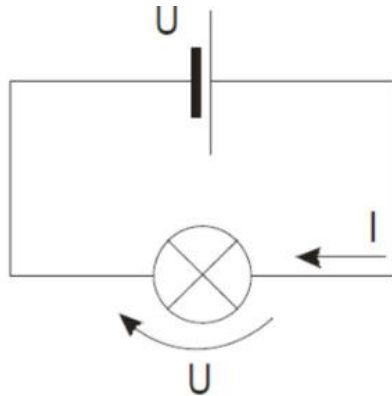


Elektrický obvod

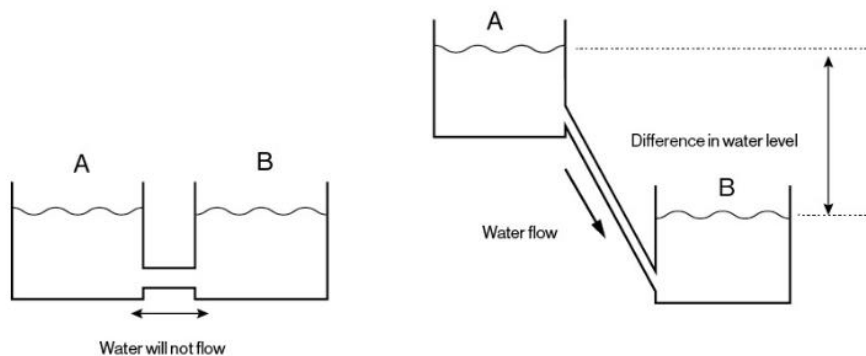
- Proč svítí žárovka?



- Na jedné straně obvodu je větší (elektrický) potenciál než na druhé, proto teče proud, průchodem přes žárovku koná na žárovce práci – předá svoji energii vláknům žárovky.

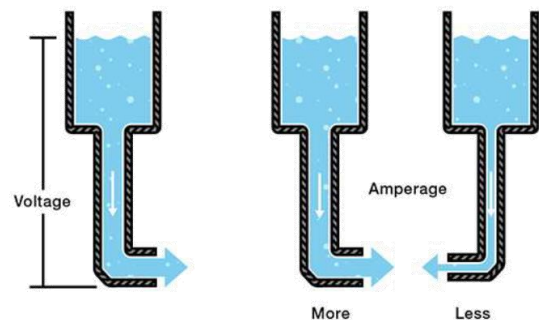
Na jedné straně řeky je větší (gravitační) potenciál než na druhé, proto teče voda, průchodem přes mlýnek koná na mlýnku práci – předá svoji energii lopatkám mlýnku.

- Pozor, analogie elektrického pole a proudu nábojů s gravitačním polem a vodou není zcela dokonalá – mimo jiné v elektrickém poli existují dva druhy nábojů – kladné a záporné!



- Náboj, procházející vláknem žárovky, předá část své energie vláknům:
 - $W = U \cdot Q$ [J]
- Proud (nábojů) prochází žárovkou a zahřeje vlákno – koná práci:
 - $W = U \cdot I \cdot t$ [J]
- Co žene náboj, aby procházel žárovkou (obvodem)?

- Pohání jej síly elektrického pole – různá místa v obvodu mají různý elektrický potenciál!
- Rozdíl elektrických potenciálů = elektrické napětí.

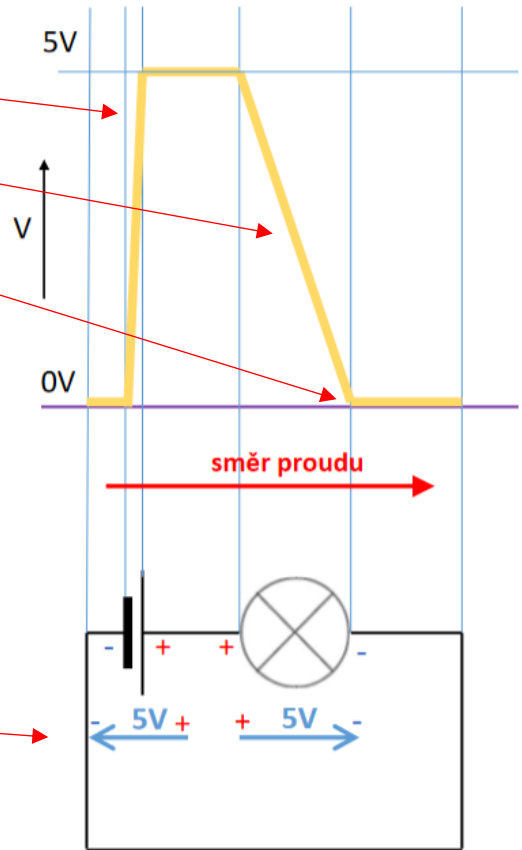


- **Pohled na fungování obvodu**

- **Fungování** elektrického obvodu **budeme popisovat pomocí napětí a proudů** na jednotlivých prvcích obvodu.
- Pro lepší představu si můžeme značit **směr (polaritu) napětí a proudů** – budeme používat **šipky**.
- Kromě polarity se budeme snažit **kvantifikovat** (ohodnotit číslem, případně funkcí) **tyto dvě fyzikální veličiny**. Budeme je tedy vypočítávat.
- Výsledek nám řekne, jak se obvod v dané situaci zachová. **Cílem není mít nějaké číslo, ale hodnotu, z níž dokážeme usoudit, co se tam děje**

- **Elektrický potenciál v obvodě**

- **Zdroj** – vytváří rozdíl potenciálů (=napětí), to uvádí do pohybu proud nabitých částic
- **Spotřebič** – odebírá energii pohybujících se částic (=proudu) tím, že jejich pohybu klade **odpor**.
 - Odebere právě tolik energie, kolik do systému vloží zdroj.
 - Platí zákon zachování energie, platí 2. Kirchhoffův zákon!



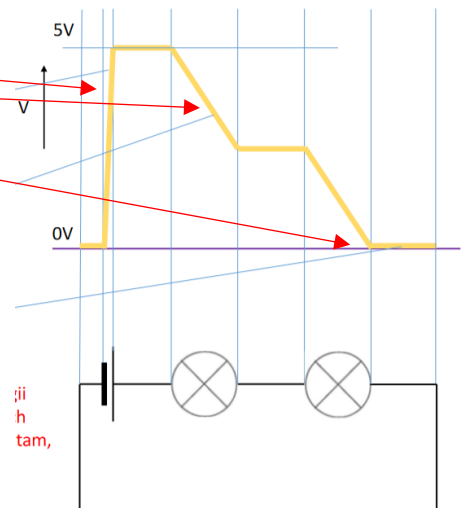
- **Napětí v obvodě**

- Čítací šipka napětí směřuje vždy od místa s kladnějším potenciálem k místu se zápornějším potenciálem
- Přes **spotřebič** (žárovku) teče proud od kladnějšího místa k zápornějšímu – „z kopce“. Tedy **stejným směrem, jako je šipka vyznačující napětí**.
- Přes **zdroj** (baterii) teče proud od zápornějšího místa ke kladnějšímu – „do kopce!!!“ Tj. **opačným směrem, než je šipka vyznačující napětí**.
- **Zdroj** je „pumpa,“ která **pumpuje náboje proti působení sil elektrického pole**.

- ...díky tomu náboje získají „potenciální energii“ a mají-li cestu (obvod), rozjedou se (=proud) obvodem ke spotřebičům.

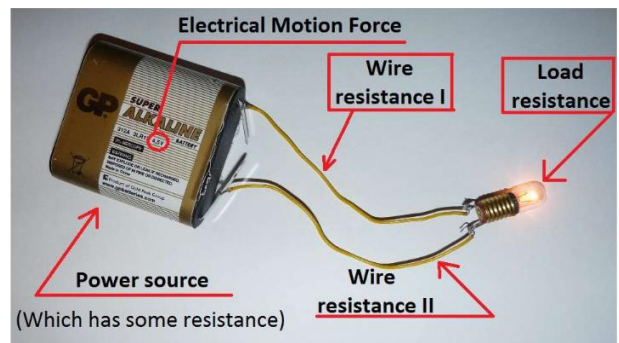
○ **Důsledky**

- Zdroj dodává energii do obvodu
- Spotřebič energii odebírá (a posílá přeměněnou „ven“)
- Celková bilance je vždy vyrovnaná (Kirchhoff!)
- Ale nejužasnější na tom je, že energii zdroje můžeme přenášet po vodičích s minimální ztrátou a využít přesně tam, kde potřebujeme!



- Základní zákony

- Které nám pomáhají navrhovat a řešit elektrické obvody, protože vždy a všude platí.
- Popisují vlastně, jak elektrické obvody fungují, co v nich energie způsobí, kde a jak se projeví.
- Pokud chápeme fungování elektrických obvodů, nemusíme se je učit – jsou nám jasné.



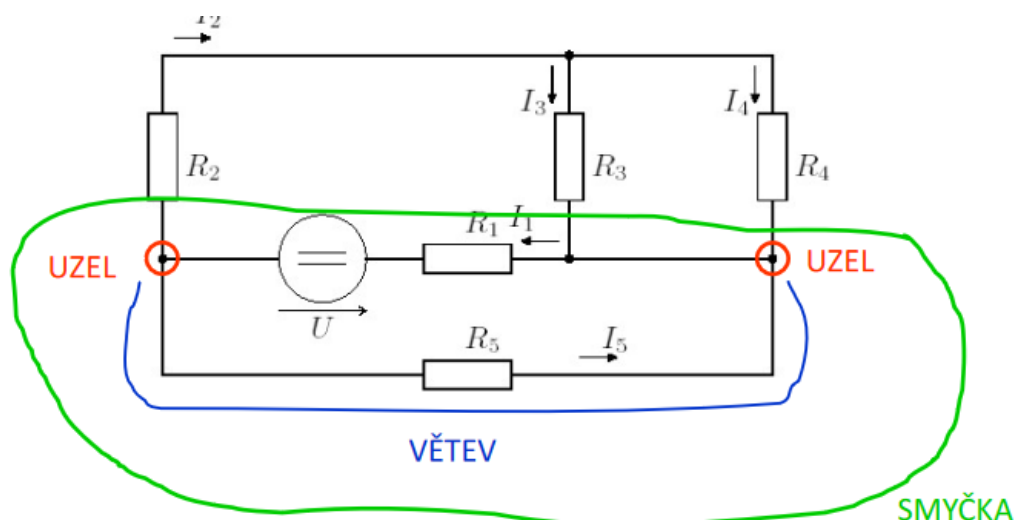
Podmínka, které musíme docílit: **Load resistance >> Wire resistance**

- Ohmův zákon

- Závislost mezi napětím a proudem na kterémkoliv úseku obvodu (mezi dvěma body).
- $I = U / R$
- **Vždy platí:**
 - U „obyčejných“ kusů obvodu jako je vodič či nějaký spotřebič zpravidla platí, že odpor je konstanta => závislost mezi napětím a proudem je lineární => lze ji vyjádřit jedním číslem, s čímž se nám dobře počítá.
 - Ale jsou i prvky, kde se odpor může měnit!
 - Buď závisí odpor na přiloženém napětí (např. u diody)
 - Nebo závisí na jiné veličině, třeba i „neelektrické“ (například termistor – teplotní čidlo)
 - Nebo závisí na napětí/proudu v jiné části obvodu (například tranzistor).
 - to je dobře – umožní nám to konstruovat obvody s velmi složitým chováním (například počítače).

- Topologie elektrických obvodů

- **Uzel** je místo, kde se stýká více vodičů
- **Větev** je dráha mezi uzly
- **Smyčka** je uzavřená dráha v obvodu tvořená větvemi



První Kirchhoffův zákon

- Algebraický součet všech proudů v uzlu se rovná nule.
- Prakticky to znamená, že kolik náboje do uzlu přiteče, tolik ho také odeče.
- V uzlu náboj nevzniká ani nezničí.

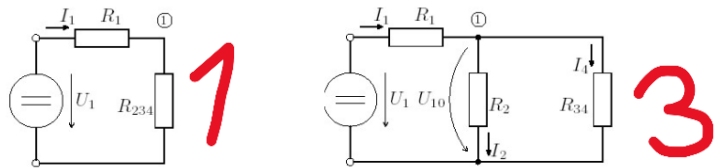
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Tato rovnice vyžaduje, aby některé proudy byly brány záporně a jiné kladně.

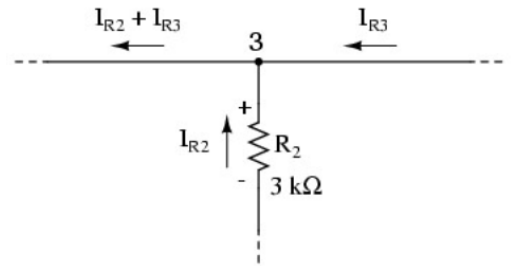
Konvence: proudy mířící do uzlu +
proudů mířící z uzlu -

Důsledky I. KZ

- Kolik různých proudů naměříme v těchto obvodech?



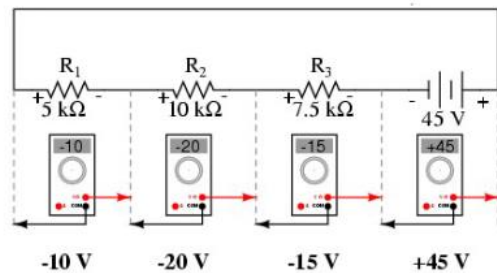
Větví vždy teče jen jeden proud



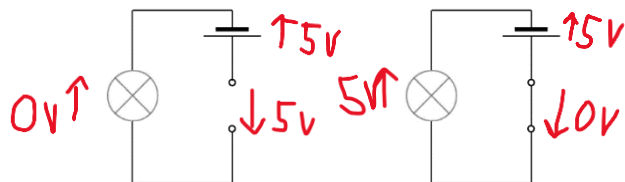
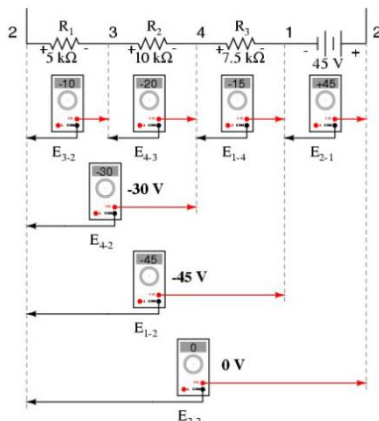
Druhý Kirchhoffův zákon

- Algebraický součet všech napětí (rozdílů potenciálů) ve smyčce je roven nule.
- Napětími ve smyčce se myslí jak napětí zdrojů, tak i úbytky napětí na spotřebičích!
- Prakticky to znamená, že jaké napětí je do smyčky dodáváno, takové se musí objevit na spotřebičích.
- Jde o obdobu zákona zachování energie

$$\sum_{k=1}^n U_k = 0$$

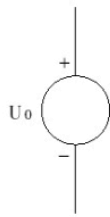


Důsledky II. KZ

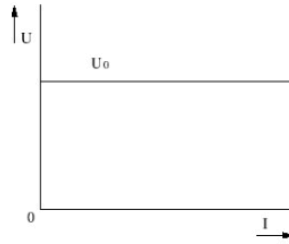


Ideální zdroj napětí

- Takový zdroj, jehož svorkové napětí nezávisí na zatížení, je stále stejné, ať odebíráme jakýkoli proud (ať je zátěž jakákoli).



Schématická značka

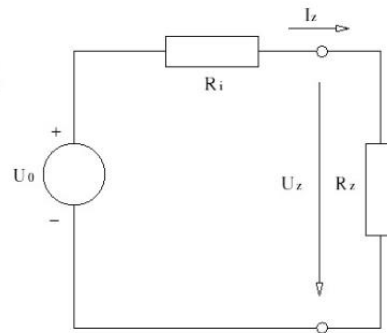


Voltampérová charakteristika

- Výborná věc, protože celý prvek můžeme charakterizovat jedním jediným číslem – napětím.
- **Skutečný zdroj**
 - U skutečných zdrojů svorkové napětí klesá, pokud zdroj zatížíme. Čím více odebíráme proud, tím bývá svorkové napětí nižší.
 - Skutečný zdroj má nenulový vnitřní odpor, na němž při odběru proudu vzniká úbytek:

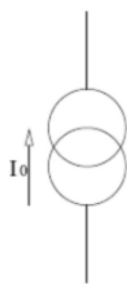
$$I_z = \frac{U_0}{R_i + R_z} \quad U_z = U_0 - R_i I_z$$

$$U_z = \frac{R_z}{R_i + R_z} U_0$$

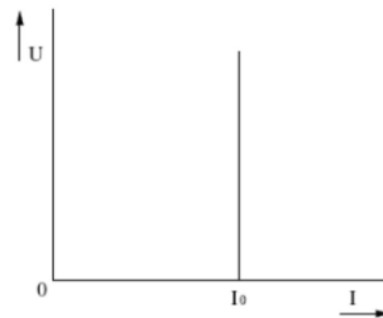


- Ideální zdroj proudu

- Takový zdroj, který dodává do zátěže stále stejný proud, bez ohledu na velikost zátěže.
- Co to znamená?
- ... že svorkové napětí se mění podle zátěže (stále platí Ohmův zákon)

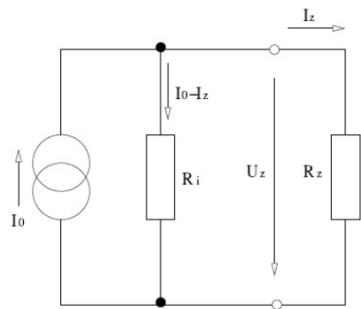


Schématická značka



Voltampérová charakteristika

- **Skutečný zdroj**
 - Skutečný zdroj lze kromě kombinace „ideální zdroj napětí“ + vnitřní odpor“ modelovat také pomocí ideálního zdroje proudu:
 - Pokud budeme zkoumat tento zdroj na svorkách, zjistíme, že se chová stejně jako kombinace „ideální zdroj napětí + vnitřní odpor“.
 - Zatěžovací charakteristika bude úplně stejná.

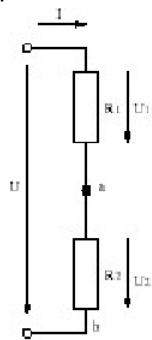


$$U_z = R_i(I_0 - I_z)$$

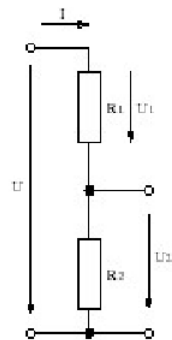
■

- Dělič napětí

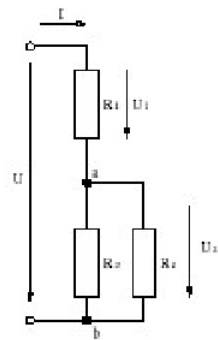
- Obvod, kde jsou dva rezistory v sérii připojeny k jednomu zdroji.
- Lze považovat za dvojbran, za obvod, který má jednu dvojici svorek „vstupních“ a jednu dvojici „výstupních“.



Dělič napětí



Dělič napětí nezatížený



Dělič napětí zatížený

○