

GRANANJE STRUJE

Neven Baničević

šk. 2025/2026



GRANANJE STRUJE

- Ako se strujni krug u nekoj točki grana, doći će u točki i do grananja struje.
- Struja koja dotječe u tu točku (ČVORIŠTE) razdjeliti će se i istovremeno će teći kroz sve grane.
- Mogu li elektroni u strujnom krugu nestati?
- Jakost struje jednaka je zbroju jakosti svih struja koje otječu iz tog čvorišta.

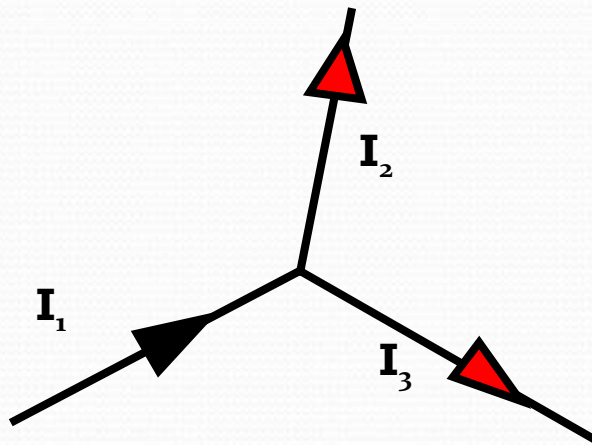


GRANANJE STRUJE

- Isto vrijedi ako u čvorište dotječe i više struja, pa na osnovu toga možemo izreći **I Kirchhoffov zakon:**
 - **Zbroj svih struja koje dotječu u neko čvorište jednak je zbroju svih struja koje otječu iz tog čvorišta**
- Kirchhoffovi zakoni temelje se na zakonima očuvanja električnog naboja i energije u električnim krugovima

KIRCHHOFFOVI ZAKONI

ZBROJ STRUJA KOJE ULAZE U STRUJNI KRUG
JEDNAK JE ZBROJU STRUJA KOJE IZLAZE IZ NJEGA.



$$I_1 = I_2 + I_3$$

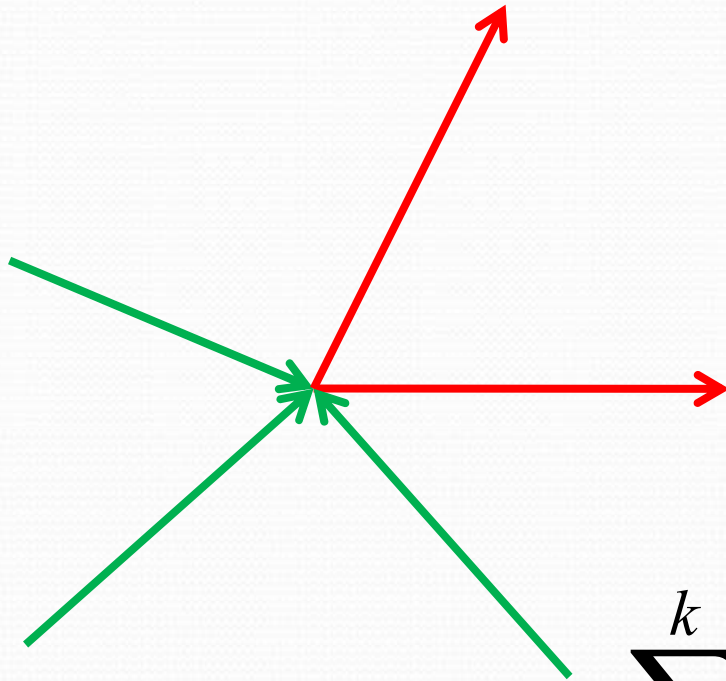
KIRCHHOFFOVI ZAKONI

- I Kirchhoffov zakon može se definirati i na sljedeći način:
 - **Algebarski zbroj struja u čvorištu jednak je nuli.**

$$\sum_{i=1}^k I_i = 0$$

- Algebarski zbroj znači da svaka struja ima svoj znak.
- Prema dogovoru se uzima da svaka struja koja ulazi u čvor je **negativna**, a koja izlazi iz čvora je **pozitivna**.

KIRCHHOFFOVI ZAKONI



$$\sum_{i=1}^k I_i = 0$$

$$-I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

KIRCHHOFFOVI ZAKONI

- **II Kirchhoffov zakon** ili Kirchhoffov zakon električnih napona.
 - **Zbroj električnih napona unutar zatvorene petlje električne mreže jednak je nuli.**

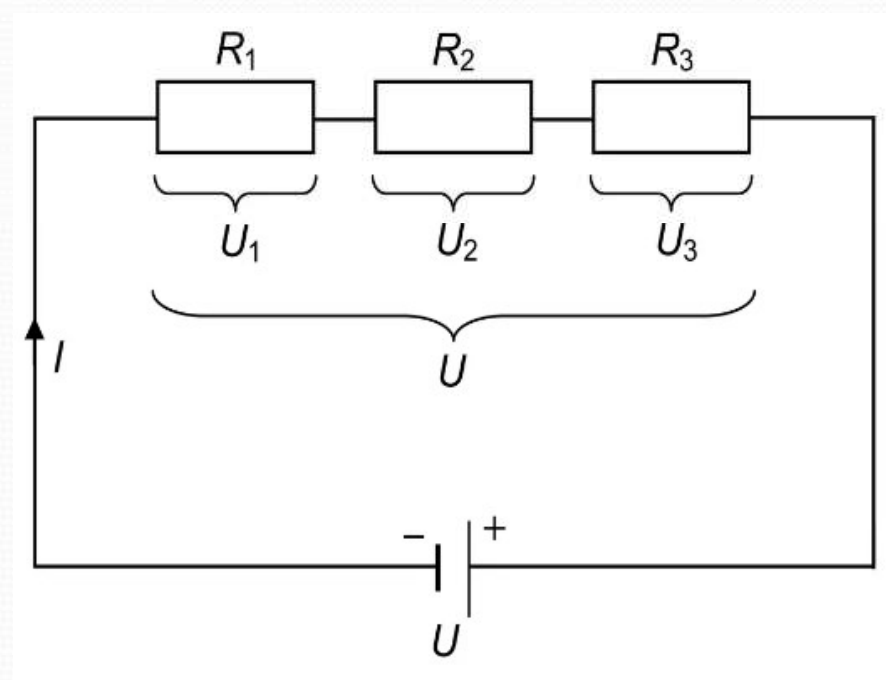
$$\sum_{k=1}^n V_k = 0,$$

$$U_1 + U_2 + U_3 - U_4 = 0$$

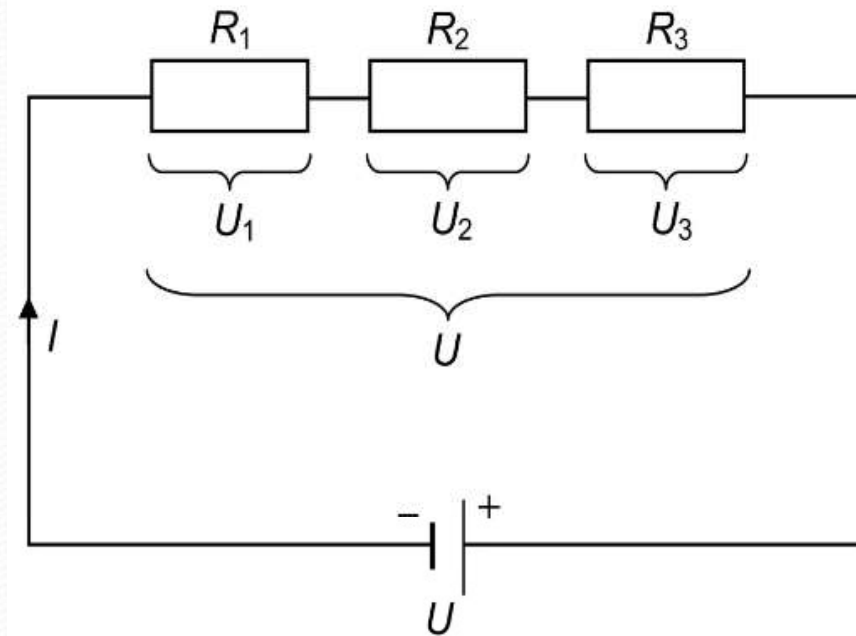
$$U_4 = U_1 + U_2 + U_3$$

SERIJSKO SPAJANJE OTPORNIKA (VODIČA)

- U svakoj točki strujnog kruga ista je jakost električne struje
- **I Kirchhoffovo pravilo:**
 - Iznos jakosti struje se ne mijenja
- **II Kirchhoffovo pravilo:**
 - Ukupni pad napona u strujnom krugu jednak je zbroju padova napona na pojedinim otpornicima



SERIJSKO SPAJANJE OTPORNIKA (VODIČA)



$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

Ukupni otpor 3 serijski spojena otpornika: $R = R_1 + R_2 + R_3$

Ukupni otpor n serijski spojenih otpornika:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i$$

POSljedICE SERIJSKOG SPAJANJA

- **SERIJSKO SPAJANJE OTPORA:**

- Svako trošilo dobija samo dio napona izvora
- Kroz svako trošilo bez obzira na njegovu nazivnu snagu prolazi struja jednake jakosti
- Otpor u strujnom krugu vrlo je velik
- Prekid u jednom trošilu prekida cijeli strujni krug

- **SERIJSKO SPAJANJE IZVORA**

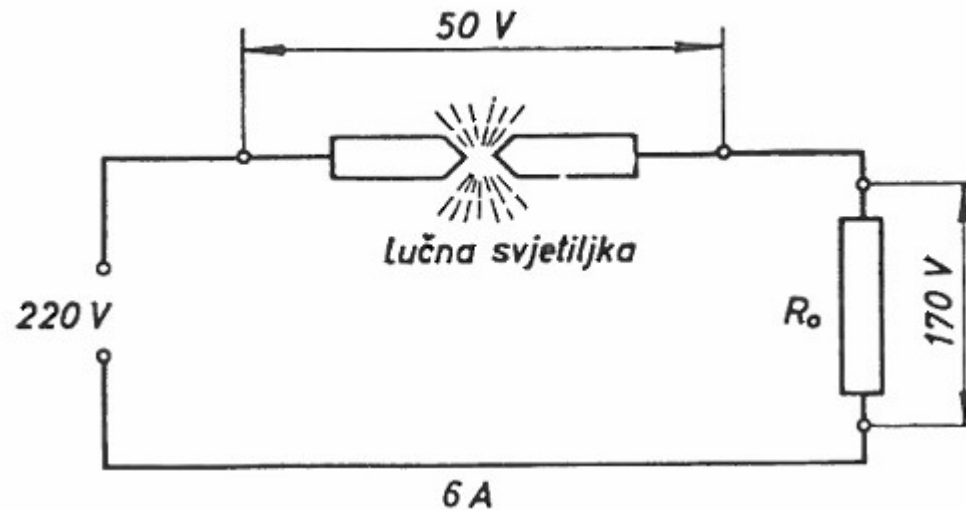
- Ukupni napon jednak je zbroju napona koje daju pojedinačni izvori
- Struja ne smije biti jača od dozvoljene struje najslabijeg izvora
- Ukupni unutarnji otpor izvora jednak je zbroju unutarnjih otpora pojedinih izvora

UPOTREBA SERIJSKOG SPAJANJA

- Serijsko spajanje upotrebljava se samo onda kad se na neki viši napon žele priključiti trošila građena za niži napon.
 - NPR: ukrasne žaruljice na jelki ili rasvjeta u tramvaju
- Pri tome sva uključena trošila moraju imati jednake otpore da bi dobivala jednake napone
- Ako je potrebno da trošilo dobije veći, a drugo trošilo manji napon, tada im otpori moraju biti različiti.

UPOTREBA SERIJSKOG SPAJANJA

- PRIMJER:



- Svjetiljka građena za 50V podnosi maksimalnu struju od 6A. Ako je spojimo na napon od 220V koliki moramo serijski spojiti otpornik koji će preuzeti višak napona?

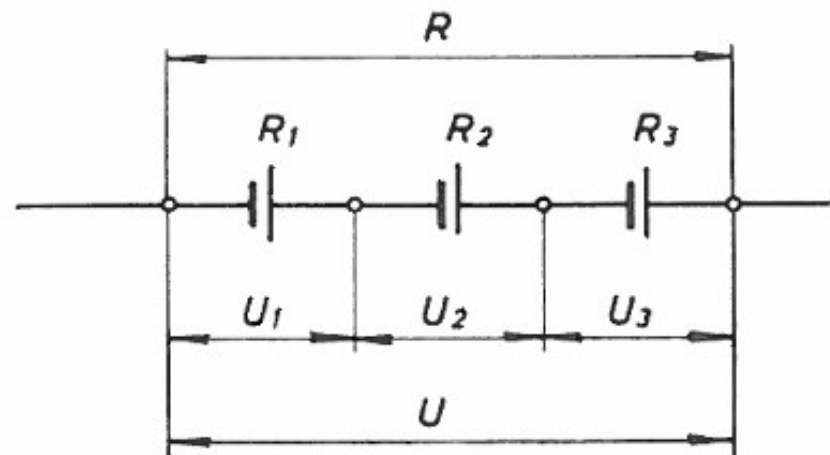
SERIJSKO SPAJANJE IZVORA

- Ako imamo izvore malog napona, a potreban nam je viši napon, spojiti ćemo nekoliko izvora serijski.
- Kako serijski spajamo izvore?
 - **Serijsko spajanje se vrši tako da se pozitivni pol jednog izvora spoji s negativnim polom sljedećeg izvora.**

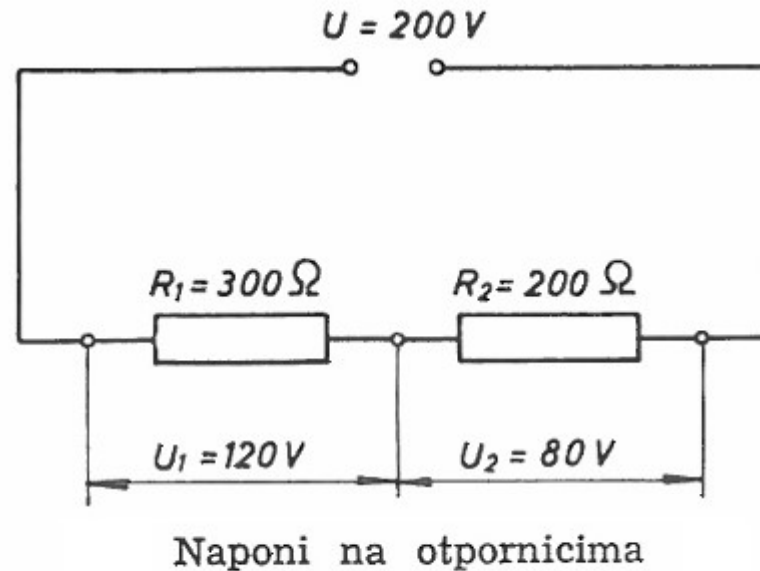
$$J_1 = J_2 = J_3 = \dots = J$$

$$U_1 + U_2 + U_3 + \dots = U$$

Serijskim spajanjem izvora dobivamo veći napon, ali se dozvoljeno strujno opterećenje ne povećava



DIJELJENJE NAPONA



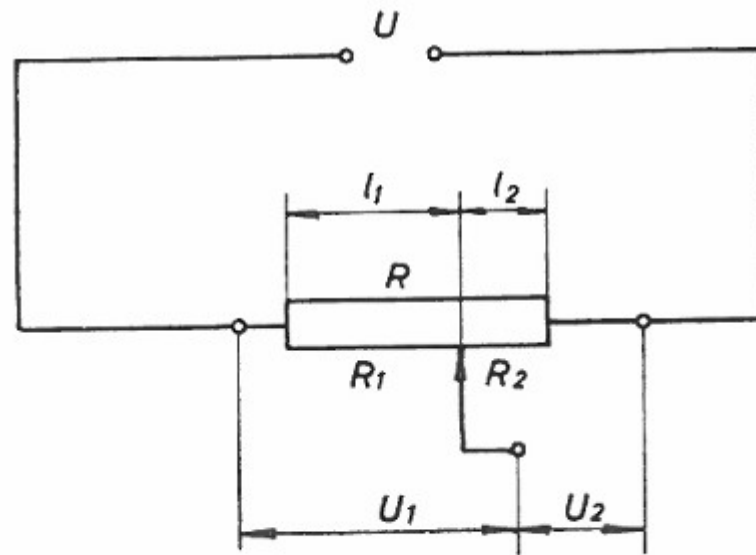
- Zaključak: Naponi na serijski spojenim otporima su razmjerni s veličinama tih otpora

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2$$

- Ovo vrijedi samo dok na smanjeni napon ne priključimo trošilo. Zašto?

POTENCIOMETAR

- Potenciometar je po konstrukciji klizni otpornik, a radi na principu dijeljenja napona.



- Klizač dijeli ukupni otpor otpornika na dva otpora $R_1:R_2$ čiji se odnos pomicanjem klizača može mijenjati.

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 = l_1 : l_2$$

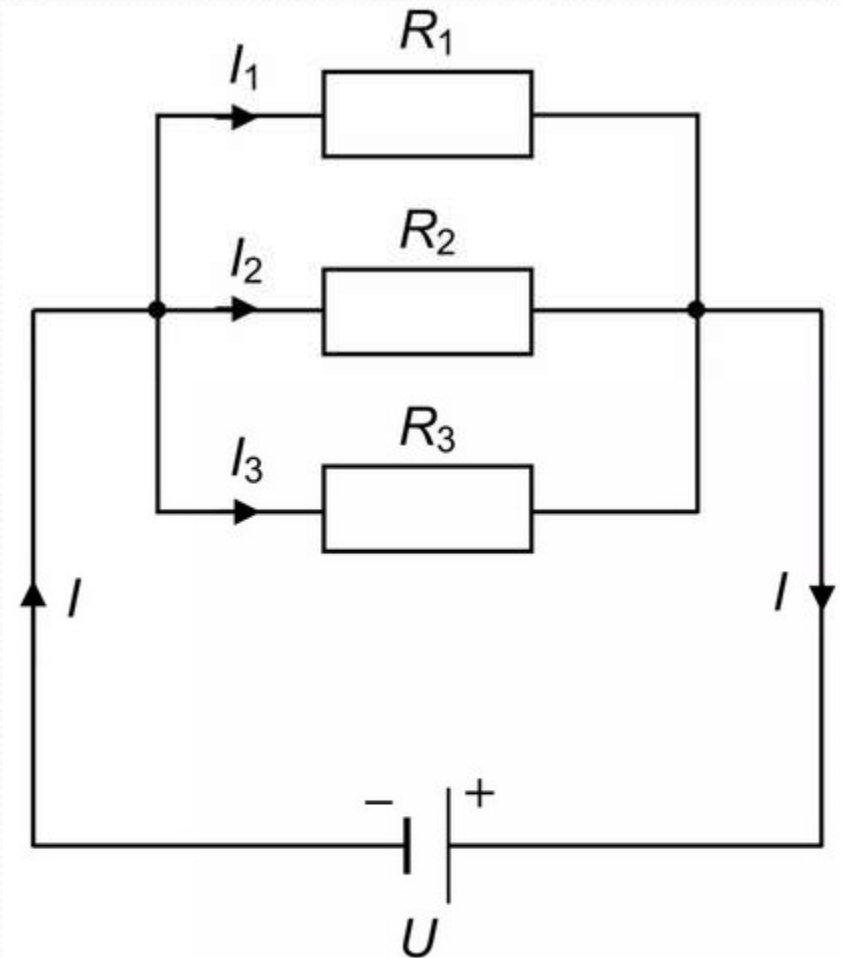
PARALELNO SPAJANJE OTPORNIKA (VODIČA)

- Pad napona na svakom paralelno spojenom otporniku je jednak.

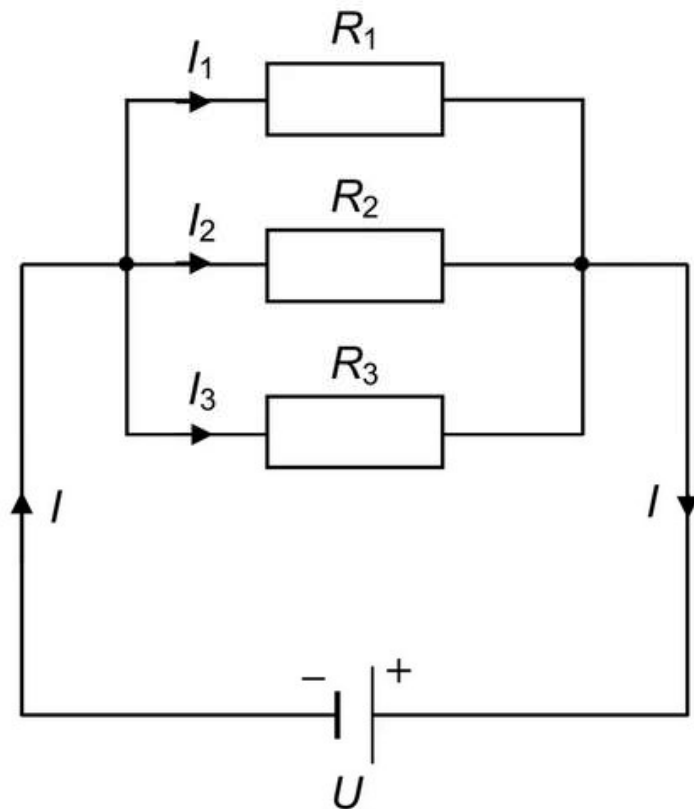
$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

- **I Kirchhoffovo pravilo:**
 - Zbroj jakosti struja koje ulaze u točku grananja jednak je zbroju jakosti struja koje izlaze iz točke grananja

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$



PARALELNO SPAJANJE OTPORNIKA (VODIČA)



$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad U = U_1 = U_2 = U_3$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U}{R_1}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R_2}$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 \Rightarrow I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U}{R_3}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad \cancel{U} = \cancel{U} + \cancel{U} + \cancel{U}$$
$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

ukupni otpor tri
paralelno spojena
otpornika

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ukupni otpor n
paralelno spojenih
otpornika

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

POSljedICE PARALELNOG SPAJANJA

- **PARALELNO SPAJANJE OTPORA:**

- Svako trošilo dobija pun napon mreže
- Kroz svako trošilo prolazi samo jedan dio ukupne struje
- Otpor uvijek je manji od najmanjeg pojedinačnog otpora
- Prekid u jednom trošilu ne prekida strujni krug

- **PARALELNO SPAJANJE IZVORA**

- Ukupni napon jednak je naponu pojedinog izvora
- Ukupni unutarnji otpor tih izvora jednak smanjuje se
- Ukupna struja jednaka je zbroju struja koje daju pojedini izvori

POSljedICE PARALELNOG SPAJANJA

- **PARALELNO SPAJANJE OTPORA:**

- Svako trošilo dobija pun napon mreže
- Kroz svako trošilo prolazi samo jedan dio ukupne struje
- Otpor uvijek je manji od najmanjeg pojedinačnog otpora
- Prekid u jednom trošilu ne prekida strujni krug

- **PARALELNO SPAJANJE IZVORA**

- Ukupni napon jednak je naponu pojedinog izvora
- Ukupni unutarnji otpor tih izvora jednak smanjuje se
- Ukupna struja jednaka je zbroju struja koje daju pojedini izvori

Zadaci

1. Koliki je ukupni otpor dvaju paralelno spojenih otpora od 72Ω i 48Ω ?
2. Koliki ukupni otpor dobijemo ako paralelno spojimo otpore od 15Ω , 30Ω , 45Ω i 90Ω ?
3. Koliki je ukupni otpor 8 paralelno spojenih žarulja ako svaka pojedina žarulja ima otpor od 700Ω ?
4. Tri otpora od 20Ω , 30Ω i 45Ω priključeni su paralelno na izvor napona 220 V .
 - a) Koliki je ukupni otpor?
 - b) Koliko jaka struja teče iz izvora?
5. Kroz dva paralelna otpora od 6Ω i 14Ω protječe ukupna struja jakosti $4,8 \text{ A}$. Koliko jaka struja protječe kroz pojedine otpore?
6. Dva paralelno spojena otpora priključena su na napon od 120 V . Koliki moraju biti ti otpori da kroz jedan protječe struja jakosti 2 A , a kroz drugi 4 A ?
7. Ukupni otpor dvaju paralelno spojenih otpora iznosi 300Ω . Koliki je drugi otpor ako prvi otpor ima 550Ω ?

Zadaci

1. Da li elektromotorna sila od 12 V može tjerati struju jakosti 2,5 A kroz strujni krug u kojem se nalaze serijski spojeni otpori od 1,2 Ω , 1,5 Ω , 0,8 Ω , 2 Ω i 0,4 Ω ?
2. U strujnom krugu sa serijski spojenim otporima od 3 Ω , 5 Ω i 7 Ω djeluje izvor struje čija je elektromotorna sila 6 V. Kolika mora biti elektromotorna sila drugog izvora da zajedno s prvim izvorom može kroz strujni krug tjerati struju jakosti 1,5 A?
3. Tri otpornika od 2 Ω , 4 Ω i 6 Ω serijski su spojena na izvor čiji je napon na stezaljkama 36 V. Koliki je ukupni otpor, jakost struje i napon na pojedinim otpornicima?
4. Deset serijski spojenih članaka, od kojih svaki ima elektromotornu silu od 1,5 V i unutarnji otpor od 0,5 Ω , tjeraju struju kroz potrošač čiji je otpor 2,5 Ω . Kolika je ukupna elektromotorna sila izvora i kolika struja teče kroz trošilo?
5. Krajevi kliznog otpornika od 120 Ω priključeni su na napon od 65 V. Koliki napon dobijemo između klizača i jednog kraja otpornika, i klizača i drugog kraja otpornika ako klizač dijeli otpor otpornika u omjeru 2 : 1?
6. Koliki su naponi u zadatku 5, ako paralelno s prvim dijelom otpornika priključimo trošilo s otporom od 60 Ω ? (U prvom dijelu su sada dva paralelno spojena otpora, pa omjer više nije 2 : 1!)
7. Voltmetar ima mjerno područje 0,5 V i unutarnji otpor 50 Ω . Kako ćemo ga moći upotrijebiti za mjerenje napona do 100 V?

