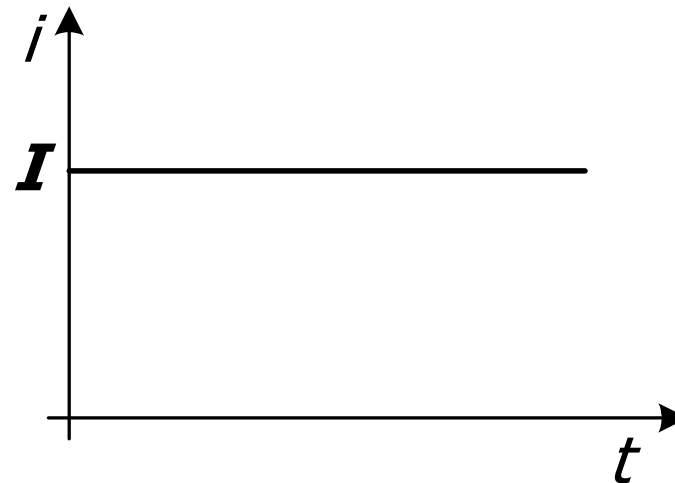


2. KINETIKA STALNIH ELEKTRIČNIH STRUJA

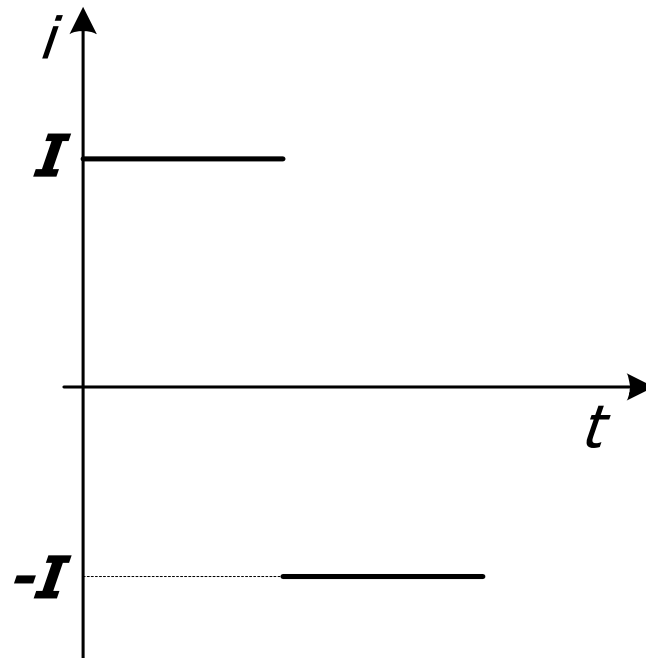
UVOD

Vremenski nepromenljive električne struje ili stalne električne struje su struje nepromenljive tokom vremena. Ne menja im se ni intenzitet ni smer.

Ovo je električna struja stalne vrednosti I tokom vremena t . Uvek se nalazi sa iste strane ose. Na taj način se grafički prikazuje da električna struja ima isti smer.



Na ovoj slici nisu prikazane pozitivna i negativna električna struja, već je to grafički prikaz električne struje koja je promenila smer.



Oznaka za stalnu električnu struju je I .

Oznaka za promenljivu električnu struju je i .

Šta je jačina električne struje?

Protekla količina naelektrisanja kroz poprečni presek provodnika u jedinici vremena.

$$***I = \frac{q}{t}***$$

Šta je gustina električne struje?

Količnik jačine električne struje koja prolazi kroz poprečni presek provodnika i površine poprečnog preseka provodnika.

$$***J = \frac{I}{S}***$$

Koja je jedinica za jačinu električne struje?

Amper [A].

Koja je jedinica za gustinu električne struje?

$$\frac{A}{m^2}$$

Šta je električna otpornost?

**To je količnik napona na krajevima prijemnika
i električne struje koja prolazi kroz njega.**

Kako otpornici pružaju otpor proticanju struje?

Atomi metala se razlikuju po broju slobodnih elektrona i broju protona i neutrona u jezgru. Kada se metalna žica priključi na razliku potencijala elektroni se kreću ka kraju žice priključenom na pozitivni potencijal. Prilikom tog kretanja oni se sudaraju sa jezgrima atoma, pri čemu se električna energija pretvara u toplotnu. Taj proces je različit kod različitih metala i definiše se konstantom koja se zove specifična električna otpornost, koja se obeležava sa ρ .

Kada se od metala napravi otpornik dužine žice l i površine poprečnog preseka S otpornost tog otpornika je

$$**R = \rho \frac{l}{S}**$$

Koja je jedinica za električnu otpornost?

Om [Ω]

A za specifičnu električnu otpornost?

Ωm

Šta je električna provodnost?

Veličina recipročna električnoj otpornosti.

$$**G = \frac{1}{R}**$$

Provodnost otpornika, napravljenog od metalne žice, dužine l i površine poprečnog preseka S je:

$$\mathbf{G} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{R}} = \frac{\mathbf{1}}{\rho} \cdot \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{l}}$$

Šta je specifična električna provodnost?

Veličina recipročna specifičnoj električnoj otpornosti.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Koja je jedinica za električnu provodnost?

Simens [S].

Koja je jedinica za specifičnu električnu provodnost?

$$\frac{1}{\Omega\text{m}}$$

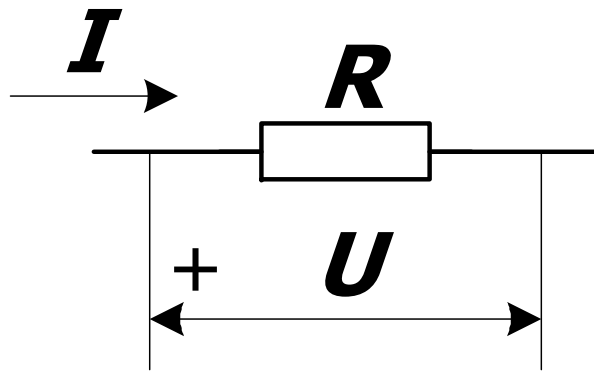
Šta je otpornik?

Električna komponenta određene otpornosti R .

OMOV ZAKON

Kod otpornika stalne otpornosti R postoji linearna veza između napona na krajevima otpornika i električne struje koja prolazi kroz njega. Ta veza je definisana Omovim zakonom.

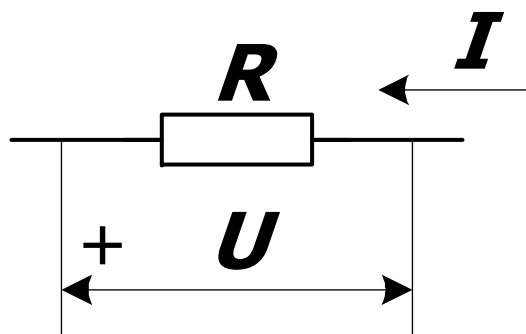
Usaglašeni referentni smer za napon i električnu struju kroz otpornik je od tačke koja je na pozitivnom potencijalu ka tački koja je na negativnom potencijalu.



$$U = RI$$

$$I = GU$$

Neusaglašeni referentni smer za napon i električnu struju kroz otpornik je od tačke koja je na negativnom potencijalu ka tački koja je na pozitivnom potencijalu.



$$U = -RI$$

$$I = -GU$$

DŽULOV ZAKON

Električna energija koja se pretvori u toplotnu prilikom proticanja električne struje kroz otpornik može se definisati Džulovim zakonom. Snaga Džulovih gubitaka jednaka je proizvodu napona na otporniku i električne struje koja protiče kroz njega prema usaglašenom referentnom smeru.

$$**P_R = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}**$$

Koja je jedinica za snagu Džulovih gubitaka?

vat [W].

ZADACI:

3.1 Na otporniku $R = 100 \, \Omega$

**koji je vezan u električno kolo, napon je
 $U = 10 \, \text{V}$.**

- a) Kolika struja protiče kroz otpornik? Nacrtati otpornik, označiti pozitivan kraj napona i nacrtati njemu usaglašen smer struje.**
- b) Kolika se snaga razvija na ovom otporniku (tj. koliki su Džulovi gubici na otporniku)?**
- c) Kolika je provodnost ovog otpornika?**

**3.2 Halogena sijalica snage $P = 50 \text{ W}$,
priključena je na jednosmerni napon od 12 V .
Kolika je otpornost vlakna sijalice?**

GENERATORI

Šta su generatori?

To su uređaji za generisanje napona i električne struje. U zavisnosti od unutrašnje otpornosti generator se u kolu ponaša kao naponski ili kao strujni.

Ako je unutrašnja otpornost generatora zanemarljiva u odnosu na otpornost kola, onda ga tretiramo kao naponski.

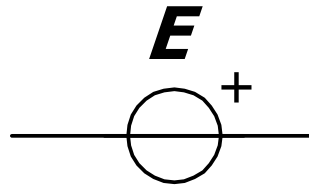
Ako je unutrašnja otpornost generatora velika u odnosu na otpornost kola onda, ga tretiramo kao strujni.

U čemu je razlika između naponskog i strujnog generatora?

NAPONSKI GENERATOR

Osnovna karakteristika naponskog generatora je elektromotorna sila.

IDEALAN NAPONSKI GENERATOR

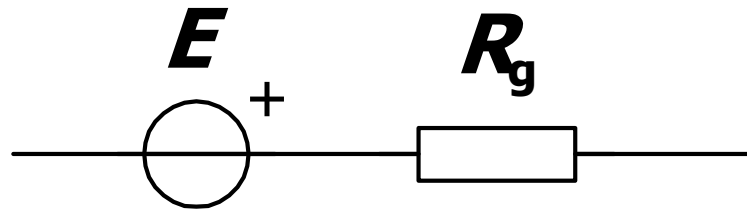


Unutrašnja otpornost ovog generatora je 0.

Napon između njegovih krajeva je uvek jednak elektromotornoj sili E bez obzira gde je priključen.

Struja koja protiče kroz generator zavisi od kola u koje je priključen.

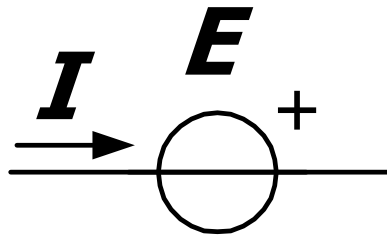
REALAN NAPONSKI GENERATOR



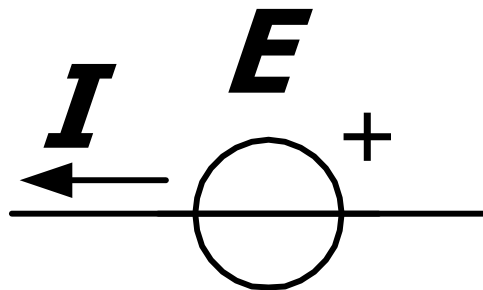
Realan naponski generator uvek ima unutrašnju otpornost (koja je mala, ali ipak nije 0).

REFERENTNI SMER

Usaglašen referentni smer elektromotorne sile generatora i električne struje koja protiče kroz njega:



Neusaglašen referentni smer elektromotorne sile generatora i električne struje koja protiče kroz njega:



SNAGA NAPONSKOG GENERATORA

Za usaglašen referentni smer:

$$\mathbf{P_E = E \cdot I}$$

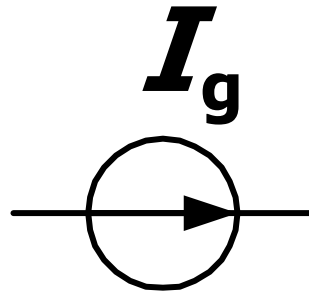
Za neusaglašen referentni smer:

$$\mathbf{P_E = -E \cdot I}$$

STRUJNI GENERATOR

Osnovna karakteristika strujnog generatora je da generiše stalnu električnu struju u grani u kojoj se nalazi.

IDEALAN STRUJNI GENERATOR

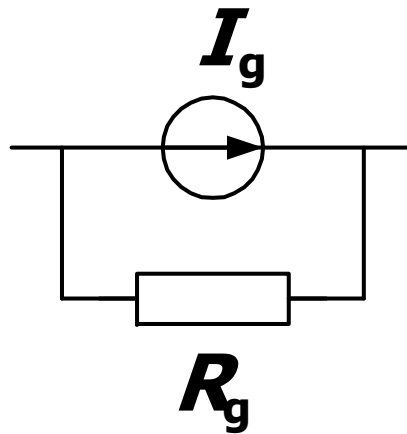


Unutrašnja otpornost ovog generatora je beskonačna.

Električna struja koju generiše je uvek jednaka I_g bez obzira gde je priključen.

Napon na generatoru zavisi od kola u koje je priključen.

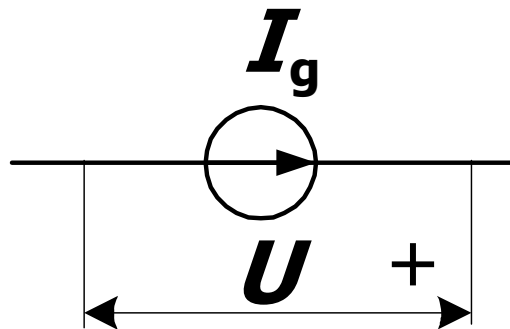
REALAN STRUJNI GENERATOR



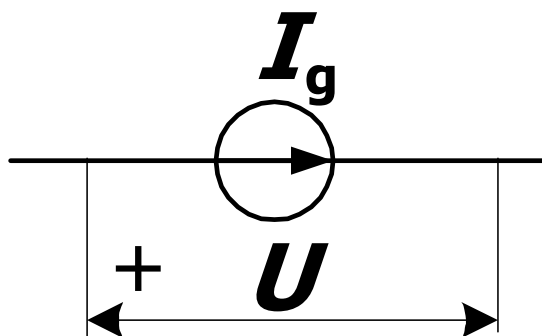
Realan strujni generator ima unutrašnju otpornost koja je jako velika, ali nije beskonačna.

REFERENTNI SMER

Usaglašen referentni smer električne struje strujnog generatora i napona na njemu:



**Neusaglašen referentni smer električne struje
strujnog generatora i napona na njemu:**



SNAGA STRUJNOG GENERATORA

Za usaglašen referentni smer

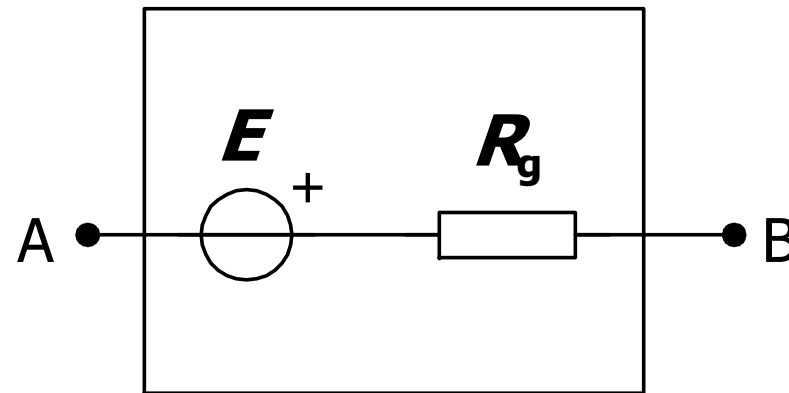
$$\mathbf{P_E = I_g \cdot U}$$

Za neusaglašen referentni smer:

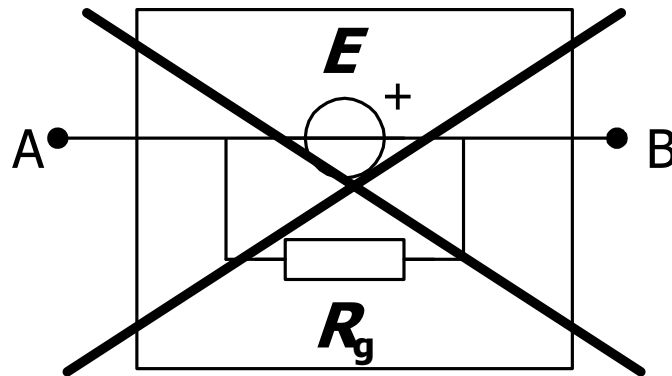
$$\mathbf{P_E = -I_g \cdot U}$$

Zašto smo unutrašnju otpornost generatora kod naponskog nacrtali vezanu na red, a kod strujnog u paraleli?

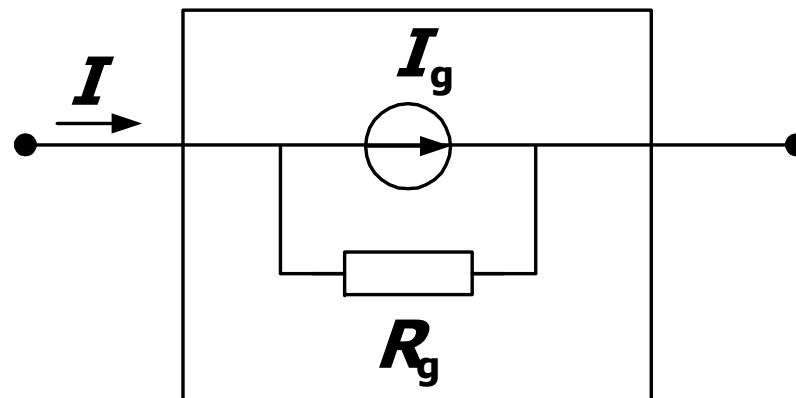
Kod realnog naponskog generatora unutrašnja je otpornost mala, ali konačna i otpornik je ucrtan. Kod idealnog otpornost je 0, pa nema ni otpornika (kratak spoj).



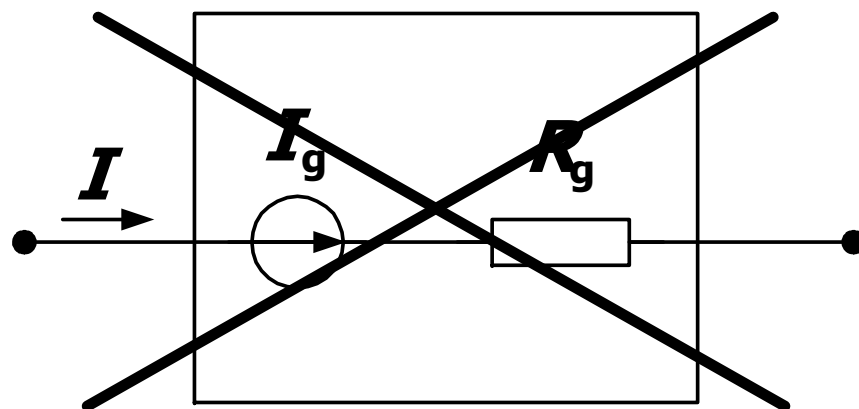
Sa druge strane, pošto napon na realnom naponskom generatoru ipak zavisi od kola u koje je vezan, otpornik R_g mora biti vezan redno, a ne u paraleli, jer da je vezan paralelno napon na krajevima realnog generatora bio bi konstantan i jednak E u svakom kolu.



Kod realnog strujnog generatora unutrašnja otpornost je velika, ali konačna. Kod idealnog je beskonačna, a beskonačan otpor znači prekid u grani kola. Da je otpornik vezan na red sa generatorom u toj grani, onda ne bi bilo struje.



S druge strane, pošto struja realnog strujnog generatora ipak zavisi od kola u koje je vezan, otpornik R_g mora biti vezan paralelno, a ne redno, jer da je vezan redno struja realnog strujnog generatora bila bi konstantna i jednaka I_g u svakom kolu.

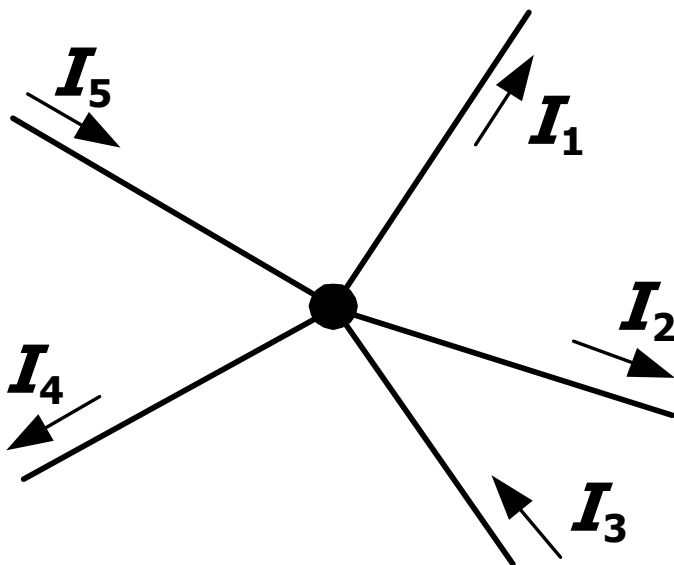


KIRHOFOVI ZAKONI

Postoje dva Kirhofova zakona.

O čemu govori prvi?

Prvi zakon govori o strujama u granama složenog kola: algebarski zbir jačina električnih struja svih grana kola koje se stiču u jednom čvoru jednak je nuli. Pri tome se struje koje izlaze iz čvora uzimaju sa predznakom +, a struje koje ulaze u čvor sa predznakom -.

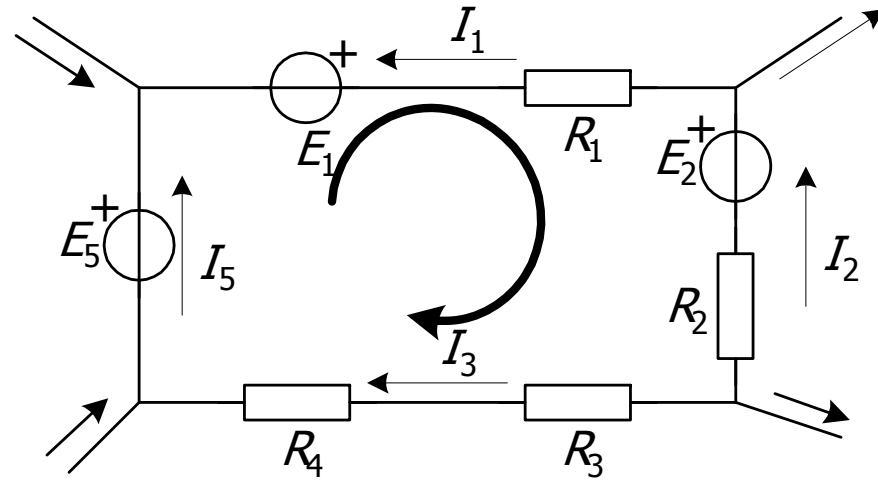


$$\sum_k \mathbf{I}_k = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 - \mathbf{I}_3 + \mathbf{I}_4 - \mathbf{I}_5 = \mathbf{0}$$

O čemu govori drugi?

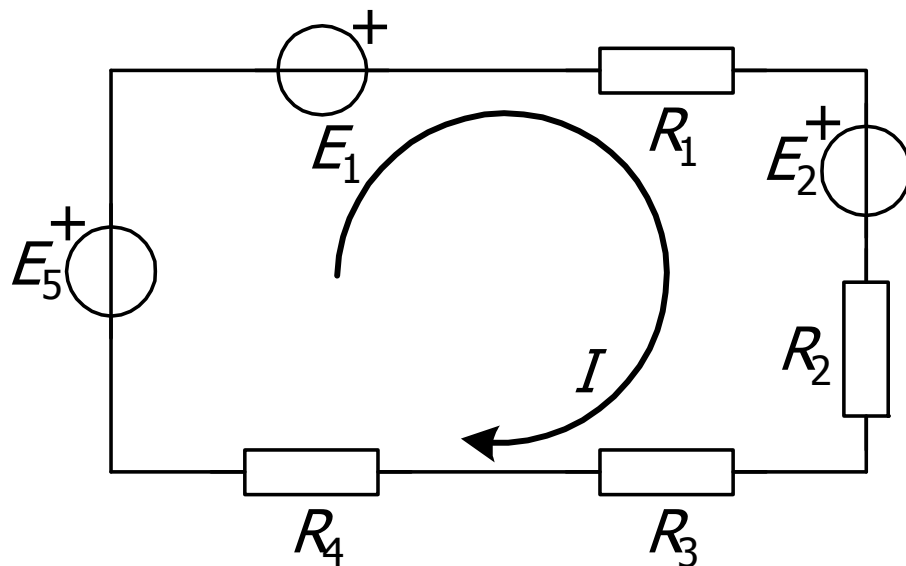
Drugi zakon govori o naponima u strujnoj konturi: algebarski zbir napona u zatvorenoj strujnoj konturi jednak je nuli. Pri tome se elektromotorne sile generatora uzimaju sa predznakom "+" za usaglašeni referentni smer (ako se smer obilaska po konturi poklapa sa referentnim smerom elektromotorne sile), a naponi na otpornicima sa predznakom "-" za usaglašeni referentni smer (kada se smer obilaska po konturi poklapa sa smerom električne struje kroz otpornik). Naponi strujnih generatora se ne mogu sabirati ovim zakonom jer napon na strujnom generatoru ne možemo odrediti direktno iz generatora (on zavisi od kola u koje je generator vezan).



$$\sum (E; -RI) = 0$$

$$E_1 + R_1 I_1 - E_2 + R_2 I_2 - R_3 I_3 - R_4 I_3 + E_5 = 0$$

**PROSTO
KOLO**



Kako se zove kolo prikazano na slici?

Prosto kolo. To je kolo koje se sastoji samo od jedne strujne konture. U njoj postoji redna veza naponskih generatora i otpornika.

Električna struja u ovom kolu se može izračunati i Omovim zakonom za prosto kolo: Električna struja u prostom kolu jednaka je količniku sume svih elektromotornih sila naponskih generatora prema usaglašenom referentnom smeru, i sume svih otpornika u kolu. Ukoliko struja protiče kroz generator u usaglašenom referentnom smeru generator ima predznak "+" i obrnuto. Otpornosti otpornika se uvek uzimaju sa predznakom "+".

$$I = \frac{\sum_i E_i}{\sum_i R_i}$$

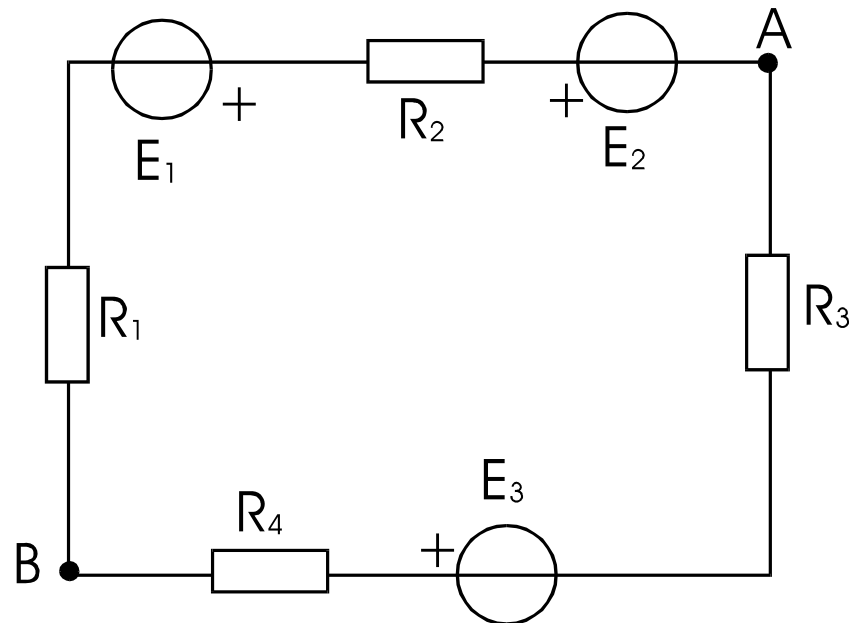
**Za prosto kolo prikazano na gornjoj slici
Omov zakon glasi:**

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_5}{\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2 + \mathbf{R}_3 + \mathbf{R}_4}$$

ZADACI:

6.1 Tri generatora ems $E_1 = 25\text{ V}$, $E_2 = 5\text{ V}$ i $E_3 = 30\text{ V}$, zanemarljivih unutrašnjih otpornosti i četiri prijemnika otpornosti $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$, $R_3 = 150\ \Omega$ i $R_4 = 200\ \Omega$ vezani su u kolo kao na slici. Odrediti:

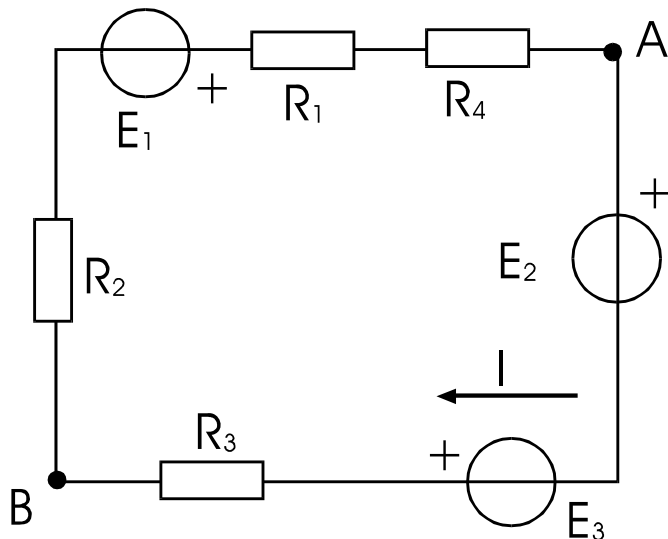
a) intenzitet električne struje u kolu;



6.2 Tri generatora ems $E_1 = 25 \text{ V}$, $E_2 = 5 \text{ V}$ i nepoznate E_3 kao i prijemnici otpornosti $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 150 \Omega$, $R_3 = 450 \Omega$ i $R_4 = 300 \Omega$ vezani su u kolo kao na slici.

Intenzitet električne struje u kolu je $I = 10 \text{ mA}$, prema označenom referentnom smeru.

Odrediti nepoznatu ems E_3 , snage koje razvijaju generatori i snage usled Džulovog efekta u otpornicima.



PRORAČUN NAPONA IZMEĐU 2 TAČKE

**Kako se može izračunati napon između neke
dve tačke u električnom kolu?
Prema pravilu o sumiranju naponskih članova
između te dve tačke:**

$$\mathbf{U_{AB} = \sum_B^A (E_j - RI)}$$

Napon između tačaka A i B jednak je algebarskom zbiru svih naponskih članova elektromotornih sila naponskih generatora i napona na otpornicima, računatih od B ka A. Pri tome se elektromotorne sile naponskih generatora uzimaju sa predznakom "+" za usaglašen referentni smer, a naponi na otpornicima sa predznakom "-" za usaglašen referentni smer. Ako je smer neusaglašen predznaci su suprotni.

ZADACI:

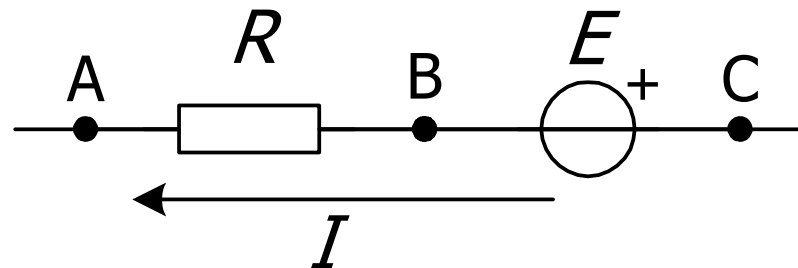
7.1 Potrošač otpornosti $R_p = 48 \, \Omega$

vezan je na realan naponski generator elektromotorne sile $E = 50 \, V$ i unutrašnje otpornosti $R_g = 2 \, \Omega$.

Odrediti:

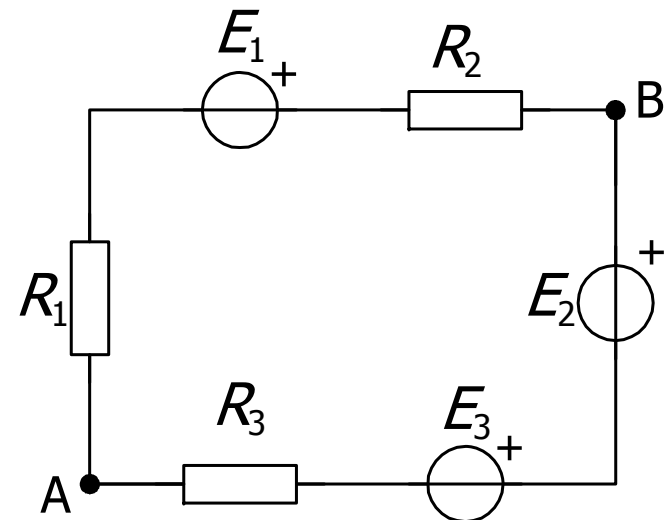
- a) napon na potrošač**
- b) snagu koja se razvija na potrošaču**
- c) snagu koju razvija generator, kao i snagu koja se gubi na unutrašnjoj otpornosti generatora**

7.2 Na slici je prikazan deo električnog kola sa stalnom električnom strujom jačine $I = 0.5 \text{ A}$. Odrediti napone U_{AB} , U_{BC} i U_{AC} , ako je $R = 20 \Omega$ i $E = 2 \text{ V}$.



7.3 Generatori $E_1 = 10 \text{ V}$, $E_2 = 20 \text{ V}$ i $E_3 = 30 \text{ V}$, zanemarljivih unutrašnjih otpornosti, i otpornici $R_1 = 150 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$ i $R_3 = 200 \Omega$ povezani su kao na slici. Odrediti:

- a) intenzitet struje u kolu**
- b) napon između tačaka A i B**
- c) snage koje razvijaju generatori i snage Džulovih gubitaka u otpornicima.**



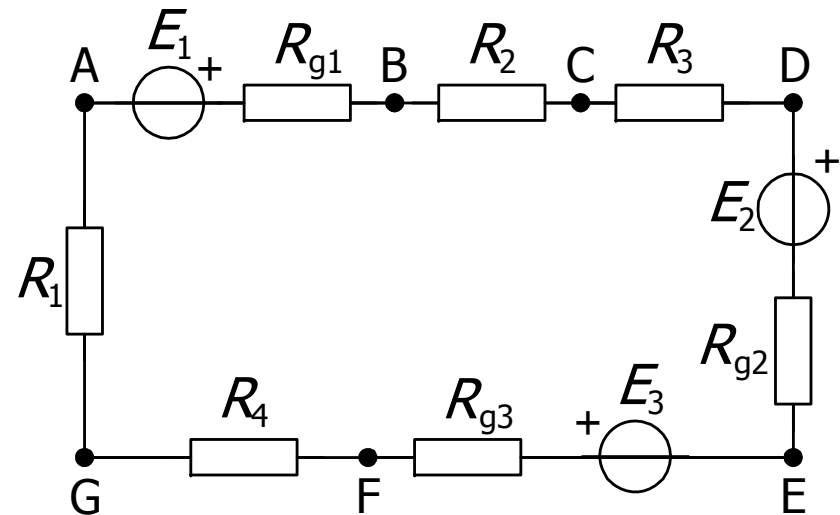
7.4 Generatori $E_1 = 25 \text{ V}$, $E_2 = 50 \text{ V}$ i $E_3 = 30 \text{ V}$, unutrašnjih otpornosti $R_{g1} = R_{g2} = R_{g3} = 5 \Omega$

i otpornici

$R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$

$R_3 = 125 \Omega$ i $R_4 = 75 \Omega$

povezani su kao na slici.



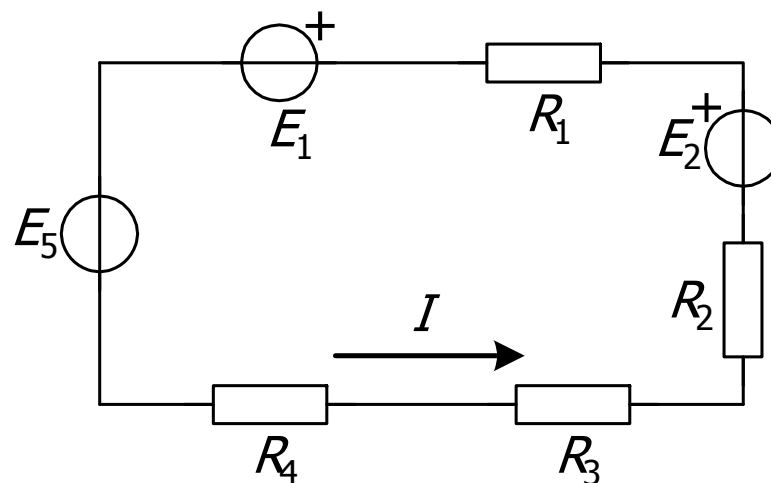
Odrediti:

a) intenzitet struje u kolu

b) napone U_{AE} , U_{DG} i U_{FB}

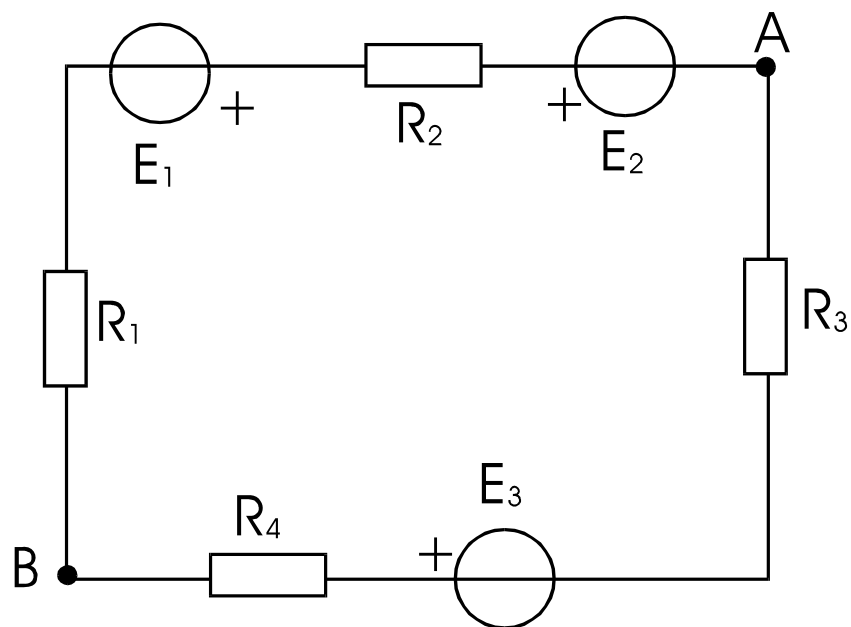
c) snage koje razvijaju generatori, snage Džulovih gubitaka u otpornicima, kao i snage koje se troše na unutrašnjim otpornostima generatora.

7.5 Generatori $E_1 = 10 \text{ V}$, $E_2 = 20 \text{ V}$ i E_5 i otpornici $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$ i $R_4 = 200 \Omega$ obrazuju prosto električno kolo kao na slici. Intenzitet struje u kolu je $I = 250 \text{ mA}$. Odrediti nepoznatu elektromotornu silu E_5 , kao i snagu tog generatora. Da li se uređaj elektromotorne sile E_5 ponaša kao generator ili kao potrošač?



7.6 Tri generatora ems $E_1 = 25\text{ V}$, $E_2 = 50\text{ V}$ i $E_3 = 30\text{ V}$, zanemarljivih unutrašnjih otpornosti i četiri prijemnika otpornosti $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$, $R_3 = 150\ \Omega$ i $R_4 = 200\ \Omega$ vezani su u kolo kao na slici. Odrediti:

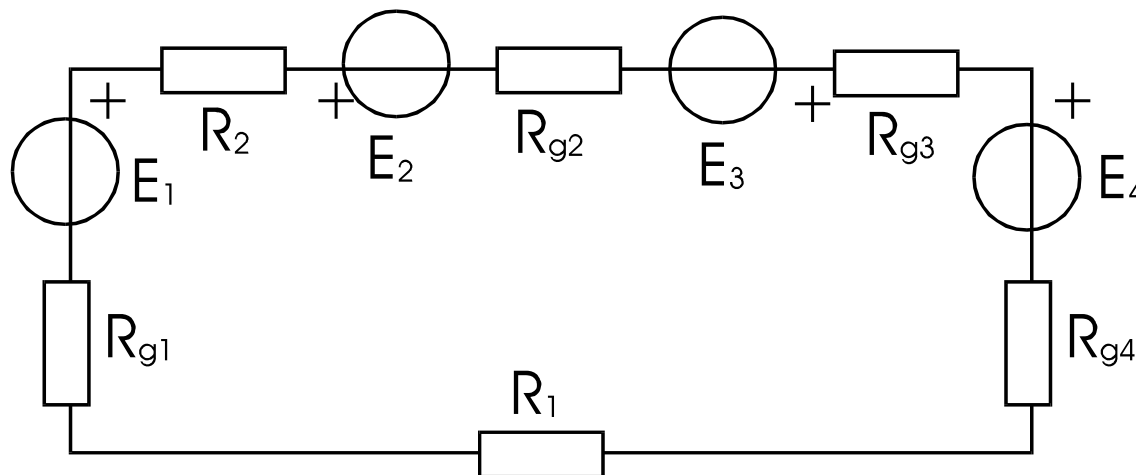
- a) intenzitet električne struje u kolu**
- b) napon između tačaka A i B**



7.7 Za kolo prikazano na slici odrediti napon U_{AB} .

Brojni podaci su:

$$E_1 = 10 \text{ V}, E_2 = 15 \text{ V}, E_3 = 15 \text{ V}, E_4 = 20 \text{ V}, \quad R_{g1} =$$
$$R_{g2} = R_{g3} = R_{g4} = 0.1 \text{ } \Omega, R_1 = 50 \text{ } \Omega \text{ i } R_2 = 40 \text{ } \Omega .$$



METODE I TEOREME ZA REŠAVANJE SLOŽENIH ELEKTRIČNIH MREŽA

Postoje prosta i složena (razgranata) električna kola. Prosto kolo se sastoji od samo jedne konture, a složena kola se sastoje od većeg broja čvorova i grana, odnosno od dve ili više kontura.

Šta je čvor električnog kola?

Čvor električnog kola je tačka u kojoj se spaja tri ili više grana kola. Broj čvorova u kolu obeležavamo sa $n_{\text{č}}$.

Šta je grana električnog kola?

Grana električnog kola je provodan put koji povezuje dva čvora kola. Broj grana u kolu obeležavamo sa n_g .

Metode za proračunavanje složenih električnih kola su:

- metod neposredne primene Kirhofovih zakona**
 - metod konturnih struja**
 - metod potencijala čvorova**

Postoje i različiti postupci za pojednostavljivanje složenih električnih kola:

- transfiguracije kola**
- Tevenenova teorema**
- teorema superpozicije**
- Nortonova teorema**
- teorema reciprociteta**
- teorema linearnosti**
- teorema kompenzacije**

Ako u električnom kolu treba izračunati struje svih grana, koji od ovih postupaka ćemo primeniti?

Kirhofove zakone, metod konturnih struja ili metod potencijala čvorova. (Konkretnu metodu za rešavanje biramo po minimalnom broju jednačina.) Transfiguracije kola i Tevenenova teorema se ne smeju primeniti jer se u tim metodama "gube" grane kola, a samim tim i njihove struje. Metod superpozicije se u principu može primeniti, ali je proračun struja svih grana kola tom metodom suviše obiman.

METOD NEPOSREDNE PRIMENE KIRHOFOVIHZAKONA

Po Kirhofovima zakonima broj jednačina koje pišemo je:

- po 1. Kirhofovom zakonu:

$$n_{\check{c}} - 1$$

- po 2. Kirhofovom zakonu:

$$n_g - (n_{\check{c}} - 1)$$

Ovaj metod ima ukupan broj jednačina isti kao što je i broj nepoznatih struja grana kola.

Ako kolo ima n_{lg} strujnih generatora, onda je broj jednačina koje pišemo po 2. Kirhofovom zakonu:

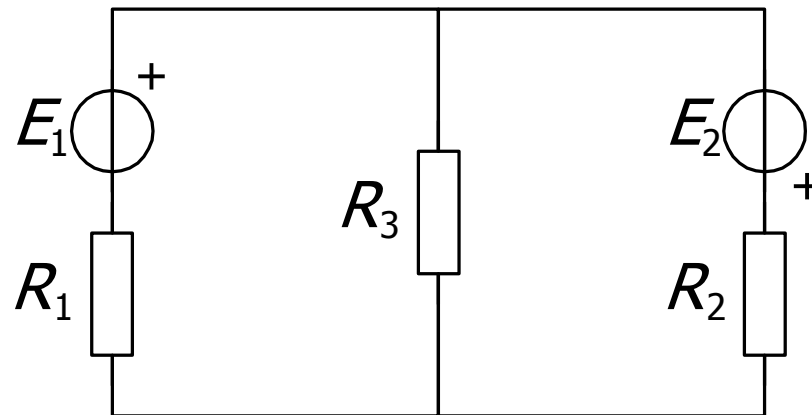
$$\mathbf{n_g - (n_{\check{c}} - 1) - n_{lg}}$$

a broj jednačina po 1. Kirhofovom zakonu ostaje nepromenjen.

Nezgodna osobina metode je da ako kolo ima više od 3 grane, broj jednačina za rešavanje je vrlo veliki i rešavanje je složeno.

ZADACI:

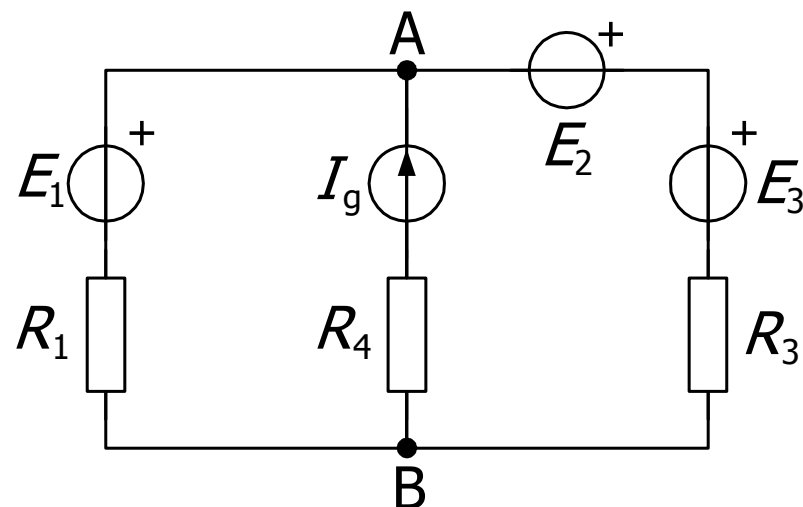
8.1 Za kolo prikazano na slici odrediti intenzitete struja u svim granama neposrednom primenom Kirhofovih zakona, ako je $E_1 = 6 \text{ V}$, $E_2 = 20 \text{ V}$ i $R_1 = 700 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 400 \Omega$.



8.2 Generatori $E_1 = 12 \text{ V}$, $E_2 = 24 \text{ V}$, $E_3 = 24 \text{ V}$ i $I_g = 60 \text{ mA}$, i otpornici $R_1 = 300 \text{ } \Omega$, $R_3 = 300 \text{ } \Omega$, $R_4 = 500 \text{ } \Omega$ vezani su u kolo kao što je prikazano na slici.

a) Odrediti intenzitete struja u svim granama neposrednom primenom Kirhofovih zakona.

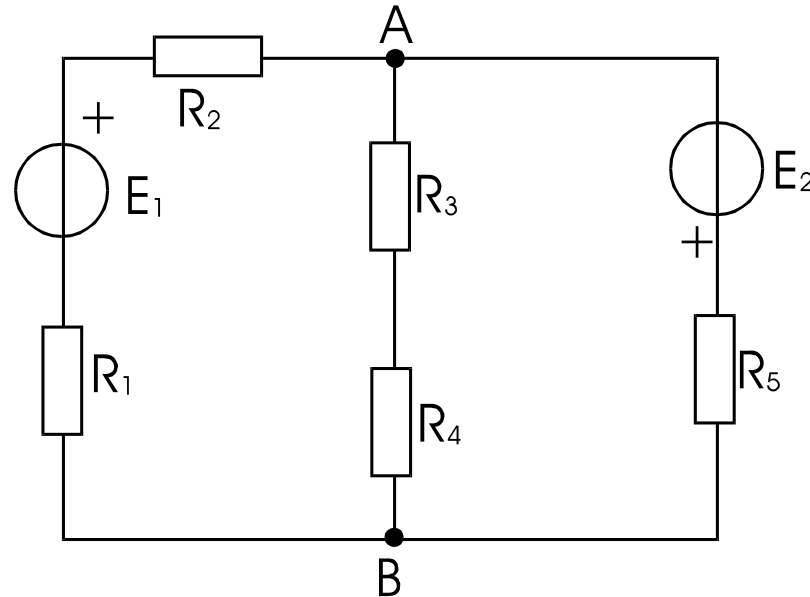
b) Odrediti napon U_{AB} .



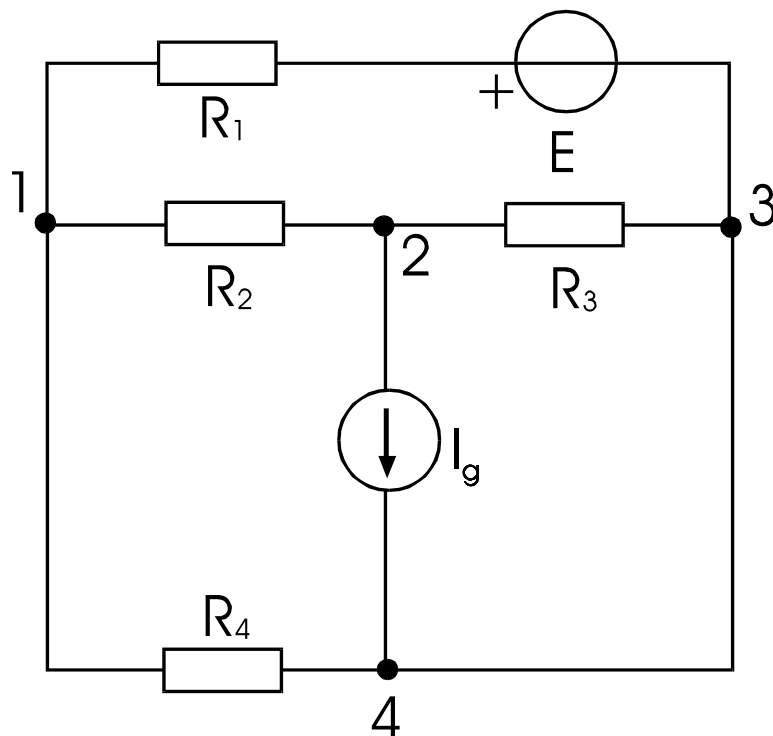
**8.3 Za kolo prikazano na slici odrediti
intenzitete struja u svim granama
neposrednom primenom Kirhofovih zakona.**

Brojni podaci:

**$E_1 = 90 \text{ V}$, $E_2 = 10 \text{ V}$, $R_1 = 100 \text{ } \Omega$, $R_2 = 200 \text{ } \Omega$, R_3
 $= 60 \text{ } \Omega$, $R_4 = 40 \text{ } \Omega$, $R_5 = 30 \text{ } \Omega$ i $R_6 = 70 \text{ } \Omega$.**



8.4 Naponski generator ems $E = 70\text{ V}$, strujni generator struje $I_g = 18\text{ mA}$ i otpornici $R_1 = 300\ \Omega$, $R_2 = 150\ \Omega$, $R_3 = 100\ \Omega$, $R_4 = 60\ \Omega$, vezani su u kolo kao na slici. Odrediti intenzitete struja u svim granama kola.



8.5 Generator struje jačine $I_g = 15 \text{ mA}$ i unutrašnje otpornosti $R = 25 \text{ k}\Omega$ i prijemnik otpornosti $R_p = 2 \text{ k}\Omega$, vezani su u kolu kao na slici.

Odrediti:

- a) intenzitete struja u svim granama kola;**
- b) napon U_{12} .**

METOD KONTURNIH STRUJA

Metod konturnih struja ima broj jednačina jednak

$$\mathbf{n_g - (n_{\check{c}} - 1)}$$

(isti broj jednačina kao što se piše po 2. Kirhofovom zakonu), ali nepoznate veličine i u tim jednačinama nisu struje grana već "zamišljene" struje kontura.

Opšti sistem jednačina, na primer, trećeg reda glasi:

$$\mathbf{R}_{11}\mathbf{I}_I + \mathbf{R}_{12}\mathbf{I}_{II} + \mathbf{R}_{13}\mathbf{I}_{III} = \mathbf{E}_I$$

$$\mathbf{R}_{21}\mathbf{I}_I + \mathbf{R}_{22}\mathbf{I}_{II} + \mathbf{R}_{23}\mathbf{I}_{III} = \mathbf{E}_{II}$$

$$\mathbf{R}_{31}\mathbf{I}_I + \mathbf{R}_{32}\mathbf{I}_{II} + \mathbf{R}_{33}\mathbf{I}_{III} = \mathbf{E}_{III}$$

**U ovom opštem sistemu članovi se određuju
prema precizno definisanim pravilima:**

- sve otpornosti sa istim indeksima (na primer R_{11} , R_{22} , R_{33}) uvek su pozitivne i predstavljaju zbir svih otpornosti u konturi čiji je broj u indeksu**

– sve otpornosti sa mešovitim indeksima (na primer R_{12} , R_{23} , R_{13}) predstavljaju zbir otpornosti u granama zajedničkim za dve konture, čiji broj stoji u indeksu. Mogu biti ili pozitivne ili negativne, što zavisi od usmerenja kontura: ako je isti smer obe konture, ove otpornosti dobijaju predznak "+", a za suprotan smer dobijaju predznak "-"

- sve otpornosti sa mešovitim indeksima istih brojeva, a suprotnog redosleda (na primer R_{12} i R_{21}) uvek su jednake
- elektromotorne sile sa desne strane opšteg sistema jednačina (na primer E_l) predstavljaju zbir svih elektromotornih sila generatora u konturi čiji je broj u indeksu, prema usaglašenom referentnom smeru

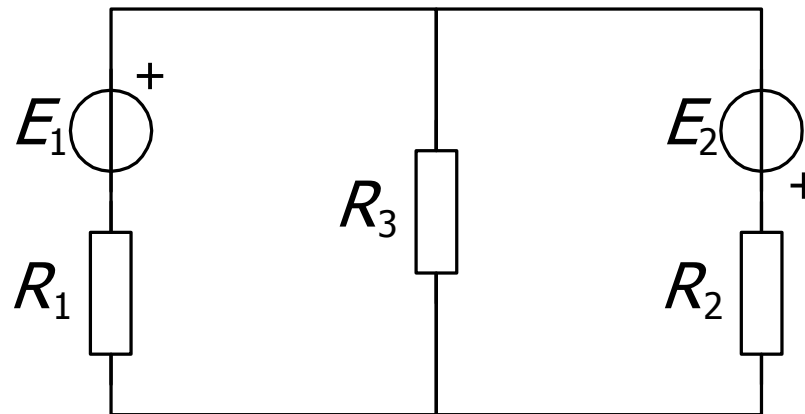
- I_I , I_{II} i I_{III} su konturne struje
- kada se rešavanjem sistema jednačina izračunaju konturne struje, onda se preko njih izračunavaju električne struje grana kola

Važno je da prilikom izbora i ucrtavanja kontura svaka mora biti nezavisna, tj. da svaka kontura mora imati barem jednu granu koja samo njoj pripada (na taj način će jednačina koju pišemo za tu konturu biti matematički nezavisna).

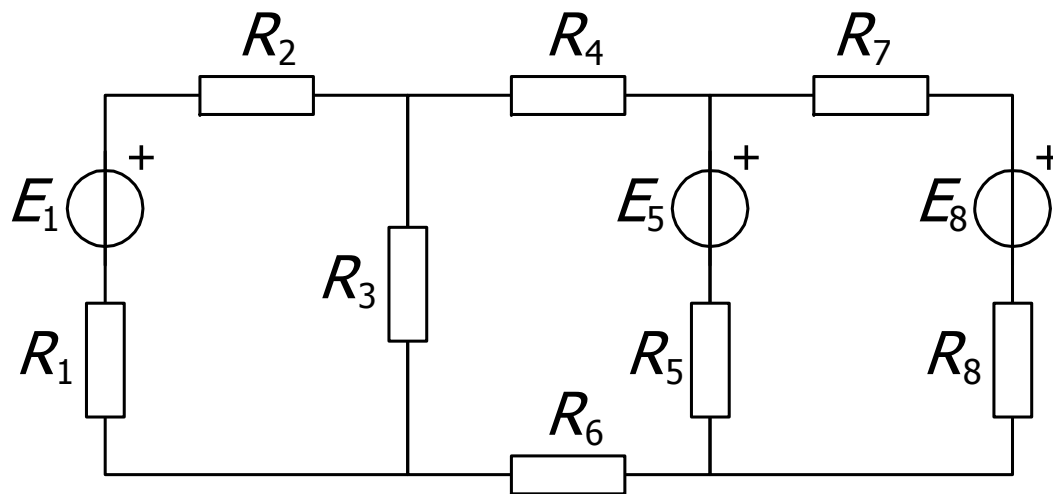
Ako postoji strujni generator u kolu, onda obavezno kroz granu sa njim sprovodimo samo jednu konturu. Tako će električna struja te konture biti jednaka struji strujnog generatora. Time se broj jednačina (broj nepoznatih) opšteg sistema smanjuje za broj strujnih generatora u kolu n_{lg} .

ZADACI:

9.1 Za kolo prikazano na slici metodom konturnih struja odrediti intenzitete struja u svim granama, ako je $E_1 = 6\text{ V}$, $E_2 = 20\text{ V}$ i $R_1 = 700\ \Omega$, $R_2 = 300\ \Omega$, $R_3 = 400\ \Omega$

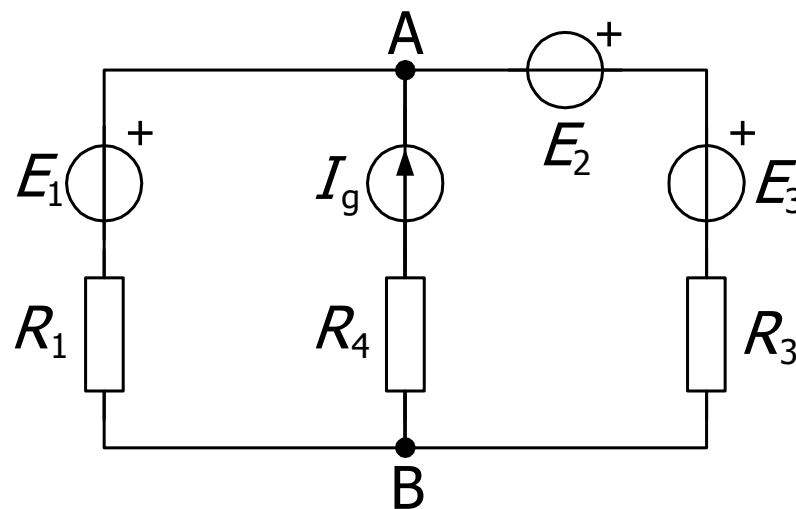


9.2 Za kolo prikazano na slici napisati jednačine po metodi konturnih struja i izraze za struje pojedinih grana.



9.3 Generatori $E_1 = 10\text{ V}$, $E_2 = 20\text{ V}$, $E_3 = 24\text{ V}$ i $I_g = 60\text{ mA}$, i otpornici $R_1 = 300\ \Omega$, $R_3 = 600\ \Omega$ i $R_4 = 500\ \Omega$

vezani su u kolo kao što je prikazano na slici. Metodom konturnih struja odrediti intenzitete struja u svim granama kola.



9.4 U kolu na slici poznato je:

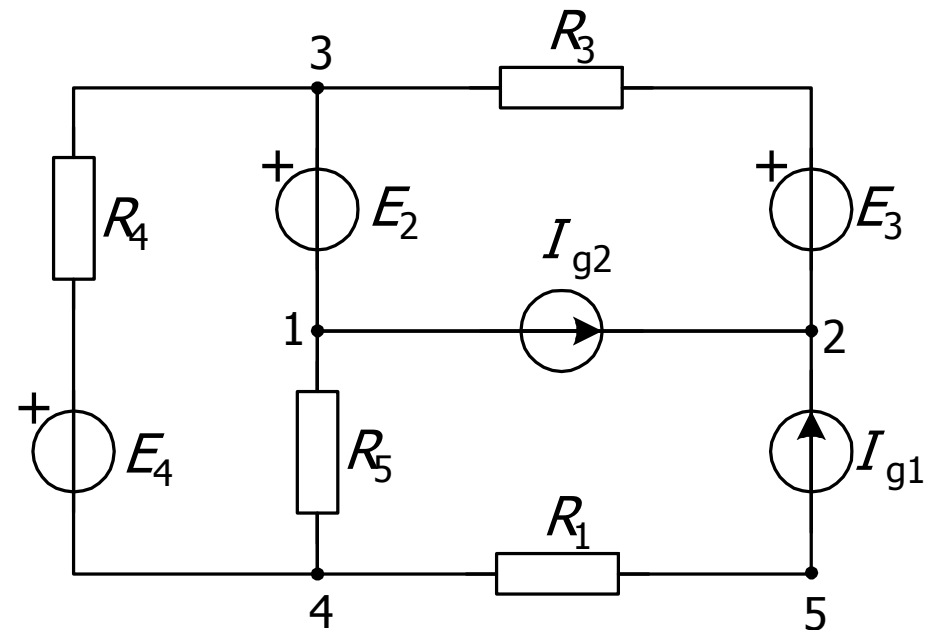
$$I_{g1} = 12 \text{ A}, I_{g2} = 6 \text{ A},$$

$$E_2 = 30 \text{ V}, E_3 = 20 \text{ V}, E_4 = 40 \text{ V},$$

$$R_1 = 100\Omega, R_3 = 400\Omega, R_4 = 200\Omega$$

$$R_5 = 300\Omega$$

- a) Odrediti struje svih grana kola primenom metode konturnih struja.**
- b) Odrediti snagu strujnog generatora I_{g1} .**



9.5 U kolu na slici

izračunati:

a) struje u svim granama kola primenom metode konturnih struja

b) snagu strujnog generatora I_{g2}

Vrednosti elemenata:

$$E_1 = 10 \text{ V}, E_4 = 40 \text{ V},$$

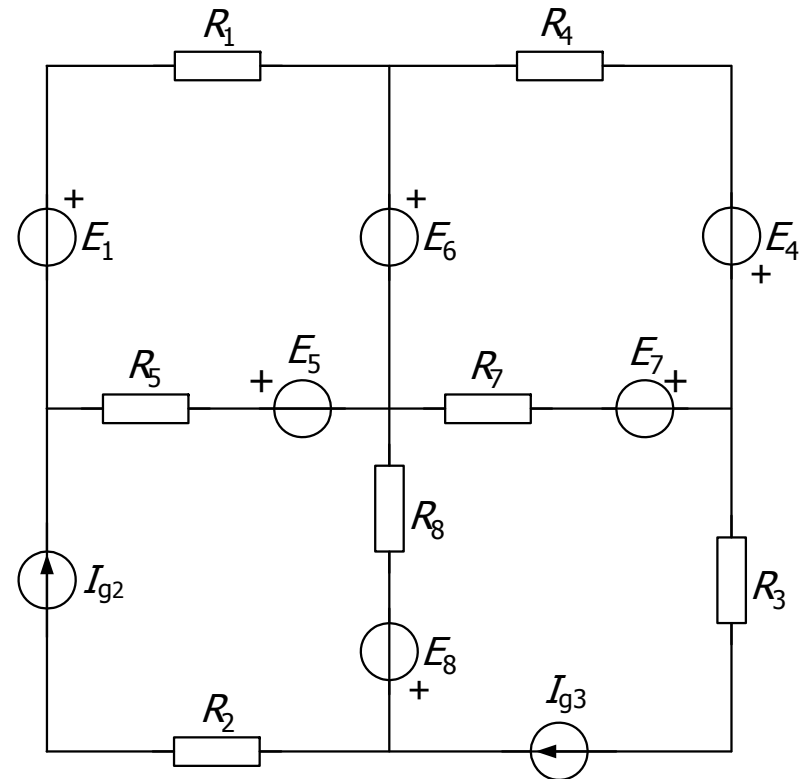
$$E_5 = 50 \text{ V},$$

$$E_6 = 60 \text{ V}, E_7 = 70 \text{ V},$$

$$E_8 = 80 \text{ V},$$

$$I_{g2} = 2 \text{ A}, I_{g3} = 3 \text{ A},$$

$$R_1 = R_2 = 100 \text{ } \Omega, R_3 = R_4 = R_5 = 200 \text{ } \Omega, R_7 = R_8 = 300 \text{ } \Omega$$

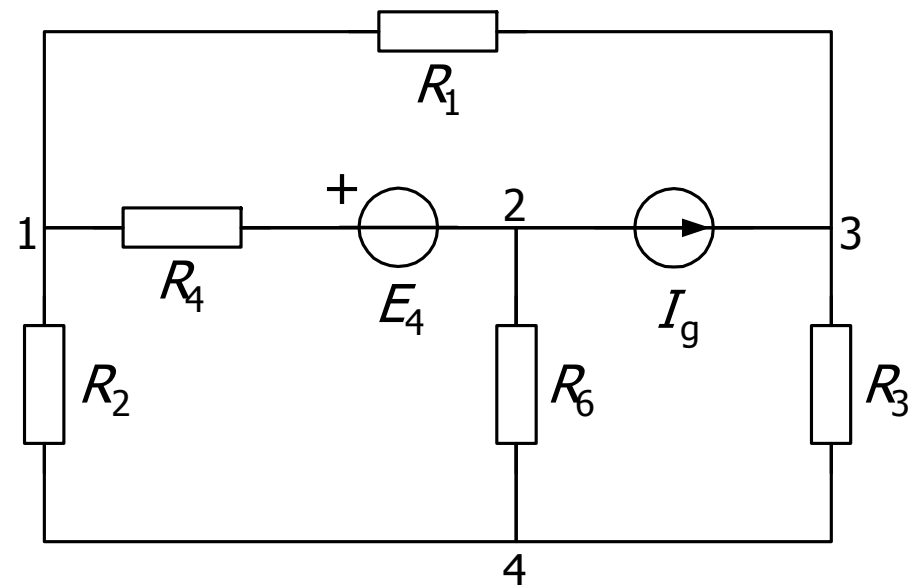


9.6 Odrediti struje svih grana kola primenom metode konturnih struja, kao i snage svih elemenata u kolu. Poznato je:

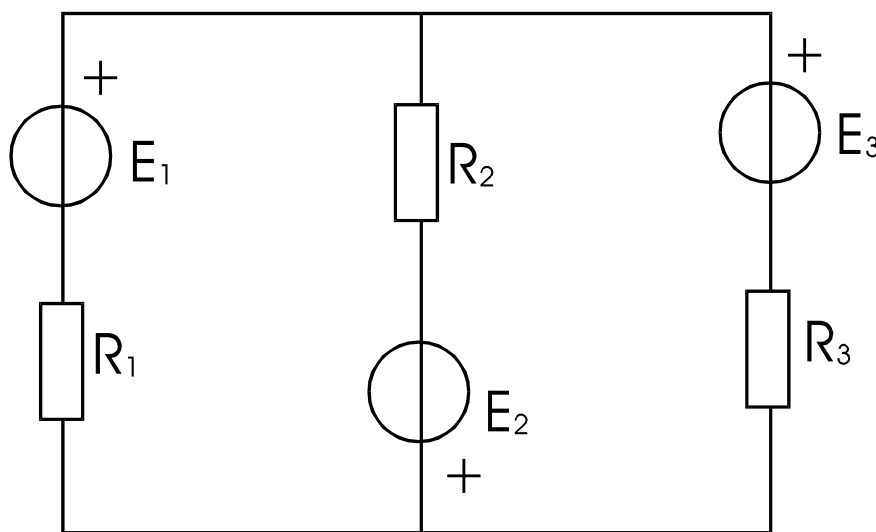
$$E_4 = 130 \text{ V}, I_g = 35 \text{ mA},$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega, R_2 = 2 \text{ k}\Omega, R_3 = 3 \text{ k}\Omega$$

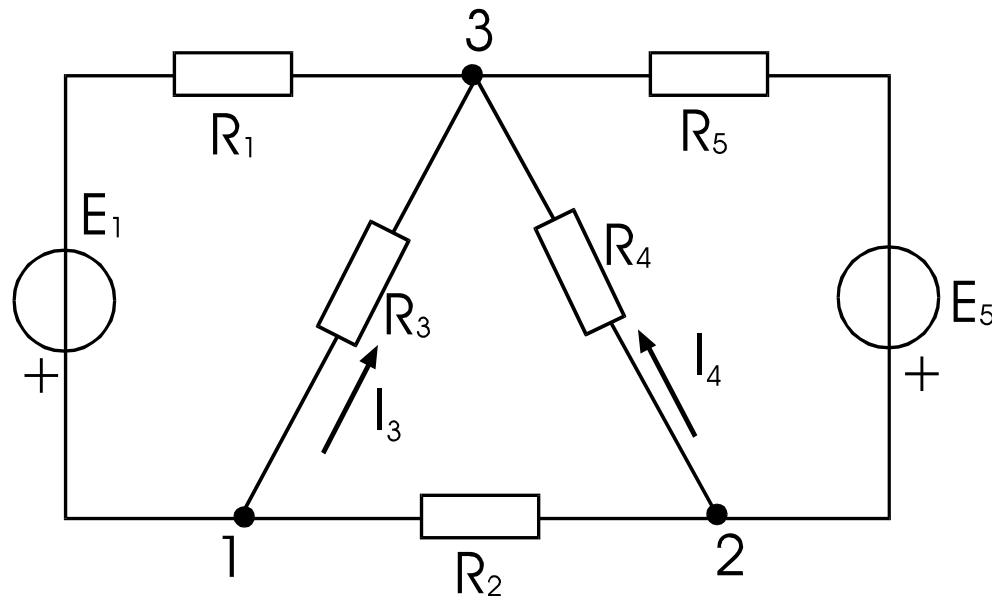
$$R_4 = 500 \text{ k}\Omega, R_6 = 6 \text{ k}\Omega$$



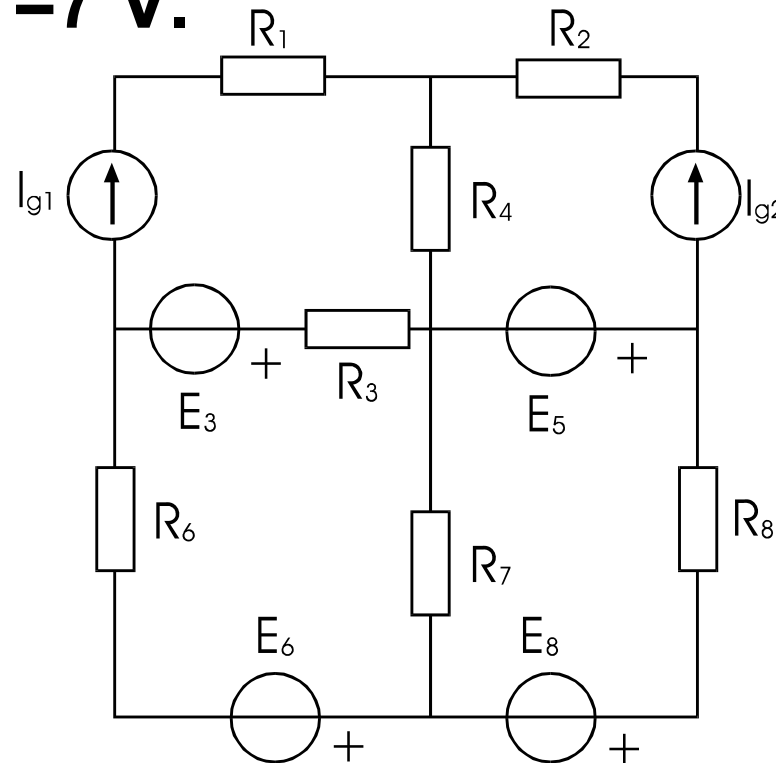
9.7 Generatori elektromotornih sila $E_1 = 6 \text{ V}$, $E_2 = 4 \text{ V}$ i $E_3 = 5 \text{ V}$, zanemarljivih unutrašnjih otpornosti i prijemnici otpornosti $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 400 \Omega$ i $R_3 = 100 \Omega$ vezani su u kolo kao na slici. Odrediti intenzitete struja svih grana kola primenom metode konturnih struja i proveriti teoremu o održanju snage u kolu.



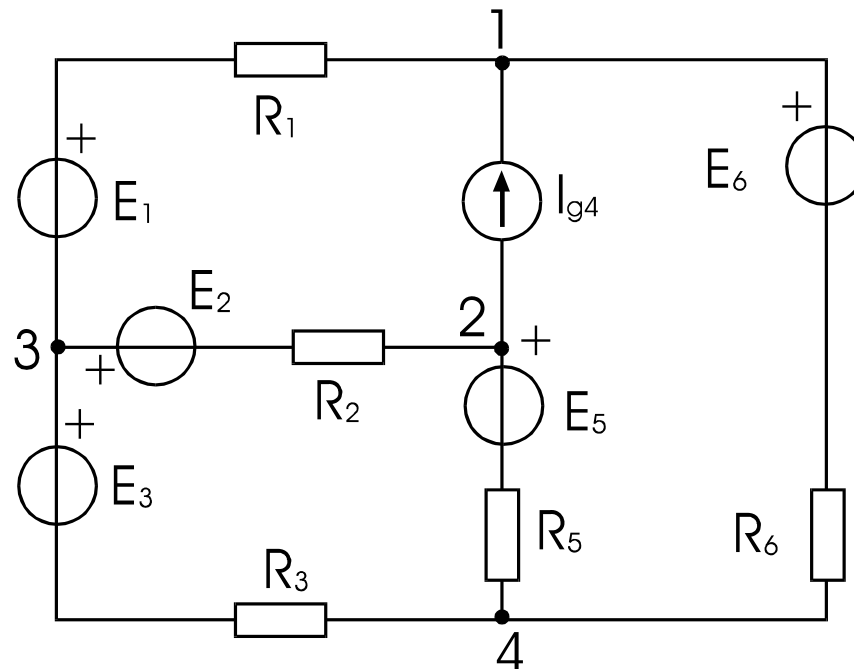
**9.8 U kolu prikazanom na slici je $E_1 = 6\text{V}$, $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 500\ \Omega$ i $R_4 = 1.5\text{ k}\Omega$, $R_5 = 750\ \Omega$, $I_3 = 3\text{ mA}$ i $I_4 = 15\text{ mA}$.
Odrediti otpornost R_3 i elektromotornu silu E_5 .**



9.9 Izračunati jačine struja u svim granama mreže prikazane na slici, kao i snage svih generatora i otpornika. Brojni podaci: $I_{g1} = 2 \text{ A}$, $I_{g2} = 1 \text{ A}$, $R_1 = R_2 = 100 \ \Omega$, $R_3 = R_4 = R_6 = 50 \ \Omega$, $R_7 = 80 \ \Omega$, $R_8 = 80 \ \Omega$, $E_3 = 8 \text{ V}$, $E_5 = 10 \text{ V}$, $E_6 = 12 \text{ V}$, $E_8 = 7 \text{ V}$.



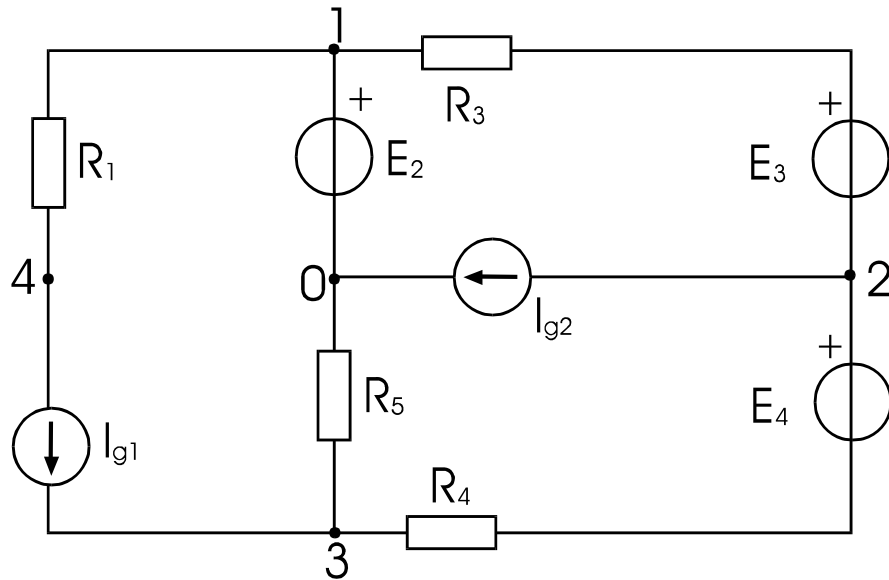
9.10 Metodom konturnih struja izračunati jačine struja u svim granama mreže prikazane na slici, kao i snage svih generatora i otpornika. Brojne vrednosti: $E_1 = 10\text{ V}$, $E_2 = 20\text{ V}$, $E_3 = 30\text{ V}$, $E_5 = 50\text{ V}$, $E_6 = 60\text{ V}$, $I_{g4} = 0.3\text{ mA}$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 7\text{ k}\Omega$, $R_3 = 3\text{ k}\Omega$, $R_5 = 7\text{ k}\Omega$, $R_6 = 6\text{ k}\Omega$.



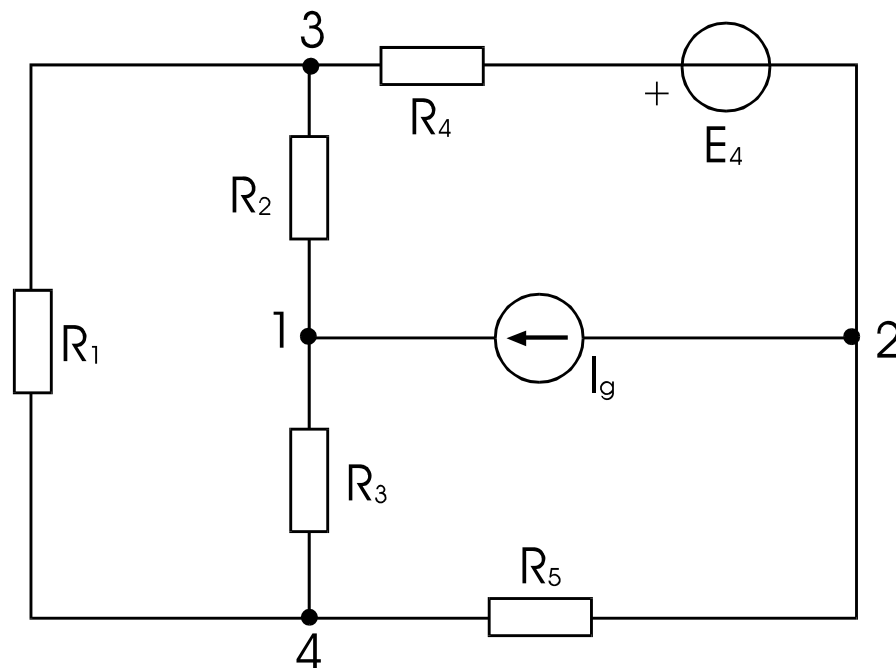
9.11 Najoptimalnijom metodom odrediti jačine struja u svim granama kola prikazanog na slici.

Odrediti snage svih generatora i otpornika.

Brojni podaci: $E_2 = 10\text{ V}$, $E_3 = -30\text{ V}$, $E_4 = 30\text{ V}$, $I_{g1} = 12\text{ A}$, $I_{g2} = 8\text{ A}$, $R_1 = 500\ \Omega$, $R_3 = 400\ \Omega$, $R_4 = 200\ \Omega$, $R_5 = 300\ \Omega$.



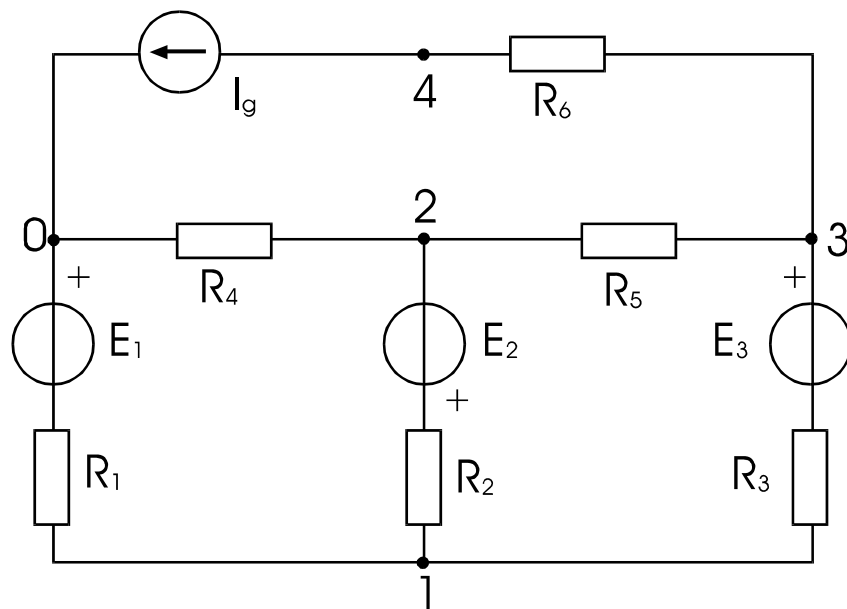
9.12 U kolu prikazanom na slici je: $E_4 = 40\text{ V}$, $I_g = 10\text{ mA}$, $R_1 = 3\text{ k}\Omega$, $R_2 = 5\text{ k}\Omega$, $R_3 = 2\text{ k}\Omega$, $R_4 = 500\text{ }\Omega$, $R_5 = 400\text{ }\Omega$. Odrediti snagu koju razvija strujni generator.



9.13 Za razgranato kolo prikazano na slici je poznato: $I_g = 75 \text{ mA}$, $E_1 = 70 \text{ V}$, $E_2 = 30 \text{ V}$, $E_3 = 40 \text{ V}$, $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 100 \Omega$, $R_5 = 500 \Omega$, $R_6 = 300 \Omega$.

Odrediti:

- a) napon na krajevima strujnog generatora**
- b) snagu koju razvija strujni generator**



TRANSFIGURACIJE KOLA

Transfiguracije kola se dele na transfiguracije otpornika i transfiguracije generatora.

Transfiguracije kola se smeju primeniti ako ne treba odrediti struje u svim granama u kolu.

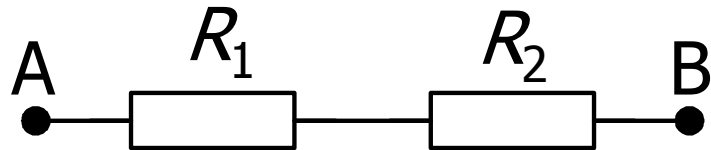
Pri svim ovim transfiguracijama naponi i struje u delu kola koji se ne transfiguriše moraju ostati nepormenjeni. Zato se transfiguracije rade prema tačno definisanim pravilima.

TRANSFIGURACIJE OTPORNIKA

Šta znači transfigurisati grupu otpornika?

To znači naći ekvivalentnu otpornost otpornika koji bi zamenio tu celu grupu.

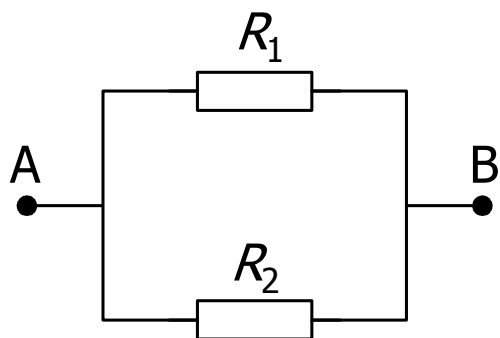
REDNA VEZA



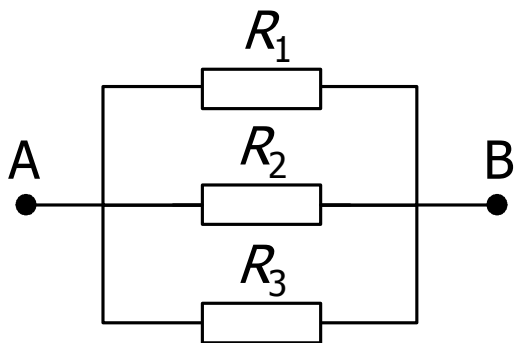
$$R_{AB} = R_1 + R_2$$

**Karakteristika redne veze je da su elementi
vezani u
istoj grani, što znači da imaju zajedničku struju
koja kroz njih prolazi**

PARALELNA VEZA



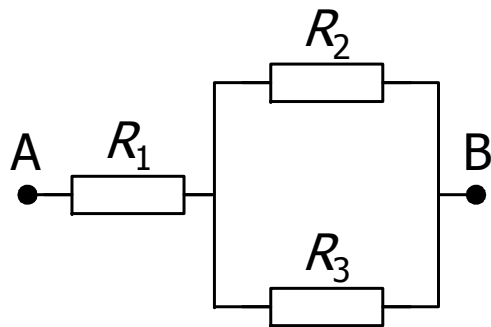
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \Rightarrow \quad R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



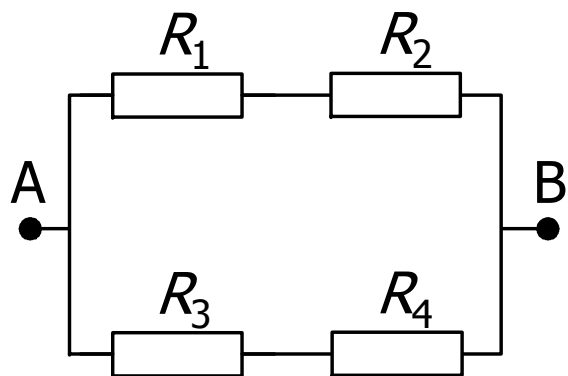
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \Rightarrow$$
$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

Karakteristika paralelne veze je da su elementi vezani između dve iste tačke, što znači da je napon na njima isti.

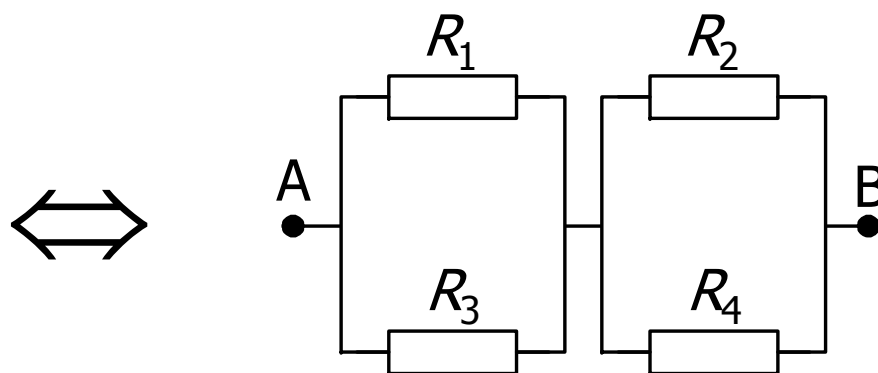
MEŠOVITE VEZE



$$R_{AB} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

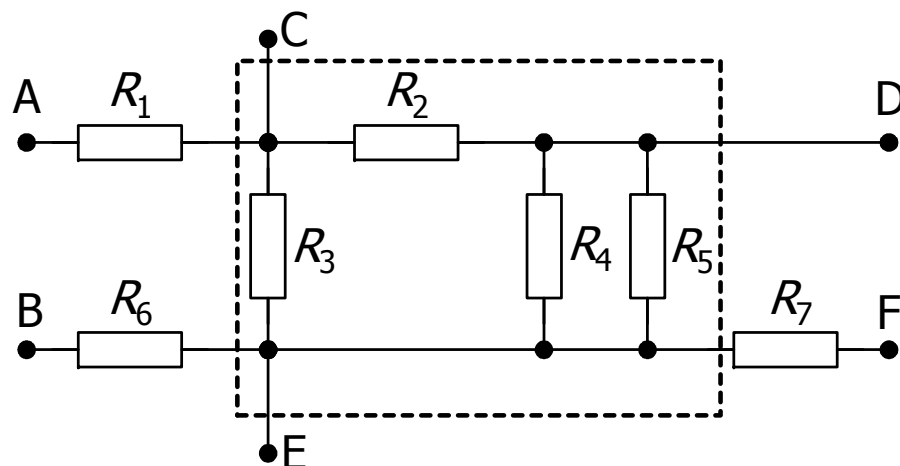


$$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

Primer:



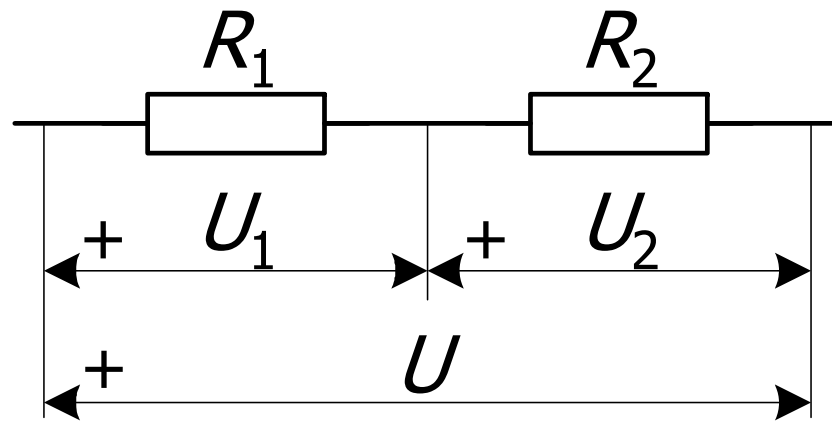
Obeležena grupa otpornika sa slike ima potpuno drugačiju ekvivalentnu otpornost u ova tri slučaja, jer se traži ekvivalentna otpornost između različitih tačaka.

Postoje i nešto složenije veze otpornika koje nisu ni redne, ni paralelne, ni mešovite. To su otpornici povezani u "trougao" i otpornici povezani u "zvezdu". Koriste se transfiguracija "trougao u zvezdu" i transfiguracija "zvezda u trougao".

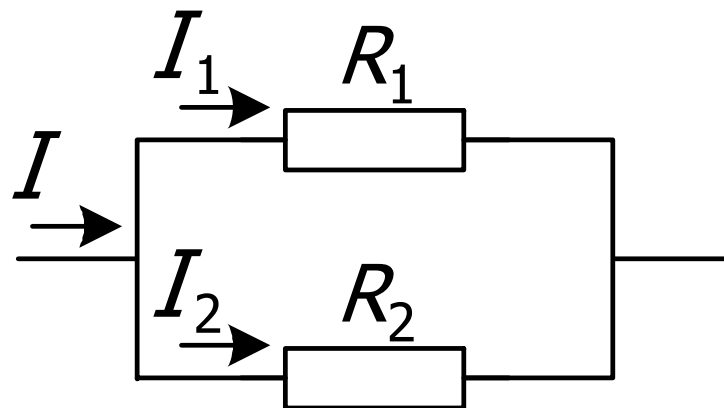
ZADACI:

11.1 Za deo kola prikazan na slici odrediti napone na otpornicima R_1 i R_2 .

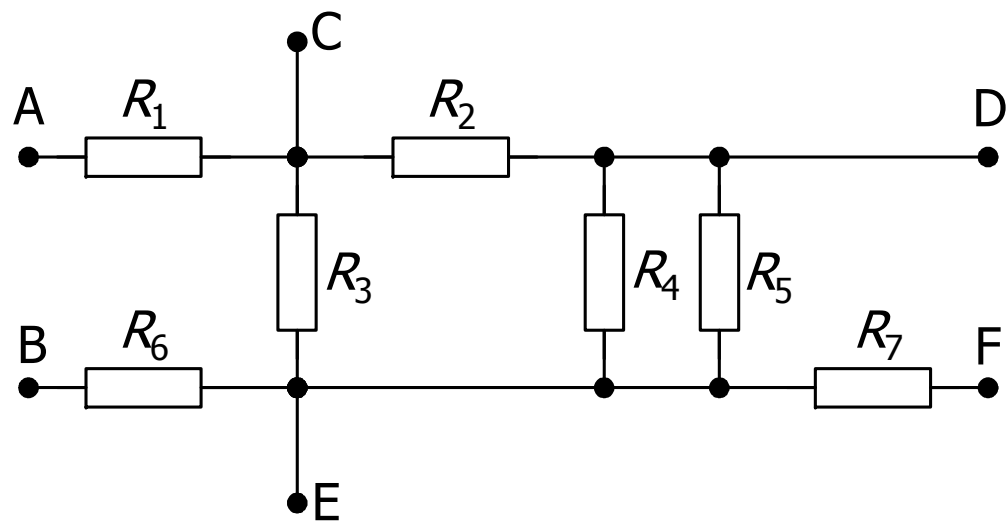
Brojni podaci: $R_1 = 3 \ \Omega$, $R_2 = 7 \ \Omega$, $U = 3 \text{ V}$.



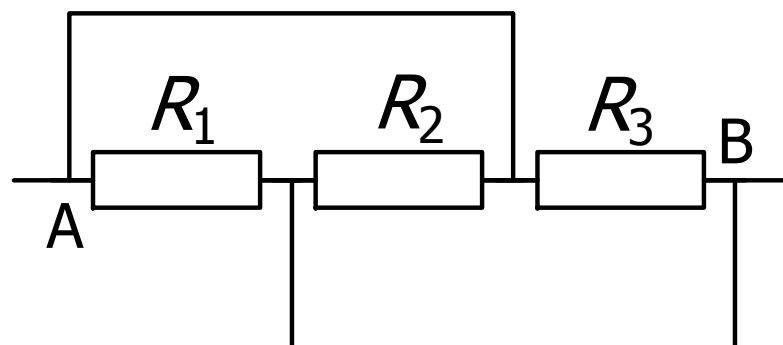
**11.2 Za deo kola prikazan na slici odrediti struje kroz grane sa otpornicima R_1 i R_2 .
Brojni podaci: $R_1 = 3 \, \Omega$, $R_2 = 7 \, \Omega$, $I = 5 \, \text{A}$.**



11.3 Za grupu otpornika na slici odrediti ekvivalentne otpornosti između svih parova tačaka označenih na slici.



11.4 Izračunati ekvivalentnu otpornost između tačaka A i B, ako je $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$ $R_3 = 60 \text{ k}\Omega$



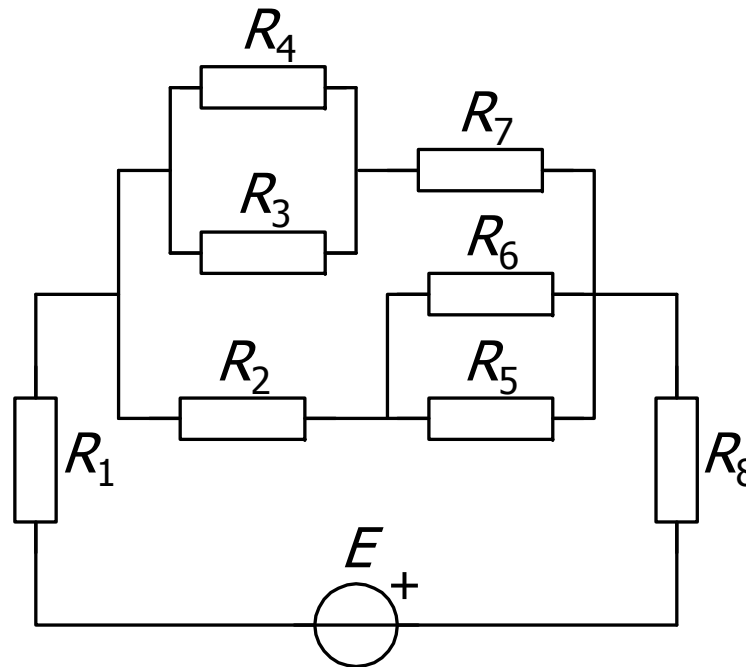
11.5 Izračunati struje u granama kola sa slike, kao i snagu naponskog generatora.

Dato je:

$$R_1 = 7 \text{ k}\Omega, R_2 = 8 \text{ k}\Omega, R_3 = 10 \text{ k}\Omega, R_4 = 30 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 3 \text{ k}\Omega, R_6 = 6 \text{ k}\Omega, R_7 = 2.5 \text{ k}\Omega, R_8 = 8 \text{ k}\Omega$$

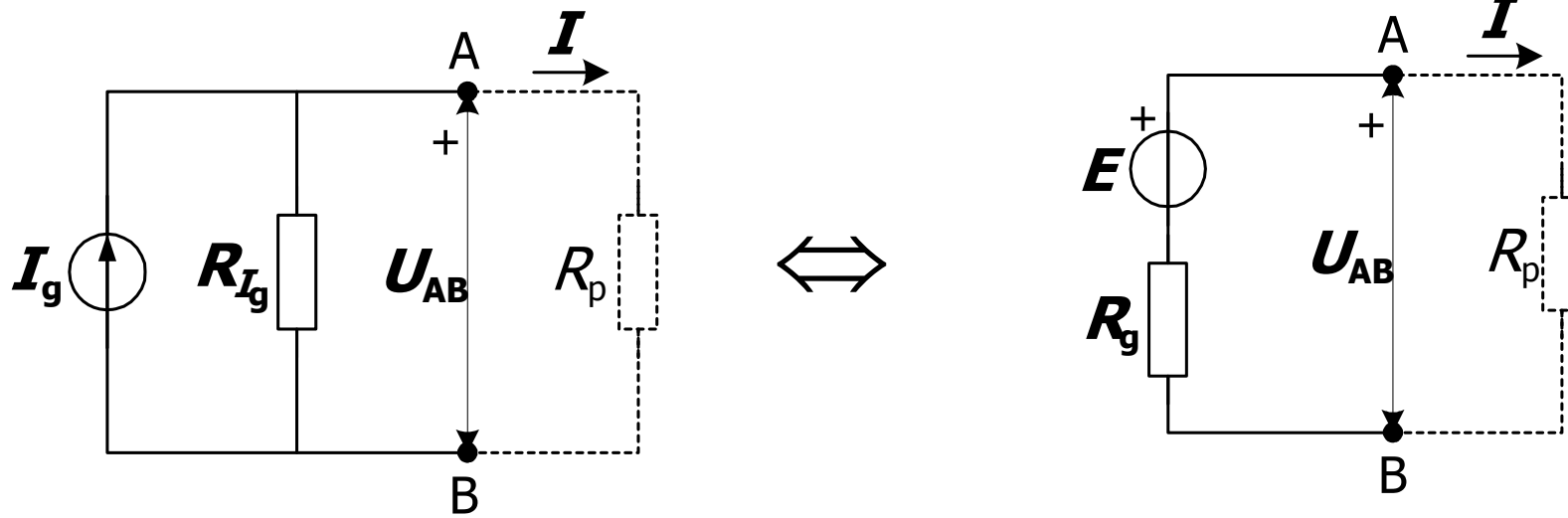
$$E = 40 \text{ V}$$



TRANSFIGURACIJE REALNIH GENERATORA

**Ovde ćemo proučiti samo transfiguraciju
realnih generatora.**

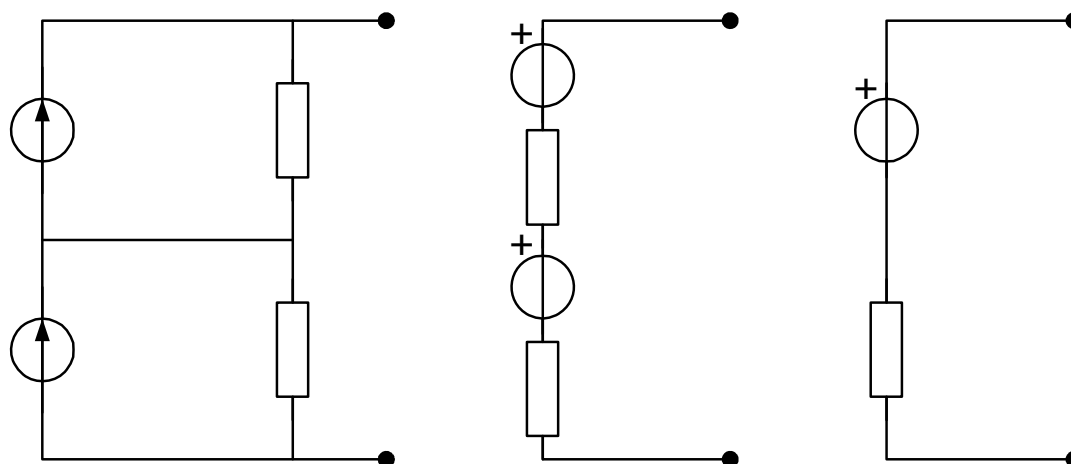
Kako se transfiguriše realan strujni generator?



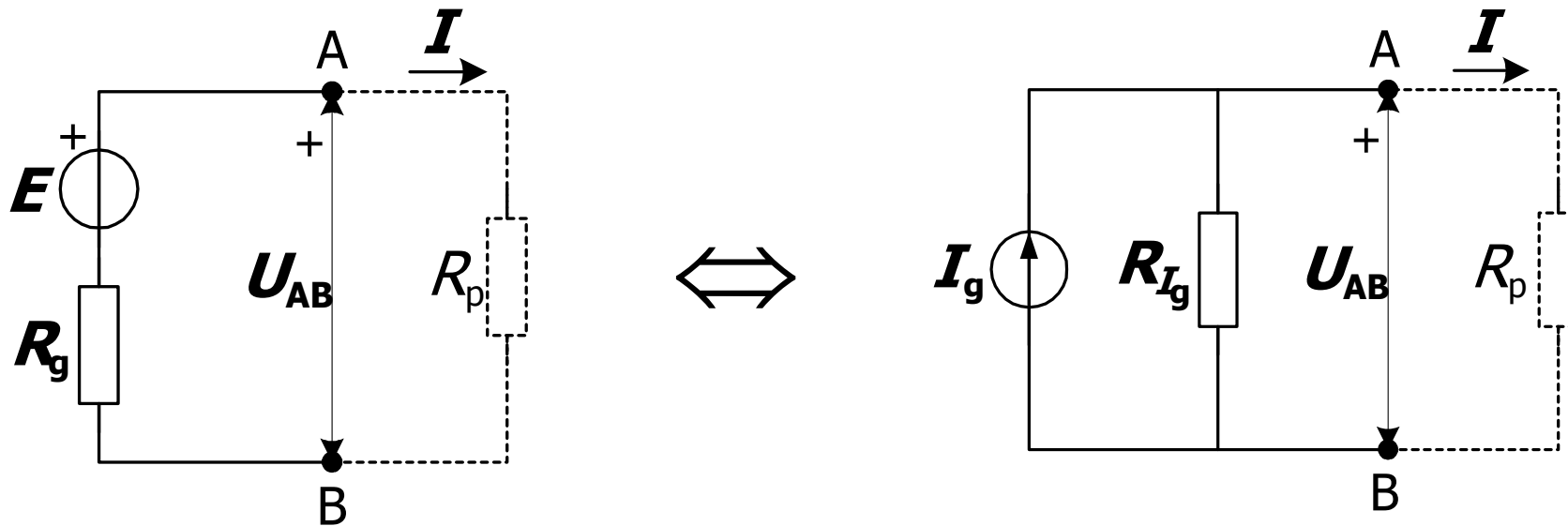
$$E = I_g R_{I_g}$$

$$R_g = R_{I_g}$$

Ova transfiguracija očigledno uprošćava kolo: smanjuje broj kontura. Primenjujemo je, na primer, u sledećem slučaju:



Kako se transfiguriše realan naponski generator?

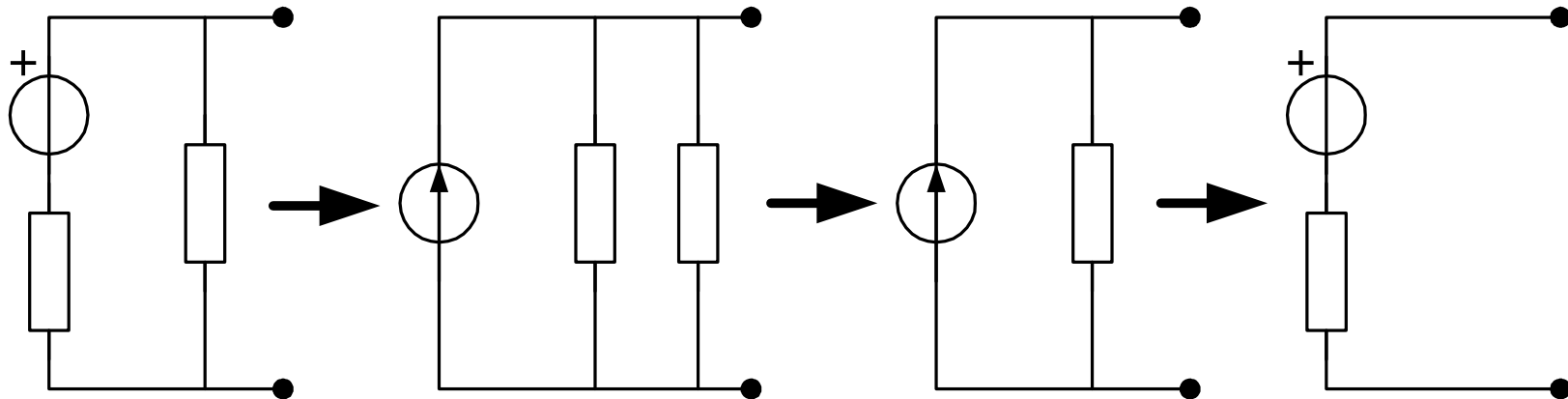


$$I_g = \frac{E}{R_g}$$

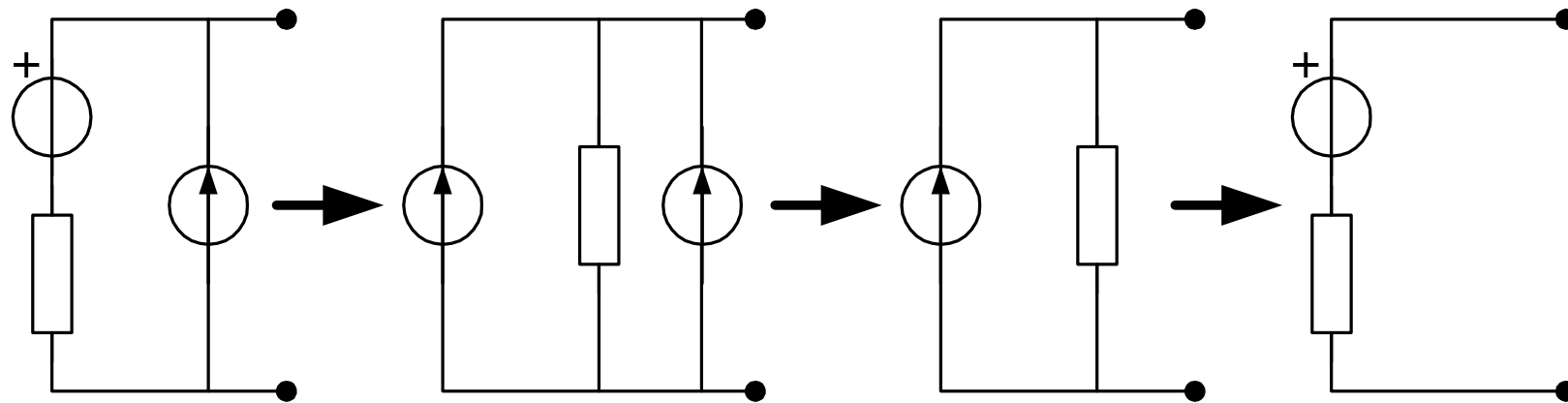
$$R_{I_g} = R_g$$

Ovu transfiguraciju primenjujemo u sledećim slučajevima:

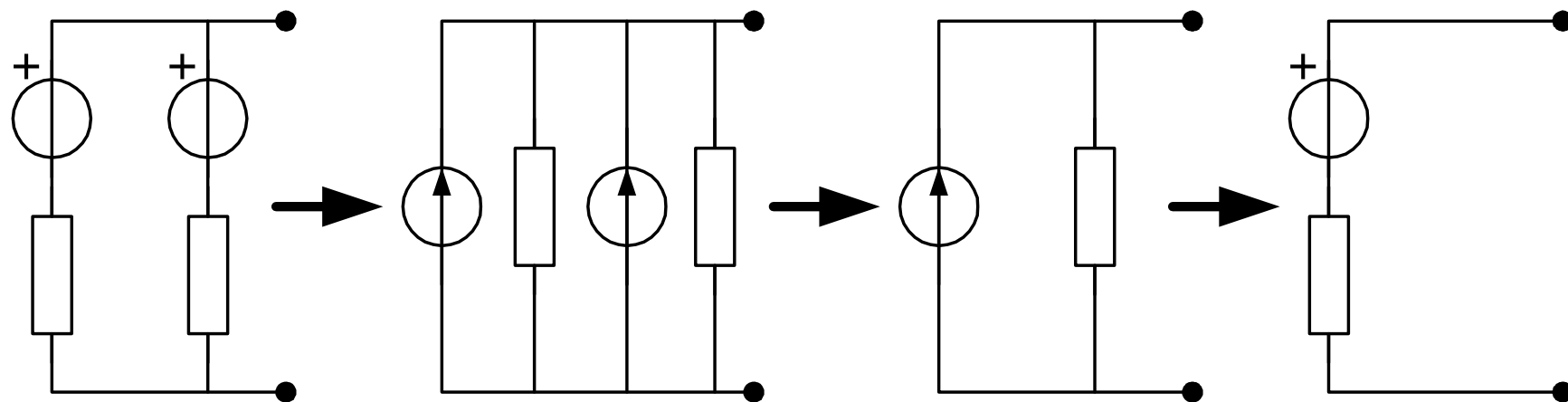
a)



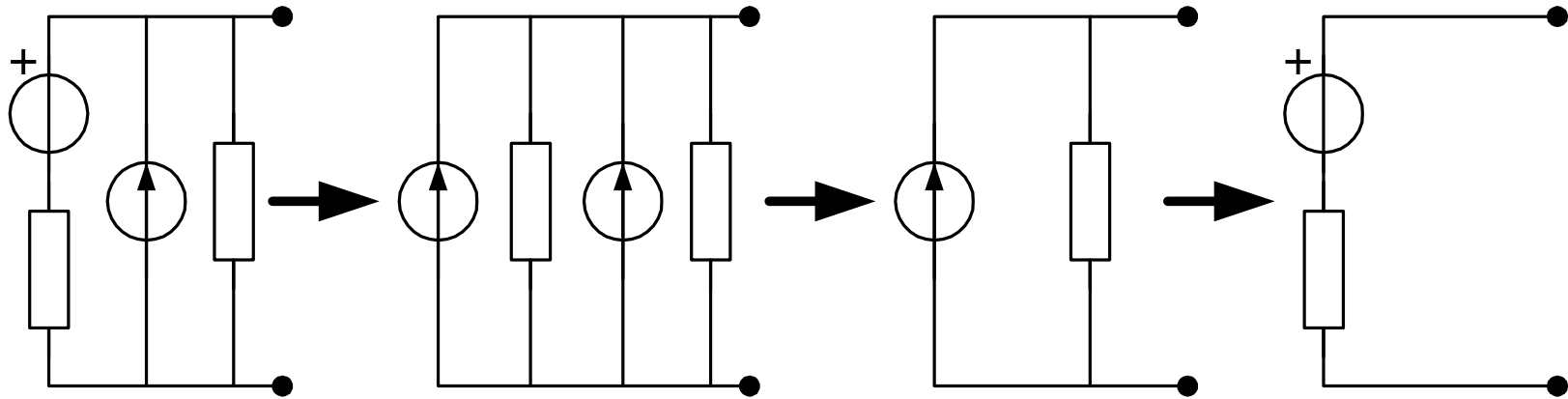
b)



c)



d)



ZADACI:

12.1 Za kolo prikazano na slici poznato je:

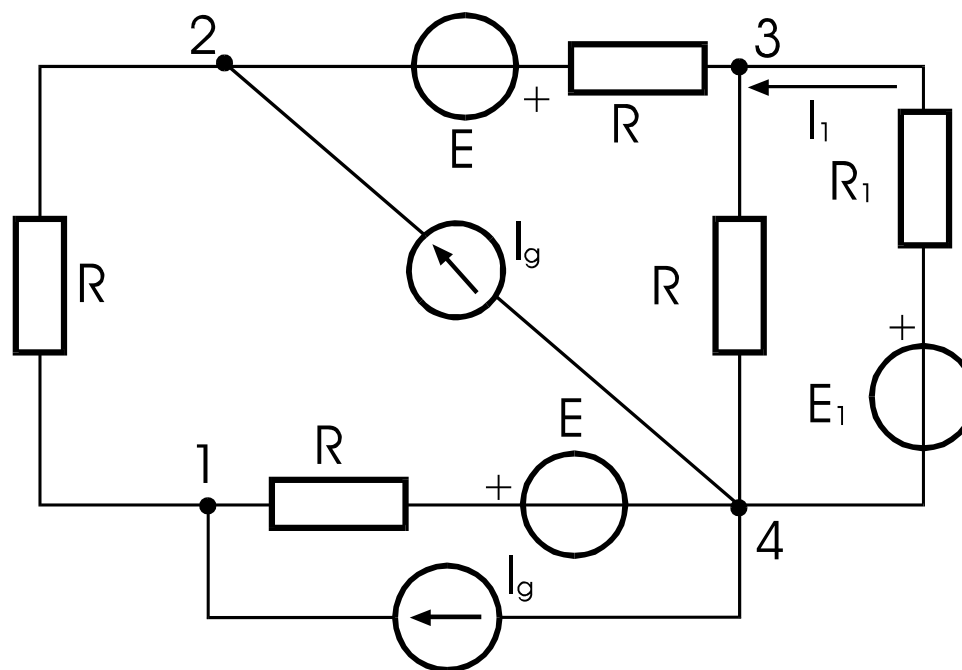
$$E_1 = 40 \text{ V}, E_2 = 100 \text{ V}, E_3 = 30 \text{ V}, I_g = 0.2 \text{ A},$$

$$R_1 = 300 \ \Omega, R_2 = 150 \ \Omega, R_3 = 200 \ \Omega$$

$$R_4 = 100 \ \Omega, R_5 = 75 \ \Omega$$

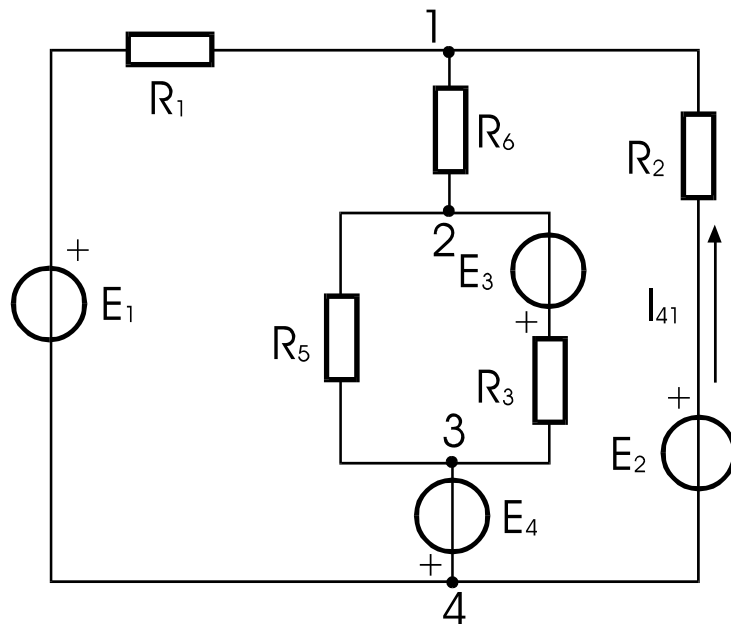
Primenom transfiguracija generatora odrediti struju kroz otpornik R_5 .

12.2 Intenzitet i smer elektromotorne sile E_1 odrediti tako da intenzitet struje kroz otpornik otpornosti R_1 bude $I_1 = 20 \text{ mA}$ u naznačenom smeru, ako je $E = 10 \text{ V}$, $I_g = 10 \text{ A}$, $R = 500 \text{ } \Omega$ i $R_1 = 100 \text{ } \Omega$.



12.3 Generatori elektromotornih sila $E_1 = 50 \text{ V}$, E_2 , $E_3 = 5 \text{ V}$, $E_4 = 8 \text{ V}$ i otpornici otpornosti $R_1 = 300 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$ i $R_6 = 400 \Omega$ vezani su u kolo kao što je prikazano na slici.

Ako je intenzitet struje, u grani sa generatorom nepoznate elektromotorne sile E_2 , poznat, $I_{41} = 30 \text{ mA}$, odrediti nepoznatu ems E_2 .



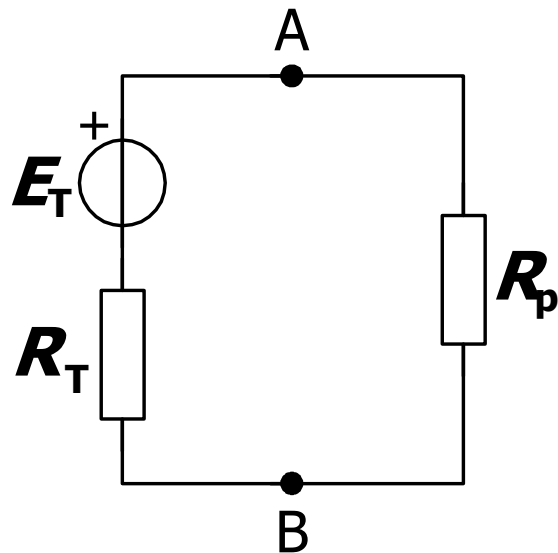
TEVENENOVA TEOREMA

Ova teorema nam govori da deo kola između neke dve tačke možemo zameniti realnim naponskim generatorom. Zašto? Pa zato što između te dve tačke sigurno postoji napon U , a i taj deo kola sigurno ima ekvivalentan otpor R .

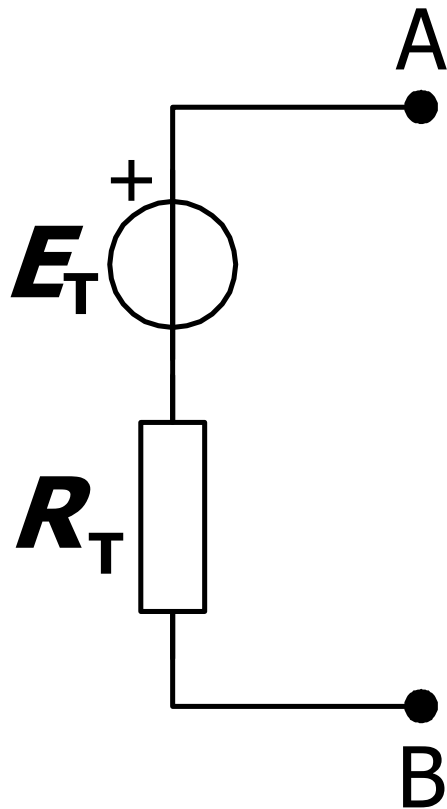
**Prilikom određivanja elektromotorne sile
Thevenenovog generatora poštuju proceduru:
ako u kolu treba naći struju (ili otpornost
potrošača, ili elektromotornu silu naponskog
generatora) u jednoj grani, onda se prvo ta grana
isključiti iz kola;
obeležiti se krajevi koji su ostali otvoreni (na primer
sa A i B, ili 1 i 2);
reši se napon U_{AB} pri tako otvorenim krajevima. To
je onda elektromotorna sila Thevenenovog
generatora.**

Zašto?

**Ma kako kolo na početku bilo složeno, primenom
Tevenenove teoreme možemo ga svesti na
prosto.**



Kada odvojimo granu sa R_p , ostaje:



$$U_{AB} \Big|_{OK} = E_T$$

Ako u proračunu uzmemo da je

$$E_T = U_{AB} \left| \begin{array}{c} \text{OK} \end{array} \right.$$

onda će pozitivan kraj Tevenenovog generatora biti kod tačke A, i obrnuto.

Simbol $\left| \begin{array}{c} \text{OK} \end{array} \right.$ **znači "otvoreno kolo".**

Treba uočiti da je

$$\mathbf{U_{AB} \big|_{OK} \neq U_{AB}}$$

**u početnom kolu, jer kad su krajevi otvoreni
nema električne struje u toj grani, tj. napon
na R_T jednak je 0.**

**Prilikom određivanja otpornosti Theveninovog generatora poštuju proceduru:
kada se isključi grana iz kola preostalo kolo sa otvorenim krajevima treba učiniti pasivnim. To znači da treba poništiti dejstvo svih generatora u kolu (odnosno svesti ih na nulu).**

Kad je napon na naponskom generatoru jednak 0?

Onda kad je u kratkom spoju.

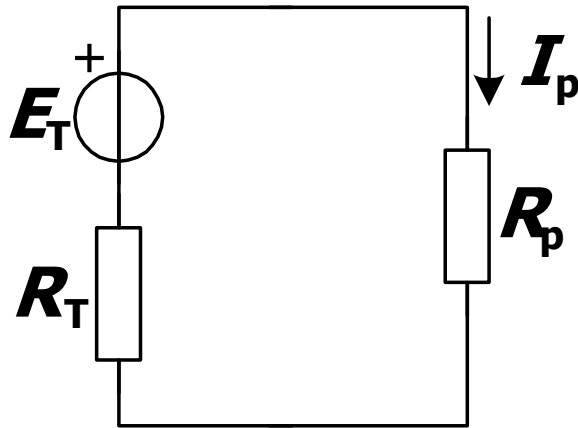
Kad je struja strujnog generatora jednaka 0?

Onda kad je generator u otvorenoj vezi.

Zato se pasivno kolo pravi tako da se svi naponski generatori kratko spoje, a strujni se izvade iz grana kola. Ako su generatori realni, njihove otpornosti ostaju u kolu.

Nađe se ekvivalentan otpor R_{AB} pri otvorenim krajevima i to će biti otpor Tevenenovog generatora.

Na kraju se sklopi prosto kolo od Tevenenovog generatora, Tevenenovog otpora i grane koju smo izvadili iz kola na početku. Rešavanjem tog prostog kola dobija se tražena električna struja (ili otpornost potrošača, ili elektromotorna sila naponskog generatora).



$$I = \frac{E_T}{R_T + R_p}$$

Tevenenovom teoremom se u opštem slučaju može ekvivalentirati bilo koji deo kola između proizvoljne dve tačke. U tom slučaju se otkači ceo ostatak kola koji se ne ekvivalentira.

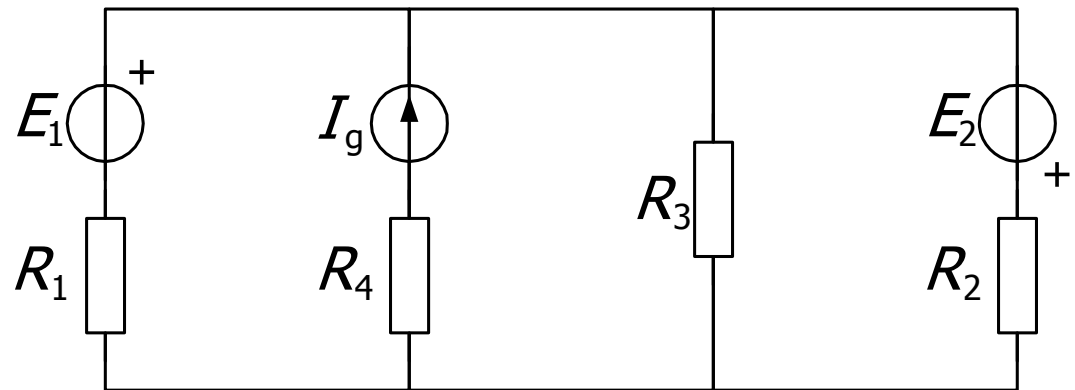
ZADACI:

13.1 U kolu sa slike odrediti jačinu struje u grani sa otpornikom R_3 , primenom Tevenenove teoreme. Poznato je:

$$E_1 = 20 \text{ V}, E_2 = 12 \text{ V}, I_g = 150 \text{ mA},$$

$$R_1 = 400 \, \Omega, R_2 = 600 \, \Omega$$

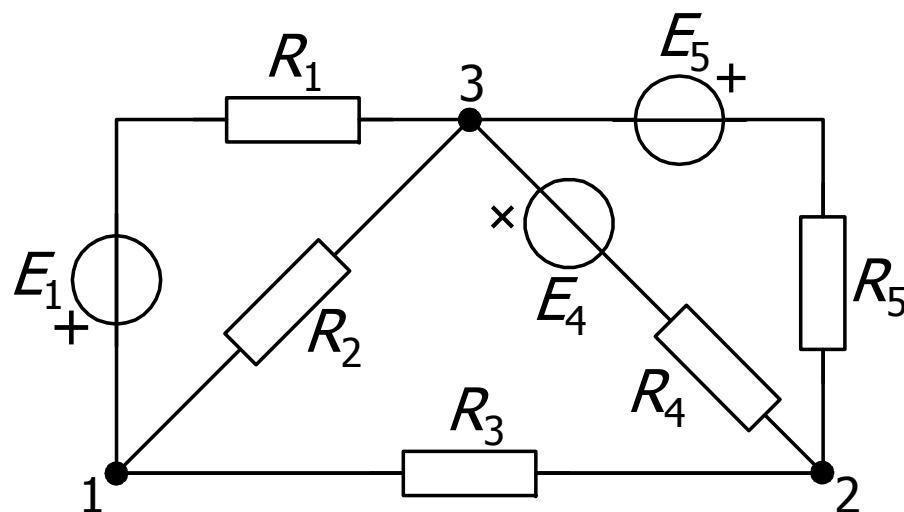
$$R_3 = 160 \, \Omega, R_4 = 100 \, \Omega$$



13.2 U kolu prikazanom na slici poznata je struja $I_{23} = 50 \text{ mA}$ kroz otpornik R_4 . Primenom Tevenenove teoreme odrediti otpornost R_4 , ako je:

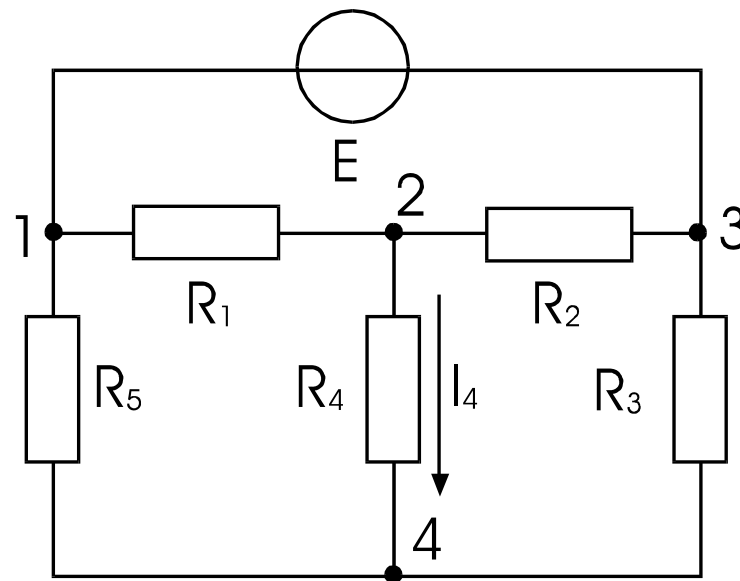
$$E_1 = 60 \text{ V}, E_5 = 40 \text{ V}, E_5 = 50 \text{ V},$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega, R_2 = 6 \text{ k}\Omega, R_3 = 750 \Omega, R_5 = 750 \Omega$$



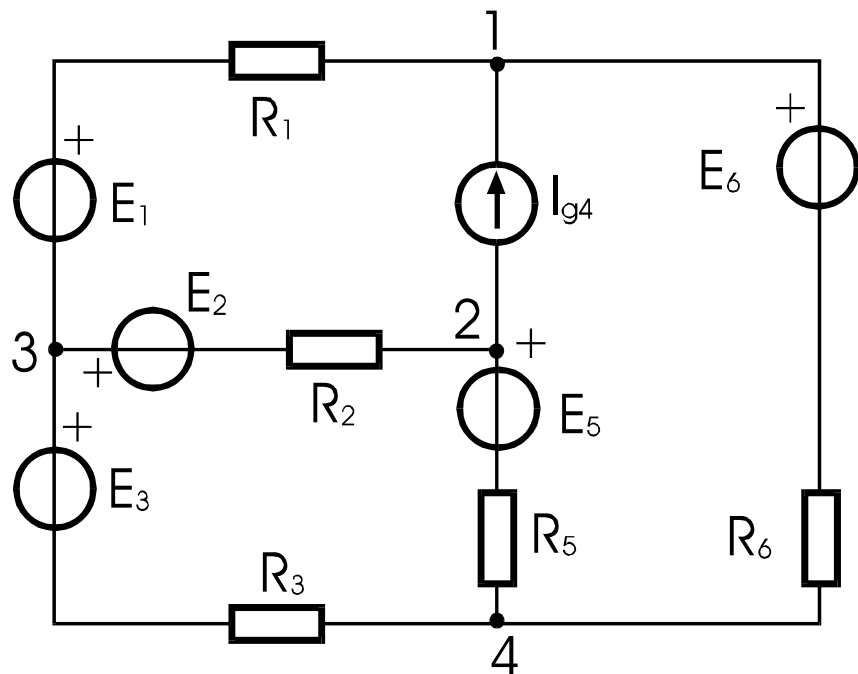
13.3 U kolu prikazanom na slici je: $R_1 = 200 \, \Omega$, $R_2 = 300 \, \Omega$, $R_3 = 400 \, \Omega$, $R_4 = R_5 = 100 \, \Omega$.

Primenom Tevenenove teoreme odrediti elektromotornu silu E tako da struja I_4 bude $20 \, \text{mA}$, prema datom referentnom smeru.



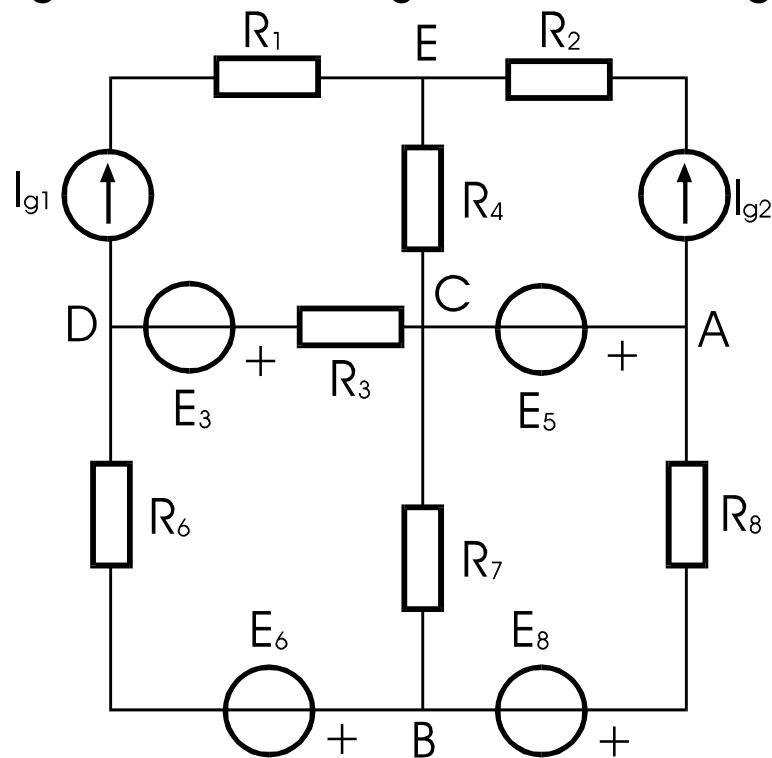
13.4 Koristeći se Tevenenovom teoremom odrediti snagu koja se razvija na otporniku otpornosti R_6 u kolu prikazanom na slici.

Brojne vrednosti: $E_1 = 1\text{ V}$, $E_2 = 2\text{ V}$, $E_3 = 3\text{ V}$, $E_5 = 5\text{ V}$, $E_6 = 6\text{ V}$, $I_{g4} = 0.3\text{ mA}$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 7\text{ k}\Omega$, $R_3 = 3\text{ k}\Omega$, $R_5 = 7\text{ k}\Omega$ i $R_6 = 6\text{ k}\Omega$.



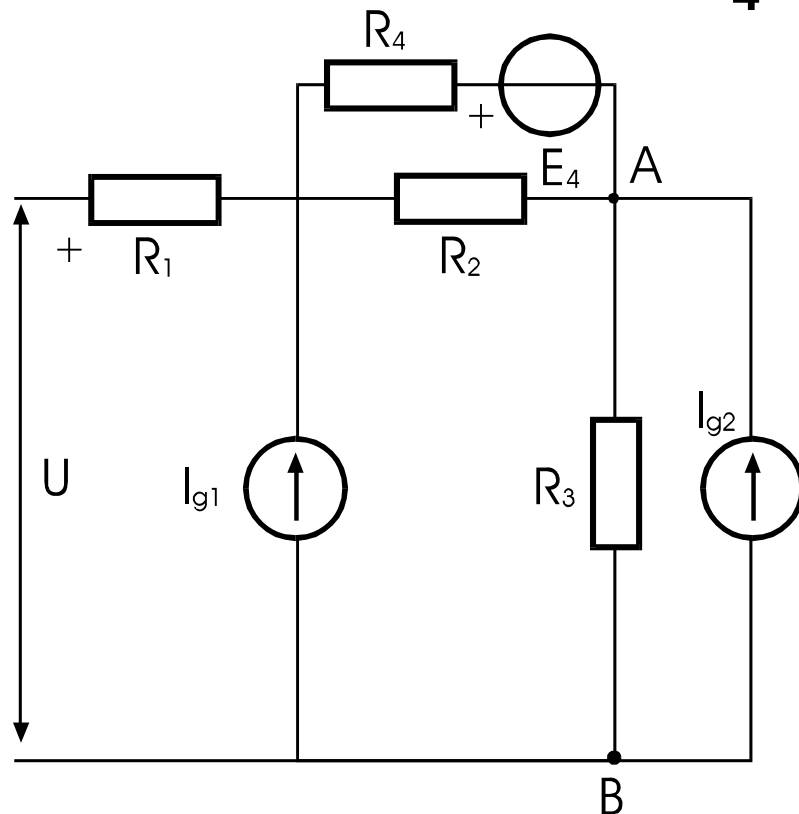
**13.5 Koristeći se Tevenenovom teoremom
odrediti snagu koja se razvija na otporniku
otpornosti R_8 u kolu prikazanom na slici.**

**Brojni podaci: $I_{g1} = 2 \text{ A}$, $I_{g2} = 1 \text{ A}$, $R_1 = R_2 = 10 \Omega$,
 $R_3 = R_4 = R_6 = 50 \Omega$, $R_7 = 80 \Omega$, $R_8 = 40 \Omega$, $E_3 =$
 8 V , $E_5 = 10 \text{ V}$, $E_6 = 12 \text{ V}$, $E_8 = 7 \text{ V}$.**



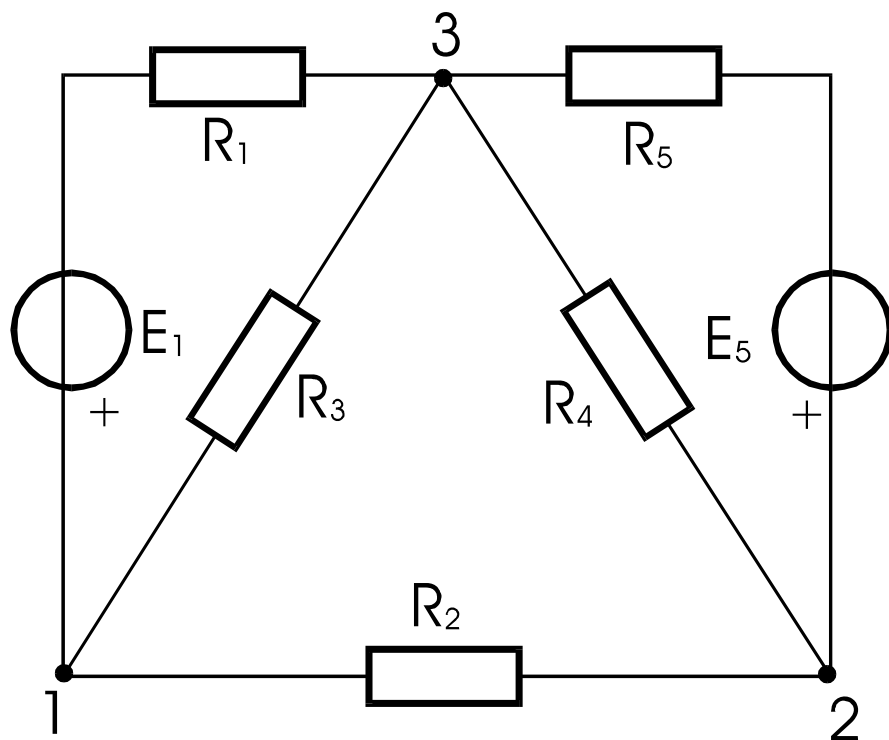
13.6 Primenom Tevenenove teoreme odrediti struju u grani sa otpornikom otpornosti R_3 u kolu prikazanom na slici.

Brojni podaci: $U = 30\text{ V}$, $E_4 = 18\text{ V}$, $I_{g1} = 60\text{ mA}$, $I_{g2} = 30\text{ mA}$, $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 200\ \Omega$, $R_3 = 80\ \Omega$ i $R_4 = 300\ \Omega$.



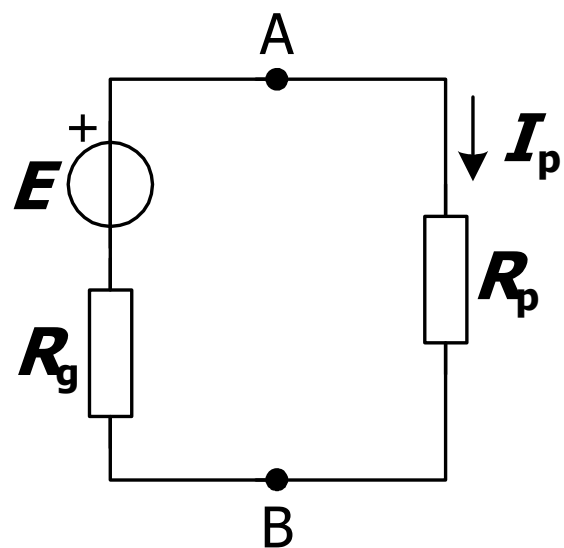
13.7 U kolu prikazanom na slici poznato je: $E_1 = 6\text{ V}$, $E_5 = 40\text{ V}$, $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 500\text{ }\Omega$, $R_4 = 1.5\text{ k}\Omega$, $R_5 = 750\text{ }\Omega$.

Primenom Tevenenove teoreme odrediti otpornost R_3 tako da struja I_{13} bude 3 mA .



PRILAGOĐENJE PRIJEMNIKA PO SNAZI

Ponekad postoji potreba da se potrošač prilagodi generatoru. Tada se na potrošaču razvija maksimalna snaga. Uslov za to je da se otpornost potrošača izjednači sa otpornošću generatora.



$$P_{R_p} = P_{\max}$$

ako je

$$R_p = R_g$$

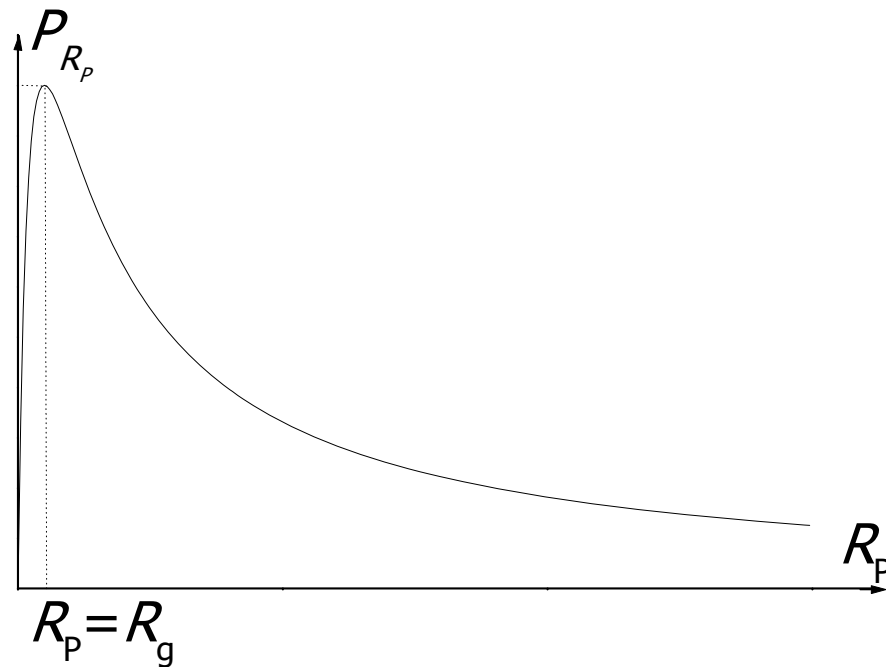
Struja u prilagođenom kolu je:

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R_g} + \mathbf{R_p}} \Big|_{\mathbf{R_p} = \mathbf{R_g}} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{2R_p}}$$

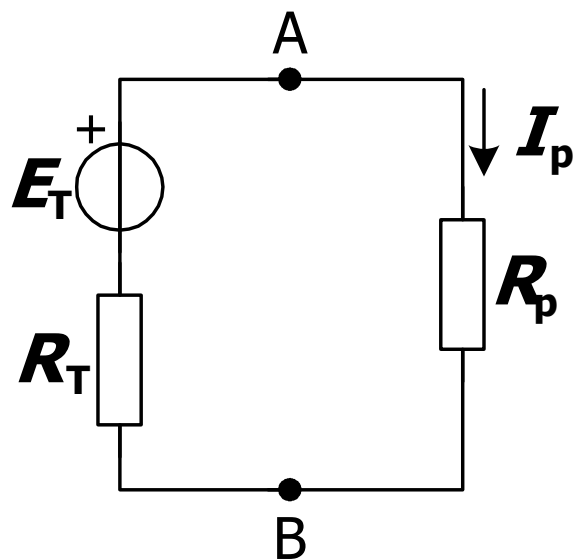
pa je maksimalna snaga:

$$\mathbf{P_{max}} = \mathbf{I^2 R_p} = \left(\frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R_g} + \mathbf{R_p}} \right)^2 \mathbf{R_p} \Big|_{\mathbf{R_p} = \mathbf{R_g}} = \left(\frac{\mathbf{E}}{\mathbf{2R_p}} \right)^2 \mathbf{R_p} = \frac{\mathbf{E^2}}{\mathbf{4R_p}}$$

Na slici je prikazana zavisnost snage na potrošaču u zavisnosti od vrednosti otpornika R_p .



Kola najčešće nisu prosta već složena. Na prvi pogled ovo prilagođenje je teško izvesti. Ali, ako se setimo Tevenenove teoreme, zaključujemo da svako složeno kolo možemo transfigurisati u prosto:



$$P_{R_p} = P_{\max}$$

ako je

$$R_p = R_T$$

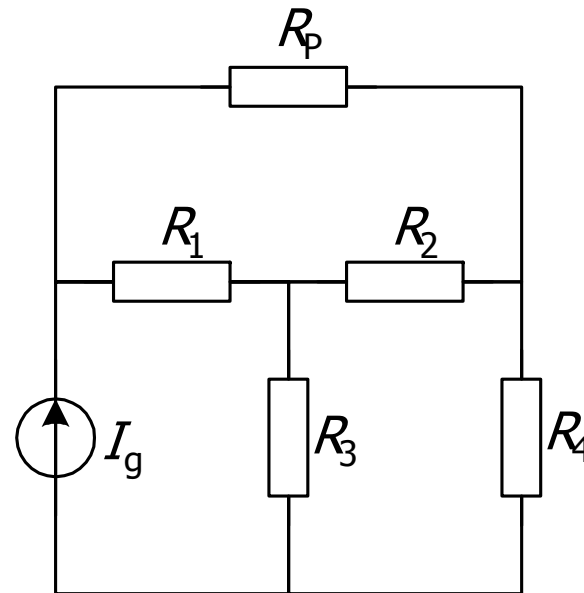
ZADACI:

15.1 U kolu sa slike poznato je:

$$R_1 = 20 \, \Omega, R_2 = 10 \, \Omega, R_3 = 10 \, \Omega, R_4 = 5 \, \Omega$$

$$I_{g1} = 2.6 \, A$$

Odrediti otpornost prijemnika R_p tako da se na njemu razvija maksimalna snaga. Kolika je ta snaga?

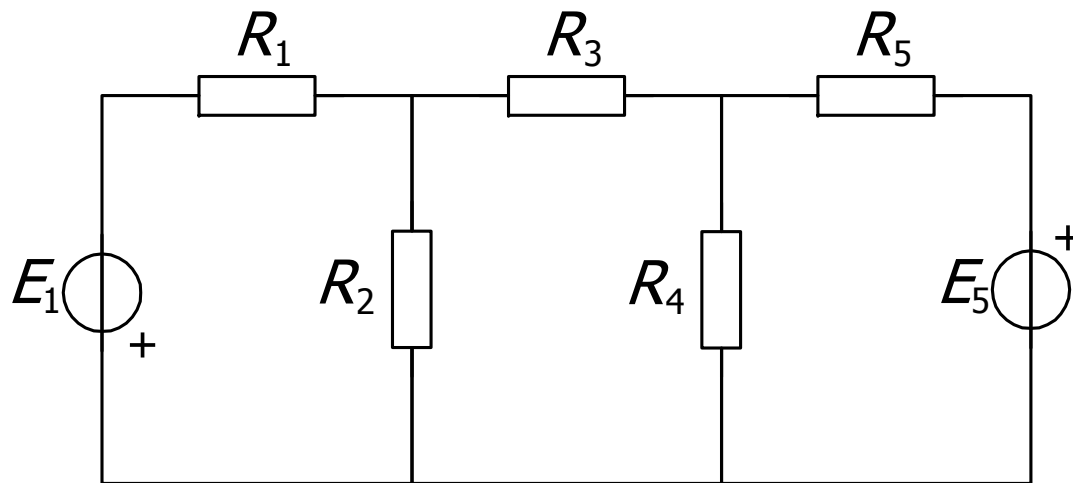


15.2 U kolu prikazanom na slici odrediti otpornost otpornika R_3 tako da se na njemu razvije maksimalna snaga. Odrediti tu snagu.

$$E_1 = 10 \text{ V}, E_5 = 100 \text{ V},$$

$$R_1 = 2 \text{ } \Omega, R_2 = 40 \text{ } \Omega$$

$$R_4 = 20 \text{ } \Omega, R_5 = 20 \text{ } \Omega$$



15.3 U kolu prikazanom na slici odrediti otpornost potrošača R_p tako da se na njemu razvije maksimalna snaga. Odrediti tu snagu.

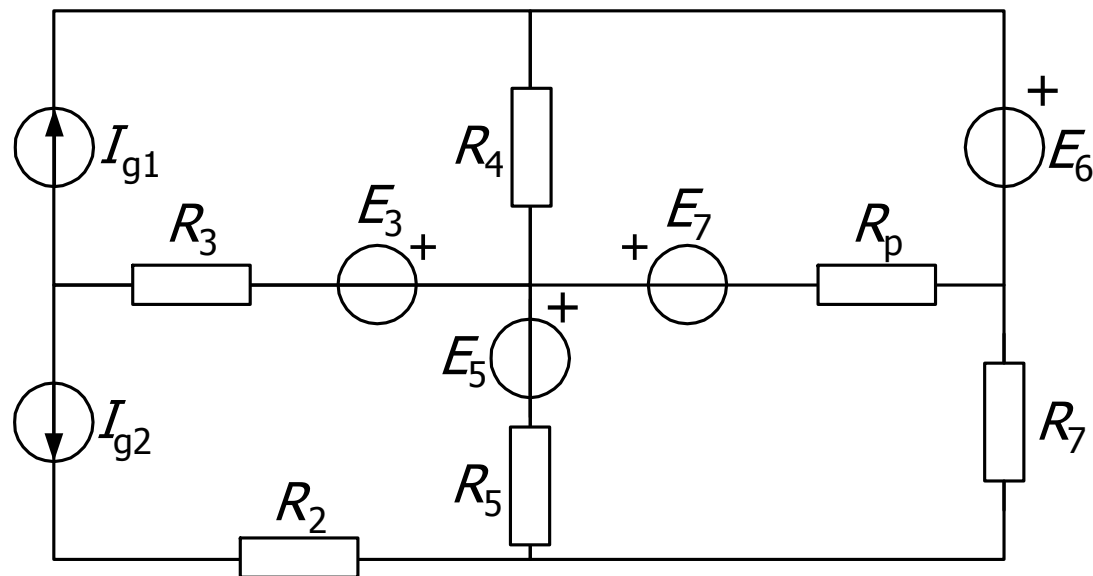
$$E_3 = 1.5 \text{ V}, E_5 = 1.2 \text{ V}, E_6 = 0.9 \text{ V}, E_7 = 0.4 \text{ V}$$

$$I_{g1} = 60 \text{ mA}, I_{g2} = 100 \text{ mA}$$

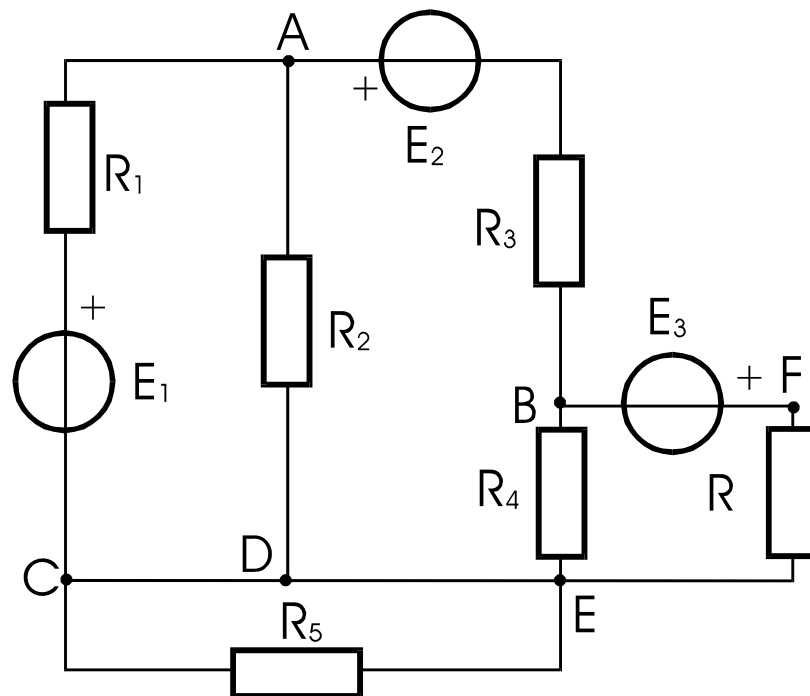
$$R_2 = 20 \text{ } \Omega, R_3 = 10 \text{ } \Omega$$

$$R_4 = 20 \text{ } \Omega, R_5 = 20 \text{ } \Omega$$

$$R_7 = 10 \text{ } \Omega$$



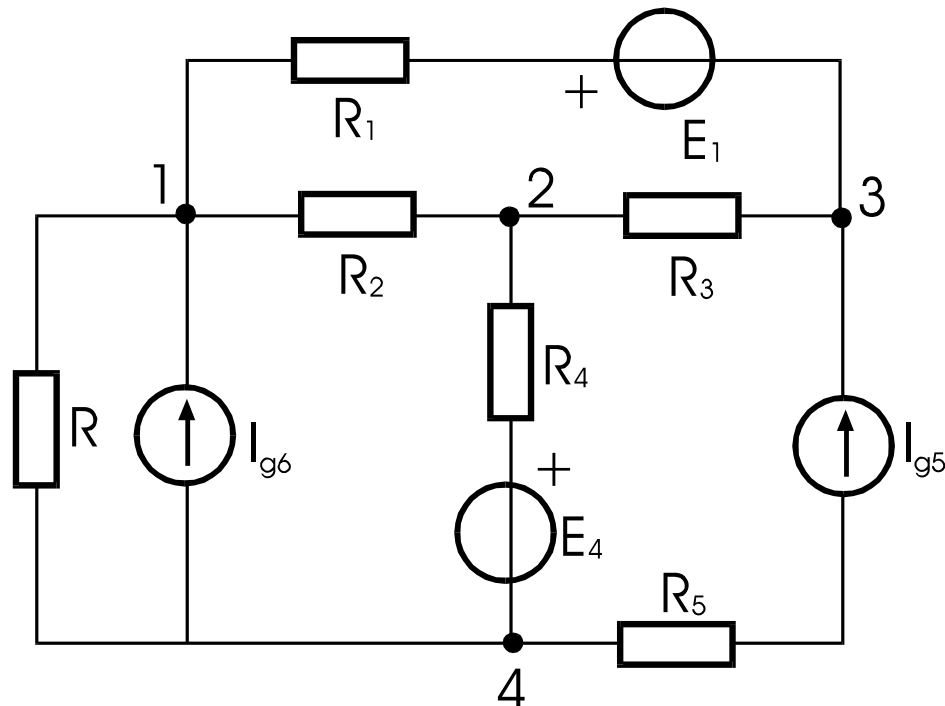
**15.4 Za kolo stalne jednosmerne struje prikazano na slici poznati su sledeći parametri: $E_1 = 10\text{ V}$, $E_2 = 20\text{ V}$, $E_3 = 20\text{ V}$, $R_1 = 50\ \Omega$, $R_2 = 1\text{ k}\Omega$, $R_3 = 25\ \Omega$, $R_4 = 50\ \Omega$, $R_5 = 10\ \Omega$.
Odrediti otpornost R otpornika tako da se na njemu razvije maksimalna snaga.**



15.5 U kolu prikazanom na slici odrediti otpornost R prijemnika tako da se na njemu razvija maksimalna snaga. Odrediti tu snagu.

Brojni podaci:

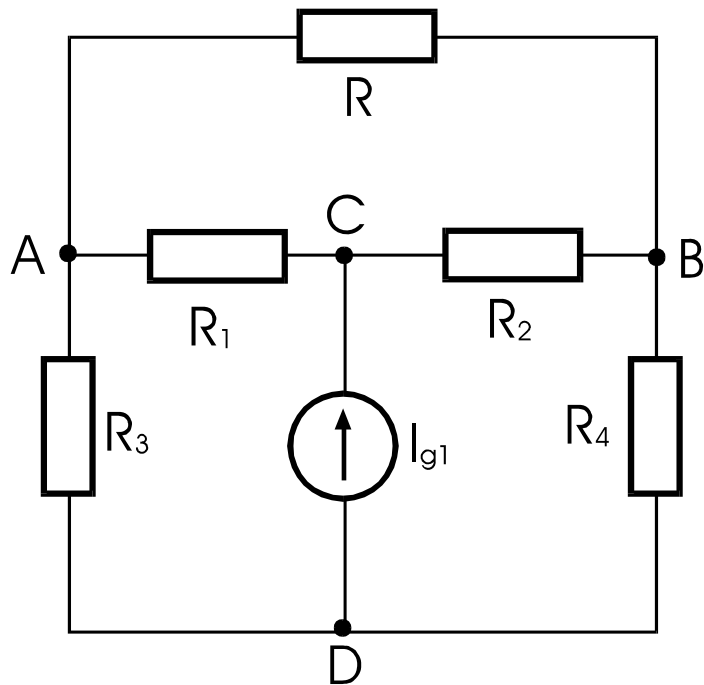
**$E_1 = 100 \text{ V}$, $E_4 = 20 \text{ V}$, $I_{g5} = I_{g6} = 1 \text{ A}$, $R_1 = 100 \text{ } \Omega$,
 $R_2 = 40 \text{ } \Omega$, $R_3 = 20 \text{ } \Omega$, $R_4 = 50 \text{ } \Omega$, $R_5 = 10 \text{ } \Omega$.**



15.6 U kolu prikazanom na slici poznati su sledeći parametri: $R_1 = 600 \, \Omega$, $R_2 = 400 \, \Omega$, $R_3 = 800 \, \Omega$, $R_4 = 200 \, \Omega$, $I_{g1} = 2A$. Odrediti:

a) otpornost R otpornika tako da se na njemu razvije maksimalna snaga

b) maksimalnu snagu koja se razvija na tom otporniku.



**PITANJA
ZA
PROVERU ZNANJA**

**1. Šta su slobodni nosioci naelektrisanja
u metalnom provodniku?**

šupljine

elektroni

joni

2. Šta su slobodni nosioci naelektrisanja u elektrolitima?

šupljine

elektroni

joni

3. Šta je jačina električne struje?

**proteklo naelektrisanje kroz poprečni presek
provodnika**

**proteklo naelektrisanje kroz
poprečni presek provodnika u
jedinici vremena**

**količnik proteklog naelektrisanja kroz poprečni
presek provodnika i površine poprečnog
preseka provodnika**

4. Šta je gustina električne struje?

**proteklo naelektrisanje kroz poprečni presek
provodnika**

**proteklo naelektrisanje kroz poprečni presek
provodnika u jedinici vremena**

**količnik jačine električne struje koja
protiče kroz poprečni presek
provodnika i površine poprečnog
preseka provodnika**

5. Šta je električna otpornost?

**količnik napona na krajevima
otpornika i struje koja kroz
njega protiče**

**količnik električne struje koja protiče kroz
otpornik i napona na otporniku**

6. Šta je električna provodnost?

**količnik napona na krajevima otpornika i
električne struje koja kroz njega protiče**

**količnik električne struje koja
protiče kroz otpornik i napona
na otporniku**

7. Koja je jedinica za električnu otpornost?

Ω

$\Omega \cdot \text{m}$

S

8. Koja je jedinica za specifičnu električnu otpornost?

Ω

$\Omega \cdot \text{m}$

S

9. Koja je jedinica za električnu provodnost?

$$\frac{1}{\Omega \cdot \text{m}}$$

$$\Omega \cdot \text{m}$$

S

10. Koja je jedinica za specifičnu električnu provodnost?

$$\frac{1}{\Omega \cdot \text{m}}$$

$$\Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{S}$$

11. Šta je otpornik?

**spособnost provodnika da pruža otpor proticanju
struje**

**električna komponenta sa
nazivnom vrednošću otpora**

12. O čemu govori Ohmov zakon?

o linearnoj vezi između napona na krajevima otpornika i struje koja protiče kroz njega

o transformisanju električne energije u toplotnu prilikom proticanja električne struje kroz otpornik

13. O čemu govori Džulov zakon?

**o linearnoj vezi između napona na krajevima
otpornika i struje koja protiče kroz njega**

**o transformisanju električne
energije u toplotnu prilikom
proticanja električne struje kroz
otpornik**

14. Kako glasi 1. Kirhofov zakon?

algebarski zbir jačina električnih struja svih grana kola, koje se stiču u jednom čvoru jednak je nuli. Pri tome se električne struje koje izlaze iz čvora uzimaju sa predznakom "+", a električne struje koje ulaze u čvor sa predznakom "-".

algebarski zbir napona u zatvorenoj strujnoj konturi je jednak nuli. Pri tome se elektromotorne sile generatora uzimaju sa predznakom "+" za usaglašeni referentni smer, a naponi na otpornicima sa predznakom "-" za usaglašeni referentni smer.

15. Struje grana koje izlaze iz čvora prema 1. Kirhofovom zakonu dobijaju u jednačinama:

predznak "+"

predznak "-"

**16. Struje grana koje ulaze u čvor prema 1.
Kirhofovom zakonu dobijaju u jednačinama:**

predznak "+"

predznak "-"

**17. Elektromotorne sile u konturi prema 2.
Kirhofovom zakonu dobijaju u jednačinama (za
usaglašeni referentni smer):**

predznak "+"

predznak "-"

18. Naponi na otpornicima u konturi prema 2. Kirhofovom zakonu dobijaju u jednačinama (za usaglašeni referentni smer):

predznak "+"

predznak "-"

19. Otpornost idealnog naponskog generatora je:

0

mala , ali konačna

velika, ali konačna

∞

20. Otpornost realnog naponskog generatora je:

0

mala , ali konačna

velika, ali konačna

∞

21. Otpornost idealnog strujnog generatora je:

0

mala , ali konačna

velika, ali konačna

∞

22. Otpornost realnog strujnog generatora je:

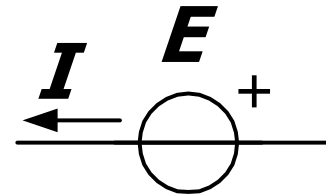
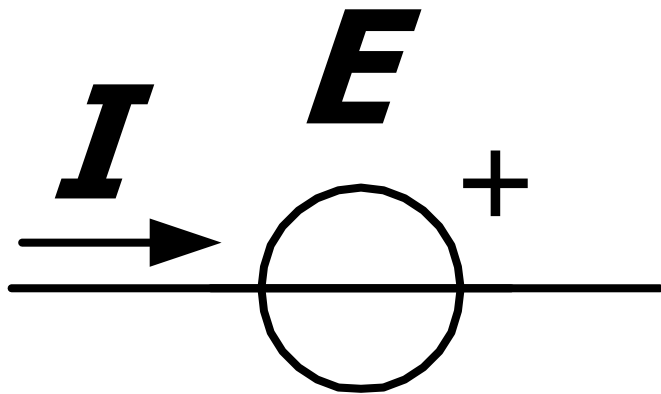
0

mala , ali konačna

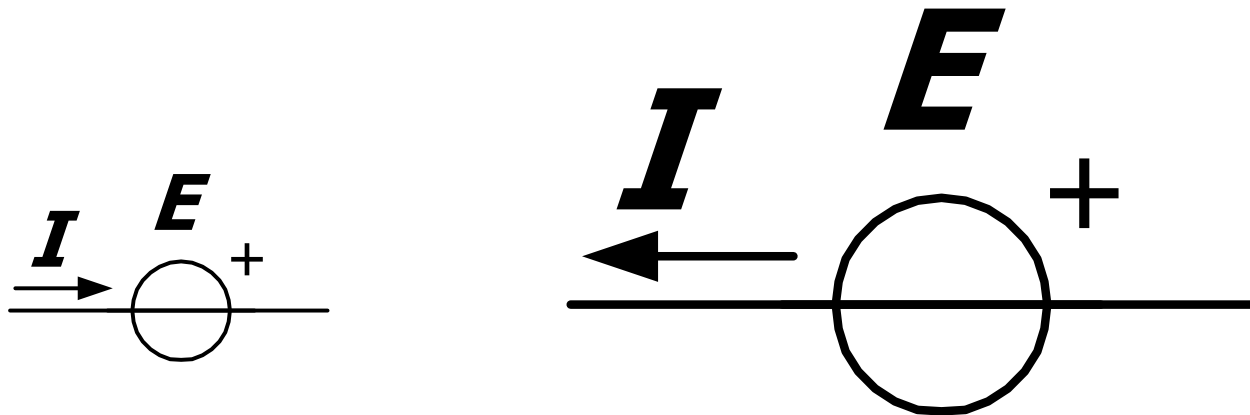
velika, ali konačna

∞

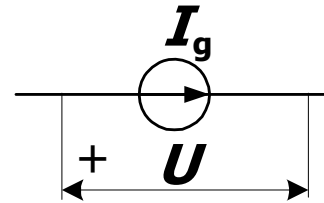
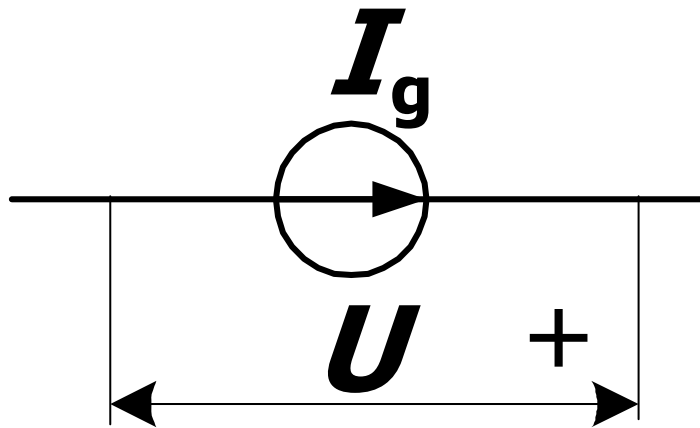
23. Usaglašeni referentni smer električne struje i elektromotorne sile kod naponskog generatora je:



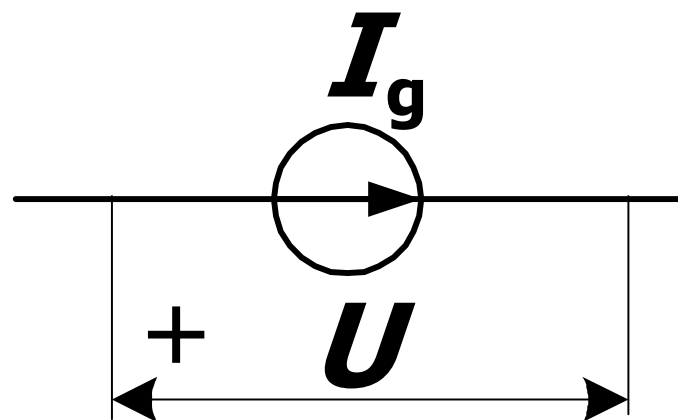
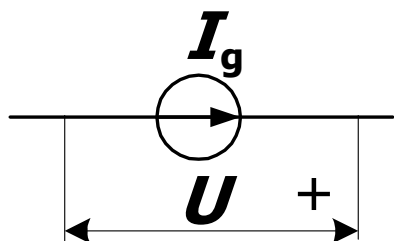
24. Neusaglašeni referentni smer električne struje i elektromotorne sile kod naponskog generatora je:



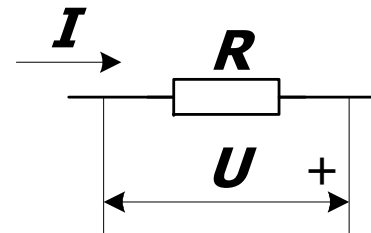
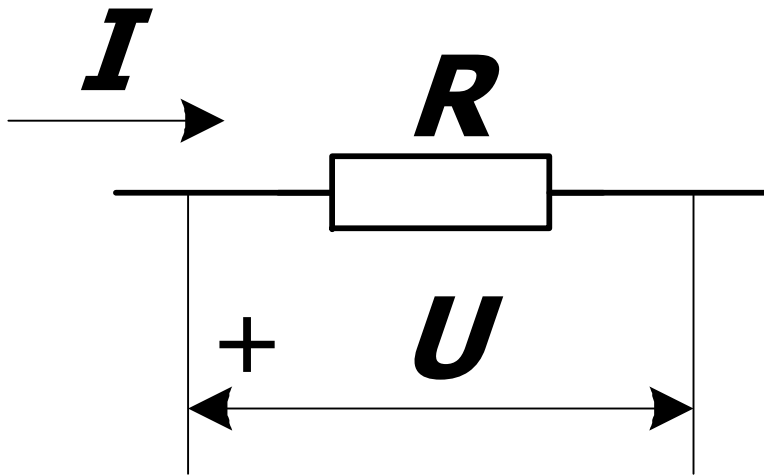
25. Usaglašeni referentni smer na strujnom generatoru i njegove struje je:



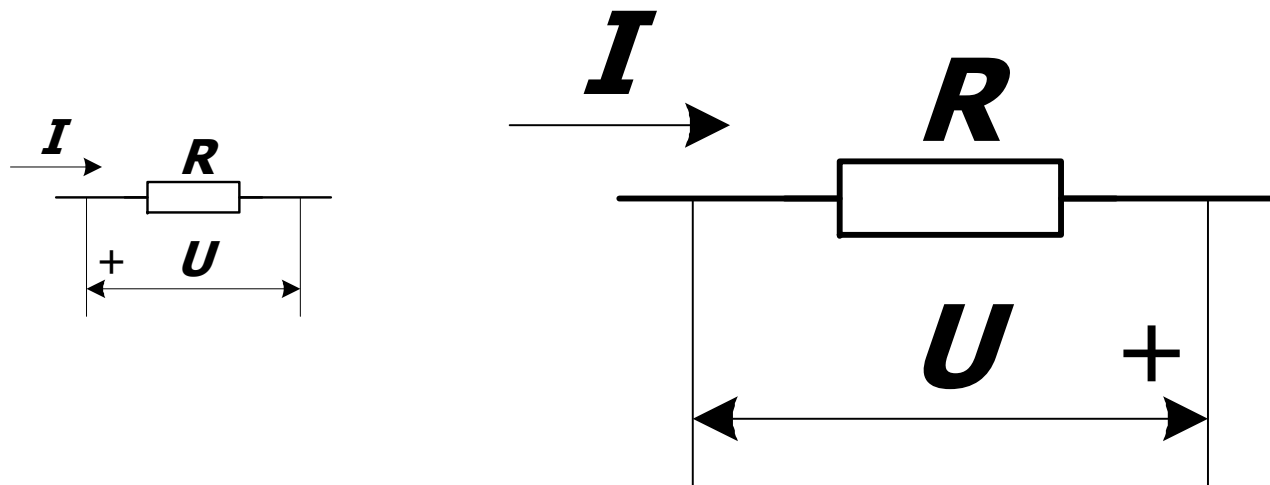
26. Neusaglašeni referentni smer napona na strujnom generatoru i njegove struje je:



27. Usaglašen referentni smer za napon na krajevima otpornika i električnu struju koja kroz njega protiče je:

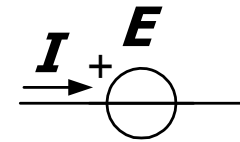
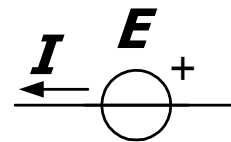
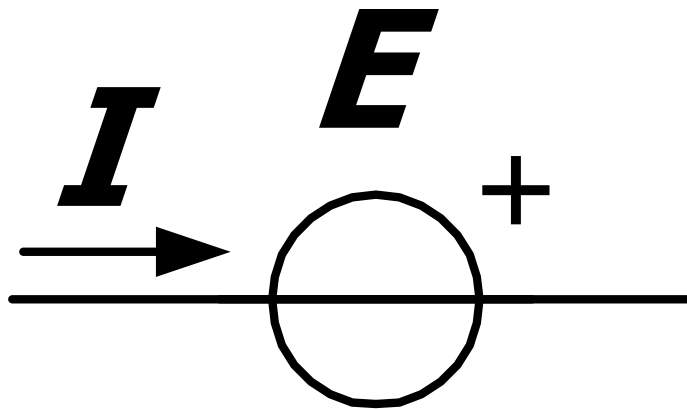


28. Neusaglašeni referentni smer za napon na krajevima otpornika i električnu struju koja kroz njega protiče je:



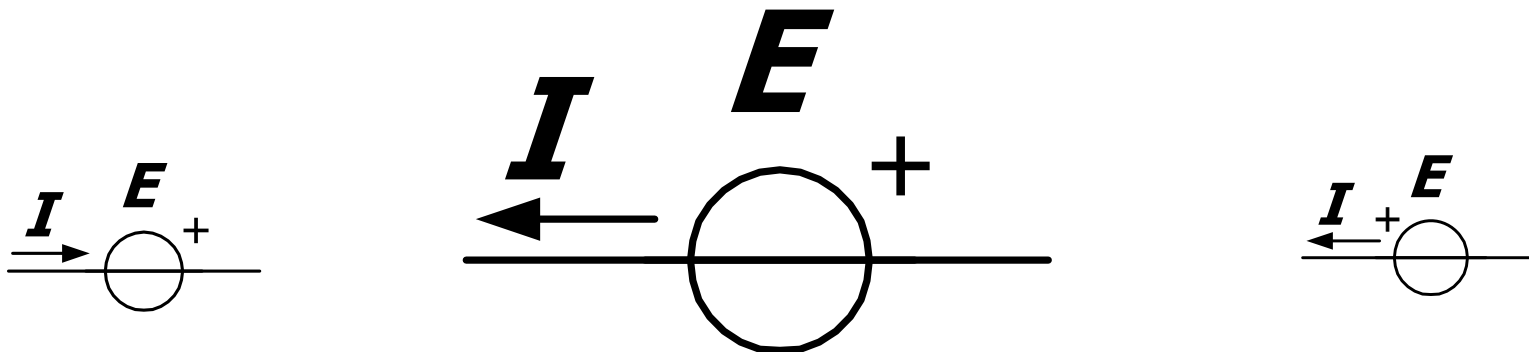
29. Na kojoj slici je snaga naponskog generatora

$$P_E = E \cdot I$$



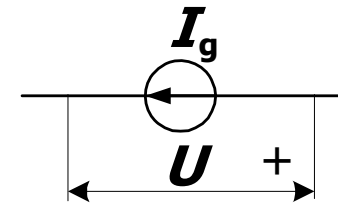
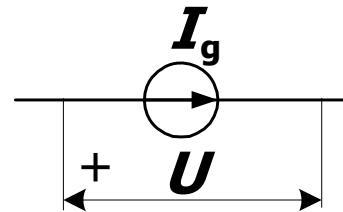
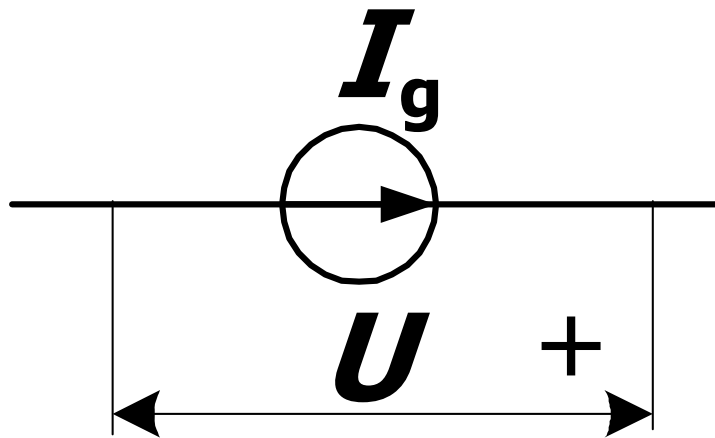
30. Na kojoj slici je snaga naponskog generatora

$$P_E = -E \cdot I$$



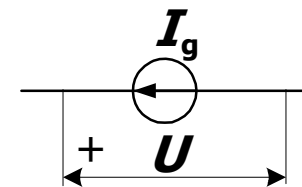
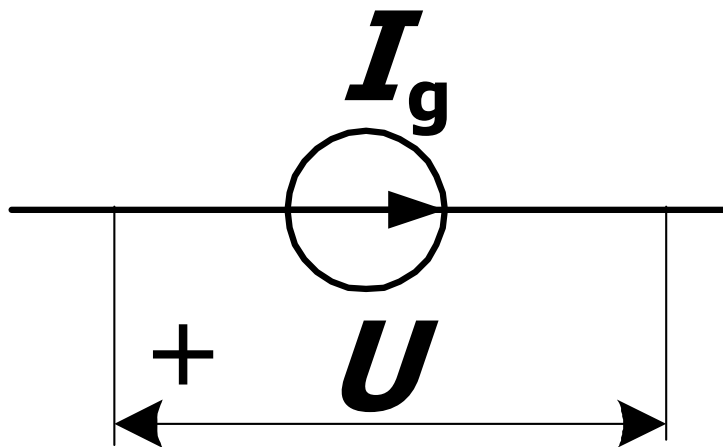
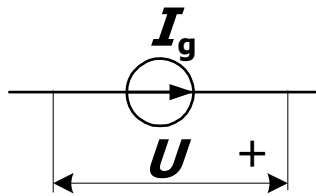
31. Na kojoj slici je snaga strujnog generatora

$$P_{I_g} = U \cdot I_g$$



32. Na kojoj slici je snaga strujnog generatora

$$P_{Ig} = -U \cdot I_g$$

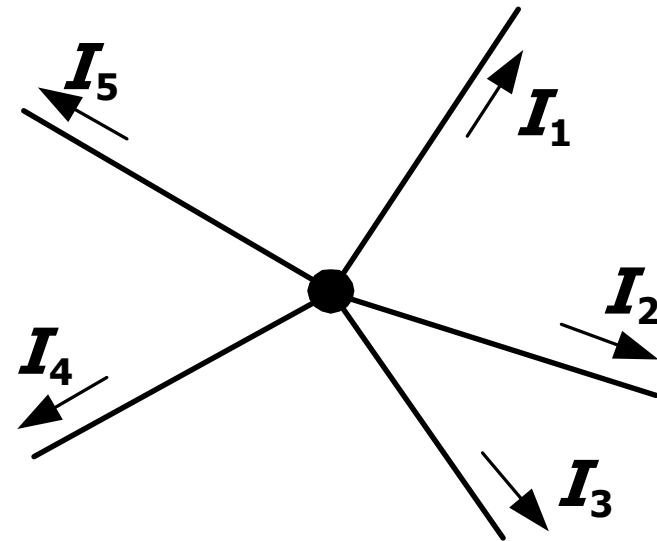


33. Jednačina po I Kirhofovom zakonu za kolo nacrtano na slici glasi:

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

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

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

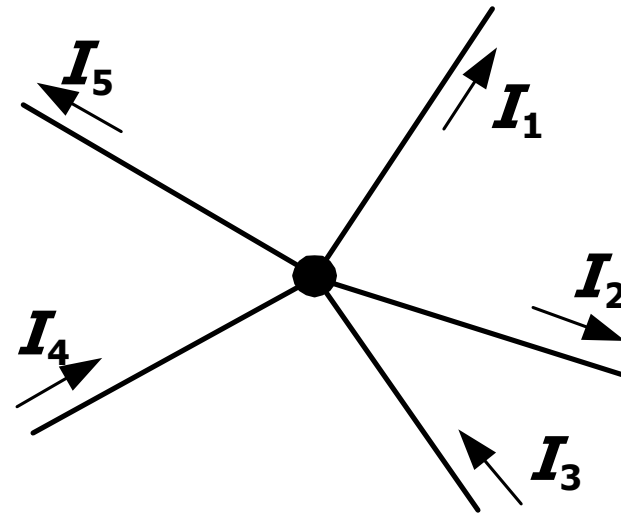


34. Jednačina po 1. Kirhofovom zakonu za kolo nacrtano na slici glasi:

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

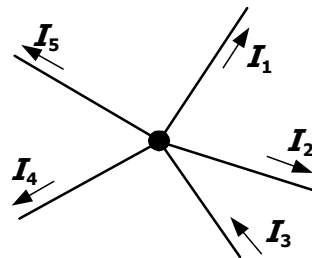
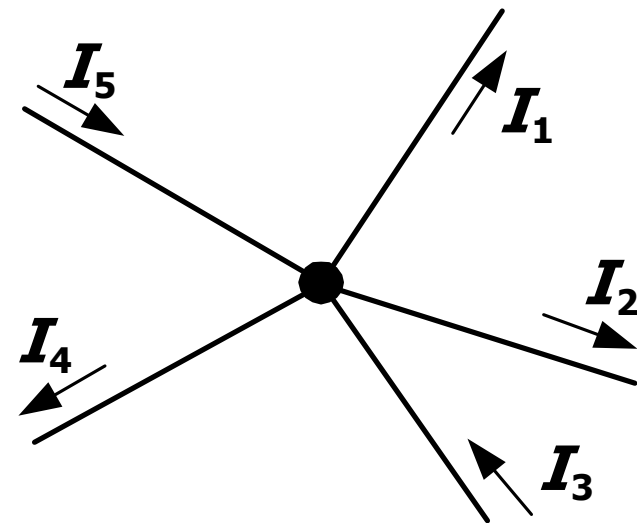
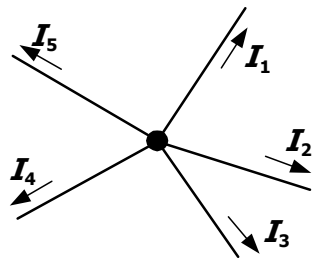
$$-I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

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



35. Zaokruži sliku za koju važi jednačina

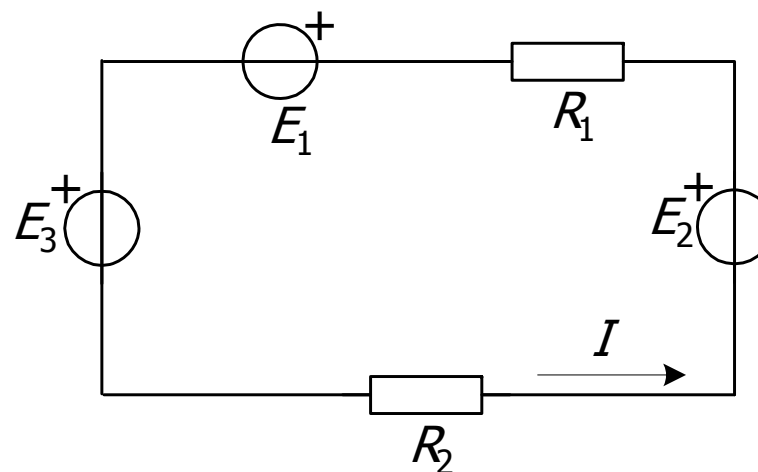
$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$$



36. Jednačina po 2. Kirhofovom zakonu za kolo nacrtano na slici glasi:

$$E_1 + R_1 \cdot I - E_2 + R_2 \cdot I + E_3 = 0$$

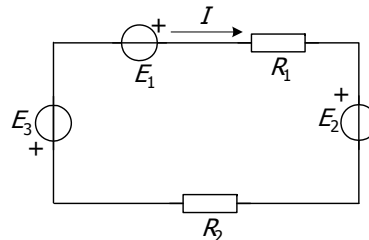
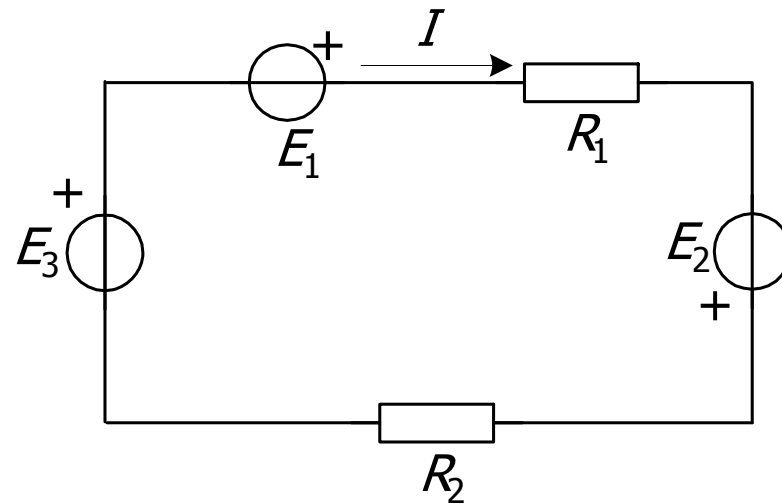
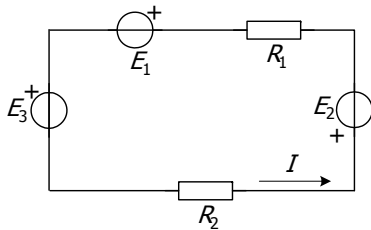
$$E_1 - R_1 \cdot I + E_2 + R_2 \cdot I - E_3 = 0$$



$$-E_1 - R_1 \cdot I + E_2 + R_2 \cdot I - E_3 = 0$$

37. Zaokruži sliku za koju važi jednačina

$$E_1 - R_1 \cdot I + E_2 - R_2 \cdot I + E_3 = 0$$

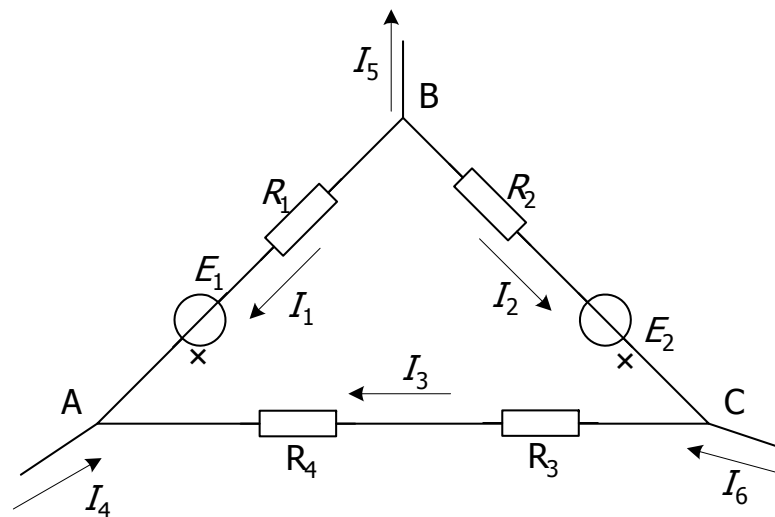


38. Jednačina po 2. Kirhofovom zakonu za konturu nacrtanu na slici glasi:

$$-E_1 + R_1 I_1 - R_2 I_2 + E_2 - R_3 I_3 - R_4 I_3 = 0$$

$$E_1 - R_1 I_1 - R_2 I_2 + E_2 - R_3 I_3 - R_4 I_3 = 0$$

$$E_1 + R_1 I_1 + R_2 I_2 + E_2 + R_3 I_3 + R_4 I_3 = 0$$

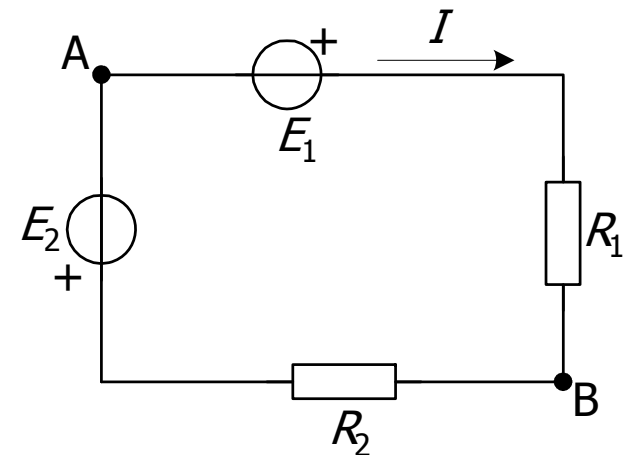


39. Kako glasi Omov zakon za prosto kolo prikazano na slici?

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

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{-E_1 + E_2}{R_1 + R_2}$$

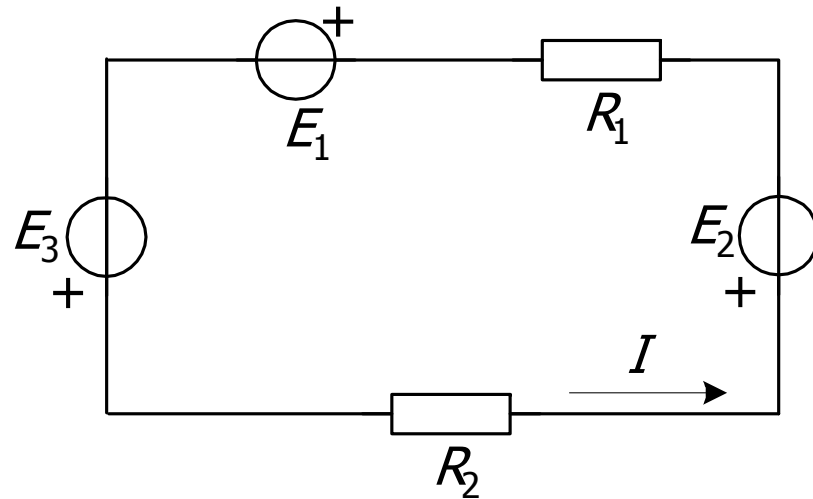


40. Kako glasi Omov zakon za prosto kolo prikazano na slici?

$$I = \frac{-E_1 - E_2 + E_3}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{E_1 + E_2 - E_3}{R_1 + R_2}$$

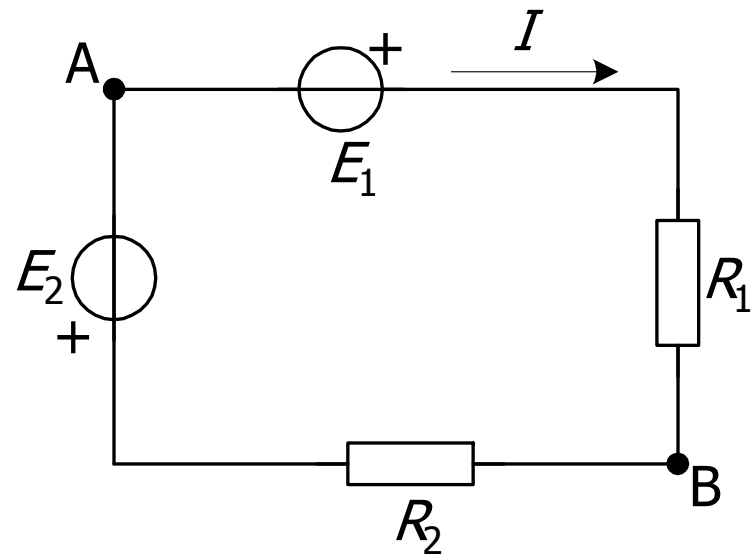


41. Odredi napon U_{AB} u kolu sa slike

$$U_{AB} = R_1 \cdot I - E_1$$

$$U_{AB} = -R_1 \cdot I + E_1$$

$$U_{AB} = R_1 \cdot I + E_1$$

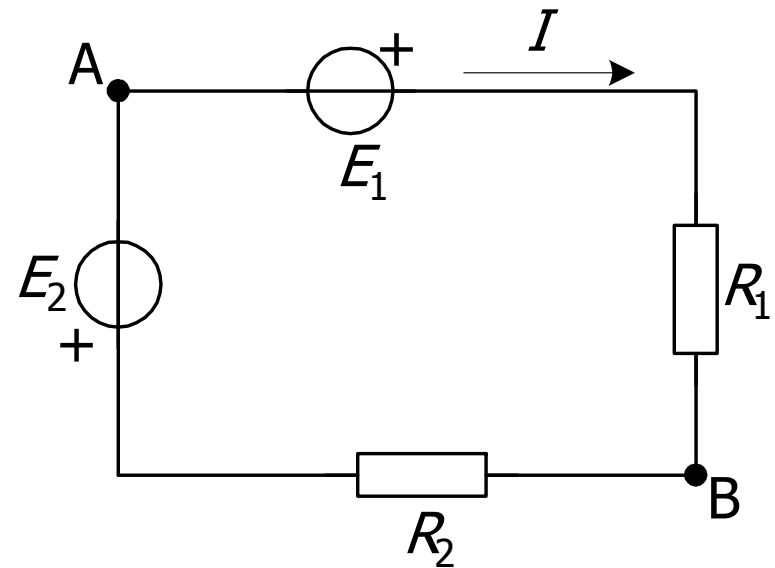


42. Odredi napon U_{AB} u kolu sa slike

$$U_{AB} = -R_2 \cdot I - E_2$$

$$U_{AB} = R_2 \cdot I + E_2$$

$$U_{AB} = -R_2 \cdot I + E_2$$

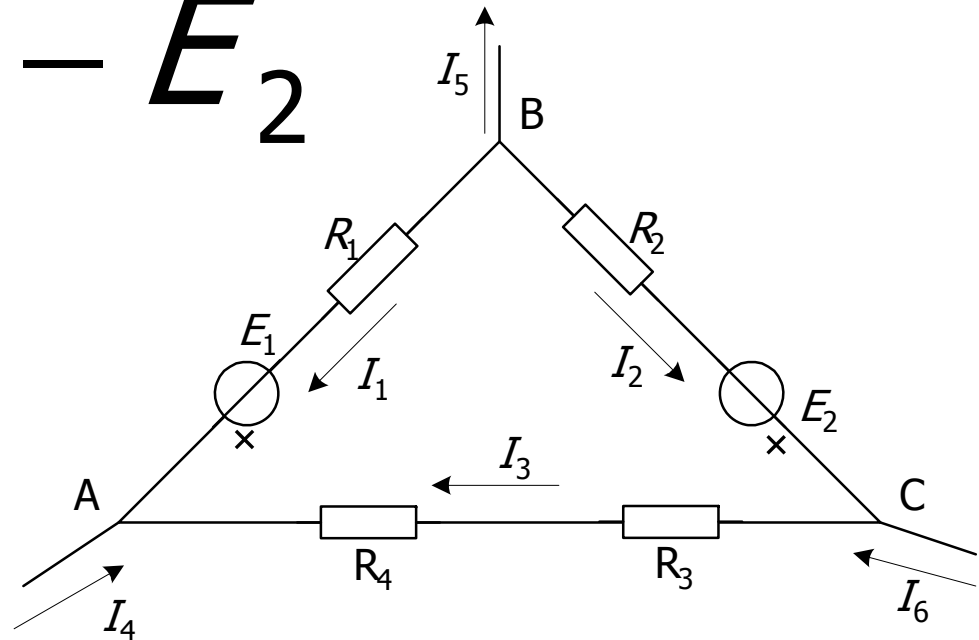


43. Odredi napon U_{BC} u delu kola sa slike

$$U_{BC} = R_2 I_2 + E_2$$

$$U_{BC} = R_2 I_2 - E_2$$

$$U_{BC} = -R_2 I_2 + E_2$$

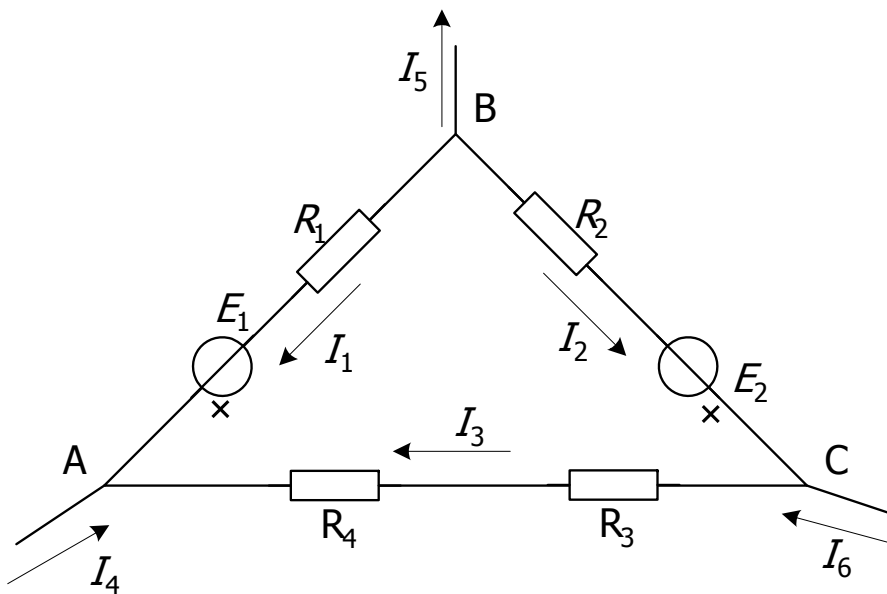


44. Odredi napon U_{BA} u delu kola sa slike

$$U_{BA} = -R_1 I_1 + E_1$$

$$U_{BA} = (R_3 + R_4) I_3 - E_2 + R_2 I_2$$

$$U_{BA} = -R_2 I_2 + E_2 - (R_3 + R_4) I_3$$



45. Ako složeno kolo ima 3 čvora i 6 grana koliko jednačina treba napisati po 1. Kirhofovom zakonu?

3

2

4

46. Ako složeno kolo ima 3 čvora i 6 grana i nema idealnih strujnih generatora, koliko jednačina treba napisati po 2. Kirhofovom zakonu?

3

2

4

47. Koliko jednačina treba napisati po metodi konturnih struja ako u kolu nema strujnih generatora?

$$n_j = n_{\check{c}} - 1$$

$$n_j = n_g - (n_{\check{c}} - 1)$$

$$n_j = n_g - (n_{\check{c}} - 1) - n_{Ig}$$

48. Koliko jednačina treba napisati po metodi konturnih struja ako u kolu ima strujnih generatora?

$$n_j = n_{\check{c}} - 1$$

$$n_j = n_g - (n_{\check{c}} - 1)$$

$$n_j = n_g - (n_{\check{c}} - 1) - n_{Ig}$$

49. Koliko kontura sme da se "provuče" kroz granu sa strujnim generatorom ako rešavamo kolo metodom konturnih struja?

1

2

nije bitno koliko

50. U opštem sistemu jednačina kod metode konturnih struja otporni član R_{11} je:

zbir svih otpornosti u prvoj konturi

zbir svih otpornosti u granama koje se stiču u čvoru 1

otpornik R_1 u prvoj konturi

51. U opštem sistemu jednačina kod metode konturnih struja otporni članovi R_{11} , R_{22} , R_{33} su:

uvek pozitivni

uvek negativni

mogu biti pozitivni ili negativni

52. U opštem sistemu jednačina kod metode konturnih struja član R_{12} je:

zbir svih otpornosti u prvoj i drugoj konturi

zbir svih otpornosti u granama koje su zajedničke za prvu i drugu konturu

otpornik R_{12} u prvoj ili drugoj konturi

53. U opštem sistemu jednačina kod metode konturnih struja otporni članovi R_{12} , R_{13} , R_{23} su:

uvek pozitivni

uvek negativni

mogu biti pozitivni ili negativni

**54. Ako su dva otpornika povezana u istoj grani
onda je to:**

redna veza

paralelna veza

mešovita veza

55. Ako su dva otpornika povezana između dva čvora u različitim granama onda je to:

redna veza

paralelna veza

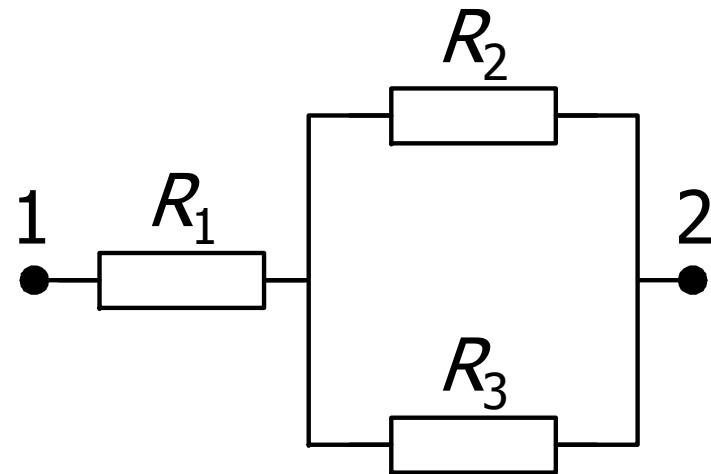
mešovita veza

56. Veza otpornika na slici je

redna veza

paralelna veza

mešovita veza

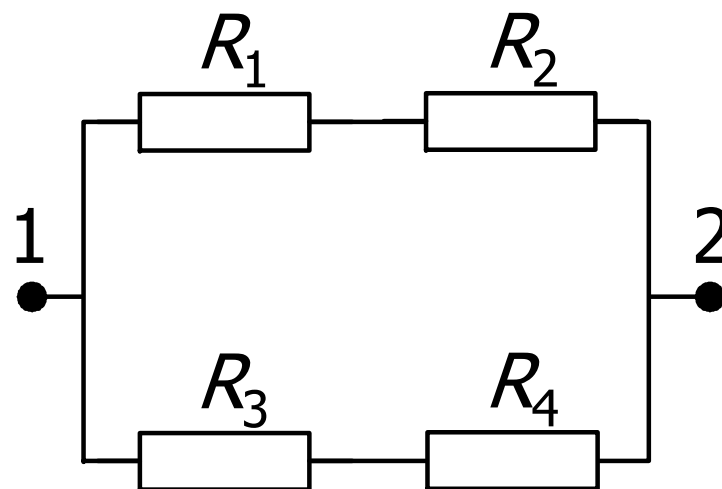


57. Veza otpornika na slici je

redna veza

paralelna veza

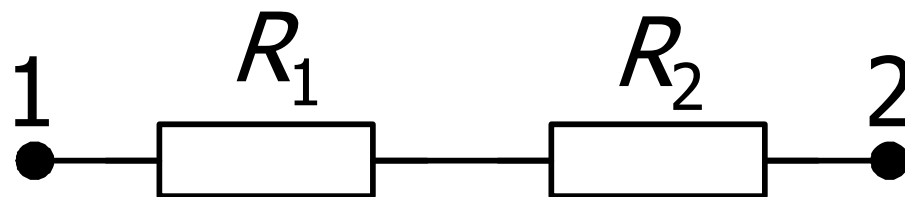
mešovita veza



58. Veza otpornika na slici je

redna veza

paralelna veza



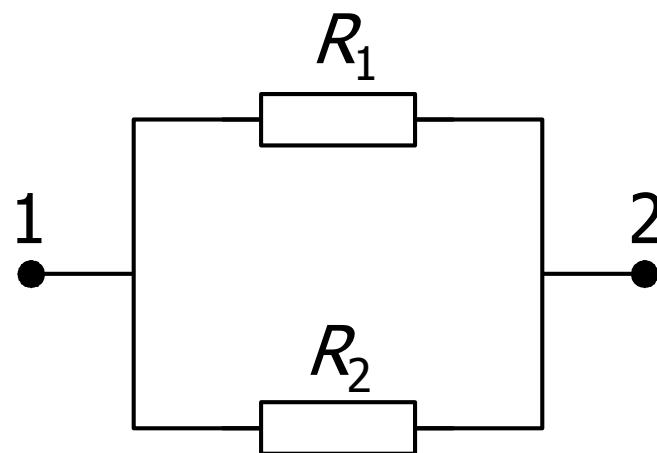
mešovita veza

59. Veza otpornika na slici je

redna veza

paralelna veza

mešovita veza



60. Karakteristika redne veze je

**ista električna struja prolazi
kroz otpornike**

isti napon je na oba otpornika

61. Karakteristika paralelne veze je:

ista električna struja prolazi kroz otpornike

isti napon je na oba otpornika

62. Koja transfiguracija otpornika smanjuje broj kontura:

"trougao" u "zvezdu"

"zvezda" u "trougao"

63. Koja transfiguracija smanjuje broj kontura:

**realan strujni generator u
realan naponski**

realan naponski generator u realan strujni

**64. Čemu je jednaka elektromotorna sila
Thevenenovog generatora?**

**naponu između otvorenih krajeva u
kolu kod kojeg smo prethodno
odstranili granu sa traženom
električnom strujom**

**naponu između čvorova kola među kojima je
priključena grana u kojoj tražimo električnu struju**

65. Čemu je jednaka otpornost Tevenenovog generatora:

**ekvivalentnoj otpornosti kola
posmatranoj između otvorenih
krajeva pasivne mreže kojoj smo
prethodno odstranili granu sa
traženom strujom**

ekvivalentne otpornosti celog kola

66. Šta je pasivno električno kolo?

kolo koje se sastoji samo od idealnih generatora

**kolo koje se sastoji samo
od otpornika**

kolo koje se sastoji i od generatora i od otpornika

67. Čemu je jednaka otpornost otpornika na kome se razvija maksimalna snaga u prostom kolu?

otpornosti generatora

ekvivalentnoj otpornosti kola

68. Teorema superpozicije primenjuje se:

samo na električne struje u kolu

samo na napone u kolu

**i na električne struje i na
napone u kolu**