

Proudové pole, Ohmův zákon

ELEKTROTECHNIKA
TOMÁŠ TREJBAL

Elektrický náboj

- Vždy je celočíselným násobkem elementárního náboje (náboje jednoho elektronu) => určuje “množství” elektronů (chybějících => kladný náboj, přebývajících => záporný náboj).
- Elektrický náboj označujeme Q
- Jednotka: coulomb (C)

Elektrický proud

- Elektrický proud je dán uspořádaným pohybem elektrických nábojů v určitém směru. Závisí na velikosti náboje Q , který projde vodičem za určitý čas t .
- Elektrický proud označujeme "I"
- Jednotka: ampér (A)
- Z výše uvedeného lze tedy odvodit vzorec:

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

Elektrické napětí

- Každý zdroj elektrického proudu mezi dvěma místy vytváří (a udržuje) elektrické napětí.
- Elektrické napětí označujeme “U”
- Jednotka: volt (V)

Elektrické napětí - analogie s vodovodním potrubím

- K popisu elektrického proudu a napětí se často používá analogie s vodovodním potrubím.
 - Mějme obvod, jehož zdrojem bude baterie, který bude napájet elektrický spotřebič.
 - V tomto případě si můžeme představit baterii jako čerpadlo, vodiče jako vodovodní potrubí.
 - Čerpadlo (baterie) přečerpává vodu z níže položené nádrže do nádrže výše položené (na baterii označeno jako “-“ a “+“). Čím větší napětí baterie má, tím výše je horní nádrž položena => tím více práce musí čerpadlo vykonat. Jakmile je jednou voda v horní nádrži, může díky gravitaci stékat potrubím opět do dolní nádrže. Při této cestě může voda konat práci – např. roztáčet lopatky turbíny (=spotřebič). Rozdíl výšek obou nádrží způsobuje, že voda může protékat. To samé platí i u baterie – mluvíme o rozdílu potenciálů, neboli napětí.
 - Čím vyšší napětí, tím větší proud bude protékat potrubím a tím pádem se vykoná i více práce.

Elektrický proud, náboj - analogie s vodovodním potrubím

- Elektrický náboj si můžeme představit jako určité množství vody (např. 1l).
- Elektrický proud nám pak říká, jaké množství vody (kolik litrů za sekundu) nám proteče určitou částí potrubí za určitý čas.
- Elektrický proud je tedy přímo závislý na elektrickém napětí, tedy vzájemném umístění dvou nádrží – čím větší je rozdíl v jejich umístění (=napětí), tím větší proud vody poteče potrubím (=el. proud) a tím větší musí vykonat čerpadlo (=el. zdroj) práci.

Elektrický odpor - analogie s vodovodním potrubím

- Když se zamyslíme, asi každý z nás přijde na to, že množství vody, které stihne protéct potrubím za určitý čas, bude záviset také na průměru potrubí. Průměrem potrubí je v naší analogii elektrický odpor (nikoli průměr vodiče!).
 - Představme si nádržku s 1 litrem vody. Pokud k ní připojíme velmi široké potrubí, voda z nádrže vyteče téměř okamžitě. Pokud k ní ale připojíme úzké potrubí, voda bude z nádrže vytékat v mnohem menší míře a tím pádem bude i déle trvat, než se nádrž celá vyprázdní.
 - Stejně je tomu tak i v případě baterií.

Elektrický odpor - analogie s vodovodním potrubím

- Řekněme, že vložíme dvě tužkové baterie do foťáku. Vybijí se mnohem dříve, než kdybychom je vložili do dálkového ovládání k televizi. Zatímco ve fotoaparátu vydrží baterie pár desítek fotografií, v dálkovém ovládání mohou pracovat klidně několik let. V obou případech je napětí baterií stejné, řekněme 3 V. To, co je ale důležité a co se liší, je proud. Fotoaparát k nabití blesku a následnému uložení informací na paměťovou kartu potřebuje řádově stokrát větší proud, než dálkové ovládání k přepnutí televizního kanálu – ve fotoaparátu je mnohem širší potrubí, než v dálkovém ovládání.

Elektrický odpor

- Šířka potrubí tedy určuje, jak velký proud poteče ze zdroje (baterie) do spotřebiče (fotoaparát, dálkové ovládání). V elektrotechnice neříkáme však šířka potrubí, ale elektrický odpor.
- Elektrický odpor značíme R .
- Jeho jednotkou je Ω (*ohm*, podle německého fyzika *George Simona Ohma*).

Ohmův zákon

- Z naší analogie s vodou jsme zjistili, že všechny tři veličiny (elektrický proud, napětí a odpor) na sobě závisí.
- Tuto závislost můžeme vyjádřit vzorcem - Ohmovým zákonem:

$$U = R * I$$

- Definice jednoho ohmu: *Vodič má elektrický odpor jeden ohm, jestliže při napětí mezi koncovými průřezy jeden volt prochází vodičem proud jeden ampér.*

Ohmův zákon

- Jaký proud prochází spotřebičem o odporu $0,1 \text{ k}\Omega$, je-li připojen k napětí 20 V ?
- Jaký je odpor topné spirály, kterou při napětí 220 voltů prochází proud 2 A ?
- Odpor rezistoru je 150Ω . Největší proud , který jím může procházet, je $0,5 \text{ A}$. Na jaké největší napětí může být rezistor připojen?
- Na žárovce je údaj $4 \text{ V} / 0,05 \text{ A}$. Jaký proud prochází žárovkou, připojíme-li ji ke článku o napětí 2 V ?

Praktické cvičení

- Potřebujeme:
 - Nepájivé pole
 - Rezistor (o hodnotě od $100\ \Omega$ do $1\ \text{k}\Omega$)
 - Multimetr
 - El. zdroj stejnosměrného proudu
 - Napájecí vodiče

Praktické cvičení

- Příprava:
 - Do pracovních sešitů vytvořte tabulku (2 řádky, 6 sloupců)
 - První řádek označte jako napětí, druhý řádek jako proud
 - Vedle tabulky připravte souřadnicový systém (stačí I. Kvadrant, tj. kladné souřadnice). Na osu X budeme nanášet hodnoty napětí, na osu Y hodnoty proudu (označte osy).

Praktické cvičení

- Postup:
 - Multimetrem změřte hodnotu el. odporu rezistoru. Hodnotu zapište do pracovního sešitu.
 - Poté zapojte rezistor do nepájivého pole dle instrukcí vyučujícího.
 - Proveďte výpočet napětí (pomocí Ohmova zákona). Za R dosadte naměřenou hodnotu odporu rezistoru, za I dosadte 100mA. Výsledné napětí zapište do sešitu a označte jako U_{max} – **tuto hodnotu napětí NESMÍTE při měření překročit.**
 - Nastavte multimetr na měření el. proudu a připravte měření dle pokynů vyučujícího.

Praktické cvičení

- Postup:
 - Zapněte laboratorní zdroj a nastavte napětí v rozmezí 1V až U_{\max} . Hodnotu napětí zapište do tabulky.
 - Připojte napájecí vodiče dle instrukcí vyučujícího do obvodu a změřte protékající proud rezistorem pomocí multimetru.
 - Hodnotu proudu zapište do tabulky pod hodnotu napětí.
 - Odpojte laboratorní zdroj od obvodu a vyznačte bod v připraveném souřadném systému.
 - Poté opakujte postup při různých hodnotách elektrického napětí.
 - Na konci měření propojte jednotlivé body v souřadném systému.

Praktické cvičení

- Závěr:
 - Pokud vyšel výsledný graf jako přímka, s největší pravděpodobností bylo měření provedeno správně (malé odchylky lze zanedbat, vznikají vlivem nežádoucích odporů vzniklých při měření, popř. nepřesností laboratorní techniky a změnami teplot měřeného rezistoru).
- Graf, který popisuje vztah mezi proudem a napětím, se nazývá voltampérová charakteristika.
- Nyní již z laboratorní práce víme, že voltampérová charakteristika rezistoru je lineární funkcí (přímka).

Proudová hustota - Joulovo teplo

- Při průchodu elektrického proudu vodičem dochází k jeho zahřátí.
 - Teplu vyvinutému průchodem proudu vodičem říkáme Lenc-Joulovo teplo.
- Toto teplo se odvádí povrchem vodiče => čím větší průměr vodič bude mít, tím k menšímu zahřátí vodiče dojde.
- V praxi se používá v tomto směru pojem “proudová hustota“, která je závislá na velikosti elektrického proudu a ploše průřezu vodiče, kterým proud protéká.

Proudová hustota - Joulovo teplo

- Proudovou hustotu značíme J
- Její jednotkou je ampér na čtvereční metr ($A * m^{-2}$)
- V praxi se však používá jednotka ampér na čtvereční milimetr ($A * mm^{-2}$)

- Platí tedy vztah:

$$J = \frac{I}{S}$$

- Hodnota proudové hustoty by měla být v rozmezí 2 až 4 $A * mm^{-2}$ (u mědi a hliníku)

Proudová hustota - Joulovo teplo – domácí úkol

- Vodičem prochází proud 180mA. Stanovte průměr vodiče při proudové hustotě $4 \text{ A} * \text{mm}^{-2}$.