# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0520U100246

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 02-07-2020

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ковбаса Сергій Миколайович

2. Kovbasa Sergii

**Кваліфікація:** к.т.н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 05.09.03

**Назва наукової спеціальності:** Електротехнічні комплекси та системи

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 30-06-2020

**Спеціальність за освітою:** Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

**Місце роботи здобувача:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

**Код за ЄДРПОУ:** 247571500

**Місцезнаходження:** вул. Борщагівська 115, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.002.20

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

**Код за ЄДРПОУ:** 247571500

**Місцезнаходження:** вул. Борщагівська 115, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

**Код за ЄДРПОУ:** 247571500

**Місцезнаходження:** вул. Борщагівська 115, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 45.29, 50.43.19

**Тема дисертації:**

1. РОЗВИТОК ТЕОРІЇ БЕЗДАВАЧЕВОГО ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

2. Development of the theory of sensorless vector control of electromechanical systems with induction motors

**Реферат/анотація:**

1. У дисертаційній роботі вирішується важлива науково-прикладна проблема створення нових методів бездавачевого векторного керування електромеханіч-ними системами на основі асинхронних двигунів, які дозволяють забезпечити рівень статичних та динамічних характеристик, наближений до існуючих в системах векторного керування з вимірюванням кутової швидкості. Розроблено нову концепцію та метод синтезу прямого векторного керуван-ня координатами асинхронних двигунів без вимірювання механічних коорди-нат, які є теоретичним підґрунтям для вирішення задач асимптотичного відпра-цювання кутової швидкості (моменту) та модуля вектора потокозчеплення ро-тора при одночасному асимптотичному полеорієнтуванні. Розроблено метод адаптивного оцінювання кутової швидкості та потокоз-чеплення ротора асинхронної машини. Вдосконалено метод прямого полеорієн-тованого векторного керування

асинхронним генератором, завдяки чому забез-печується асимптотичне регулювання напруги в ланці постійного струму та мо-дуля вектора потокозчеплення ротора без вимірювання кутової швидкості. Вдосконалено метод бездавачевого векторного керування моментом з мак-симізацією співвідношення момент-струм шляхом врахування насичення магні-тної системи двигуна, а також формування заданого потокозчеплення як дина-мічної функції моменту, що вперше забезпечило його асимптотичне відпрацю-вання як в статиці, так і в динаміці в усьому діапазоні зміни моменту. Ключові слова: бездавачеве векторне керування, асинхронний двигун, спо-стерігач кутової швидкості, електромеханічна система.

2. In the dissertation developed a new solution of an important scientific and applied problem of creating new methods of sensorless vector control for electromechanical systems with induction motors (IM), which allow to provide the same with the sensored systems level of control performances. The quasi-vector speed control algorithms with improved static and dynamic characteristics are synthesized. Developed algorithms guarantees the asymptotic regulation (tracking) of the rotor speed and the stator flux vector, as well as achieving of the asymptotic stator flux orientation under no-load operation condition. In the loaded state, the system remains locally stable in the stability region, which is defined by the values of the IM parameters. A new concept of sensorless direct field oriented vector control of induction motor is developed. The main concept idea consist in the following: due to the nonlinear controller action, system's errors dynamics is formed as the decomposition of the original electromechanical object structure into three interconnected subsystems, whose stability and robustness properties provide for the composite system properties of the local exponential stability. A new method of sensorless control synthesis for IM is developed. According to the proposed method the nonlinear controllers forms a resulting system's structure in the form of nonlinearly coupled subsystems: speed estimation, mechanical and electromagnetic subsystem with properties of exponential stability under persistancy of excitation conditions. Subsystems stability properties together with hierarchical time-scale dynamic separation guarantees for closed-loop composite system local exponential stability properties. As a result, robust to inverter nonidealities asymptotic speed-flux trajectory tracking together with asymptotic rotor flux orientation and speed-flux estimation is achieved. The speed sensorless vector control algorithm of induction motor with torque per Ampere ratio maximization is developed. Control algorithm is based on the feedback linearization technique and guarantees asymptotic tracking of smooth torque trajectories together with torque per Ampere ratio maximization for constant or slowly varying torque references. A method of the flux reference calculation in the form of a dynamic torque function is developed. Proposed flux reference calculator provide maximization of the torque per Ampere ratio in both constant and variable torque operation conditions. The adaptive observer of induction motor stator currents and rotor fluxes is developed. Proposed observer under persistency of excitation conditions provides asymptotical estimation of constant or slowly varying rotor speed and rotor flux vector components. Using developed adaptive observer and nonlinear separation principle direct field oriented vector control of induction generator is improved and provides local asymptotic flux and DC-link voltage regulation without direct speed measurement. The technology of induction motor control algorithms rapid prototyping is developed. This technology includes: a family of controllers based on 32-bit floating-point digital signal processors; a number of experimental power converters; real-time software implementation of developed control algorithms for digital signal processor based controllers; experimental rigs with induction motors in the power range from 0.75 kW to 50 kW. The created technology of rapid prototyping allow to carry out full-scale experimental investigations of the developed sensorless control structures. Results of experimental investigations confirms high performances of induction motor control in the electromechanical systems with developed sensorless control algorithms. Experimental studies of the inverter nonidealities influence on the induction motor control is performed. An advanced algorithm of inverter dead time compensation has been proposed. It is shown experimentally, that proposed compensation algorithm in the developed speed sensorless control scheme provide speed regulation range extension to the level 1:100. Induction motor parameters identification algorithm is developed and experimentally verified. Industrial prototypes of the traction drives with rated power up to 180 kW for electric vehicles are developed, manufactured end experimentally tested. Keywords: sensorless vector control, induction motor, speed observer, electromechanical system.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Пересада Сергій Михайлович
2. Peresada Sergiy M.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Пересада Сергій Михайлович
2. Peresada Sergiy M.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чорний Олексій Петрович

2. Chornyi Oleksiy P.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Щур Ігор Зенонович

2. Shchur Ihor Z.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Волков Ігорь Володимирович

2. Volkov Igor

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.09.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Денисюк Сергій Петрович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Денисюк Сергій Петрович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | |
| **Реєстратор** | |

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**




Юрченко Т.А.