

Elektrický proud

Vybíjení jakéhokoliv nabitého tělesa probíhá krátkodobým uspořádaným pohybem daných nabitých částic (většinou elektronů) → nakonec se náboje vyrovnají a elektrické pole, potenciál i proud zaniknou

Elektrický proud (I)= uspořádaný pohyb nabitých částic- náboj, který projde za sekundu- jednotka ampér [A]:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}^1$$

Pokud však elektrický obvod obsahuje zařízení produkující trvalé napětí (tzv. EMF) vytvoří se dlouhodobý stejnosměrný proud

Někdy může dojít k pohybu kladných i záporných nábojů (např. některé iontové elektrolyty), náboj (Q) je pak součtem kladných nábojů a absolutní hodnoty záporných

Směr:

- Reálný směr- elektrony² v kovech se pohybují od záporného pólu ke kladnému
- Dohodnutý směr- před objevem elektronů- od kladného pólu k zápornému (proud imaginárních kladných nábojů)

Podmínky vzniku proudu:

- Vodič obsahuje volné nabitě částice
- Na částice působí elektrická síla \leftrightarrow na vodič působí elektrické pole \leftrightarrow na koncích jsou odlišné elektrické potenciály

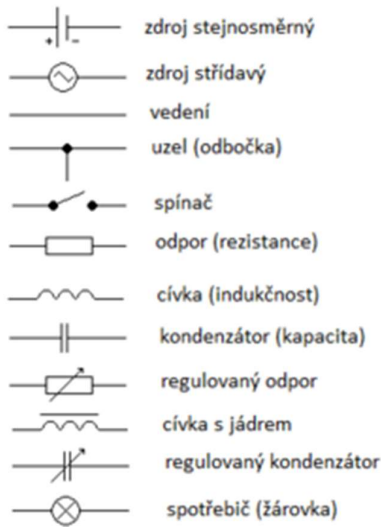
Pokud nedojde k rozvětvení obvodu je proud v celém obvodu stejný \leftarrow zákon zachování náboje + rovnoměrná distribuce jakožto eliminace elektrických sil

Ampérmetr tedy musí být zapojován sériově (za daný spotřebič)

¹ V ampérhodinách [Ah] se často vyjadřuje spotřebovaný náboj

² Kladně nabitě částice mohou rovněž tvořit proud, to je však velmi vzácné (některé elektrolyty s H^+ , plazma, částicové urychlovače)

Elektrický obvod



Zdroj elektrického napětí (EMF)

Zdroje elektrického napětí vytváří stálý rozdíl elektrických potenciálů, a tedy umožňují konstantní stejnosměrný proud

Při pohybu částic se potenciální elektrická energie na pólech zmenšuje, elektrické síly konají práci a udávají částice do pohybu, ty pak prochází elektrickými spotřebiči a energie opět získává novou formu (např. odpory-teplná; svítidla-světelná; motory-kinetická; kapacitory- opět elektrická potenciální)

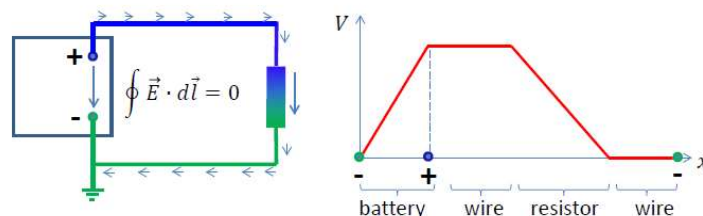
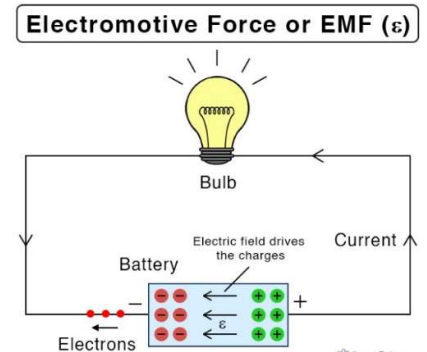
Zároveň se napětí nemění, uvnitř zdroje se tedy částice pohybují proti směru elektrické síly (od $-$ k $+$) pomocí tzv. elektromotorických sil (EMF), které nemají původ v elektrostatickém poli, ale vznikají na úkor jiného typu energie (např. chemická energie-baterie, světlo-fotovoltaické články)

Uvnitř samotného zdroje tedy vzniká také rozdíl elektrického potenciálu (tzv. elektromotorické napětí), to je vždy o něco vyšší, než to uvnitř obvodu (tzv. svorkové napětí):

$$EMF > V \rightarrow EMF \approx V$$

Pokud je však obvod nepřipojen: $EMF = V$

*Elektrický potenciál klesá díky komponentům v obvodu (za předpokladu ideálních kabelů), voltmetr je tedy potřeba zapojit paralelně (zapojení vedle sebe) k obvodu či měřenému komponentu



Proud v kovovém vodiči

Elektrický odpor (rezistence) a elektrická vodivost (konduktance)

Voltampérová charakteristika- za konstantní teploty je závislost svorkového napětí na elektrickém proudu lineární

Odpor (**R**) je tedy konstantní poměr napětí a proudu, tj. míra, jakou samotná struktura vodiče brání uspořádanému toku elektronů- jednotka ohm [Ω]:

$$R = \frac{V}{I}$$

Elektrická vodivost (G)- převrácená hodnota rezistence- schopnost vést elektrický proud- jednotka siemens [S]:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{V}$$

Rezistivita

Samotný absolutní odpor vodiče je pak přímo úměrný délce („delší=více srážek“), nepřímo úměrný obsahu průřezu („větší plocha=více prostoru pro průchod=méně srážek“):

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Rezistivita (ρ)- látková konstanta závislá pouze na materiálu a na teplotě (v tabulkách)- jednotka [$\Omega \cdot m$]

Závislost odporu na teplotě

S rostoucí teplotou se odpor vodičů zvyšuje (*platí pro ohmické materiály*)

Při vedení proudu vodiči se vodiče zahřívají \rightarrow voltampérová charakteristika není de facto zcela lineární:

$$\Delta R = R_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Teplotní součinitel elektrického odporu (α)- materiálová konstanta (v tabulkách)- jednotka reciproký kelvin (K^{-1})

Rezistory, reostaty, potenciometry (součástky)- k zajištění stálého odporu materiály s nízkým teplotním součinitelem elektrického odporu (např. konstantan)

Ohmův zákon

$$R = \frac{U (V)}{I}$$

Platí nejenom pro obvod jako takový, ale i pro jeho jednotlivé části (někdy je nutné využít i Kirchhoffových zákonů)

Uzavřený obvod

Ohmův zákon lze také použít pro výpočet elektromotorického napětí a napětí vnitřního odporu zdroje, které působí právě proti EMF

Stejně jako každý spotřebič má i zdroj napětí svůj tzv. vnitřní odpor zdroje (R_i):

$$I = \frac{EMF}{R + R_i}$$

$$V (\text{svorkové napětí}) = EMF - V_i$$

Při zapojení zdroje napětí do obvodu tedy svorkové napětí poklesne (oproti EMF), kvůli vnitřnímu odporu zdroje

Zdroje dle vnitřního odporu:

- Tvrdé zdroje napětí- velmi malý odpor ($EMF \approx V$)- např. akumulátory, elektrická síť
- Měkké zdroje napětí- vyšší vnitřní odpor- např. tužkové baterie

Zkratové proudy

Vnitřní odpor zdrojů hraje roli při jejich zkratu, tj. připojení na obvod s téměř nulovým odporem (např. drát):

$$I_z = \frac{EMF}{R_i}$$

Zvl. u tvrdých zdrojů pak zkratové proudy dosahují obrovských hodnot → požár / zničení zdroje

Pojistky/jističe- při překročení nastavené hodnoty proudu přeruší obvod

Každý zdroj má svou zatěžovací charakteristiku

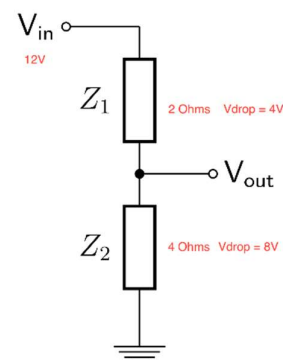
Spojování rezistorů (+Kirchhoffovy zákony)

Sériové zapojení rezistorů (za sebou)

Kirchhoffův zákon o napětích: součet úbytku napětí na spotřebičích je roven EMF ($\sum \Delta V = 0$)

Jednotlivé poklesy napětí lze vypočítat pomocí Ohmova zákona pro části obvodu

$$U = \Delta V_1 + \Delta V_2 \quad \bigwedge \quad I_2 = I_1$$



$$IR = IR_1 + IR_2$$

$$\mathbf{R = R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

Paralelní zapojení rezistorů (vedle sebe)

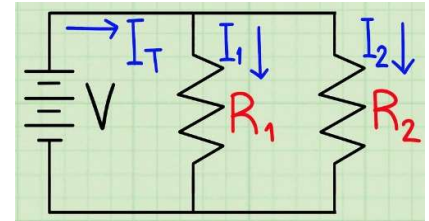
Kirchhoffův zákon o proudech: součet proudů vstupujících do uzlu (rozvětvení obvodu) se rovná součtu proudů vystupujících z uzlu ($\Sigma I=0$) ← rovnice kontinuity elektrického proudu ← zákon zachování náboje

Poklesy napětí na jednotlivých větvích jsou stejné

$$I = I_1 + I_2 \quad \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



Práce a výkon elektrického proudu

Práce (W)

Elektrické síly konají práci, čímž udávají elektrony do pohybu, energie elektronů je pak ve spotřebičích měněna na zamýšlený druh energie:

$$W = E \cdot Q \cdot d$$

$$W = Q \cdot V \quad Q = I \cdot \Delta t$$

$$\mathbf{W = I \cdot \Delta t \cdot V = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t = I^2 \cdot R \cdot \Delta t}$$

Výkon (P)

Výkon je práce vykonaná za sekundu- v praxi měřena wattmetrem- jednotka watt [W]:

$$\mathbf{P = \frac{W}{\Delta t} = VI = I^2 R = V^2 R}$$

*elektroměry používají jako jednotky odběru energie kilowatthodiny [kWh]=3,6MJ ($\leftarrow P_0 \Delta t$)

Účinnost (η)

Poměr vykonané (výkon- P) a dodané (příkon- P_0) práce:

$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

Výkonem je zamýšlená/užitečná práce (např. světelná energie žárovky, tepelná energie topného tělesa)

Výkon je vždy menší než příkon $\rightarrow \eta < 1$

Např. účinnost klasických žárovek max. 10%, zatímco u LED 40-50%

Joulův zákon (teplo spotřebičů)

V plném rozsahu platí výlučně pro tepelné elektrické spotřebiče, jinak je teplo pouze nežádoucím vedlejším produktem proudu:

$$Q [J] = I \cdot \Delta t \cdot V = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$$

Nárazy elektronů do iontů/uzlů kovu \rightarrow zahřívání