

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ ЗМІННОГО СТРУМУ

Холоша А.О., магістрант, Ковбаса С.М., д.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. У сучасному світі, електроприводи є невід'ємною частиною багатьох технологічних процесів і вони використовують складні нелінійні алгоритми керування. При розробці цих алгоритмів дуже важливо поєднувати математичне моделювання з проведенням експериментів, спрямованих на виявлення впливу різних факторів, які зазвичай не враховуються при теоретичному моделюванні. Такі фактори можуть включати квантування за часом і за рівнем, шуми вимірювань, затримку обчислень, втрати, динаміка та інше.

Мета роботи. Метою даної статті є представлення результатів розробки та створення експериментального стенду для дослідження алгоритмів керування двигунами змінного струму.

Матеріали та результати досліджень. На сьогодні на ринку доступно кілька різних типів випробувальних стендів для електродвигунів. Однак важливо відзначити, що це обладнання часто спеціалізоване та призначене для конкретних застосувань. Внаслідок цього, воно зазвичай не може бути легко модифіковане або налаштоване користувачами для виконання специфічних експериментів або завдань.

Зазвичай в науковій літературі можна знайти описи різних випробувальних стендів та вимірювальних систем для електродвигунів. Проте, ці описи не завжди надають докладну інформацію щодо функціонала та структури компонентів системи. В результаті, користувачам може бути складно повністю розібратися в деталях та можливостях таких систем.

Розвиток більш гнучких та адаптованих випробувальних стендів для електроприводів є важливим напрямком досліджень і розробок у сучасній електротехнічній галузі. Існують кілька ключових факторів, які враховуються в процесі створення таких систем:

- універсальність та модульність: важливо створити стенди, які можна легко адаптувати до різних типів електродвигунів та експериментів. Модульність системи дозволяє користувачам вибирати та комбінувати необхідні компоненти для їхніх конкретних завдань;

- програмний інтерфейс: сучасні випробувальні системи повинні мати інтуїтивний інтерфейс для користувачів, який дозволяє легко налаштовувати експерименти та збирати дані. Додатково, вони можуть використовувати різні алгоритми контролю та обробки даних для оптимізації ефективності та точності;

- забезпечення безпеки: робота з електродвигунами може бути небезпечною, тому важливо вбудовувати випробувальні стенди засобами

безпеки, такими як аварійне відключення, захисні елементи та системи моніторингу;

– можливості реалізації різних експериментів: Сучасні стенди повинні дозволити виконувати різноманітні експерименти, включаючи вимірювання ефективності, аналіз динаміки руху, діагностику несправностей та багато інших аспектів функціонування електродвигунів;

– підтримка стандартів: важливо, щоб стенди відповідали вимогам стандартів безпеки та якості, що дозволить їхньому використанню в різних галузях і для наукових досліджень.

Функціональна схема системи керування (для випадку АД, синхронного двигуна (СД), або синхронного реактивного (SynRM)), наведена на рис. 1. Вона складається з двох взаємопов'язаних частин: силова та керуюча. Усі вузли схеми (вхідний випрямляч, клампер, зарядне реле, вихідний інвертор) керуються від цифрового контролера, який побудований на основі спеціалізованого цифрового сигнального процесора TMS320F28335 [1] від компанії Texas Instruments.

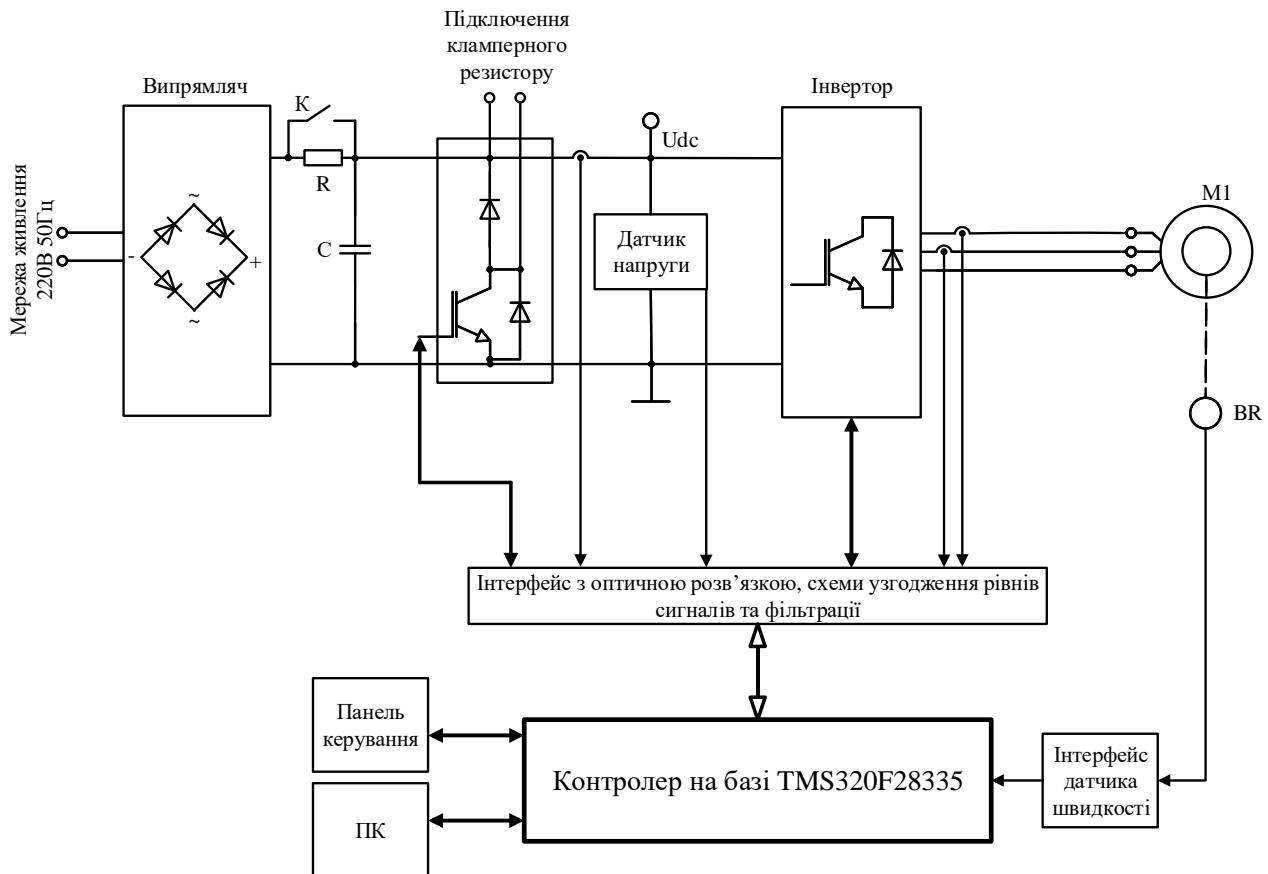


Рисунок 1 – Функціональна схема установки

До складу силової частини входять: діодний міст, ланка постійного струму, клампер, інвертор на IGBT-ключах. На платі розташовані датчики струму LTS-06A [2] які вимірюють фазні струми, та датчик струму ланки постійного струму, датчик напруги який виконаний за допомогою дільника

напруги та гальванічно розв'язаного операційного підсилювача. Також на платі наявні логічні кола та кола гальванічної розв'язки для ШІМ сигналів, які приходять з плати керування. До логічних кіл можна відносити коло інтерфейсу енкодера та датчик максимального струму на основі компаратора.

На рис. 2, зображено реальну плату силової частини.

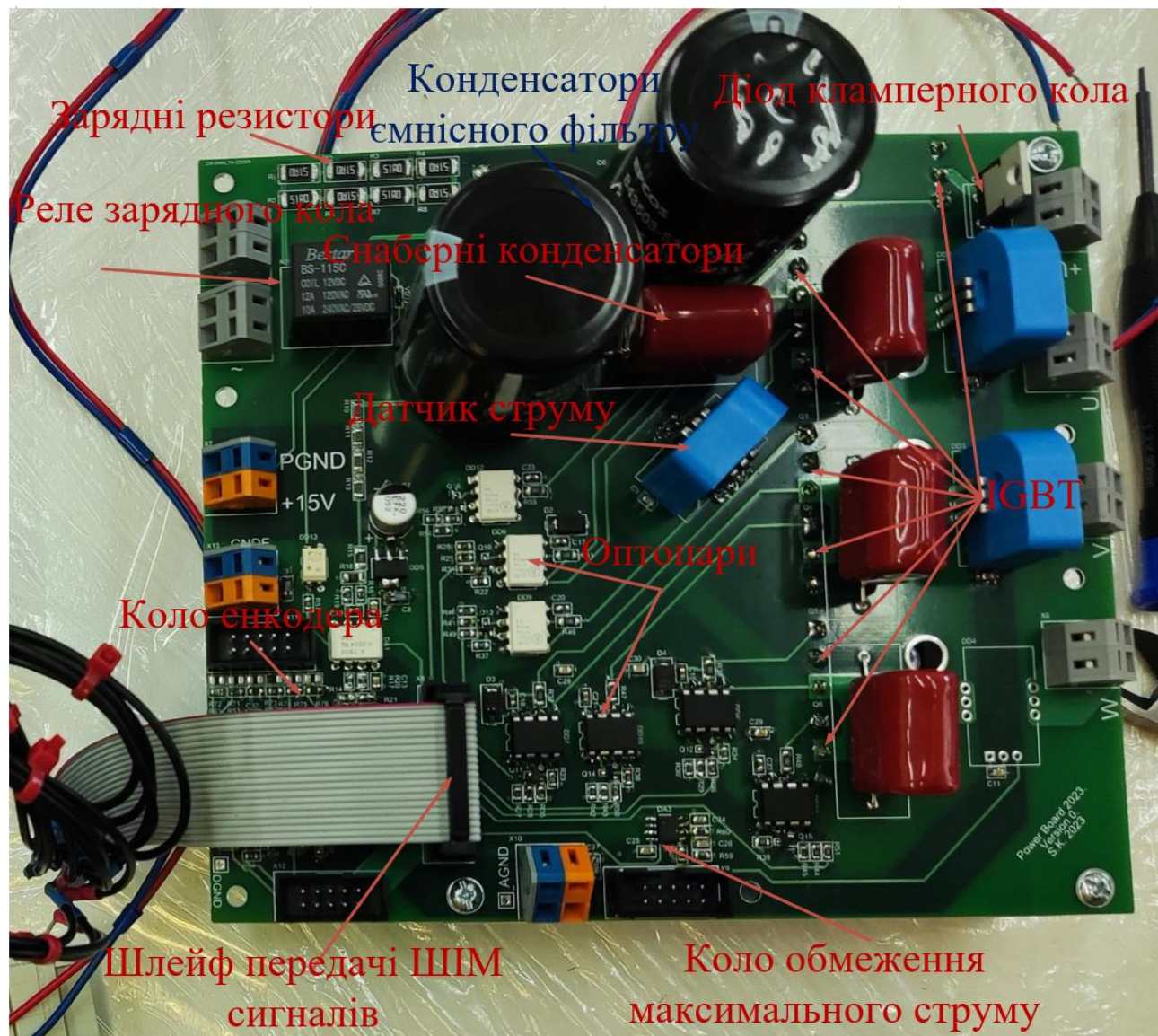


Рисунок 2 – Плата силової частини

Сучасні системи керування електроприводами використовують спеціалізовані цифрові сигнальні процесори (DSP) для забезпечення точного та ефективного керування рухом двигунів змінного струму. Один з таких DSP - TMS320F28335 від Texas Instruments. На платі контролера, окрім самого процесора виконано також блок узгодження сигналів для датчиків струмів та напруги. Це зроблено з метою забезпечення належного рівня сигналу напруги який подається на процесор.

TMS320F28335 є частиною сімейства процесорів C2000 і має 32-розрядну архітектуру. Цей DSP володіє великою обчислювальною потужністю на рівні

150 MFLOPS та численними можливостями для керування електроприводами. Основні характеристики TMS320F28335 включають:

- тактова частота: 150 МГц;
- об'єм оперативної пам'яті (ОЗП): 68 КБ;
- флешпам'ять: 512 КБ для зберігання програмного коду та даних;
- АЦП: 16-канальний 12-розрядний аналого-цифровий перетворювач зі швидкістю перетворення 80 нс/с на канал;
- інтерфейси: CAN, UART, SPI, I2C та інші;
- вбудовані функції для обробки сигналів, включаючи до вісімнадцяти модулів генерування ШІМ (PWM) і засоби обробки квадратурних сигналів;
- підтримка послідовної передачі даних через JTAG зі стандартом IEEE 1149.1.

Розроблене програмне забезпечення містить підсистему вимірювання аналогових сигналів, обробку сигналів від енкодера, формування широтно-імпульсної модуляції для керування автономним інвертором напруги та клампером. Підключення до персонального комп'ютера здійснюється через USB порт, що дозволило організувати візуалізацію перехідних процесів в реальному часі по 16 змінним з кроком вибірки від 200 до 800 мкс.

В комплексі розроблені апаратні та програмні засоби дозволили отримати експериментальну установку за концепцією швидкого прототипного тестування, яка дозволяє виконувати практичну реалізацію алгоритмів керування в терміни, які можуть витратитися на проведення математичного моделювання.

Висновки. Створення уніфікованої експериментальної установки для дослідження алгоритмів керування електродвигунами змінного струму є важливим кроком в розвитку сучасних систем автоматизації та електроприводу. Універсальний цифровий контролер та уніфіковане програмне забезпечення, в складі розробленої установки дозволяють працювати з різними типами двигунів, виконувати ефективні дослідження та експерименти. Така установка відкриває широкі можливості для наукових досліджень, інженерних розробок та практичного впровадження в галузі електротехніки та автоматизації.

Перелік посилань

1. Цифровий сигнальний процесор TMS320F28335. *Analog | Embedded processing | Semiconductor company | TI.com*. URL: <https://www.ti.com/product/TMS320F28335> (date of access: 11.10.2023).
2. Датчик струму LTS-06A. *Coretech*. URL: <http://coretech.com.ua/docs/Sensors-hall/coretech-HCS-LTS.pdf> (дата звернення: 11.10.2023).