

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА МАГНІТНОГО ЛЕВІТАТОРА

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано мікропроцесорну систему магнітного левітатора, яка забезпечує стабільне утримання об'єкта у магнітному полі за рахунок автоматичного регулювання струму електромагніта. Розроблена система дозволяє здійснювати моніторинг параметрів роботи та налаштування режимів функціонування в реальному часі. Досліджено вплив параметрів регулювання на стабільність положення об'єкта.

Ключові слова: магнітний левітатор, мікропроцесорна система, електромагніт, датчик положення, автоматичне керування, PID-регулятор.

Abstract

A microprocessor-based magnetic levitator system is proposed. The developed system provides stable levitation of an object in a magnetic field through automatic control of the electromagnet current. The system enables real-time monitoring of operating parameters and adjustment of operating modes. The influence of control parameters on the stability of the object position has been investigated.

Keywords: magnetic levitator, microprocessor system, electromagnet, position sensor, automatic control, PID controller.

Вступ

Магнітні левітатори широко застосовуються у сучасних автоматизованих системах, наукових дослідженнях та навчальних лабораторіях. Основною перевагою магнітної левітації є відсутність механічного контакту між рухомими елементами, що дозволяє зменшити втрати на тертя та підвищити точність роботи системи.

Для забезпечення стабільного утримання об'єкта у магнітному полі необхідне швидкодіюче автоматичне регулювання параметрів електромагніта. Використання мікропроцесорних засобів керування дозволяє реалізувати алгоритми стабілізації та здійснювати контроль параметрів системи в реальному часі.

Метою роботи є розроблення мікропроцесорної системи магнітного левітатора для забезпечення стабільної левітації об'єкта та моніторингу параметрів роботи системи.

Результати дослідження

Розроблена система магнітного левітатора містить електромагніт, датчик положення, мікроконтролер, силовий модуль та блок живлення. Принцип роботи системи полягає у безперервному вимірюванні положення об'єкта та автоматичному регулюванні струму електромагніта.

Для стабілізації положення об'єкта використано PID-регулятор, який формує керуючий сигнал залежно від величини похибки регулювання. Математичний опис регулятора має вигляд

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

де $u(t)$ – керуючий сигнал; $e(t)$ – похибка регулювання; K_p, K_i, K_d – коефіцієнти PID-регулятора.

У ході експериментальних досліджень встановлено, що система забезпечує стабільне утримання об'єкта у заданому положенні та швидке реагування на зовнішні збурення. Використання мікропроцесорного керування дозволило підвищити точність стабілізації та покращити динамічні характеристики левітатора.

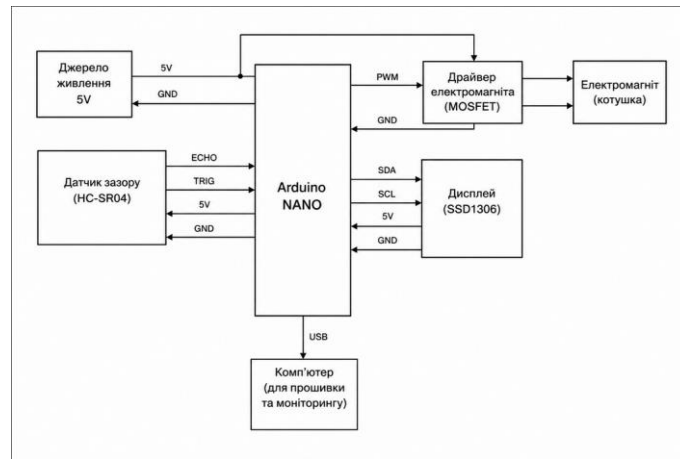


Рис. 1. Структурна схема системи магнітного левітатора

Висновки

Розроблено мікропроцесорну систему магнітного левітатора, яка забезпечує стабільне утримання об'єкта у магнітному полі за рахунок автоматичного регулювання параметрів електромагніта. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність стабілізації положення об'єкта та ефективність функціонування системи в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: підручник. Київ: Либідь, 2007. 544 с.
2. Денисов Ю. О., Кучерук В. Ю. Мікропроцесорна техніка: мікроконтролери, інтерфейси, апаратне забезпечення. Вінниця: ВНТУ, 2018. 210 с.
3. Руденко В. С., Сенько В. І. Основи промислової електроніки. Київ: Техніка, 2015. 340 с.
4. Довідник мови програмування Arduino [Електронний ресурс]. URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/> (дата звернення: 14.05.2026).
5. Ultrasonic Ranging Module HC-SR04 Datasheet [Електронний ресурс]. URL: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf> (дата звернення: 14.05.2026).

Прокоп Богдан Володимирович — студент групи СП-23б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: prokopbodj@gmail.com

Науковий керівник: Богомолів Сергій Віталійович, к.т.н., доцент каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Bohdan V. Prokop — Student of the SP-23b group, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: prokopbodj@gmail.com

Supervisor: Bohomolov Serhii, Ph.D., Associate Professor kaf. OT, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

