

Ohmov zákon

Číslo projektu: 2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

PR3/A2: Autoškoliaci materiál na obohatenie súčasných online experimentov



Co-funded by
the European Union

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



Obsah

Ohmov zákon	3
Vysvetlenie Ohmového zákona	3
Vzorec Ohmového zákona	3
Graf Ohmového zákona	4
Ohmová zákonná jednotka	4
Rovnice Ohmového zákona	5
Vzťah medzi napätím, prúdom a odporom: Ohmov zákon	5
Trojuholník Ohmového zákona	6
Vektorová forma Ohmového zákona	6
Experimentálne overenie Ohmového zákona.....	7
Koláčový graf Ohmového zákona	8
Tabuľka matice Ohmového zákona	9
Využitie Ohmového zákona	10
Výpočet elektrického výkonu pomocou Ohmového zákona	10
Obmedzenia Ohmového zákona	11
Analógie Ohmového zákona	11
Úlohy na použitie Ohmového zákona.....	12
Postup riešenia úloh	12

Ohmov zákon, ktorý sformuloval nemecký fyzik Georg Simon Ohm, popisuje vzťah medzi prúdom, odporom a napätím v elektrickom obvode. Tento základný princíp, ktorý zaviedol Ohm v roku 1827, ukazuje, že pokles napätia na vodiči je daný prúdom, ktorý ním prechádza, a odporom vodiča. Prostredníctvom svojich experimentov Ohm demonštroval, ako vzťah medzi týmito premennými – prúd (I), napätie (V) a odpor (R) – definuje správanie elektrických obvodov.

Ohmov zákon

Ohmov zákon je základný princíp, ktorý vysvetľuje vzťah medzi napätím, prúdom a odporom v elektrickom obvode. V podstate nám hovorí, koľko prúdu preteká vodičom, keď je aplikované určité napätie, za predpokladu, že ide o ideálny prípad, kde zanedbávame vplyv iných faktorov. Predstavte si napätie ako tlak vody a prúd ako množstvo vody pretekajúcej potrubím. Čím je potrubie širšie (menší odpor), tým viac vody (prúdu) môže pretiecť pri danom množstve tlaku (napätia). Podľa Ohmovho zákona je prúd priamo úmerný napätiu. To znamená, že ak zdvojnásobíte napätie, zdvojnásobíte aj prúd za konštantných podmienok. Ohmov zákon je zapísaný ako $V \propto I$, kde V predstavuje napätie a I predstavuje prúd.

Vysvetlenie Ohmového zákona

Ohmov zákon je jedným zo základných zákonov elektrotechniky, ktorý popisuje vzťah medzi napätím, prúdom a odporom v elektrickom obvode. Uvádza, že napätie na vodiči je priamo úmerné prúdu pretekajúcemu týmto vodičom. Tento vzťah môžeme zapísať ako:

$$V \propto I$$

kde:

- V je napätie v voltoch [V]
- I je elektrický prúd v ampéroch [A]

Odstránením znaku proporcionality dostaneme:

$$V = R \times I$$

Konštanta úmernosti R sa nazýva odpor a vyjadruje sa v ohmoch Ω . Odpor môžeme vypočítať ako:

$$R = I/V$$

Vzorec Ohmového zákona

Keď všetky fyzikálne parametre a teploty zostanú konštantné, Ohmov zákon hovorí, že napätie na vodiči je priamo úmerné prúdu, ktorý ním prechádza.

Ohmov zákon možno vyjadriť takto:

$$V \propto I \text{ alebo } V = I \times R$$

Kde:

- R je konštanta proporcionality známa ako odpor
- V je použité napätie
- I je prúd pretekajúci elektrickým obvodom.

Vyššie uvedený vzorec je možné zmeniť na výpočet prúdu a odporu aj takto:

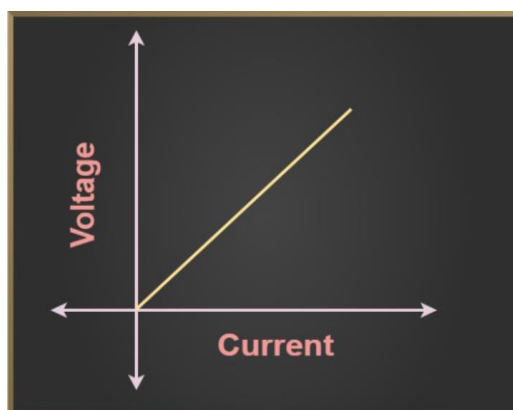
Podľa Ohmového zákona je prúd pretekajúci vodičom: $I = V/R$

Podobne odpor možno definovať ako $R = V/I$

Graf Ohmového zákona

Ohmov zákon je fantastický nástroj na pochopenie elektriny, no má svoje hranice. Aby to bolo skutočne presné, veci musia zostať stabilné vo vnútri okruhu, najmä teplota. Predstavte si diaľnicu pre elektróny – taký je okruh. Ohmov zákon nám pomáha predpovedať, koľko premávky (prúdu) bude plynule prúdiť na základe použitého tlaku (napätia). Ak sa však diaľnica príliš zahreje (teplota sa zvýši), veci sa môžu spomaliť. Je to preto, že niektoré materiály, ako napríklad vlákno v žiarovke, vedú elektrinu pri vyšších teplotách inak. Keď sa žiarovka zahrieva s väčším prúdom, ktorý ňou prechádza, tok elektriny sa stáva menej predvídateľným, čo spôsobuje odchýlku od Ohmovho zákona. Inými slovami, Ohmov zákon funguje najlepšie, keď teplota v okruhu zostáva konštantná.

Graf závislosti napätia od prúdu pre ohmický odpor je znázornený na obrázku nižšie:



Ohmová zákonná jednotka

Existujú tri fyzikálne veličiny, ktoré sú spojené s Ohmovým zákonom, ktoré zahŕňajú:

- Prúd
- Napätie
- Odpor

V tabuľke pridanej nižšie sú uvedené rôzne symboly a ich jednotky:

Fyzická kvantita	Jednotka merania	Jednotková skratka
Prúd (C)	Ampere	A
Napätie (V)	Volt	V
Odpor (R)	Ohm	Ω

Rovnice Ohmového zákona

Ohmov zákon poskytuje tri rovnice, ktoré sú:

- $V = I \times R$
- $I = V/R$
- $R = V/I$

Kde:

- V je napätie,
- I je prúd,
- R je odpor.

Vzťah medzi napätím, prúdom a odporom: Ohmov zákon

Vzťah medzi napätím, prúdom a odporom možno ľahko pochopiť pomocou vzorca,

$$V = IR$$

Kde:

- V je napätie,
- I je prúd,
- R je odpor.

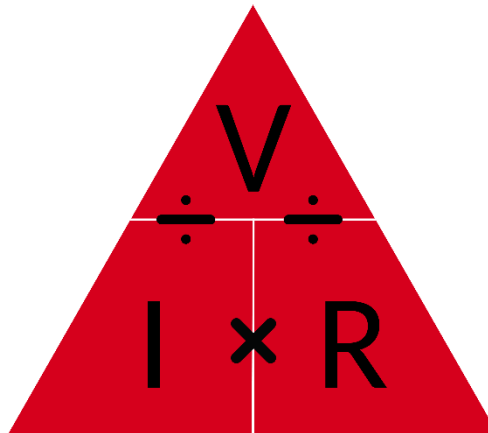
Tento vzorec môžeme analyzovať pomocou tabuľky uvedenej nižšie,

Napätie	Aktuálne	Odpor
2 V	1/2 A	4 Ω
4 V	1 A	4 Ω

8 V	2 A	4 Ω
-----	-----	-----

Trojuholník Ohmového zákona

Mali ste niekedy problém zapamätať si spojenie medzi napätím, prúdom a odporom v obvode? Trojuholník Ohmového zákona je vašou tajnou zbraňou! Tento praktický vizuálny nástroj vám pomôže pochopiť a zapamätať si vzťah medzi týmito tromi kľúčovými elektrickými hráčmi: prúd (I), napätie (V) a odpor (R). Predstavte si trojuholník ako mapu. Pozícia každého prvku v trojuholníku vám povie vzorec, ktorý treba vyriešiť pre chýbajúci kúsok. Je to rýchly a jednoduchý spôsob, ako si osviežiť pamäť, či už ste inžinier alebo sa len snažíte pochopiť základy elektriny.



Vektorová forma Ohmového zákona

Vzťah medzi prúdom a napätím je stanovený Ohmovým zákonom a jeho vektorová forma je:

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$$

Kde:

- \mathbf{j} je vektor hustoty prúdu,
- \mathbf{E} je vektor elektrického poľa a
- σ je vodivosť materiálu.

Rezistivita (Merný elektrický odpor)

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



Prekážka, ktorej čelia elektróny pri pohybe v akomkoľvek materiáli, sa nazýva rezistivita materiálu. Nech rezistor s dĺžkou 'l' a prierezovou plochou 'A' má odpor R. Potom vieme:

- Odpor je priamo úmerný dĺžke rezistora, t.j. $R \propto l$... (1)
- Odpor je nepriamo úmerný prierezovej ploche rezistora, t.j. $R \propto 1/A$... (2)
- Kombinovaním rovníc (1) a (2):

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad R = \rho l / A$$

Kde ρ je konštanta úmernosti nazývaná koeficient odporu alebo rezistivita.

Teraz, ak $l = 1 \text{ m}$ a $A = 1 \text{ m}^2$, vo vyššie uvedenom vzorci dostaneme:

$$R = \rho$$

To znamená, že pre rezistor s dĺžkou 1 m a prierezovou plochou 1 m² sa odpor nazýva rezistivita materiálu.

Experimentálne overenie Ohmového zákona

Ohmov zákon nám hovorí, že existuje predvídateľný vzťah medzi napätím, prúdom a odporom v elektrickom obvode. Ale ako vieme, že je to pravda? Tu je popis experimentu na overenie tohto zákona:

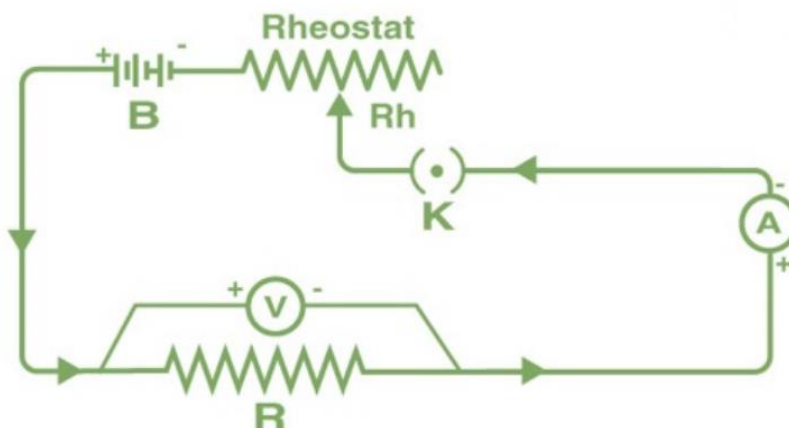
Potrebné prístroje

Na vykonanie experimentu na overenie Ohmového zákona sú potrebné nasledujúce prístroje:

- Rezistor
- Ampérmeter
- Voltmeter
- Batéria
- Zásuvný kľúč
- Reostat

Schéma zapojenia

Schéma zapojenia pre experimentálne overenie Ohmového zákona je uvedená na nasledujúcom obrázku:



Postup

Ohmov zákon nie je len teória; môžeme to otestovať! Tu je návod, ako vykonať experiment na overenie tohto zákona:

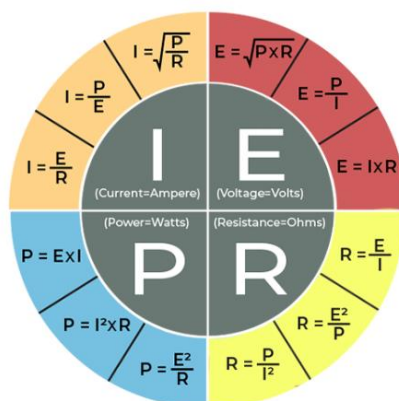
- Kľúč K sa najskôr uzavrie a reostat sa nastaví tak, aby hodnoty v ampérmetri A a voltmetri V boli minimálne.
- Potom sa prúd v obvode zvýši nastavením reostatu a zaznamená sa prúd pri rôznych hodnotách reostatu a ich príslušné napätie.
- Pre rôzne hodnoty napätia (V) a prúdu (I) sa vypočíta pomer V/I .
- Po vypočítaní všetkých pomerov V/I pre rôzne hodnoty napätia a prúdu si všimneme, že hodnota je takmer konštantná.
- Nakreslením grafu prúdu proti napätiu získame priamku. To ukazuje, že prúd je priamo úmerný napätiu a jeho sklon je odpor drôtu.

Dodržaním týchto krokov a pozorovaním takmer konštantného pomeru a priamkového grafu ste experimentovaním úspešne overili Ohmov zákon!

Koláčový graf Ohmového zákona

Žonglovanie s viacerými rovnicami na nájdenie napätia, prúdu, odporu a výkonu môže byť mäťúce. Na pomoc prichádza koláčový graf Ohmovho zákona! Tento praktický nástroj kondenzuje všetky tieto rovnice do jednoduchej vizuálnej reprezentácie, ako je uvedené nižšie.

Predstavte si, že koláčový graf je plánom na riešenie týchto elektrických problémov. Každá časť koláča predstavuje jednu premennú (napätie, prúd, odpor) a jej vzťah k ostatným dvom. Tento vizuálny prístup uľahčuje pochopenie a zapamätanie kľúčových vzorcov spojených s Ohmovým zákonom.



Tabuľka matice Ohmového zákona

Ohm's law formulas		To Calculate			
		Voltage (V)	Current (I)	Resistance (R)	Power (P)
Given parameters	Power & Resistance	$V = \sqrt{P \cdot R}$	$I = \sqrt{P/R}$	---	---
	Voltage & Power	---	$I = \frac{P}{V}$	$R = \frac{V^2}{P}$	---
	Voltage & Resistance	---	$I = \frac{V}{R}$		$P = \frac{V^2}{R}$
	Voltage & Current	---	---	$R = \frac{V}{I}$	$P = VI$
	Current & Power	$V = \frac{P}{I}$	---	$R = \frac{P}{I^2}$	---
	Current & Resistance	$V = I \cdot R$	---	---	$P = I^2 R$

Rovnako ako koláčový graf Ohmovho zákona, môžeme usporiadať jednotlivé rovnice Ohmovho zákona do vhodnej maticovej tabuľky, ako je uvedené nižšie. Táto tabuľka je užitočnou referenciou, keď potrebujete vypočítať neznámu hodnotu v obvode. Každá bunka v tabuľke zobrazuje vzorec na výpočet špecifickej neznámej premennej (napätie, prúd alebo odpor) na základe dvoch známych hodnôt. Napríklad, ak poznáte prúd (I) a odpor (R) v obvode, môžete použiť vzorec v riadku "Napätie (V)" na výpočet napätia (V).

Táto tabuľka je skvelý spôsob, ako rýchlo nájsť správnu rovnicu, kedykoľvek pracujete s Ohmovým zákonom!

Využitie Ohmového zákona

Ohmov zákon je hviezdou, pokiaľ ide o pochopenie elektriny v obvodoch. Umožňuje vám nájsť chýbajúci parameter (napätie, prúd alebo odpor), pokiaľ poznáte ďalšie dva!

Tu je niekoľko spôsobov, ako sa Ohmov zákon uplatňuje v praxi:

- Zapnite svoje výpočty: Zisťovanie výkonu v obvode je hračkou.
- Udržiavanie rovnováhy napätia: Ohmov zákon pomáha zabezpečiť, aby sa správne napätie dostalo do rôznych častí vášho obvodu.
- Sledovanie obvodu: Potrebujete nájsť napätie, odpor alebo prúd v obvode? Ohmov zákon je váš obľúbený nástroj.
- Súčasná mágia presmerovania: Ohmov zákon dokonca hrá úlohu pri presmerovaní prúdu v určitých elektrických komponentoch.

Ohmov zákon v akcii: Odhalenie vzťahu medzi prúdom a napätím

Predstavte si graf s napätím na osi y a prúdom na osi x. Vďaka Ohmovému zákonu bude tento graf pre konštantný odpor rovný. Pomer napätia k prúdu (V/I) zostáva konzistentný, čo vysvetľuje priamku.

Nájdenie záhadného odporu

Tento konštantný pomer (V/I) je kľúčom k odomknutiu neznámych hodnôt odporu. Pri drôtoch s rovnomerným prierezom závisí odpor od dvoch vecí: dĺžky a plochy drôtu. Úlohu zohráva aj teplota – odpor sa môže meniť so zvyšujúcou sa teplotou.

V texte sa spomína vzorec pre odpor pri konkrétnej teplote, ale nezachádza do detailov. Ak máte záujem dozvedieť sa viac o tomto konkrétnom vzorci, môžem poskytnúť nejaké zdroje na ďalšie skúmanie.

$$R = \rho L / A$$

Kde:

- ρ je špecifický odpor alebo rezistivita a je charakteristikou materiálu drôtu.

Špecifický odpor alebo rezistivita drôteného materiálu je,

$$\rho = RA / L$$

Výpočet elektrického výkonu pomocou Ohmového zákona

Definujeme elektrický výkon ako výkon potrebný na vykonanie rôznych prác elektrickými nábojmi. Miera spotreby elektrickej energie sa nazýva elektrický výkon. Jednotkou merania elektrického výkonu je watt. Použitím Ohmovho zákona môžeme ľahko vypočítať výkon elektrického obvodu. Vzorec na výpočet elektrického výkonu je:

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



$$P = VI$$

Kde:

- P je výkon obvodu,
- V je napätie v obvode,
- I je prúd prechádzajúci obvodom.

Vieme, že pomocou Ohmového zákona:

$$V = IR$$

Použitím vzorca na výkon dostaneme:

$$P = V^2/R$$

tento vzorec je užitočný, keď poznáte prúd a odpor, ale nie napätie:

$$P = I^2R$$

Obmedzenia Ohmového zákona

Rôzne obmedzenia Ohmového zákona sú:

- **Ohmov zákon neplatí pre jednosmerné siete.** V jednosmerných sieťach môže prúd pretekať iba jedným smerom. V týchto sieťach sa používajú diódy, tranzistory a iné elektronické súčiastky.
- **Nelineárne komponenty sú tiež vyňaté z Ohmového zákona.** Nelineárne komponenty majú prúd, ktorý nie je úmerný aplikovanému napätiu, čo znamená, že hodnota odporu týchto prvkov sa mení v závislosti od napätia a prúdu. Tyristor je príkladom nelineárneho prvku.

Analógie Ohmového zákona

Existujú rôzne analógie, ktoré boli v minulosti použité na vysvetlenie Ohmového zákona. Medzi najbežnejšie patria:

- Analógia vodovodného potrubia
- Teplotná analógia

Podme si tieto analógie podrobnejšie rozobrať.

Analógia vodovodného potrubia pre Ohmov zákon

Na lepšie pochopenie Ohmového zákona môžeme použiť analógiu vodovodného potrubia, ktorá prirovnáva tok elektriny k toku vody cez potrubia. V tejto analógii predstavuje tečúca voda elektrický prúd.

Rovnako ako voda preteká potrubiami, keď je aplikovaný tlak, elektrický prúd preteká obvodom, keď je aplikované napätie. V elektrickom obvode je napätie nevyhnutné na pohyb prúdu, podobne ako tlak v systéme vodovodných potrubí umožňuje tok vody.

Ak sa zvýši tlak v potrubí, pretečie ním viac vody. Podobne, podľa Ohmového zákona, ak sa zvýši napätie v elektrickom obvode, pretečie ním viac prúdu.

Teplotná analógia

Podobne môžeme porovnať teplotný okruh s ohmickým vodičom. Tu teplotný gradient funguje podobne ako napätie a tok tepla funguje podobne ako prúd.

Úlohy na použitie Ohmového zákona

Na riešenie úloh použite naše online laboratórium: <https://lab.oleeproject.eu/#>

Úloha č.1 : Nájdite odpor elektrického obvodu s napätím 15 V a prúdom 3 mA.

Úloha #2 : Ak je odpor elektrickej žehličky 10 Ω a cez odpor preteká prúd 6 A. Nájdite napätie medzi dvoma bodmi.

Úloha č. 3 : Nájdite prúd prechádzajúci vodičom s hodnotou 20 voltov, keď je ním odoberaný výkon 60 wattov.

Úloha č. 4 : K žiarovke s odporom 4 Ω sa pripojí batéria 6 V. Nájdite prúd prechádzajúci žiarovkou a výkon obvodu.

Postup riešenia úloh

Úloha č.1: Nájdite odpor elektrického obvodu s napätím 15 V a prúdom 3 mA.

Riešenie

Vzhľadom na to:

- $V = 15 \text{ V}$
- $I = 3 \text{ mA} = 0,003 \text{ A}$

Odpor elektrického obvodu je daný ako:

$$R = V/I$$

1. $R = 15 \text{ V} / 0,003 \text{ A}$
2. $R = 5000 \Omega$
3. $R = 5 \text{ k}\Omega$

Odpor elektrického obvodu je 5 k Ω .

Úloha #2: Ak je odpor elektrickej žehličky 10Ω a cez odpor preteká prúd 6 A . Nájdite napätie medzi dvoma bodmi.

Riešenie

Vzhľadom na to:

$$\square \quad I = 6 \text{ A}, R = 10 \Omega$$

Vzorec na výpočet napätia je nasledujúci:

$$V = I \times R$$

1. $V = 6 \text{ A} \times 10 \Omega$
2. $V = 60 \text{ V}$

Napätie medzi dvoma bodmi je **60 V**.

Úloha č. 3: Nájdite prúd prechádzajúci vodičom s hodnotou 20 voltov, keď je ním odoberaný výkon 60 wattov.

Riešenie:

Podľa Ohmovho $P = VI$

Dané: $P = 60$ wattov , $V = 20$ voltov

1. $I = P/V$
2. $I = 60/20$
3. $I = 3 \text{ A}$

Prúd pretekajúci vodičom je **3A**

Úloha č. 4: K žiarovke s odporom 4Ω sa pripojí batéria 6 V . Nájdite prúd prechádzajúci žiarovkou a výkon obvodu.

Riešenie:

Vzhľadom na to:

- $\square \quad V = 6 \text{ V}$
- $\square \quad R = 4 \Omega$

My to vieme:

$V = IR$ (Ohmov zákon)

1. $6 = 4R$
2. $I = 6 \div 4 = 1,5 \text{ A}$

2021-1-DE02-KA220-VET-000029587

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.



3. $I = 1,5 \text{ A}$

- a) teda prúd pretekajúci žiarovkou je 1,5 A
b) pre výkon obvodu: $P = VI$

1. $P = (6) (1,5)$
2. $P = 9 \text{ wattov}$

Výkon obvodu je teda **9 wattov**.