

## Riešenie lineárnych elektrických obvodov s jednosmernými zdrojmi a rezistormi v ustálenom stave

Lineárne elektrické obvody s jednosmernými zdrojmi a rezistormi v ustálenom stave riešime (určujeme prúdy a/alebo napätia v obvode):

- metódou postupného zjednodušovania obvodu,
- metódou priameho použitia Kirchhoffových zákonov,
- metódou slučkových prúdov,
- metódou uzlových napätí,
- metódou rezových napätí,
- využitím princípu superpozície,
- využitím princípu náhradného zdroja (Theveninova veta, Nortonova veta).

V lineárnych elektrických obvodoch s jednosmernými zdrojmi a rezistormi v ustálenom stave ešte určujeme:

- výkon spotrebovaný v rezistore s odporom  $R$

$$P = U_R I_R = R I_R^2 = \frac{U_R^2}{R},$$

kde  $U_R$  je napätie na rezistore s odporom  $R$ ,

$I_R$  je prúd tečúci rezistorom s odporom  $R$ ,

- výkon dodávaný napäťovým zdrojom  $U_0$  do obvodu

$$P_{U_0} = U_0 I,$$

kde  $U_0$  je napätie zdroja,

$I$  je prúd tečúci vetvou, v ktorej je zdroj zapojený,

- výkon dodávaný prúdovým zdrojom  $I_0$  do obvodu

$$P_{I_0} = U I_0,$$

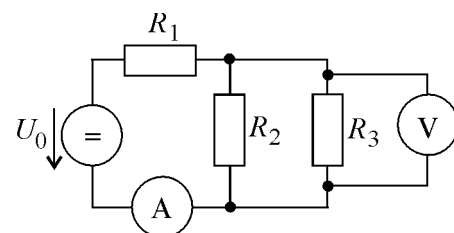
kde  $I_0$  je prúd dodávaný zdrojom do obvodu,

$U$  je napätie na prúdovom zdroji.

### **Príklad 1.1:**

V obvode (Obr. 1.1) určte:

- celkový odpor obvodu,
- prúd dodávaný zdrojom do obvodu,
- prúdy tečúci jednotlivými rezistormi,
- napätie na jednotlivých rezistoroch,
- údaj ampèrmetra, ktorého vnútorný odpor je



**Obr. 1.1**

nulový,

- f) údaj voltmetra, ktorého vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- g) výkon spotrebovaný v rezistore  $R_2$ ,
- h) výkon dodávaný zdrojom do obvodu,

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 20 \Omega, R_2 = 10 \Omega, R_3 = 10 \Omega, U_0 = 60 \text{ V}.$$

**Riešenie:**

- a) Rezistory  $R_2$  a  $R_3$  sú zapojené paralelne, takže ich môžeme nahradiť rezistorom s odporom  $R_{23}$ , pre ktorý:

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 5 \Omega.$$

Rezistor  $R_{23}$  je zapojený do série s rezistorom  $R_1$ , takže:

$$R = R_1 + R_{23} = 25 \Omega.$$

Celkový odpor obvodu je  $R = 25 \Omega$ .

- b) Prúd dodávaný napäťovým zdrojom do obvodu určíme pomocou Ohmovho zákona

$$I_1 = \frac{U_0}{R} = 2,4 \text{ A}.$$

- c) Prúd  $I_1$  tečie cez rezistor  $R_1$  a delí sa na prúd  $I_2$  a  $I_3$  (**Obr. 1.1a**), ktoré určíme pomocou vzťahu pre prúdový delič:

$$I_2 = I_1 \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 1,2 \text{ A},$$

$$I_3 = I_1 \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 1,2 \text{ A}.$$

- d) Napätia na jednotlivých rezistoroch (**Obr. 1.1b**) určíme pomocou Ohmovho zákona

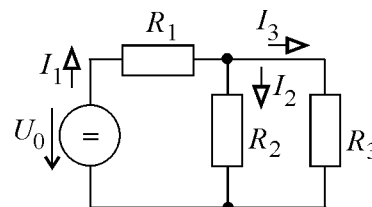
$$U_1 = R_1 I_1 = 48 \text{ V},$$

$$U_2 = R_2 I_2 = 12 \text{ V},$$

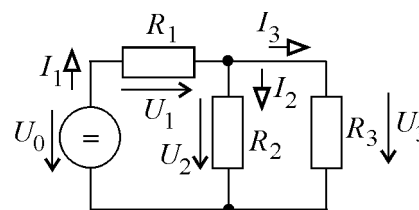
$$U_3 = R_3 I_3 = 12 \text{ V}.$$

- e) Ampèrmetr merá prúd  $I_1$

$$I_A = I_1 = 2,4 \text{ A}.$$



**Obr. 1.1a**



**Obr. 1.1b**

f) Voltmeter merá hodnotu napätia na rezistore  $R_3$

$$U_V = U_3 = 12\text{V}.$$

g) Výkon spotrebovaný v rezistore  $R_2$  určíme nasledovne:

$$P_2 = U_2 I_2 = R_2 I_2^2 = 14,4\text{ W}$$

h) Výkon dodávaný zdrojom do obvodu určíme

$$P_U = U_0 I_1 = 144\text{ W}$$

### **Príklad 1.2:**

V obvode (**Obr. 1.2**) určte:

- prúdy tečúce rezistormi metódou priameho použitia KZ,
- prúdy tečúce rezistormi metódou slučkových prúdov,
- prúdy tečúce rezistormi metódou uzlových napätí,
- prúdy tečúce rezistormi metódou rezových napätí,
- prúdy tečúce rezistormi pomocou princípu superpozície,

ak parametre prvkov sú:

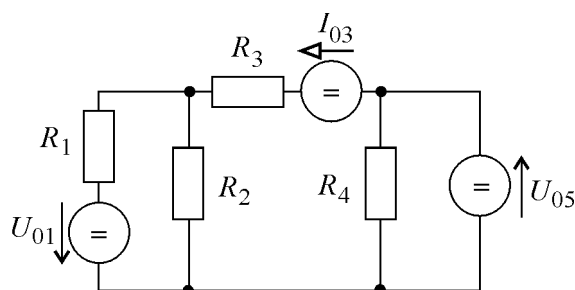
$$R_1 = 1\ \Omega, R_2 = 2\ \Omega, R_3 = 3\ \Omega, R_4 = 4\ \Omega, U_{01} = 5\text{ V}, U_{05} = 10\text{ V}, I_{03} = 0,4\text{ A}.$$

### **Riešenie:**

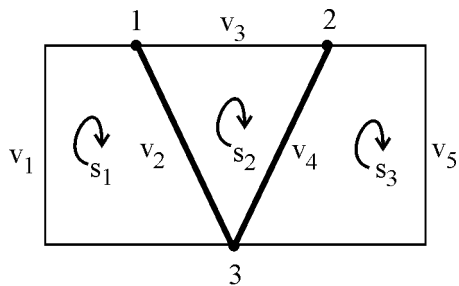
a) Pri riešení obvodu **metódou priameho použitia KZ** (MPPKZ) potrebujeme zostaviť systém lineárne nezávislých rovníc podľa I.KZ a II.KZ, v ktorom neznámymi veličinami sú vetvové prúdy.

V danom obvode nepoznáme vetvové prúdy vo vetvách s rezistormi  $R_1, R_2, R_4$ , (rezistorom  $R_3$  tečie prúd  $I_{03}$ ). Systém rovníc musí pozostávať zo 3 rovníc.

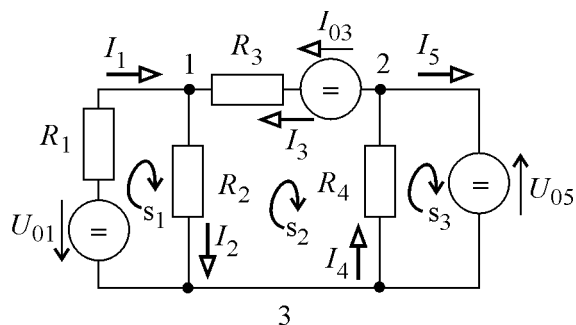
- I.KZ aplikujeme na nezávislé uzly obvodu. V danom obvode máme 2 nezávislé uzly.
- II.KZ aplikujeme na systém základných slučiek obvodu. V danom obvode zvolíme strom tak, aby vetva obsahujúca prúdový zdroj, bola nezávislou vetvou. Potom zvolíme systém základných slučiek V danom obvode máme 3 základné slučky (**Obr. 1.2a-1**). II.KZ budeme aplikovať na tie slučky zo systému základných slučiek, ktoré neobsahujú vetvu s prúdovým zdrojom.



**Obr. 1.2**



Obr. 1.2a-1



Obr. 1.2a-2

Zvolíme smery prúdov v jednotlivých vetvách (Obr. 1.2a-2).

Zostavíme systém rovníc pre uzly 1, 2 podľa I.KZ a slučky  $s_1$  a  $s_3$  podľa II.KZ:

$$1: \quad -I_1 + I_2 = I_{03},$$

$$2: \quad -I_4 + I_5 = -I_{03},$$

$$s_1: \quad R_1 I_1 + R_2 I_2 = U_{01},$$

$$s_3: \quad R_4 I_4 = U_{05}.$$

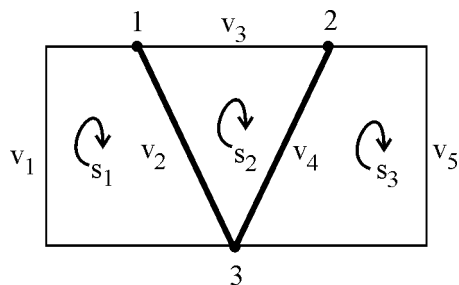
Daný systém rovníc vyriešime a dostaneme vetvové prúdy:

$$I_1 = 1,4 \text{ A}, \quad I_2 = 1,8 \text{ A}, \quad I_4 = 2,5 \text{ A}, \quad I_5 = 2,1 \text{ A}$$

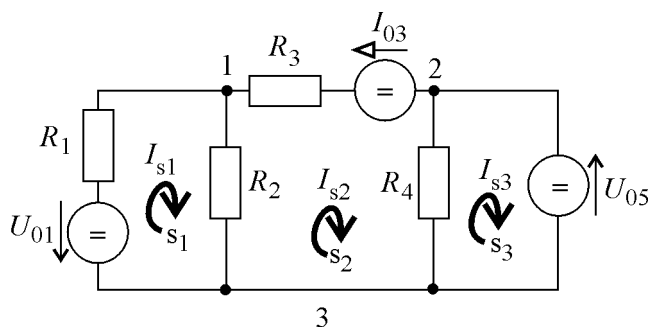
Ak niektorý z prúdov nám vyjde záporný, potom zvolený smer prúdu je nesprávny, a daný prúd tečie práve opačným smerom.

- b) Pri riešení obvodu **metódou slučkových prúdov** (MSP) potrebujeme zostaviť systém lineárne nezávislých rovníc podľa II.KZ pre základné slučky obvodu, v ktorom neznámymi veličinami budú slučkové prúdy. Vytvorený systém rovníc vyriešime, čím získame slučkové prúdy a potom pomocou slučkových prúdov vyjadríme vetvové prúdy.

V danom obvode zvolíme strom tak, aby vetva obsahujúca prúdový zdroj, bola nezávislou vetvou (Obr. 1.2b-1). Potom zvolíme systém základných slučiek. Každou základnou slučkou prechádza jeden slučkový prúd, ktoré označíme  $I_{s1}$ ,  $I_{s2}$ ,  $I_{s3}$  (Obr. 1.2b-2).



Obr. 1.2b-1



Obr. 1.2b-2

Keďže slučka  $s_2$  obsahuje vetvu s prúdovým zdrojom  $I_{03}$ , pre slučkový prúd  $I_{s2}$ :

$$I_{s2} = -I_{03}$$

Napíšeme rovnice pre slučky  $s_1$  a  $s_3$  podľa algoritmu na vytvorenie rovníc MSP:

$$s_1: (R_1 + R_2)I_{s1} - R_2 I_{s2} = U_{01},$$

$$s_3: -R_4 I_{s2} + R_4 I_{s3} = U_{05},$$

Daný systém rovníc upravíme a dostaneme:

$$s_1: (R_1 + R_2)I_{s1} = U_{01} - R_2 I_{03},$$

$$s_3: R_4 I_{s3} = U_{05} - R_4 I_{03},$$

Upravený systém rovníc vyriešime. Výsledkom riešenia sú neznáme slučkové prúdy

$$I_{s1} = 1,4 \text{ A},$$

$$I_{s3} = 2,1 \text{ A}.$$

Zvolíme smery prúdov v jednotlivých vetvách a vyjadríme ich pomocou slučkových prúdov (**Obr. 1.2b-3**) a dostaneme:

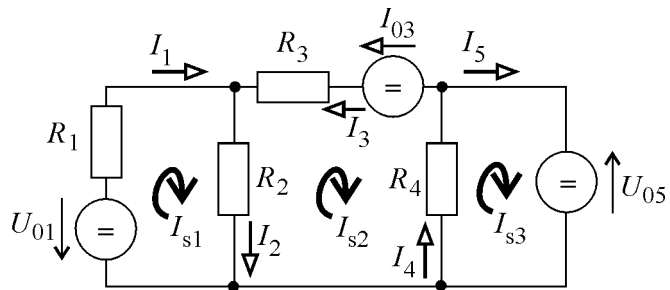
$$I_1 = I_{s1} = 1,4 \text{ A},$$

$$I_2 = I_{s1} - I_{s2} = 1,8 \text{ A},$$

$$I_3 = -I_{s2} = I_{03} = 0,4 \text{ A},$$

$$I_4 = -I_{s2} + I_{s3} = 2,5 \text{ A},$$

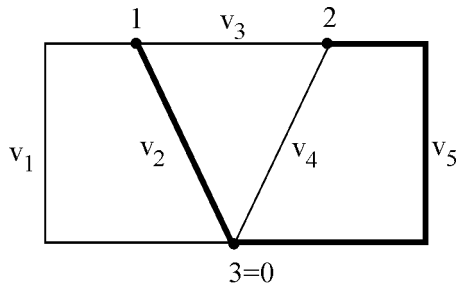
$$I_5 = I_{s3} = 2,1 \text{ A}.$$



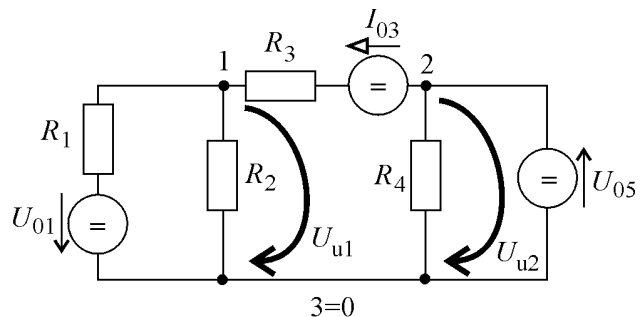
**Obr. 1.2b-3**

- c) Pri riešení obvodu **metódou uzlových napätí** (MUN) potrebujeme zostaviť systém lineárne nezávislých rovníc podľa I.KZ pre nezávislé uzly obvodu, v ktorom neznámymi veličinami budú uzlové napätia. Vytvorený systém rovníc vyriešime, čím získame uzlové napätia. Prúdy tečúce rezistormi vyjadríme pomocou uzlových napätí.

V danom obode zvolíme strom tak, aby vetva obsahujúca iba napäťový zdroj, bola vetvou stromu „vejárovitého“ tvaru (**Obr. 1.2c-1**).



**Obr. 1.2c-1**



**Obr. 1.2c-2**

V danom obode máme jednu vetvu obsahujúcu iba napäťový zdroj ( $U_{05}$ ), uzol 3 zvolíme za vzťažný uzol a označíme ho „0“. Od ostatných dvoch nezávislých uzlov (1, 2) k vzťažnému uzlu orientujeme uzlové napätia  $U_{u1}$ ,  $U_{u2}$  (**Obr. 1.2c-2**).

Keďže vetva stromu  $v_5$  obsahuje iba napät'ový zdroj  $U_{05}$ , pre uzlové napätie  $U_{u2}$ :

$$U_{u2} = -U_{05},$$

napišeme rovnicu iba pre uzol 1 podľa algoritmu na vytvorenie rovníc MUN:

$$1: \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + \infty} \right) U_{u1} - \frac{1}{R_3 + \infty} U_{u2} = \frac{1}{R_1} U_{01} + I_{03}.$$

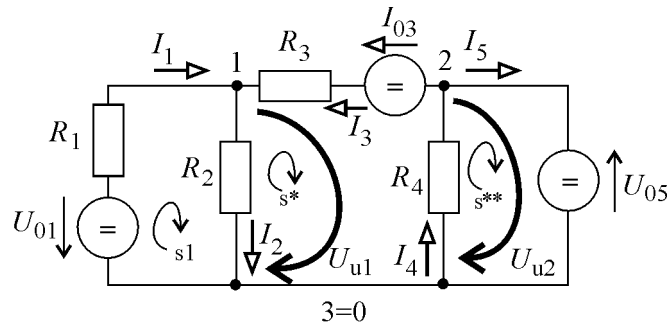
Daný systém rovníc upravíme a dostaneme:

$$1: \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) U_{u1} = \frac{1}{R_1} U_{01} + I_{03},$$

Upravený systém rovníc vyriešime. Výsledkom riešenia je neznáme uzlové napätie

$$U_{u1} = 3,6 \text{ V}.$$

Zvolíme smery prúdov v jednotlivých vetvách (**Obr. 1.2c-3**).



**Obr. 1.2c-3**

Prúd vo vetve obsahujúcej prúdový zdroj sa rovná prúdu prúdového zdroja:

$$I_3 = I_{03} = 0,4 \text{ A}.$$

Prúd tečúci rezistorom v nezávislej vetve vyjadríme z II.KZ, ktorý aplikujeme na základnú slučku zvolenú k tejto nezávislej vetve, pričom napätie na vetve stromu vyjadríme pomocou uzlového napätia:

$$s_1: -U_{01} + R_1 I_1 + U_{u1} = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{1}{R_1} (U_{01} - U_{u1}) = 1,4 \text{ A},$$

Prúd tečúci rezistorom vo vetve stromu neobsahujúcom iba ideálny zdroj napätia, určíme z II.KZ, ktorý aplikujeme na slučku tvorenú vetvou stromu a uzlovým napätím na tejto vetve stromu:

$$s^*: -R_2 I_2 + U_{u1} = 0, \quad \Rightarrow \quad I_2 = \frac{1}{R_2} U_{u1} = 1,8 \text{ A},$$

$$s^{**}: R_4 I_4 + U_{u2} = 0 \quad \Rightarrow \quad I_4 = -\frac{1}{R_4} U_{u2} = 2,5 \text{ A}.$$

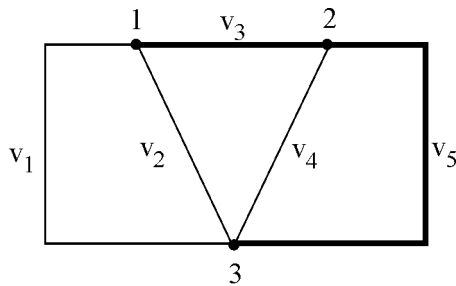
Prúd vo vetve stromu obsahujúcom iba ideálny zdroj napätia určíme z I.KZ aplikovaného na nezávislý uzol 2:

$$2: I_3 - I_4 + I_5 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_5 = I_4 - I_3 = I_4 - I_{03} = 2,1 \text{ A.}$$

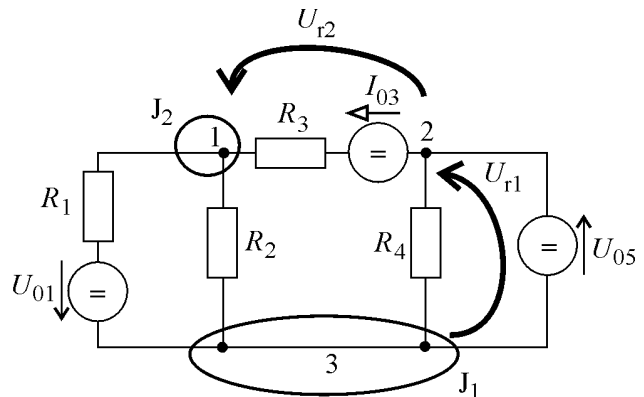
Ak niektorý z vetvových prúdov nám vyjde záporný, zvolený smer prúdu je nesprávny, a daný prúd tečie práve opačným smerom.

- d)** Pri riešení obvodu **metódou rezových napätí** (MRN) potrebujeme zostaviť systém lineárne nezávislých rovníc podľa zovšeobecneného I.KZ pre  $J$ -krivky určujúce základné rezy obvodu, v ktorom neznámymi veličinami budú rezové napätia. Vytvorený systém rovníc vyriešime, čím získame rezové napätia. Prúdy tečúce rezistormi vyjadríme pomocou rezových napätí.

V danom obvode zvolíme strom tak, aby vetvy obsahujúce iba napät'ový zdroj boli vetvami stromu, ktorého vetvy musia byť usporiadené za sebou (**Obr. 1.2d-1**). Potom zvolíme systém základných rezov určených  $J$ -krivkami. Na každej vetve stromu zvolíme rezové napätie tak, aby tieto napätia boli orientované za sebou.



**Obr. 1.2d-1**



**Obr. 1.2d-2**

V danom obvode máme 2 základné rezy určené krivkami  $J_1$ ,  $J_2$ , zvolené k 2 vetvám stromu s rezovými napätiami  $U_{r1}$  a  $U_{r2}$  (**Obr. 1.2d-2**).

Keďže vetva stromu  $v_5$  obsahuje iba napät'ový zdroj  $U_{05}$ , pre rezové napätie  $U_{r1}$ :

$$U_{r1} = U_{05},$$

napišeme rovnicu iba pre krivku  $J_2$  podľa algoritmu na vytvorenie rovníc MRN:

$$J_2: -\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + \infty}\right)U_{r2} - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U_{r1} = \frac{1}{R_1}U_{01} + I_{03}.$$

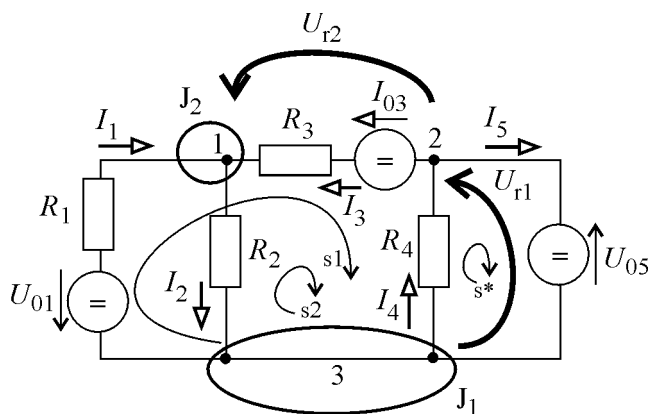
Daný systém rovníc upravíme a dostaneme:

$$J_2: -\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U_{r2} = \frac{1}{R_1}U_{01} + I_{03} + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U_{05},$$

Výsledkom riešenia je neznáme rezové napätie

$$U_{r2} = -13,6 \text{ V.}$$

Zvolíme smery prúdov v jednotlivých vetvách (**Obr. 1.2d-3**).



Obr. 1.2d-3

Prúd vo vetve s prúdovým zdrojom sa rovná prúdu prúdového zdroja:

$$I_3 = I_{03} = 0,4 \text{ A.}$$

Prúd tečúci rezistorom v nezávislej vetve vyjadríme z II.KZ, ktorý aplikujeme na základnú slučku zvolenú k tejto nezávislej vetve, pričom napätie na vetve stromu vyjadríme pomocou rezového napätia:

$$s_1: -U_{01} + R_1 I_1 - U_{r1} - U_{r2} = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{1}{R_1} (U_{01} + U_{r1} + U_{r2}) = 1,4 \text{ A,}$$

$$s_2: -R_2 I_2 - U_{r1} - U_{r2} = 0 \quad \Rightarrow \quad I_2 = -\frac{1}{R_2} (U_{r1} + U_{r2}) = 1,8 \text{ A,}$$

Prúd tečúci rezistorom vo vetve stromu neobsahujúcom iba ideálny zdroj napätia, určíme z II.KZ, ktorý aplikujeme na slučku tvorenú vetvou stromu a rezovým napätím na tejto vetve stromu:

$$s^*: R_4 I_4 - U_{r1} = 0 \quad \Rightarrow \quad I_4 = \frac{1}{R_4} U_{r1} = 2,5 \text{ A.}$$

Prúd vo vetve stromu obsahujúcom iba ideálny zdroj napätia určíme pomocou zovšeobecneného I.KZ, ktorý aplikujeme krivku  $J_1$ :

$$J_1: -I_5 + I_4 - I_2 + I_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_5 = I_4 + I_1 - I_2 = 2,1 \text{ A.}$$

Ak niektorý z vetvových prúdov nám vyjde záporný, zvolený smer prúdu je nesprávny, a daný prúd tečie práve opačným smerom.

- e) Pri riešení obvodu pomocou princípu superpozície postupujeme tak, že v danom obvode necháme pôsobiť len jeden zdroj, ostatné zdroje vyradíme (napät'ový zdroj nahradíme bezodporovou spojkou, prúdový zdroj nahradíme rozpojenými svorkami) a určíme vetvové prúdy od daného zdroja ľubovoľnou (vhodnou) metódou na riešenie lineárnych obvodov.

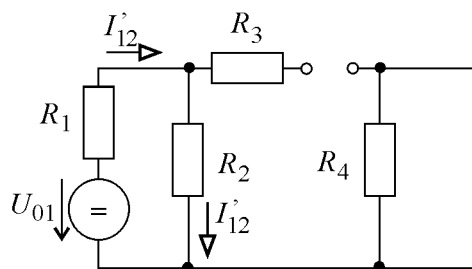
V danom obvode máme tri zdroje, t.zn., že potrebujeme vyriešiť tri obvody (**Obr. 1.2e-1**,

**Obr. 1.2e-2, Obr. 1.2e-3**).

- V obvode (**Obr. 1.2e-1**) pôsobí iba napät'ový zdroj  $U_{01}$ . Určíme si smery vetvových prúdov a zvolíme si vhodnú metódu riešenia daného obvodu, napr. metódu postupného zjednodušovania obvodu.



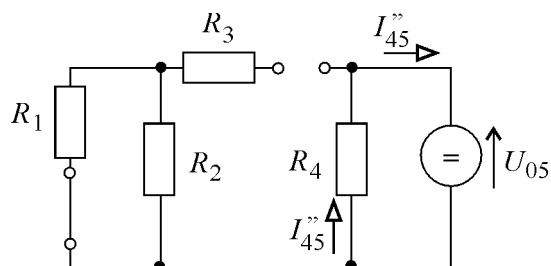
$$I'_{12} = \frac{U_{01}}{R_1 + R_2} = 1,667 \text{ A.}$$



Obr. 1.2e-1

- V obvode (Obr. 1.2e-2) pôsobí iba napätový zdroj  $U_{05}$ . Určíme si smery vetvových prúdov a zvolíme si vhodnú metódu riešenia daného obvodu, napr. metódu postupného zjednodušovania obvodu.

$$I''_{45} = \frac{U_{05}}{R_4} = 2,5 \text{ A.}$$



Obr. 1.2e-2

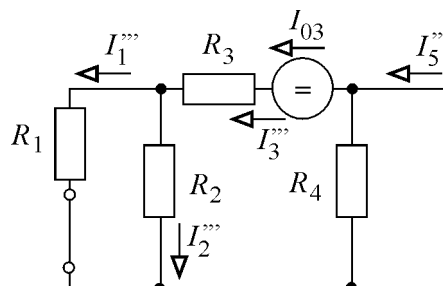
- V obvode (Obr. 1.2e-3) pôsobí iba prúdový zdroj  $I_{03}$ . Určíme si smery vetvových prúdov a zvolíme si vhodnú metódu riešenia daného obvodu, napr. metódu postupného zjednodušovania obvodu.

$$I_3''' = I_{03} = 0,4 \text{ A,}$$

$$I_1''' = I_3''' \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,267 \text{ A,}$$

$$I_2''' = I_3''' - I_1''' = 0,133 \text{ A,}$$

$$I_5''' = I_3''' = 0,4 \text{ A.}$$



Obr. 1.2e-3

- Zvolíme prúdy v pôvodnom obvode (Obr. 1.2e-4). Tieto prúdy určíme sčítaním prúdov (s ohľadom na znamienko) získaných pri pôsobení jednotlivých zdrojov nasledovne:

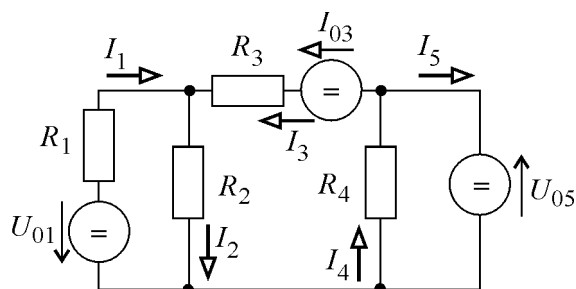
$$I_1 = I'_{12} - I_1''' = 1,4 \text{ A,}$$

$$I_2 = I'_{12} + I_2''' = 1,8 \text{ A,}$$

$$I_3 = I_3''' = 0,4 \text{ A,}$$

$$I_4 = I''_{45} = 2,5 \text{ A,}$$

$$I_5 = I''_{45} - I_5''' = 2,1 \text{ A.}$$

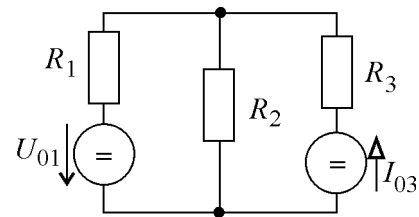


Obr. 1.2e-4

### Príklad 1.3:

V obvode (**Obr. 1.3**) určte:

- prúd tečúci rezistorom s odporom  $R_2$  pomocou Theveninovej vety,
- prúd tečúci rezistorom s odporom  $R_2$  pomocou Nortonovej vety,



**Obr. 1.3**

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 10 \Omega, R_2 = 5 \Omega, R_3 = 20 \Omega, U_{01} = 10 \text{ V}, I_{03} = 0,5 \text{ A}.$$

### Riešenie:

- Pri určovaní prúdu tečúceho cez rezistor  $R_2$  pomocou Theveninovej vety postupujeme nasledovne:

- Vyberieme rezistor  $R_2$  a svorky, medzi ktorými bol zapojený, označíme a, b. Dostaneme obvod, ktorého schéma je na **Obr. 1.3a-1**.
- Určíme napätie  $U_e$  medzi svorkami a, b (**Obr. 1.3a-2**) vhodnou metódou, napr. metódou uzlových napätí. Pre uzol a platí:

$$a: \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3 + \infty} \right) U_e = \frac{1}{R_1} U_{01} + I_{03},$$

odkiaľ po dosadení konkrétnych hodnôt dostaneme.

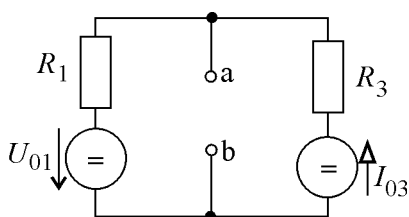
$$U_e = 15 \text{ V}.$$

- Určíme odpor  $R_e$  medzi svorkami a, b (**Obr. 1.3a-3**). Tento obvod dostaneme, ak v obvode **Obr. 1.3a-1** vyradíme všetky zdroje (t.j. napäťový zdroj nahradíme bezodporovou spojkou a prúdový zdroj rozpojenými svorkami).

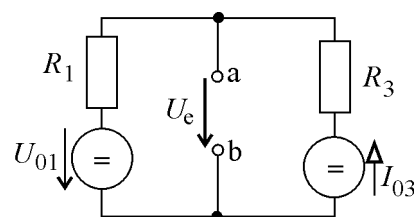
$$R_e = R_1 = 10 \Omega.$$

- Rezistor  $R_2$  pripojíme k Theveninovmu ekvivalentnému obvodu (**Obr. 1.3a-4**) s parametrami  $U_e = 15 \text{ V}$ ,  $R_e = 10 \Omega$  a určíme prúd tečúci cez tento rezistor

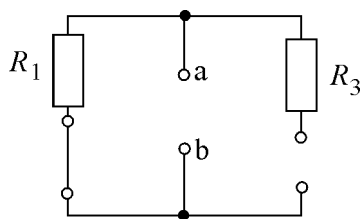
$$I_2 = \frac{U_e}{R_e + R_2} = 1 \text{ A}.$$



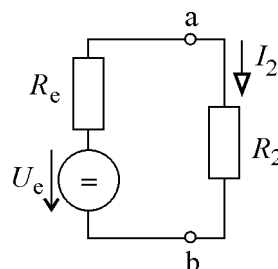
**Obr. 1.3a-1**



**Obr. 1.3a-2**



Obr. 1.3a-3



Obr. 1.3a-4

b) Pri určovaní prúdu tečúceho cez rezistor  $R_2$  pomocou Nortonovej vety postupujeme nasledovne:

- Vyberieme rezistor  $R_2$  a svorky, medzi ktorými bol zapojený, označíme a, b. Dostaneme obvod, ktorého schéma je na **Obr. 1.3b-1**.
- Určíme prúd  $I_e$  tečúci medzi svorkami a, b spojenými bezodporovou spojkou (**Obr. 1.3b-2**) vhodnou metódou, napr. metódou slučkových prúdov. Zvolíme slučkové prúdy  $I_{s1}$ ,  $I_{s2}$  (**Obr. 1.3b-3**) a keďže slučka  $s_2$  obsahuje vetvu s prúdovým zdrojom  $I_{03}$ :

$$I_{s2} = -I_{03}$$

$$s_1: \quad R_1 I_{s1} - 0 I_{s2} = U_{01},$$

odkiaľ po dosadení konkrétnych hodnôt dostaneme.

$$I_{s1} = 1 \text{ A.}$$

Pre prúd  $I_e$  (**Obr. 1.3b-3**):

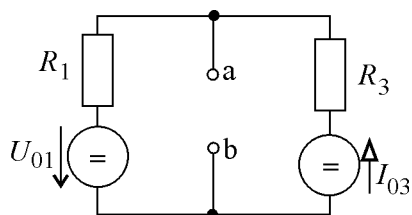
$$I_e = I_{s1} - I_{s2} = 1,5 \text{ A.}$$

- Určíme odpor  $R_e$  medzi svorkami a, b (**Obr. 1.3a-3**). Tento obvod dostaneme, ak v obvode **Obr. 1.3b-1** vyradíme všetky zdroje (t.j. napäťový zdroj nahradíme bezodporovou spojkou a prúdový zdroj rozpojenými svorkami)

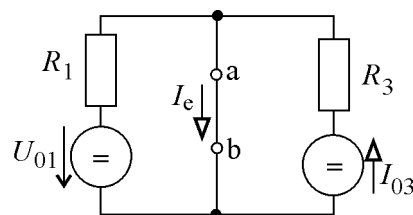
$$R_e = R_1 = 10 \Omega.$$

- Rezistor  $R_2$  pripojíme k Nortonovmu ekvivalentnému obvodu (**Obr. 1.3b-4**) s parametrami  $I_e = 1,5 \text{ A}$ ,  $R_e = 10 \Omega$  a určíme prúd tečúci cez tento rezistor

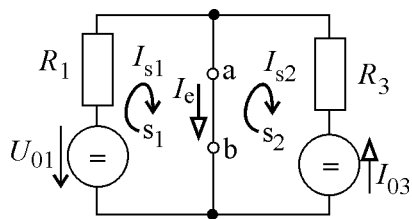
$$I_2 = I_e \frac{R_e}{R_e + R_2} = 1 \text{ A}$$



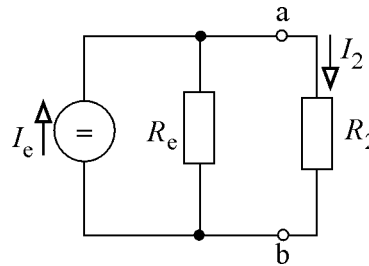
Obr. 1.3b-1



Obr. 1.3b-2



Obr. 1.3b-3



Obr. 1.3b-4

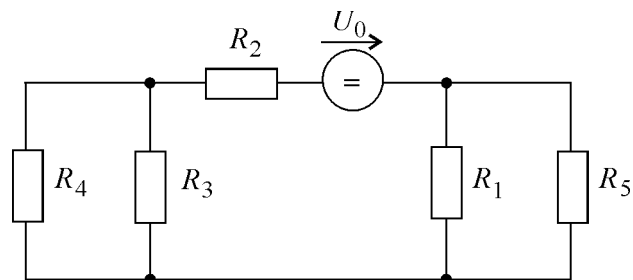
**Príklad 1.4:**

V obvode (Obr. 1.4) určte:

- a) celkový odpor obvodu,
- b) prúd tečúci jednotlivými rezistormi metódou postupného zjednodušovania obvodu,
- c) prúd dodávaný zdrojom do obvodu,
- d) napätie na jednotlivých rezistoroch,
- e) výkon spotrebovaný v rezistore  $R_5$ ,
- f) výkon dodávaný zdrojom do obvodu,

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 40 \, \Omega, R_2 = 10 \, \Omega, R_3 = 20 \, \Omega, R_4 = R_5 = 5 \, \Omega, U_0 = 60 \, \text{V}.$$



Obr. 1.4

**Riešenie:** a)  $R = 18,444 \, \Omega$

b)  $I_1 = 0,361 \, \text{A}, I_2 = 3,253 \, \text{A}, I_3 = 0,651 \, \text{A}, I_4 = 2,602 \, \text{A}, I_5 = 2,892 \, \text{A}$

c)  $I_2 = 3,253 \, \text{A}$

d)  $U_{R1} = 14,458 \, \text{V}, U_{R2} = 32,53 \, \text{V}, U_{R3} = 13,012 \, \text{V}, U_{R4} = 13,012 \, \text{V},$

$$U_{R5} = 14,46 \, \text{V}$$

e)  $P_{R5} = 41,813 \, \text{W}$

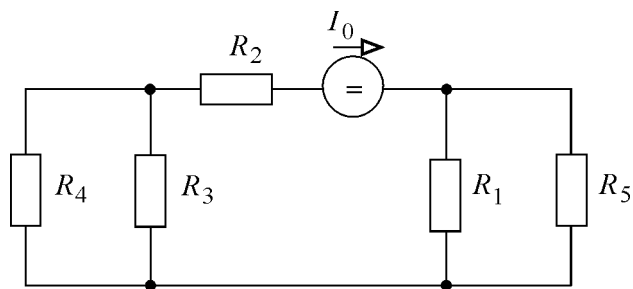
f)  $P_U = 195,18 \, \text{W}$

**Príklad 1.5:**

V obvode (Obr. 1.5) určte:

- a) celkový odpor obvodu,
- b) prúd tečúci jednotlivými rezistormi metódou postupného zjednodušovania obvodu,
- c) napätie na zdroji,

- d) napätie na jednotlivých rezistoroch,
- e) výkon spotrebovaný v rezistore  $R_1$ ,
- f) výkon dodávaný zdrojom do obvodu, ak parametre prvkov sú:



Obr. 1.5

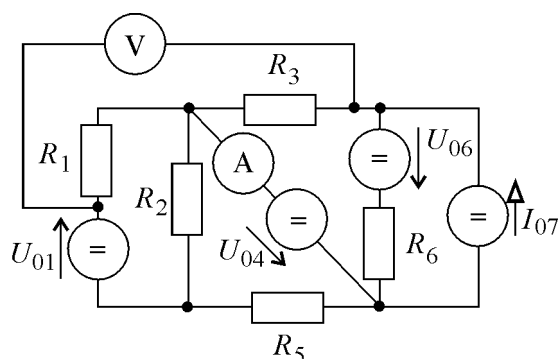
$R_1 = 40 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 20 \Omega$ ,  $R_4 = R_5 = 5 \Omega$ ,  $I_0 = 2 \text{ A}$ .

- Riešenie:**
- a)  $R = 18,444 \Omega$
  - b)  $I_1 = 0,222 \text{ A}$ ,  $I_2 = 2 \text{ A}$ ,  $I_3 = 0,4 \text{ A}$ ,  $I_4 = 1,6 \text{ A}$ ,  $I_5 = 1,778 \text{ A}$
  - c)  $U_{I_0} = 36,889 \text{ V}$
  - d)  $U_{R_1} = 8,889 \text{ V}$ ,  $U_{R_2} = 20 \text{ V}$ ,  $U_{R_3} = 8 \text{ V}$ ,  $U_{R_4} = 8 \text{ V}$ ,  $U_{R_5} = 8,889 \text{ V}$
  - e)  $P_{R_1} = 1,973 \text{ W}$
  - f)  $P_1 = 73,778 \text{ W}$

### Príklad 1.6:

V obvode (Obr. 1.6) určte:

- a) vetvové prúdy metódou priameho použitia KZ,
- b) vetvové prúdy metódou slučkových prúdov,
- c) vetvové prúdy metódou uzlových napätí,
- d) vetvové prúdy metódou rezových napätí,
- e) vetvové prúdy pomocou princípu superpozície,
- f) prúd tečúci rezistorom s odporom  $R_3$  pomocou Theveninovej vety,
- g) prúd tečúci rezistorom s odporom  $R_2$  pomocou Nortonovej vety,
- h) napätie na jednotlivých rezistoroch,
- i) údaj ampèrmetra, ktorého vnútorný odpor je nulový,
- j) údaj voltmetra, ktorého vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- k) výkon spotrebovaný v rezistore  $R_5$ ,
- l) výkon dodávaný zdrojom  $U_{06}$  do obvodu,
- m) výkon dodávaný zdrojom  $I_{07}$  do obvodu,



Obr. 1.6

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = 1 \Omega, U_{01} = 8 \text{ V}, U_{04} = 2 \text{ V}, U_{06} = 6 \text{ V}, I_{07} = 1 \text{ A}.$$

**Riešenie:** a) až e)  $I_1 = 6 \text{ A}, I_2 = 2 \text{ A}, I_3 = 2,5 \text{ A}, I_4 = 1,5 \text{ A}, I_5 = 4 \text{ A}, I_6 = 1,5 \text{ A}, I_7 = 1 \text{ A}$

f)  $I_3 = 2,5 \text{ A}$

g)  $I_2 = 2 \text{ A}$

h)  $U_{R1} = 6 \text{ V}, U_{R2} = 2 \text{ V}, U_{R3} = 2,5 \text{ V}, U_{R5} = 4 \text{ V}, U_{R6} = 1,5 \text{ V}$

i)  $I_A = 1,5 \text{ A}$

j)  $U_V = 8,5 \text{ V}$

k)  $P_{R5} = 16 \text{ W}$

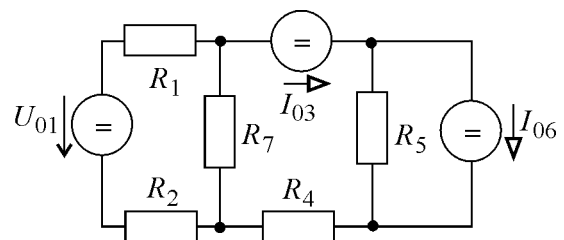
l)  $P_{U6} = 9 \text{ W}$

m)  $P_{I7} = 4,5 \text{ W}$

### **Príklad 1.7:**

V obvode (**Obr. 1.7**) určte:

- napätie na rezistore  $R_7$  metódou uzlových napätí,
- prúd tečúci rezistorom  $R_4$  pomocou princípu superpozície,
- napätie na prúdovom zdroji  $I_{03}$ ,



**Obr. 1.7**

ak sú dané parametre prvkov:

$$R_1 = 2 \Omega, R_2 = R_4 = 1 \Omega, R_5 = 3 \Omega, R_7 = 12 \Omega, U_{01} = 4,8 \text{ V}, I_{03} = 0,4 \text{ A}, I_{06} = 0,2 \text{ A}.$$

**Riešenie:** a)  $U_{R7} = 2,88 \text{ V}$

b)  $I_4 = 0,4 \text{ A}$

c)  $U_{I_{03}} = 1,88 \text{ V}$