

T07-Elektronika - výber časti na opakovanie – časť 1 (ďalšie študijné texty)

Zostavil © Viliam Kopecký

Použitá literatúra:

- L. Voženilek, M. Rešatko: Základy elektrotechniky I
- štúdijné texty, videa a vedomostné databázy spoločnosti MARKAB s.r.o., Žilina,
- štúdijné texty voľne prístupné na webe

OBSAH

- A – Elektrická vodivosť
- B – Elektrický odpor
- C – Sériové a paralelné zapájanie rezistorov
- D – Schémy zapojenia, zapojenie LED

A – Elektrická vodivosť

Elektrická vodivosť je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje schopnosť vodiča viesť elektrický prúd. Je prevrátenou hodnotou elektrického odporu.

Čím väčšia je elektrická vodivosť, tým väčší elektrický prúd prechádza vodičom pri rovnakom napätí. Dobrý vodič má vysokú hodnotu vodivosti, zlý vodič má nízku hodnotu vodivosti.

- Symbol veličiny (elektrická vodivosť): **G**
- Základná jednotka elektrickej vodivosti : **Siemens**
- značka jednotky: **S** (odvodenie v sústave SI: $S = m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2 = \Omega^{-1}$)

Elektrická vodivosť je definovaná vzťahom: $G = \frac{I}{U}$

kde I je elektrický prúd pretekajúci vodičom a U je elektrické napätie na koncoch vodiča.

Elektrickú vodivosť G je možné vypočítať z vlastností vodiča podľa vzťahu: $G = \sigma \frac{S}{l}$

kde σ je konduktivita látky, S v tomto vzorci je obsah prierezu vodiča, l je dĺžka vodiča.

Elektrická vodivosť je prevrátená hodnota elektrického odporu R : $G = \frac{1}{R}$

Kde R je odpor vodiča v Ω (ohm)

Elektrická vodivosť sa udáva v jednotkách SIEMENS (značka S)

Konduktivita (merná elektrická vodivosť):

Konduktivita je fyzikálna veličina, ktorá popisuje schopnosť látky dobre viesť elektrický prúd. Látka, ktorá je dobrým vodičom, má vysokú hodnotu konduktivity, zle vodiace látky majú nízku hodnotu konduktivity. Konduktivita závisí tiež na teplote, najmä u polovodičov je táto závislosť veľmi významná.

Symbol – označovanie konduktivity: σ

Jednotka v sústave SI : siemens / meter, značka jednotky: **S / m**

Technická jednotka: siemens meter / milimeter štvorcový (**Sm / mm²**)

Konduktivitu možno vyjadriť ako prevrátenou hodnotou rezistivity : $\sigma = \frac{1}{\rho}$

kde ρ je merný elektrický odpor (rezistivita)

Ak je známa elektrická vodivosť jednoliateho bloku látky, je možné konduktivitu vypočítať podľa vzťahu :

$$\sigma = \frac{IG}{S}$$

kde l je dĺžka telesa, na ktoré je priložené napätie, S je obsah kolmého prierezu, **G** je elektrická vodivosť telesa.

B – Elektrický odpor

Elektrický odpor je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje schopnosť materiálu zabraňovať prechodu elektricky nabitých častíc. Je definovaný ako podiel napätia a prúdu prechádzajúceho predmetom následkom tohto napätia.

Výraz pre výpočet elektrického odporu (podľa Ohmovho zákona): $R = \frac{U}{I}$

Ohmov zákon pre časť elektrického vodiča:

elektrický prúd pretekajúci vodičom je priamo úmerný rozdielu elektrických napätí na koncoch vodiča a nepriamo úmerný elektrickému odporu vodiča:

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

Z Ohmovho zákona vyplýva, že podiel U/I je pre daný vodič konštantný a nezávislý od napätia alebo prúdu vo vodiči.

Potom pre každý vodič môžeme zaviesť charakteristickú veličinu – **elektrický odpor R** .

Vodiče, pre ktoré platí Ohmov zákon, nazývame lineárne (ohmické), ostatné vodiče nazývame nelineárne.

- **značkou** elektrického odporu je **R**
- **jednotkou** elektrického odporu je **ohm (Ω)**
- Elektrický odpor môžeme zmerať ohmmetrom alebo za pomoci RLC mostíka. Súčiastkou s definovaným elektrickým odporom je **rezistor**.

Rezistivita (merný odpor):

Rezistivita alebo **merný elektrický odpor ρ** alebo **špecifický elektrický odpor** je fyzikálna veličina, vyjadrujúca elektrický odpor vodiča dĺžky 1 m o priereze 1 m².

Merný elektrický odpor je materiálová konštanta, charakterizujúca **elektrickú vodivosť** látky. Čím **väčší** je merný elektrický odpor, tým **menšia** je vodivosť danej látky.

Merný elektrický odpor rešpektuje skutočnosť, že rôzne materiály kladú elektrickému prúdu rôzny odpor, pretože majú rôznu štruktúru.

Základná jednotka merného elektrického odporu je [$\Omega \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$] (ohm meter štvorcový/meter), po vykrátení [$\Omega \cdot \text{m}$] a určuje ho vzťah: $\rho = \frac{RS}{l}$

kde **R** je elektrický odpor vodiča [Ω], **S** je obsah kolmého prierezu [m^2] a **l** je dĺžka vodiča [m].

C – Sériové a paralelné zapojenie rezistorov

C1 – Sériové zapojenie elektrotechnických súčiastok – všeobecne

Sériové zapojenie je zapojenie elektrotechnických súčiastok v elektrickom obvode za sebou, čo znamená, že od jednej súčiastky k druhej vedie jediný vodič.

Elektrický prúd je vo všetkých miestach sériového obvodu **rovnaký**, pretože v sériovom obvode nie sú uzly v ktorých by sa elektrický prúd rozdeľoval.

Elektrické napätie medzi svorkami jednotlivých súčiastok **je rôzne** a závisí od odporu každej zo súčiastok zapojených v takomto sériovom zapojení.

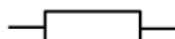
Celkový elektrický odpor v sériovom obvode **sa rovná súčtu** odporov jednotlivých súčiastok.

Pri sériovom zapojení zdrojov sa celkové elektromotorické napätie **rovná súčtu** elektromotorických napätí jednotlivých zdrojov.

Prerušenie sériového obvodu v ktoromkoľvek mieste má za následok **prerušenie celého obvodu**. Typickým použitím je preto sériové zapojenie **spínača** (alebo tiež **poistky** alebo **ističa**) a spotrebiča (vypnutím spínača sa vypne i spotrebič alebo prepálením poistky nastáva samočinné odpojenie spotrebiča od napájania).

C2 – Sériové a paralelné zapojenie rezistorov

Rezistor je súčiastka vyrobená tak, aby sa v elektrickom obvode využíval len jeho elektrický odpor. Schéma značky rezistora je na obr. C2-1

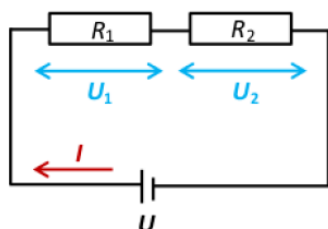


Obr. C2-1

Rezistory sa v obvode môžu zapájať rôznym spôsobom. Medzi základné zapojenia patrí sériové a paralelné zapojenie, ktoré sa ďalej kombinujú - zapojenie do hviezdy a do trojuholníka.

C21 – Sériové zapojenie rezistorov:

Pri zapojení do série sú dva alebo viac rezistorov zapojených za sebou (obr. C2-2). Sériové zapojenie je najjednoduchšie.



Obr. C2-2

Pri sériovom zapojení rezistorov napätie zdroja sa rozdelí na jednotlivé rezistory v priamom pomere ich odporov. Na väčšom odpore bude väčšie napätie a na menšom odpore bude menšie napätie.

Pre napätie zdroja platí vzťah:

kde U_i je napätie na i – tom rezistore

$$U = \sum_{i=1}^n U_i = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Pre napätie zapojenia podľa Obr. C2-2 platí vzťah: **$U = U_1 + U_2$**

V obvode pri sériovom zapojení nie je žiaden uzol – potom prúd, ktorý tečie zo zdroja a preteká všetkými rezistormi zapojenými do série, je rovnaký – platí tu vzťah:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_i = I_n \quad \text{kde } I_i \text{ je prúd, ktorý prechádza } i - \text{tým rezistorom}$$

Pomocou Ohmovho zákona $R = \frac{U}{I}$ je možné odvodiť výsledný odpor pri sériovom zapojení

potom výsledný odpor sa rovná súčtu odporov jednotlivých rezistorov:

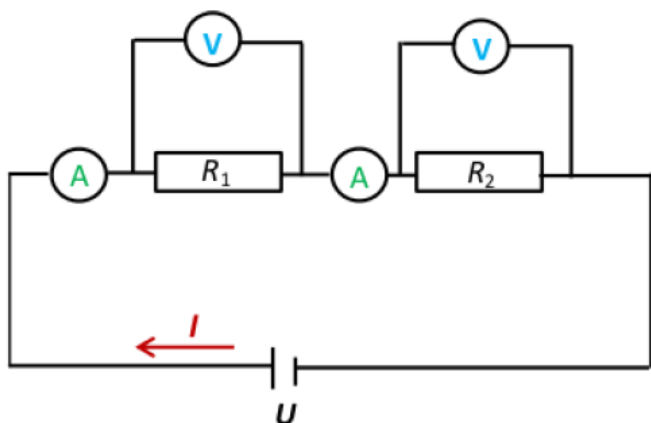
$$\text{Pre zapojenie podľa Obr. C2-2: } \frac{U}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} \Rightarrow R = R_1 + R_2$$

$$\text{Všeobecne: } R = \sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Pri sériovom zapojení rezistorov:

výsledný odpor vypočítame súčtom odporov všetkých rezistorov zapojených do série.

Príklad možného praktického overania uvedených záverov pre sériové zapojenie:

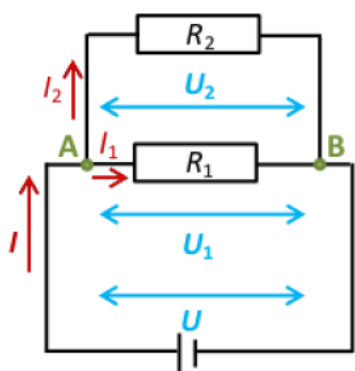


Obr. C2-3

Ak obvodom v zapojení podľa Obr. C2-3 preteká prúd I zo zdroja – ampérmetre zapojené v obvode pred rezistormi R_1 a R_2 odmerajú rovnaké hodnoty prúdu ako je hodnota prúdu zo zdroja (platí to i vtedy, keď odpory rezistorov sú rovnaké i keď sú rozdielne).

Ale ak odpory rezistorov R_1 a R_2 nie sú rovnaké, napríklad $R_1=50\Omega$ a $R_2=100\Omega$, voltmetre na jednotlivých rezistoroch odmerajú rôzne napätia (na rezistore väčšieho odporu bude namerané napätie väčšie v porovnaní s rezistorom menšieho odporu).

C22 – Paralelné zapojenie rezistorov:



Obr. C2-4

Pri paralelnom zapojení rezistorov je na všetkých rezistoroch rovnaké napätie rovné napätiu zdroja:

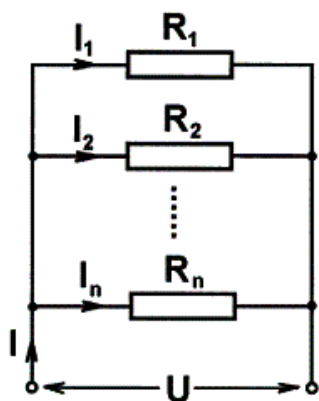
$$\text{Pre zapojenie podľa Obr. C2-4 : } U = U_1 = U_2$$

$$\text{Všeobecne: } U = U_1 = U_2 = \dots = U_i = \dots = U_n$$

kde U_i je napätie na i – tom rezistore

V obvode, podľa Obr. C2-4, sú dva uzly (A, B), potom podľa I. Kirchhoffovho zákona, pre uzol A platí vzťah:

$$I = I_1 + I_2$$



Obr. C2-5

Všeobecne tu platí vzťah:
(pozri obr. C2-5)

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Pri paralelnom zapojení rezistorov: celkový prúd zo zdroja sa rozdelí na prúdy tečúce jednotlivými rezistormi podľa veľkosti rezistorov (podľa veľkosti ich odporov). Prúdy vo vetvách sa rozdeľujú v obrátenom pomere ich odporov (cez rezistory s vyšším odporom potečú menšie prúdy v porovnaní s rezistormi s menším odporom v ktorých potečú väčšie prúdy).

Odvedenie výpočtu výsledného odporu dvoch paralelne zapojených rezistorov (pozri obr. C2-4):

použijeme Ohmov zákon (za prúdy všade dosadíme pomer napätia a príslušného odporu): $I = \frac{U}{R}$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{U * R_2 + U * R_1}{R_1 * R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 * R_2} \Rightarrow \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = R$$

Teda pre 2 paralelne zapojené rezistory R_1 a R_2 , výsledný odpor R vypočítame takto: $R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$

Odvedenie výpočtu výslednej vodivosti dvoch paralelne zapojených rezistorov (pozri obr. C2-4):

použijeme Ohmov zákon (za prúdy všade dosadíme pomer napätia a príslušného odporu): $I = \frac{U}{R}$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Rightarrow \frac{U}{R} = U * \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

elektrická vodivosť je prevrátená hodnota elektrického odporu (pozri kapitolu A): $G = \frac{1}{R} [S]$

Teda elektrickú vodivosť dvoch paralelne zapojených rezistorov vypočítame takto: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Odvedením podľa Ohmovho zákona pre výsledný odpor dostávame, že prevrátená hodnota výsledného odporu je daná ako súčet prevrátených hodnôt jednotlivých odporov

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Výsledný odpor pri paralelnom zapojení je vždy menší ako odpor ktorejkoľvek vetvy.

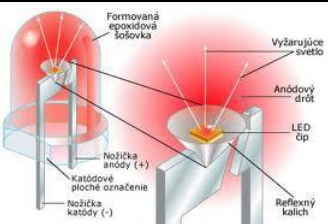
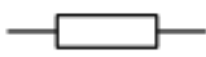
Pri paralelne zapojených rezistoroch: ak vypočítame výslednú vodivosť, prevrátenou hodnotou výslednej vodivosti dostaneme hodnotu výsledného odporu.

Príklad:

Vypočítajte výsledný odpor dvoch paralelne zapojených rezistorov (obr. C2-4). Rezistor R_1 má odpor 10 Ω a rezistor R_2 má odpor 20 Ω .

Riešenie 01:	$R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$	$R = \frac{10 * 20}{10 + 20} = \frac{200}{30} = 6,666\Omega$	$R = 6,666 \Omega$
Riešenie 02:	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = 0,1 + 0,05 = 0,15$	$R = \frac{1}{0,15} = 6,666\Omega$

D – Luminiscenčná dióda

Luminiscenčná dióda alebo svetelná dióda (iné názvy: elektroluminiscenčná dióda, LED, LED dióda, zriedkavo: svietivá dióda, žiarivá dióda, dióda emitujúca svetlo, ľudovo ledka, angl. light-emitting diode) je polovodičová elektronická súčiastka, ktorá vyžaruje úzko spektrálne svetlo, keď ňou prechádza elektrický prúd v priepustnom smere.	<table><tr><th>Farba</th><th>Napätie</th><th>Prúd</th></tr><tr><td>červená</td><td>1,9V</td><td>0,020</td></tr><tr><td>oranžová</td><td>2,0V</td><td>0,025</td></tr><tr><td>žltá</td><td>2,0V</td><td>0,025</td></tr><tr><td>zelená</td><td>2,2V</td><td>0,020</td></tr><tr><td>modrá</td><td>3,5V</td><td>0,020</td></tr><tr><td>biela</td><td>3,5V</td><td>0,020</td></tr></table>	Farba	Napätie	Prúd	červená	1,9V	0,020	oranžová	2,0V	0,025	žltá	2,0V	0,025	zelená	2,2V	0,020	modrá	3,5V	0,020	biela	3,5V	0,020	 anóda katóda ploché označenie LED 
Farba	Napätie	Prúd																					
červená	1,9V	0,020																					
oranžová	2,0V	0,025																					
žltá	2,0V	0,025																					
zelená	2,2V	0,020																					
modrá	3,5V	0,020																					
biela	3,5V	0,020																					
Rezistor - schématická značka:		LED – schématická značka:																					

Poznámka: Luminiscenčná dióda musí byť vždy zapojená v sérii s rezistorom – nesmie byť priamo pripojená na zdroj, napr. 6 V DC – zničila by sa.

LEBO – príklad pre žltú LED ku:

z katalógu žltej LED sme zistili: maximálny pretekajúci prúd cez LED je 25 mA a na LED je úbytok 2 V.

---- FINITO ----