

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0750****Modulárny výkonový menič pre kompaktné aktuátory s presnou prevodovkou**Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. František Ďurovský, PhD.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Zahraničné pracovisko sa na riešení projektu nepodieľalo.

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

Udelený patent:

Číslo patentu: 288670.

Názov patentu: Dynamometer na zaťažovanie s nastaviteľným modelom záťaže a spôsob regulácie jeho momentu.

Prihlasovateľ: Technická univerzita v Košiciach; Letná 9, 040 01 Košice; SK

Pôvodcovia: Kyslan Karol, Ing., PhD.; Lacko Milan, Ing., PhD.; Girovský Peter, Ing.; Biroš Milan, Ing.; Ďurovský František, doc. Ing., PhD., Košice, SK

Dátum udelenia patentu: 11.04.2019

Úžitkový vzor:

Názov úžitkového vzoru: Testovacie zariadenie na elektrické pohony s voliteľnou pružnosťou a voliteľnou vôľou spojenia.

Majiteľ: Technická univerzita v Košiciach, Košice, SK; 30. 1. 2019 12:53 Formulár VPP 2018, strana 5/14

Pôvodca: Kyslan Karol, Ing., PhD., Košice, SK, Lacko Milan, Ing., PhD., Čaňa, SK, Ďurovský František, doc. Ing., PhD., Košice, SK.

Úžitkový vzor č. 8319 Y1

Uverejnené vo: Vestník Úradu priemyselného vlastníctva SR č. 1/2019. ISSN 978-1-5386-3380-9

Dátum zápisu a sprístupnenia verejnosti: 20.11.2018

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

Celkovo bolo publikovaných 51 publikácií, z toho 7 článkov v karentovaných časopisoch, na ktoré bolo spolu 51 citácií, z toho 45 v databázach WoS alebo Scopus. Najvýznamnejšie publikácie sú:

[1] Šlapák, V.- Kyslan, K.- Lacko, M.- Fedák, V.- Ďurovský, F.: Finite Control Set Model

Predictive Speed Control of a DC Motor. In: Mathematical Problems in Engineering, Hindawi Publishing Corporation, Volume 2016, Article ID 9571972, 10 pages. Prístup: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9571972>. ISSN: 1024-123X (Print), ISSN: 1563-5147 (Online), DOI: 10.1155/2629.

[2] Kyslan, K., Rodič, M., Suchý, L., Ferková, Ž., Ďurovský, F.: Industrial controller-based dynamometer with dynamic emulation of mechanical loads. (2017) In Electrical Engineering, vol. 99, nr. 4, pp. 1245-1254. Print ISSN: 0948-7921, Online ISSN: 1432-0487. doi: 10.1007/s00202-017-0626-z.

[3] Bačík, J., Ďurovský, F., Biroš, M., Kyslan, K., Perduková, D., Sanjeevikumar, P.: Pathfinder – Development of Automated Guided Vehicle for Hospital Logistics. In IEEE Access. December 2017. Vol.5, Issue:1., p.26892-26900. Print ISSN: 2169-3536. Online ISSN: 2169-3536. Doi: 10.1109/ACCESS.2017.2767899.

[4] Kyslan, K., Šlapák, V., Fedák, V., Ďurovský, F., Horváth, K.: Design of load torque and mechanical speed estimator of PMSM with unscented Kalman filter — An engineering guide. 19th International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE), Dubrovnik, Croatia, 2017, pp. 297-302. doi: 10.1109/EDPE.2017.8123249. Online ISSN: 1339-3944. ISBN: 978-1-5386-3380-9.

[5] Bačík, J., Tkáč, P. – Hric, L. – Alexovič, S. – Kyslan, K. – Olexa, R. – Perduková, D.: Phollower – The Universal Autonomous Mobile Robot for Industry and Civil Environments with COVID-19 Germicide Addon Meeting Safety Requirements. Submitted to Appl. Sci, 2020, pages 1 – 16., 10, 7682. www.mdpi.com/journal/applsci

Uplatnenie výsledkov projektu

Hlavným cieľom projektu bol vývoj modulárneho meniča určeného na integráciu do aktuátora s presnou prevodovkou. Vznikla stavebnica, ktorá obsahuje 2 typy riadiacich modulov a 2 veľkosti výkonových modulov-striedačov pre prúdy 25 A až 100 A a napätia medziobvodu do 80V DC. Menič je primárne určený pre vývojové práce a overovanie riadiacich algoritmov pre riadenie aktuátorov, ako aj overovanie funkčnosti aktuátorov v špecifických aplikáciách.

V rámci projektu boli zostavené aj tepelné modely aktuátora s prevodovkou pre niektoré rozmerové veľkosti aktuátorov. Model okrem aktuátora, ktorý integruje presnú prevodovku a servomotor, zahŕňa aj integrovaný menič s housingom, čo umožňuje vykonávať teplotnú analýzu celého aktuátora a jeho komponentov pri rôznych zaťaženiach. Zároveň bola vypracovaná metodika na teplotné simulácie a analýzy a ich verifikáciu na reálnych aktuátoroch.

Na podporu verifikácie vlastností aktuátorov bolo dobudované meracie pracovisko s meracími standami, vybavené presnými snímačmi momentu a polohy a napájacími zdrojmi pre aktuátory (rôznymi typmi servomeničov). Merania sú riadené a spracované meracou ústredňou NI typu PXI. V rámci projektu bola zhotovená programová aplikácia, ktorá zabezpečuje riadenie merania, zber a synchronizáciu nameraných údajov, ich spracovanie a vyhodnotenie vrátane zostavenia meracieho protokolu.

Zároveň bola rozpracovaná metodika emulácie záťažových momentov na riadené zaťažovanie aktuátorov ako aj iných typov elektrických pohonov.

Výsledky projektu sa uplatnia pri vývoji a overovaní aktuátorov s presnými prevodovkami ako aj v rámci výskumu nových riadiacich algoritmov pre servopohony, resp. pri výučbe elektrických pohonov, servopohonov a vložených (embedded) systémov.

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

Hlavným cieľom projektu bol návrh a realizácia modulárneho meniča určeného na integráciu do aktuátorov s presnou prevodovkou. Vyvinutý menič je stavebnicový a obsahuje 2 typy riadiacich modulov s mikrokontrolérmi na báze signálových procesorov Texas Instruments rodiny C2000 a dve veľkosti výkonových modulov - striedačov s rozsahom prúdov od 25 A do 100 A. Výkonové moduly sú určené pre napätia medziobvodu max.80 V DC. Zároveň bola vypracovaná metodika a modely aktuátorov na tepelné simulácie a analýzy správania sa aktuátora a jeho komponentov: prevodovky, servomotoru a výkonového meniča. Modely umožnia analyzovať tepelné pomery tak na povrchu ako aj vnútri aktuátorov pri rôznom zaťažení a odhaliť prípadné problémy ešte pred nasadením u zákazníka. Na zvýšenie presnosti bola spracovaná metodika na kompenzáciu nelinearít cykloidných prevodoviek

pomocou vyvinutého modulárneho meniča. Jestvujúce meracie pracovisko u riešiteľa projektu bolo rozšírené a dobudované tak, aby umožnilo overovacie merania aktuátorov. Pracovisko bolo doplnené ďalšími meracími standami, meracou ústredňou NI PXI a meracími prípravkami na predspracovanie meracích signálov. Na riadenie merania aktuátorov, zber a spracovanie nameraných výsledkov a tlač výstupného protokolu bola zostavená programová aplikácia v prostredí LabView. Na riadené zaťažovanie aktuátorov bola rozpracovaná metodika emulácie záťažových momentov, ktorá umožňuje efektívnu simuláciu premenlivých záťažových momentov aj momentov zotrvačnosti poháňanej mechaniky bez nutnosti zásahu do mechanickej zostavy testovaného a zaťažovacieho pohonu.

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

The main goal of project was a design of modular servoconverter intended for integration into actuators with a precise gearbox. The developed converter is modular and contains 2 types of control modules with microcontrollers based on Texas Instruments C2000 signal processors family and two sizes of power modules - inverters with current range from 25 A to 100 A. Power modules are designed for DC link voltages up to 80 V DC. At the same time, the methodology and models of actuators for thermal simulations and analyzes of the actuator and its components behavior: gearbox, servomotor and power converter were developed. The models enable to analyze the thermal conditions both on the surface and inside the actuators at different loads and to detect possible problems before deployment to the customer. To increase the accuracy, a methodology for gearboxes nonlinearities compensation using a developed modular converter was developed. The existing measuring workplace at the project leader was expanded and completed so as to enable verification measurements of actuators. The workplace was supplemented with other measuring stands, the NI PXI measuring station and measuring tools for pre-processing of measuring signals. A program application in the LabView environment was developed to control the measurement of actuators, the collection and processing of measured results and output report printing. For controlled loading of actuators, a methodology of load torque emulation was developed, which enables effective simulation of variable load torques as well as moments of inertia of the driven mechanics without the need to intervene in the mechanical assembly of the tested and load drive.