

Форма № Н-9.02

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматки, електроніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

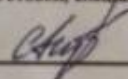
Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розроблення системи автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату»

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Тобенко А.С. 
(прізвище та ініціали)

Керівник Галай В.М. 
(прізвище та ініціали)

Рецензент Трет'як А.В.
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра " Розроблення системи автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату"

Робота містить 67 сторінок, 29 ілюстрацій, 1 таблицю, 32 використаних джерела

Ключові слова: спецефекти, схема, пожежний, Arduino Uno, стенд, розробка.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є система автоматичного керування на базі Arduino Mega. Об'єктом дослідження є розроблення системи управління спецефектами.

Розроблена система автоматичного управління спецефектами імітаційної моделі музейного експонату дозволяє не тільки забезпечити достатню відвідуваність музеїв, а також якісно підвищити обізнаність людей з малого віку про важливість дотримання пожежної безпеки і самозбереження в цілому.

Використання в схемі управління уніфікованих та широко застосовуваних пристроїв не лише знижує їх ціну, а і значно полегшує створення подібних стендів навіть на іншу тематику, а отже підвищує гнучкість та надійність виробничого процесу.

Робота має практичну цінність і її результати після більш детальної доробки можуть бути розглянуті для використання у Музеї Пожежників у м. Полтава, а також в інших ознайомчих центрах.

ABSTRACT

Bachelor's Qualification Work "Development of an Automatic Control System for Special Effects of a Museum Exhibit Simulation Model"

The work contains 67 pages, 29 illustrations, 1 table, and 32 references.

Keywords: special effects, circuit, fire safety, Arduino Uno, stand, development.

The subject of the qualification work research is an automatic control system based on Arduino Mega. The object of the research is the development of a special effects control system.


The developed automatic control system for special effects of a museum exhibit simulation model not only ensures sufficient museum attendance but also significantly enhances people's awareness from a young age about the importance of fire safety and self-preservation in general.

The use of standardized and widely used devices in the control circuit not only reduces their cost but also significantly simplifies the creation of similar stands even on other topics, thus increasing the flexibility and reliability of the production process.

The work has practical value, and its results, after more detailed refinement, can be considered for use in the Firefighters' Museum in Poltava, as well as in other educational centers.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
 Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
 робототехніки
 Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
 Ступінь вищої освіти Бакалавр
 Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматичного керування,
 електроніки та телекомунікацій

 О.В. Шефер
 «04» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

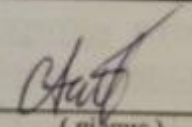
Торбенку Андрію Сергійовичу

1. Тема роботи «Розроблення системи автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату»
 керівник роботи Галай Василь Миколайович, к.т.н., доцент
 затверджена наказом вищого навчального закладу від 08.12.2023 р. №1481/1-фа.
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи)
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Основні принципи та технічні рішення по створенню спецефектів музейних експонатів. Вимоги до музейного експонату. Постановка завдань на кваліфікаційну роботу. Вибір оптимальних технічних рішень до створення спецефектів. Вибір компонентів системи автоматичного керування музейного експонату. Розроблення алгоритму роботи системи. Розроблення схеми електричних підключення. Розроблення програми керування спецефектами.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 1) Модель музейного експонату вид загальний;
 - 2) Вимоги до музейного експонату;
 - 3) Алгоритмічна схема роботи системи;
 - 4) Схема електрична підключень;
 - 5) Програма керування спецефектами;
 - 6) Інтерфейс панелі оператора для керування спецефектами.
6. Дата видачі завдання 04.12.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

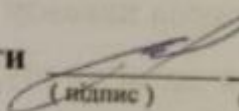
Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітки (плакати)
		Дата	Курс	Відсоток	
1	Основні принципи та технічні рішення по створенню спецефектів музейних експонатів. Вимоги до музейного експонату. Постановка завдань на кваліфікаційну роботу.	25.04.24	I	20%	Пл. 1,2,3
2	Вибір оптимальних технічних рішень до створення спецефектів. Вибір компонентів системи автоматичного керування музейного експонату. Розроблення алгоритму роботи системи.	23.05.24	II	60%	Пл. 4,5
3	Розроблення схеми електричного підключення. Розроблення програми керування спецефектами. Оформлення роботи.	10.06.24	III	100%	Пл. 6

Студент


(підпис)

Торбенко А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Галай В.М.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ	7
Теоретична Частина.....	7
1.1 Відомості про Музей Пожежників у м. Полтава.....	8
1.2 Основні принципи по створенню спецефектів музейних експонатів:.....	9
1.3 Основні технічні рішення по створенню спецефектів музейних експонатів.....	10
1.4 Вимоги до музейного експонату	12
1.5 Пожежні сигналізації для житлових будинків: вибір оптимального варіанту	13
Практична частина. Проектування та розробка системи автоматичного керування спецефектами	16
2. Постановка завдань на кваліфікаційну роботу	16
2.1 Опис функціональних обов'язків стенду.....	16
2.2 Необхідні завдання для реалізації проекту.....	19
Компоненти	21
3. Розроблення схеми електричного підключення.	21
3.1 Вибір компонентів	21
Реалізація проекту.....	40
4.2 Проектування схеми	40
4.3 Монтаж на макетній платі:.....	41
4.4 Тестування та налагодження.....	42
4.5 Результати.....	42
4. Розроблення програми керування спецефектами	42
4.1 Визначення вимог до програми.....	42
4.2 Вибір мови програмування та середовища розробки.....	43
4.3 Структура програми	43
4.4 Розробка та впровадження програми	43
4.5 Тестування та налагодження.....	47
4.6 Результати.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	49

Вступ

Сучасні музеї стають все більш інтерактивними та іммерсивними просторами, що сприяють активному взаємодії відвідувачів з експозиціями. Одним із ключових елементів цього процесу є використання технологій для створення реалістичних імітацій та спецефектів, які дозволяють поглибити розуміння і враження від експонатів.

Ця кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматичного керування спецефектами для імітаційної моделі музейного експонату. Основна мета дослідження полягає у створенні інноваційного технічного рішення, яке забезпечить ефективне відтворення сценаріїв пожежі та інших подій, відповідно до заданих критеріїв реалізму та безпеки.

В роботі буде детально розглянуто основні принципи та технічні аспекти, які враховувалися при виборі компонентів системи, розробці алгоритмів керування та програмного забезпечення. Важливою частиною проекту є також розроблення схем електричного підключення та інтерфейсу для оператора, що дозволить зручно та ефективно управляти спецефектами експонату.

Актуальність даної роботи полягає в можливості покращення візуального та звукового досвіду відвідувачів музею, створення більш іммерсивного середовища та підвищення привабливості музейних експозицій. Отримані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення технічних засобів в музейній сфері та інших областях, де важливо створювати відчуття реалізму та емоційного зв'язку з аудиторією.

Теоретична Частина

1.1 Відомості про Музей Пожежників у м. Полтава.

Пожежно-технічна виставка у Полтаві є унікальною у своєму роді, подібної немає в області. Експозиція має на меті ознайомити населення з історією пожежної справи, проводить інженерно-технічні консультації та багато іншого.

Для відвідувачів створена спеціальна емоційна атмосфера, яка викликає бажання дотримуватися правил безпеки у кожного, хто відвідує виставку. Її експозиція розміщена у шести залах. Перша зала присвячена Чорнобильській славі; у другій представлена історія дореволюційної пожежної охорони; у третій — різноманітна техніка та спецзасоби рятувальників; у четвертій містяться цікаві макети кімнат та будівель, які спалахують і перетворюються на згарища у вас на очах. У п'ятій кімнаті зібрані речові докази із пожеж: обгоріла техніка та предмети інтер'єру після контакту з вогнем, також тут можна переглянути фото обгорілих тіл (ці фото-факти не для людей із слабкою психікою та дітей, тому їх показують не всім).

Основна діяльність пожежної виставки Місцеві навчальні установи міста регулярно проводять уроки з основ безпеки життєдіяльності в межах пожежно-технічної виставки. Також відвідування своєрідного пожежного музею входить до організованих туристичних маршрутів до Полтави.

Для гостей виставки створені спеціальні умови та клімат, завдяки чому відвідувачі не лише починають твердо дотримуватися правил пожежної безпеки, а й звертають увагу на загальне ставлення суспільства до небезпеки.

Виставка почала свою активну роботу з 1987 року 24 жовтня. За роки роботи встигла накопичити чималу експозицію та створити унікальну програму, яка дозволяє:

- ознайомити гостей з пожежною справою;
- організувати навчання з працівниками, службовцями, учнями та студентами;
- проводити консультації технічного напрямку з питань захисту об'єктів;

- пропагувати трудові та бойові традиції охорони.

Результати активної пропаганди правил пожежної безпеки вражаючі. Це позитивно відобразилося на стані протипожежного захисту закладів та підприємств і, як наслідок, збереженні людського життя.



Рисунок 1.1 – Експонати у Музеї Пожежників м. Полтава

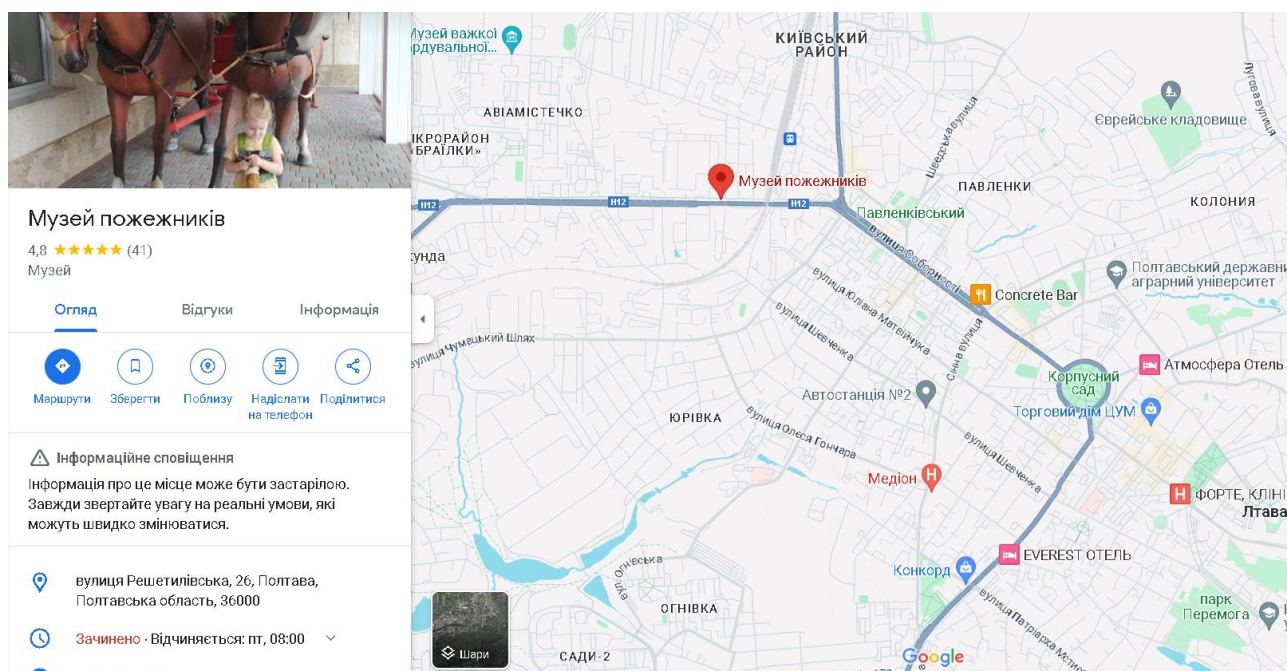


Рисунок 1.2 – Розташування Музей Пожежників у м. Полтава на Google Maps

1.2 Основні принципи по створенню спецефектів музейних експонатів:

1) Інтерактивність та залучення

Одним із головних принципів створення спецефектів для музейних експонатів є підвищення рівня інтерактивності. Інтерактивні елементи сприяють активному залученню відвідувачів, дозволяючи їм взаємодіяти з експонатами та отримувати унікальний досвід. Це може бути реалізовано через сенсорні екрани, кнопки, важелі та інші пристрої, що дозволяють керувати спецефектами.

2) Реалістичність та точність

Спецефекти повинні бути максимально реалістичними та відповідати історичним чи науковим даним. Це забезпечується використанням сучасних технологій, таких як високоякісні LED-стрічки, проєктори, димогенератори, звукові системи та інші засоби, що дозволяють створити правдоподібні візуальні та звукові ефекти.

3) Безпека та надійність

При розробці та впровадженні спецефектів важливо забезпечити безпеку відвідувачів та надійність обладнання. Це включає використання сертифікованих компонентів, правильне електричне з'єднання, контроль за температурою та іншими умовами, що можуть впливати на безпеку експонату.

4) Енергоефективність

Сучасні системи спецефектів повинні бути енергоефективними, що дозволяє зменшити витрати на електроенергію та зберегти ресурси. Використання LED-технологій, економічних мікроконтролерів та енергоефективних схем допомагає досягти цього.

5) Модульність та масштабованість

Системи спецефектів повинні бути модульними та легко масштабованими, що дозволяє додавати нові функції або розширювати існуючі без значних витрат та зусиль. Це включає використання мікроконтролерів, таких як Arduino, що дозволяють легко програмувати та налаштовувати різні компоненти системи.

1.3 Основні технічні рішення по створенню спецефектів музейних експонатів

1) Використання мікроконтролерів

- Для керування спецефектами часто використовуються мікроконтролери (наприклад, Arduino), які забезпечують гнучкість у програмуванні та можливість інтеграції різних сенсорів та виконавчих механізмів.

2) Світлодіодні технології

- RGB світлодіоди зі спільним плюсом широко застосовуються для створення візуальних ефектів. Вони дозволяють відтворювати різноманітні кольори та динамічні світлові сценарії.

3) Звукові ефекти

- Звукові модулі та динаміки використовуються для створення аудіоефектів, що супроводжують візуальні ефекти, підвищуючи реалістичність та емоційне сприйняття експонатів.

4) Димогенератори

- Димогенератори застосовуються для створення ефекту диму, що додає реалізму імітаційним моделям, особливо у випадках відтворення пожеж або інших подій, що включають дим.

5) Сенсорні системи

- Сенсори, такі як датчики руху, освітлення або температури, використовуються для активації спецефектів у відповідь на присутність відвідувачів або інші тригери.

6) Програмування та скрипти

- Програмне забезпечення, написане для мікроконтролерів, дозволяє створювати складні сценарії для спецефектів, керувати їхньою послідовністю та синхронізувати різні елементи системи.

7) Електронні компоненти

- Резистори, конденсатори та інші електронні компоненти використовуються для стабілізації роботи світлодіодів, димогенераторів та інших пристроїв, забезпечуючи надійність та безпеку системи.

Тобто, розробка систем автоматичного керування спецефектами для музейних експонатів базується на принципах інтерактивності, реалістичності, безпеки, енергоефективності та модульності. Використання сучасних мікроконтролерів, світлодіодних технологій, звукових модулів та сенсорних систем дозволяє створювати вражаючі імітаційні моделі, що привертають увагу відвідувачів та підвищують їхній інтерес до музейних експонатів.

1.4 Вимоги до музейного експонату

Розробка та реалізація музейних експонатів, особливо з використанням сучасних технологій для створення спецефектів, вимагає дотримання ряду вимог. Ці вимоги забезпечують безпеку, ефективність та привабливість експонату для відвідувачів.

1.4.1 Безпека

Електрична безпека: Усі електричні компоненти експонату повинні відповідати стандартам безпеки, мати захист від короткого замикання та перегріву.

Фізична безпека: Конструкція експонату повинна бути міцною та стійкою, щоб уникнути падіння або пошкодження. Всі дроти та з'єднання мають бути надійно закріплені та ізольовані.

Відповідність нормам пожежної безпеки: Експонат повинен використовувати матеріали, що не підтримують горіння, а також мати системи запобігання перегріву та займання.

1.4.2. Функціональність та інтерактивність

Інтерактивні елементи: Експонат повинен мати інтерактивні елементи, такі як кнопки, сенсорні екрани або важелі, що дозволяють відвідувачам взаємодіяти з ним.

Реалістичність спецефектів: Спецефекти (світлові, звукові, димові) повинні бути реалістичними та відповідати тематиці експонату, створюючи правдоподібну імітацію подій або явищ.

Незалежне керування: Кожен спецефект повинен мати можливість окремого включення та вимкнення, що дозволяє гнучко налаштовувати сценарії демонстрації.

1.4.3. Технічні характеристики

Використання мікроконтролерів: Для керування спецефектами доцільно використовувати мікроконтролери (наприклад, Arduino), що забезпечують гнучкість у програмуванні та інтеграції різних сенсорів і виконавчих механізмів.

Світлодіодні системи: Використання RGB світлодіодів зі спільним плюсом для створення світлових ефектів. Світлодіодні стрічки повинні бути надійно закріплені та правильно підключені.

Аудіосистеми: Звукові модулі повинні забезпечувати чітке та якісне відтворення звуків, що супроводжують візуальні ефекти.

Димогенератори: Для створення димових ефектів слід використовувати надійні та безпечні димогенератори з можливістю регулювання подачі диму.

1.4.4. Естетичність та дизайн

Візуальна привабливість: Експонат повинен мати естетично привабливий вигляд, що відповідає тематиці та загальному дизайну музейної експозиції.

Зручність використання: Експонат повинен бути зручним у використанні як для відвідувачів, так і для обслуговуючого персоналу. Кнопки та інші елементи управління мають бути розташовані на доступних місцях.

1.4.5 Енергоефективність

Економне використання електроенергії: Всі електронні компоненти експонату повинні бути енергоефективними, що дозволить зменшити витрати на електроенергію та підвищити загальну ефективність експонату. Також дозволить знизити вартість відвідування музею й попіклуватися про екологію.

Дотримання цих вимог при розробці музейних експонатів забезпечує їхню безпеку, функціональність, естетичну привабливість та інтерактивність, що сприяє створенню незабутнього досвіду для відвідувачів музею. Сучасні технічні рішення, такі як мікроконтролери, світлодіодні системи, аудіо та димогенератори, допомагають реалізувати складні та реалістичні спецефекти, що підвищують інтерес та залучення відвідувачів.

1.5 Пожежні сигналізації для житлових будинків: вибір оптимального варіанту

Пожежна безпека є критично важливою для будь-якого житлового приміщення, і пожежна сигналізація є важливою складовою цієї безпеки. Вибір правильної системи пожежної сигналізації для житлового будинку може значно збільшити шанси на вчасне виявлення пожежі і уникнення серйозних

матеріальних збитків або навіть людських жертв. Розглянемо кілька ключових аспектів вибору пожежної сигналізації.

Типи пожежних сигналізацій:

- Дротові системи: Ці системи використовують дроти для підключення датчиків диму, тепла та інших детекторів до центрального контрольного пульта. Вони відомі своєю надійністю, але вимагають прокладки дротів, що може збільшити вартість і складність установки.

- Бездротові системи: Ці системи використовують радіосигнали для зв'язку між датчиками і центральним контрольним пультом. Вони легші в установці, оскільки не потребують прокладки дротів, але можуть бути менш надійними через можливість перешкод у радіочастотному зв'язку.- Гібридні системи: Ці системи поєднують в собі переваги дротових і бездротових підходів, забезпечуючи більш гнучку установку при збереженні частини дротових підключень для підвищення надійності.

Ключові функції пожежної сигналізації для житлових будинків:

- Детектори диму і тепла: Найбільш поширені типи датчиків, які виявляють пожежу за наявності диму або збільшення температури.

- Сигналізація: Акустичні (звукові) і візуальні (світлові) сигнали для попередження мешканців про небезпеку.

- Автоматичне сповіщення служб: Можливість автоматичного сповіщення пожежних, поліції або інших служб у разі спрацювання сигналізації.

Вибір оптимального варіанту:

При виборі пожежної сигналізації для житлового будинку важливо враховувати такі фактори:

- Розмір будинку: Великі будинки можуть вимагати більше датчиків і складніших систем.

- Бюджет: Дротові системи зазвичай коштують більше через витрати на прокладку дротів, тоді як бездротові системи можуть бути більш доступними з точки зору встановлення.

- Надійність: Вибирайте систему з надійними відгуками і сертифікаціями, які гарантують її ефективність у виявленні пожеж.



Рисунок 1.3 – Пожежні сигналізації

На ілюстрації зображено сучасну бездротову пожежну сигналізацію зі вбудованими датчиками диму та тепла, яка інтегрується з центральним контрольним пультом для оперативного реагування на пожежні загрози.

Практична частина. Проектування та розробка системи автоматичного керування спецефектами

2. Постановка завдань на кваліфікаційну роботу

У даній кваліфікаційній роботі розробляємо та реалізуємо систему автоматичного керування спецефектами для імітаційної моделі музейного експонату пожежників.

2.1 Опис функціональних обов'язків стенду

Імітаційна модель музейного експонату виглядає, як трьохповерховий будинок, в якому на кожному поверсі розігруються різні епізоди пожежі, проте за імітацію полум'я відповідає один сценарій та елементи схеми, що керуються мікроконтролером Arduino Mega, а саме: на кожному поверсі розміщена LED RGB стрічка довжиною в шість діодів, які завдяки спеціальному скрипту мергять немов справжній вогонь та дають відповідний ефект. Димогенератор тут один, але пар з нього подається в кожен поверх по шлангах .



А)



Б)

Рисунок 2.1 – А) Модель музейного експонату вид загальний

Б) Модель музейного експонату вид ззаду

Пожежу можна увімкнути на кожному поверсі окремо і вимкнути також

окремо. Це керування здійснюється ззовні завдяки трьом простим кнопкам постійного включення і виглядає наступним чином:

1) Після натискання на кнопку, що відповідає конкретному поверху, ініціюється послідовний процес створення реалістичного ефекту пожежі. Цей процес включає анімаційне відтворення вогняного ефекту на LED RGB стрічці та відтворення звукових ефектів пожежі з використанням звукового модуля. Таке поєднання світлових та звукових елементів допомагає створити відчуття реалізму та іммерсії для відвідувачів музейного експонату.

2) Наступним етапом є активація димогенератора, який забезпечує створення імітації густого диму в кімнаті або приміщенні, де розгортається сценарій пожежі. Цей ефект сприяє створенню атмосфери напруження та реалізму, що дозволяє відвідувачам відчувати себе частиною ситуації та реагувати на неї відповідно.

3) Робота стенду є демонстративною, проте важливою для створення ефекту відтворення пожежі. З метою оптимізації роботи системи та підвищення її тривалості, сценарій пожежі запускається на обмежений час - 30 секунд. Цей період є достатнім для демонстрації ефекту та надає можливість використання системи у різних ситуаціях та експлуатаційних умовах

4) Крім того, важливо відзначити, що пожежі на різних поверхах відбуваються незалежно одна від одної. Це дозволяє відтворювати різні епізоди пожежі та імітувати реальні ситуації, що відбуваються одночасно на різних ділянках експозиції, передбачені сценарієм:

- Коротке замикання в дитячій кімнаті

Імітація іскор за допомогою діода від електричного подовжувача з переходом пожежі на речі в кімнаті, такі як ліжка й шафа з підручниками

- Займання новорічної ялинки

Трубку від димогенератора легко приховати позаду дерева, як і розмістити стрічку. Таким чином легко досягнути ефект пожежі для цього випадку

- Займання у котельні

Елементи пожежної імітаційної схеми легко приховати за дровами, з-під них і виходить дим й світлові ефекти

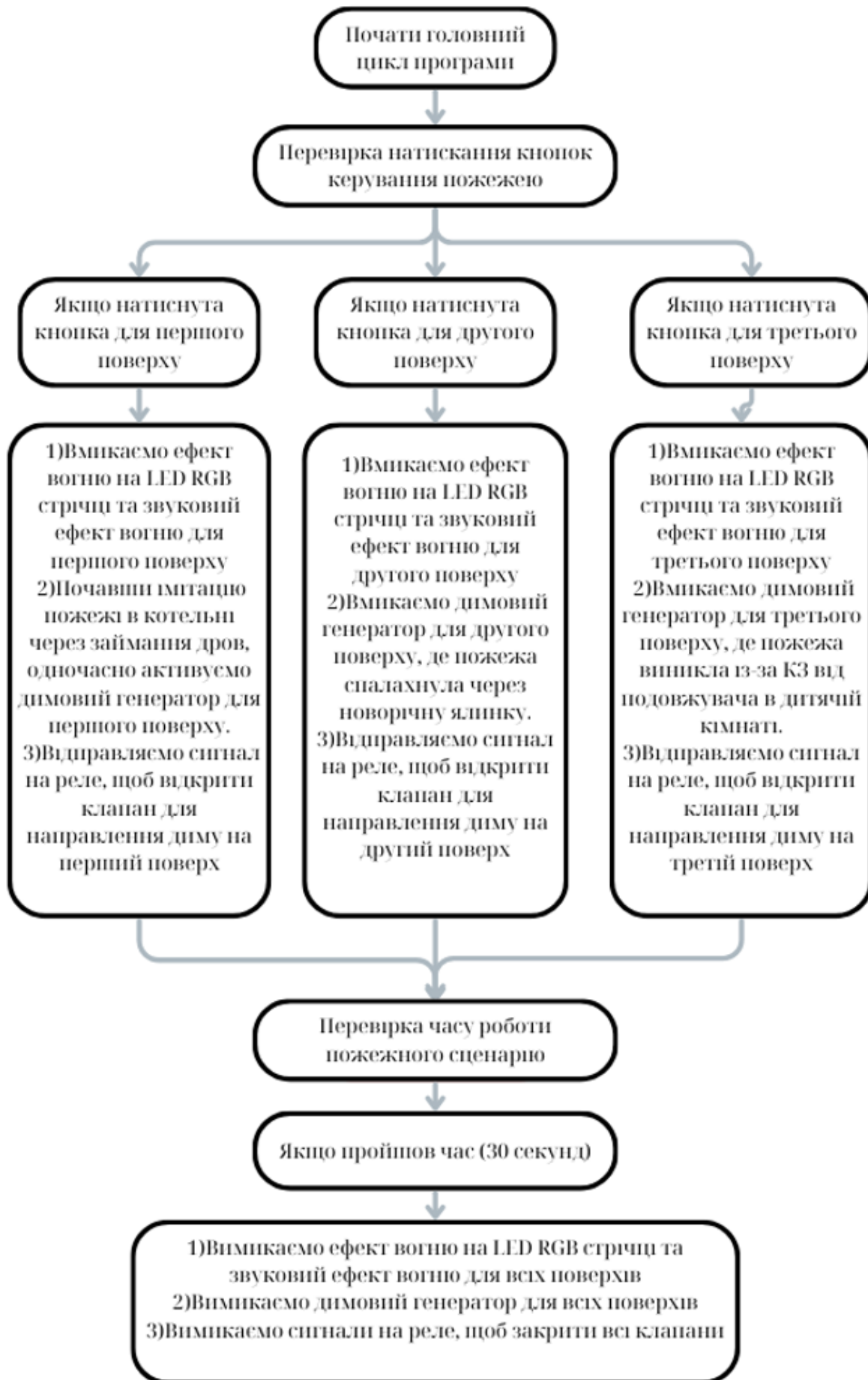


Рисунок 2.1 - Алгоритмічна схема перевірки послідовності виконання сценарію

2.2 Необхідні завдання для реалізації проєкту

2.2.1 Аналіз сучасних технологій

Огляд існуючих систем: Дослідити сучасні системи автоматичного керування спецефектами, які використовуються у музейних експозиціях, зокрема технології, що застосовуються для імітації пожеж.

Вибір технологій: На основі проведеного аналізу визначити найбільш підходящі технології та компоненти для реалізації імітаційної моделі музейного експонату, включаючи мікроконтролери, світлодіодні стрічки, димогенератори та звукові модулі.

2.2.2. Розробка системи керування

Програмування мікроконтролера: Розробити програмне забезпечення для мікроконтролера Arduino, яке буде керувати світловими, звуковими та димовими ефектами відповідно до заданого сценарію.

Схема підключення компонентів: Розробити електричну схему підключення всіх компонентів (LED стрічок, димогенератора, звукового модуля, кнопок керування), забезпечивши їхню сумісність та безпеку.

Тестування та налагодження: Провести тестування розробленої системи для виявлення та усунення можливих помилок, забезпечити коректну роботу всіх спецефектів та їхню синхронізацію.

2.2.3. Реалізація імітаційної моделі

Конструювання макету: Інтегрувати всі розроблені спецефекти в макет, забезпечивши їхнє правильне розміщення та з'єднання у тривимірний макет трьоповерхового будинку, який буде використовуватися для демонстрації роботи спецефектів.

Керування сценаріями: Реалізувати систему керування, яка дозволяє запускати та зупиняти спецефекти на кожному поверсі будинку незалежно один від одного за допомогою кнопок.

2.2.4. Оцінка ефективності системи

Тестування в реальних умовах: Провести тестування імітаційної моделі в умовах, максимально наближених до реальних, щоб оцінити її функціональність та ефективність.

Оцінка результатів: Зібрати відгуки від користувачів (відвідувачів музею або експертів), провести аналіз отриманих даних для оцінки досягнення поставлених цілей та можливих покращень.

2.2.5. Презентація результатів

Презентація проекту: Розробити презентаційні матеріали, що включають опис проекту, основні досягнення та результати, для демонстрації на захисті кваліфікаційної роботи.

Постановка цих завдань дозволяє структуровано та поетапно реалізувати систему автоматичного керування спецефектами для імітаційної моделі музейного експонату. Виконання кожного з завдань сприятиме досягненню загальної мети проекту – створенню функціонального, безпечного та інтерактивного експонату, що підвищить привабливість музейної експозиції та забезпечить незабутні враження для відвідувачів.

Компоненти

3. Розроблення схеми електричного підключення.

Розробка схеми електричного підключення є критично важливим етапом для успішної реалізації проєкту імітації пожежі на стенді. Це включає в себе детальний план з'єднання всіх компонентів системи, таких як мікроконтролер, LED стрічки, звуковий модуль, димогенератор та інші електронні елементи. Нижче наведено кроки, які я виконав для розробки і впровадження цієї схеми.

3.1 Вибір компонентів

Для проєкту було обрано такі компоненти:

Таблиця 3.1 – Компоненти

Компонент	Кількість	Опис
Arduino Mega	1	Мікроконтролер для керування системою
LED стрічка	1	Для імітації пожежі на кожному поверсі
Звуковий модуль	1	Відтворює звук багаття
Димогенератор	1	Для імітації диму
Вимикач	3	Для керування запуском сценаріїв пожежі
Резистор	3	Для підтягуючих опорів та регулювання струму
ПК дисплей	1	Для виводу інформації про стан сценаріїв
Електромагнітний клапан	3	Для керування потоками диму

- Arduino Mega: Мікроконтролер, що слугуватиме центральним елементом керування системою. Обраний за його простоту використання та підтримку широкого спектру додаткових модулів. Arduino Mega 2560 R3 є вдосконаленою версією плати Arduino. Вона побудована на базі мікроконтролера ATmega2560. Як USB-UART перетворювач використовується мікросхема ATmega16U2.

На платі Mega 2560 R3 є 54 цифрових входи/виходи (15 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 16 аналогових входів, 4 апаратних порти UART, тактовий кварц на 16 МГц, USB конектор, роз'єм живлення, кнопка RESET і роз'єм для внутрішньосхемного програмування ICSP. Arduino Mega 2560 R3 сумісна з більшістю плат розширення, розроблених для платформ Uno або Duemilanove.

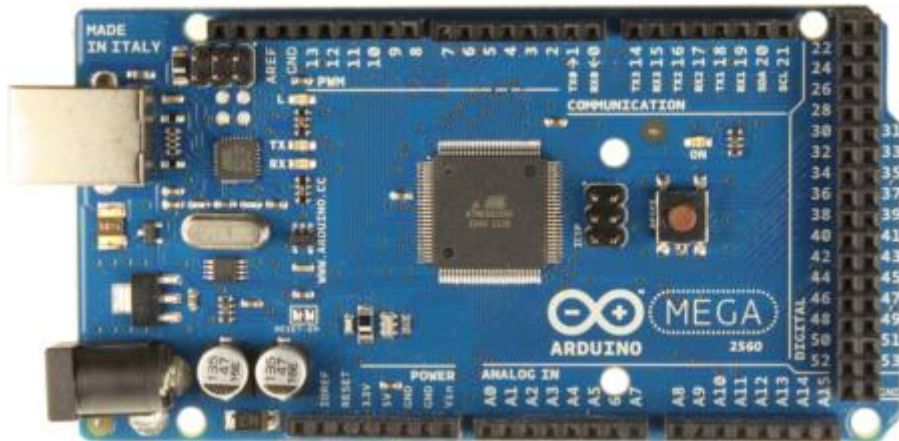


Рисунок 3.1 – Мікроконтролер Arduino Mega

Ця плата - оптимальний вибір для реалізації проєктів, що потребують великого обсягу пам'яті, а також у випадку необхідності підключення великої кількості периферійних пристроїв.

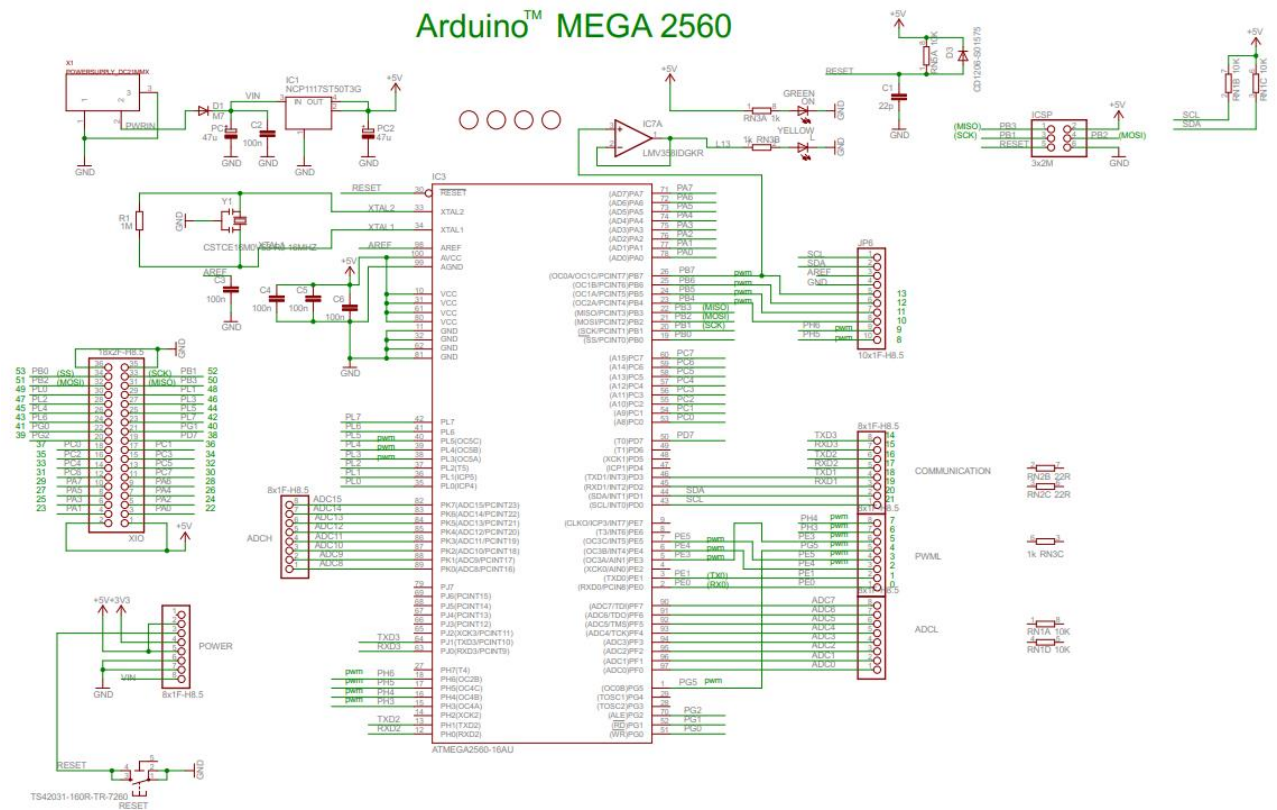


Рисунок 3.2 - Принципова схема контролера Arduino Mega 2560

Опис схеми для Arduino Mega 2560

Ця схема є принциповою схемою контролера Arduino Mega 2560. Вона містить декілька основних компонентів і функціональних блоків.

Основні компоненти та їхні функції:

- Мікроконтролер (АТmega2560):
 - Центральний елемент плати, що відповідає за обробку даних та виконання програм. Мікроконтролер має багато виводів для підключення різноманітних периферійних пристроїв.
- Кварцовий резонатор (XTAL1, XTAL2):
 - Забезпечує стабільну тактову частоту для мікроконтролера.
- Конденсатори (C1, C2, C3, ...):
 - Фільтрують напругу живлення і зменшують шум в схемі.
- Резистори (R1, R2, ...):
 - Виконують функцію обмеження струму та створення дільників напруги.
- Порти введення/виведення (PORT A, PORT B, ...):

- Порти для підключення зовнішніх пристроїв та датчиків.
 - З'єднувачі (J1, J2, J3, ...):
 - Використовуються для підключення до інших модулів та плат розширення.
 - Джерело живлення (POWER):
 - Блок живлення забезпечує стабільне живлення для всіх компонентів на платі.
 - Схема скидання (RESET):
 - Дозволяє скинути мікроконтролер для перезапуску програми.
- Опис роботи схеми:
- Живлення:
 - Напруга живлення подається на плату через блок живлення. Конденсатори фільтрують живлення для забезпечення стабільної роботи.
 - Тактування:
 - Кварцовий резонатор генерує тактову частоту, необхідну для роботи мікроконтролера.
 - Мікроконтролер:
 - ATmega2560 обробляє вхідні сигнали з різних портів і виконує програми, записані в його пам'яті.
 - Порти введення/виведення:
 - Порти використовуються для взаємодії з периферійними пристроями, такими як датчики, двигуни, дисплеї та інші модулі.
 - Скидання:
 - Схема скидання дозволяє перезапустити мікроконтролер для відновлення його роботи в разі необхідності.

Ця схема використовується для створення прототипів та розробки проектів з використанням Arduino Mega 2560, який є потужним інструментом для реалізації складних завдань в області електроніки та програмування.

21

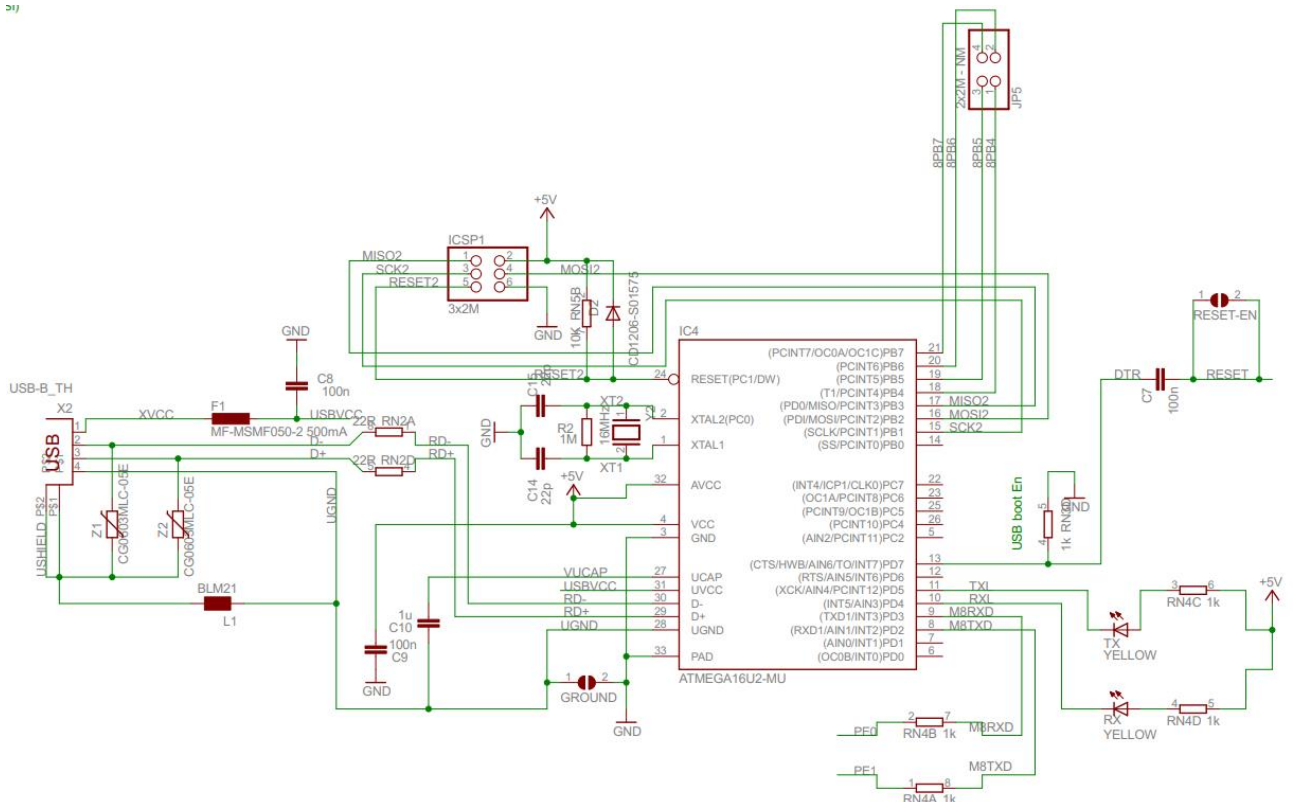


Рисунок 3.3 – Схема USB-перетворювача для Arduino Mega

Ця схема представляє частину плати Arduino Mega, зосереджену на USB-інтерфейсі та мікроконтролері ATmega16U2, який використовується для перетворення USB на послідовний інтерфейс. Ось детальний опис компонентів та з'єднань:

USB Секція

- USB Роз'єм (USB-B_TH)

- Це USB-порт для підключення Arduino Mega до комп'ютера. Він має контакти, позначені 1 до 4.

- Контакт 1 (VUSB): Підключений до живлення USB (5V).

- Контакт 2 (D-): Підключений до USB лінії даних мінус.

- Контакт 3 (D+): Підключений до USB лінії даних плюс.

- Контакт 4 (GND): Підключений до землі.

- Ценерові Діоди (Z1, Z2)

- CG0303MLC-05E: Використовуються для захисту від електростатичних розрядів на USB лініях даних (D- та D+).

- Феритовий Фільтр (L1)

- BLM21: Використовується для фільтрації високочастотного шуму на USB лінії живлення.

- Полімерний Запобіжник (F1)

- MF-MSMF050-2 500mA: Забезпечує захист від перевантаження по струму для USB лінії живлення.

Перетворювач USB-последовний (ATmega16U2)

- Мікроконтролер ATmega16U2 (IC4)

- Цей мікроконтролер використовується для обробки USB-комунікацій та перетворення їх на последовну UART-комунікацію для основного мікроконтролера ATmega2560 (не показано на цій схемі).

- Кварцовий Генератор (XTAL1, XT1)

- 16 МГц: Забезпечує тактовий сигнал для ATmega16U2.

- C2, C3: Конденсатори, підключені до кварцу для стабілізації коливань.

- Схема Скидання

- R2 (1MΩ): Підтягувальний резистор для лінії скидання.

- C7 (100н): Конденсатор для схеми скидання, забезпечуючи правильний сигнал скидання.

- RESET-EN: Джемпер для включення/вимкнення функціональності скидання.

- USB Boot Enable (JP5)

- Джемпер для включення режиму завантажувача на ATmega16U2 для оновлення прошивки.

Лінії Даних та З'єднання

- Лінії Даних (D+, D-)

- Підключені від USB роз'єму через резистори RN2A, RN2B (22Ω кожен) до відповідних контактів на ATmega16U2.

- Комунікація з Основним Мікроконтролером

- TX1, RX1: Лінії передачі та прийому для UART-комунікації між ATmega16U2 та основним мікроконтролером ATmega2560.

- DTR (Data Terminal Ready): Підключений до лінії скидання основного мікроконтролера через 100н конденсатор (C7) для автоматичного скидання під час програмування.

Світлодіодні Індикатори

- Світлодіоди (RN4C, RN4D)
 - TX Світлодіод (RN4C 1kΩ, Жовтий): Вказує на передачу даних.
 - RX Світлодіод (RN4D 1kΩ, Жовтий): Вказує на прийом даних.

Живлення

- +5V Лінія
 - Забезпечує живлення для різних компонентів та отримується від USB живлення.

ICSP Заголовок (ICSP1)

- Заголовок для Програмування у Схемі
 - Забезпечує можливість програмування ATmega16U2 за допомогою зовнішнього програматора.
 - Контакти: MISO, SCK, RESET, VCC, GND, MOSI.

Загальні З'єднання

- Земля (GND)
 - Загальні з'єднання заземлення по всій схемі.

Конденсатори

- C8, C9, C10 (100нФ кожен)
 - Фільтруючі конденсатори для зменшення шуму та стабілізації живлення.

Ця схема ілюструє USB-інтерфейс та роль мікроконтролера ATmega16U2 в обробці USB-послідовної комунікації для Arduino Mega. Вона включає захист живлення, обробку сигналів та необхідні інтерфейси для програмування та налагодження мікроконтролера USB-інтерфейсу.

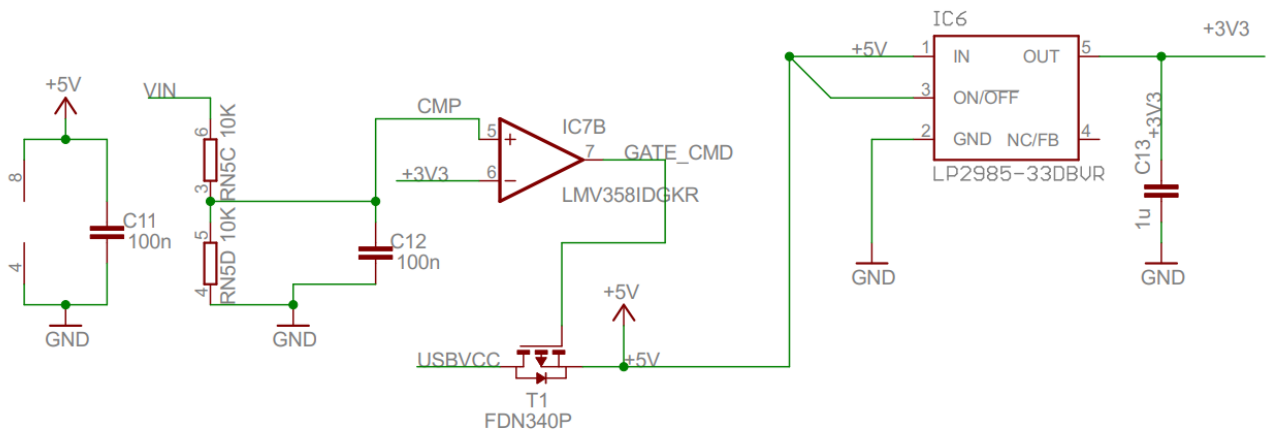


Рисунок 3.4 - Схема регулятора живлення 5V до 3.3V для Arduino

Опис схеми регулятора живлення для Arduino

Ця схема представляє регулятор живлення, який перетворює вхідну напругу 5V на стабільну вихідну напругу 3.3V. Вона включає кілька основних компонентів: операційний підсилювач, MOSFET, і стабілізатор напруги.

Компоненти та їхні функції:

- Конденсатори (C11, C12, C13):
 - C11 (100nF): Фільтрує вхідну напругу 5V.
 - C12 (100nF): Фільтрує напругу перед операційним підсилювачем.
 - C13 (1uF): Фільтрує вихідну напругу 3.3V.
- Резистори (RN5C):
 - RN5C (10K): Дільник напруги для подачі контрольної напруги на вхід операційного підсилювача.
- Операційний підсилювач (IC7B - LMV358IDGKR):
 - Порівнює контрольну напругу з опорною напругою (3.3V) та керує транзистором для стабілізації вихідної напруги.
- MOSFET (T1 - FDN340P):
 - Керує подачею напруги на стабілізатор напруги на основі сигналу з операційного підсилювача.
- Стабілізатор напруги (IC6 - LP2985-33DBVR):
 - Перетворює вхідну напругу 5V на стабільну вихідну напругу 3.3V.
- Виводи та з'єднання:

- VIN: Вхідна напруга 5V.
- CMP: Контрольна точка для порівняння напруги.
- GATE_CMD: Сигнал для керування затвором MOSFET.
- USBVCC: Напруга з USB.

Робота схеми:

- Фільтрація вхідної напруги:
 - Вхідна напруга 5V проходить через конденсатори C11 і C12, які фільтрують шум.
- Контроль та порівняння:
 - Напруга дільника подається на вхід операційного підсилювача IC7B.
 - Операційний підсилювач порівнює цю напругу з опорною напругою (3.3V).
- Керування MOSFET:
 - Залежно від результату порівняння, операційний підсилювач IC7B видає сигнал на затвор MOSFET T1.
 - MOSFET T1 регулює напругу, яка подається на стабілізатор напруги IC6.
- Стабілізація вихідної напруги:
 - Стабілізатор напруги IC6 забезпечує стабільну вихідну напругу 3.3V, фільтровану конденсатором C13.
 - Адресну світлодіодну стрічку SMD 5050/60 Magic Strip ws2811 встановив на окремому поверсі макету для імітації пожежі. Для монтажу стрічки використав двосторонній скотч наклеєний з тильного боку стрічки для зручності. Живлення DC12V подав не через контролер, а безпосередньо до стрічки. Для цього на кінцях стрічки є спеціальні відводи для підключення до блоку живлення. Це пов'язано з високим енергоспоживанням SMART-стрічок. Оскільки для роботи використовуються відрізки стрічки - припаяв окремі дроти для забезпечення подачі живлячої напруги. Підключення великих відрізків стрічки безпосередньо через контролер (без подачі живлення до стрічки) може вивести з ладу сам контролер.

Адресна світлодіодна SMART-стрічка - керується за допомогою спеціального контролера, де можливе управління кожним RGB-світлодіодом у режимі реального часу. Окрім ефекту мерехтіння вогню, в пам'ять контролера вже вбудовані й інші ефекти – їх можна перемикаєти, змінювати швидкість та яскравість. SMART-стрічки призначені для створення світлодинамічних ефектів, використовуються у виготовленні динамічних панно та біжучих рядків.

Незважаючи на гадану складність, стрічки прості у підключенні та використанні: два провали живлення та провід передачі даних. Як і в будь-якій стрічці, живлення бажано подавати на обидва кінці стрічки.

Необхідно дотримуватися не лише полярності, а й напрямку проходження цифрового сигналу - воно вказується стрілками на стрічці



Рисунок 3.5 – Адресна світлодіодна стрічка SMD 5050/60 Magic Strip ws2811

Розробка електричної принципової схеми для підключення світлодіодної LED стрічки з блоком живлення і LED контролером включає наступні кроки:

Крок 1: Вибір компонентів

- LED стрічка.
- Джерело живлення (наприклад, адаптер 12V або 24V).
- LED контролер.
- Вимикач (для ввімкнення/вимкнення стрічки, опціонально).
- Коннектори (для з'єднання стрічки з джерелом живлення і контролером).

Крок 2: Розміщення компонентів на схемі

Символи:

- Джерело живлення: позначається як дві вертикальні лінії (довга — позитивний полюс, коротка — негативний).
- LED контролер: прямокутник з входом і виходом для з'єднання з джерелом живлення та стрічкою.
- Світлодіодна стрічка: позначається прямокутником з внутрішнім зигзагоподібним малюнком (для світлодіодів).
- Вимикач: дві точки, з'єднані лінією (в розімкненому стані) або дві лінії з нахилом (замкнений стан).

Крок 3: З'єднання компонентів

- Джерело живлення:
 - Підключи позитивний вихід до входу "+" на LED контролері.
 - Підключи негативний вихід до входу "-" на LED контролері.
- LED контролер:
 - З'єднай вихід "+" контролера з позитивним кінцем LED стрічки.
 - З'єднай вихід "-" контролера з негативним кінцем LED стрічки.
- Світлодіодна стрічка:
 - Підключи позитивний (+) і негативний (-) дроти стрічки до відповідних виходів контролера.

Схематичне зображення

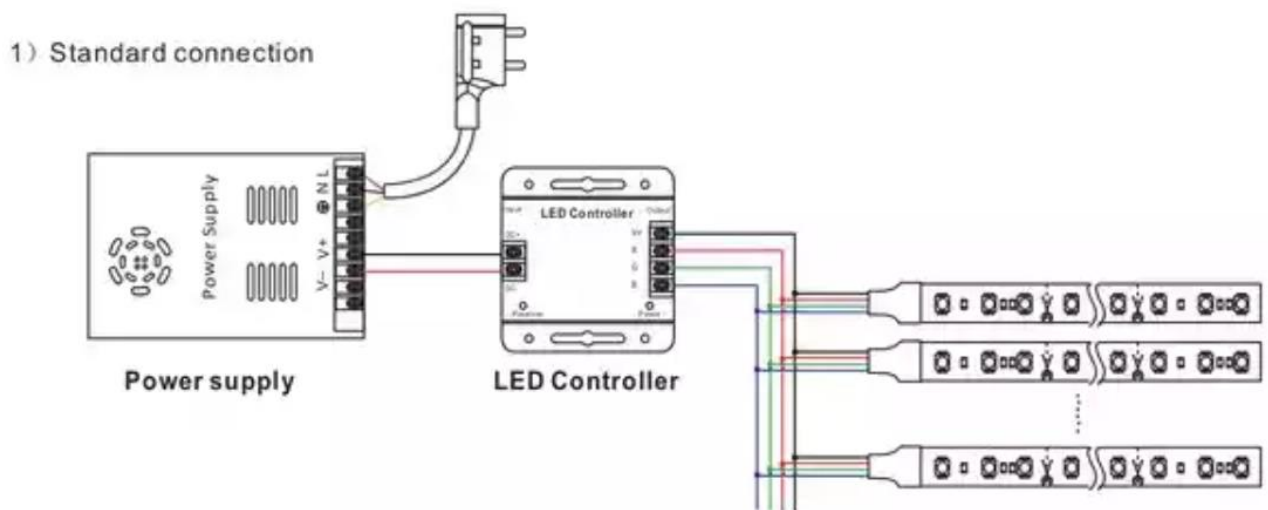


Рисунок 3.6 – Підключення LED стрічки

Ось спрощене зображення схеми:

Пояснення:

- + та -: Полюси джерела живлення.
- LED контролер: Пристрій для керування світлодіодною стрічкою.
- LED стрічка: Основний елемент, який буде підключений до живлення і контролера.

Додаткові поради:

- Специфікація стрічки: Перевір технічні характеристики LED стрічки, щоб дізнатися, яке саме джерело живлення потрібно (напруга та струм).
- Джерело живлення: Використовуй джерело живлення з відповідною напругою і достатньою потужністю для забезпечення роботи стрічки.
- Контролер: Переконайся, що контролер сумісний з LED стрічкою і може забезпечити необхідний струм.

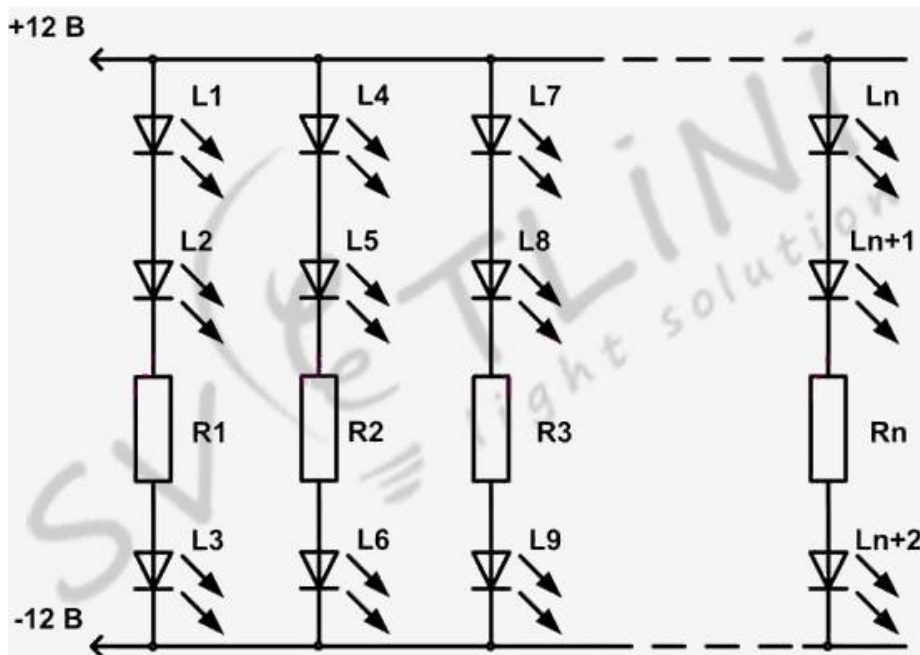


Рисунок 3.7 – Схема світлодіодної стрічки

- Голосовий (звуковий) модуль USB/SD MP3 декодер GPD2856 для відтворення звуку багаття, що супроводжує візуальні ефекти. Був обраний для виконання проєкту за можливість відтворення MP3 файлів з USB- накопичувачів або SD -карт. Декодер побудований на чіпі GPD2856 . Функціонально плата схожа на звичайний плеєр MP3 для відтворення музики.

Модуль має стандартний вихід 3.5мм для підключення навушників або зовнішнього підсилювача (стерео), а також вихід для підключення динаміка (на

платі є вбудований моно-підсилювач потужністю 2Вт), саме він і відтворює звук, схожий на звук горіння записаний на SD карті.

Відтворення запису починається при запуску сценарію після натискання однієї з трьох кнопок на панелі керування оператора. Модуль працює автоматично, тому не потрібно натискати кнопку Play.

Живлення MP3 декодера здійснюватися через вбудований micro-USB роз'єм від джерела з напругою 5В

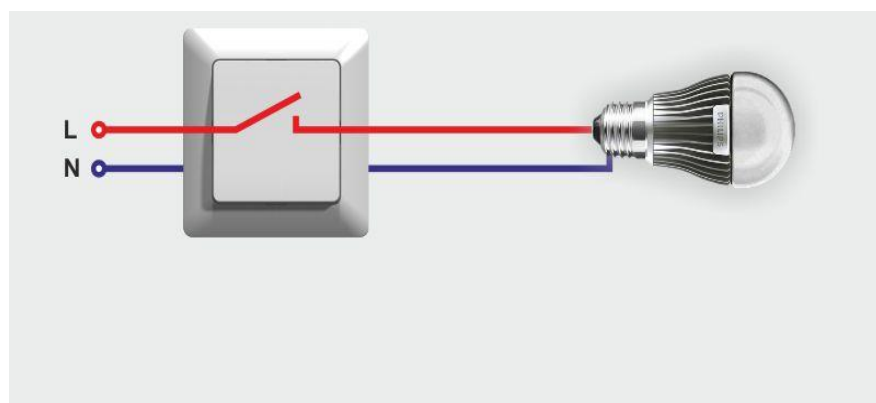


Рисунок 3.8 - Голосовий (звуковий) модуль USB/SD MP3 декодер GPD2856

- Вимикач одноклавішний накладної Аватар GAV 653 Для керування запуском сценаріїв пожежі на кожному поверсі.



А)



Б)

Рисунок 3.9 – А) Вимикач одноклавішний накладної Аватар GAV 653

Б) Стандартна схема вимикача

- Резистор (3 шт.): Використовується для підтягуючих опорів та регулювання струму. Електронний компонент, що має визначену величину опору, яка може бути постійною або змінною. Постійні резистори використовуються для підтримання стабільного опору, тоді як змінні і підстроювальні резистори дозволяють змінювати опір вручну або для налаштувань пристроїв. Технологічно резистори поділяються на вугільні, плівкові та дротяні. Плівкові резистори виготовляються шляхом нанесення матеріалу опору на керамічну основу, а дротяні резистори використовують спеціальний провід і відрізняються підвищеною потужністю і стабільністю параметрів.

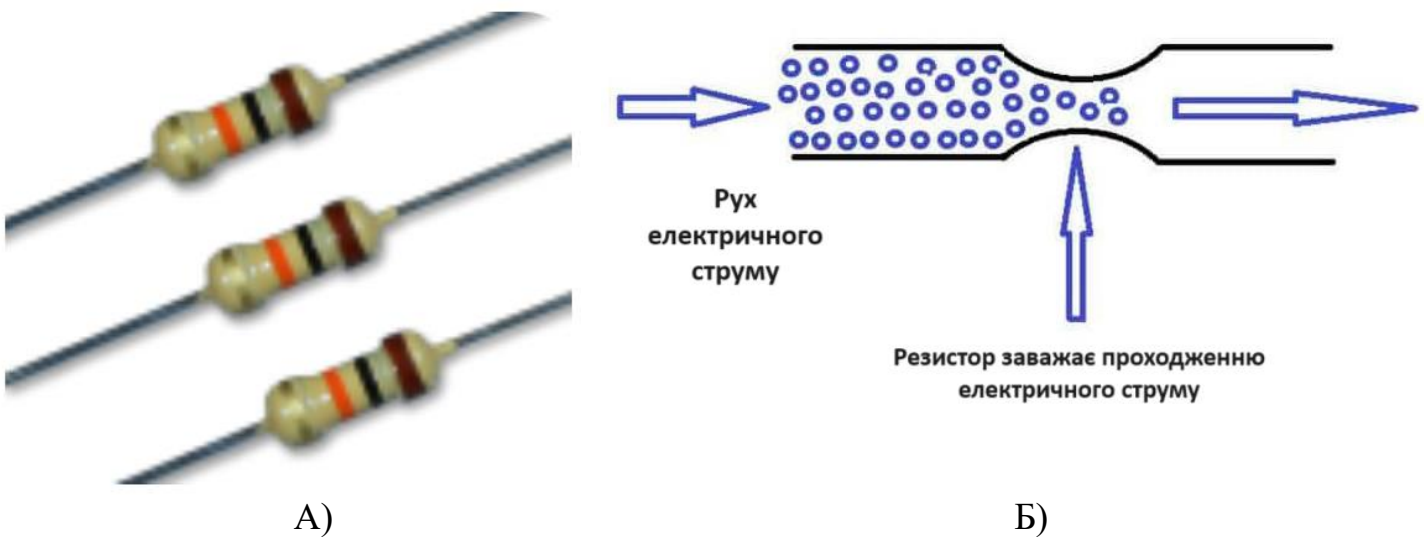


Рисунок 3.10 – А) Резистори Б) Принцип роботи резисторів

- Реле (4 шт.): Для керування запуском димогенератора та клапанів.

Твердотільне реле SSR-40DA – це сучасний напівпровідниковий пристрій, призначений для розмикання та замикання ланцюгів електромеханічним або електронним способом, безконтактної комутації силових ланцюгів виконавчих механізмів, освітлювальних приладів, малопотужних електродвигунів та інших пристроїв з робочою напругою до 380 В змінного струму і здатністю керувати постійною напругою від 3 до 32 В. Падіння напруги на сімісторі, встановленому в даному реле, – 1.6В, це означає що при навантаженні в 1 кВт маємо: $1\text{кВт} / 220\text{В} = 4.5\text{А}$. Для роботи реле потрібен відносно невеликий струм. Зазвичай вони

використовуються для регулювання малих струмів у ланцюзі керування. Електромеханічне реле (EMR) складається з рамки, котушки, якір, пружини та контактів. Рама підтримує різні частини реле. Якір — це рухома частина релейного вимикача. Котушка (переважно мідний дріт), намотана на металевий стрижень, створює магнітне поле, яке рухає якір.



Рисунок 3.11 - Твердотільне реле SSR-40DA

- Димогенератор: Для створення ефекту диму, що додає реалістичності моделі.

Принцип роботи димогенератора зі світлодіодним ефектом S700-LED BEAMZ

Димогенератор S700-LED BEAMZ працює за наступним принципом:

Нагрівальний елемент: Пристрій оснащений нагрівальним елементом потужністю 700 Вт. Після ввімкнення, він потребує приблизно 3 хвилини на прогрівання до робочої температури.

Резервуар для рідини: Димогенератор має ємність для спеціальної рідини, об'ємом 0,5 літра. Ця рідина спеціально розроблена для створення диму та може бути замінена по мірі використання.

Нагрівання рідини: Коли рідина досягає потрібної температури, вона випаровується за допомогою нагрівального елемента. Випарена рідина проходить через сопло, утворюючи густий білий дим.

Викид диму: Випущений дим підсвічується трьома світлодіодами (LED), що розташовані біля вихідного сопла. Ці світлодіоди створюють ефект полум'я, додаючи диму бурштиновий відтінок, що підвищує візуальний ефект.

Керування: Пристрій можна керувати за допомогою дротового пульта дистанційного керування, а також можливе додаткове бездротове керування. Для імітаційної моделі музейного експонату генератор підключений до загальної схеми керування стендом.

Димогенератор S700-LED BEAMZ є безпечним для використання, відповідає стандартам RoHS та може працювати з будь-яким типом рідини для димогенераторів. Це робить його універсальним і придатним для різних видів шоу та заходів, де необхідно створити ефект диму з підсвіткою.



Рисунок 3.12 - Димогенератор S700-LED BEAMZ

При виборі димогенератора розглядалися й інші варіанти, ось двоє з них:

1) Ультразвуковий генератор туману 24V (Туманоутворювач)

Ультразвуковий туманогенератор перетворює воду в холодний пар. Щоб його отримати, достатньо помістити пристрій в ємність з водою. Пристрій можна використовувати в теплицях при аеробному вирощуванні рослин. За допомогою генератора виходить декорувати невеликі фонтани.

Для запуску генератора, необхідно підключити його до джерела постійного струму з напругою 24 В. Щоб генератор туману ультразвуковий використовувати як зволожувач повітря в приміщенні, необхідно помістити мембрану в об'ємну чашку з водою і поруч поставити включений вентилятор. Туман буде поширюватися в приміщенні, тим самим зволожуючи повітря. Таким нехитрим способом можна освіжити приміщення, зменшити духоту і знизити температуру. Декоративний генератор туману працює при зануренні його в воду на певну глибину. Ультразвуковий туманоутворювач може безперервно працювати до 8 годин. Витрата води складає 250 мл / год. Пристрій працює при температурі від +5 до +45 градусів. Вода повинна мати низький рівень кислоти і лугів.

Не підходить для використання у музейному стенді, не має можливості спрямувати потім пари на поверхи.



Рисунок 3.13 - Ультразвуковий генератор туману 24V (Туманоутворювач)
2) New Light F-2 (900W) працює за принципом S700-LED BEAMZ, але потужніший, підходить для великих подій та професійних сценічних шоу, тому не підходить через свою завелику потужність



Рисунок 3.14 – Димогенератор New Light F-2 (900W)

- Електромагнітний клапан (3шт.) прямої дії НЗ ODE 21JPPR1V23 (FKM) використовується в імітаційній моделі музейного експонату для подачі диму в кімнати окремо. Клапан оснащений соленоїдом, який представляє собою електричну котушку з рухомих феромагнітним сердечником в центрі. Це ядро називається плунжером. У положенні спокою плунжер закриває невеликий отвір. Електричний струм через котушку створює магнітне поле. Магнітне поле діє на плунжер, в результаті чого він тягне до центру котушки так, що отвір відкривається. Це основний принцип, який використовується для відкриття і закриття електромагнітних клапанів.

Основні компоненти:

1. Корпус клапана, який складається із впускного та випускного отвору, а також сідла.
2. Арматурна трубка із сердечником, на яку встановлюється котушка.
3. Плунжер, який ковзає всередині арматурної трубки і в деяких випадках являється ущільненням.

4. Котушка електромагнітна, яка створює магнітне поле, необхідне для пересування плунжера.

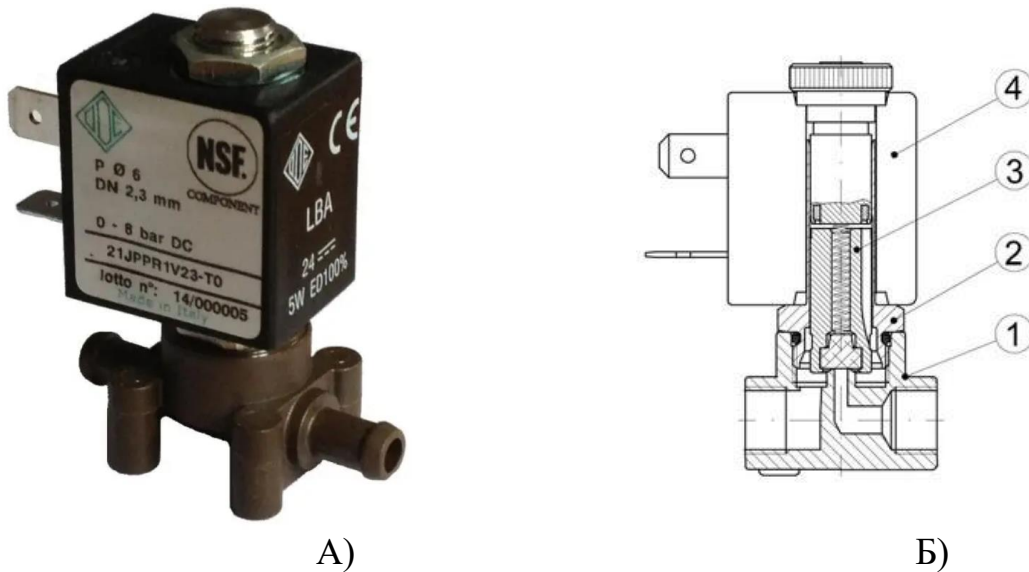


Рисунок 3.15- А) Електромагнітний клапан (3шт.) прямої дії НЗ ODE 21JPPR1V23 (FKM), Б) Схема електромагнітного клапана

-Рідкокристалічний дисплей 16x2 LCD шилд з 6 кнопками для Arduino - дозволяє відображати текстову інформацію на 16-символьному дворядковому РК-дисплеї з блакитною підсвіткою, забезпечуючи зручний інтерфейс для користувача. Він підтримує стандартну бібліотеку LiquidCrystal та 4-бітну бібліотеку Arduino LCD, і сумісний з платами Arduino Uno та Mega. Шилд має шість кнопок: п'ять для користувацьких функцій і одну для скидання (Reset), що спрощує управління та взаємодію з Arduino-проектами.

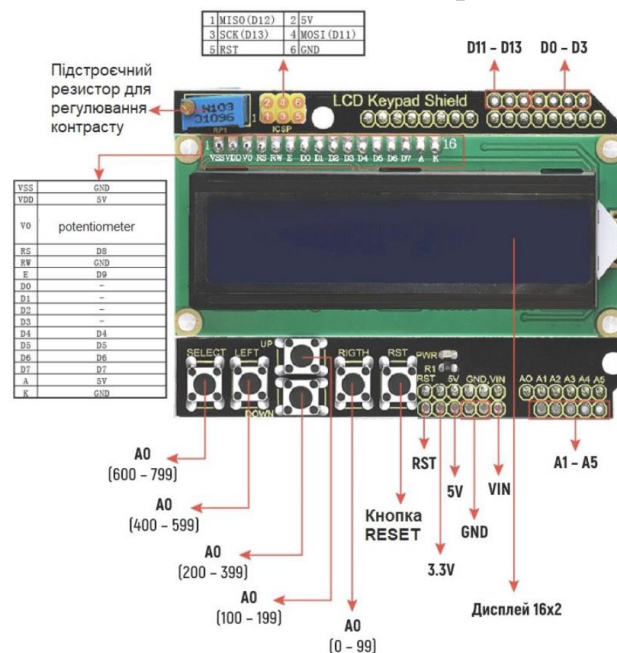


Рисунок 3.16 - Будова LCD Keypad Shield

Реалізація проєкту

4.2 Проектування схеми

1. Визначення основних з'єднань:

- Arduino Uno буде основним контролером. Підключив до нього всі необхідні компоненти через відповідні піни.
- Світлодіодну стрічку підключив до вихідних пінів Arduino через транзистори, що дозволяють керувати інтенсивністю світла.
- Звуковий модуль підключив до одного з цифрових пінів для відтворення аудіоефектів.
- Перемикачі підключив до вхідних пінів для зчитування стану кожного перемикача.
- Реле підключив до цифрових виходів, що дозволяють контролювати живлення димогенератора.
- Резистори використав для захисту компонентів та стабілізації сигналів.
- Димогенератор для імітації диму при пожежі
- Електромагнітний клапан для подачі диму на поверхні.
- Рідкокристалічний дисплей призначений для виведення тексту.

2. Складання принципової схеми:

- Намалював схему з'єднань, що відображає всі необхідні підключення між компонентами. Використав спеціалізоване програмне забезпечення для створення електричних схем.

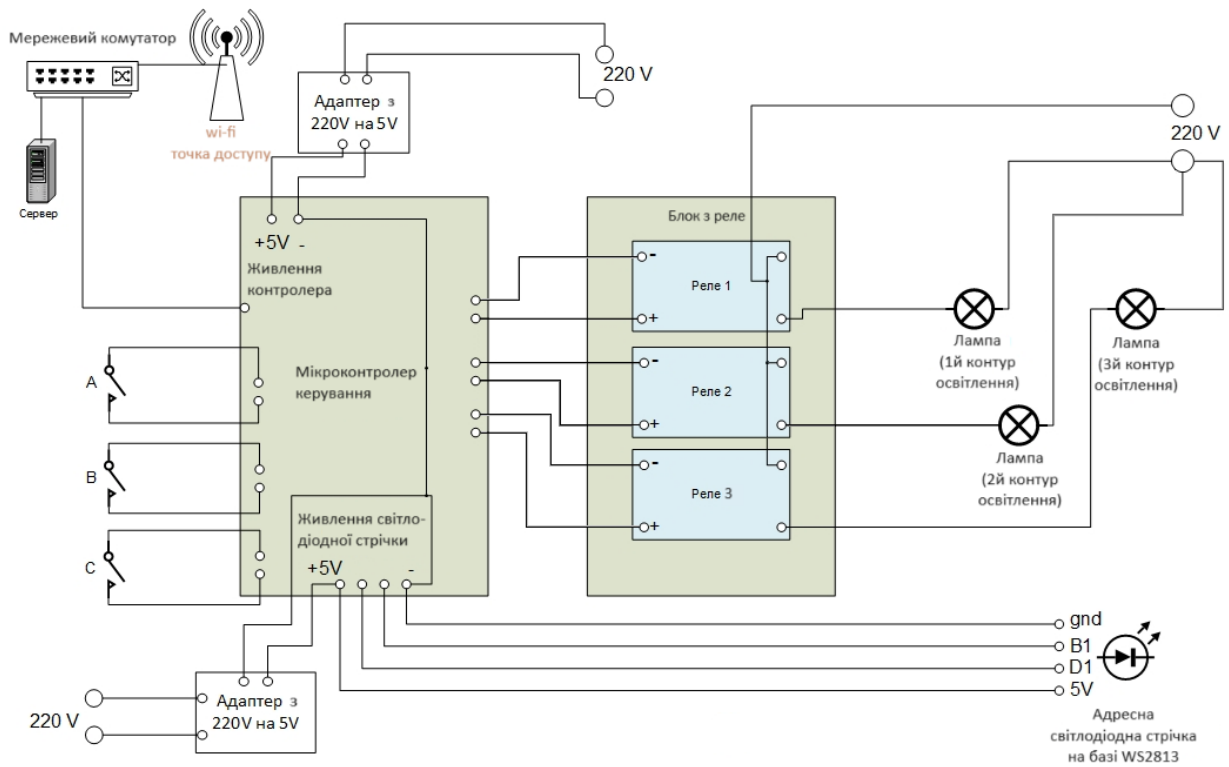


Рисунок 4.1 - Принципова схема підключень

- Визначив оптимальні шляхи розташування компонентів на макетній платі.

4.3 Монтаж на макетній платі:

- Розмістив компоненти на макетній платі відповідно до розробленої схеми.
- Здійснив з'єднання компонентів за допомогою проводів, забезпечивши надійність з'єднань.
- Перевірив правильність з'єднань згідно зі схемою.

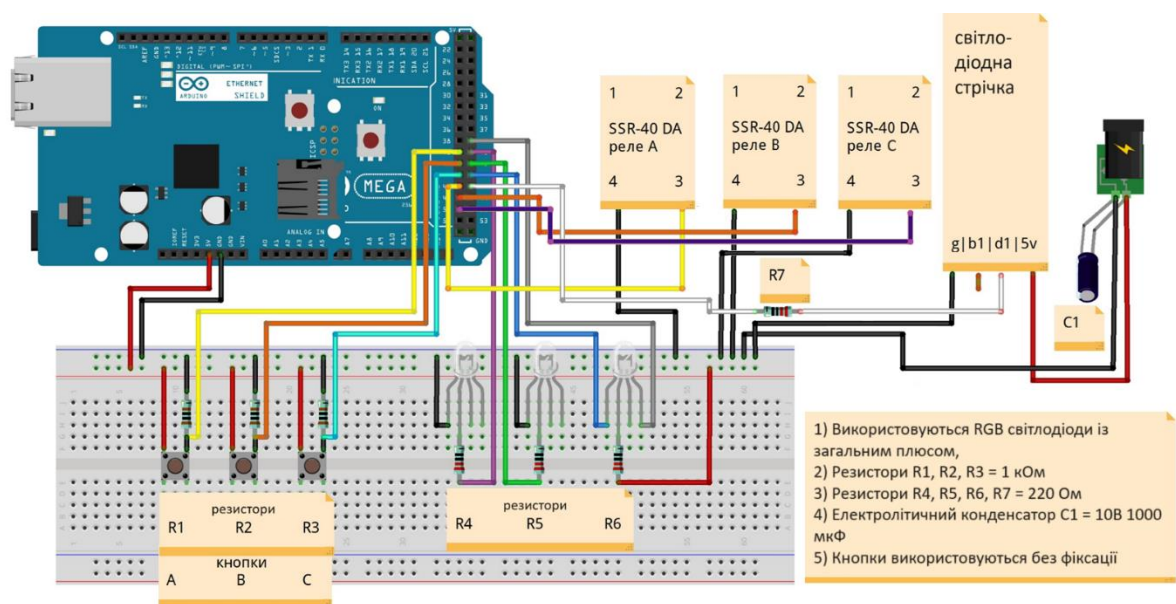


Рисунок 4.2 - Схема на монтажній платі Arduino Mega

4.4 Тестування та налагодження

1. Перевірка функціональності:

- Підключив Arduino до комп'ютера та завантажив попередньо розроблене програмне забезпечення.

- Провів тестування кожного окремого компонента для впевненості у правильній роботі: перевіряв роботу LED стрічок, звукового модуля, слайд-перемикачів та димогенератора.

- Здійснив налагодження програмного забезпечення, враховуючи результати тестування, усунувши будь-які виявлені помилки.

2. Синхронізація компонентів:

- Переконався, що всі компоненти працюють синхронізовано за заданим сценарієм: анімація пожежі на LED стрічках, відтворення звуків та створення диму запускаються у правильній послідовності.

4.5 Результати

Розроблена схема електричного підключення успішно реалізована на практиці. Всі компоненти працюють коректно, забезпечуючи ефектну імітацію пожежі на стенді. Тепер ця система готова для демонстрації в музейних умовах, забезпечуючи інтерактивний та реалістичний досвід для відвідувачів.

4. Розроблення програми керування спецефектами

Розробка програми керування спецефектами є важливим етапом для забезпечення синхронізованої роботи всіх компонентів системи. Програма повинна контролювати роботу LED стрічок, звукового модуля, димогенератора та інших елементів на основі сигналів від слайд-перемикачів. Нижче описано процес розробки та впровадження програми керування спецефектами.

4.1 Визначення вимог до програми

Перед розробкою програми, я визначив основні вимоги:

- Керування LED стрічками для імітації пожежі на кожному поверсі.
- Відтворення звуку багаття через звуковий модуль.
- Активування димогенератора для створення димових ефектів.
- Використання перемикачів для керування запуском сценаріїв пожежі.
- Забезпечення синхронізованої роботи всіх компонентів.

4.2 Вибір мови програмування та середовища розробки

Для розробки програми я обрав мову програмування C++, яка є основною для програмування мікроконтролерів Arduino. В якості середовища розробки використовував Arduino IDE, що забезпечує зручний інтерфейс для написання, компіляції та завантаження коду на мікроконтролер.

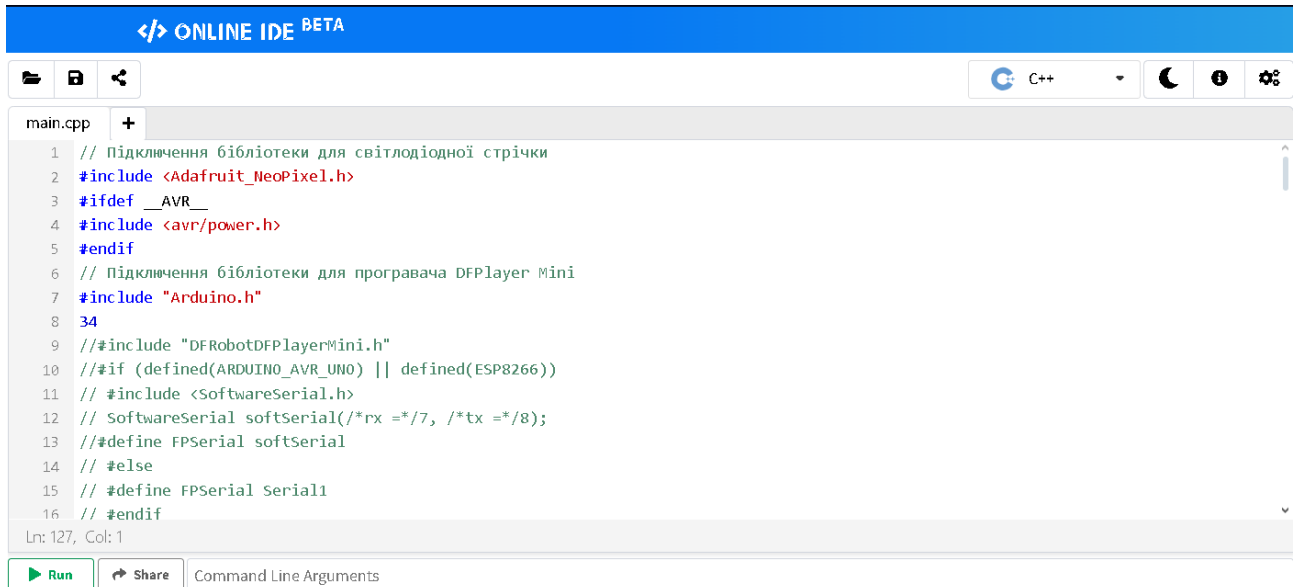


Рисунок 4.1 – Середовище програмування C++ Online IDE

4.3 Структура програми

Програма складається з декількох основних блоків:

- Ініціалізація змінних та компонентів.
- Функції для керування LED стрічками, звуковим модулем та димогенератором.
- Основний цикл програми, що перевіряє стан слайд-перемикачів та запускає відповідні спецефекти.

4.4 Розробка та впровадження програми

1. Ініціалізація компонентів:

На початку програми я ініціалізував всі необхідні змінні та налаштування пінів:

```
```cpp
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

// Визначення пінів
#define LED_PIN_1 6
#define LED_PIN_2 7
```

```
#define LED_PIN_3 8
#define SOUND_PIN 9
#define SMOKE_PIN 10
#define SWITCH_PIN_1 2
#define SWITCH_PIN_2 3
#define SWITCH_PIN_3 4

// Налаштування кількості світлодіодів
#define NUM_LEDS 30

// Ініціалізація LED стрічок
Adafruit_NeoPixel strip1 = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, LED_PIN_1,
NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel strip2 = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, LED_PIN_2,
NEO_GRB + NEO_KHZ800);
Adafruit_NeoPixel strip3 = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, LED_PIN_3,
NEO_GRB + NEO_KHZ800);

// Ініціалізація змінних
bool fire1 = false;
bool fire2 = false;
bool fire3 = false;
void setup() {
 // Налаштування пінів
 pinMode(SOUND_PIN, OUTPUT);
 pinMode(SMOKE_PIN, OUTPUT);
 pinMode(SWITCH_PIN_1, INPUT_PULLUP);
 pinMode(SWITCH_PIN_2, INPUT_PULLUP);
 pinMode(SWITCH_PIN_3, INPUT_PULLUP);

 // Ініціалізація LED стрічок
```

```

strip1.begin();
strip2.begin();
strip3.begin();

strip1.show(); // Ініціалізація всіх світлодіодів
strip2.show();
strip3.show();
}
...

```

## 2. Функції керування спецефектами:

Я розробив функції для керування кожним компонентом системи:

```

```cpp
// Функція для імітації вогню на LED стрічці
void simulateFire(Adafruit_NeoPixel &strip) {
    for (int i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
        strip.setPixelColor(i, random(150, 255), random(0, 100), 0); // Випадковий
червоний/жовтий колір
    }
    strip.show();
}

// Функція для відтворення звуку багаття
void playSound() {
    digitalWrite(SOUND_PIN, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(SOUND_PIN, LOW);
}

// Функція для активування димогенератора
void activateSmoke() {

```

```
digitalWrite(SMOKE_PIN, HIGH);
delay(5000);
digitalWrite(SMOKE_PIN, LOW);
}
...

```

3. Основний цикл програми:

Основний цикл перевіряє стан слайд-перемикачів та керує відповідними спецефектами:

```
```cpp
void loop() {
 // Перевірка стану слайд-перемикачів
 fire1 = !digitalRead(SWITCH_PIN_1);
 fire2 = !digitalRead(SWITCH_PIN_2);
 fire3 = !digitalRead(SWITCH_PIN_3);

 // Керування спецефектами на першому поверсі
 if (fire1) {
 simulateFire(strip1);
 playSound();
 activateSmoke();
 }

 // Керування спецефектами на другому поверсі
 if (fire2) {
 simulateFire(strip2);
 playSound();
 activateSmoke();
 }

 // Керування спецефектами на третьому поверсі

```

```
if (fire3) {
 simulateFire(strip3);
 playSound();
 activateSmoke();
}

 delay(1000); // Затримка для уникнення частих перевірок
}
```

#### **4.5 Тестування та налагодження**

Перевірка функціональності:

Після завантаження коду на Arduino Uno, я перевіряв роботу кожного компонента. Для цього включив слайд-перемикачі і переконався, що відповідні LED стрічки імітують вогонь, звуковий модуль відтворює звук багаття, а димогенератор створює дим.

Налагодження:

У разі виявлення помилок або некоректної роботи системи, я вносив відповідні зміни до коду. Наприклад, налаштовував тривалість звукових та димових ефектів, а також інтенсивність світіння LED стрічок.



Рисунок 4.2 - Програма керування спецефектами

#### 4.6 Результати

Розроблена програма успішно керує всіма спецефектами на стенді. Вона забезпечує синхронізовану роботу LED стрічок, звукового модуля та димогенератора, створюючи реалістичну імітацію пожежі. Програма дозволяє запускати спецефекти незалежно на кожному поверсі, що робить стенд інтерактивним та захоплюючим для відвідувачів музею.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.mini-tech.com.ua/arduino-mega-2560>
2. <https://ukrled.in.ua/smd-5050-60-ip-33-smart-ws2811-12v-black-pcb-21728/>
3. <https://www.mini-tech.com.ua/ua/zvukovoy-modul-usb-sd-mp3-decoder-gpd2856>
4. <https://uamper.com/Твердотельные-реле-24-380VAC-до-3-32VDC-40A-solid-state-relay-модуль>
5. <https://sigma-market.com.ua/ua/p1228950958-dymogenerator-svetodiodnym-effektom.html>
6. [https://1-m.com.ua/generator-dyma-new-light-f-2-900w/?gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqndUG62clujxpNzPOybfhca7BuT47sxdrgK0wCRvOBuh\\_vnZQRogeYoaAnJ8EALw\\_wcB](https://1-m.com.ua/generator-dyma-new-light-f-2-900w/?gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqndUG62clujxpNzPOybfhca7BuT47sxdrgK0wCRvOBuh_vnZQRogeYoaAnJ8EALw_wcB)
7. [https://www.stall.com.ua/uk/product/796/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=1\\_Ukrainian\\_feed\\_Shopping\\_All\\_Products&utm\\_term=&utm\\_content=123088300234&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqnek6hQt1TiaJZGPGss14H3naUT\\_shyLVT\\_gN59SA79laxA8NqdsAJwaArKrEALw\\_wcB](https://www.stall.com.ua/uk/product/796/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=1_Ukrainian_feed_Shopping_All_Products&utm_term=&utm_content=123088300234&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqnek6hQt1TiaJZGPGss14H3naUT_shyLVT_gN59SA79laxA8NqdsAJwaArKrEALw_wcB)
8. [https://lightmarket.com.ua/ua/p679915223-vyklyuchatel-odnoklavishnyj-nakladnoj.html?source=merchant\\_center&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqncZeltjPfrPEPQOusuyO5e6VeHMTCRp7BP4AFyjfj0iT HwGcu8grGQaAnkBEALw\\_wcB](https://lightmarket.com.ua/ua/p679915223-vyklyuchatel-odnoklavishnyj-nakladnoj.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsaqzBhDdARIsAK2gqncZeltjPfrPEPQOusuyO5e6VeHMTCRp7BP4AFyjfj0iT HwGcu8grGQaAnkBEALw_wcB)
9. <https://100watt.in.ua/ua/p272610900-vyklyuchatel-nakladnoj-belyj.html>
10. <https://radiodetali.com.ua/ua/catalog/rezistory-ruchki>
11. <https://lic.com.ua/article15.htm>
12. <https://bitkit.com.ua/rezistor>
13. <https://svetlini.ua/ua/svetlyie-resheniya/svetodiodnaya-lenta-tipyi-i-xarakteristiki>
14. <https://goodmax.com.ua/uk/ru/product/899-elektromagnitnyj-klapan-pryamogo-dejstviya-nz-ode-21jppr1v23-pod-trubku-o-6-21-1-min>

15. [https://www.italgaz.com.ua/ua/wiki/solenoid-valve.html#:~:text=Принцип%20дії%20електромагнітного%20\(соленоїдног о\)%20клапану&text=Це%20ядро%20називається%20плунжером.,катушки%20так%2С%20що%20отвір%20відкривається.](https://www.italgaz.com.ua/ua/wiki/solenoid-valve.html#:~:text=Принцип%20дії%20електромагнітного%20(соленоїдног о)%20клапану&text=Це%20ядро%20називається%20плунжером.,катушки%20так%2С%20що%20отвір%20відкривається.)
16. <https://arduino.ua/prod235-lcd-keypad-shield>
17. <https://itmaster.biz.ua/directory/lcd-oled/lcd-keypad-shield.html>
18. <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Mega2560>
19. [https://ua.igotoworld.com/ua/poi\\_object/75548\\_pozharno-tehnicheskaya-vystavka.htm](https://ua.igotoworld.com/ua/poi_object/75548_pozharno-tehnicheskaya-vystavka.htm)
20. <https://poltava.to/photo/722/15072/>
21. <https://e-dryg.com.ua/svetodiodnaya-lenta-magic-strip/>
22. <https://www.online-ide.com>
23. <https://chatgpt.com/c/15dd4ebd-3fc8-435b-b3d6-4a4bd661528b>
24. "Getting Started with Arduino" від Massimo Banzi
25. <https://stackoverflow.com/questions/tagged/arduino>
26. <https://github.com/arduino/Arduino/tree/master/hardware/arduino/avr>
27. <https://www.stripsledlight.com/how-to-wire-led-strip-lights-a-comprehensive-guide-diagram-included/>
28. <https://www.ledyilighting.com>
29. "Choosing a Home Fire Alarm System" by Consumer Reports
30. Home Security Systems: The Good, The Bad and The Ugly by Richard B. Jennings
31. National Fire Protection Association (NFPA)
32. <https://publish.com.ua/zdorovia-i-krasa/pozhezhna-signalizatsiya-yak-pratsyue-ustanovka-obslugovuvannya-yak-vidklyuchiti.html>

## Додатки

## Theoretical Part

### 1.1 Information about the Firefighters' Museum in Poltava

The fire-technical exhibition in Poltava is unique in its kind, with no similar one in the region. The exhibition aims to familiarize the public with the history of firefighting, provide engineering and technical consultations, and much more.

A special emotional atmosphere has been created for visitors, which instills a desire to follow safety rules in everyone who visits the exhibition. Its exposition is spread across six halls. The first hall is dedicated to Chernobyl's glory; the second presents the history of pre-revolutionary fire protection; the third displays various rescue equipment and tools; the fourth contains interesting models of rooms and buildings that catch fire and turn into ruins before your eyes. The fifth room gathers physical evidence from fires: burnt equipment and interior items after contact with fire; here you can also view photos of burnt bodies (these photo facts are not for people with weak psyches and children, so they are not shown to everyone).

Main activities of the fire exhibition: Local educational institutions in the city regularly conduct life safety lessons within the fire-technical exhibition. Visiting the unique fire museum is also part of organized tourist routes to Poltava.

Special conditions and climate have been created for the exhibition's guests, which ensures that visitors not only begin to strictly follow fire safety rules but also pay attention to society's overall attitude towards danger.

The exhibition started its active work on October 24, 1987. Over the years of operation, it has managed to accumulate a considerable exposition and create a unique program that allows:

- Familiarizing guests with firefighting;
- Organizing training for employees, staff, pupils, and students;
- Providing technical consultations on object protection;

- Promoting the labor and combat traditions of the protection service.

The results of active promotion of fire safety rules are impressive. This has positively impacted the state of fire protection of institutions and enterprises and, consequently, the preservation of human life.



Figure 1.1 - Exhibits in the Firefighters' Museum in Poltava

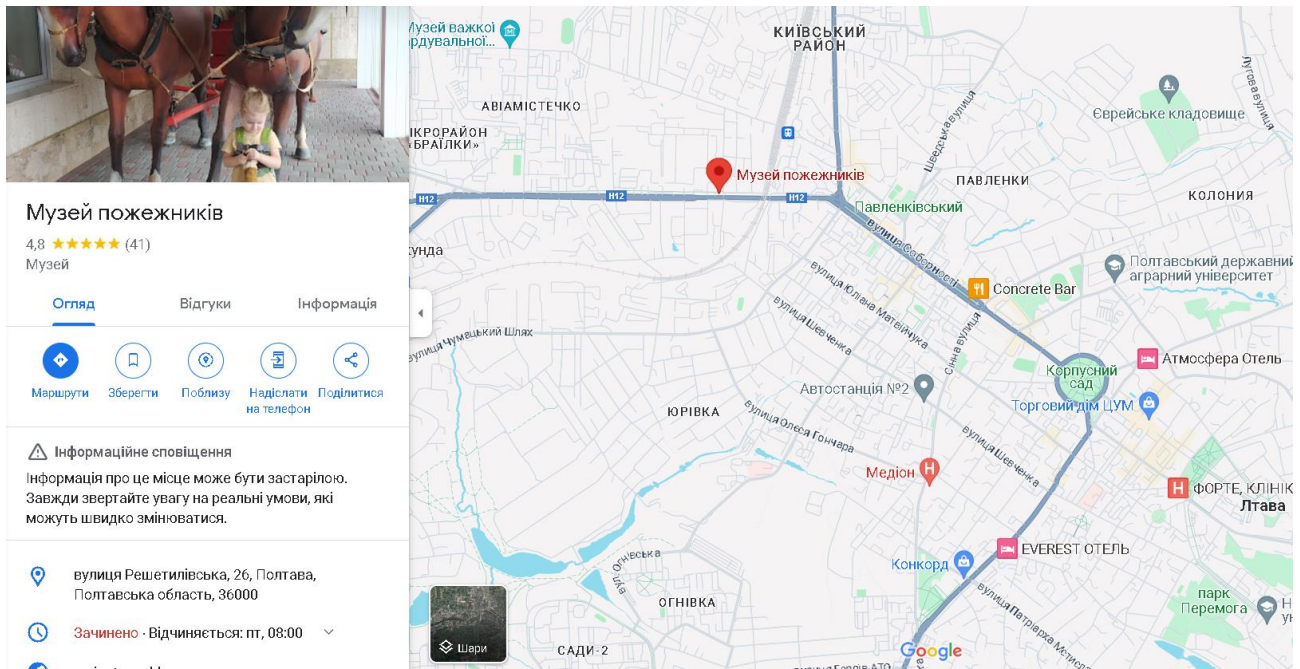


Figure 1.2 - Location of the Firefighters' Museum in Poltava on Google Maps

### 1.1 Basic principles for creating special effects for museum exhibits:

Interactivity and Engagement:

One of the main principles for creating special effects for museum exhibits is enhancing interactivity. Interactive elements promote active visitor engagement,

allowing them to interact with exhibits and gain a unique experience. This can be implemented through touch screens, buttons, levers, and other devices that allow controlling the special effects.

#### Realism and Accuracy:

Special effects should be as realistic as possible and correspond to historical or scientific data. This is achieved using modern technologies such as high-quality LED strips, projectors, smoke generators, sound systems, and other means that allow creating plausible visual and sound effects.

#### Safety and Reliability:

When developing and implementing special effects, it is essential to ensure visitor safety and equipment reliability. This includes using certified components, proper electrical connections, and controlling temperature and other conditions that may affect exhibit safety.

#### Energy Efficiency:

Modern special effects systems should be energy-efficient, allowing to reduce electricity costs and conserve resources. Using LED technologies, economical microcontrollers, and energy-efficient schemes helps achieve this.

#### Modularity and Scalability:

Special effects systems should be modular and easily scalable, allowing new functions to be added or existing ones expanded without significant costs and efforts. This includes using microcontrollers, such as Arduino, that allow easy programming and configuration of various system components.

### **1.2 Basic technical solutions for creating special effects for museum exhibits**

#### Use of Microcontrollers:

- Microcontrollers (e.g., Arduino) are often used to control special effects, providing programming flexibility and the ability to integrate various sensors and actuators.

#### LED Technologies:

- RGB LEDs with a common anode are widely used to create visual effects. They allow reproducing various colors and dynamic light scenarios.

#### Sound Effects:

- Sound modules and speakers are used to create audio effects that accompany visual effects, enhancing realism and emotional perception of the exhibits.

#### Smoke Generators:

- Smoke generators are used to create smoke effects, adding realism to simulation models, especially in cases of recreating fires or other events involving smoke.

#### Sensor Systems:

- Sensors such as motion detectors, light sensors, or temperature sensors are used to activate special effects in response to the presence of visitors or other triggers.

#### Programming and Scripts:

- Software written for microcontrollers allows creating complex scenarios for special effects, controlling their sequence, and synchronizing different elements of the system.

#### Electronic Components:

- Resistors, capacitors, and other electronic components are used to stabilize the operation of LEDs, smoke generators, and other devices, ensuring system reliability and safety.

Thus, the development of automatic control systems for special effects for museum exhibits is based on principles of interactivity, realism, safety, energy efficiency, and modularity. The use of modern microcontrollers, LED technologies, sound modules, and sensor systems allows creating impressive simulation models that attract visitors' attention and increase their interest in museum exhibits.

## **2. Requirements for Museum Exhibits**

The development and implementation of museum exhibits, especially using modern technologies to create special effects, require adherence to several requirements. These requirements ensure the safety, efficiency, and attractiveness of the exhibit for visitors.

### **2.1.1 Safety**

- **Electrical Safety:** All electrical components of the exhibit must meet safety standards, have protection against short circuits and overheating.

- **Physical Safety:** The construction of the exhibit must be sturdy and stable to avoid falling or damage. All wires and connections should be securely fastened and insulated.

- Compliance with Fire Safety Standards: The exhibit should use non-flammable materials and have systems to prevent overheating and ignition.

#### 2.1.2 Functionality and Interactivity

- Interactive Elements: The exhibit should have interactive elements such as buttons, touch screens, or levers that allow visitors to interact with it.
- Realism of Special Effects: Special effects (lighting, sound, smoke) should be realistic and match the exhibit's theme, creating a plausible imitation of events or phenomena.
- Independent Control: Each special effect should have the ability to be turned on and off separately, allowing flexible adjustment of demonstration scenarios.

#### 2.1.3 Technical Characteristics

- Use of Microcontrollers: It is advisable to use microcontrollers (e.g., Arduino) to control special effects, providing flexibility in programming and integration of various sensors and actuators.
- LED Systems: Using RGB LEDs with a common anode to create lighting effects. LED strips should be securely fastened and properly connected.
- Audio Systems: Sound modules should provide clear and high-quality sound reproduction accompanying visual effects.
- Smoke Generators: Reliable and safe smoke generators with adjustable smoke output should be used to create smoke effects.

#### 2.1.4 Aesthetics and Design

- Visual Appeal: The exhibit should have an aesthetically appealing appearance that matches the theme and overall design of the museum exhibition.
- Ease of Use: The exhibit should be convenient to use for both visitors and service personnel. Buttons and other control elements should be located in accessible places.

#### 2.1.5 Energy Efficiency

- Economical Use of Electricity: All electronic components of the exhibit should be energy-efficient, reducing electricity costs and increasing the overall efficiency of the exhibit. This will also help lower museum visiting costs and contribute to environmental protection.

Adhering to these requirements in the development of museum exhibits ensures their safety, functionality, aesthetic appeal, and interactivity, contributing to creating an

unforgettable experience for museum visitors. Modern technical solutions, such as microcontrollers, LED systems, audio and smoke generators, help implement complex and realistic special effects that increase visitor interest and engagement.

## **2.2 Fire Alarm Systems for Residential Buildings: Choosing the Optimal Option**

Fire safety is critically important for any residential space, and fire alarm systems are a crucial component of this safety. Selecting the right fire alarm system for a residential building can significantly increase the chances of timely fire detection and avoid serious financial losses or even human casualties. Let's consider several key aspects of choosing a fire alarm system.

### Types of Fire Alarm Systems:

- **Wired Systems:** These systems use wires to connect smoke detectors, heat sensors, and other detectors to a central control panel. They are known for their reliability but require wire installation, which can increase cost and complexity.
- **Wireless Systems:** These systems use radio signals to communicate between detectors and the central control panel. They are easier to install as they do not require wire installation but may be less reliable due to potential radio signal interference.
- **Hybrid Systems:** These systems combine the advantages of wired and wireless approaches, providing more flexibility in installation while maintaining some wired connections for reliability.

### Key Functions of Fire Alarm Systems for Residential Buildings:

- **Smoke and Heat Detectors:** Most common types of sensors that detect fire through smoke presence or temperature increase.
- **Signaling:** Audible (sound) and visual (light) signals to warn residents of danger.
- **Automatic Notification of Services:** Capability to automatically notify fire, police, or other services upon alarm activation.

### Choosing the Optimal Option:

When selecting a fire alarm system for a residential building, it's important to consider these factors:

- **Size of the Building:** Larger buildings may require more detectors and complex systems.

- Budget: Wired systems typically cost more due to wiring expenses, whereas wireless systems may be more affordable in terms of installation.
- Reliability: Choose a system with reliable reviews and certifications ensuring its effectiveness in fire detection.



Figure 2.1 – Fire Alarm Systems

The illustration depicts a modern wireless fire alarm system with integrated smoke and heat sensors, interfaced with a central control panel for swift response to fire threats.

Міністерство освіти та науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

## **Розроблення системи автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату**

Виконав: Кваліфікаційна робота бакалавра  
Студент групи 401МЕ Торбенко А.С.

Керівник: Галай В.М.,  
доцент, к.т.н.,

Полтава 2024

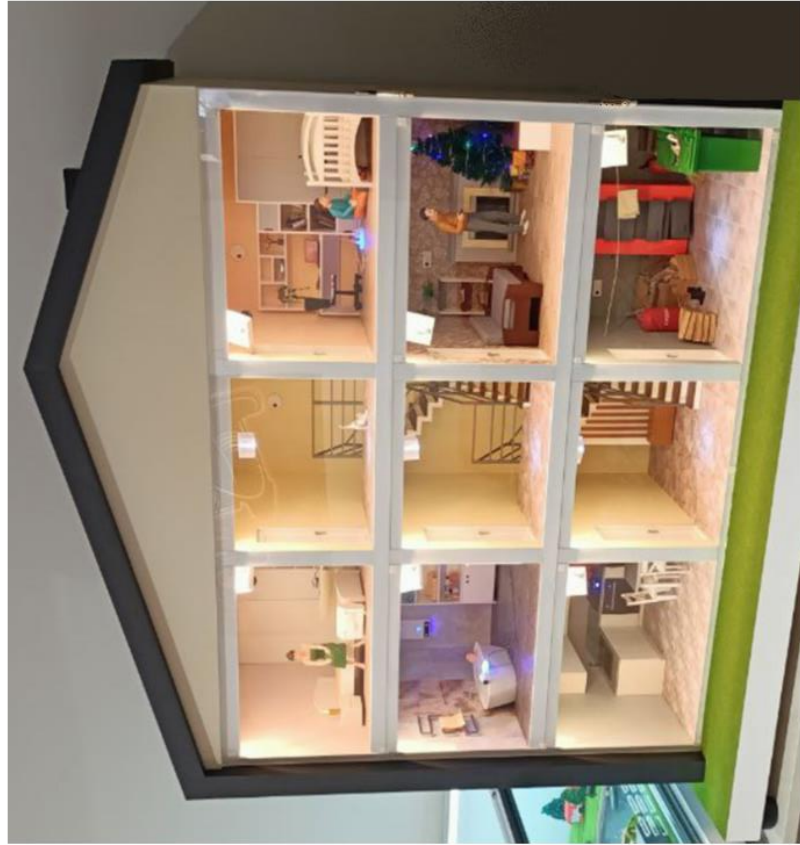
**Актуальність теми** полягає в покращенні інтерактивності освітньої цінності та естетичного враження від експонатів, приваблюючи більше відвідувачів та підвищуючи їхній інтерес.

**Метою роботи** є розробка системи автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату.

Для виконання поставленої мети в роботі необхідно виконати наступні **завдання:**

- Вибір оптимальних технічних рішень до створення спецефектів.
- Вибір компонентів системи автоматичного керування музейного експонату.
- Розроблення алгоритму роботи системи.
- Розроблення схеми електричного підключення.
- Розроблення програми керування спецефектами.

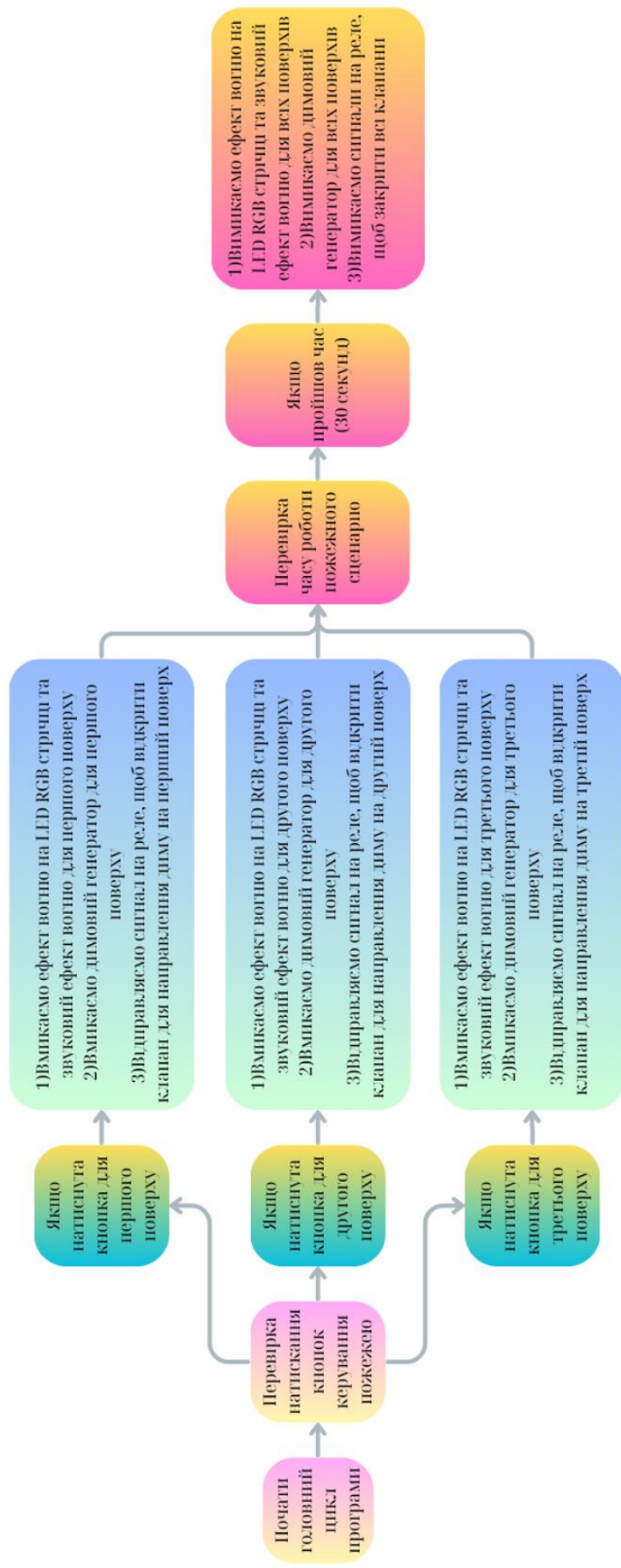
# Модель музейного експонату вид загальний



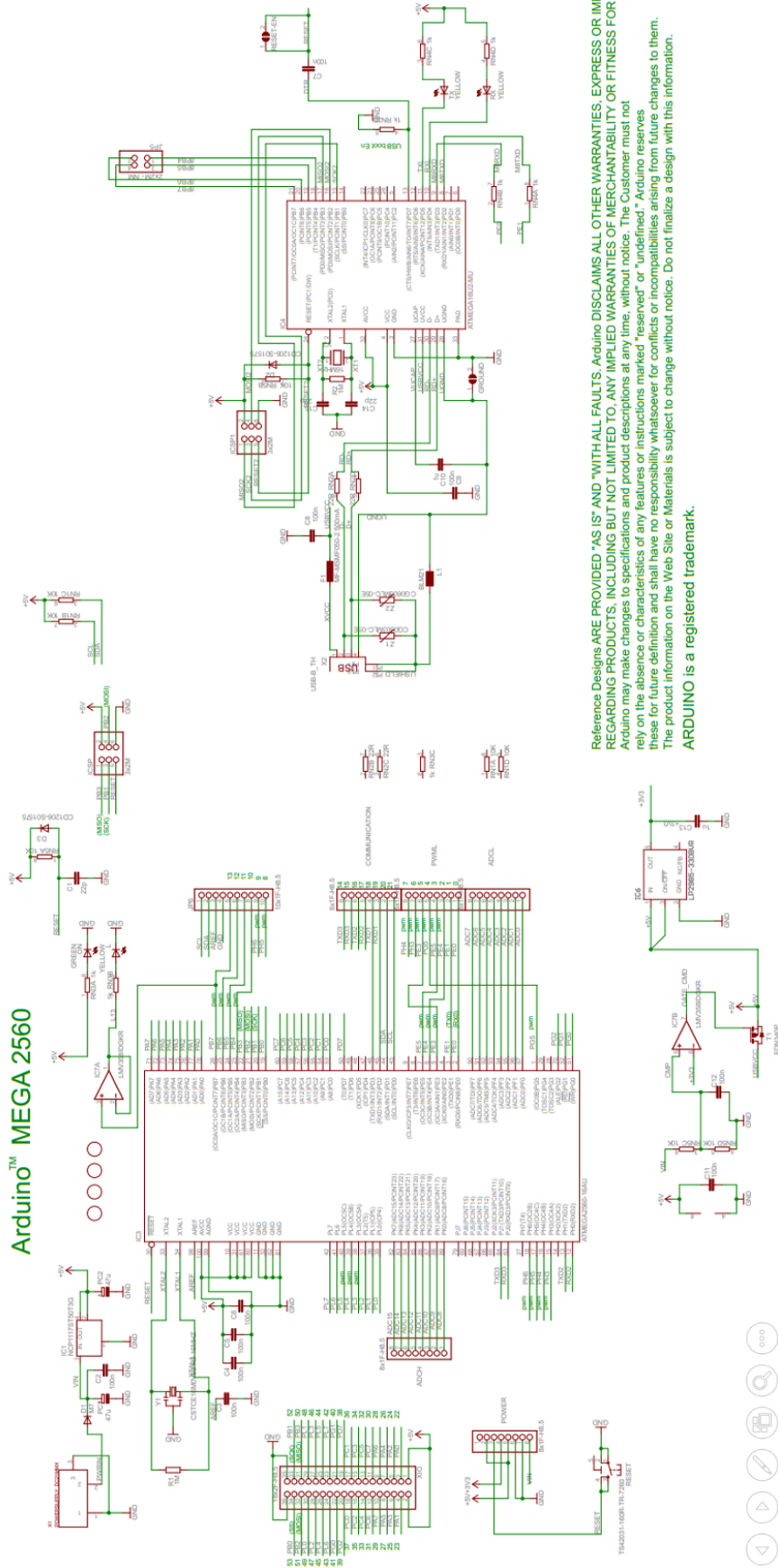
## Вимоги до музейного експонату

- Музейний експонат повинен мати імітаційну модель будинку з трьома поверхами, LED RGB стрічки для імітації полум'я та можливістю керування ними, димогенератор, кнопки для активації пожежі на кожному поверсі окремо, можливість регулювання тривалості сценарію та незалежну роботу пожеж на кожному поверсі.

# Алгоритмічна схема роботи системи

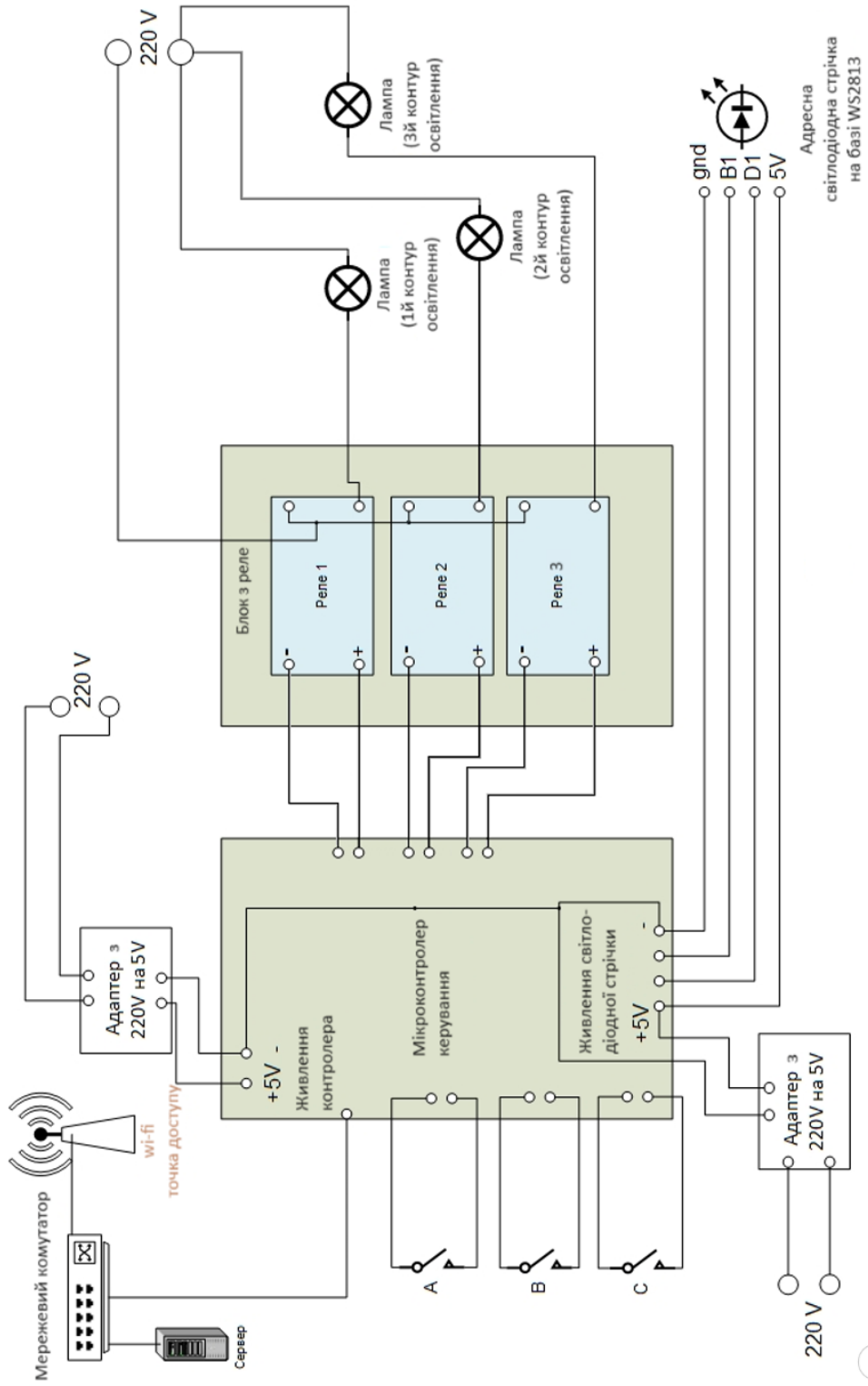


# Схема електричних з'єднань плати Arduino Mega 2560

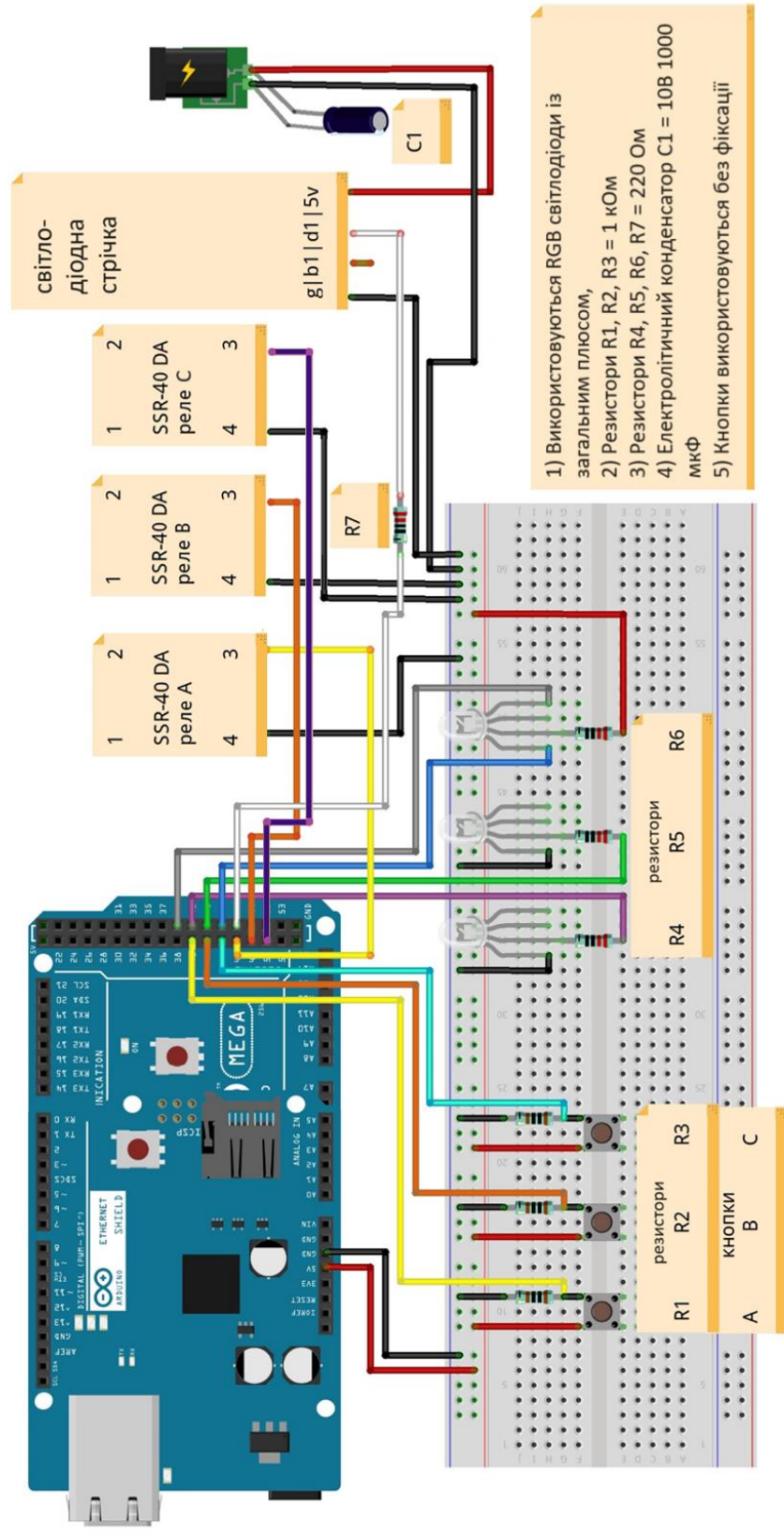


Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. ARDUINO DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. ARDUINO MAY MAKE CHANGES TO SPECIFICATIONS AND PRODUCT DESCRIPTIONS AT ANY TIME, WITHOUT NOTICE. THE CUSTOMER MUST NOT RELY ON THE ABSENCE OR CHARACTERISTICS OF ANY FEATURES OR INSTRUCTIONS MARKED "RESERVED" OR "UNDEFINED." ARDUINO RESERVES THESE FOR FUTURE DEFINITION AND SHALL HAVE NO RESPONSIBILITY WHATSOEVER FOR CONFLICTS OR INCOMPATIBILITIES ARISING FROM FUTURE CHANGES TO THEM. THE PRODUCT INFORMATION ON THE WEB SITE OR MATERIALS IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. DO NOT FINALIZE A DESIGN WITH THIS INFORMATION. ARDUINO IS A REGISTERED TRADEMARK.

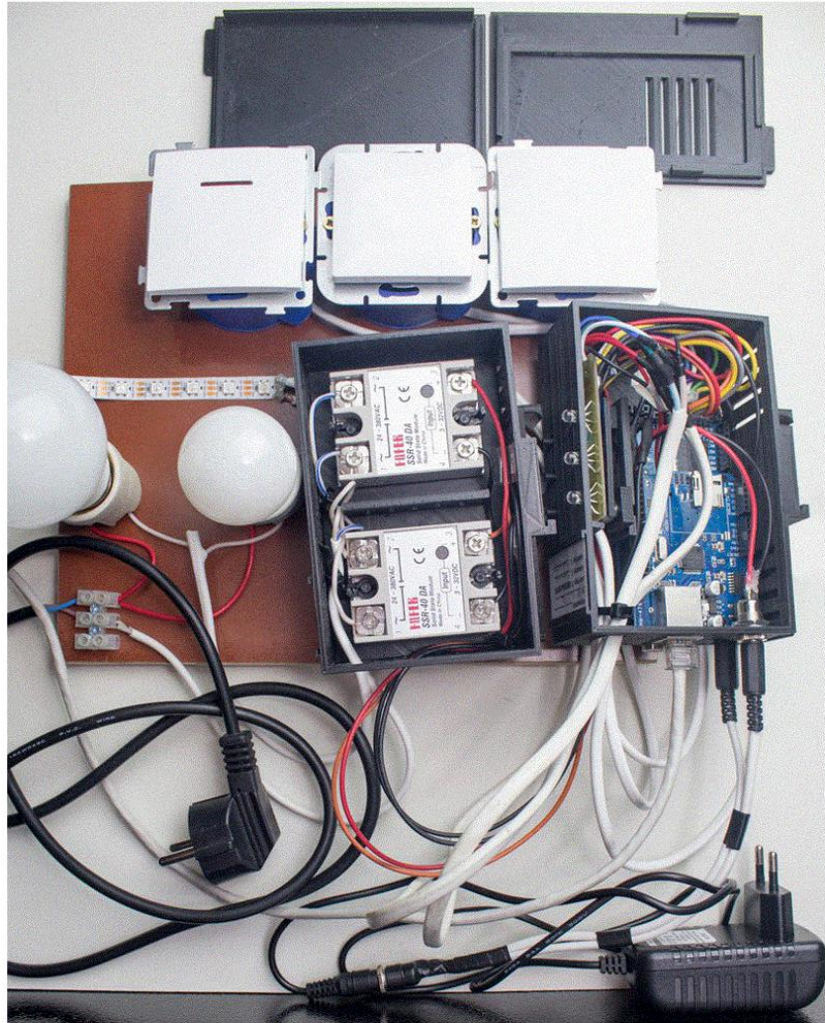
# Схема електрична підключень



# Схема на монтажній платі Arduino Mega



# Система автоматичного керування спецефектами імітаційної моделі музейного експонату



# Огляд програмного коду та його функціональності

```
</> ONLINE IDE BETA
C++
main.cpp +
1 // Підключення бібліотеки для світлодіодної стрічки
2 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
3 #ifdef __AVR__
4 #include <avr/power.h>
5 #endif
6 // Підключення бібліотеки для програвача DFPlayer Mini
7 #include "Arduino.h"
8
9 // #include "DFRobotDFPlayerMini.h"
10 // #if (defined(ARDUINO_AVR_UM0) || defined(ESP8266))
11 // #include <SoftwareSerial.h>
12 // SoftwareSerial softSerial(*rx =*/7, /*tx =*/8);
13 // #define FPSerial softSerial
14 // #else
15 // #define FPSerial Serial1
16 // #endif
Ln: 127, Col: 1
Run Share Command Line Arguments
```