

Oponentský posudok habilitačnej práce Ing. Michala Praženicu, PhD.

MATICOVÉ MENIČE A ICH APLIKAČNÉ VYUŽITIE

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Odbor habilitačného konania a inauguračného konania:

5.2.11 Silnoprúdová elektrotechnika

Akad. rok: 2020/2021

Došlo: 22-11-2021

Č. záznu: K 1/2603/2021 Pril.:
Č. spisu: Vyb:

Úvodom uvádzam, že oponentský posudok som vypracoval na základe menovania dekanom FEIT Uniza zo dňa 11.10.2021 so zameraním na predpísané témy.

Predložená habilitačná práca sa zaoberá osobitnou oblasťou výkonovej elektroniky akou sú maticové meniče. Má 102 strán a v 9 kapitolách obsahuje a opisuje: priame frekvenčné meniče, cyklokonvertory, maticové meniče, modulačné techniky maticových meničov, simulačnú analýzu meničov a ich aplikačné využitie. Po formálnej stránke je habilitačná práca vhodne rozdelená do jednotlivých častí s logickou následnosťou. Je napísaná jasne a zrozumiteľne so znalosťou veci. Oblasť cyklokonvertorov síce priamo nesúvisí s maticovými meničmi ale ako súčasť priamych frekvenčných meničov po didaktickej stránke opisuje komplexnejšie celú túto skupinu meničov. Na druhej strane nenašiel som jednoznačne uvedené s akým typom regulácie (priama – nepriama?) pracuje/-jú elektromotory napájané z MxC meničov v uvedených simulačných experimentoch. Posledná kapitola sa zaoberá najmä aplikáciou 5-fázových maticových meničov v sériovom hybridnom elektrickom vozidle.

Otázky k riešenej problematike (do diskusie):

1. Vedeli by ste uviesť príklad na využitie sériového hybridného vozidla, keďže v práci, v publikáciách a patentových riešeniach sa predpokladá sériové HEV, ale naprotá väčšina vyrábaných HEV sú zatiaľ vozidlá s paralelným prenosom trakčného výkonu (Toyota a pod.)?

Ďalej uvádzam podrobnejší komentár k jednotlivým stanoveným témam oponentského posudku a predpísaným otázkam.

1. K príslušnosti témy habilitačnej práce k odboru habilitácie

Silnoprúdová elektrotechnika zahŕňa niekoľko oblastí, medzi nimi i výkonovú elektroniku a elektrické pohony. Téma habilitačnej práce - *maticové meniče a ich aplikačné využitie* – prislúcha práve k týmto ostatne vymenovaným. Maticové meniče patria jednoznačne do výkonovej elektroniky, a ich aplikačné využitie, keďže ide väčšinou o frekvenčné meniče, tak aplikačná časť využitia maticových meničov sa týka oblasti regulovaných elektrických pohonov. Takže, **príslušnosť témy** predloženej habilitačnej práce k odboru habilitácie t.j. silnoprúdovej elektrotechniky je **jednoznačná**.

2. K aktuálnosti zvolenej témy habilitačnej práce:

Habilitačná práca rieši problematiku maticových meničov a ich aplikačnému využitiu. Jadrom tejto práce je analýza a aplikácia priamych meničov frekvencie (predovšetkým maticových meničov), ich použitie či už v pohonoch, alebo v zdrojoch. V úvode sa práca všeobecne venuje všeobecne problematike priamych meničov frekvencie t.j cyklokonvertorom a maticovým meničom. Následne

práca rozoberá problematiku cyklokonvertorov a možnosti ich uplatnenia, doplnená je o problematiku dvojstupňových meničov s cyklokonvertormi a ich simulačným aj experimentálnym overením činnosti. V ďalšej časti sa už práca venuje problematike maticových meničov, konkrétne ich výhodám a nevýhodám, jednotlivých spôsobov vyhotovenia vstupného filtra, obojsmerným spínačom, možnostiam komutácie, ochranným a pomocným obvodom a možným konštrukčným riešeniam. V tejto časti sú popísané aj dostupné spôsoby riadenia maticových meničov. Posledná časť práce sa zaoberá simulačným overením činnosti viacfázových maticových meničov 3x3, 3x5 a aplikáciou maticového meniča 3x5 v návrhu hybridného elektrického vozidla. V budúcnosti, s vývojom nových ešte kvalitnejších polovodičových súčiastok, sa môže trend využitia maticových meničov ďalej zvyšovať a aj preto považujem tému habilitačnej práce za veľmi **aktuálnu**.

3. K publikácii jadra habilitačnej práce

Ako bolo spomenuté, jadrom tejto práce je simulačná analýza a aplikácia priamych meničov frekvencie (predovšetkým maticových meničov), ich použitie či už v pohonoch, alebo v napájacích zdrojoch. Publikáčna činnosť uchádzača je pomerne rozsiahla a z hľadiska témy habilitačnej práce bolo jej jadro publikované vo viacerých celosvetových impaktovaných časopisoch (s Q2, Q3, ..) a medzinárodných zahraničných konferenciách (IEEE-IECON, IEEE-ISIE, EPE-PEMC, SPEEDAM, ..) ako napr.:

- [6] *Control of current phase advancing in single-leg power converters with the use of switched capacitors*, In: Energies, Vol. 11, No. 10 (2018), ISSN 1996-1073 (online)
- [9] *A comprehensive investigation of the properties of a five-phase induction motor operating in hazardous states in various connections of stator windings*, In: Electronics, Vol. 10, No. 5 (2021), ISSN 2079-9292 (online)
- [13] *Comparative Study of 2-phase Low Frequency Triac Converter- and High Frequency Two-stage Matrix Converter Systems*, In: Elektronika Ir Elektrotechnika, Issue: ,Pgs: 15-20, Published: 2010, ISSN: 1392-1215, ...
- [18] *Direct and Indirect MxC Supplying Active and Passive 5ph-Load System*, In: In: 24th International Conference on Electronics Location: Kaunas Univ Technol, Palanga, LITHUANIA, JUN 15-17, 2020, ISBN:978-1-7281-5868-6
- [38] *2-Phase Direct Torque Controlled IM Drive using SVPWM with Torque Ripple Reduction: Motoring and Regenerating*, In: Conference: IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE) Location: Istanbul, TURKEY Date: JUN 01-04, 2014, IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-2398-4
- [40] *HF Link LCTLC Resonant Converter with LF AC Output*, Conference: 38th Annual Conference on IEEE-Industrial-Electronics-Society (IECON) Location: Univ Quebec, Ecole Technologie Superieure Montreal (ETS), Montreal, CANADA Date: OCT 25-28, 2012, IEEE, 2012. - ISBN 978-1-4673-2420-5 ...

Okrem toho, aj viaceré patentové riešenia a úžitkové vzory sú predmetom témy práce:

- [1] Zapojenie na striedavý prenos výkonu hybridného elektrického vozidla, Praženica, M., Dobrucký, B., Kaščák, S., 4-2018 Banská Bystrica : Úrad priemyselného vlastníctva SR
- [10] Ovládanie jednovetvového maticového meniča, Praženica, M., Kaščák, S., 94-2018 Banská Bystrica : Úrad priemyselného vlastníctva SR
- [11] Modifikované zapojenie striedavého prenosu výkonu hybridného elektrického vozidla, Praženica, M., Dobrucký, B., Kaščák, S., 137-2018 Banská Bystrica : Úrad priemyselného vlastníctva SR
- [12] Zapojenie trakčného prenosu s prúdovým cyklokonvertorom a viacfázovými motormi, Praženica, M., Kaščák, S., Dobrucký, B., 18-2019 Banská Bystrica : Úrad priemyselného vlastníctva SR ...

Prakticky všetky uvedené články v tejto práci z oblasti maticových meničov a ich aplikačného využitia majú základ v patentových riešeniach a úžitkových vzoroch. Vo všetkých článkoch okrem rozboru

a simulačnej analýzy sú zhrnuté takisto výhodné a nevýhodné vlastnosti použitých meničov a ich možné aplikačné využitie.

4. K preukázaniu dobrých didaktických schopností uchádzača

Cieľom habilitačnej práce bolo jednak urobiť rozbor a prehľad v rozsiahlej oblasti priamych meničov, konkrétne maticových meničov a poukázať na ich možné aplikačné využitie – nebolo to teda priamo preukázanie didaktických schopností. Po formálnej stránke je habilitačná práca vhodne rozdelená do jednotlivých častí s logickou následnosťou. Autor práce sa zvlášť venoval spôsobom komutácie týchto meničov ako aj ich riadiacim modulačným technikám. Uvedené ciele habilitačnej práce boli splnené a práca môže slúžiť ako zdroj poznatkov vo vedeckej a pedagogickej oblasti ako aj pre praktické využitie v priemysle. Pedagogické schopnosti uchádzača sú viac zachytené vo vysokoškolskej učebnici Elektromobilita (Uniza, 2019) ako aj vedeckej monografii Jednovetvový maticový menič: analýza, modelovanie a spätnoväzobné riadenie (Uniza, 2020) a budú samozrejme prezentované v jeho habilitačnej prednáške (plán 3.12.2021).

5. K zhodnoteniu či ide o pracovníka s výraznou vedeckou erudíciou

Ako hlavný zdroj pre uznanie vedecko-pedagogickou spoločnosťou sú citácie uchádzača, ktorých vykazuje celkovo 240, z toho citácie WoS alebo Scopus tvoria 233 – t.j. takmer 98 %, pričom niektoré práce dosahujú 15 – 20 násobnú citovanosť ([7], [32], [35], [40]). Týmito číslami prekračuje predpísané počty viac ako niekoľko stovák percent.

Ďalej je to účasť na riešení projektov APVV, VEGA, KEGA., ITMS – celkovo 15, v ktorých vystupuje ako zodpovedný riešiteľ v projektoch:

VEGA 1/0119/18 Výskum metód na optimalizáciu elektromagnetickej kompatibility WET systémov – **zodpovedný riešiteľ**

KEGA 018ŽU-4/2021 Moderné metódy výučby pri analýze, modelovaní a riadení Výkonových Polovodičových Systémov – **zodpovedný riešiteľ**.

Tieto skutočnosti, spolu s účasťou na medzinárodných konferenciách (viac ako 10-krát), ako aj hodnotami Hirschovho indexu (Scopus - 9, WoS – 8) dokazujú, že uchádzač patrí medzi pracovníkov s **výraznou vedeckou erudíciou**.

Celkové zhodnotenie habilitačnej práce a záver:

Ing. Michala Praženicu, PhD., poznám veľmi dobre, pretože bol mojím študentom a doktorandom a v súčasnosti je kolegom na katedre. Už od začiatkov doktorandského štúdia sa významnou mierou podieľal na výskumných projektoch, ktoré som viedol, a to hlavne v oblasti návrhu výkonových častí meničov, pri ich teoretickej a simulačnej analýze ako aj pri experimentálnych prácach. Tak tomu je aj v súčasnosti, o čom svedčia aj spoločné články a udelené patenty.

Predložená habilitačná práca Ing. Michala Praženicu, PhD. spĺňa kritéria stanovené pre takýto typ práce. Je významným prínosom pre výskum a pre prax. Autor má všetky predpoklady na ďalší rozvoj v tejto oblasti a uplatnenie výsledkov v praxi ako aj vo svojej pedagogickej činnosti.

Na základe uvedených skutočností predloženú habilitačnú prácu

ODPORÚČAM prijať k obhajobe

a po jej obhájení navrhujem Ing. Michalovi Praženicovi, PhD. udeliť vedecko-pedagogický titul "docent (doc.)" v študijnom odbore 5.2.11 Silnoprúdová elektrotechnika.

Dátum: 22.11.2021

podpis autora posudku