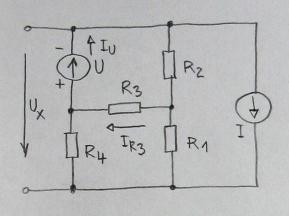
ProCvic. 4.1:



Pomoci obvodových rovnic (MUN i MSP)

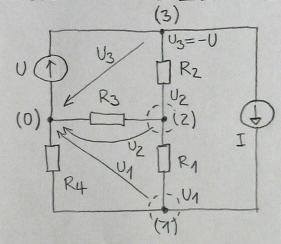
- sestavte obvodove rovnice

- reste sonstavn obv. rovnic

- vypo citejte poz. veliciny Ux=?; Iu=?; IR3=?

U = 132V, I = 0.8A; $R_1 = 240\Omega$ $R_2 = 160\Omega$; $R_3 = 384\Omega$; $R_4 = 120\Omega$

Priklad řešení pomocí MUN:



V nzh (3) je Uz=-V!

u = 4 (pocet uzlů), d = 4-1 = 3 (uzlove dvojice) (= pocet uzlových napětí)

(0)... referencini uzel (zvolen) (1) až(3)... uzly s uzlovými napětími U1 až U3 (vůčí res. u.)

Zu = 1 (zdrojů napětí)

 $X_{MUN} = d - Z_U = 3 - 1 = 2$

(2 neznama uzl. napětí U1 a U2 => 2 rovnice MUN)

1. rovnice: 1. K.Z. (KCL) pro uzel (1)

$$\frac{U_1 - 0}{R_4} + \frac{U_1 - V_2}{R_1} - I = 0$$

2. rovnice: 1. K.Z. (KCL) pro uzel (Z)

$$\frac{U_2 - U_1}{R_1} + \frac{(U_2 - 0)}{R_3} + \frac{U_2 - (-U)}{R_2} = 0$$

resenim soustavy dostaneme uzl. napeti U1 a U2

v rovnicích najdeme též vztahy pro výpočet některých hredaných veličin:

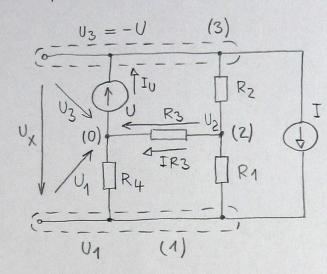
 $T_{R3} = \frac{U_2 - 0}{R_3} = \frac{U_2}{R_3} = \cdots$

a také napětí a proudy všech pasivních prvků (žde R1 až R4)

Obvodové rovnice

Tema 4 2/6

Dopočet hledaných veličin Ux a Ju:



Nebotake pomoci 1. K.Z. pro (referencia) uzez (0):

Výpočet Ux: rozdíl uzlových napeti Uz a U1, tedy

$$U_{x} = U_{3} - U_{1} = -U - U_{1} = \dots$$

(vlastně použítí 2. K.Z. (KVL))

Vypocet Iu: pomoci 1. K.Z. (KCL) pro mze2 (3):

$$-I_{U} + \frac{-U - U_{2}}{R_{2}} + I = \phi \Rightarrow$$

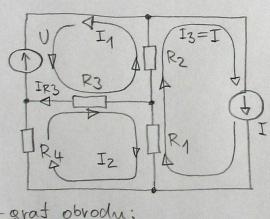
$$I_{U} = \frac{-U - U_{2}}{R_{2}} + I = \cdots$$

$$I_{U} + \frac{0 - U_{2}}{R_{3}} + \frac{0 - U_{1}}{R_{4}} = \phi \Rightarrow \underline{I_{U}} = \frac{U_{2}}{R_{3}} + \frac{U_{1}}{R_{4}} = \cdots$$

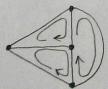
Ciselne výsledky: IR3 = ; Ux = ; IU =

Pozn.: lze řesit i pro jinou volbu ref. uzln.

ProCvič. 4.2: resent obvodu = "ProCvic. 4.1" pomoci MSP



-grat obvodu:



u=4 (pocet uzla)

d=u-1=4-1=3 (u2). dvojice)

v = 6 (pocet vetvi = p. prvků)

S = V-d = 6-3 = 3 (pocet

nezav. smycek = p. jednoduchých s.)

ZI = 1 (zdrojů proudu)

XMSP = S-ZI = 3-1 = 2

(2 neznáme smyčkové proudy

=> 2 rovnice MSP) I3 = I je známý!

=> 3 jednoduche smycky = 5 => 3 smyckove proudy! (smycky)

resenim

soustavy

dostaneme

sur, proudy

IIa Iz

1. rovnice 2. K.Z. (KVL) pro smycku I1

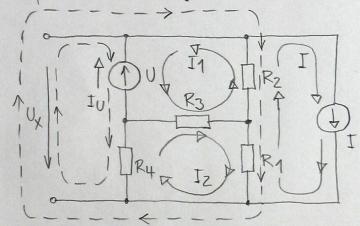
$$-U + R_3(I_1 + I_2) + R_2(I_1 + I) = 0$$

$$\Rightarrow = -I_{R_3}$$

$$R_4 \cdot I_2 + R_3(I_2 + I_1) + R_1(I_2 - I) = 0$$

V rovnicich najdeme też vztahy pro výpočet napětí a proudů všech pasivních prvků (zde R1 až R4), zde např. take hledany proud $I_{R3} = -I_1 - I_2 = ...$

Dopočet hledaných veličin Ux a Iu:



Vypocet Ux: pomoci 2, K.Z. po uzaviene (a orientovane) draze Ux > U -> R4; tato uzart, draha není smyčkou! $-U_{x}-U+R_{4}(-I_{2})=0=$ $U_{X} = -U - R_{4}, I_{2} = ...$

nebo po uzavrene dráze Ux > Rz > R1 (těž není smyčka!) $-U_X + R_2(-J_1-J) + R_1(J_2-J) = 0 \Rightarrow U_X = R_2(J_1+J) - R_1(J_2-J) = 0$ nebo jine vhodhe uzavřené dráze ...

Výpočet Iu: Iu = - I1 = ... (jediny smyčk. proud (protisměr))

Eiselne výsledky: viz "ProCvic. 4.1"

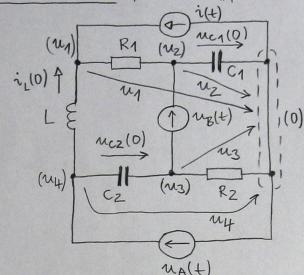
Lze použit i jinou soustavu 3 nezávislých smyček, které nebudon všechny jednoduché. Nutné použit volbu stroumu v gratu obvodu (nebo Napf .: topologicky rovnocennou modifikaci soustavy jednoduch. smyček).

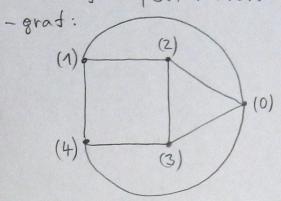
E 3 tuone vetue = Strong (s=3)

Obvodové rovnice

Tema 4 4/6

ProCvic. 4.3: problem "plovouciho" zdroje napětí v MUN





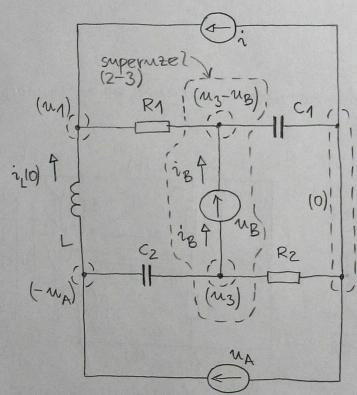
u=5; d=u-1=5-1=4 $Z_{0}=2$; $X_{MUN}=d-Z_{0}=4-2=2$

Uzel (4): $u_4(t) = -u_A(t)$ | zde $u_1(t)$ a jedno z $u_1(t)$ a $u_2(t)$ $u_3(t)$

Uzel (3): zvolime za nezname 113(t) =>

 $U_{\pm el}(2)$: prati 2.K.Z. $u_2(t) - u_3(t) + u_8(t) = 0 = 7$

$$= \frac{1}{2} \frac{1}{1} = \frac{1}{1} \frac{1}{1} = \frac{1}{1} \frac{1}$$



1. rovnice pro $\frac{nzel(1)}{1}$: $\frac{u_1 - (u_3 - u_B)}{R_1} + \dots + \frac{1}{L} \left[\frac{u_1 - (-u_A)}{1} \right] dJ - i_L(0) = 0$ $\frac{1}{L} = 0$ $\frac{1}{L} = 0$

(0) (resp. 11 Supernzel" (2-3))

$$c_2 \frac{d[u_3-(-u_A)]}{dt} + \cdots$$

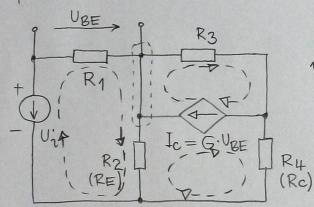
$$\dots + \frac{u_3 - 0}{R_2} + (i_B) = 0$$

dosadim z 1. K.z. pro uzel (2)

$$i_{B} = \frac{(u_{3} - u_{B}) - u_{1}}{R_{1}} + c_{1} \frac{d[(u_{3} - u_{B}) - 0]}{dt}$$

Po dosazeni is dostavame 2. rovnici pro tzv. "supernzel" (také "řez" obklopující zdroj uz a jeho připojné uzly).
Pro "supernzel" plati těž 1.K.Z. (KCL), což vyjadřuje výsledný tvar 2. rovnice,

ProCvič. 4.4: problem proudového zdroje "uvnitř obvodu"
pro MSP (a zároveň zdroj proudu řízený napětím)



u = 4; d = u - 1 = 4 - 1 = 3 V = 6; S = V - 0 = 6 - 3 = 3 (te = 1, violet = 3, jednoduche sm.) $Z_{I} = 1$; $X MSP = S - Z_{I} = 3 - 1 = 2$

(= 2 rovnice MSP)

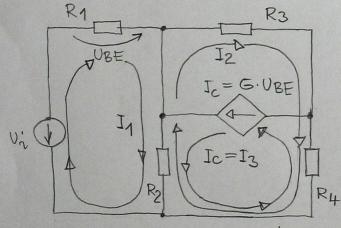
(!) Ale standardní postup při MSP

<u>nedovoluje</u> vést více než 1 smyčku proudovým zdrojem

=> nelze použit všechny smyčky jednoduché! "Druhá"

smyčka se musí proudovému zdrojí vyhnaut "jinou ceston"

=> nebude to smyčka jednoduchá,



1. rovnice pro smyčku In:

$$-U_1' + R_1 \cdot I_1 + R_2 (I_1 - I_2 + I_c) = 0$$

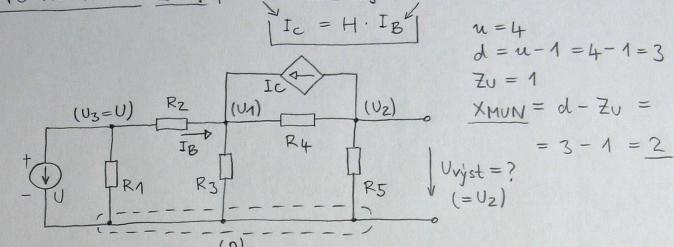
2. rovnice pro Smycku Iz.

$$R_3 \cdot I_2 + R_4 (I_2 - I_c) + \cdots$$

 $(1 + R_2(I_2-I_1-I_c) = 0$

Ic nutno vyjádřit pomocí převodního vztahu $I_C = G \cdot U_B E$ a tedy vyjádřit řídící napětí $U_B E$ pomocí smyčk. proudů! $U_B E = R_1 \cdot I_1 =$ $I_C = G \cdot U_B E = G \cdot R_1 \cdot I_1$, což dosadím do rovnic 1. a 2. za $I_C =$ 2 rovnice pro 2 neznámě $I_1 a I_2$.

Procvic. 4.5: zdroj proudu vizený proudem v MUN



$$\frac{U_{zel}(1)}{R_2} + \frac{U_1 - U_2}{R_3} + \frac{U_1 - U_2}{R_4} - I_c = 0$$

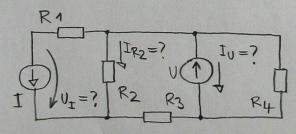
$$U_{2}e_{1}(2): \frac{U_{2}-U_{1}}{R_{4}} + \frac{U_{2}-0}{R_{5}} + I_{c} = 0$$

Ic nutno vyjadřit pomocí převodního vztahu tedy ridici proud Is vyjadrit pomoci uzlových napětí!

$$\frac{I_B}{R_Z} = \frac{U - U_1}{R_Z} = 7 \quad \frac{I_C}{R_Z} = H \cdot I_B = H \frac{U - U_1}{R_Z}, \quad coz \quad dosadime$$

do rovnic pro næly (1) a (2) => 2 rovnice pro 2 neznámá nælová napěti U1 a U2.

Pro Cvič. 4.6: pomoci MUN | Pro Cvič. 4.7: pomoci MUN i MSP reste obvod:



i MSP reste obvod:

