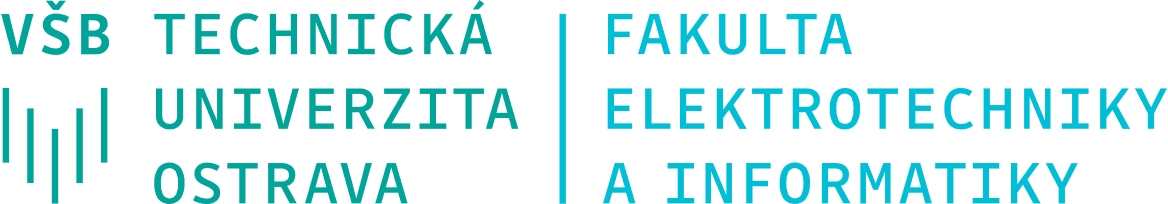
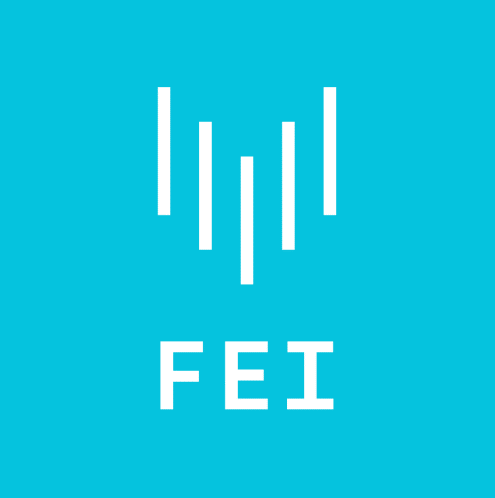
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava



Fakulta elektrotechniky a informatiky



Katedra elektrotechniky

Semestrální projekt

z Teorie obvodů I

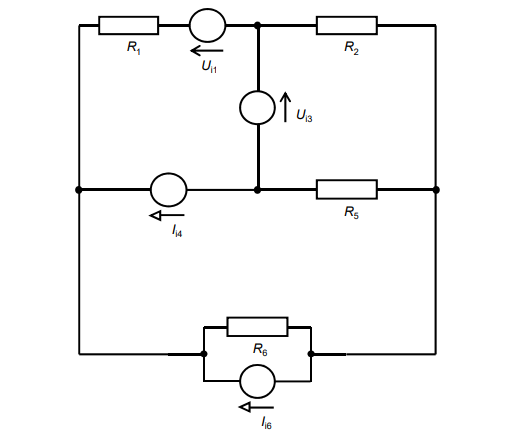
Zpracoval: Skupina\*:

Osobní číslo: Datum:

\* označení skupiny dle rozvrhu v Edisonu, u prezenční formy podle cvičení (např. C06) a kombinované podle konzultací (např. P01)

**Zadání**

K zadanému stejnosměrném obvodu



Obr. 1 Zadané schéma obvodu

s parametry:

*R*1 = 1 

*U*i1 = 1 V

R2 = 16 Ω

*U*i3 = 3 V

*I*i4 = 8 A

*R*5 = 25 

*R*6 = 5 

*I*i6 = 4 A

a) vytvořte titulní list projektu a samostatný list s jeho zadáním

b) proveďte topologický rozbor, nakreslete kostru obvodu, vyznačte čísla jeho větví, zapište soubory větví stromu, nezávislých větví, nezávislých smyček a nakreslete ekvivalentní náhradní obvod pro analýzu obvodu metodou smyčkových proudů (MSP). Do náhradního obvodu pro účely odvození MSP vyznačte a popište počítací šipky úbytků napětí a počítací šipky proudů rezistorů a řádně vyznačte zavedené nezávislé smyčkové proudy. Řádně dokumentujte postup odvození soustavy smyčkových rovnic počínaje aplikací 2. Kirchhoffova zákona (KFZ) na dílčí nezávislé smyčky a konče maticovým zápisem. Do maticového zápisu náležitě dosaďte známé číselné hodnoty parametrů obvodu a soustavu rovnic vyřešte libovolným způsobem. Nakreslete zadaný obvod (nikoliv náhradní obvodu pro MSP) a do něj zakreslete nejprve skutečné směry smyčkových proudů v nezávislých větvích obvodu (kladné hodnoty smyčkových proudů) a aplikací 1. KFZ poté dopočítejte a zakreslete skutečné směry proudů ve větvích stromu obvodu. Do zakresleného zadaného obvodu dále ze známých hodnot parametrů odporů rezistorů obvodu a vypočtených větvových proudů užitím Ohmova zákona dopočítejte a zakreslete skutečné směry úbytků napětí rezistorů zadaného obvodu a dále zakreslete skutečný směr vypočteného napětí proudové větve obvodu (větev s ideálním zdrojem proudu) a správnost řešení vizuálně ověřte zkouškou na základě platnosti 2. KFZ ve všech zvolených nezávislých smyčkách obvodu.

0 až 7 bodů

c) určete hodnoty výkonu každého zdroje zadaného obvodu a rozhodněte, zda dodává nebo odebírá energii, což výslovně slovně komentujte a ověřte, zda vypočtené hodnoty všech výkonů obvodu vyhovují Tellegenově větě.

0 až 2 bodů

d) vůči jedné ze dvou pasivních větví obvodu aplikujte Théveninovu větu, obvod vyřešte libovolnou obvodovou metodou a na základě jejího řešení ověřte vypočtené hodnoty srovnáním s předtím vypočtenými hodnotami ve zvolené pasivní větvi obvodu řešeného MSP.

0 až 4 bodů

e) dbejte na pravidla správné tvorby technického dokumentu, neboť se hodnotí nejen celková odborná úroveň řešení projektu, ale i grafická úroveň zpracování včetně popisu a názvů obrázků a požadovaná forma zápisu číselných výpočtů: obecný výraz, dosazení do něj, výsledek, jednotka.

0 až 2 bodů

**Vypracování:**

ad b)

Topologický rozbor



Obr. 2 Graf obvodu, zavedení smyčkových proudů

- proudová větev *v*3 s ideální zdrojem proudu *I*o3 musí být větví nezávislou

Stanovení počtu nezávislých smyček obvodu



-  *v* je počet větví obvodu, *u* -1 je počet nezávislých uzlů obvodu

Stanovení počtu nezávislých větví obvodu



Větve stromu: - strom spoje uzly obvodu, nesmí nikde vytvořit smyčku

Nezávislé větve:

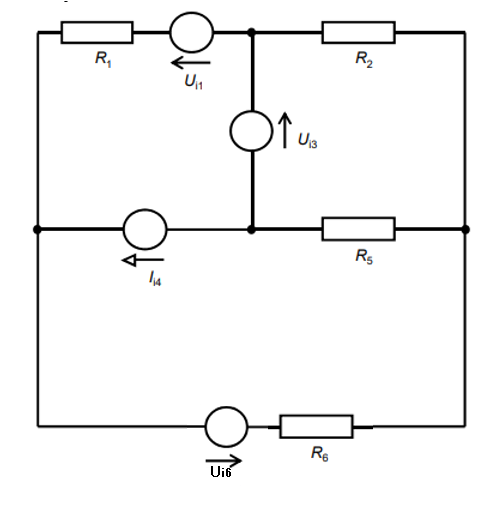
Nezávislé smyčky:

- nezávislá větev a větve stromu tvoří nezávislou smyčku

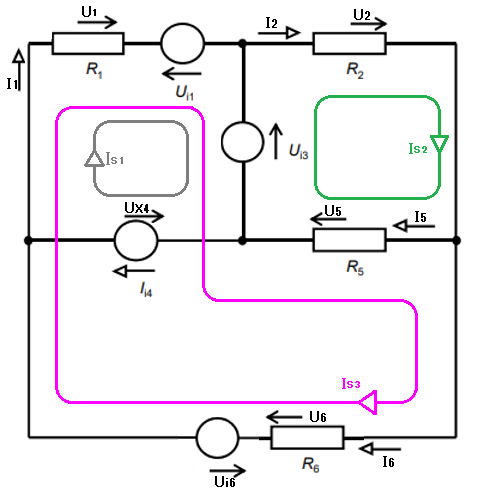
Metoda smyčkových proudů

Přepočet skutečného zdroje proudu na ekvivalentní skutečný zdroj napětí

- metoda vychází z 2. KFZ, takže aby se snížil počet neznámých smyčkových proudů, provádí se přepočet



Obr. 3 Ekvivalentní obvod pro metodu smyčkových proudů



Obr. 4 Nezávislé smyčky, referenční směry úbytků napětí a proudů rezistorů obvodu

Soustava smyčkových rovnic

Proudy rezistorů obvodu vyjádřené smyčkovými proudy

Soustava rovnic smyčkových proudů po aplikaci Ohmova zákona na úbytky napětí rezistorů

Dosazení smyčkových proudů za proudy rezistorů obvodu

Vytknutí smyčkových proudů

Známá hodnota smyčkového proudu

Maticový zápis soustavy rovnic smyčkových proudů

- prvky hlavní diagonály vždy kladná znaménka, prvky mimo hlavní diagonálu jsou souměrné podle diagonály a znaménka odpovídají smyslům oběhu smyčkových proudů vůči společným větvím stromu obvodu

Převedení vektoru napětí na pravou stranu a dosazení známého smyčkového proudu

- otáčí se konvence znamének napětí zdrojů vektoru napětí

Dosazení číselných hodnot

Redukce počtu smyčkových rovnic díky známé hodnotě smyčkového proudu *I*S1

- vyloučení 3. řádku a 3. sloupce a převedení známých hodnot úbytků napětí od známého smyčkového proudu na pravou stranu redukované soustavy smyčkových rovnic

Řešení redukované soustavy maticové soustavy smyčkových rovnic Cramerovým pravidlem

- determinant redukované odporové matice

- determinant matice k výpočtu smyčkového proudu *I*S1 získaný dosazením redukovaného vektoru napětí do 1. sloupce odporové matice

- determinant matice k výpočtu smyčkového proudu *I*S2 získaný dosazením redukovaného vektoru napětí do 2. sloupce odporové matice

Řešení redukované soustavy smyčkových rovnic

Výpočet napětí ideálního zdroje proudu *Ux*3 ze 3. smyčkové rovnice

Výpočet skutečných hodnot větvových proudů zadaného obvodu podle obr. 5 z hodnot smyčkových proudů

- známé hodnoty smyčkových proudů

- hodnoty větvových proudů vypočtené pomocí 1. KFZ ze známých hodnot smyčkových proudů

Výpočet skutečných hodnot větvových napětí

- podle obr. 4, 2. KFZ

- podle obr. 5, 1. KFZ

- podle obr. 4, 2. KFZ

Kontrola správnosti řešení obvodu pomocí 2. Kirchhoffova zákona pro zvolené smyčky

:

: 

: 

- nulové hodnoty pravých stran těchto 3 rovnic dokládají správnost řešení obvodu metodou smyčkových proudů, stejně jako vizuální kontrola těchto smyček na obr. 5



Obr. 5 Skutečné směry obvodových veličin zadaného obvodu

Vizuální kontrolou ve zvolených třech nezávislých smyčkách podle obr. 5 vidíme, že 2. KFZ je v těchto smyčkách splněn a obvod je správně vyřešen.

ad c) Tellegenova věta

Výkony a chování zdrojů zadaného obvodu

 - zdroj

 - zdroj

 - zdroj

 - spotřebič

- znaménka výkonů zdrojů jsou přiřazena podle skutečných směrů počítacích šipek veličin obvodu na obr. 5, souhlasná orientace +, nesouhlasná orientace -

Celkový výkon dodaný zdroji do obvodu



Výkony (příkony) rezistorů









Celkový příkon rezistorů obvodu

Tellegenova věta - bilance



Nulová bilance výkonů dokládá správnost řešení obvodu MSP.

ad c) Théveninova věta



Obr. 6 Obvod pro určení náhradního napětí obvodu podle Théveninovy věty

Řešení napětí náhradního zdroje metodou uzlových napětí

Přepočet skutečného zdroje napětí na ekvivalentní skutečný zdroj proudu



- metoda vychází z 1. KFZ, takže aby se snížil počet neznámých uzlových napětí, provádí se přepočet



Obr. 7 Ekvivalentní obvod pro stanovení napětí *U*AB metodu uzlových napětí, vztažný uzel B

Maticový zápis soustavy uzlových rovnic napětí

- reference 1. KFZ: + proud orientovaný ven z uzlu

Převedení vektoru proudu na pravou stranu a dosazení známého uzlového napětí *U*DB

- otáčí se konvence znamének proudů zdrojů vektoru proudu

Dosazení číselných hodnot

Redukce počtu uzlových rovnic díky známé hodnotě uzlového napětí *U*DB

- vyloučení 3. řádku a 3. sloupce a převedení známých hodnot větvových proudu od známého uzlového napětí na pravou stranu redukované soustavy uzlových rovnic

Redukovaná soustava uzlových rovnic



Determinant matice vodivosti redukované soustavy uzlových rovnic

Determinant matice k výpočtu uzlového napětí *U*AB

- determinant se počítá dosazením redukovaného vektoru napětí do 1. sloupce vodivostní matice

Řešení uzlového napětí *U*AB



Stanovení náhradního odporu



Obr. 8 Obvod pro stanovení náhradního odporu *R*AB



Náhradní obvod



- napětí naprázdno *U*AB je rovno vnitřnímu napětí náhradního zdroje napětí



Obr. 9 Náhradní zdroj napětí zatížený rezistorem *R*4



Vypočtená hodnota napětí *U*v4 jednosmyčkového obvodu s náhradním zdrojem napětí *U*oAB a *R*AB a rezistorem *R*4 je stejná jako v případě řešení obvodu MSP a opět dokládá správnost řešení obvodu MSP.

Závěr

- zde připojte vlastní komentář, zejména konstatujte, že správnost řešení byla ověřena …