

14) Obvody stejnosměrného proudu

ELEKTRICKÝ PROUD

- Uspořádaný (= usměrněný) pohyb volných částic s nábojem
- Volné částice: nositelé elektrického proudu
- Vodiče = látky, které dobře vedou elektrický proud (kovy, roztoky elektrolytů, ionizované plyny, plazma)
- Dohodnutý směr proudu: směr pohybu kladně nabitých částic (dohodnutý od + k -)
- Průchodem proudu vodičem vzniká magnetické pole
- Základní veličina soustavy SI
- Značka: I
- Jednotka: $[I] = \text{A (ampér)} = \text{C} \cdot \text{s}^{-1}$
- Definice:

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

ΔQ celkový náboj částic, které projdou zvoleným příčným řezem vodiče

- Přístroj: ampérmetr – zapojuje se sériově do části obvodu

ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ

- **Rozdíl elektrických potenciálů** mezi dvěma body elektrického pole
- Značka: U
- Jednotka: $[U] = \text{V (volt)} = \text{J} \cdot \text{C}^{-1}$
- Definice:

$$U = \varphi_A - \varphi_B = \frac{W}{Q_0}$$

W = práce vykonaná při přemísťování kladného elektrického náboje mezi body A a B

Q_0 = náboj

- Přístroj: voltmetr – zapojuje se paralelně ke spotřebiči/bodům

ELEKTRICKÝ OBVOD

- Soustava el. zdrojů napětí, spotřebičů (příp. dalších elektrotechnických součástek) spojených vodiči
- Zdroj napětí – zdroj el. energie (plochá baterie, monočlánek, akumulátor)
- Spotřebič – zařízení, v němž se el. energie mění na jinou energii (žárovka, elektromotor)
- Vodiče – propojují prvky obvodu

ELEKTRICKÝ ZDROJ STEJNOSMĚRNÉHO NAPĚTÍ

- Zařízení, mezi jehož dvěma póly je (i po připojení vodiče) udržováno elektrické napětí
- Póly = svorky zdroje

- Například: galvanický článek/akumulátor (lze na rozdíl od galvanického článku opakovaně nabíjet), fotoelektrický článek

ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ

- **Svorkové napětí (U)**
- Elektrické napětí mezi svorkami
- Orientace od + k –
- Měří se voltmetrem
- **Elektromotorické napětí (U_e)**
- Zdroj musí udržovat napětí mezi póly, aby mohl protékat proud
- Elektrické náboje jsou přemísťovány pomocí vtištěných sil proti směru elektrických sil
- Vtištěné síly konají práci při přenosu částic na místo s vyšším potenciálem
- Nelze měřit
- Pro nezatížený zdroj: $U_0 = U_e$
- Pro zatížený zdroj: $U < U_e$

$$U_e = \frac{W_z}{Q}$$

W_z práce vtištěných sil
 Q celkový náboj částic přenesený mezi póly

ELEKTRICKÝ ODPOR (R)

- Veličina stojící proti toku proudu v elektrickém obvodu
- Jednotka: $[R] = \Omega$ (ohm) = $V \cdot A^{-1}$
- Převrácená hodnota: elektrická vodivost $G = R^{-1}$ $[G] = S$ (siemens)
- Součástky:
 - rezistor = pasívní elektronická součástka, jejíž charakteristickou vlastností je odpor
 - reostat = rezistor, jehož odpor je možno plynule měnit
 - potenciometr = reostat jako dělič napětí
- Příčina: el. odporu (v kovech): srážky vodivostních elektronů s ionty mřížky
- Závislost odporu na geometrických rozměrech vodiče a na látce (různý počet iontů a různé uspořádání mřížky):

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ měrný elektrický odpor (rezistivita) látky $[\rho] = \Omega \cdot m$
 l délka kovového vodiče
 S obsah příčného řezu vodičem

- El. odpor (kovových vodičů) závisí také na teplotě (různá amplituda kmitů iontů): s rostoucí teplotou roste:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (t - t_0))$$

R odpor při vztažné teplotě T
 R_0 odpor při vztažné teplotě T_0
 α teplotní součinitel elektrického odporu $[\alpha] = K^{-1}$

- Platí i pro měrný elektrický odpor: $\rho = \rho_1 \cdot (1 + \alpha \Delta T)$
- Využití: odporové teploměry, technické rezistory, odporové spirály – elektrické vařiče, sporáky

OHMŮV ZÁKON PRO ČÁST ELEKTRICKÉHO OBVODU

- Lineární vodiče = vodiče, pro které platí Ohmův zákon
- Definice:

$$\text{Odpor: } R = \frac{U}{I} \quad \text{Vodivost: } G = \frac{I}{U}$$

U elektrické napětí mezi konci vodiče
I elektrický proud ve vodiči

- Výraz $U = R \cdot I$ se nazývá také úbytek napětí na vodiči/spotřebiči
- Voltampérová charakteristika = graf závislosti proudu procházejícím el. vodičem (spotřebičem) na napětí mezi konci vodiče

OHMŮV ZÁKON PRO UZAVŘENÝ OBVOD

- Vnitřní odpor zdroje (R_i) – odpor, který klade zdroj stejnosměrného napětí procházejícímu proudu

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

U_e elektromotorické napětí zdroje

$R + R_i$ celkový odpor uzavřeného obvodu

R vnější odpor obvodu – odpor el. spotřebiče, spojovacích vodičů a spínače

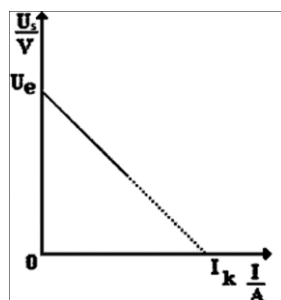
R_i vnitřní odpor zdroje – odpor, který klade zdroj stejnosměrného napětí procházejícímu proudu

- Vzorec můžeme přepsat: $U_e = (R_i + R) \cdot I = R_i \cdot I + R \cdot I = U_i + U$

$U_i = R_i \cdot I$ úbytek napětí na vnitřním odporu zdroje R_i

$U = R \cdot I$ úbytek napětí na vnějším odporu R = svorkové napětí zdroje

- Zatěžovací charakteristika zdroje = závislost svorkového napětí na odebíraném proudu ze zdroje:



- Pokud R vnější části obvodu je nulový, nastane zkrat, zdroj je zkratován, svorkové napětí $U = 0$ a zdrojem prochází zkratový proud: $I_z = U_e / R_i$

- Zkratu zabraňujeme používáním pojistek nebo jističů → dokážou obvod při zkratu přerušit
- Pojistka – obsahuje tenký drátek, který se v případě nadproudu přepálí
- Jistič – v případě nadproudu rozepne elektrický obvod, lze ho zase jednoduše manuálně zapnout (na rozdíl od pojistky)
- Podle hodnoty R_i :
 - o tvrdé zdroje napětí – malý vnitřní odpor (např. olověný akumulátor)
 - o měkké zdroje napětí – větší vnitřní odpor (např. plochá baterie, fotovoltaický článek, knoflíková baterie do hodinek)
- *Baterie má standartně 3 články, 1 má vždy 1,5 V*

ZAPOJOVÁNÍ REZISTORŮ

- Paralelní zapojení:

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

$$U = U_1 = U_2$$

Plyne z definice napětí: rozdíl el. potenciálů mezi uzlovými body → stejné

$$I = I_1 + I_2$$

Plyne ze zákona zachování náboje: v uzlu náboj nevzniká ani nezaniká, to, co za sekundu vteče dovnitř, musí za sekundu vytéct z uzlu ven

- Sériové zapojení:

$$R = R_1 + R_2$$

$$U = U_1 + U_2$$

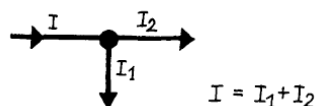
$$I = I_1 = I_2$$

KIRCHHOFFOVY ZÁKONY

- Elektrické sítě = složitější elektrické obvody
- Uzel = místo, kde se vodič stýkají nejméně 3 vodiče
- Větev = vodičové spojení sousedních uzlů
- Smyčka = část el. sítě vypadající jako jednoduchý obvod

1. KIRCHHOFFŮV ZÁKON

- Důsledek zákona zachování elektrického náboje
- Součet proudů vstupujících do uzlu = součet proudů z uzlu vystupujících



2. KIRCHHOFFŮV ZÁKON

- V uzavřené smyčce:
 - součet napětí na rezistorech = součet elektromotorických napětí zdrojů
- Použití:
 - a) V uzavřené smyčce zvolíme směr obíhání
 - b) Elektromotorická napětí orientovaná souhlasně se směrem obíhání mají kladné znaménko, ostatní záporné

c) Úbytky napětí na rezistorech orientované souhlasně se směrem obíhání mají kladné znaménko, ostatní záporné

JOULEOVO TEPLLO

= teplo vznikající ve vodiči průchodem elektrického proudu

- Čím více elektronů proudí vodičem, tím víc přibývá srážek volných elektronů v kovu s jeho ionty
- Pohybová energie elektronů se tam mění v energii tepelnou, již se vodič zahřívá
- Využití: konvice, toustovač

PRÁCE A VÝKON ELEKTRICKÉHO PROUDU

- Elektrická energie se přeměňuje na jiné formy energie

$$W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t \quad [W] = J \text{ (joule)}$$

- Výkon:

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R} \quad [P] = W \text{ (watt)}$$

$$W = P \cdot t \Rightarrow \text{wattsekunda (Ws)}$$

- **Účinnost spotřebiče = podíl výkonu** (množství práce vykonané spotřebičem za jednotku času) **a příkonu** (množství el. energie odebrané za jednotku času):

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

$$P < P_0 \Rightarrow \eta < 1 \quad \eta < 100\%$$