôsoby zapojenia (**1. spôsob**: voltmeter zaradíme paralelne k rezistoru a k nim sériovo ampérmeter; voltmeter ukazuje skutočné napätie na rezistore, no ampérmeter ukazuje o niečo väčší prúd; **2. spôsob**: ampérmeter zaradíme sériovo k rezistoru a k nim paralelne voltmeter; ampérmeter ukazuje skutočnú hodnotu prúdu, no voltmeter ukazuje o niečo väčšiu hodnotu napätia)

##### o **substitučná metóda:**

- je založená na porovnávaní odporu neznámeho rezistora s odpormi známych rezistorov. určíme prúd, ktorý tečie neznámym rezistorom a túto hodnotu porovnáваме s hodnotami prúdov, ktoré tečú známymi odpormi.

##### o **mostíková metóda:**

- je založená na zapojení mostíka s galvanometrom do obvodu, jedna časť je pohyblivá; posúvaním mostíka dosiahneme, aby galvanometrom neprechádzal prúd, a tak zo známych údajov určíme neznámy odpor (touto metódou získavame najpresnejšie výsledky)

