

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КРОКОВИМ ДВИГУНОМ НАВЧАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЛІНІЇ

Рибальченко М.О.<sup>1</sup>, Єгоров О.П.<sup>1</sup>, Маначин І.О.<sup>1,2</sup>, Рибальченко С.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Український державний університет науки і технологій, Україна

<sup>2</sup>Інститут чорної металургії імені З.І.Некрасова, Україна

<sup>3</sup>ДП «Сіменс Україна», Україна

**Анотація:** Крокові двигуни вже давно та успішно застосовуються у різноманітному промисловому і спеціальному обладнанні. Перевагою крокових двигунів є те, що можна досягти високого ступеню контролю за рухом. Управління кроковими двигунами здійснюється за допомогою мікропроцесорних систем. Однак у цьому випадку управління кроковим двигуном здійснюється за завантаженою в мікроконтролер програмою. Часто виникає потреба динамічно змінювати параметри роботи крокового двигуна - швидкість обертання, напрям і величину кута повороту та ін. Робота присвячена розробці системи керування кроковим двигуном навчальної транспортної лінії, що реалізована на кафедрі автоматизації виробничих процесів Українського державного університету науки і технологій. Система дозволяє динамічно змінювати параметри системи за допомогою або персонального комп'ютера (ПК), передаючи відповідні команди у систему через СОМ-порт, або за допомогою планшета, передаючи відповідні команди у систему через Bluetooth.

Така система може знайти застосування як у навчальному процесі для відпрацювання стандартних прийомів керування кроковими двигунами та навичок програмування мікроконтролерів, так і в промислових системах, які потребують керування положенням механізму з високою точністю.

**Ключові слова:** кроковий двигун, керування, СОМ-порт, Bluetooth, транспортна лінія, тестування

Підготовка магістрів з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки вимагає формування у майбутніх фахівців базових компетентностей щодо здатності здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв. Матеріальне, інформаційне та методичне забезпечення такої підготовки стає наразі актуальною задачею українських технічних університетів, які активно

розгортають на своїй базі нові лабораторні робототехнічні комплекси. Одним з найбільш поширених компонентів цих комплексів є крокові двигуни, що успішно застосовуються у різноманітному промисловому і спеціальному обладнанні для високоточного переміщення об'єктів на задану відстань.

Виконаний аналіз робіт [1-4] показав, що управління кроковими двигунами здійснюється за допомогою мікропроцесорних систем, які, як правило, повинні дозволяти динамічно змінювати параметри роботи крокового двигуна: швидкість обертання, напрям руху, величину кута повороту тощо. Очевидно, незважаючи на певну схожість розглянутих систем, застосування крокових двигунів у різних об'єктах потребує індивідуального підходу до розробки системи дистанційного керування ними та відповідного програмного забезпечення.

У роботі ставилась задача розробки системи дистанційного керування кроковим двигуном навчальної транспортної лінії. Кроковий двигун у свою чергу забезпечує переміщення каретки у задану позицію. Тому метою роботи було розробити бюджетну та дієву систему керування кроковим двигуном, що дозволить динамічно змінювати параметри системи за допомогою персонального комп'ютера(ПК), передаючи відповідні команди у систему через СОМ-порт, або за допомогою планшета, передаючи відповідні команди у систему через Bluetooth.

Загальний вигляд навчальної транспортної лінії приведено на рис.1. Дана лабораторна установка реалізована на кафедрі автоматизації виробничих процесів Українського державного університету науки і технологій.

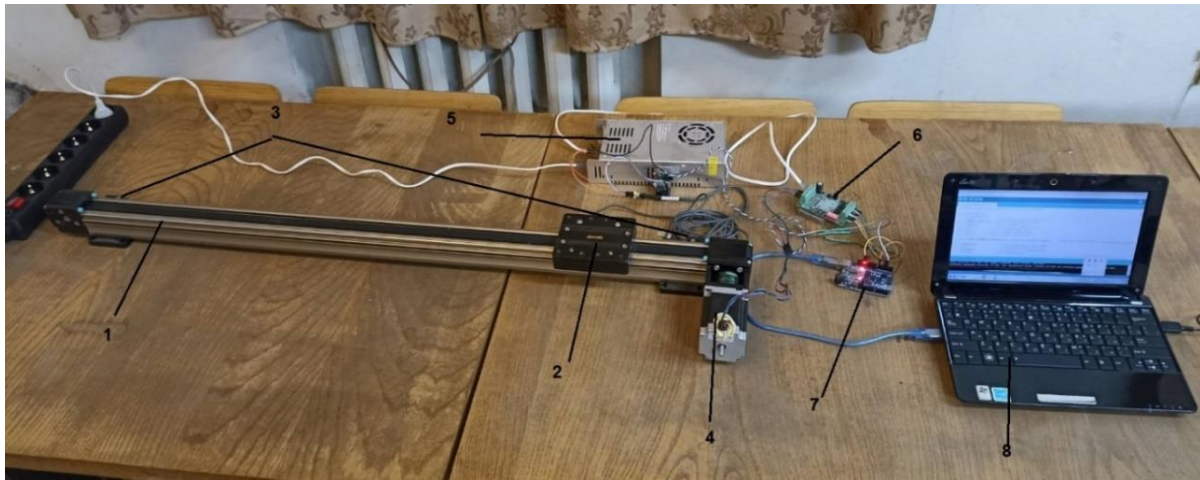


Рисунок 1 – Загальний вигляд навчальної транспортної лінії

- 1 – навчальна транспортна лінія, 2 – каретка, 3 – кінцеві вимикачі, 4 – кроковий двигун,  
5 – блок живлення, 6 – драйвер крокового двигуна, 7 – мікропроцесорний контролер,  
8 – персональний комп'ютер (ПК)

Завдання для крокового двигуна, а саме визначення кількості кроків для руху, швидкість та напрямок задається з ПК 8 (або планшета).

До складу навчальної транспортної лінії входить наступне обладнання:

- індуктивні датчики (кінцеві вимикачі) Omron;
- кроковий двигун FL57STH76-1006B;
- електромагнітні реле SRD-24VDC-SL-C;
- драйвер крокового двигуна TB5660.

Схема керування зібрана на основі плати Arduino Uno [5]. До складу керуючої системи також входить Bluetooth Module HC-05 – модуль широкого застосування для з'єднання пристроїв через Bluetooth-підключення. Bluetooth модуль управляється за допомогою UART, тобто, по суті, є UART-to-Bluetooth перетворювачем.

Одним з ключових етапів розробки системи управління є розробка програмного забезпечення. Для керування кроковим двигуном було розроблено бібліотеку DriverMotor. Бібліотека дозволяє працювати у паралельному процесі, не блокує виконання програми, підтримує кроковий, напівкроковий та мікрокроковий режими. Її основною відмінністю від стандартних бібліотек, що працюють з мікроконтролером Arduino, є можливість перевіряти стан індуктивних датчиків та керувати кроковим двигуном на підставі інформації від них.

Основна програма керування двигуном з використанням розробленої бібліотеки із введенням завдання по COM-порту написана із використанням середовища Arduino IDE . Такі програми прийнято називати скетчами.

Середовище розробки Arduino IDE включає у свій склад інструмент "Serial Monitor" («Монітор порта»). Даний інструмент відображає дані, що надходять від Arduino на комп'ютер за послідовним інтерфейсом. Даний інструмент було використано для введення завдання на переміщення крокового двигуна по COM-порту.

Тестування роботи системи показало її повну дієздатність.

В роботі також реалізовано керування кроковим двигуном навчальної транспортної лінії за допомогою смартфона або планшета. Зв'язок між смартфоном та модулем Arduino здійснено за технологією Bluetooth. Для створення додатку для планшета або смартфона використано можливості проекту MIT App Inventor.

Загальний вигляд додатку, що може бути встановлений на операційну систему Android, представлено на рис. 2.



Рисунок 2 – Встановлений додаток

Тестування роботи додатку показало, що він дозволяє дистанційно через Bluetooth керувати роботою крокового двигуна.

Таким чином, розроблена бюджетна та дієва система керування кроковим двигуном навчальної транспортної лінії, що дозволяє динамічно змінювати параметри системи за допомогою або персонального комп'ютера (ПК), передаючи відповідні команди у систему через COM-порт, або за допомогою планшета, передаючи відповідні команди у систему через Bluetooth.

Така система може знайти застосування як у навчальному процесі для відпрацювання стандартних прийомів керування кроковими двигунами та навичок програмування мікроконтролерів, так і в промислових системах, які потребують керування положенням механізму з високою точністю.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Димко С.С. Система керування кроковим двигуном на базі мікроконтролера та персонального комп'ютера. Доповіді за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматичної техніки. Київ: «Політехніка», 2008. С. 308-311
2. Бакалин А. Р. Микропроцессорная система управления шаговым двигателем с помощью протокола UART / А. Р. Бакалин, В. В. Миронец, Л. П. Голубев. // Технологии та дизайн. 2016, № 3. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2016\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_3_7).
3. Дослідження комп'ютерної системи для дистанційного керування кроковим двигуном у системах "розумний дім" / Д. В. Стаценко, Б. М. Злотенко, Т. І. Кулік, М. В. Латко // Сучасні електромеханічні та інформаційні системи : монографія / за заг. ред. І. В. Панасюка. Київ : КНУТД, 2021. С. 9-14.
4. Шеремет А. І., Климченкова Н. В., Климченков О. Г. Математичний опис крокового електропривода та реалізація його системи керування на базі мікроконтролера Arduino// Науковий вісник ДДМА. № 3 (24Е), 2017. С. 87 - 96
5. Офіційна документація проекту Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>

### **DEVELOPMENT OF THE STEPPER MOTOR CONTROL SYSTEM OF THE TRAINING TRANSPORT LINE**

Maria Rybalchenko, Oleksandr Egorov, Ivan Manachyn, Stanislav Rybalchenko

**Abstract.** *Stepper motors have long been successfully used in a variety of industrial and special equipment. The advantage of stepper motors is that a high degree of motion control can be achieved. Stepper motors are controlled using microprocessor systems. However, in this case, the stepper motor is controlled by the program loaded into the microcontroller. There is often a need to dynamically change the operation parameters of the stepper motor - speed of rotation, direction and magnitude of the angle of rotation, etc. The work is devoted to the development of the stepper motor control system of the*

*educational transport line, implemented at the Department of Automation of Production Processes of the Ukrainian State University of Science and Technology. The system allows you to dynamically change system parameters using either a personal computer (PC) by sending the appropriate commands to the system via the COM port, or by using a tablet by sending the appropriate commands to the system via Bluetooth.*

*Such a system can be used both in the educational process to practice standard stepper motor control techniques and microcontroller programming skills, and in industrial systems that require high-precision mechanism position control.*

**Keywords:** *stepper motor, control, COM port, Bluetooth, transport line, testing*

### **REFERENCE**

1. Dymko S.S. Stepper motor control system based on a microcontroller and a personal computer. Reports based on the materials of the International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Graduate Students and Students. Modern problems of electrical engineering and automation. Kyiv: Polytechnic, 2008. C. 308-311
2. A. R. Bakalyn Microprocessor control system of a stepper motor using the UART protocol / A. R. Bakalyn, V. V. Myronets, L. P. Golubev. // Technologies and design. 2016, No. 3. Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2016\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_3_7).
3. Research of a computer system for remote control of a stepper motor in "smart home" systems / D. V. Statsenko, B. M. Zlotenko, T. I. Kulik, M. V. Latko // Modern electromechanical and information systems: monograph / in general ed. I. V. Panasyuk. Kyiv: KNUTD, 2021. P. 9-14.
4. Sheremet A. I., Klimchenkova N. V., Klimchenkov A. G. Mathematical description of the stepper electric drive and realization of its control system based on the Arduino microcontroller// Scientific Bulletin of the DGMA. No. 3 (24E), 2017. P. 87 – 96
5. Official documentation of the Arduino project [Electronic resource]. Access mode: <https://www.arduino.cc/>