

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
KHARKIV NATIONAL AUTOMOBILE AND HIGHWAY UNIVERSITY**

**Кафедра двигунів внутрішнього згоряння
Department of Internal Combustion Engines**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ
ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ»**

11–12 березня 2024 року

(Посвідчення УкрІНТЕІ від 05 грудня 2023 р. № 497)

**BOOK OF ABSTRACTS:
INTERNATIONAL CONFERENCE ON
"ENERGY SYSTEMS AND ALTERNATIVE
ENERGY SOURCES" (ESAES – 2024)
March 11–12, 2024**



**Харків 2024
Kharkiv 2024**

РОЗРОБЛЕННЯ СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТРИФАЗНИХ БЕЗЩІТКОВИХ ДВИГУНІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент, завідувач кафедрою галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
e-mail: itm.orysenko@nupp.edu.ua, 0000-0003-3103-0096

Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
e-mail: itm.vvvirchenko@nupp.edu.ua, 0000-0002-5346-9545

Склярєнко Тарас Олександрович, к.т.н., доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
e-mail: itm.sklarenko@nupp.edu.ua, 0000-0003-2052-6889

Трифазні безщіткові двигуни набули надзвичайно широкого розповсюдження в умовах сьогодення. Наразі неможливо уявити сучасні засоби пересування, побутову техніку, будівельний інструмент або засоби механізації без використання автономних джерел енергії (високоєфективних збірок Li-Ion або LiFePO₄ акумуляторів на елементах 18650, 21700 або Li-Po акумуляторів різних конфігурацій). Розвиток виробництва технологічних АКБ був зумовлений необхідністю застосування трифазних безщіткових двигунів у електромобілях, електровелосипедах, електросамокатах, гіроскутерах, бездротових дрелях, перфораторах, кутових шліфмашинах.

Для забезпечення ефективної роботи таких двигунів необхідним є використання спеціальних контролерів, надзвичайно велику кількість яких представлено на ринку [1].

На кафедрі галузевого машинобудування та мехатроніки Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка проводиться робота з розроблення, проектування, виготовлення та використання у навчальному процесі самостійно розробленого стенда для дослідження роботи три фазних безщіткових двигунів, за основу керування яким взято широко відому платформу для аматорського конструювання Arduino Uno. Контролер Arduino використовується для створення сигналів широтно-імпульсної модуляції (ШИМ).

При застосуванні трифазних безщіткових двигунів слід приймати до уваги надзвичайно великий струм споживання. Таким чином, при побудові стенда враховано необхідність використання Н-мосту на потужних MOSFET транзисторах. Блок-схему роботи контролера трифазного безщіткового двигуна представлено на рисунку 1.

Для розроблення принципової електричної схеми використовувалося програмне забезпечення EasyEDA [2] (рис. 2).

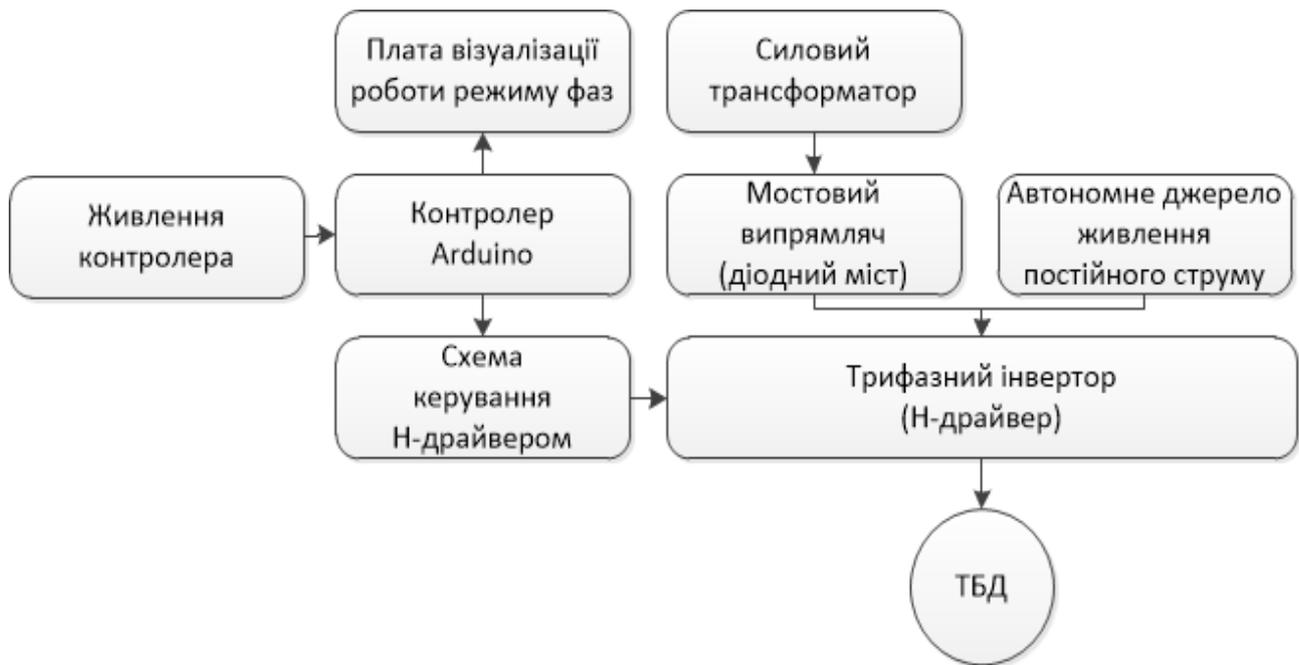


Рисунок 1 – Блок-схема роботи контролера трифазного безщіткового двигуна

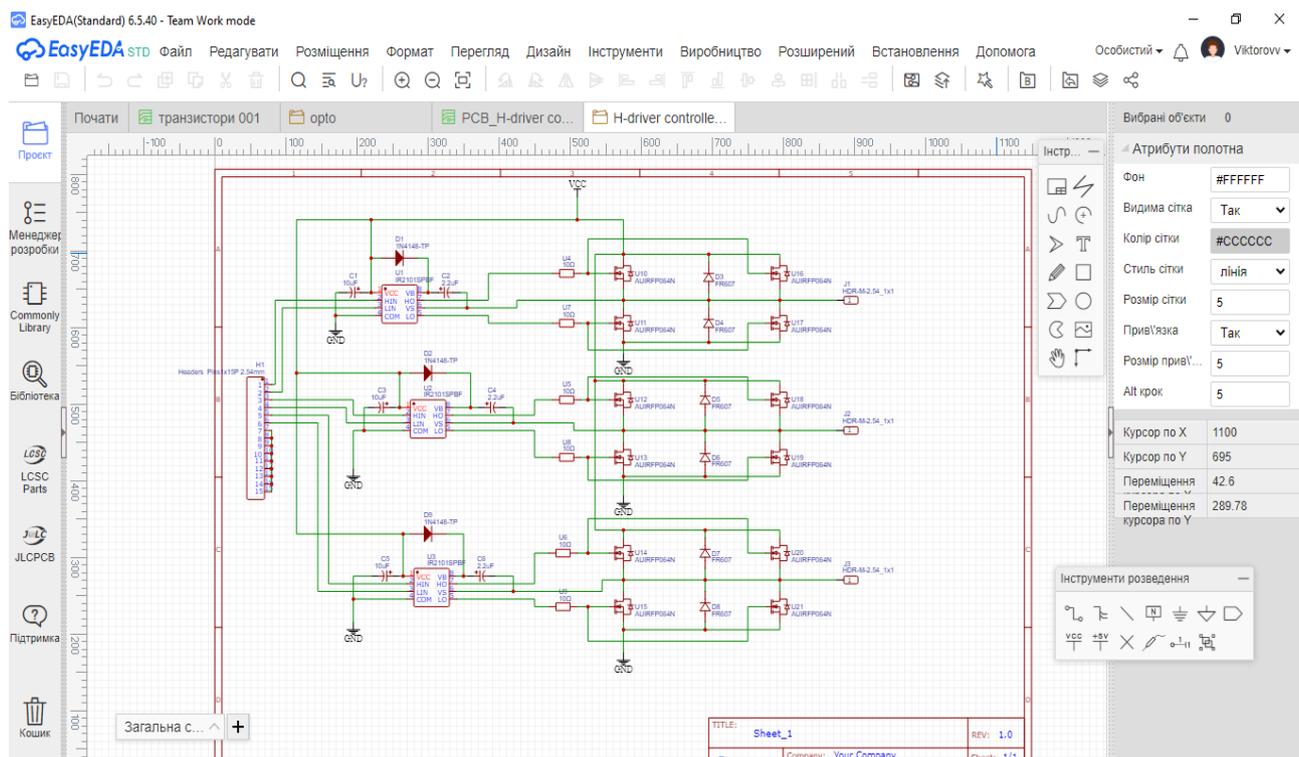


Рисунок 2 – Програмне забезпечення EasyEDA та принципова схема стану

Завдяки такому програмному забезпеченню стало можливим не лише розробити електронну схему, а й здійснити відладку, розроблення та моделювання друкованих плат із попередньою їх візуалізацією (рис. 3).

У процесі розроблення було прийнято рішення про розділення управляючої та силової частини на різні модулі.

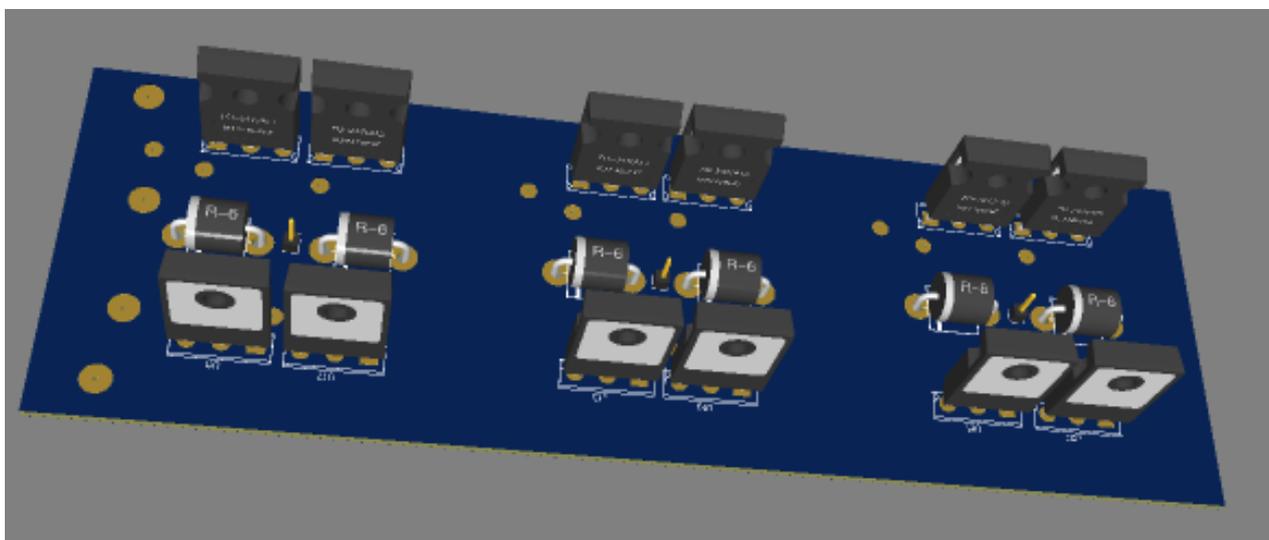
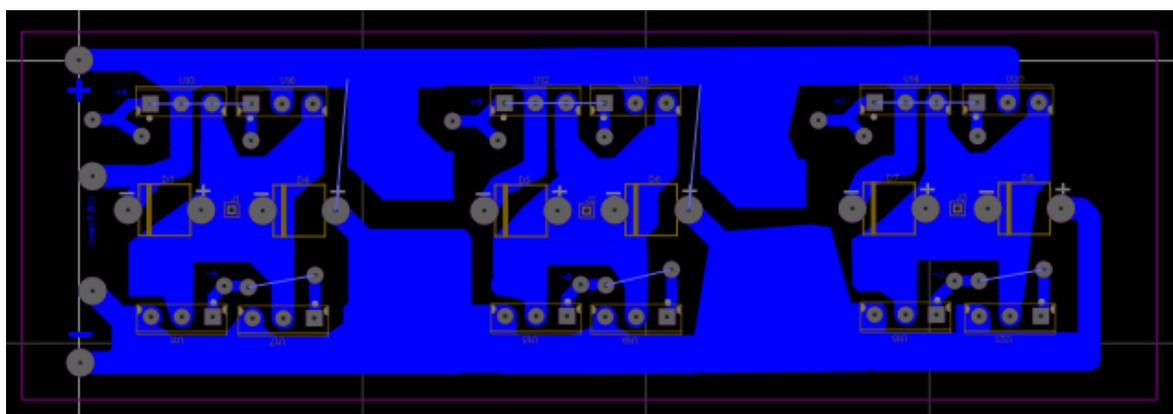
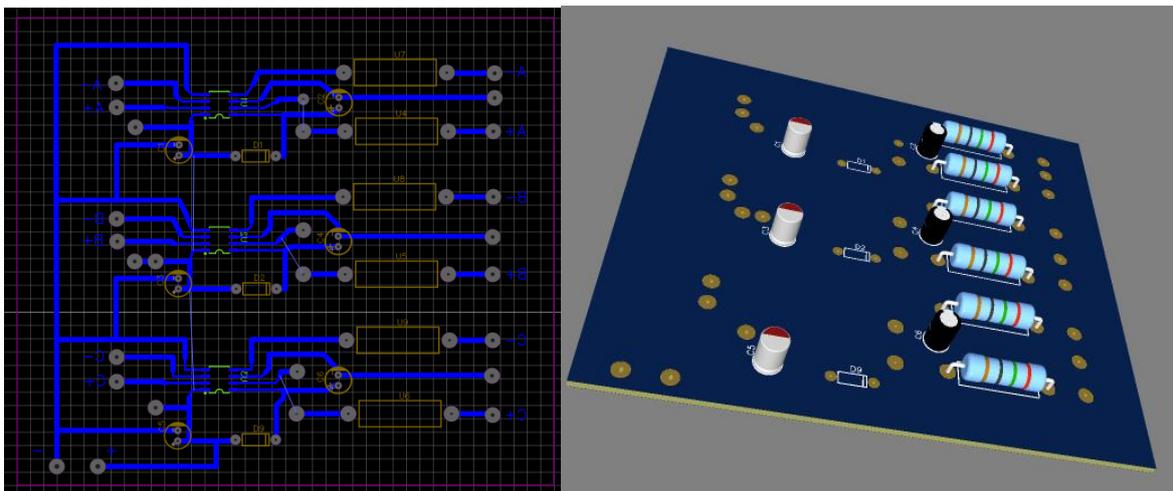


Рисунок 3 – Макет друкованої плати та її попередній вигляд

Виготовлення друкованих плат за розробленими схемами було можливим за допомогою засобів програмного забезпечення (EasyEDA) шляхом автоматичної підготовки та відправки відповідного пакету файлів, але було втілене у вигляді методики використання фоторезистивної плівки з ультрафіолетовим засвічуванням з подальшим травленням у розчині хлориду заліза.

Загальний вигляд модулів стенда представлено на рисунку 4.

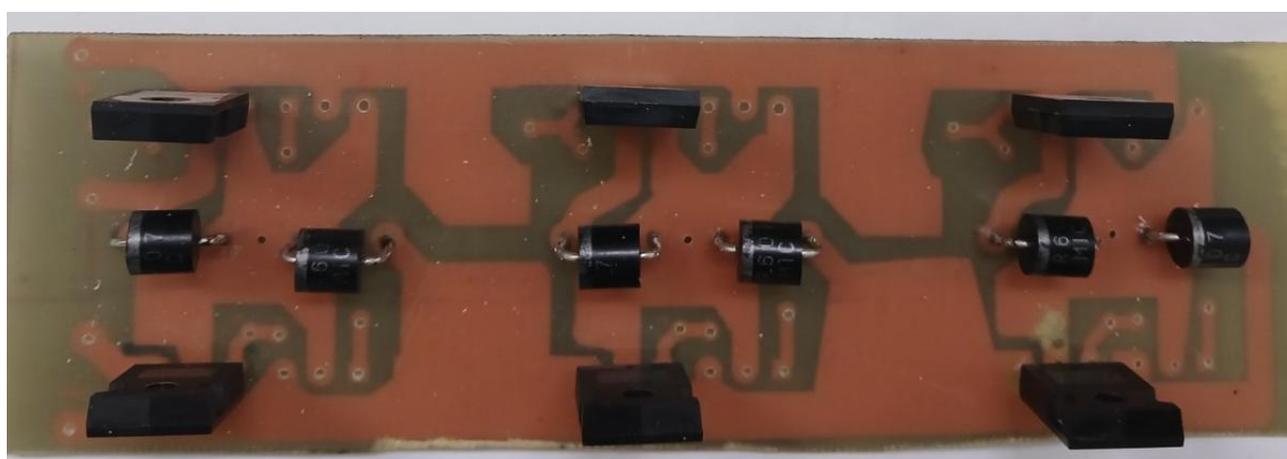
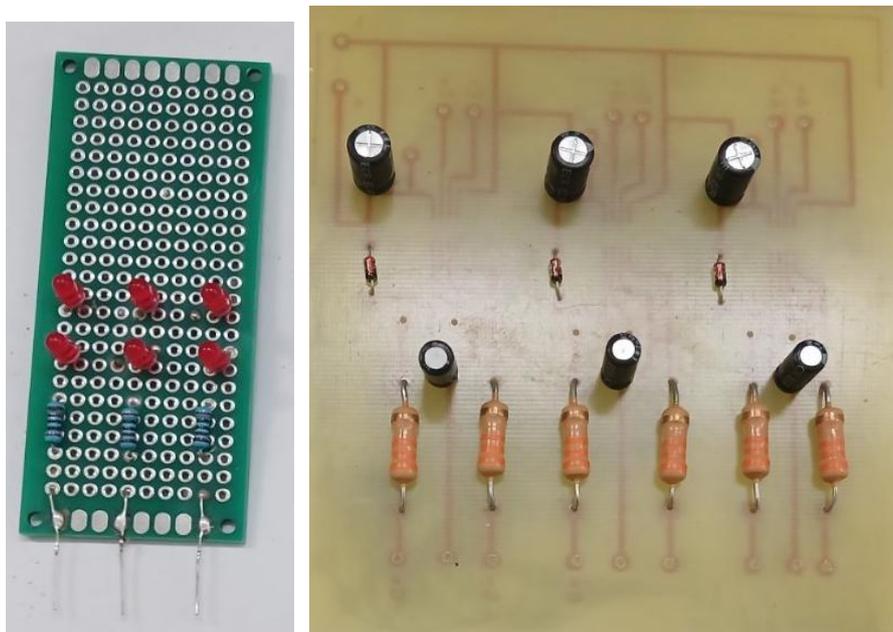


Рисунок 4 – Загальний вигляд виготовлених друкованих плат з установленими компонентами

Висновки

Розроблений стенд дає можливість проводити дослідження режимів та параметрів роботи трифазних безщіткових двигунів в умовах навчального процесу.

Література

Jian Zhao/Yangwei Yu (2011). Brushless DC Motor Fundamentals Application Note. MPS https://www.academia.edu/22322978/Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Application_Note

Farzin Asadi (2022). Electric Circuit Analysis with EasyEDA. Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology (SLEST). <https://doi.org/10.1007/978-3-031-00292-2>