

# Hardverski interfejsi

## Vežbe 1

**Otpornost električnog elementa** je mera sposobnosti materijala da se suprotstavi proticanju električne struje kroz taj element. Zavisí od geometrijskih i električnih svojstava tog materijala.

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

$\rho$  – specifična električna otpornost materijala

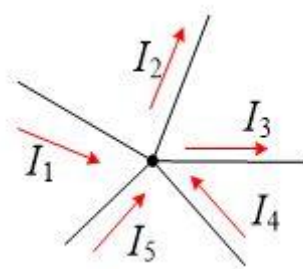
$l$  – dužina elementa

$S$  – poprečni presek elementa

**Omov zakon** : Razlika potencijala (napon)  $U$  između krajeva jednog metalnog provodnika srazmerna je proizvodu njegove otpornosti  $R$  i struje  $I$  koja teče kroz provodnik.

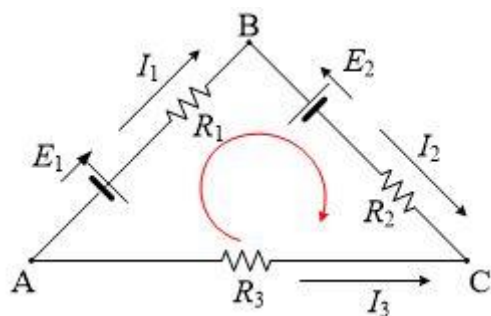
$$U = R \cdot I \quad [V]$$

**Prvi Kirhofov zakon** (KZS – Kirhofov zakon za struje) : Zasniva se na principu održanja naelektrisanja. Princip održanja naelektrisanja je fizički zakon koji kaže da je promena količine naelektrisanja u nekom delu prostora jednaka količini naelektrisanja koja u taj prostor ulazi minus količina naelektrisanja koja izlazi iz tog prostora. **U svakom čvoru električnog kola, suma struja koje ulaze u čvor jednaka je sumi struja koje izlaze iz tog čvora.**



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

**Drugi Kirhofov zakon** (KZN – Kirhofov zakon za napone) : Zasniva se na principu održanja energije. **Ukupna suma razlike električnih potencijala (napona) unutar bilo koje konture (zatvorene petlje) jednaka je nuli.**

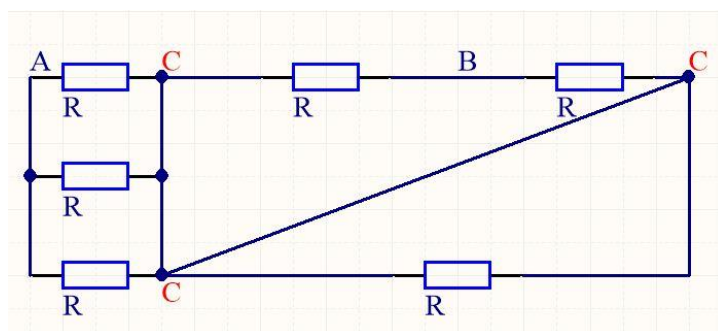


$$E_1 - R_1 \cdot I_1 - E_2 - R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 = 0$$

**Snaga** je brzina kojom se energija prosleđuje, koristi ili transformiše. Električna snaga je mera brzine prenosa električne energije.

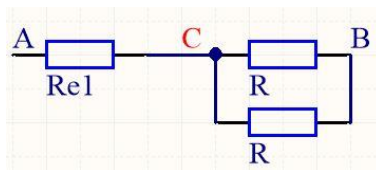
$$P = U \cdot I \quad [W]$$

**Zadatak 1.** Za grupu otpornika prikazanu na slici izračunati  $R_{ekv}$  između tačaka A i B ako su sve otpornosti iste i iznose  $R = 6\Omega$ .



Rešenje:

Ekvivalentna šema je:

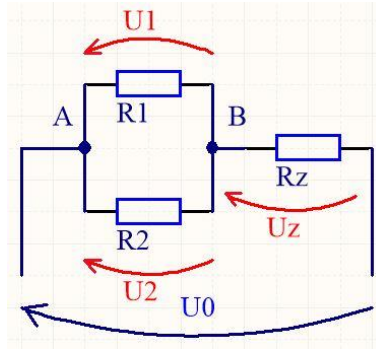


$$\frac{1}{R_1} = 3 \cdot \frac{1}{R}$$

$$R_{e1} = \frac{R}{3}$$

$$R_e = R_{e1} + R || R = \frac{R}{3} + \frac{R}{2} = \frac{5R}{6} = 5\Omega$$

**Zadatak 2.** Otpornici otpornosti  $R_1 = 100\Omega$  i  $R_2 = 200\Omega$  imaju dozvoljenu snagu  $P_{max} = 1W$ . Proveriti da li će paralelna veza ovih otpornika pregoreti ako se direktno priključi napon  $U_0 = 12V$ . Ako se to desi, odrediti vrednost zaštitnog otpornika koji će sprečiti pregorevanje.



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

$$U_{1max} = \sqrt{P_{max} \cdot R_1} = 10V$$

$$U_{2max} = \sqrt{P_{MAX} \cdot R_2} \approx 14.3V$$

$$U_{ABmax} = \min\{U_{1max}, U_{2max}\} = 10V < U_0 = 12V$$

Uslov da ne pregori neki od elemenata kola je  $U_{AB} \geq U_0$ . Otpornik  $R_1$  će pregoriti, pa je stoga neophodna upotreba zaštitnog otpornika  $R_z$ .

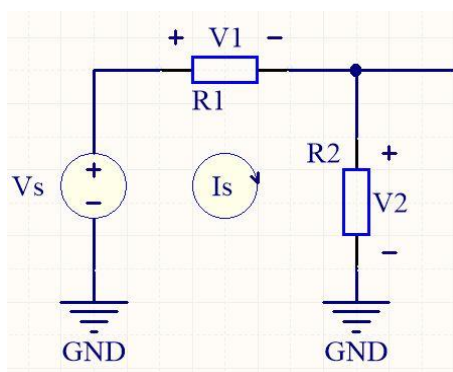
$$I = \frac{U_{ABmax}}{R_1 || R_2} = 0.15A$$

$$U_z = U_0 - U_{ABmax} = 2V$$

$$R_z = \frac{U_z}{I} = \frac{2V}{0.15A} = 13.3\Omega$$

## Naponski razdelnik

Naponski razdelnik je prikazan na slici ispod i koristi se radi uprošćavanja kola.



$$V_1 = I_s \cdot R_1$$

$$V_2 = I_s \cdot R_2$$

KZN:

$$V_s = V_1 + V_2 = I_s \cdot (R_1 + R_2)$$

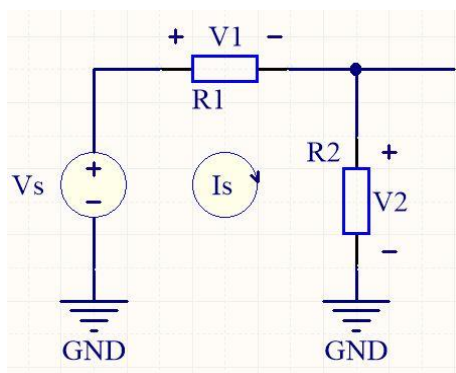
$$I_s = \frac{V_s}{R_1 + R_2}$$

$$V_1 = V_s \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = V_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Primetiti da se u brojiocima nalazi otpornik na kome se traži napon. Takođe, važno je napomenuti da prikazane relacije važe samo kada je **struja kroz oba otpornika ista**, odnosno kada je naponski razdelnik neopterećen.

Zadatak 3. Neka je  $R_1 = 8\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2\text{ k}\Omega$  i  $V_s = 10\text{ V}$ . Izračunati napone  $V_1$  i  $V_2$ .



$$V_1 = V_s \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

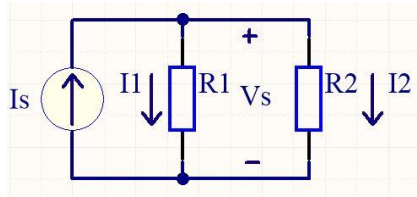
$$V_1 = 10\text{ V} \cdot \frac{8\text{ k}\Omega}{8\text{ k}\Omega + 2\text{ k}\Omega} = 8\text{ V}$$

$$V_2 = V_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = 10\text{ V} \cdot \frac{2\text{ k}\Omega}{8\text{ k}\Omega + 2\text{ k}\Omega} = 2\text{ V}$$

## Strujni razdelnik

Strujni razdelnik je prikazan na slici ispod i takođe se koristi za uprošćavanje kola.



$$I_1 = \frac{V_s}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_s}{R_2}$$

KZS:

$$I_s = I_1 + I_2$$

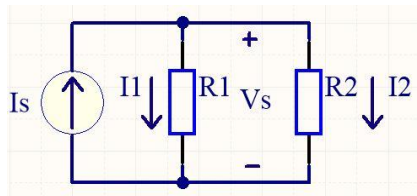
$$V_s = I_s \cdot (R_1 || R_2) = I_s \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = I_s \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = I_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I_s \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Treba primetiti da se u brojiocu nalazi otpornik kroz koji se ne traži struja.

Zadatak 4. Ukoliko je  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$  i  $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ , a  $I_s = 5 \text{ mA}$ , odrediti  $I_1$  i  $I_2$ .



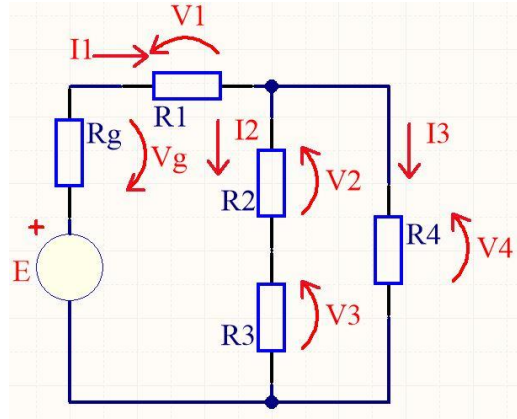
$$I_1 = I_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = 5 \text{ mA} \cdot \frac{3 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$

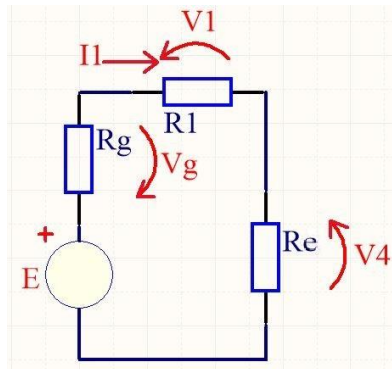
$$I_2 = I_s \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = 5 \text{ mA} \cdot \frac{2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA}$$

Zadatak 5. U mreži sa slike izračunati jačinu struje kroz sve otpornike i napone između krajeva svih otpornika, ako je  $E = 110 \text{ V}$ ,  $R_g = 0.5 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 35 \Omega$  i  $R_4 = 50 \Omega$ .



$$R_e = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = 23.68 \Omega$$



$$V_g = \frac{R_g}{R_g + R_1 + R_e} \cdot E$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_g + R_1 + R_e} \cdot E$$

$$V_4 = \frac{R_e}{R_g + R_1 + R_e} \cdot E$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1}$$

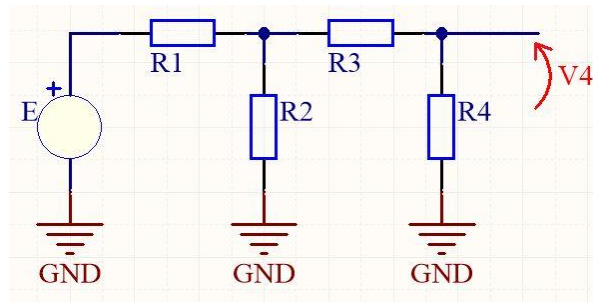
$$I_3 = \frac{V_4}{R_4}$$

$$I_2 = I_1 - I_3$$

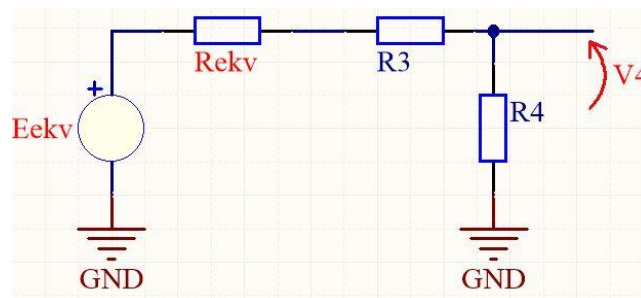
$$V_2 = \frac{I_2}{R_2}$$

$$V_3 = \frac{I_2}{R_3}$$

Zadatak 6. Odrediti napon  $V_4$  ako su poznati otpornici  $R_1, R_2, R_3, R_4$  i napon napajanja  $E$ .



Ekvivalentna šema je:



gde je  $E_{ekv}$  ekvivalentni Tevenenov generator, a  $R_{ekv}$  ekvivalentna Tevenenova otpornost.

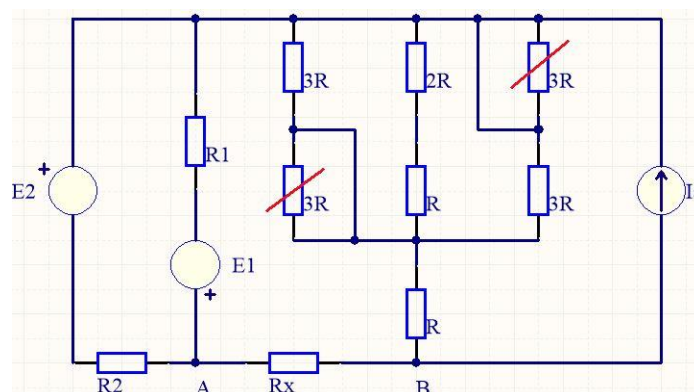
$$E_{ekv} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E$$

$$R_{ekv} = R_1 || R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_4 = \frac{R_4}{R_4 + R_3 + R_{ekv}} \cdot E_{ekv}$$

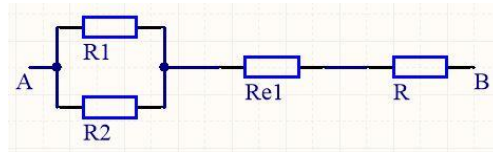
**Tevenenova teorema:** U odnosu na bilo koja dva svoja priključka, mreža se ponaša kao generator neke ems  $E_{ekv}$  i neke unutrašnje otpornosti  $R_{ekv}$ .  $E_{ekv}$  je jednaka naponu, a  $R_{ekv}$  otpornosti između tih priključaka.

Zadatak 7. Odrediti  $E_t$  i  $R_t$  u odnosu na priključke otpornika  $R_x$ . Podrazumevati da su svi elementi kola prikazani na slici ispod poznati.



a)  $R_t = ?$

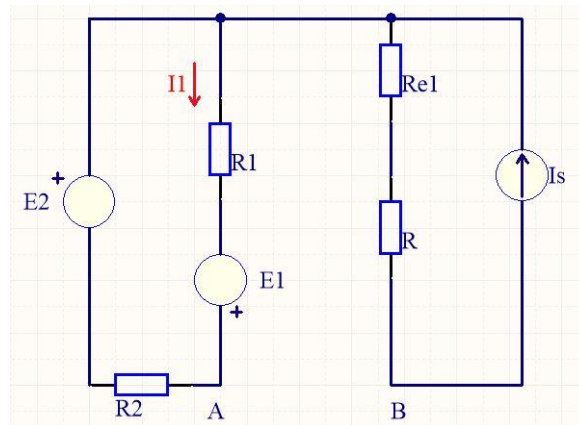
Ekvivalentna šema između priključaka, prilikom računanja  $R_t$  (naponski izvori kratko spojeni, strujni predstavljeni kao otvorena veza) izgleda ovako:



$$R_{e1} = 3R \parallel (2R + R) \parallel 3R = R$$

$$R_t = R_1 \parallel R_2 + R_{e1} + R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_{e1} + R$$

b)  $E_t = ?$



$$R_1 \cdot I_1 - E_1 + R_2 \cdot I_1 - E_2 = 0$$

$$I_1 = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_t = U_{AB} = E_1 - R_1 \cdot I_1 + R_{e1} \cdot I_s + R \cdot I_s$$