

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

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava
Fyzika
2008-2009 / C

Teória

Elektrický prúd

Elektrický odpor; Ohmov zákon pre uzavretý obvod

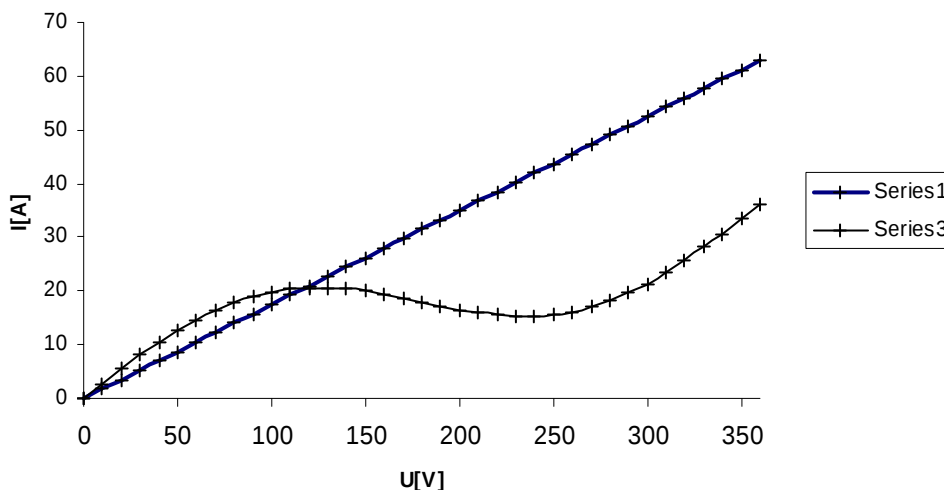
1.5 Elektrický odpor

Časť obvodu, ktorá je do obvodu pripojená dvomi svorkami sa nazýva dvojpól (napríklad elektrický zdroj, kondenzátor, cievka, rezistor, dióda).

Ak dvojpólom prechádza prúd I a na jeho svorkách je napätie U , tak rovnica $I = f(U)$, ktorá vyjadruje závislosť prúdu tečúceho dvojpólom od napätia na jeho svorkách, je charakteristická rovnica dvojpólu. Graf tejto závislosti je **voltampérová charakteristika dvojpólu**. Keďže aj vodiče môžeme považovať za dvojpóly, podľa závislosti prúdu od napätia ich môžeme rozdeliť do dvoch skupín:

- lineárne vodiče – prúd prechádzajúci vodičom je priamo úmerný napätiu na vodiči; funkcia $I = f(U)$ je priama úmernosť, teda má tvar $I = k \cdot U$, kde k je konštanta; voltampérová charakteristika je časť priamky prechádzajúcej počiatkom súradnicovej sústavy.

Lineárna a nelineárna V-A charakteristika



- nelineárne vodiče – prúd prechádzajúci vodičom nie je priamo úmerný napätiu na vodiči; funkcia $I = f(U)$ môže byť zložitá.

Podiel napätia na vodiči a prúdu prechádzajúceho vodičom sa nazýva **elektrický odpor (rezistencia)** R vodiča, teda:

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

Príčinou existencie elektrického odporu kovov sú zrážky vodivostných elektrónov s iónmi mriežky v dôsledku tepelného pohybu; ďalšou príčinou sú bodové poruchy kryštálovej mriežky.

Fyzikálna jednotka elektrického odporu je ohm $[R] = \frac{[U]}{[I]}$; $[1\Omega] = \frac{[1V]}{[1A]} = [1VA^{-1}]$

Jeden ohm je odpor vodiča, v ktorom stále napätie 1 volt na koncoch vodiča vyvolá prúd 1 ampér.

Elektrický odpor vodiča závisí od teploty, napätia, rozmerov a tvaru, materiálu vodiča a ďalších parametrov. Pre homogénny vodič s konštantným prierezom S a dĺžkou l platí:

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

kde ρ je **merný odpor (rezistivita) vodiča**. Je to veličina, ktorá charakterizuje schopnosť vodiča viesť elektrický prúd. Jej jednotkou je jeden ohm meter $[1\Omega m]$. Merný odpor vodičov závisí od teploty. V niektorých materiáloch pri ochladení pod istú kritickú teplotu ich merný odpor prudko klesá na hodnoty blízke nule. Tento jav sa nazýva **supravodivosť**.

Tento vzťah vyjadruje závislosť elektrického odporu od geometrických rozmerov a od látky.

Mernú elektrickú vodivosť značíme $\gamma = \frac{1}{\rho}$ a jej jednotkou je $[\gamma] = S.m^{-1}$ (siemens na meter).

Veličina $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$ sa nazýva elektrická vodivosť (konduktancia) vodiča. **Fyzikálna jednotka**

elektrickej vodivosti je siemens $[G] = \frac{1}{[R]} = \Omega^{-1}$; $[1S] = \frac{[1A]}{[1V]} = [1AV^{-1}]$

V lineárnych vodičoch je prúd vodičom priamo úmerný napätiu na koncoch vodiča, teda

$$I = GU = \frac{1}{R}U = \frac{U}{R}$$

Tento poznatok objavil v roku 1826 nemecký fyzik George Simon Ohm a nazýva sa **Ohmov zákon** pre časť obvodu neobsahujúci elektrický zdroj.

Elektrické súčiastky, ktorými sa v elektrických obvodoch realizuje rezistencia, sa nazývajú rezistory. Môžu byť so stálym odporom alebo s meniteľným odporom (potenciometre).

Materiály merný odporom (nikelán, konštantán, chrómnikel) sa používajú na výrobu odporových materiálov.

Závislosť elektrického odporu od teploty

Elektrický odpor sa so zvyšujúcou teplotou rastie (približne) lineárne.

$R = R_0(1 + \alpha \Delta t)$, kde R je elektrický odpor vodiča pri teplote t , R_0 je elektrický odpor pri teplote t_0 na začiatku ohrievania, Δt je teplotný rozdiel a α **teplotný súčiniteľ elektrického odporu** (jednotkou teplotného súčiniteľa elektrického odporu je K^{-1} , tento udáva, koľkokrát sa zväčší odpor pri zahriatí vodiča o jeden stupeň kelvina – resp. stupeň celzia). Tiež merný elektrický odpor závisí od teploty (približne) lineárne podľa vzťahu $\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta t)$.

Z hľadiska teórie elektrónovej vodivosti kovov sa elektrický odpor zväčšuje pri zvyšovaní teploty kovového vodiča v dôsledku zväčšenia rozkmitu iónov mriežky. Tým nastávajú častejšie zrážky vodivostných elektrónov s iónmi mriežky, čo sa prejaví v menšej hodnote prúdu vo vodiči alebo väčším odporom vodiča.

Príklad č. 1

Vodičom s odporom 100Ω prešiel pri ustálenom prúde za čas 5s náboj $10C$. Aké napätie bolo na koncoch vodiča ?

Riešenie:

$$Q = 10C ; t = 5s ; R = 100\Omega ; U = ???V$$

Vodičom tečie neustály prúd $I = \frac{Q}{t} = \frac{10C}{5s} = 2A$. Z Ohmovho zákona $R = \frac{U}{I} ==>$

$$U = R \cdot I = 100\Omega \cdot 2A = 200V$$

Na koncoch vodiča je napätie 200V .

Príklad č. 2

Aký je merný odpor homogénneho vodiča s dĺžkou 10cm a prierezom $2mm^2$, ak pri napätí 10V ním prechádza ustálený prúd 2,0A ?

Riešenie:

$$l = 10cm = 10^{-1}m ; S = 2mm^2 = 2 \cdot 10^{-6}m^2 ; U = 10V ; I = 2A ; \rho = ???\Omega m$$

$$\text{Odpor vodiča vyjadríme zo vzťahu } R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow \rho = R \frac{S}{l} = \frac{5\Omega \cdot 2 \cdot 10^{-6}m^2}{10^{-1}m} = 1 \cdot 10^{-4}\Omega m$$

Merný odpor vodiča je $\rho = 1 \cdot 10^{-4}\Omega m$.
