

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Autor: **Ing. Ivo Pazdera**

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
616 00 Brno, Technická 10

Téma: **Průmyslové čerpadlo s integrovaným elektromagnetickým systémem**

Oponent: **Prof. Ing. Jiří Lettl, CSc.**

Katedra elektrických pohonů a trakce
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze
166 27 Praha 6, Technická 2
tel.: 224 352 147, fax: 233 339 972, e-mail: lettl@fel.cvut.cz

Doktorská disertační práce Ing. Ivo Pazdery se zabývá technicky zajímavou a z praktického hlediska významnou problematikou inovace standardního radiálního průmyslového čerpadla. Komplexní přestavba se týká všech dílčích komponent čerpadla. Synchronní motor s permanentními magnety je napájen z trojfázového DC/AC měniče s novou topologií silového obvodu postaveného z výkonových polovodičových součástek na bázi SiC. Navržená topologie silové části vhodně kombinuje zapojení jednotlivých větví měniče s prvky výstupního filtru, který omezuje pulsace momentu. Místo klasického kuličkového ložiska je použito aktivní magnetické ložisko, k jehož hladkému chodu přispívá sinusové napájení na výstupu filtru DC/AC měniče.

1. Aktuálnost daného tématu

Námět disertační práce plně odpovídá oboru disertace „Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika“. Téma je vysoce aktuální a má praktický význam pro objasnění problémů při návrhu a realizaci vysokofrekvenčního trojfázového DC/AC měniče osazeného novými výkonovými SiC MOSFET tranzistory. Součástí koncepce měniče je výstupní filtr atypické konstrukce. Unikátní statické a dynamické vlastnosti SiC polovodičových součástek umožňují u trojfázového DC/AC měniče dosáhnout v současnosti neobvykle vysoké spínací frekvence 100 kHz při napěťové hladině stejnosměrného meziobvodu 540 V a výkonu desítek kW. Uvedený měnič byl použit k napájení synchronního motoru s aktivním magnetickým ložiskem při komplexní inovaci standardního průmyslového čerpadla.

2. Stanovené cíle a jejich splnění

Písemná formulace stanovených cílů je uvedena přehledně v kapitole 3 na str. 26 disertační práce, přičemž je zde vytyčeno sedm konkrétních dílčích cílů. Stručně lze vytyčené cíle charakterizovat jako matematickou analýzu, simulaci, návrh, realizaci a ověření funkce koncepce trojfázového DC/AC měniče s novou topologií silového obvodu včetně filtru atypické konstrukce a návrh, realizaci a ověření funkce magnetického ložiska inovovaného průmyslového čerpadla. Lze konstatovat, že ze 129 stránek textu tvoří cca 14 % nezbytné úvodní prohlášení, poděkování, klíčová slova, abstrakt, seznam použitých symbolů, obsah,

seznam literatury a životopis autora; pouze cca 17 % práce má převážně rešeršní či popisný charakter (kapitoly 1 až 3 a kapitoly 5 a 7); zbytek je věnován matematické analýze, modelování, návrhu, realizaci a ověření vlastností zvolené koncepce trojfázového DC/AC měniče osazeného výkonovými SiC tranzistory s novou topologií silového obvodu včetně filtru atypické konstrukce (kap. 4) a také návrhu, realizaci a ověření funkce aktivního magnetického ložiska inovovaného průmyslového čerpadla (kap. 6). V této části představující cca 69 % textu, obsahující množství odvozených vztahů a průběhů veličin získaných jak simulací, tak měřeními na funkčním vzorku systému spatřuji hlavní přínos práce. Zvolený přístup umožnil provést podrobné zhodnocení problematiky a stanovení praktických doporučení. Získané výsledky prokazují, že stanovené cíle byly splněny.

3. Zpracování doktorské disertační práce

a) Zvolené metody zpracování

Použité metody zpracování zahrnují vymezení základních pojmů a rešeršní popis současného stavu týkající se především porovnání výkonových polovodičových součástek s novou technologií SiC a koncepce odstředivých čerpadel pro průmyslové aplikace (kap. 1 a kap. 2) i konstrukce čerpadlového bloku (kap. 5). Dále následuje matematická analýza, modelování, návrh, popis realizace a ověřování vlastností zvolené koncepce trojfázového vysoko-frekvenčního DC/AC měniče osazeného výkonovými SiC tranzistory s novou topologií silového obvodu včetně filtru atypické konstrukce (kap. 4), návrh, popis realizace a ověření funkce aktivního magnetického ložiska inovovaného průmyslového čerpadla (kap. 6). Tuto část práce je možno považovat za nejvýznamnější a její komplexní pojetí a zpracování umožnilo na základě shrnutí získaných výsledků stanovit praktické závěry a doporučení (kap. 7). Průběhy veličin byly získány modelováním daného systému, jakož i měřeními na funkčním vzorku. Odvozené vztahy a v práci doložené průběhy veličin a jejich v praxi využitelné zhodnocení prokázaly oprávněnost zvolených postupů a použité metodiky.

Disertant by měl blíže uvést, vysvětlit či zhodnotit:

- velikost ztrát určenou např. pro realizovaný funkční vzorek navrženého měniče dle kap. 4.4-4.5 (str. 89-97) praktickým využitím vztahů odvozených v kap. 4.1.5 (str. 50-52);
- proč byla realizována a podrobně zkoumána topologie měniče dle obr. 4.1 (str. 28) a nikoliv topologie měniče dle obr. 4.26 (str. 59);
- co pro praktické použití znamená porovnání dvou tvrzení uvedených v kap. 4.5 (str. 95) „...měření byla provedena bez použití ochranných dob v řídicím algoritmu.“ a „...budiče generují neodstranitelnou ochrannou dobu přibližně 60 ns.“;
- pokles síly oproti výpočtu přibližně o 10 % (str. 114, 7. řádek zdola).

b) Systematicnost, přehlednost, jazyková, terminologická a grafická úroveň

Kromě úvodních pasáží, seznamu použitých symbolů, obsahu, seznamu literatury a životopisu autora je práce rozdělena do sedmi kapitol, které jsou dále logicky členěny do několika podkapitol. Práce má přehlednou skladbu a ucelený charakter. Autor nezabíhá do zbytečných podrobností, vhodně cituje použitou literaturu. K přehlednosti práce přispívá též zařazení seznamu použitých symbolů. Pečlivý přístup k realizaci úkolu dokumentuje i celkově vysoká grafická úroveň zpracování práce. Některé chyby formální a stylistické nemají závažný charakter, avšak jako problém se jeví množství překlepů a špatně srozumitelných formulací (namátkou vybírám 3 příklady z kapitol 1 a 2: na str. 16, 4. řádek zdola „dead-dime“; str. 21,

4. řádek zdola „... i přes jeho příznivý jeho příznivého vlivu na ...“; str. 24, pod popisem obrázku 2.- 3. řádek shora „Stator motoru má v bezdrážkovém provedení bez železa“ a další), které ztěžují čtenáři pochopení textu a jimž se bylo možno vyhnout pečlivější korekturou čistopisu.

4. Přínos disertační práce pro rozvoj vědního oboru

a) Výsledky disertace

Kvalitu doktorské disertační práce potvrzuje v práci doložený přehled analyticky vypočtených a odvozených vztahů i průběhů veličin získaných jak simulací, tak měřeními na funkčním vzorku systému. Získané průběhy veličin a odvozené závěry představují důležitý prostředek pro návrh a realizaci uvažované koncepce vysokofrekvenčního trojfázového DC/AC měniče osazeného výkonovými SiC tranzistory s novou topologií silového obvodu včetně filtru atypické konstrukce, jakož i aktivního magnetického ložiska inovovaného průmyslového čerpadla. Práce znamená významný přínos zejména k řešení problematiky DC/AC vysokofrekvenčních měničů osazených výkonovými SiC tranzistory při zahrnutí výstupního filtru a přispívá k optimalizaci zvoleného technického řešení.

b) Přehled publikovaných prací

V příloženém dokumentu „Bodové hodnocení tvůrčích aktivit doktoranda“ jsem našel celkem 27 prací, jejichž je Ing. Ivo Pazdera autorem (2x) nebo spoluautorem (24x). Jedná se o dva články v tištěném časopise (ECS Transactions), jeden článek v internetovém časopise (Elektrorevue) a 24 příspěvků ve sbornících mezinárodních či tuzemských konferencí. Dále je zde zaneseno celkem 17 prototypů a funkčních vzorků, u nichž je Ing. Ivo Pazdera uveden jako spoluautor. Celkový počet uvedených publikovaných prací odpovídá v současné době obvykle požadovanému množství publikací doktoranda.

5. Závěr

Ing. Ivo Pazdera splnil stanovené cíle doktorské disertační práce. Disertace obsahuje původní vědecké poznatky vhodné pro praktické využití při řešení problematiky návrhu a realizace vysokofrekvenčního trojfázového DC/AC měniče osazeného novými výkonovými SiC tranzistory včetně výstupního filtru atypické konstrukce použitého pro napájení synchronního motoru s permanentními magnety a aktivním magnetickým ložiskem pohánějího inovované průmyslové čerpadlo. Práce splňuje obecně uznávané požadavky na úroveň doktorských disertačních prací. Doktorand prokázal schopnost samostatné tvůrčí vědecké práce a dokázal, že se jedná o pracovníka s vědeckou erudicí. Z výše uvedených důvodů doktorskou disertační práci

d o p o r u č u j i k o b h a j o b ě .

V Praze dne 31. října 2013



Prof. Ing. Jiří Lettl, CSc.