

**Fakulta
elektrotechnická**

**Katedra elektromechaniky a
výkonové elektroniky**

Fakulta elektrotechniky a komunikačních
technologií VUT
Vědecké oddělení
Vysoké učení technické v Brně
Technická 10
BRNO
616 00

VÁŠ DOPIS ZNAČKY / ZE DNE

249/18915/14/ 28.11.2014

NAŠE ZNAČKA

2216098/12/14

VYŘIZUJE / LINKA

Skala /+420 377 634 473

DATUM

08.12.2014

Věc: Oponentský posudek disertační práce studenta

Ing. ROSTISLAV HUZLÍK –
Motor-generátor pro vírovou turbínu

1. Aktuálnost zvoleného tématu

Stroje s permanentními magnety patří mezi moderní stroje s vysokým poměrem výkonu a hmotnosti. Mezi tyto stroje patří též stroj s permanentními magnety a axiálním magnetickým tokem, který je předmětem disertační práce. Je řešen zvláštní způsob pohonu, a to vírovou turbínou, která je vhodná zejména pro malé spády vodních děl. Námět práce odpovídá oboru disertace, téma je aktuální.

2. Splnění cílů práce

Na základě studentem provedených studií, rozborů, měření, experimentů a jejich analýz lze konstatovat, že vytčených cílů práce

- Výpočet vlastností turbíny pro definovaný pracovní bod
- Vytvoření simulace turbíny v Simulinku
- Návrh celkové koncepce na základě vydefinovaných požadavků
- Výpočet axiálního generátoru
- Ověření vlastností generátorů pomocí simulací
- Ověření vlastností soustrojí turbína-generátor pomocí simulace

bylo beze zbytku dosaženo. Současně je však potřeba podotknout, že tyto vytčené cíle nejsou zcela dostatečné k tomu, aby byl navržený stroj dobře využit např. tepelně, z konstrukčního hlediska apod. Vykonaná práce však rozhodně disertabilní je a byly v ní položeny kvalitní základy pro další navazující práce a činnosti.

Jak plyne z vlastní disertační práce, student se seznámil s odbornou literaturou a aktivně se účastnil různých konferencí. Tím získal jistý přehled o dané problematice. Na základě těchto vědomostí student navrhl, realizoval a odladil simulační model i vyhodnotil výsledky simulací, ze kterých učinil příslušné závěry.

3. Zvolené metody řešení

Student se v práci věnoval zejména analytickým metodám, ale využíval velmi významně i podporu počítače, zejména MATLAB + SIMULINK, metody MKP použil pro vyšetření průběhu a velikosti magnetického toku v závislosti na poloze rotoru. Jistou zkušenost by zřejmě prokázal i v praktické oblasti, kdy měřením verifikoval vlastnosti prototypu stroje. K pohonu byl použit dle obr. 6.3 dynamometr. Naměřené výsledky a tím i verifikace simulací však v práci obsaženy nejsou, vyjma verifikace rozložení magnetického pole.

4. Dosažené výsledky, původní přínos práce, nové poznatky

Výsledkem studentovy práce je

- vytvoření simulačního modelu vírové turbíny na základě naměřených jednotkových charakteristik,
- návrh generátoru na základě požadavků turbíny a zpřesněný postup výpočtu, který byl ověřen pomocí metody konečných prvků,
- aplikace postupu pro výpočet vířivých ztrát ve vodiči u strojů s bezželezným statorem,
- ověření konečno-prvkového modelu u axiálních strojů na základě měření rozložení magnetického pole.

5. Přínos pro další rozvoj vědy a techniky

Přínosem pro domovské pracoviště je nejen realizace simulačního modelu, ale také realizace funkčního vzorku pohonu, na kterém bude možné v budoucnu provádět měření.

6. Formální úprava, jazyková úroveň

Práce je napsána v českém jazyce s výjimkou *Abstraktu*, *Klíčových slov* a *Titulní strany*, kde jsou české i anglické ekvivalenty. Po formální stránce je práce zpracována na vyhovující úrovni. Obrázky, grafy a schémata jsou zpracovány kvalitně. Z typografického hlediska též nemám vážnějších připomínek. Občas se v práci objevují prohřešky proti spisovné češtině, ale jejich počet není významný.

7. Publikace studenta

Dle uvedeného seznamu lze konstatovat, že student Ing. Rostislav Huzlík roce 2007 až 2013 byl

- spoluautorem 33 publikací.

Proto mohu prohlásit, že vlastní jádro studentovy práce bylo publikováno náležitým způsobem. Lze také vyvodit, že se jedná o pracovníka s vědeckou erudicí.

8. Dotazy a připomínky k práci

Formální připomínky

s.12 – veličina značená a_w – počet paralelních drátů v jednom vodiči, viz též s. 44, rovnice 5.28

s.15 – „zejména proto“

s.32+81 – „vyplívá“

s.78 – „...jelikož by se **musel** nastavit malá velikost elementů...“

s.79 – Na obr. 5.44 je pouze jeden průběh. Autor má na mysli zřejmě obr. 5.45

s. 90 „Všechny vytyčené cíle práce byly splněny.“

Věcné připomínky a dotazy

s.15 – vířivé ztráty vznikají ve vodičích ve střídavém poli vždy, otázkou je jejich velikost a provedená opatření pro jejich omezení. Jaká opatření zde byla přijata?

s.30 – Odkud plyne tvrzení „velký rozsah rychlostí“? Jaké zde hrozí problémy? Např. pro asynchronní stroj o výkonu řádově 2kW je uvedený rozsah rychlostí 850 – 3150 ot.min⁻¹ při napájení z kmitočtového měniče běžnou záležitostí.

s.42 – Předpokládá vztah 5.17 tvar napětového polygonu jako kružnici?

s.49 - , vztah 5.69 – PM zasahují až k rotoru nebo byla použita Steinerova věta?

s.51 – Ztráty v PM jsou zanedbány na základě malé indukce pro bezželezný stroj?

s.52 – obr. 5.10 – mezi úbytkem napětí „jXs . If“ a úbytkem napětí „Rs . If“ není pravý úhel?

s.82 – V jakém rozsahu rychlostí a s jakou přesností lze mechanické ztráty v ložiscích nahradit konstantním momentem? Co značí veličina „m“ ve vztazích 5.109 a 5.110? V seznamu symbolů je uvedena hmotnost stroje.

s.87 – Z tabulky 7.1 plyne účinnost generátoru 96,8 %. Jaká byla skutečná účinnost naměřená na dynamometru, pokud toto měření bylo provedeno?

s.87 – Převzatý model generátoru z knihovny SIMULINKu je zřejmě model umožňující zkoumat dynamické chování stroje. Vytvořený model turbíny je díky zpracované rovnici 3.17 též dynamický. Pak by bylo vhodné

při obhajobě prezentovat ukázkou řešení nějakého vhodného dynamického stavu (např. z obr. 3.12 – 3.14) i s vlivem na elektrické parametry generátoru a opačně – vliv změny zátěže generátoru na hydraulické parametry v turbíně. Kapitola „7. Ověření vlastností celé soustavy“ je totiž v práci naplněna jen porovnáním hodnot v jediném bodě. Spokojit se pouze s tímto statickým ověřením celé soustavy v jediném bodě je dle mého názoru velice odvážné.

Dále je pak na s. 15 dole uvedeno, že „...stroj bude navržen jako generátor a nakonec bude zkontrolováno, aby vyhověl také v provozu jako motor.“ Tato kontrola však v kapitole 7 uvedena není.

9. Doporučení k obhajobě

Námět práce odpovídá oboru disertace. Na základě výše uvedených skutečností a přes své kritické poznámky disertační práci

„Motor-generátor pro vírovou turbínu“
studenta Ing. Rostislava Huzlíka

doktorského studijního oboru Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

doporučuji k obhajobě

a po jejím úspěšném složení

navrhuji

udělení akademicko-vědeckého titulu Ph.D. ve studijním oboru Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika.

V Plzni dne 08.12.2014

.....
Doc. Ing. Bohumil Skala, Ph.D.
oponent