

## ЛІТЕРАТУРА

1. Christos M, Irnis Kubat, Ole Bang Hybrid polymer photonic crystal fiber with integrated chalcogenide glass nanofilms // Scientific Reports. 2014. Vol.4. Режим доступа к журн.:<http://www.nature.com/srep/2014/140814/srep06057/full/srep06057.html>.
2. Making a Better Photonic Crystal Fiber. Fiber Draw Tower // Lawrence Livermore National Laboratory. 2013. Режим доступа к журн.: <https://str.llnl.gov/content/pages/april-2013/pdf/4.13.2.pdf>.
3. Алексеева Л. Б., Артюшков Л. Б. Выбор регрессионной модели процесса вытяжки световодов. Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2013. № 3. С. 112–115.
4. Желтиков А. М. Микроструктурированные световоды в оптических технологиях. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. 192 с.
5. Фитт А. Ф., Фурусав К., Монро Т. М., Пожалуйста, С. П., Ричардсон Д. Математическое моделирование вытяжки капилляров для изготовления дырявых волокон // Журнал инженерной математики. 2002. Т. 43. № 2–4. С. 201–227.

*Науковий керівник: Аллаxверанов Рауф Юсіфович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*

УДК 621.311

### АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНОЮ ТРЕКОВОЮ СИСТЕМОЮ ОСВІТЛЕННЯ

**Іванцов О. С.**

Харківський національний університет радіоелектроніки  
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14  
E-mail: [oleksandr.ivantsov1@nure.ua](mailto:oleksandr.ivantsov1@nure.ua)

**Анотація.** Розроблено систему віддаленого керування низьковольтною трековою системою освітлення. Система складається з основного потенціометру, який передає керуючий MIDI-сигнал до програмного забезпечення на комп'ютері. Даний сигнал обробляється та відображається у вигляді кривої автоматизації. Отриманий керуючий сигнал передається на двигун моторизованого потенціометра, повзунок якого виконує роль адаптера на шиніпроводі. Досліджено засіб віддаленого керування системою за допомогою програмного забезпечення TouchOSC.

**Ключові слова:** автоматизація керування, трекова система освітлення.

### AUTOMATION OF CONTROL FOR LOW VOLTAGE TRACK LIGHTING SYSTEM

**O. Ivantsov**

Kharkiv National University of Radio Electronics  
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14  
E-mail: [oleksandr.ivantsov1@nure.ua](mailto:oleksandr.ivantsov1@nure.ua)

**Annotation:** A system of remote control of a low-voltage track lighting system was developed. The system consists of a main potentiometer that transmits the control MIDI signal to the software on the computer. This signal is processed and displayed as an automation curve. The received control signal is transmitted to the motor of the motorized potentiometer, the potentiometer fader acts as an adapter on the bus bar. The tool of remote control of system by means of the TouchOSC software is investigated.

**Key words:** control automation, track lighting system.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Низьковольтні трекові системи освітлення з кожним роком стають все популярнішими завдяки зручності використання та їх широкому функціоналу.

Подібні системи мають широкий спектр сфер застосування від побуту до офісних, виробничих приміщень і технологічних процесів. Сучасні низьковольтні трекові системи відрізняються довжиною, напругою та варіаціями форм шинопроводу [1].

Традиційні трекові системи складаються з світильників, шинопроводів та закріплених на них адаптерів, за допомогою яких відбувається переміщення світильників. Завдяки такій конструкції користувачі мають можливість направляти освітлення в необхідну ділянку приміщення (офісу, концертного залу, цеху тощо). До теперішнього часу ще широко використовуються аналоги трекових систем для освітлення певних областей простору приміщень, що складаються з рядів прожекторів. Вони передбачають окремий монтаж точкових прожекторів. Трекові ж системи мають лише одне підключення шинопроводу, що значно полегшує і здешевлює процеси монтажу.

Найбільш переконливо свою ефективність трекові системи виявляють у технологічних процесах, де є необхідність частих змін освітленості робочих зон. Проте регулювання положення світильників у переважній більшості існуючих систем відбувається «вручну». Для таких технологій актуальними є задачі розробки технологій автоматизованого чи автоматичного керування трековими системами.

Метою роботи є розробка системи віддаленого керування низьковольтною трековою системою освітлення.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Для автоматизації низьковольтної трекової системи освітлення запропоновано рішення на основі MIDI-протоколу [2] і Control Change команд [3]. Алгоритм роботи в рамках цього рішення запропоновано реалізувати у програмному середовищі Arduino IDE, яке містить у собі робочі бібліотеки MIDI та Control Surface [2–4]. Автоматизація функціонування системи реалізується за допомогою MIDI-сигналу, що надходить з комп'ютерної програми на двигун, який приводить адаптери в рух. Цей процес можна подати у вигляді керованої системи, в якій керованим елементом виступає моторизований повзунковий потенціометр, а MIDI-сигнал надходить від керуючого потенціометра до програми на комп'ютері [5–6]. Корпус моторизованого потенціометра є шинопроводом системи, а повзунок адаптером зі світильником. За положення повзунка відповідає двигун з редуктором, до якого надходить керуючий MIDI-сигнал.

Плати Arduino при своїх базових настройках не в змозі працювати, як MIDI-пристрій. Через це вони не зможуть працювати з бібліотеками, по типу Control Surface, MIDI і іншими. При підключенні плати з оригінальними налаштуваннями комп'ютер буде визначати плату, як звичайний мікроконтролер, а не MIDI-пристрій. Щоб перекваліфікувати роботу плати Arduino під MIDI-контролер, необхідно замінити її оригінальне програмне забезпечення, що дасть можливість платі працювати з MIDI-протоколом і програмувати її, як MIDI-пристрій. Для подібної процедури необхідно скористатися програмним забезпеченням Flip від Atmel. Завантаживши необхідний файл формату .hex Flip зможе перезаписати базові налагодження плати Arduino, після чого необхідно перезавантажити плату.

Файли формату .hex містять у собі інформацію про параметри та конфігурації пристрою, збережену у шістнадцятиричному форматі.

Після завантаження .hex-файлу та перезавантаження плати, вона буде розпізнана операційною системою, як MIDI-пристрій, що дасть можливість секвенсору взаємодіяти з платою.

Для передачі MIDI-сигналів від зовнішніх елементів до програмного забезпечення необхідно здійснити синхронізацію пристрою з секвенсором. Це реалізується за допомогою меню MIDI-конфігурації, де зовнішньому пристрою задається MIDI-порт, через який він передає сигнал до секвенсора та взаємодіє з його параметрами.

Після підключення пристрою до програмного забезпечення на комп'ютері, перший та головний потенціометр (рис. 1) прив'язується до конкретного параметру.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд головного оберտального потенціометра

Прив'язка здійснюється за допомогою команд Control Change. За допомогою правильно налаштованого потенціометра користувач має можливість створювати свої власні налаштування для моторизованого потенціометра. Це здійснюється шляхом запису усіх тактильних маніпуляцій з потенціометром, які потім відображаються у секвенсорі у вигляді кривої автоматизації, у якій координата  $X$  відображає час, а  $Y$  – значення параметра у даний момент часу.

Передача записаного MIDI-сигналу з управляючого потенціометра на моторизований здійснюється шляхом прив'язки обох потенціометрів на один параметр. Це здійснюється шляхом призначення однакового Control Change та MIDI-каналу у програмному кодї. Завдяки цьому секвенсор буде сприймати обидва потенціометри як один. Це необхідно через те, що секвенсори не мають можливості призначати різні регулятори з різними MIDI-каналами на один й той самий параметр.

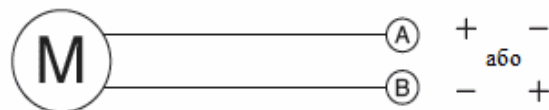
Моторизований потенціометр (рис. 2) виступає в ролі керованого пристрою, який приймає MIDI-сигнал, що генерується програмою.



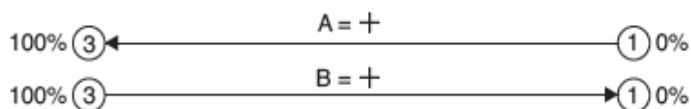
Рисунок 2 – Моторизований потенціометр

Електричний ланцюг потенціометра складається з повзунка і двигуна з редуктором (рис. 3) [7], на який подається сигнал, після чого він приводить у рух повзунок.

## Двигун



напрямки руху потенціометра



## Сервопривід

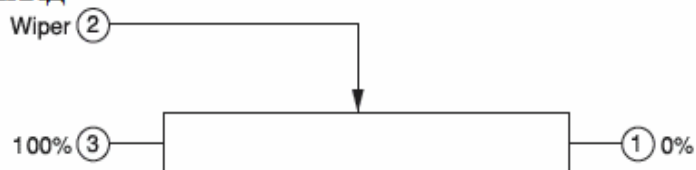


Рисунок 3 – Схема електричного ланцюга потенціометра

Для фільтрації шуму потенціометра у проекті запропоновано використовуватися конденсатор визначеної ємності [8]. Оскільки основним елементом в ланцюгу є плата Arduino, то відповідно як середовище програмування було обрано Arduino IDE. Передача MIDI-сигналу з керуючого потенціометра відбувається шляхом призначення Control Change команди на аналоговий вхід, до якого підключений контакт потенціометра.

Оскільки система створюється на базі MIDI-інтерфейсу, вона має можливість взаємодіяти з програмним забезпеченням за допомогою User Datagram протоколу [9], який дозволяє користувачу посилати, а також отримувати Open Sound Control [10] повідомлення по Wi-Fi мережі. Головним представником такого програмного забезпечення являється TouchOSC [11]. За допомогою цієї програми користувач має змогу віддалено контролювати роботу пристрою. Завдяки гнучкості цієї програми користувач може контролювати та регулювати усі необхідні йому процеси. Гнучкість полягає у тому, що TouchOSC не має заздалегідь заданих налаштувань, тому увесь інтерфейс розробляє для себе сам користувач, так, як йому потрібно. Початкова робота у TouchOSC здійснюється у основному інтерфейсі (рис. 4). В ньому визначаються елементи, які користувач хоче контролювати.

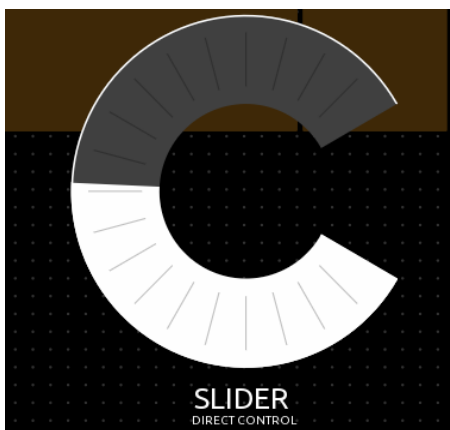


Рисунок 4 – Основний інтерфейс TouchOSC

Далі, після створення елемента контролю, його необхідно налаштувати на коректну роботу. Налаштування здійснюється у додатковому меню програми (рис. 5), та полягає у завданні Control Change повідомлення створеному у основному розділі програми елементу.

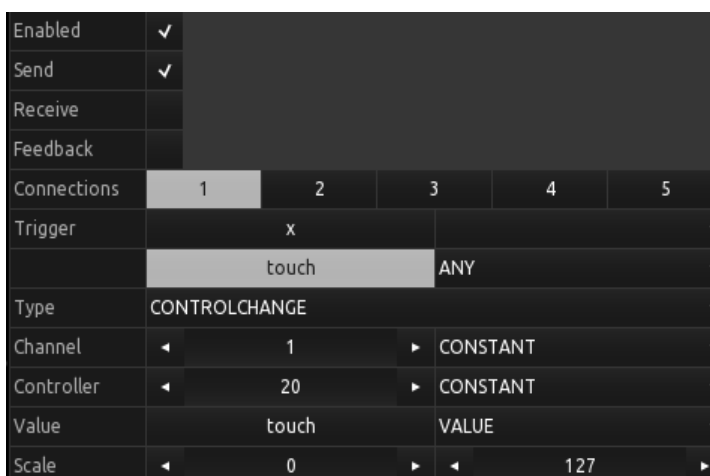


Рисунок 5 – Меню налаштування контролюючого елемента TouchOSC

За допомогою Control Change здійснюється прив'язка до необхідного параметру у програмному забезпеченні на комп'ютері, а також налаштовується прив'язка до зовнішнього MIDI-пристрою. Після чого задається спосіб контролю. У даному випадку контроль здійснюється за шкалою  $X$ , так як у якості контролюючого елемента виступає потенціометр. Після цього задається діапазон значень для потенціометра, стандартні налаштування мають робочий діапазон від 0, що відповідає мінімальному значенню потенціометра, до 127, що відповідає максимальному значенню потенціометра.

**ВИСНОВКИ.** Запропоноване рішення забезпечує автоматичне переміщення адаптера по шиніпроводу та позбавляє користувача від «ручного» налаштування освітлення. Його явною перевагою є те, що користувач має можливість налаштувати роботу пристрою так, як йому необхідно, використовуючи інтуїтивно зрозумілий і простий інтерфейс, а його параметри мають зручні гнучкі налагодження. За допомогою описаної технології автоматизації користувач має можливість задавати як конкретні значення положення світильників у трековій системі, так і зробити їх переміщення циклічним, якщо це буде необхідно. Ще однією перевагою використання MIDI-інтерфейсу у системі є те, що протокол MIDI можна контролювати віддалено за допомогою доступного програмного забезпечення на телефоні або планшеті, що також значно покращує експлуатацію трекової системи.

Варто зауважити ще й те, що задіяна технологія автоматизації обробки MIDI-даних може бути інтегрована у інші пристрої, які здійснюють переміщення своїх робочих елементів. Прикладом подібних пристроїв може бути система поливу рослин у теплицях. При інтеграції даної технології користувач матиме змогу контролювати систему поливу, задавати конкретне положення розпилювачів, а також зробити їх переміщення циклічним без безпосереднього втручання у процес людини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трековые системы освещения URL: <https://interalighting.ru/blog/trekovye-sistemy> (дата звернення 12.11.2021).
2. Что такое MIDI URL: <https://www.newtoneacademy.com/whatismidi> (дата звернення 12.11.2021).
3. MIDI CC List for Continuous Controllers URL: <https://anotherproducer.com/online-tools-for-musicians/midi-cc-list> (дата звернення 12.11.2021).
4. Control Surface URL: <https://opensourcelibs.com/lib/control-surface> (дата звернення 12.11.2021).
5. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Пер. с англ. Б.И. Копылова. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.

6. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2005.
7. Motor-driven Master Type ALPSALPINE URL: <https://tech.alpsalpine.com/prod/e/html/potentiometer/slidepotentiometers/rsn1m/rsa0n11m9a0k.html> (дата звернення 13.11.2021).
8. Снижение шумов и фильтрация напряжения источника питания URL: <https://studizba.com/lectures/129-inzhenerija/1991-proektirovanie-priemoperedajuschih-ustrojstv-mobilnyh-radiostancij/38914-11-snizhenie-shumov-i-filtracija-naprjazhenija-istochnika-pitanija.html> (дата звернення 13.11.2021).
9. Протоколы TCP и UDP URL: [https://professorweb.ru/my/csharp/web/level1/1\\_4.php](https://professorweb.ru/my/csharp/web/level1/1_4.php) (дата звернення 12.11.2021).
10. What is OSC? URL: <https://opensoundcontrol.stanford.edu> (дата звернення 13.11.2021).
11. TouchOSC URL: <https://hexler.net/touchosc> (дата звернення 13.11.2021).

**Науковий керівник:** *Безкоровайний Володимир Валентинович, д.т.н., професор кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 621.396

## **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМУТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГНУЧКИХ СТРУКТУР**

**Ігнатенко Д. В.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [daria.ihnatenko@nure.ua](mailto:daria.ihnatenko@nure.ua)

**Анотація:** у даній статті розглянуто мобільні робототехнічні платформи та їх конструктивні особливості. Проаналізовані поліімідні структури, які будуть використовуватися під час моделювання. Проаналізовано, які компоненти більше підходять для комутаційної системи мобільної платформи.

**Ключові слова:** Індустрія 4.0, мобільний робот, комутаційна система, поліімідні структури, модернізація.

## **ANALYSIS OF MODERNIZATION MEANS FOR SWITCHING SYSTEM OF MOBILE ROBOTIC PLATFORM USING FLEXIBLE STRUCTURES**

**D. Ignatenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauki Ave., 14

E-mail: [daria.ihnatenko@nure.ua](mailto:daria.ihnatenko@nure.ua)

**Annotation:** This article presents robotic platforms and their design features. Polyimide structures that will be used in modeling are analyzed. It is analyzed which components are more suitable for the switching system.

**Key words:** Industry 4.0, mobile robot, switching system, polyimide structures, modernization.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** На сьогодні мобільна робототехніка відіграє все більшу роль у різних галузях суспільства. На даний час велика увага приділяється розробці робототехнічних комплексів із високою пристосованістю до руху по складних траєкторіях і складних поверхнях. Проте розробка даних систем ще стоїть на початковому рівні розвитку, що в свою чергу робить дані системи не досконалими та залежними від навколишнього середовища та інших чинників, що можуть впливати на їх роботу. Завдяки використанню поліімідних структур для модернізації існуючих робототехнічних платформ їхня комутаційна система буде мати більшу хімічну стійкість, високу механічну міцність і стійкість до корозійних процесів.