

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0206****Modulárny vývojový systém riadenia elektrárenských blokov na báze DCS.**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Pavol Fedor, PhD.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Na projekte nespocoľpracovalo žiadne zahraničné pracovisko.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Patentová prihláška:

Pôvodcovia:

Fedor Pavol, prof. Ing., PhD.; Na Stráni 1, 040 01 Košice 1; SK;

Perduková Daniela, prof. Ing., PhD.; Ku potoku 5, 040 16 Košice 16; SK;

Bober Peter, Ing., PhD.; Kysucká 2, 040 11 Košice 11; SK

Prihlasovateľ (-ia): Technická univerzita Košice; Letná 9, 042 00 Košice; SK

Patent: Zapojenie obvodu identifikácie rotorového toku a momentu asynchrónneho stroja.

Číslo patentu: 433/1040/2019-ATYP.

Patentová prihláška: PP 50044-2019.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1.02 Publikácie v zahraničných karentovaných časopisoch

1. Fedor, P., Perduková, D., Fedák, V., Padmanaban, S.: Lyapunov Based Reference Model of Tension Control in a Continuous Strip Processing Line with Multi-Motor Drive. Electronics, Vol.8, Iss.1, 60, 2019. ISSN 2079-9292. Doi:10.3390/electronics8010060

2. Ferková, Z., Suchy, L., Bober, P.: Comparison of 6/4 and 12/8 switched reluctance motor models using direct torque control with torque lookup table. Electrical Engineering, 102:75-83. <https://doi.org/10.1007/s00202-019-00775-z>

3. Bober, P., Ferková, Z.: Comparison of an Off-Line Optimized Firing Angle Modulation and Torque Sharing Functions for Switched Reluctance Motor Control. Energies, Vol.13, 2020, p.1-14. DOI: 10.3390/en13102435.

4. Girovský, P., Žilková, J., Kaňuch, J.: Optimization of Vehicle Braking Distance Using a Fuzzy Controller. Energies, Vol.13, 2020, p.1-15. DOI: 10.3390/en13113022

1.06 Vedecké práce publikované v recenzovaných vedeckých časopisoch v SR

1. Fedor, P., Perduková, D., Radváni, P.: Emulátor energetických systémov. ATP Journal,

- 6/2018, s. 48-50. ISSN 1335-2237 (APVV Palo)
2. Perduková, D., Fedor, P.: Fuzzy linearizácia nelineárnej dynamickej sústavy. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 3, č.2, 2018, p.1-6. ISSN 2453-8981
3. Talian, P., Perduková, D.: PLC Based HIL Workplace for Verification of Complex Drives Control Methods. QuoVadis Research, Roč.2, č.1, 2019, s.131-140. ISSN 2585-9587. <http://quovadis.fei.tuke.sk/quovadis-v2-n1.pdf>
4. Fedor, P., Perduková, D., Radváni, P.: Model malej vodnej elektrárne. ATP Journal, 6/2019, s. 48-50. ISSN 1335-2237
5. Fedor, P.: Energetická optimalizácia parametrov PI regulátora na báze fuzzy systému. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 4, č.2, 2019, p.1-4. ISSN 2453-8981 http://elektrotechnickelisty.eu/casopis/rocnik_IV/clanky/EL_09_2019.pdf
6. Perduková, D., Fedor, P.: Fuzzyfikácia dynamického black-box systému. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 4, č.3, 2019, p.1-5. ISSN 2453-8981 http://elektrotechnickelisty.eu/casopis/rocnik_IV/clanky/EL_13_2019.pdf
7. Kaňuch, J.: Využitie PDCA cyklu pri výučbe elektroniky na KEM FEI Technickej Univerzity v Košiciach. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 4, č.3, 2019, p.1-7. ISSN 2453-8981 http://elektrotechnickelisty.eu/casopis/rocnik_IV/clanky/EL_14_2019.pdf
8. Perduková, D.: Rôzne prístupy k modelovaniu hydraulického turbíny. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 5, č.1, 2020, p.1-3. ISSN 2453-8981
9. Fedor, P.: Small Hydropower Plant Modelling and Controlling. Elektrotechnické listy. Česko-Slovenský vedecko-odborný časopis. Roč. 5, č.1, 2020, p.1-3. ISSN 2453-8981
- 1.07 Vedecké práce publikované v recenzovaných vedeckých časopisoch v zahraničí
1. Talian, P., Perduková, D.: Technological line control verified on HIL platform. MTM-Machine, Technologies, Materials, 1/2018, pp. 24-27, ISSN 1313-0226
2. Fedor, P., Perduková, D.: Fuzzy based method for optimal control. JMEST - Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, Vol. 5, Iss.12, 2018. ISSN 2458-9403
3. Fedor, P., Perduková, D.: Power System Emulator Based on DCS. Innovations International Scientific Journal, Vol.7, No.2, pp.77-79, 2019. ISSN 2603-3763.
4. Olexa, R., Fedor P., Perduková D.: Model of hydraulic turbine taking into account the impact of efficiency. Mathematical Modeling, Vol.4, No.2, pp.64-67, 2020. ISSN 2603-2929. <https://stumejournals.com/journals/mm/2020/2>
5. Olexa, R., Perduková D., Fedor P.: Fuzzy Approach of Modeling a Hydraulic Turbine Efficiency. MM Science Journal, ISSN (v tlači)
- 1.08 Vedecké práce publikované v nerecenzovaných odborných časopisoch a zborníkoch v SR
1. Fedor, P., Perduková, D., Radváni, P.: Konceptia emulátora energetických systémov na báze DCS. In: Zborník Automatizácia a riadenie v teórii a v praxi – ARTEP 2018, Stará Lesná, február 2018, 34-1 (on CD). ISBN 978-80-553-2914-7
2. Talian, P.: Stable and Robust Tension Controller for middle section of Continuous line Verified on HIL. In: Proc. of 18 th Scientific Conference of Young Researchers – SCYR 2018, Herľany, Slovakia, 14.5.2018, s. 237-239. ISBN 978-80-553-2972-7
3. Fedor, P., Perduková, D.: Nová koncepcia HIL pracoviska pre verifikáciu dynamických systémov. In: Zborník Medzinárodnej vedeckej konferencie učiteľov elektrotechniky – SEKEL 2018, 10. – 12.9.2018, Košice, s. 64-67. ISBN 978-80-553-2740-2
4. Fedor, P., Perduková, D., Radváni, P.: Modelovanie malých vodných elektrární. In: Zborník Automatizácia a riadenie v teórii a v praxi – ARTEP 2019, Stará Lesná, 6. – 8.2. 2019, 40-1 – 40-7 (on CD). ISBN 978-80-553-3250-5
5. Fedor, P., Perduková, D., Olexa R.: Modeling a small hydropower plant. In: Proc. of the 10th Int. Scientific Symposium on Electrical Power Engineering ELEKTROENERGETIKA 2019. Stará Lesná, 16. – 18.9.2019, pp. 352-356. ISBN 978-805533324-3
6. Olexa, R., Fedor, P.: Modelovanie účinnosti hydraulického turbíny In: Zborník Automatizácia a riadenie v teórii a v praxi – ARTEP 2020, Stará Lesná, 5. – 7.2. 2020, s.1-8 (on CD). ISBN 978-80-553-3487-5
7. Girovský, P.: Porovnanie vplyvu defuzzifikačnej metódy na priebeh regulácie synchronného motora. In: Proc. of the Faculty of Electrical Engineering and Informatics

of the Technical University of Košice – Electrical Engineering and Informatics XI. FEI TU Košice, 2020 (v tlači).

8. Girovský, P., Kaňuch, J.: DC menič pre napájanie univerzálneho motora. In: Proc. of the Faculty of Electrical Engineering and Informatics of the Technical University of Košice – Electrical Engineering and Informatics XI. FEI TU Košice, 2020 (v tlači).

1.09 Vedecké práce publikované v nerecenzovaných odborných časopisoch a zborníkoch v zahraničí

1. Fedor, P., Perduková, D., Kyslan, K., Fedák, V.: Stable and Robust Controller for Induction Motor Drive. In: Proceedings of IEEE 18th International Conference on Power Electronics and Motion Control, PEMC 2018, Budapest, 26. – 30.8.2018, 8521978, pp. 764-769. ISBN 978-153864198-9. DOI: 10.1109/EPEPEMC.2018.8521978

2. Fedor, P., Perduková, D.: Power Systems Emulator Based on DCS. In: Proc. of IV. International Scientific Conference Summer Session INDUSTRY 4.0, Burgas, Bulgaria, 24.-27.6.2019, pp.73-75. ISSN 2535-0153.

3. Kaňuch, J.: Vyšetrovanie vlastností päť-fázového indukčného motora pri trojfázovom napájaní. In: Sborník příspěvků SEKEL 2019 – Mezinárodní setkání učitelů elektrotechniky, Harrachov, ČR, 9.-11.9.2019, s.43-47. ISBN 978-80-7494-491-8

4. Olexa, R., Fedor P., Perduková D.: Model of hydraulic turbine taking into account the impact of efficiency. In: VI. International Scientific Congress-Innovations 2020, Varna, Bulgaria, 22.-25.6.2020, p.88-91. ISSN 2603-3763

1.10 Vedecké monografie

1. Olexa, R., Fedor, P., Perduková, D., Radváni, P.: Modelovanie a riadenie malých vodných elektrární. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2020, s.82. ISBN 978-80-553-3583-4.

2.2.01 Počet patentových prihlášok v SR

Pôvodca (-ovia):

Fedor Pavol, prof. Ing., PhD.; Na Stráni 1, 040 01 Košice 1; SK;

Perduková Daniela, prof. Ing., PhD.; Ku potoku 5, 040 16 Košice 16; SK;

Bober Peter, Ing., PhD.; Kysucká 2, 040 11 Košice 11; SK

Prihlasovateľ (-ia): Technická univerzita Košice; Letná 9, 042 00 Košice; SK

Patent: Zapojenie obvodu identifikácie rotorového toku a momentu asynchrónneho stroja.

Číslo patentu: 433/1040/2019-ATYP.

Patentová prihláška: PP 50044-2019.

3.2 Počet prototypov

Názov: Emulátor energetických systémov na báze DCS firmy Siemens.

Lokalizácia výsledku: Emulátor je v súčasnosti umiestnený v laboratóriu firmy EnergoControl s.r.o., Pri plynárni 2, Košice, ktorá je na základe Zmluvy o budúcej zmluve č. 25/1040/2016 – ATYP o využití výsledkov riešenia projektu č. APVV-16-0206, predpokladaným budúcim odberateľom výsledkov riešenia projektu.

Technické parametre výsledku: Emulátor je zložený z dvoch vysokovýkonných procesorov firmy Siemens doplnených o vstupno/výstupné moduly analógového, binárneho a frekvenčného typu. Decentralizovaný systém (DCS) je vybavený softvérom pre modelovanie a vizualizáciu modulov malej vodnej elektrárne (MVE) a riadiacim modulom MVE.

Ekonomické parametre výsledku: odhadovaná cena technických prostriedkov emulátora je cca 20 000 Eur, cena softvérových licencií firmy Siemens je závislá od zakúpených typov a obdobia ich platnosti.

Vlastník výsledku: Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach

Opis výstupu: Emulátor je určený na výraznú optimalizáciu projekčných prác pri projektovaní MVE a výrazné skrátenie doby realizácie takýchto projektov priamo v prevádzke.

Predpokladané úspory pri realizácii komplexnej zákazky MVE z hľadiska projektovania a realizácie elektro-časti a riadenia pri využití emulátora sú cca 30%-40% časových a finančných nákladov.

Uplatnenie výsledkov projektu

Vecným zámerom projektu bolo postaviť a oživiť univerzálny emulátor technologických (hlavne energetických) systémov, umožňujúci dodávateľskej firme podstatne skrátiť a efektívne optimalizovať (t.j. v krátkom čase, s vysokým stupňom realizačnej spoľahlivosti a minimom nákladov vytvárať) kvalitné realizačné projekty takýchto energetických zariadení. Vzhľadom na to, že tento projekt sa práve ukončil, sa v súčasnosti využíva realizovaný

emulátor na testovanie jednoduchších podsystémov energetických zariadení. Jedná sa o prípravu a fyzické testovanie tzv. typikalov (t.j. SW modulov pre zariadenia, ktoré sa v technológií viacnásobne vyskytujú) pre motory, hydraulické a pneumatické ventily, klapky, jednosmerné a striedavé pohony s meničmi. Ďalej sa na emulátore testujú špeciálne zariadenia, v súčasnosti sa pripravuje test špeciálneho zariadenia pre prepojenie elektrogenerátora s elektrickou sieťou (MVE Control 400). Z hľadiska blízkej budúcnosti sa pripravuje u spolupracujúcej firmy zakázka na cca 10 malých vodných elektrární v zahraničí, ktorá bude detailne projektovaná na postavenom emulátore.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Hlavným výsledkom projektu je prototyp univerzálneho emulátora malých vodných elektrární (MVE) s možnosťou simulovať jeho energetický systém, ktorý je možné modelovať pomocou modulov jednotlivých podsystémov. V rámci vedecko-výskumnej časti projektu boli navrhnuté a verifikované základné moduly malých vodných elektrární, z ktorých bol zostavený jej celkový model. Pre takto postavený model bolo navrhnuté riadenie hydromechanickej časti elektrárne a verifikovaná jeho funkčnosť na reálnych údajoch z MVE Družstevná pri Hornáde. Výsledky projektu boli priebežne publikované v rámci vedeckých aj odborných konferencií a časopisov doma aj v zahraničí. Medzi najvýznamnejšie výstupy patria 4 publikácie v zahraničných karentovaných časopisoch, 5 publikácií v zahraničných a 9 publikácií v domácich vedeckých časopisoch, 4 publikácie v zahraničných a 8 publikácií v domácich zborníkoch z konferencií. Celkové zhrnutie výskumných výsledkov je publikované v monografii na tému modelovania a riadenia MVE. V rámci projektu bola tiež podaná jedna prihláška vynálezu, týkajúca sa asynchrónnych strojov, ktoré sú veľmi často používané v MVE ako elektrogenerátory. Emulátor je v súčasnosti umiestnený v laboratóriu firmy EnergoControl s.r.o., Pri plynárni 2, Košice, ktorá je na základe Zmluvy o budúcej zmluve č. 25/1040/2016 – ATYP o využití výsledkov riešenia projektu APVV-16-0206, predpokladaným budúcim odberateľom výsledkov riešenia uvedeného projektu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The main result and the product of the project is a prototype of a universal emulator of small hydropower plants (SHPP) that gives the user an option to simulate its energy system. It is possible to model the energy system using created modules of the individual subsystems of SHPP. Within the scientific-research part of the project, the already-mentioned basic modules of a small hydropower plants were designed and verified, and thus, a complex model of SHPP was created. The control of the hydromechanical part of the power plant was designed especially for the proposed model, whereas its functionality was verified on real data gathered from a real SHPP - Družstevná pri Hornáde. The accomplished results of the project were continuously published at scientific and professional conferences, as well as in journals at home and abroad, respectively. The most important outputs of the project include 4 publications in foreign scientific current journals, 5 publications in foreign and 9 publications in domestic scientific journals, as well as 4 publications in foreign and 8 publications in domestic conference proceedings. The summary of the research results is published in a monograph on the topic of Modeling and Control of an SHPP. Moreover, one project of the invention was filed during the project, relating to the asynchronous machines, which are very often used in SHPP as electric generators. At the moment, the only emulator is located in the laboratory of the company EnergoControl s.r.o., Pri Plynárni 2, Košice, that is based on the Contract on the future contract no. 25/1040/2016 - ATYP on the use of the results of the solution of the project APVV-16-0206, the expected future customer of the results of the solution of the before-mentioned project.