

О. А. Чуйко¹, Д. О. Лисиця², Г. А. Кучук²

¹ Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС КЕРУВАННЯ СЦЕНІЧНИМ ОСВІТЛЮВАЛЬНИМ ОБЛАДНАННЯМ

Анотація. Об'єктом дослідження є система керування сценічним освітлювальним обладнанням. Предмет дослідження та проектування – розробка та складання системи керування сценічними освітлювальними приладами. Мета роботи — проектування та виготовлення UDMX кодера для системи керування сценічними освітлювальними приладами, реалізація бездротової передачі команд у системі. Методи дослідження та розробки – розробка програмного забезпечення UDMX кодера, виготовлення UDMX кодера, прошивка UDMX кодера, складання програмно-апаратного комплексу керування сценічним освітлювальним обладнанням. В роботі виконується розробка конструкції UDMX кодера, розробка програмного забезпечення UDMX кодера, складання програмно-апаратного комплексу керування сценічним освітлювальним обладнанням, реалізація бездротової передачі команд у системі, виконуються економічні розрахунки собівартості і ціни проекту.

Ключові слова: обертові голови, розробка, стробоскопи, колорченджери, програмне середовище, мікроконтролер, протоколи керування, плата, схема.

Вступ

Задача керування сценічними освітлювальними приладами існувала ще задовго до появи електроніки. Система устаткування, яка дозволяє оператору здійснювати передачу команд освітлювальним приладам, є обов'язковою складовою будь-якого шоу. З часом вдосконалювались як обладнання керування, так і пристрої, які регламентують передачу необхідних команд. Для керування сучасними освітлювальними приладами найчастіше використовується цифровий протокол DMX 512 (англ. Digital Multiplex), за допомогою якого можна реалізовувати складні освітлювальні проекти, регулювати різні параметри світла, створювати оригінальні спецефекти. Для того, щоб передача команд стала можливою, до персонального комп'ютера підключається спеціальний пристрій, DMX контролер (DMX кодер), який конвертує команди оператора згідно із необхідним протоколом передачі даних і надсилає до освітлювальних приладів. На даний момент спостерігається перехід DMX в середовище Ethernet у вигляді двох конкуруючих протоколів E1.31 і Art-Net.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Будь яка сучасна система керування сценічними освітлювальними приладами функціонує за однаковими принципами [1, 2]. Світлотехнік задає необхідні команди за допомогою пульта або спеціального програмного забезпечення на персональному комп'ютері, які передаються DMX-контролером згідно із певним протоколом передачі даних. Професійне програмне забезпечення для персонального комп'ютера дозволяє здійснювати керування освітлювальним обладнанням без вузьконаправленого спеціалізованого устаткування, лише за наявності DMX-контролера [3].

Більш цільовим видом DMX-контролера є DMX пульт (рис. 1), який поєднує функції контролера та MIDI-інтерфейса, має аудіо вхід і вбудований мікрофон з функцією синхронізації в такт музиці [4]. Він дозволяє здійснювати більш зручний прямий

контроль чи завантажувати вже розроблені алгоритми світлових сцен з персонального комп'ютера.



Рис. 1. DMX Пульт STLS PILOT 2000

Найскладнішими професійними контролерами із найширшим функціоналом є світлові консолі [5, 6] (рис. 2). Вони поєднують функції комп'ютера, інтерфейсу керування, та власне DMX-контролера.



Рис. 2. Світлова консоль MA LIGHTING GRANDMA2 LIGHT

Світлові консолі гідтримують величезну кількість каналів, що дозволяє виконувати керування 60000 параметрами в режимі реального часу (залежно від протоколу). Також світлові консолі мають власний функціонал проектування світлових сцен та

обладнані навіть вбудованим джерелом безперервного живлення.

Але більшість існуючих розробок не припускає поєднання бездротового інтерфейсу та інтерфейсу керування DMX, крім того стандартні системи керування сценічними освітлювальними приладами мають відносно велику вартість [7-10].

Тому **мета даної роботи** є проектування та виготовлення UDMX кодера для системи керування сценічними освітлювальними приладами, що реалізує бездротову передачу команд у системі та має відносно невелику вартість.

Результати досліджень

Програмно-апаратний комплекс керування сценічним освітлювальним обладнанням є системою устаткування що дозволяє реалізовувати передачу команд оператора виконуючим освітлювальним приладам. Команди буде задавати оператор за допомогою програмного забезпечення персонального комп'ютера, далі комп'ютер буде передавати команди DMX-контролеру що закодує їх згідно із протоколом DMX-512. Команди будуть передаватись дистанційно за допомогою передавача Wi-fi сигналу, і будуть прийняті і виконані освітлювальним приладом, який буде обладнаний приймачем (рис. 3).

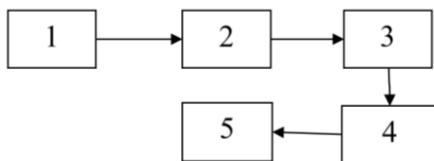


Рис. 3. Структурна схема програмно-апаратного комплексу керування сценічним освітлювальним обладнанням:

- 1 – програмне забезпечення персонального комп'ютера;
- 2 – DMX - контролер; 3 – передавач; 4 – приймач;
- 5 – освітлювальний прилад

Розглянемо процес розробки друкованої плати системи керування.

Першим кроком для розробки UDMX-контролера є створення принципової схеми пристрою. Виходячи із завдання, що передбачає роботу із персональним комп'ютером, необхідне підключення та живлення за допомогою USB. Мікроконтролер був обраний з обов'язковим урахуванням цієї задачі, а також його обчислювальної потужності має бути достатньо для обробки USB пакетів даних та їх передачі, за протоколом DMX, з урахуванням зберігання останнього пакета даних і швидкості відправлення згідно стандарту DMX. За цими характеристиками був обраний мікроконтролер Atmega8a-au (рис. 4).

З урахуванням обраного мікроконтролера та бібліотеки роботи із USB була розроблена схема з'єднання USB. Також додано інтерфейсну мікросхему sn75176 (рис. 5) та роз'єм для підключення WIFI модуля. Для провідного підключення DMX обладнання було додано схему оптичної і гальванічної розв'язки з використанням dc-dc конвертора, з додаванням самовідновлюючихся запобіжників і супресорів. За принциповою схемою розроблено креслення друкованої плати за допомогою середовища Sprint (рис. 6).



Рис. 4. Мікроконтролер Atmega8a-au у корпусі 1730D



Рис. 5. Інтерфейсна мікросхема sn75176 у корпусі 1730D 6AAGT9M

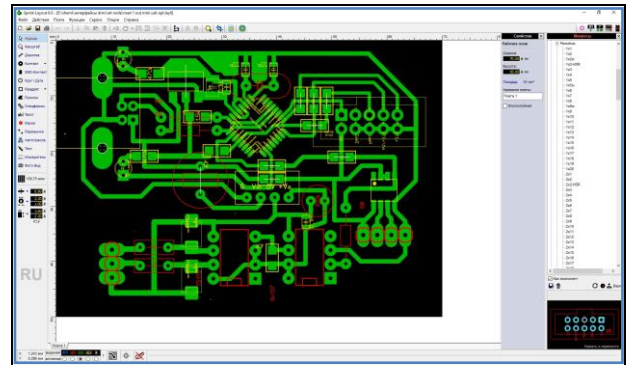


Рис. 6. Креслення друкованої плати у середовищі Sprint

Наступним етапом роботи було переведення креслення у гербер файл(.grb) через опцію експорту в середовищі Sprint (рис. 7).

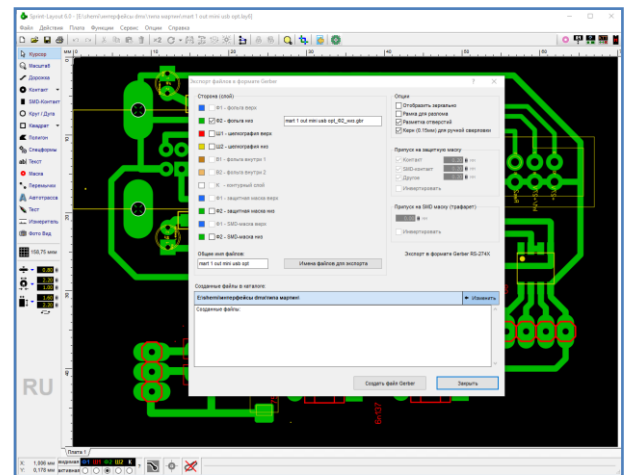


Рис. 7. Конвертація у формат grb у інтерфейсі середовища Sprint

Далі з гербер файлу проекту були переведені у G-код (рис. 8) для роботи із верстатом числового програмного керування (ЧПК). Потім був запущений процес прирівнення країв за розміром креслення (рис. 9). За допомогою функції «вибірка за профилем» було виставлено кордони проходу фрези з накісником 0,2мм та заточкою 30 градусів для вибірки текстоліту і мідної фольги з плати для формування доріжки (рис. 10). Після цього обирається функція «вибірка карману» і більш крупною фрезою вибираються залишки міді.

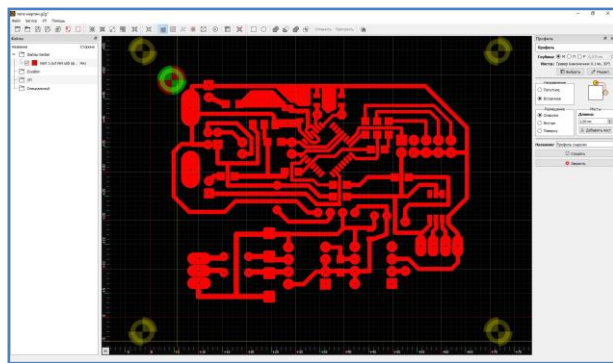


Рис. 8. Конвертація креслення у G-код

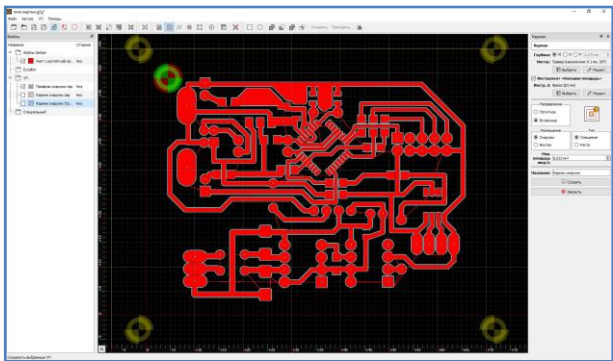


Рис. 9. Процес вирівнювання країв креслення

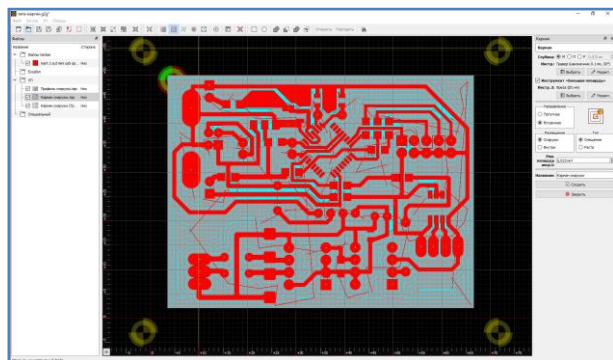


Рис. 10. Виставлення кордонів проходу фрези

Після цього усі файли завантажуються у керуючу програму ЧПК-верстата (рис. 11).

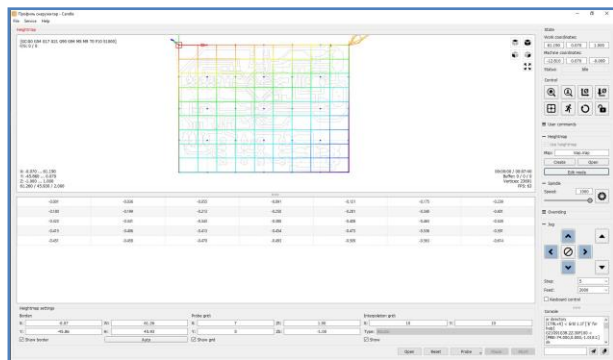
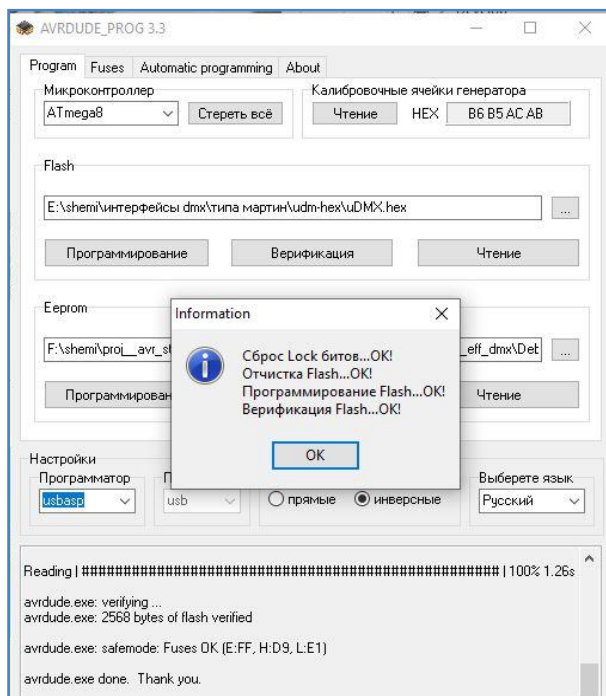


Рис. 11. Креслення у інтерфейсі керуючої програми ЧПК верстата

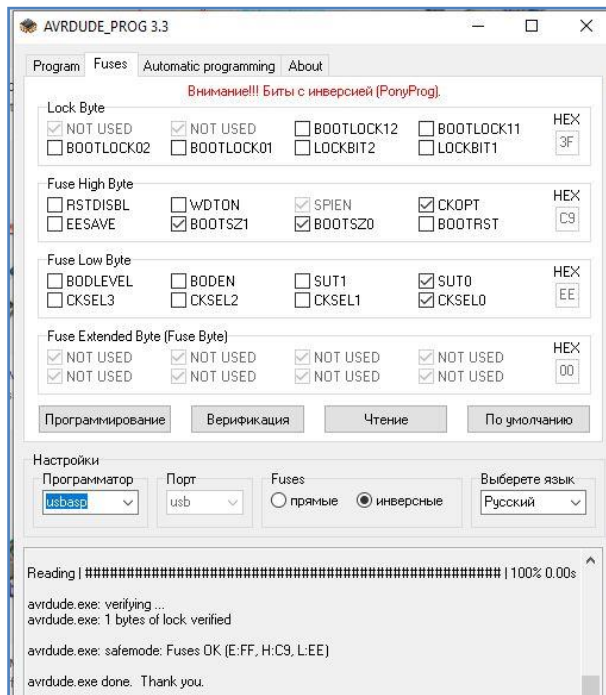
Наступний етап – сверління отворів під виводи компонентів 0,8 мм і 1 мм діаметр свердла та обрізка

заготовки за розмірами. Після зашкурювання всіх шереховатостей і лужиння друкованої плати можна приступати до пайки компонентів відносно до їх посадочних місць.

Далі приступаємо до написання коду контролера у середовищі AVR studio. Після написання коду програмуємо мікроконтроллер через ISPроз'єм за допомогою програматора usbasp та середовища AVRDUDE (рис. 12, а) та виставляємо конфігуруючі FUSE біти (рис. 12, б).



а



б

Рис. 12. Середовище AVRDUDE:
а – програмування мікроконтроллера через ISPроз'єм;
б — конфігуруючі FUSE біти

Порівняння результатів розробки із існуючими рішеннями

Після закінчення розробки було проведено порівняння існуючих на ринку рішень із наведеною розробкою для визначення її доцільності після всіх етапів

проекування, та створення пристрою. Основна порівняльна характеристика, яка використовувалась – це ціна виробу по відношенню до його характеристик.

Розглянемо аналогічні ринкові пристрої, та порівняємо їх із власним виробом. Результати порівняння наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння існуючих пристроїв із власною розробкою

Назва	Ціна	Наявність бездротової передачі сигналу	Максимальна кількість команд	Можливість під'єднання до комп'ютеру
SUNLITE SUITE-2FC	5400 грн	Ні	1024	Так, П.3. Sunlite Suite 2
LightConverse-2048X	26 000 грн	Ні	2048	Так, П.3. LightConverse
New Light C-12W	1650 грн	Так, 2.4 кГц	1024	Ні
GrandMA2 Command Wing	32 700 грн	Ні	2048	Так, П.3. GrandMA on PC
Власна розробка	2884,46 грн	Так, 2.4 кГц	1024	Так, П.3. QLC Light + GrandMA on PC

За результатами порівняння отримаємо, що наша розробка має конкурентноспроможну вартість. Її основна перевага, на відміну від основних конкурентів, – це поєднання бездротового інтерфейсу, та інтерфейсу керування DMX.

Порівняння проводилося по таких критеріях:

- ціна,
- наявність бездротового каналу зв'язку,
- максимальна кількість команд,
- можливість підключення до комп'ютеру.

Варто зазначити, що власна розробка спроможна працювати із П.3. «GrandMA on PC» лише за допомогою П.3. «QLC Light», на відміну від наведеної у таблиці світлової консолі «GrandMA2 Command Wing», яка безпосередньо працює із П.3. «GrandMA on PC», але має значно вищу вартість.

Висновки

У статті розглянуті переваги та недоліки керуючих пристроїв, також основні види сценічного освітлювального обладнання. На основі проведеного аналізу був обраний освітлювальний прилад і програмне забезпечення для складання повної системи програмно апаратного комплексу керування сценічним освітлювальним обладнанням. Розглянута структурна схема програмно апаратного комплексу керування сценічним освітлювальним обладнанням. Була проведена робота із розробки власного UDMX кодера і складання повної системи керування сценічними освітлювальними приладами. Реалізована можливість бездротової передачі команд освітлювальним приладам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сценічне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: https://wikinew.wiki/wiki/Stage_lighting
2. Театральні прожектори [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: https://luxpro.ua/ua/articles/198-vidi_i_osoblivosti_teatralnih_prozhektoriv
3. Протоколи [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <https://eurhythmic.com.ua/modern-lighting-control-protocols/>
4. Схеми на мікроконтролерах [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: bezkz.su
5. Light Converse [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <https://lightconverse.ua>
6. MA Lighting International GmbH [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <https://www.malighting.com/>
7. Програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: chipenable.ru
8. Передавач [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: www.radiolibrary.ru
9. Мікроконтролер [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: easyelectronics.ru
10. Martin Professional [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: <https://www.martin.com>

Received (Надійшла) 04.01.2022

Accepted for publication (Прийнята до друку) 23.03.2022

Software and Hardware complex of stage lighting equipment control

Oleksandr Chuiko, Dmytro Lysytsia, Heorhii Kuchuk

Abstract. The object of research - Control system of stage lighting equipment. The subject of research and design is the development and assembly of a control system for stage lighting fixtures. The purpose of the work is the design and manufacture of UDMX encoder for the control system of stage lighting devices, the implementation of wireless command transmission in the system. Research and development methods - development of design documentation, manufacture of UDMX encoder, firmware of UDMX encoder, compilation of software and hardware complex control of stage lighting equipment. The work develops the design of the UDMX encoder, software development of the UDMX encoder, assembly of software and hardware control of stage lighting equipment, implementation of wireless command transmission in the system, economic calculations of the cost and price of the project.

Keywords: moving heads, development, stroboscopes, color changers, software environment, microcontroller, control protocols, board, scheme.