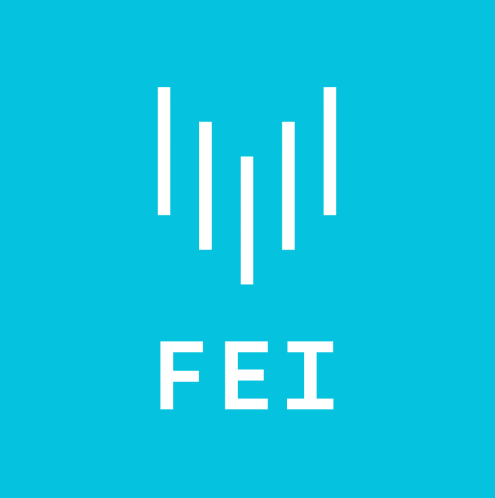
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava



Fakulta elektrotechniky a informatiky



Katedra elektrotechniky

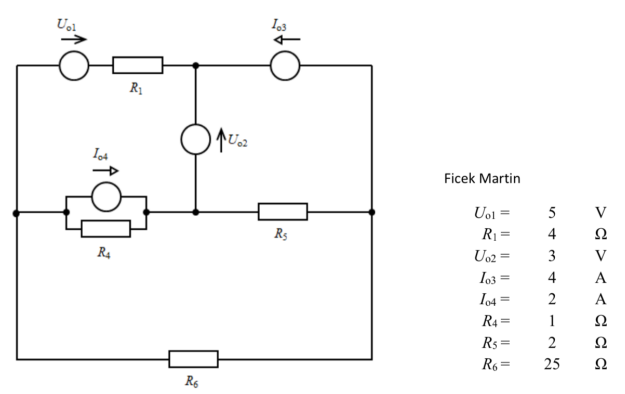
Semestrální projekt

z Teorie obvodů I

Zpracoval: Ficek Martin Skupina\*: C/20

Osobní číslo: FIC0027 Datum: 13.11.2021

**Zadání:**



Obr 1. schéma obvodu

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.

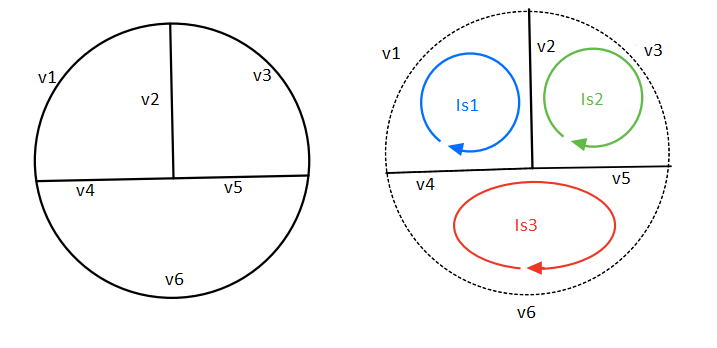
0 až 4 bodů

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 bod

**Vypracování:**

1. **Topologický rozbor**

****

*kostra obvodu nezávislé smyčky obvodu*

Obr 2. Graf obvodu, zavedení smyčkových proudů

Stanovení počtu nezávislých smyček obvodu



Stanovení počtu nezávislých větví obvodu



Větve stromu: 

Nezávislé větve: 

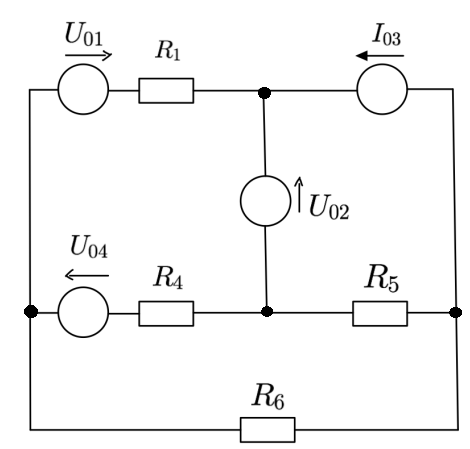
Nezávislé smyčky: 



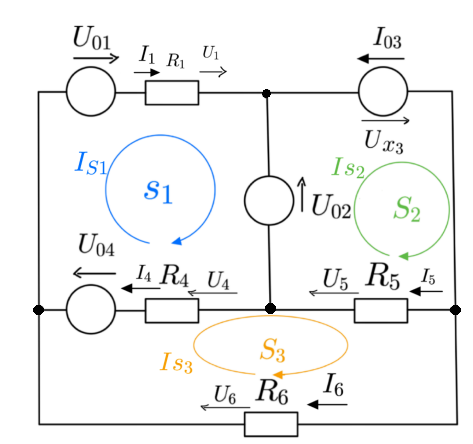


1. **Metoda smyčkových proudů**

Přepočet skutečného zdroje proudu na ekvivalentní skutečný zdroj napětí

**

Obr. 3 Ekvivalentní obvod pro metodu smyčkových proudů



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

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

= -4A

Maticový zápis soustavy rovnic smyčkových proudů

Převedení vektoru napětí na pravou stranu a dosazení známého smyčkového proudu

Dosazení číselných hodnot

Redukce počtu smyčkových rovnic díky známé hodnotě smyčkového proudu *I*S2

Řešení redukované soustavy maticové soustavy smyčkových rovnic Cramerovým pravidlem

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

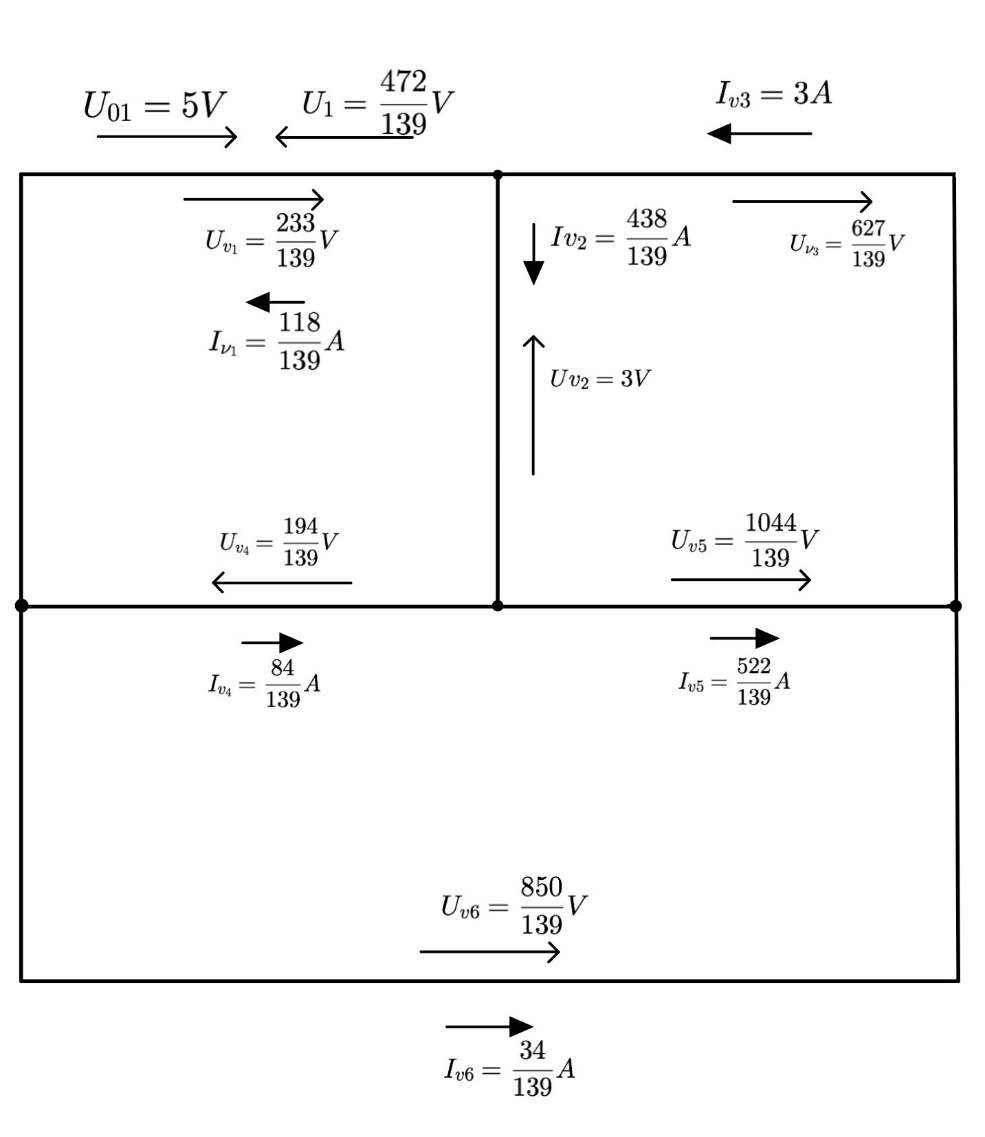
**Výpočet skutečných hodnot větvových napětí**

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

:

:

:



Obr 5 Skutečné směry obvodových veličin

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

1. **Tellegenova věta**

Výkony a chování zdrojů zadaného obvodu

- zdroj

- zdroj

- zdroj

- zdroj

Celkový výkon dodaný zdroji do obvodu

Výkony (příkony) rezistorů

-spotřebič

-spotřebič

-spotřebič

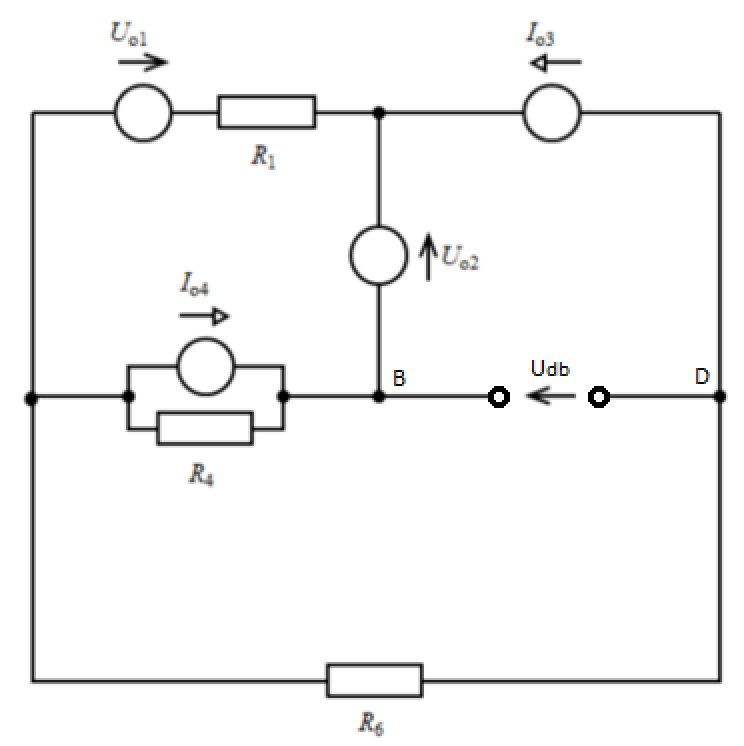
-spotřebič

Celkový příkon rezistorů obvodu

Tellegenova věta – bilance

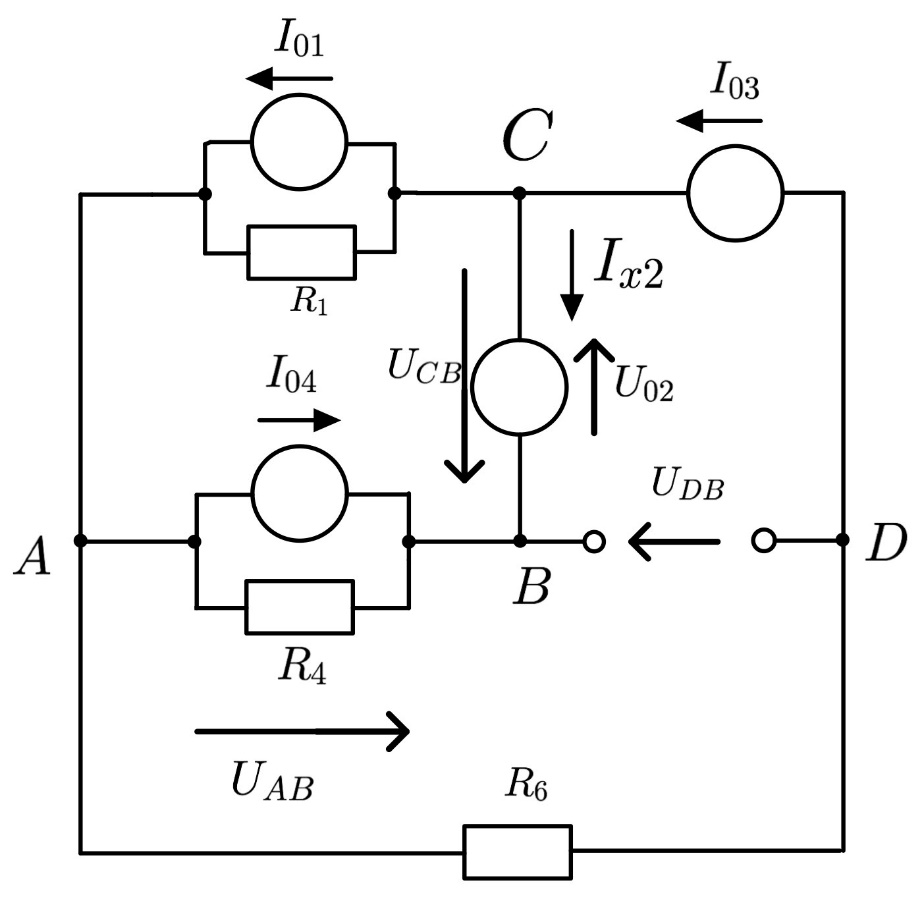
Nulová bilance výkonů dokládá správnost řešení obvodu MSP.

1. **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

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

Maticový zápis soustavy uzlových rovnic napětí

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

Dosazení číselných hodnot

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

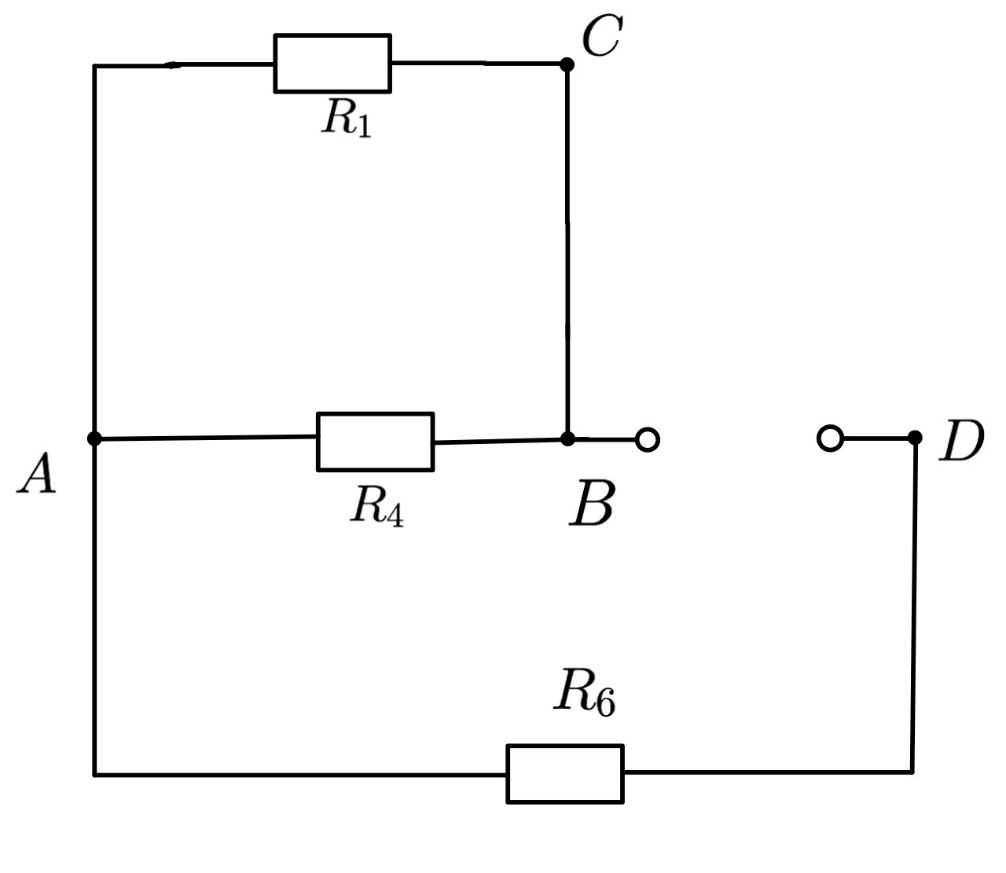
Redukovaná soustava uzlových rovnic

Determinant matice vodivosti redukované soustavy uzlových rovnic

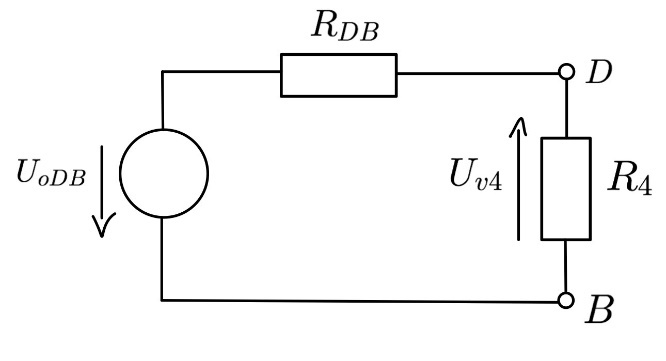
Determinant matice k výpočtu uzlového napětí *U*DB

Řešení uzlového napětí *U*DB

**Stanovení náhradního odporu**



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

**Náhradní obvod**

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

Kvůli tomu, že teče opačným směrem než ,musíme převrátit na .

Vypočtená hodnota napětí *U*v5 jednosmyčkového obvodu s náhradním zdrojem napětí *U*oDB a *R*DB a rezistorem *R*4 je stejná jako v případě řešení obvodu MSP a opět dokládá správnost řešení obvodu MSP.

**Závěr:**

Úkolem zadání bylo vypočítání obvodu pomocí metody smyčkových proudů a poté následné ověření správnosti třemi metodami.

- Kirchhoffovy zákony

- Tellegenova věta

- Théveninova věta

Použití Kirchhoffova zákona pro ověření výpočtů potvrdilo správnost obvodu.

Tellegenova věta určila, že všechny zdroje se chovají jako zdroje a všechny spotřebiče se chovají jako spotřebiče, což znamená, že vše splňuje svůj účel.

K výpočtu Théveninovy věty jsem použil metodu uzlových napětí, a po následném dopočítání jsem ověřil, že napětí na rezistoru *R*5 je rovno napětí, které mi vyšlo v Théveninově větě.