

## Jednosmerne struje – 4 čas

Tevenenova teorema  
Kondenzatori u kolu jednosmerne  
struje

- **Zadatak 1.** Odrediti struju  $I_{E_1}$  naponskog generatora  $E_1$  kao i njegovu snagu,  $P_{E_1}$  primenom Tevenenove teoreme.

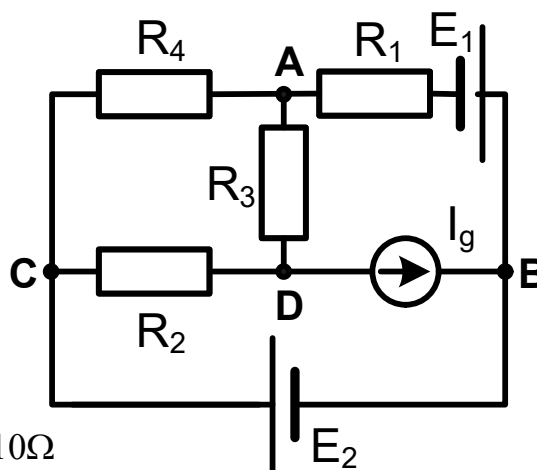
Poznato je:

$$I_g = 1\text{A}$$

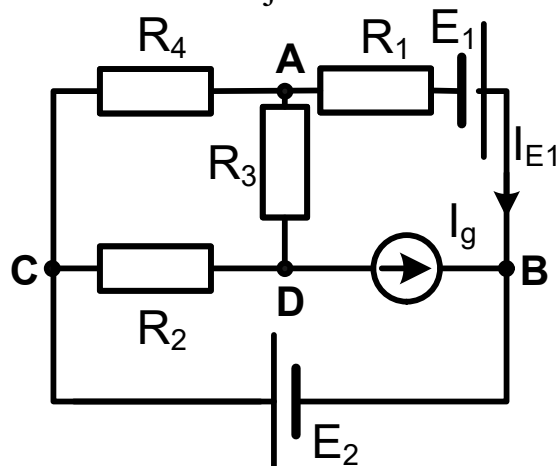
$$E_2 = 40\text{V}$$

$$E_1 = 60\text{V}$$

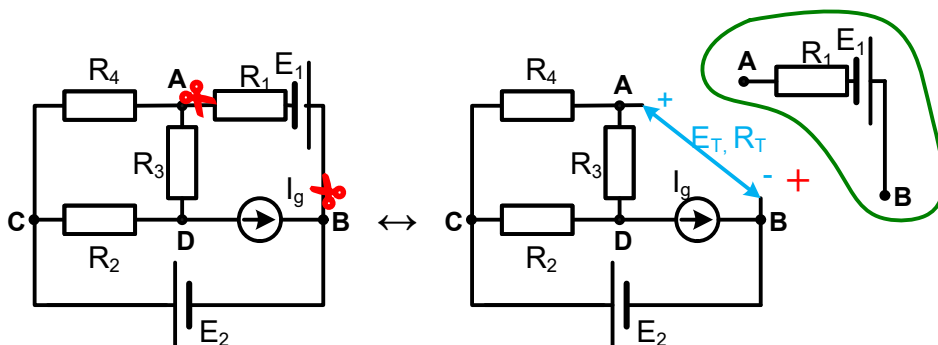
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 10\Omega$$



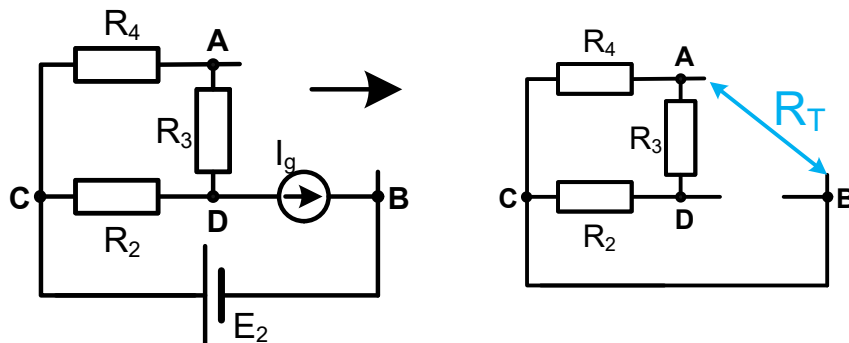
- Snaga naponskog generatora  $E_1$  je:  $P_{E_1} = E_1 I_{E_1}$
- Dakle, da bi se našla tražena snaga potrebno je naći struju  $I_{E_1}$ .
- Kada se u zadatku primenjuje Tevenenova teorema prvo je potrebno odrediti tačke između kojih treba odrediti Tevenenov generator.



- Kako je nama potrebno da nađemo stuju u  $I_{E_1}$ , to znači da granu u kojoj se nalazi ta struja (grana sa  $R_1$  i  $E_1$ ) ne smemo da “spakujemo” u Tevenenov generator.
- Tu granu “odsecamo” i od ostatka kola tražimo Tevenenov generator.

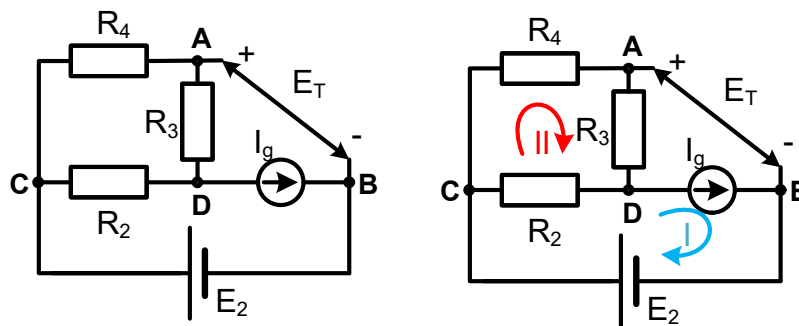


- Na slici je prikazana ekvivalentna šema za određivanje otpornosti Thevenenovog generatora između tačaka A i B.
- Naponski generator  $E_2$  zamenjen je kratkim spojem,
- Strujni generator  $I_g$  zamenjen je otvorenom vezom.



$$R_T = R_{AB} = R_4 \parallel (R_2 + R_3) = R \parallel 2R = \frac{2}{3}R = \frac{20}{3}\Omega$$

- Na slici je prikazana ekvivalentna šema je ekvivalentna šema za elektromotorne sile Thevenenovog generatora između tačaka A i B.
- Ovo kolo može se rešavati na bilo koji način.
- Ukoliko se odlučimo za metodu konturnih struja, postoje 2 čvora (C i D) i 3 grane (tačke A i B više nisu čvorovi), stoga postoji  $3-2+1=2$  konturne struje, slika desno.

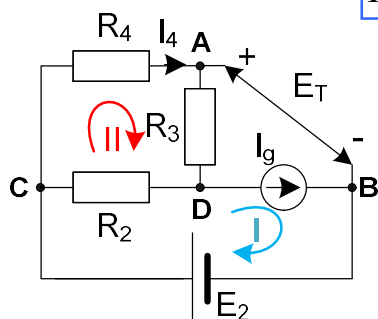


- Važi:

$$I_I = I_g \Rightarrow I_I = I_g$$

$$R_{21}I_I + R_{22}I_{II} = E_{II} \quad -R_2I_I + (R_2 + R_3 + R_4)I_{II} = 0$$

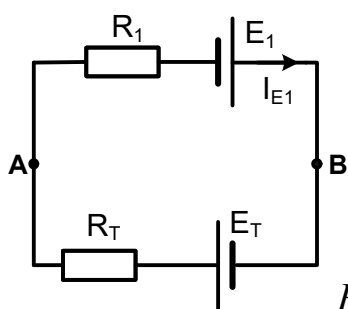
$$\Rightarrow I_I = 1\text{A} \quad I_{II} = \frac{1}{3}\text{A}$$



- Elektromotorna sila Tevenenovog generatora jednaka je naponu  $U_{AB}$  otvorene veze:

$$E_T = U_{AB}^{OV} = E_2 - R_4 I_4 = \frac{110}{3}\text{V}$$

- Kada se vrati u početno kolo, dobija se kolo na slici
- Sada se lako računa struja kroz naponski generator  $E_1$ :

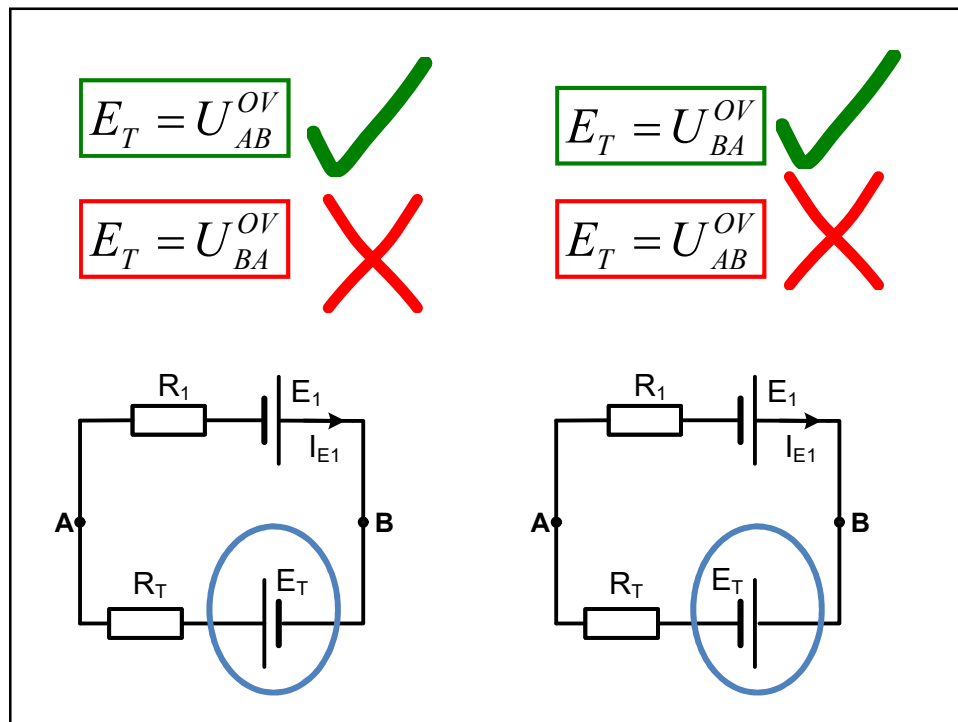


$$I_{E_1} = \frac{E_1 + E_T}{R_1 + R_T} = 5,8\text{A}$$

- Snaga naponskog generatora  $E_1$ :

$$P_{E_1} = E_1 I_{E_1} = E_1 \frac{E_1 + E_T}{R_1 + R_T} = 348\text{W}$$

- Obratiti pažnju na znak Tevenenovog generatora prilikom njegovog “vraćanja” u početno kolo.
- U ovom primeru tražili smo Tevenenov generator između tačke A (+) i B (-), pa je tako orijentisan i Tevenenov generator na ovoj slici!!!



- **Zadatak 2.** Odrediti struju snagu otpornika  $R_3$ ,  $P_{R3}$  primenom Tevenenove teoreme.

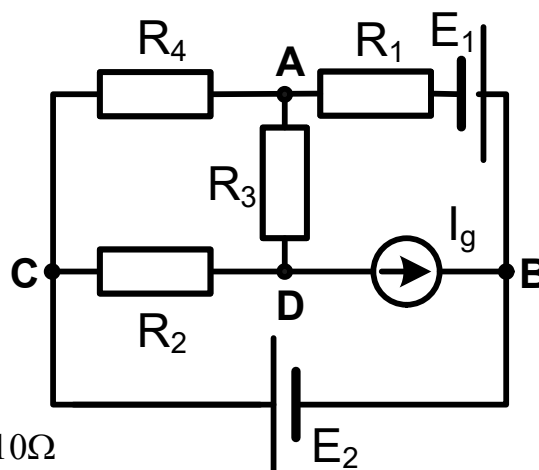
Poznato je:

$$I_g = 1\text{A}$$

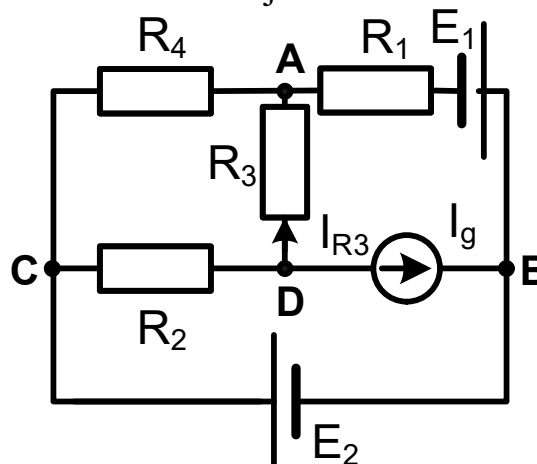
$$E_2 = 40\text{V}$$

$$E_1 = 60\text{V}$$

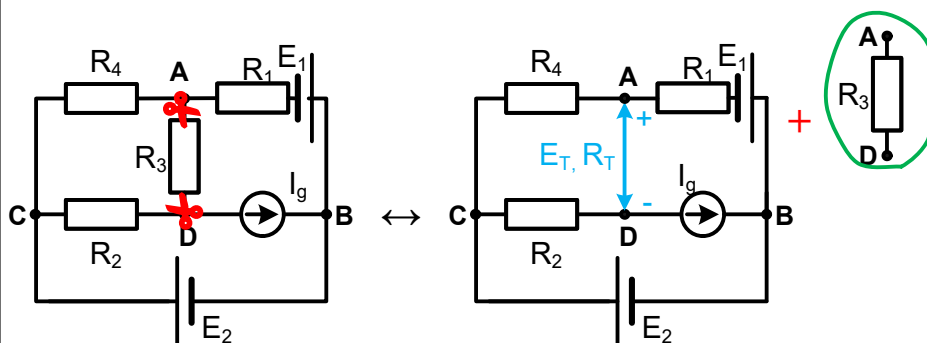
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 10\Omega$$



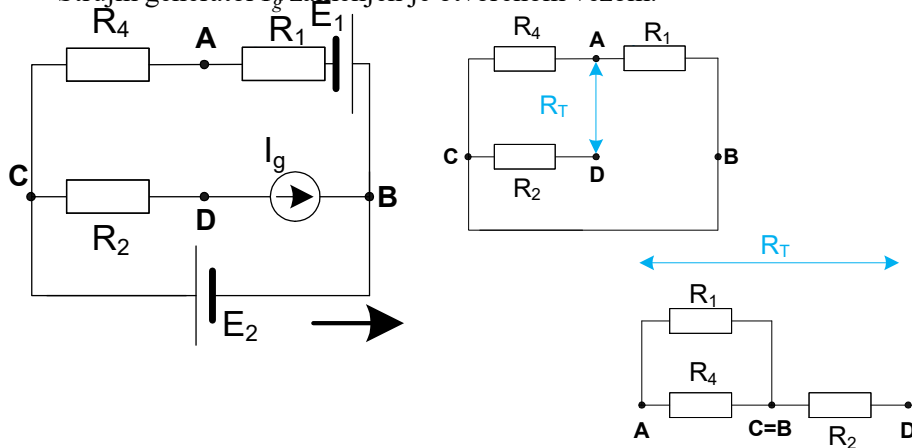
- Snaga otpornika  $R_3$  je:  $P_{R_3} = R_3 I_{R_3}^2$
- Dakle, da bi se našla tražena snaga potrebno je naći struju  $I_{R_3}$ .
- Kada se u zadatku primenjuje Tevenenova teorema prvo je potrebno odrediti tačke između kojih treba odrediti Tevenenov generator.



- Kako je nama potrebno da nađemo stuju u  $I_{R_3}$ , to znači da granu u kojoj se nalazi ta struja (grana sa  $R_3$ ) ne smemo da “spakujemo” u Tevenenov generator.
- Tu granu “odsecamo” i od ostatka kola tražimo Tevenenov generator.

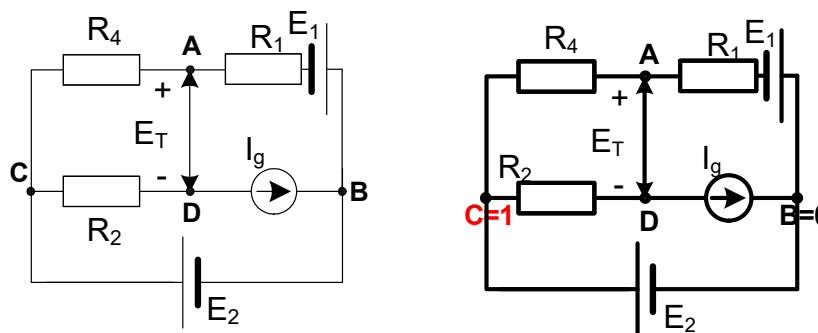


- Na slici je prikazana ekvivalentna šema za određivanje otpornosti Tevenenovog generatora između tačaka A i D.
- Naponski generatori  $E_1$  i  $E_2$  zamenjen je kratkim spojem,
- Strujni generator  $I_g$  zamenjen je otvorenom vezom.



$$R_T = R_{AD} = R_2 + R_4 \parallel R_1 = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R = 15\Omega$$

- Na slici je prikazana ekvivalentna šema je ekvivalentna šema za elektromotorne sile Tevenenovog generatora između tačaka A i D.
- Ovo kolo može se rešavati na bilo koji način.
- Ukoliko se odlučimo za metodu konturnih struja, postoje 2 čvora (C i B) i 3 grane (tačke A i D više nisu čvorovi), stoga postoji  $2-1=1$  nepoznati napon, slika desno.
- Neka se za tačku nultog potencijala uzme čvor B, a čvor C=1



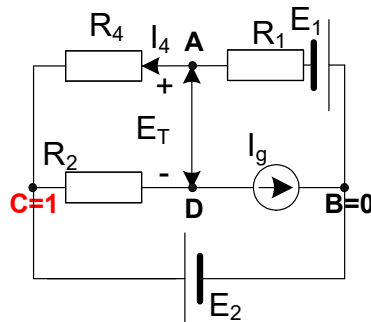
- Kako imamo idealan naponski generator  $E_2$  postoji samo jednačina:  $U_{10} = E_2 = 40 \text{ V}$

- Kroz otpornik  $R_2$  teče struja  $I_g$ , pa nam je za napon  $U_{AD}$  potrebna još struja kroz  $R_4$ :

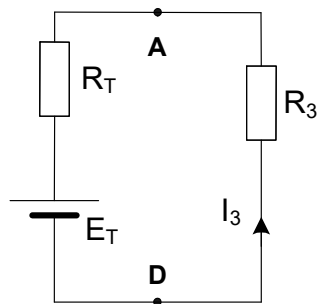
$$U_{10} = U_{CB} = -E_1 - R_1 I_4 - R_4 I_4 \Rightarrow I_4 = -\frac{U_{10} + E_1}{R_1 + R_4} = -5 \text{ A}$$

- Elektromotorna sila Tevenenovog generatora jednaka je naponu  $U_{AD}$  otvorene veze:

$$E_T = U_{AD}^{OV} = R_2 I_g + R_4 I_4 = -40 \text{ V}$$



- Kada se vrati u početno kolo, dobija se kolo na slici
- Sada se lako računa struja kroz otpornik  $R_3$ :



$$I_3 = \frac{-E_T}{R_3 + R_T} = 1,6 \text{ A}$$

- Snaga otpornika  $R_3$ :

$$P_{R_3} = R_3 I_3^2 = R_3 \left( \frac{E_T}{R_3 + R_T} \right)^2 = 25,6 \text{ W}$$

- Obratiti pažnju na znak Tevenenovog generatora prilikom njegovog “vraćanja” u početno kolo.
- U ovom primeru tražili smo Tevenenov generator između tačke A (+) i D (-), pa je tako orijentisan i Tevenenov generator na ovoj slici!!!



## Kondenzatori u kolu jednosmerne struje

- U zadacima sa kondenzatorima u kolu jednosmerne struje, struja kroz kondenzator, u stacionarnom stanju, uvek je jednaka nuli.

$$I_C = 0$$

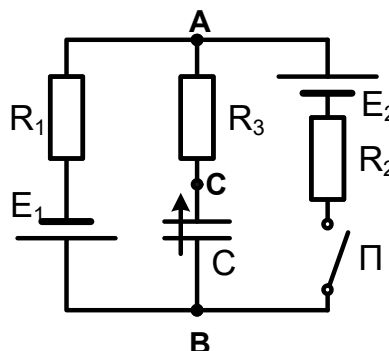
- **Zadatak 3.** Za kolo na slici odrediti količinu naelektrisanja  $Q$  kojom je opterećen kondenzator  $C$ :
  - a) ukoliko je prekidač  $\Pi$  zatvoren,
  - b) ukoliko je prekidač  $\Pi$  otvoren,
  - c) naelektrisanje koje je proteklo kroz granu sa kondenzatorom nakon otvaranja prekidača.

Poznato je:

$$E_1 = 3 \text{ V} \quad R_1 = 10 \Omega$$

$$E_2 = 5 \text{ V} \quad R_2 = 20 \Omega$$

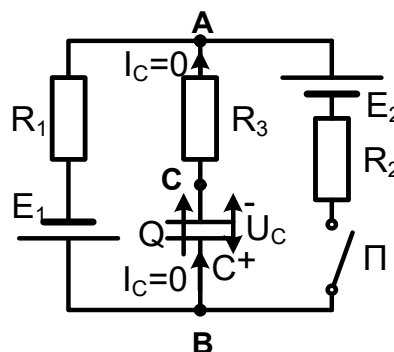
$$C = 10 \mu\text{F} \quad R_3 = 30 \Omega$$



- Jednosmerna struja ne protiče kroz granu sa kondenzatorom tj.  $I_C=0$ , te je pad napona na otporniku  $R_3$  jednak je nuli tj:

$$U_{CA}=R_3I_C=0.$$

- Odnosno važi:  $U_C=U_{BC}=U_{BA}-U_{CA}=U_{BA}$
- Kako je  $Q=CU_C=CU_{BA}$  dovoljno je odrediti napon  $U_{BA}$  u slučaju kada je prekidač zatvoren i u slučaju kada je prekidač otvoren, i na osnovu napona se određuje naelektrisanje kondenzatora.

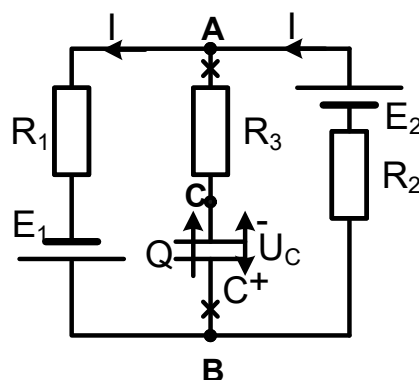


- Kada je prekidač  $\Pi$  zatvoren u kolu postoji struja koja prolazi kroz grane sa naponskim generatorima  $E_1$  i  $E_2$ .
- Struja kroz granu sa kondenzatorom jednaka je nuli.

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} = \frac{8}{30} \text{ A}$$

$$U_C^{\Pi \rightarrow Z} = U_{BA} = -E_2 + R_2 I = \frac{1}{3} \text{ V}$$

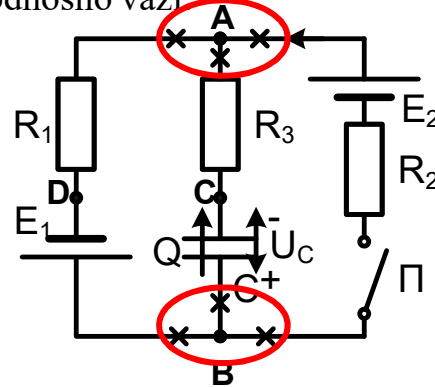
$$Q^{\Pi \rightarrow Z} = C U_C^{\Pi \rightarrow Z} = \frac{10}{3} \mu\text{C}$$



- Kada je prekidač  $\Pi$  otvoren u grani sa generatorom  $E_2$  ne postoji struja.
- Kako ni u grani sa kondenzatorom ne postoji struja, zbog I KZ struja neće postojati ni u grani sa naponskim generatorom  $E_1$ .
- Tada je pad napona na otporniku  $R_1$  jednak nuli, odnosno potencijali tačke A i D su isti, odnosno važi:

$$U_C^{\Pi \rightarrow O} = U_{BA} = U_{BD} = E_1 = 3V$$

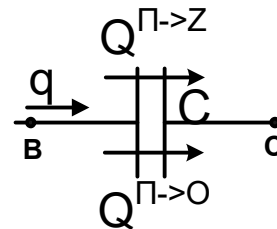
$$Q^{\Pi \rightarrow O} = CU_C^{\Pi \rightarrow O} = 30\mu C$$



- Naelektrisanje koje je protekolo kroz granu sa kondenzatorom jednako je razlici naelektrisanja kondenzatora kada je prekidač otvoren i naelektrisanja kondenzatora kada je prekidač zatvoren:

$$Q^{\Pi \rightarrow O} = +Q^{\Pi \rightarrow Z} + q$$

$$q = Q^{\Pi \rightarrow O} - Q^{\Pi \rightarrow Z} = \frac{80}{3} \mu C$$



- **Zadatak 4.** Na slici je prikazana mreža otpornika i kondenzatora priključena na napon nepromenljive vrednosti  $U_{AB}=20V$ . Odrediti količinu naelektrisanja i napon na svakom kondenzatoru:

a) ukoliko je prekidač  $\Pi$  zatvoren,

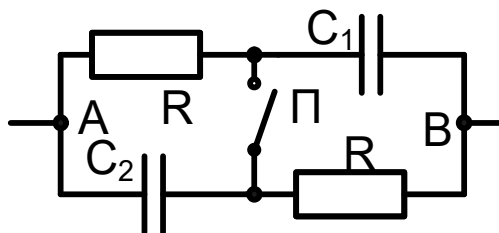
b) ukoliko je prekidač  $\Pi$  otvoren.

Poznato je:

$$R = 20\Omega$$

$$C_1 = 10\text{nF}$$

$$C_2 = 15\text{nF}$$



- Kada je prekidač  $\Pi$  zatvoren u kolu postoji struja koja prolazi kroz grane sa otpornicima  $R_1$  i  $R_2$ .
- Struja kroz grane sa kondenzatorima jednaka je nuli.

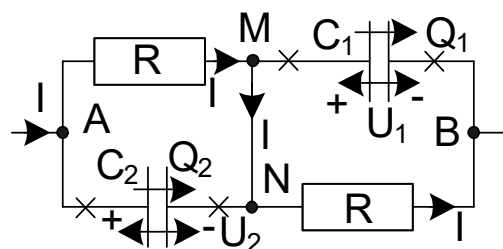
$$I = \frac{U_{AB}}{R + R} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2} \text{ A}$$

$$U_1^{\Pi \rightarrow Z} = U_{MB} = U_{NB} = RI = 10V$$

$$U_2^{\Pi \rightarrow Z} = U_{AN} = U_{AM} = RI = 10V$$

$$Q_1^{\Pi \rightarrow O} = C_1 U_1^{\Pi \rightarrow O} = 100\text{nC}$$

$$Q_2^{\Pi \rightarrow O} = C_2 U_2^{\Pi \rightarrow O} = 150\text{nC}$$



- Kada je prekidač  $\Pi$  otvoren u grani sa otpornikom  $R$  i kondenzatorom  $C_1$  ne postoji struja, takođe u grani sa otpornikom  $R$  i kondenzatorom  $C_2$  ne postoji struja. Zbog toga je test struja  $I$  jednaka nuli.
- Kako nema nijedne struje, napon na kondenzatorima jednak je naponu  $U_{AB}$ :  $U_1^{\Pi \rightarrow O} = U_2^{\Pi \rightarrow O} = U_{AB} = 20V$

$$Q_1^{\Pi \rightarrow O} = C_1 U_1^{\Pi \rightarrow O} = 200\text{nC}$$

$$Q_2^{\Pi \rightarrow O} = C_2 U_2^{\Pi \rightarrow O} = 300\text{nC}$$

