

# OSNOVE ELEKTROTEHNIKE 1

## POJMOVI – DEFINICIJE – ZADACI

Prvo obrazovno razdoblje 2014./2015.  
školske godine

Zdravko Borić, prof.

$10^1$ deka	<b>da</b>	$10^{-1}$ deci	<b>d</b>
$10^2$ hekta	<b>k</b>	$10^{-2}$ centi	<b>c</b>
$10^3$ kila	<b>k</b>	$10^{-3}$ mili	<b>m</b>
$10^6$ mega	<b>M</b>	$10^{-6}$ mikro	$\mu$
$10^9$ gigo	<b>G</b>	$10^{-9}$ nano	<b>n</b>
$10^{12}$ tera	<b>T</b>	$10^{-12}$ piko	<b>p</b>
$10^{15}$ peta	<b>P</b>	$10^{-15}$ femto	<b>f</b>
$10^{18}$ eksa	<b>E</b>	$10^{-18}$ ato	<b>a</b>
$10^{21}$ zeta	<b>Z</b>	$10^{-21}$ zepto	<b>z</b>
$10^{24}$ jota	<b>Y</b>	$10^{-24}$ joto	<b>y</b>

# Zadatak za početak!

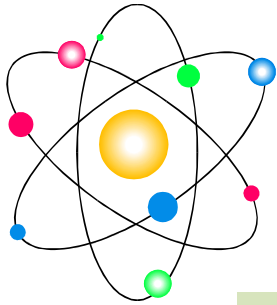
- *Prema konvenciji, protonu se pripisuje pozitivni naboj, a elektronu negativni naboj koji su istog iznosa  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  (elementarni naboj).*
- **Koliko elementarnih naboja  $n$  ima u količini naboja  $Q$  od 1C?**

$$Q = n \cdot e \Rightarrow n = Q/e = 1\text{C}/1,6 \cdot 10^{-19}\text{C} = 6,25 \cdot 10^{18}$$

Pročitaj taj broj?

**Naboj od 1C sadrži oko 6,25 trilijuna elementarnih naboja!**





## Da pojasnimo!

- Čitav je atom, tj promjer elektronskih putanja reda veličina  $2-3 \cdot 10^{-10} \text{m}$ . Jezgru atoma čine teške čestice, protoni i neutroni. Masa protona i neutrona su jednake, iznose  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ , dok je masa elektrona oko 1840 puta manja i iznosi  $9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ .

- Između protona i elektrona djeluje privlačna sila, a **između dva protona**, odnosno **dva elektrona djeluje odbojna sila**. Postojanje tih sila objašnjava se time da postoje dvije vrste električnog naboja pridruženog elementarnim atomskim česticama, protonima i elektronima, pri čemu se **jednaki naboji odbijaju**, a **različiti naboji privlače**.

• *Prema konvenciji, **protonu se pripisuje pozitivni naboj**, a **elektronu negativni naboj** koji su istog iznosa:*

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C (elementarni naboj).}$$



- Atomska jezgra helija sastoji se od 2 neutrona i 2 protona.. Kolika je odbojna sila između dvije jezgre helija koje se nalaze na udaljenosti od  $10^{-13}\text{m}$ ?

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} [N] \quad F = k \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} [N]$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \left[ \frac{C^2}{Nm^2} \right] = 8,854 \cdot 10^{-12} \left[ \frac{C}{Vm} \right]$$

$$k = 8,987 \cdot 10^9 \approx 9 \cdot 10^9 \left[ \frac{Nm^2}{C^2} \right]$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} = \frac{(2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot (2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19})}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot (10^{-13})^2} =$$

$$F = 92mN$$



- 1. Kroz poprečni presjek vodiča tokom jedne minute prostruji količina naboja  $Q = 30 \text{ C}$ . Uzevši brzinu kretanja naboja stalnom, odredite jačinu struje kroz vodič u tom vremenu?**

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{30}{1 \cdot 60} = 0,5 \text{ A}$$

- 2. Kroz poprečni presjek vodiča tokom jedne minute prostruji količina naboja  $Q = 30 \text{ C}$ . Kolika je gustoća struje ako je presjek vodiča  $2,5 \text{ mm}^2$ ?**

$$J = \frac{I}{s} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2 \text{ A/mm}^2$$

3. Električni naboj  $Q=100 \mu\text{As}$ , dok miruje u točki A, ima energiju  $W=5 \text{ mWs}$ . Koliki je potencijal točke A ?

$$\varphi = \frac{W}{Q} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-6}} = 50\text{V}$$

4. Potencijal točke A  $\varphi_A = 5\text{V}$  je , a potencijal točke B  $\varphi_B = -5\text{V}$  je . Koliki je napon  $U_{AB}$  a koliki je napon  $U_{BA}$  ?

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = 5 - (-5) = 5 + 5 = 10\text{V}$$

$$U_{BA} = \varphi_B - \varphi_A = (-5) - 5 = -10\text{V}$$

**5. Koliki je otpor bakrenog vodiča dužine 700mm a presjeka vodiča 1,5 mm<sup>2</sup>?**

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} = \frac{1}{\chi} \cdot \frac{l}{s} = \frac{1}{56} \cdot \frac{7}{1,5} = 0,0178571 \cdot 4,6666666 = 0,0833331 \Omega$$

**6. Otpor bakrenog namotaja pri 20<sup>o</sup>C iznosi 30 Ω. Za koliko se taj otpor poveća na temperaturi od 80<sup>o</sup>C?**

$$R_{\vartheta} = R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta) = 30 \cdot (1 + 0,0039 \cdot 60) = 37,02 \Omega$$



7. U nekom sklopu treba biti ugrađen otpornik od **360Ω**. Koliko metara žice treba za taj otpornik ako se uzme otporna žica od nikelina  $\rho = 0,4 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$  promjera  $d = 0,3 \text{ mm}$ ?

$$s = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,3^2 \cdot \pi}{4} = 0,07065 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \frac{l}{s} \Leftrightarrow l = \frac{Rs}{\rho} = \frac{360 \cdot 0,07065}{0,4} = 63,6 \text{ m}$$

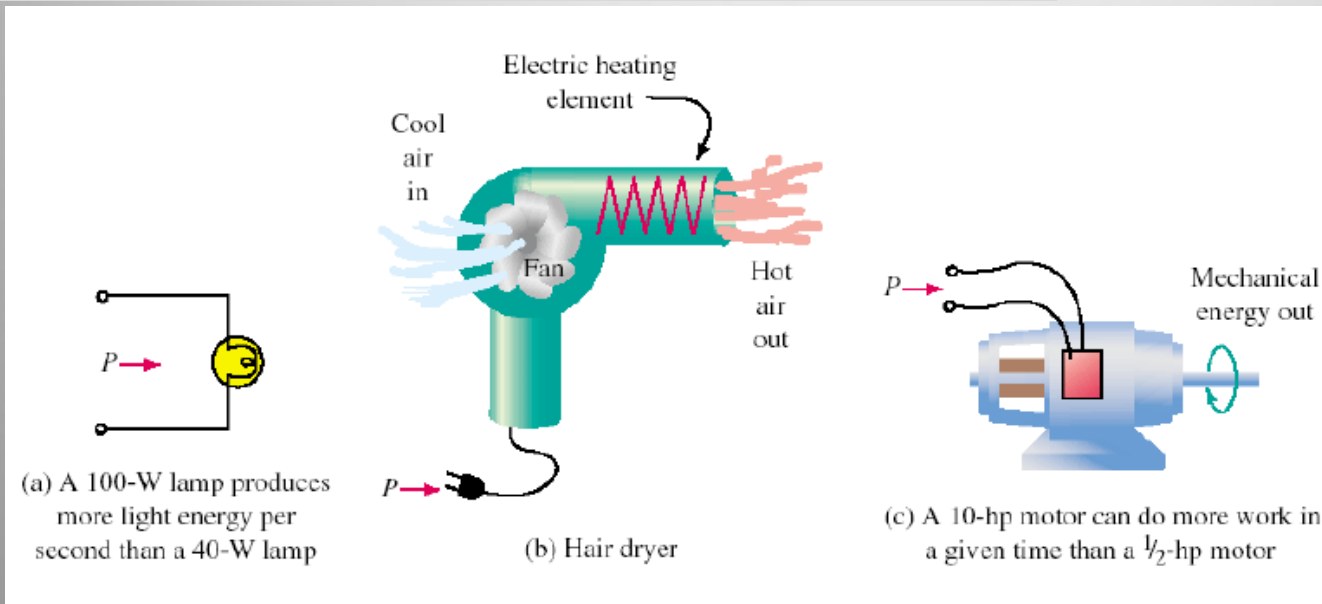
# SNAGA, RAD, ENERGIJA

## Pretvaranje električne energije

Energija se ne može ni iz čega stvoriti, a niti uništiti – zakon održanja energije. Prilikom pretvaranja energije iz jednog oblika u drugi vrijedi  $W = W_k + W_g$

**$W_k$  - korisan (željeni) oblik energije,  $W_g$  - gubitak energije.**

## Primjeri pretvaranja električne energije



Kada je strujni krug priključen na napon  $U$ , u krugu proteče električna struja  $I$ . Količina elektriciteta  $Q = I t$  koja učestvuje u tom kretanju obavlja rad:

$$A = Q U = U I t \text{ [VAs = Ws = J]}$$

Za električnu energiju, odnosno električni rad, u svakodnevnom životu često se koristi jedinica *kilovatsat*. Energija od 1 kWh odgovara radu koji je nužan da se *teret mase 100 kg podigne na visinu 3670 metara*.

$$[1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}]$$

Električna snaga je brzina kojom se neka radnja može izvršiti, a određuje se radnjom koja se izvrši u jedinici vremena ( $P = dA/dt$ ):

$$P = \frac{A}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad [W]$$

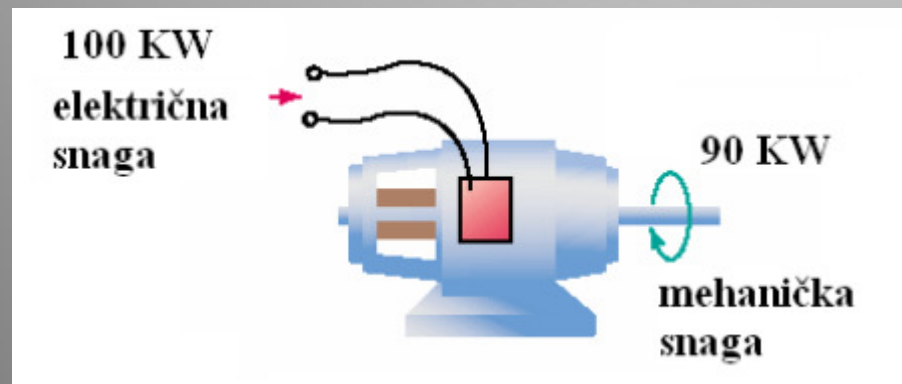
Jedinicu za rad, energiju i količinu toplote sada možemo pisati kao:  
 $1J = 1VAs = 1Ws$

**Nazivna ili nominalna snaga** - najveći dopušteni iznos snage s kojom potrošač može u pogonu trajno raditi, a da se pri tome ne ošteti.

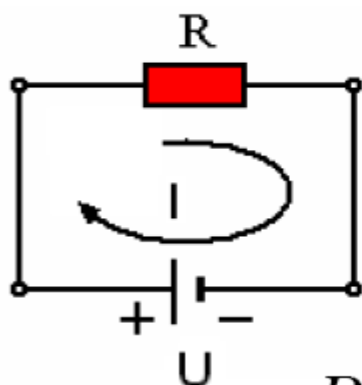
$$\eta = \frac{W_k}{W_k + W_g} = \frac{P_k}{P_k + P_g} 100 [\%]$$

**Stupanj iskorištenja**

Šta znači stupanj iskoristivosti = 90% prikazuje slika!



**Zadatak:** Odredi snagu na potrošaču ako je  $U=220\text{ V}$ ,  $R=22\ \Omega$



$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{V}}{22\Omega} = 10\text{A}$$

$$P = U \cdot I = 220\text{V} \cdot 10\text{A} = 2200\text{W} = 2,2\text{KW}$$

Kolika je energija potrošena na potrošaču za 2h ?

$$A = U \cdot I \cdot t = 220\text{V} \cdot 10\text{A} \cdot 2\text{h} = 4,2\text{KWh}$$

Kolika je cijena potrošene energije ako je  $1\text{KWh}=0,2\text{ KM}$  ?

$$4,2\text{KWh} * 0,2\text{ KM} = 0,84\text{ KM}$$

Snaga se može mjeriti: *direktno vatmetrom ili indirektno mjerenjem struje i napona.*  **$P=UI$  (W)**

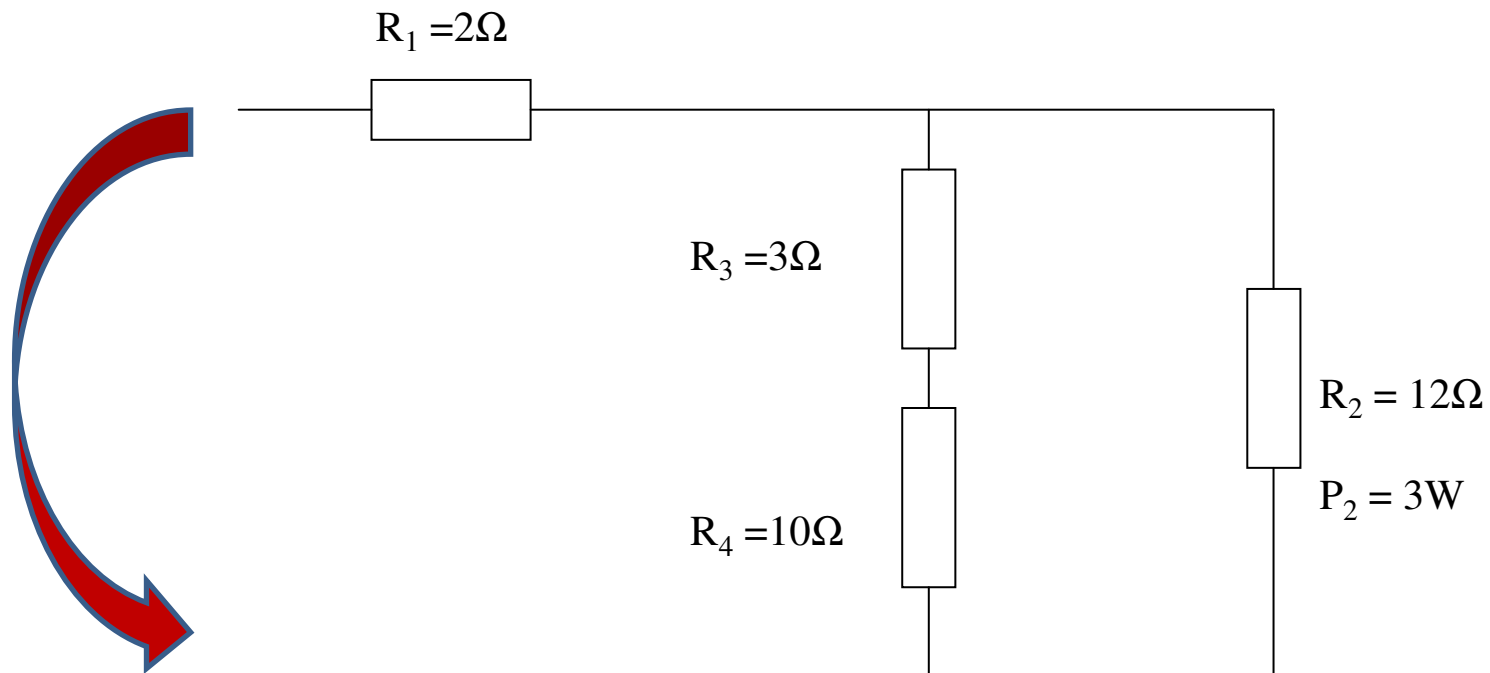
Za mjerenje električnog rada utroška električne energije, koriste se brojila.

$$W = U I t \text{ [Ws = J]}$$

$$1\text{Wh} = 3600\text{Ws} = 3600\text{J} = 3,6\text{kJ}$$

$$1\text{kWh} = 1000\text{Wh} = 3600000\text{J} = 3,6\text{MJ}$$

8. Izračunaj napon  $U$  na složenom otporu, snagu otpora  $R_3$  te snagu složenog spoja otpora.



$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \quad U_2^2 = P_2 \cdot R_2 = 3 \cdot 12 = 36 \quad U_2 = \sqrt{36} = 6V$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,5A$$

$$U_{34} = U_2 = 6V \quad I_{34} = \frac{U_{34}}{R_3 + R_4} = \frac{6}{4} = 1,5A$$

$$U_3 = I_{34} \cdot R_3 = 4,5V \quad P_3 = U_3 \cdot I_3 = 6,75V$$

$$I = I_2 + I_{34} = 2A$$

$$U = I \cdot R_1 + U_2 = 2 \cdot 2 + 6 = 10V$$

$$P = U \cdot I = 20W$$



9. Imamo sijalice snage 25W, 25W i 50W, predviđene za napon od 110V.

- a) Kako ih treba priključiti na izvor napona 220V da rade nazivnom snagom?
- b) Odredi tada jačinu struje u svakoj sijalici.



a. Ako žarulje od 25W spojimo paralelno dobit ćemo kao rezultat otpor dvostruko manji.

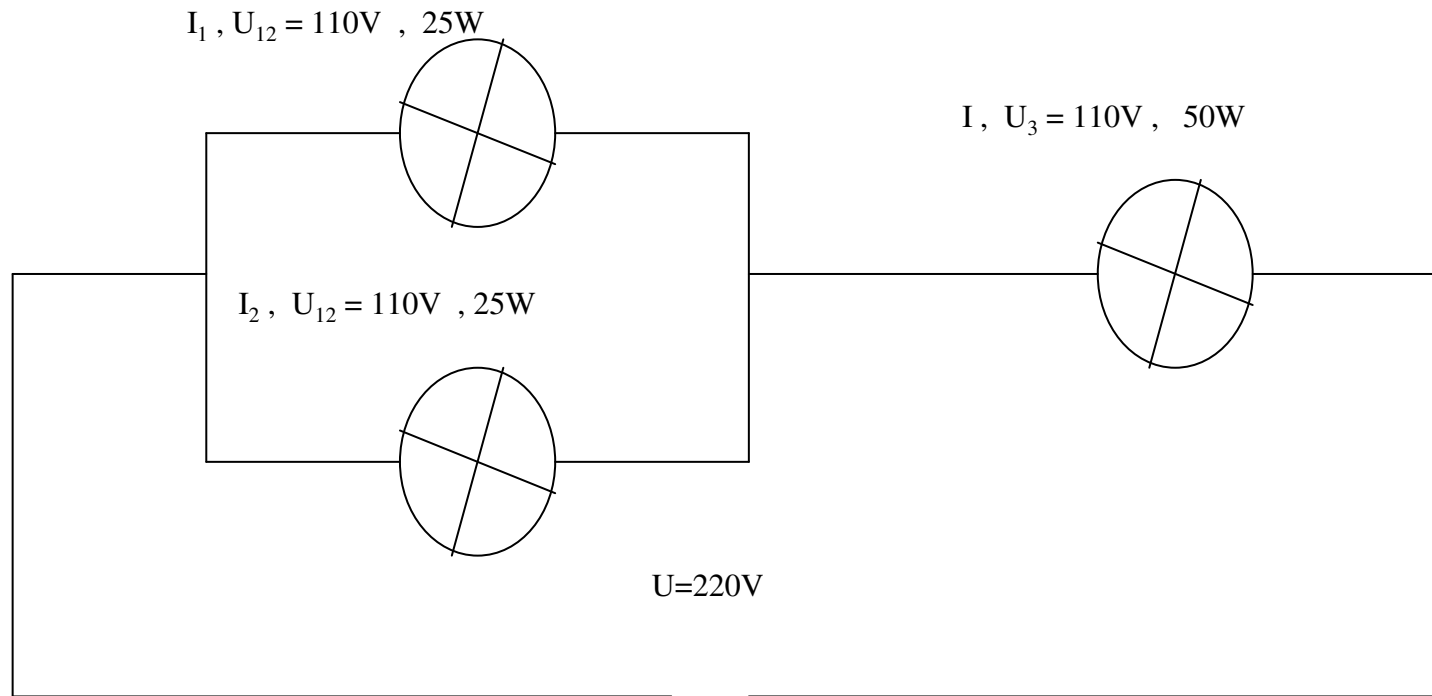
b. Iz toga dolazimo do prvog mogućeg odgovora da će paralelno spojene žarulje od 25W imati isti otpor kao i jedna žarulja od 50W, a naponi će im se jednako dijeliti.

c. Na istom naponu žarulje snage 25W ima dva puta veći otpor od žarulja snage 50W.

d. Dvije žarulje od 25W paralelno spojimo i te žarulje imaju jednak otpor kao žarulja od 50W koja se s njima treba spojiti u seriju. Stoga će se napon izvora podijeliti na dva jednaka dijela  $2 \times 110V$ .







$$P_3 = U_3 \cdot I$$

$$50 = 110 \cdot I$$

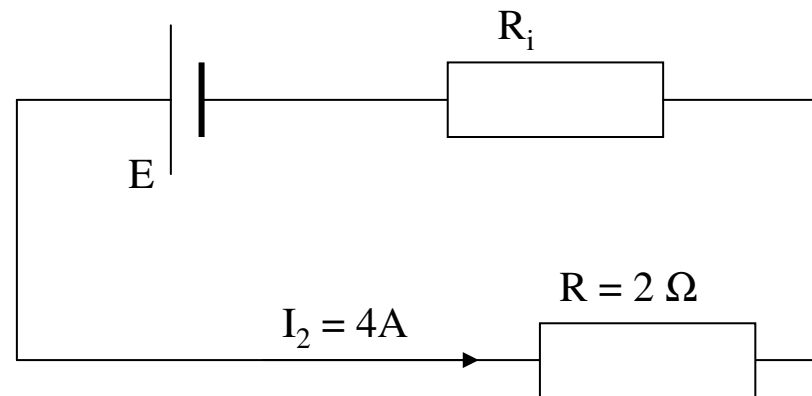
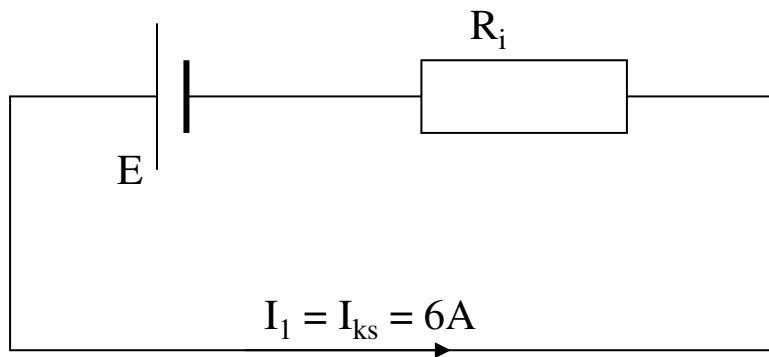
$$I = \frac{50}{110} = 0,45A$$

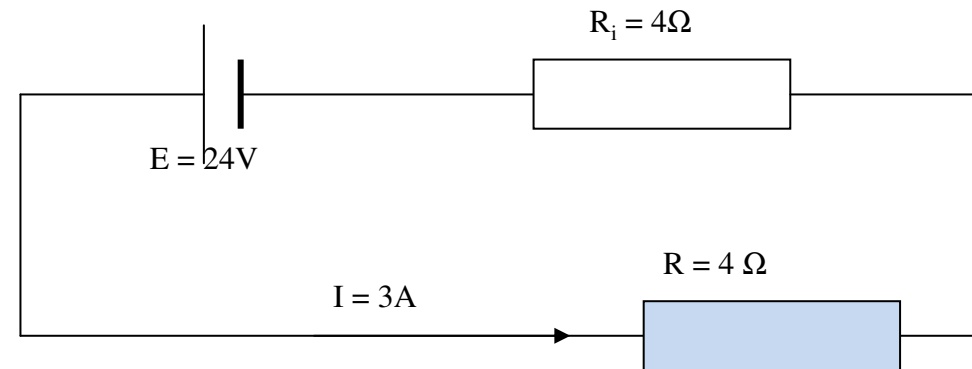
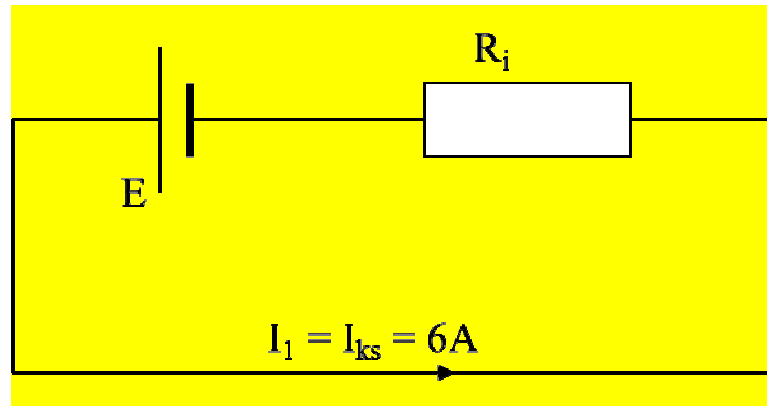
$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{0,45}{2} = 0,225A$$



10. Izvor u kratkom spoju daje struju  $I_1 = 6\text{A}$ . Ako na izvor spojimo potrošač otpora  $R = 2\Omega$ , jačina struje u krugu  $I_2 = 4\text{A}$ . Izračunaj elektromotornu silu  $E$  i unutrašnji otpor izvora  $R_i$ . Kolika je najveća korisna snaga koju može dati ovaj izvor? Nacrtaj  $U - I$  karakteristiku ovog naponskog izvora.





$$I_1 = I_{ks} = \frac{E}{R_i}$$

$$6 = \frac{E}{R_i}$$

$$E = 6R_i$$

$$E = I_2(R + R_i), E = 4 \cdot 2 + 4R_i$$

$$6R_i = 8 + 4R_i, 2R_i = 8$$

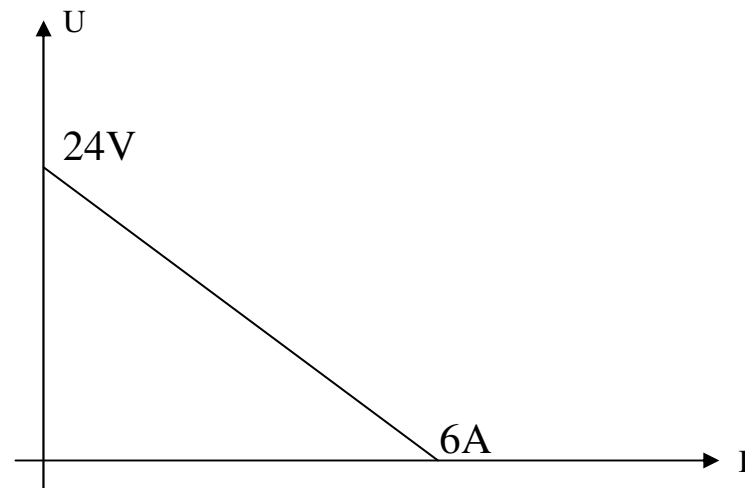
$$R_i = \frac{8}{2} = 4\Omega$$

$$E = 8 + 4 \cdot 4 = 24V$$

$$R = R_i = 4\Omega$$

$$I = \frac{24}{4 + 4} = 3A$$

$$P_{k\max} = I^2 \cdot R = 3^2 \cdot 4 = 36W$$

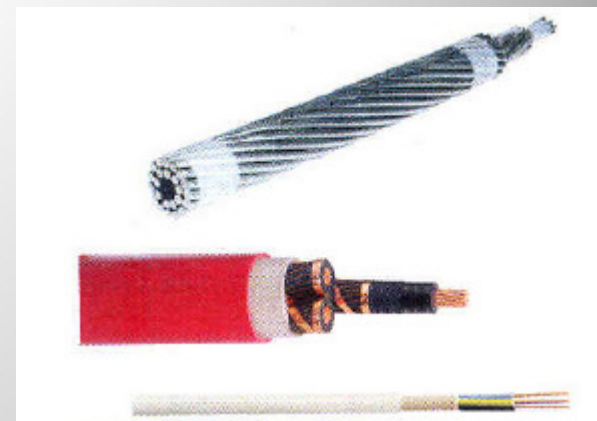


# PODJELA ELEKTRIČNIH MATERIJALA

Provodnici, izolatori i poluprovodnici

## vodiči

- materijali čija atomska struktura omogućuje slobodno kretanje elektrona iz vanjskog prstena pri sobnoj temperaturi (20 °C)
- imaju vrlo veliki broj slobodnih elektrona
- dobri vodiči - metali (kovine) / srebro, bakar, aluminij
- elektroliti (otopine soli i sl.)
- vodljive tekućine (kiseline i sl.)
- ionizirani plinovi



## Izolatori (dielektrici)

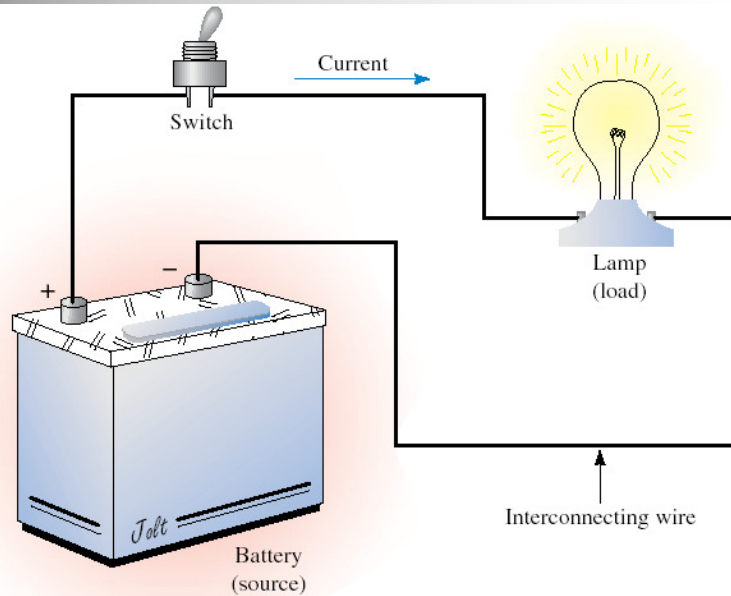
- nemaju slobodnih elektrona pri sobnoj temperaturi (20 °C)
- materijali čija atomska struktura nastoji održati elektrone u svojim prstenovima
- ne dopuštaju protok električne struje, a mogu skladištiti električni naboj (elektricitet) u kondenzatorima
- izolatori – staklo, plastika, guma, papir, zrak, umjetni materijali



## Poluvodiči

- materijali koji propuštaju struju slabije od metalnih (kovinskih) vodiča bolje od izolatora
- Poluvodiči – selen (Se), germanij (Ge), silicij (Si)
- materijali za izradu poluvodičkih elektroničkih komponenata (dioda, tranzistor i sl.)





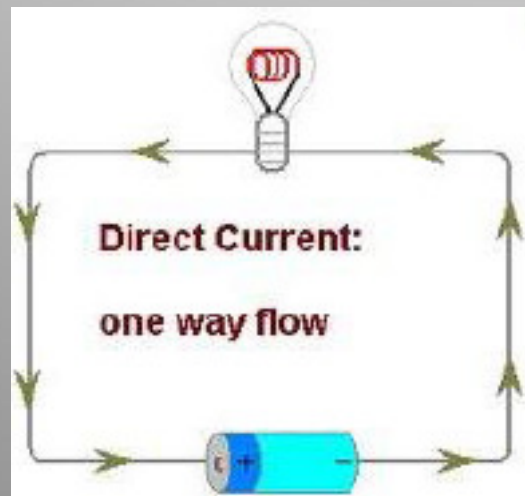
Električno nabijena tijela mogu se dobiti *odvajanjem elektrona iz atoma utroškom neke druge vrste energije*, npr. mehaničke, svjetlosne ili kemijske. Takvo odvajanje postoji u *električnom izvoru*. Zbog djelovanja energije u izvoru nastaje *elektromotorna sila (napon) E* koja uzrokuje da jedna stezaljka izvora ima višak negativnog naboja (*negativni pol*), a druga manjak negativnog naboja (*pozitivni pol*) – *između stezaljki nastaje razlika potencijala*.

## Krug istosmjerne struje

### Elektromotorni napon ili sila

*Radnja  $dW$  u izvoru pomiče naboj  $dQ$  u izvoru i stvara napon  $E$  na stezaljkama*

$$E = \frac{dW}{dQ} \left[ \frac{J}{C} = V \right]$$



Svaki *izvor* ima definiran *električni napon E* koji se mjeri u *voltima (V)*.

Napon je “*sila*” koja “*gura*” struju kroz potrošač i vodiče.

Struja “*teče*” kada se zatvori strujni krug

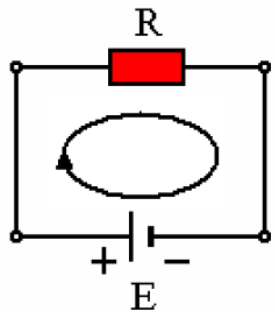
## Električni potencijal



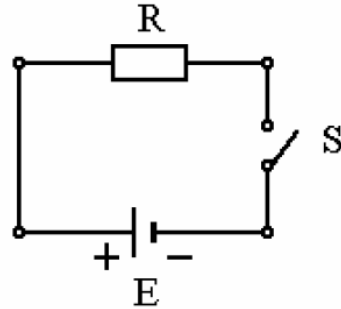
Svaka stezaljka izvora ima određeni *potencijal*. Električni potencijal označava se s  $\varphi$ , i on je skalarna veličina, mjeri se u voltima (V). *Razlika u potencijalu između bilo koje dvije točke strujnog kruga naziva se naponom,*

$$E = \varphi_2 - \varphi_1$$

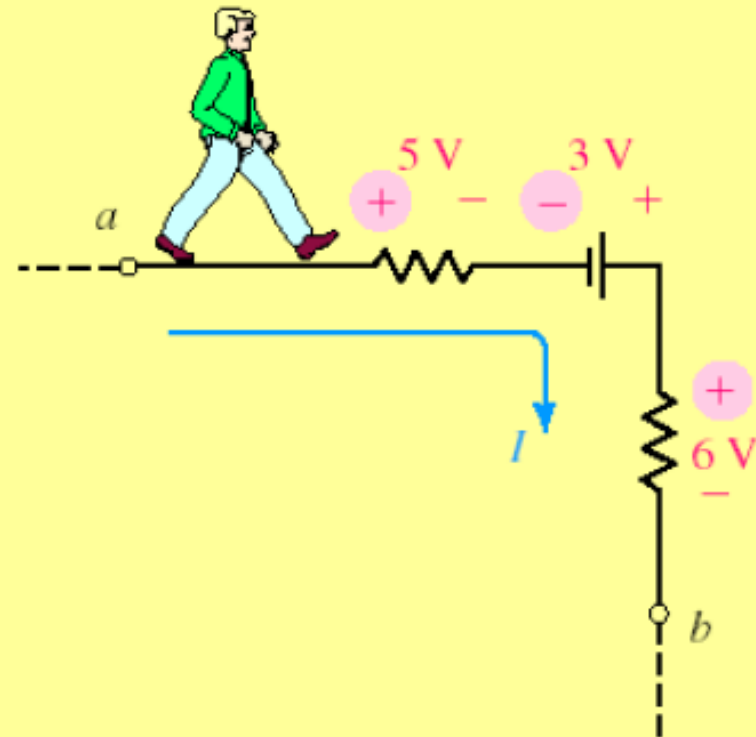
*Napon između točaka strujnog kruga može se odrediti kao razlika potencijala između promatranih točaka*



zatvoreni krug



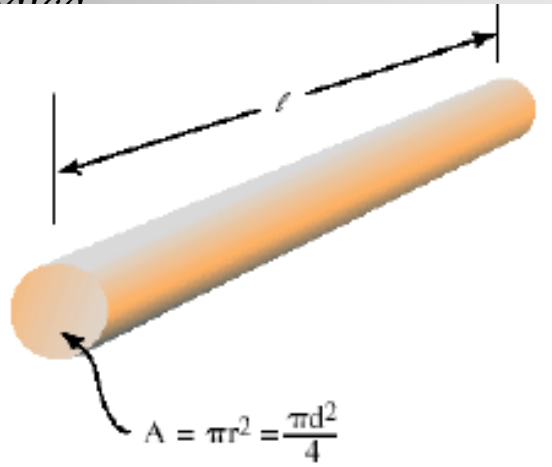
otvoreni krug



$$V_{ab} = +5\text{ V} - 3\text{ V} + 6\text{ V} = +8\text{ V}$$

## Električni otpor i vodljivost

Vodič pruža otpor prolasku električne struje – efekt sudaranja elektrona sa česticama materije. Otpor ovisi o vrsti materijala, dužini vodiča i površini poprečnog presijeka vodiča.



$$R = \rho \frac{l}{S} [\Omega] \quad G = \frac{1}{R} [S]$$

$$\rho = 1 \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right] = 10^{-6} \Omega \text{m}$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = 1 \left[ \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2} \right] = 10^6 \text{Sm}$$



## Supravodljivost

Pojava *nestanka električne otpornosti* koja nastaje kao rezultat podhlađivanja vodiča do *kritične temperature*, naziva se **supravodljivost**. Sredstvo za hlađenje je za te temperature tekući helij. Tehnologija *tekućeg helija* je vrlo složena i skupa. **Visokotemperaturni supravodiči**  $T_c = 100 \text{ K}^\circ$  – te temperature moguće je postići tekućim dušikom. Moguća područja primjene su: *prijenos energije, izgradnja jakih magneta, transport, električni uređaji, računarska tehnika, medicina* i sl.

Otpornici su elementi kruga koji **reguliraju jačinu električne struje** ili ostvaruju **pad napona u strujnom krugu**.



## ELEKTRIČNI OTPORNICI

Nosioci električnog naboja pri djelovanju ismjerelog električnog polja sudaraju se sa česticama materijala koje se nalaze u kaotičnom gibanju. **Suprotstavljanje materijala prolasku električne struje naziva se električnim otporom.** Otpor ograničava tok struje u krugu.

Njegova uloga je transformacija električnog rada u toplinu (elektrotermički uređaji, sijalice sa žarnom niti, rastalni osigurača) ili dobijanje određenog pada napona na krajevima elementa, kao što je to slučaj u raznim električnim krugovima u elektronici, gdje su oni najčešće uporabljivana pasivna komponenta.

Elementi projektirani s ciljem da u krug unesu određeni otpor, koji je velik u odnosu na otpor spojnih vodova i spojeva, nazivaju se električnim otpornicima.

Jedinica otpora je Ohm ( $\Omega$ ), a veličina otpora prema Ohmovom zakonu je:

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

Vrijednosti koje definiraju pojedini otpornik su njegova nazivna vrijednost, tolerancija te vrijednosti u % i opteretivost (maksimalno dozvoljena snaga). Opteretivost je ona snaga koju dati otpornik može primiti, a da se ne oštete njegove vitalne funkcije.

Snaga se može odrediti iz relacija:

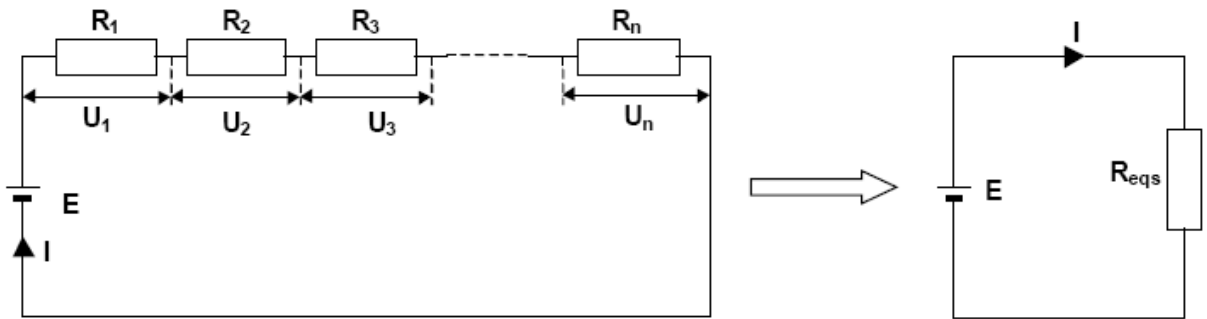
$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

a jedinica je vat (W).

Otpornici imaju različita temperaturna svojstva ovisno o upotrijebljenom materijalu.



## SERIJSKI SPOJ OTPORNIKA (potrošača)



Kako u krugu nema grananja struje očigledno je da kroz sve otpore teče ista struja:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n = I$$

$$E = I(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

Na krajevima pojedinih otpornika naponi su prema Ohmovu zakonu:

$$U_1 = R_1 I \quad , \quad U_2 = R_2 I \quad , \quad U_3 = R_3 I \quad , \quad \dots \quad , \quad U_n = R_n I$$

$$E = I(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

$$\frac{E}{I} = R_{eq_s} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

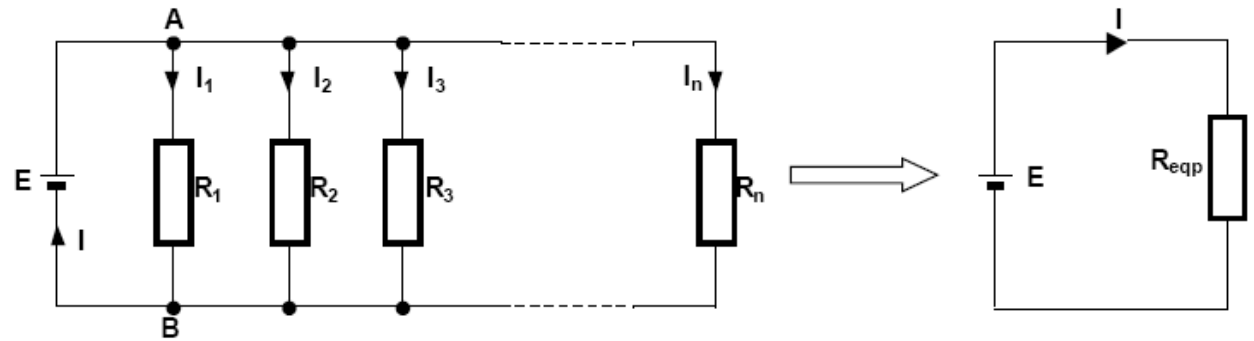
ili u kraćem obliku:

$$R_{eq_s} = \sum_{i=1}^{i=n} R_i$$

**Zaključak:** Ukupni otpor serijskog kruga jednak je zbiru pojedinačnih otpora. Serijskim spajanjem ukupni otpor raste, pa je nadomjesni otpor uvijek veći od najvećeg pojedinačnog otpora. Ako je serijski krug sastavljen od  $n$  jednakih otpora  $R$  tada je:

$$R_{eq_s} = nR$$

## PARALELNI SPOJ OTPORNIKA (potrošača)



$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n = E$$

U paralelnom spoju ukupna struja se grana na  $n$  grana. Svaki je otpornik spojen između dvije zajedničke točke (čvora)  $A$  i  $B$ , pa je razlika potencijala (električni napon) na bilo kojem otporniku jednak razlici potencijala između zajedničkih točaka. **Prema tome za paralelni spoj vrijedi da su naponi na svim otpornicima jednaki.** Ako je paralelni spoj vezan neposredno na izvor EMS, napon na svakom otporniku jednak je naponu na izvoru:

$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n = E$$

Pojedinačne struje dobiju se iz Ohmovog zakona:

$$I_1 = \frac{E}{R_1}, \quad I_2 = \frac{E}{R_2}, \quad I_3 = \frac{E}{R_3}, \quad \dots, \quad I_n = \frac{E}{R_n}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$I = E \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

$$\frac{I}{E} = \frac{1}{R_{eqp}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

**Zaključak:** Recipročna vrijednost nadomjesnog otpora paralelnog kruga jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti pojedinačnih otpora. Paralelnim spajanjem ukupni se otpor smanjuje, pa je nadomjesni otpor uvijek manji od najmanjeg pojedinačnog otpora.

Budući da je recipročna vrijednost otpora  $R$  jednaka vodljivosti  $G$  ( $G=1/R$ ), nadomjesni otpor može se lakše odrediti računajući s odgovarajućom vodljivošću mreže. Zamjenom otpora vodljivostima dobije se nadomjesna vodljivost paralelnog spoja:

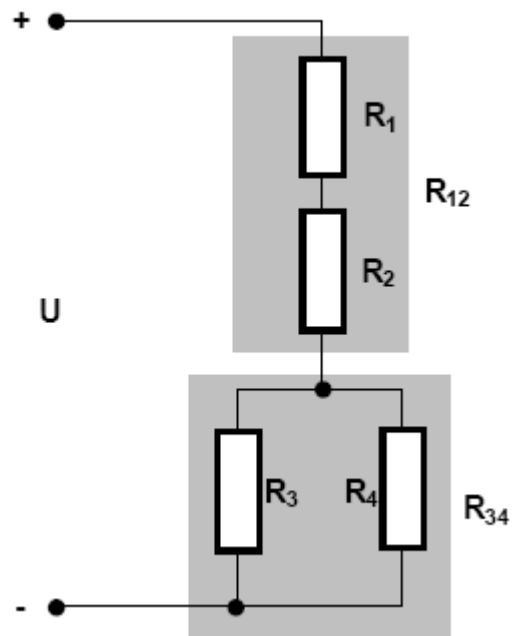
$$G_{eq_p} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n = \sum_{i=1}^{i=n} G_i$$

a nadomjesni otpor je tada:

$$R_{eq_p} = \frac{1}{G_{eq_p}}$$

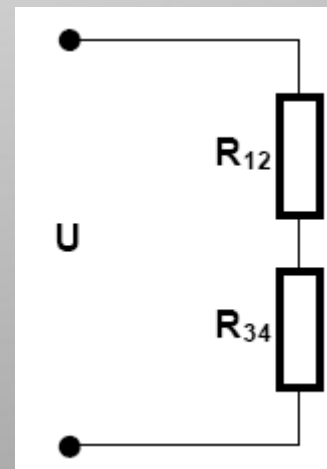
**Zaključak:** Nadomjesna vodljivost jednaka je zbroju vodljivosti paralelno spojenih otpora. Paralelnim spajanjem povećava se ukupna vodljivost.

### MJEŠOVITI (SERIJSKO-PARALELNI) SPOJEVI OTPORNIKA



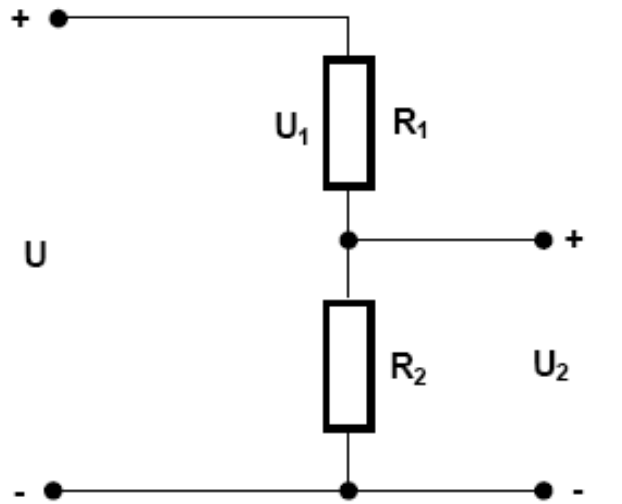
$$R_{12} = R_1 + R_2$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$



$$R_{eq} = R_{12} + R_{34}$$

## NEOPTEREĆENO NAPONSKO DJELILO



$$U_1 = IR_1 \quad , \quad U_2 = IR_2$$

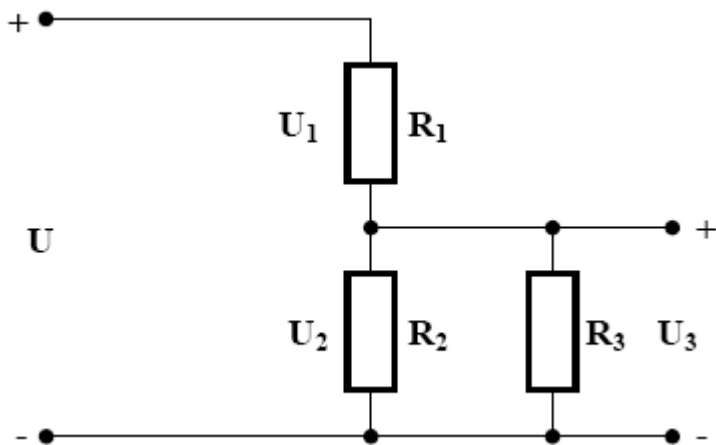
$$U = U_1 + U_2 = I(R_1 + R_2) \quad \Rightarrow \quad I = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

Uvrsti li se struja  $I$  u relacije za  $U_1$  i  $U_2$  dobije se:

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad , \quad U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

To su karakteristične relacije naponskog djelila, a potvrđuju ranije iznesenu tvrdnju o proporcionalnom odnosu napona i odgovarajućih otpora.

## OPTEREĆENO NAPONSKO DJELILO



$$U_3 = U \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} = U \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = U \frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

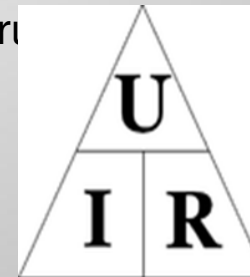
**Georg Simon Ohm** je dao jednu važnu vezu, i to da je struja kroz jednu metalnu žicu proporcionalna je postavljenom naponu kao i obrnuto proporcionalna unutrašnjem otporu žice. Ova spomenuta relacija publicirana je **1826.** godine i od tada ostaje poznata kao "**Omov Zakon**". Ohm je jedinica električnog otpora. Jedan ohm ( $\Omega$ ) je otpor kojeg ima bakarna žica otprilike 60 metara dužine sa površinom presjeka od  $1\text{mm}^2$ .

$$I=U/R$$

Ovo postaje poznato kao Omov zakon:  $I=E/R$ , gdje **I** predstavlja jakost električne struje, **E** elektromotorna sila, i **R** je otpor. Što je kasnije preinačeno u  **$I=U/R$**

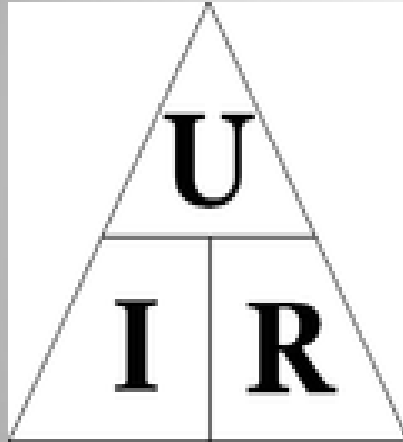
**U jednom otporniku su:** količnik napona preko otpornika i strujni otpor konstantni. Ova konstanta ima omski otpor u formuli:

$$R=U/I$$



Napon od 1 volta (V) uzrokuje otpor od 1 oma ( $\Omega$ ) i jačinu struje od 1 ampera (A). Ovaj zakon predstavlja bazu nauke o elektricitetu. **Nikada se ne može samo jedna od ovih veličina, između kojih postoji čvrsta veza, individualno se promijeniti. Uz nju se uvijek promijene i druge dvije veličine.**

**Volt** - jedinica za mjerenje električnog napona, dobila ime po talijanskom fizičaru i pronalazaču: Alesandru Volti. Ova jedinica u međunarodnom sistemu jedinica; predstavlja onaj napon na homogenom žičanom vodiču kroz koji prolazi struja od 1 Ampera, a utrošena snaga između te dvije tačke iznosi 1 Watt.

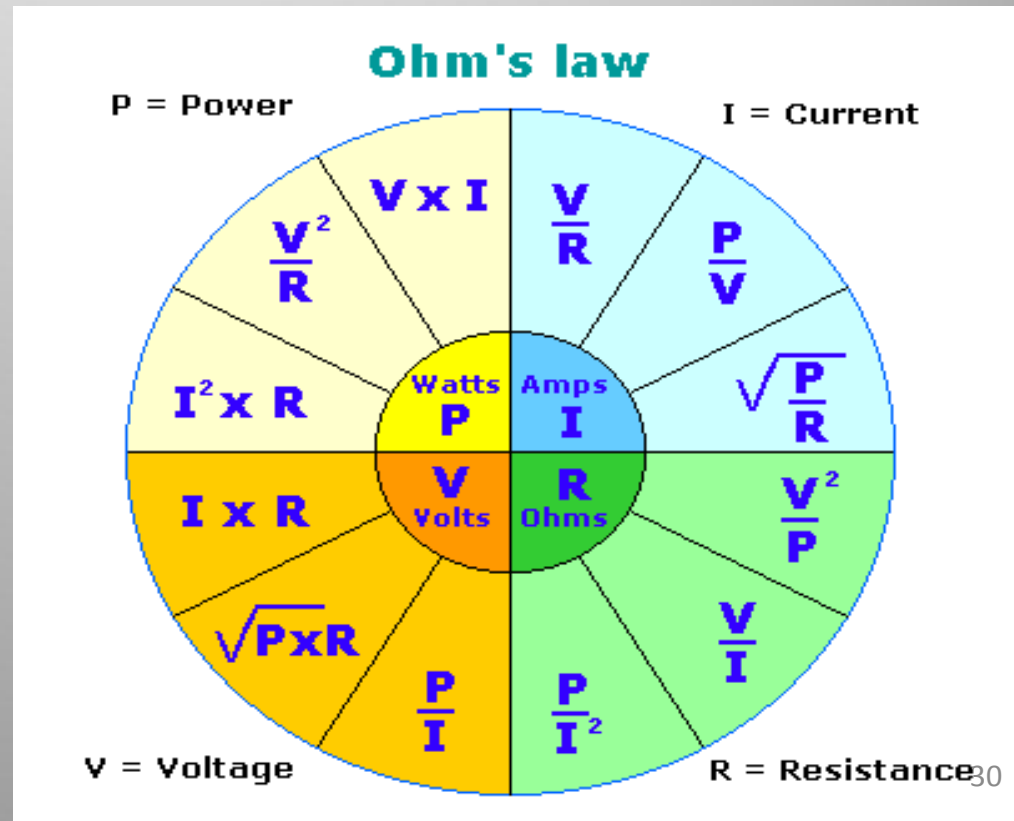


Na ovoj slici je prikazan Omov Trokut koji nam prikazuje Omov zakon. Iz Omovog zakona je vidljivo slijedeće:

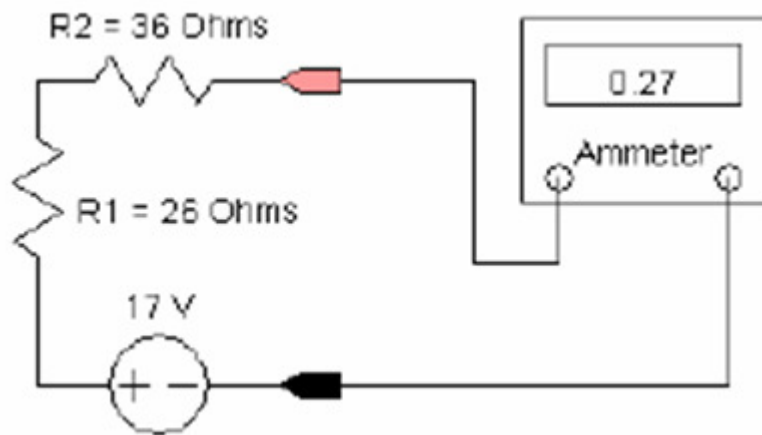
- povećanjem napona povećava se jačina struje u strujnom krugu
- povećanjem otpora smanjuje se jačina struje u strujnom krugu
- smanjenjem napona smanjuje se jačina struje u strujnom krugu
- smanjenjem otpora povećava se jačina struje u strujnom krugu

Na narednoj slici je prikazan Omov Krug koji nam takođe prikazuje Omov Zakon, ali nam Omov Krug za razliku od Omovog Trtokuta prikazuje Omov Zakon za:

- snagu
- otpor
- napon
- jačinu struje



## Serijski spoj otpora

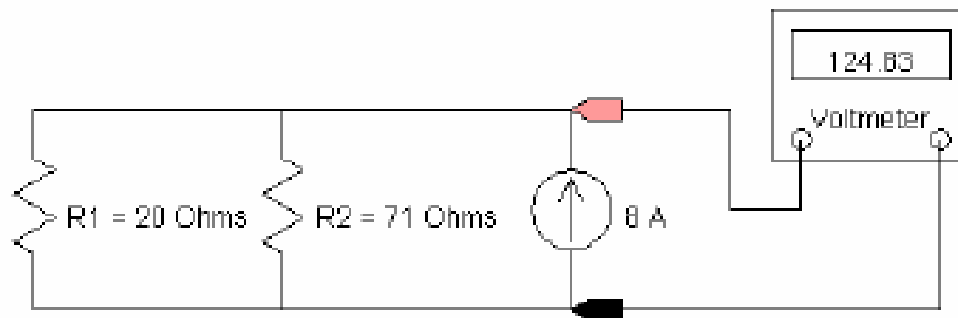


U krugu teče struja  $I$ , koja je proporcionalna naponu izvora  $U_s$ . Struju mjeri ampermetar koji spojen **serijski sa otporima**  $R_1$  i  $R_2$ .

$$R_{uk} = R_1 + R_2$$

## Paralelni spoj otpora

Voltmetar, koji je spojen **paralelno strujnom izvoru** (a time i otpornicima  $R_1$  i  $R_2$ ) mjeri napon na strujnom izvoru i na otpornicima.



$$R_{uk} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V = I \cdot R_{uk} = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

