

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

### Розробка енергоефективної системи динамічної індикації з дистанційним керуванням

Назва теми

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр, назва

Освітня програма «Електропобутова техніка»

Шифр МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу  
група ЕТм-22-1

  
Підпис

В.В. Гедз  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

проф. А.К. Кармаліта  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.І. Пундик  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

проф. О.С. Поліщук  
Ініціали, прізвище

24 12 2023 р.

Хмельницький 2023

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень магістр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Освітня програма Електропобутова техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

 .2023р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Гедз Владислав Вікторович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка енергоефективної системи динамічної індикації з дистанційним керуванням

керівник роботи Кармаліта Анатолій Костянтинівич, к.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 15 08 2023 р. № 30

2. Строк подання студентом роботи на кафедру \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи тип світлодіода – 5050 SMD, мікроконтролер - ATMEGA328P, Bluetooth HC-05

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ. 1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи. 2 Розробка електронного табло з дистанційним керуванням. 3 Розрахунки плати керування та каркасу. Висновки. Перелік джерел посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)  
1. Електронне табло (ДО, А1). 2. Електронне табло з дистанційним керуванням (Е1, А1). 3. Плата керування (Е3, А1). 4. Плата живлення (Е3, А1). 5. Плата керування (ДІ1, А2). 6. Плата керування (В31, А2). 7. Плата живлення (ДІ2, А2). 8. Плата живлення (В32, А2). 9. Електронне табло з дистанційним керуванням (ДІ3, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання приймає

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи	до 30.10.23р.	
2 Розробка електронного табло з дистанційним керуванням	до 10.11.23р.	
3 Розрахунки плати керування та каркасу	до 20.11.23р.	
4 Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 12.12.23р.	

Студент

  
Підпис

В. В. Гедз

Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

А.К. Кармаліта


Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Гедз Владислав Вікторович
2. Тема магістерської роботи Розробка енергоефективної системи динамічної індикації з дистанційним керуванням
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента Шульц С.  
д-р. екон. наук, енергетика ТОВ Карат
4. Об'єм магістерської роботи: креслень 7 арк., сторінок записки 74

5. Розвиток електроніки набирає обертів з кожним днем. Використання нових технологій дає можливість створювати електронні пристрої з постійним функціоналом. Важливу роль в житті сучасного суспільства займають пристрої виведення інформації, розробка і модернізація яких є актуальним завданням, так як існуючі пропозиції на ринку рекламних носіїв даного типу в більшості своїй мають набір однакових функцій, і мають високу вартість. В магістерській роботі розробляється енергоефективне електронне табло. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень з тематики магістерської роботи, а саме огляд ринку готової продукції та схем керування. В другому здійснюється розробка електронного табло з дистанційним керуванням роботи. В третьому розділі проведено розрахунки плати керування та каркасу.

Підпис студента   
"22" 12 2023 р.


## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол №2 від "27" 12 2023 р.

Оцінка проекту ЕК визначено 5,0 / 17

Рекомендації ЕК рекомендується до використання у виробництві

Особливі відмітки \_\_\_\_\_

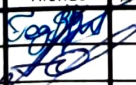
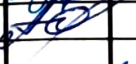


Технічний секретар 

"27" 12 2023 р.

# ЗМІСТ

стор.

Вступ.....	5
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи.....	6
1.1 Огляд ринку готової продукції.....	6
1.2 Огляд схем керування.....	11
1.3 Побудова систем відображення інформації на базі мікроконтролера.....	14
Висновки до першого розділу .....	20
2 Розробка електронного табло з дистанційним керуванням.....	21
2.1 Вибір та розробка схемотехнічного рішення.....	21
2.2 Проектування плати керування .....	29
2.3 Проектування плат світлових елементів .....	39
2.4 Проектування корпусу електронного табло.....	49
Висновки до другого розділу .....	57
3 Розрахунки плати керування та каркасу.....	59
3.1 Розрахунки плати керування .....	59
3.2 Розрахунок конструкції каркасу.....	62
3.3 Опис конструкції.....	67
Висновки до третього розділу .....	69
Висновки .....	70
Перелік джерел посилань .....	71
Додатки	

<b>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</b>																
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												
Розроб		Гедз В. В.														
Перевір		Кармаліта А. К.														
Реценз																
Н. Контр		Пундик С. І.														
Затверд		Поліщук О. С.														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Літ.</td> <td style="width: 10%;">Арк.</td> <td style="width: 10%;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">73</td> </tr> </table>								Літ.	Арк.	Аркушів					4	73
			Літ.	Арк.	Аркушів											
				4	73											
ХНУ зр. ЕТМ-22-1																

## ВСТУП

Розвиток електроніки з кожним днем набирає обертів. Використання нових технологій дозволяє створювати електронні пристрої з певними функціями. Пристрої виведення інформації відіграють важливу роль у житті сучасного суспільства. Розробка та модернізація пристроїв виведення інформації є актуальним завданням, оскільки більшість існуючих продуктів на даному типі ринку рекламних носіїв мають однаковий набір функцій та високу вартість.

Метою магістерської дисертації є розробка електронного табло з радіоуправлінням. Електронне табло – пристрій для відображення інформації, зображення якого формується електронним способом за допомогою світлового індикатора. Найцікавішими є пристрої, що дозволяють швидко змінювати зображення. В даний час активно розвивається технологічний прогрес у виробництві світлодіодів, доступність високопродуктивних електронних компонентів, а також виробництво яскравих і економічних динамічних світлодіодних інформаційних табло. Сьогодні табло у вигляді набору 7-сегментних індикаторів, наприклад, використовуваних в якості годинників, термометрів та інших інформаційних і рекламних інструментів, зустрічаються рідко, але їх актуальність ще не втрачена. Зменшення виробництва даного виду обладнання пояснюється його відносно низькою вартістю і захмарною ціною. Використовуючи сучасні доступні конструкторські та технічні рішення, можна значно знизити вартість пристрою без втрати його функціональності.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ З ТЕМАТИКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

## 1.1 Огляд ринку готової продукції

Сьогодні електронні дисплеї зазвичай виготовляються у вигляді дисплеїв, побудованих на світлодіодах. Існує кілька інших типів таблиць оцінок, які ефективно та ефективно відображають інформацію. Кожен із цих типів пристроїв має свої переваги та недоліки. У цьому розділі ми розглянемо аналоги пристроїв, які знаходяться в розробці і доступні на ринку.

Реклама стели SGS-5 [1] для АЗС (рис. 1.1):



Рисунок 1.1 – Газова стела SGS-5

Стелла використовується як рекламний інструмент. Цей пристрій виготовлений на замовлення і призначений для використання на відкритому повітрі. Матеріал корпусу-алюмінієвий композит.

Висота кам'яного пам'ятника становить 5 м, а вага - 360 кг.коли ви

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

розміщуєте замовлення, ви можете вибрати один з 2 доступних кольорів. Замовлення будуть виконані протягом 25 календарних днів. Висота форми становить 400 мм.

Ціна встановлюється за допомогою пульта дистанційного керування, що працює в інфрачервоному режимі (відстань до 7 м). Дека оснащена автоматичною системою освітлення, що працює в 2 режимах: "денний" і "нічний", перемикання між режимами здійснюється по команді контролера, і є програма з годинником реального часу. Крім того, освітлення в Жовтневому інтер'єрі включається в "нічному" режимі. Модуль ціни LEDARTIS [2] (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Модуль ціни LEDARTIS

Цей модуль використовується, як компонент різних рекламних банерів, що використовуються ззовні. Корпус блоку виконаний з композитних матеріалів. Довжина пристрою становить 800x365 мм, Висота форми - 230 мм. на етапі оплати ви можете вибрати тільки один з 3 запропонованих кольорових світлодіодів (жовтий, синій, червоний) і тільки один з 1 запропонованого кольору світлодіодів (жовтий, синій, червоний). Ціновий

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

модуль включає в себе установлену систему переміни яскравості світлодіодів в залежності від навколишнього освітлення.

Модуль містить допоміжний контролер. Для управління модулем необхідно окремо придбати блок управління з дистанційним управлінням (радіоканал 30 м) і основним контролером. Модулем можна керувати з ПК за допомогою кабелю Ethernet.

Нерухомі зображення фігур, виконані компанією Duralumin Power Lux [3] (рис. 1.3):

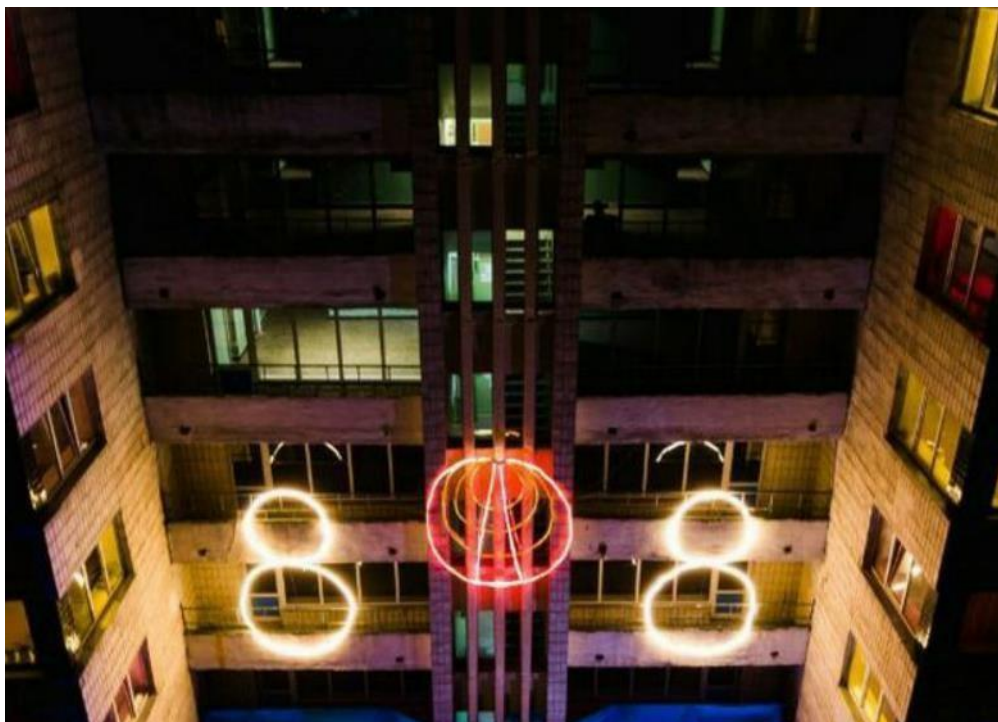


Рисунок 1.3 – Статичні цифрові зображення

Статичні зображення цифр досить популярні і широко поширені в рекламній сфері. Такі зображення дуже помітні, ефектні, а матеріал для таких конструкцій коштує відносно недорого. Також монтаж цієї конструкції можна виконати самостійно, без професійних знань і навичок.

Duralight має RGB-індикацію, і ступінь захисту IP 68 (6-пил не може потрапити всередину пристрою, 8-пристрій витримують занурення на глибину не більше одного метра, і все одно працюють). Структура оболонки Duralight

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

досить ніжна, і чутлива до згинання і скручування, і розтягування. Також не варто торкатися поверхні цих освітлювальних приладів зі структурою поверхні, схожою на папір для підлоги, тому що навіть тертя об гладкі поверхні руйнує цілісність поверхні покриття.

Для підключення цього освітлювального приладу використовується спеціальний перехідник і роз'єм для звичайного мережевого кабелю.

7-сегментний дисплей ХУ5 [18] показаний на рисунку 1.4.

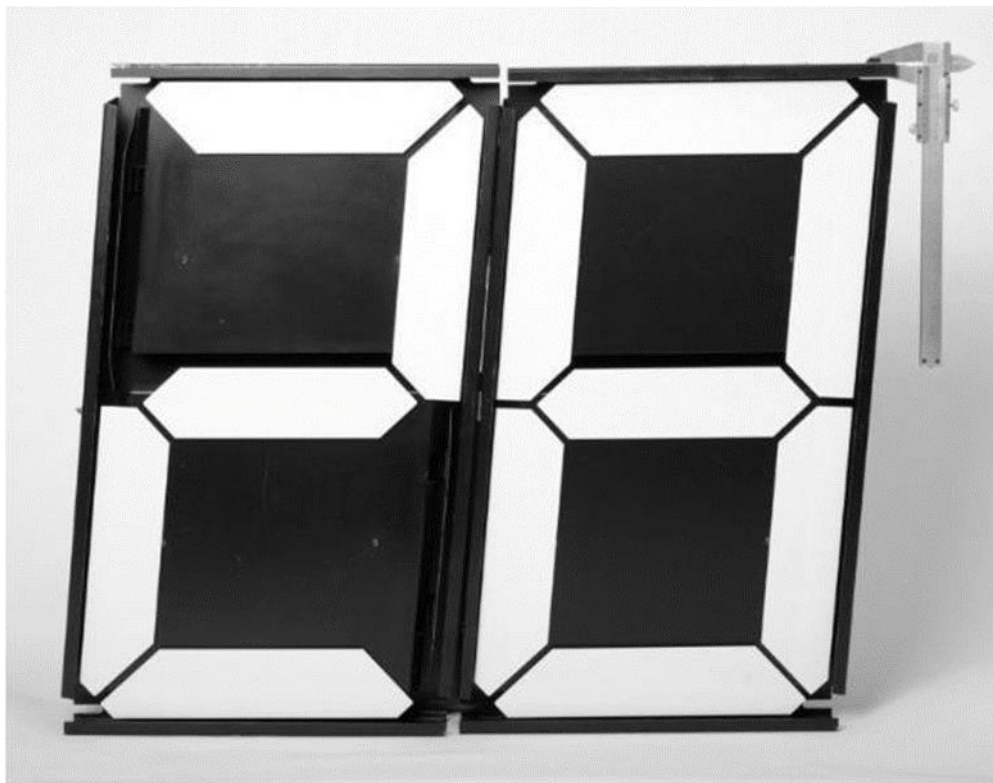


Рисунок 1.4 – 7-сегментний дисплей ХУ5

Ці Типи дисплеїв призначені для створення цінкових табло, спортивних, дорожніх знаків, рекламних вивісок, годинників, ретро-дисплеїв і термометрів. Висота дек-символу коливається від 27 мм до 630 мм.

Екран являє собою електромеханічну конструкцію, що складається з серії коробок з керованими індукторами і обертовими пластинами. Сегменти можуть бути виготовлені з різнокольорових матеріалів, стійких до ультрафіолетового випромінювання. Якщо у вас світлі тони на чорному тлі, ви

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

побачите символи табло. Кожен сегмент містить магніти, які взаємодіють з електромагнітами. За допомогою імпульсного струму, що змінює магнітне поле даної котушки, положення обертового елемента змінюється і залишається в цьому положенні до тих пір, поки магнітне поле котушки знову не зміниться.

Кожен сегмент розрахований на більш ніж 2000 мільйонів підприємств, тому ця конструкція вважається однією з найнадійніших на ринку 1. Основним недоліком дисплея є те, що якщо ви не підтримуєте паузу в 900 мілісекунд, котушка накопичує тепло, тому існує певна межа частоти виведення символів. Також важливо, щоб пристрій видавав багато шуму під час роботи. Модуль також дуже чутливий до екстремальних температур, створюваних сонячним світлом, що падає на корпус пристрою.

Загальні характеристики наведені в таблиці 1.1 для порівняння вищевказаних пристроїв.

Таблиця 1.1 – Порівняння характеристик аналогових пристроїв

Назва пристрою	<i>SGS-5</i>	<i>LEDAR- TIS</i>	<i>POWERLUX</i>	<i>XY5</i>
Габаритні розміри, мм	5000x1600x200	800x365x100	10x20	654x374x76
Колір індикації	Білий/Жовтий, Зелений/Червоний, Жовтий	Зелений/Червоний, Жовтий	RGB	Білий/Жовтий
Робоча напруга, В	220	12	20/12 (в залежності від комплектації)	19
Матеріал корпусу	Алюмінієвий композит	Алюміній, пластик	Силіконові PVC UVs	Метал, пластик
Вага, кг	360	4	0,4/метр	3.1
Тип управління	Дротовий/Бездротовий	Струмopовідні/непровідні	Немає дротового	Проводовий

Вид індикатора	Електричний	Електричний	Електричний	Механічний
Ціна, грн	90 000	8000	240/м	8050

Передбачені спеціальні монтажні отвори для створення екранів на табло і різних конструкціях. Для зовнішньої установки необхідно окремо придбати спеціальний чохол для захисту від атмосферних впливів. Пристроєм можна керувати як з ПК через власний процесор, так і через інтерфейс RS485[7].

## 1.2 Огляд схем керування

Грунтуючись на наведеному вище аналогу, в цьому підрозділі аналізуються схемотехнічні рішення, використовувані для розробки.

Першим приладом для аналізу є рекламний пам'ятник для відображення цін на АЗС. Незважаючи на те, що існує безліч компаній, що виробляють ці пристрої, принцип управління і внутрішня "начинка" таких пристроїв приблизно однакові. Схематичне рішення для цього пристрою показано на малюнку 1.5 нижче. Як видно на малюнку, для забезпечення безперебійної роботи пристрою використовуються 2 основних типи плат. Оскільки він складається з освітлювальних елементів, що живляться безпосередньо від мережі 220 В, периферійне освітлення стели не включено. Плата Vbc-H є основним модулем для управління дисплеєм. Основна функція Tableau-приймати команди з пульта дистанційного керування або комп'ютера, зберігати всі ціни та налаштування таблиці в енергонезалежній пам'яті та керувати пристроями відображення та відображення цін (рис. 1). 1.5).

Вторинним модулем є плата VBC-T4-485. Він призначений для управління світлодіодом, що вказує ціну. Цей тип плати складається з 4 регістрів зсуву (74HC595) і транзисторних перемикачів з струмами перемикання до 0,5 А.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

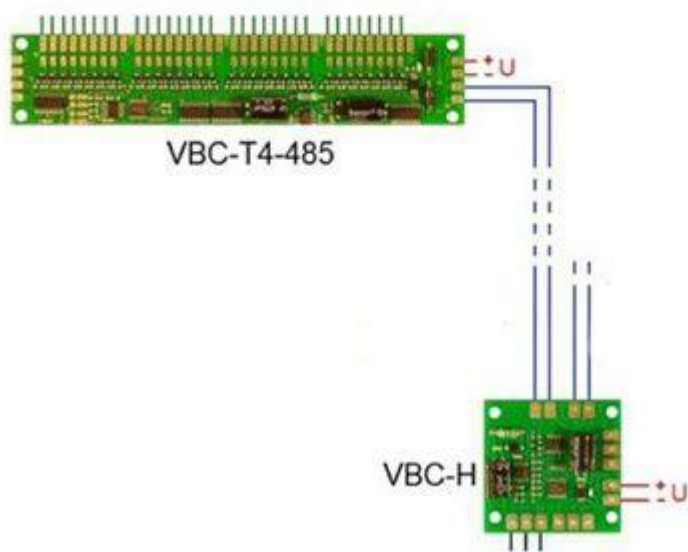


Рисунок 1.5 – Схема виконання пристрою

Напруга живлення кожного модуля може варіюватися від 7 до 30 вольт дек. Дані передаються послідовно від основного модуля до всіх підключених вторинних модулів за допомогою 2 сигнальних проводів. Якщо ви плануєте збільшити ціну на іншій стороні пристрою, для цієї мети в головному модулі управління є спеціальна Контактна панель.

Недоліком такого схемотехнічного рішення є незручність використовуваного тут бездротового інтерфейсу. Адже ІЧ-зв'язок повинна бути практично навпроти датчика, на відстані 7-10 метрів від стели.

Ідея створення плат 2 типу цікава ще й тим, що в такому рішенні схема виявляється досить надійною для тривалого використання, якщо використовується екранований захищений від несанкціонованого доступу кабель.

Однак, з огляду на розвиток технологій, "начинку" слід створювати з сучасних і недорогих елементів, пристосованих для роботи на великій потужності.

Модуль ціни LEDARTIS. Принцип роботи цього модуля приблизно

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

такий же, як і принцип роботи перерахованих вище пристроїв. Для цієї мети використовується аналогічна дошка. Жовтень груд але основна відмінність між цими 2 пристроями полягає в тому, що для роботи цінового модуля купується додатковий блок з управлінням (тумблер і порт для підключення кабелю) і, на відміну від основного модуля Stel, він оснащений радіоканалом з дальністю дії до 30 м, а не ІК-каналом. Це перший раз, коли ми можемо це зробити. За умови відсутності перешкод на шляху передачі даних.

Недоліком таких пристроїв є те, що вони мають обмежену кількість анімацій, а також обмежену кількість параметрів, які задаються під час рендеринга кольорового дисплея. Крім того, загальна схема пристрою не пристосована для потужних освітлювальних елементів, а його ціна висока. Ціна блоку управління і пульта дистанційного керування (remote control) сильно впливає на ціну пристрою, яка становить майже 4000 грн.

Наступним елементом освітлення є неоніва смужка силової стійки. По суті, це серія світлодіодів RGB, з'єднаних за принципом світлодіодних стрічок з постійним захистом від вологи і пилу, тому Ви можете побачити цю схему на рисунку 1.7.

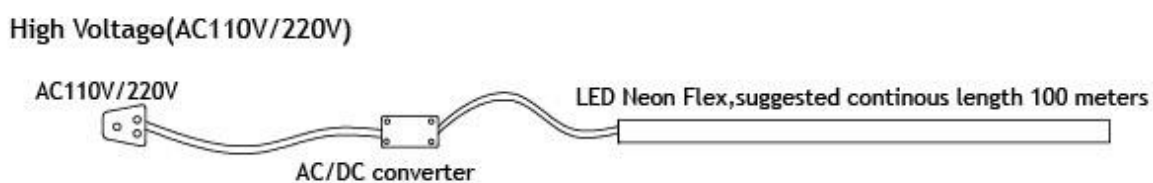


Рисунок 1.7 – Гнучка схема підключення неону

Для підключення цього пристрою вам знадобиться мережевий кабель з контактним роз'ємом і адаптером. Самі по собі неонові стрічки вже в якійсь мірі є універсальним пристроєм, але вони не володіють належним управлінням і здатністю створювати анімацію. Для великої і потужної конструкції буде потрібно як мінімум 1 або більше немічних джерел живлення, що в даний час дорого. Таким чином, можна зробити висновок, що ідея поділу плати

управління на функцію і призначення розробки пристрою і установки його в місці, найбільш близькому до робочого місця, може бути легко використана. Також рекомендується використовувати технологію бездротового управління, яка є універсальною і може взаємодіяти з багатьма пристроями і більш зручна, ніж перераховані вище пристрої. Наприклад, ви можете використовувати технологію Bluetooth або Wi-Fi.

### 1.3 Побудова систем відображення інформації на базі мікроконтролера

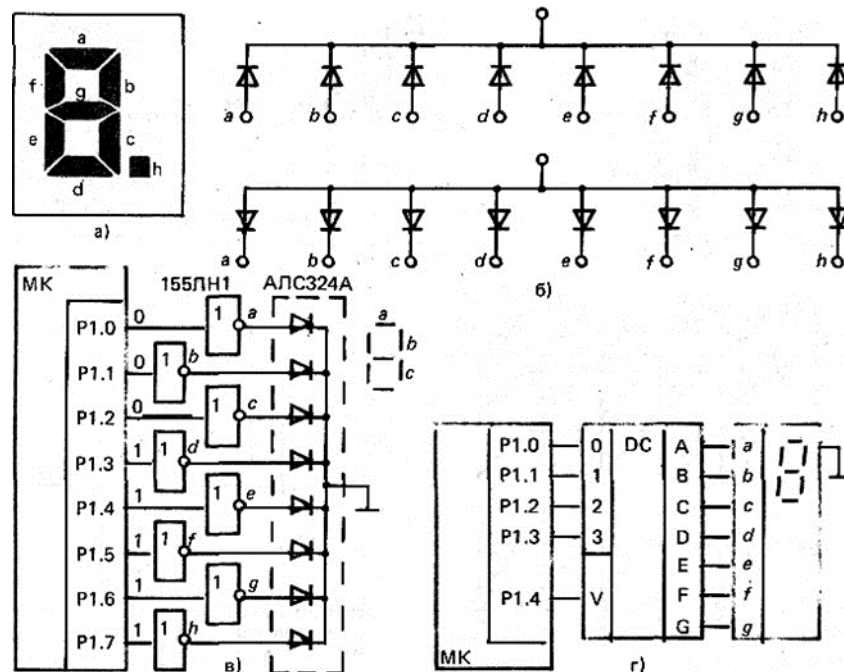
Пристрій візуальної інформаційної системи може бути підключений безпосередньо до системи передачі даних або через вбудований контролер. Вбудований елемент керування дозволяє підключати окремі вивіски до загальних систем як клієнт Ethernet, що полегшує зміну конфігурації системи та підключення нових інструментів відображення без зміни центру адміністрування системи.

Давайте розглянемо основні типи світлодіодних індикаторів, які використовуються для відображення інформації.

#### 1.3.1 Семисегментні індикатори

7-сегментний індикатор зазвичай використовується для відображення символічної інформації. Матриця з 7 розкиданих елементів дозволяє відображати базові числа 10 і базові числа 16, деякі символи і деякі спеціальні символи. На рисунку 1.8 показана структура семи індикаторів підпису та варіанти підключення до мікроконтролера.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а - зовнішній вигляд; б - схеми; в, г - способи підключення до МК

Рисунок 1.8 – Семисегментний індикатор

Щоб загорівся 1 сегмент індикатора, необхідно забезпечити протікання струму близько 10-15 мА при напрузі 2,0-2,5 В. через низьку навантажувальної ємності виходу мікроконтролера неможливо безпосередньо підключитися до індикатора. В якості проміжного підсилювача струму використовуються логічні вентиля, Інвертори або спеціальні мікросхеми декомодулятора.

Перетворення базового 2-х 7-сегментного індикатора в код виконується програмним або апаратним забезпеченням з використанням різних перетворювачів транскодування.

### 1.3.2 Матричні світлодіодні індикатори

Світлодіодні матричні індикатори використовуються для відображення символічної інформації. Кожен з цих індикаторів виконаний у вигляді мікрочіпа. Цей чіп є світлодіодною матрицею розміром m на n, де m-кількість стовпців, а n - кількість рядків у матриці. Найбільш поширеними показниками зараз є 7x5 і 9x7(рис. 1.9).

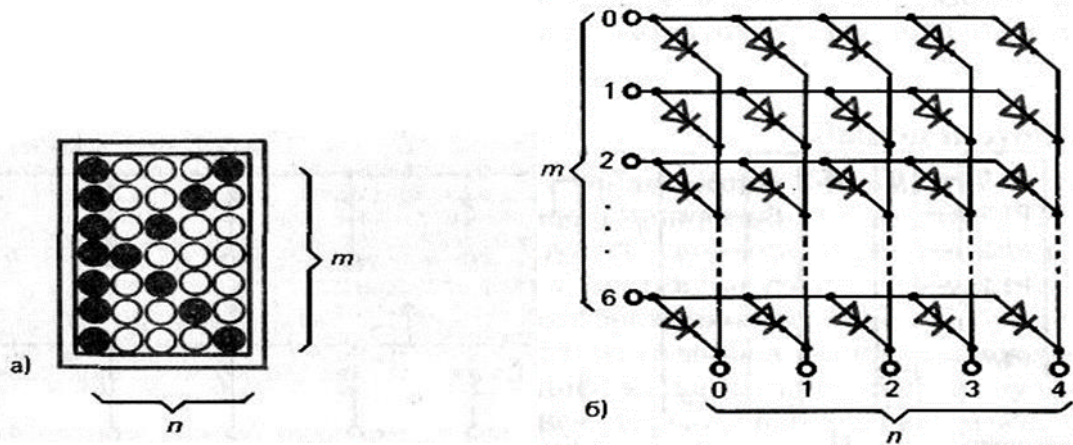
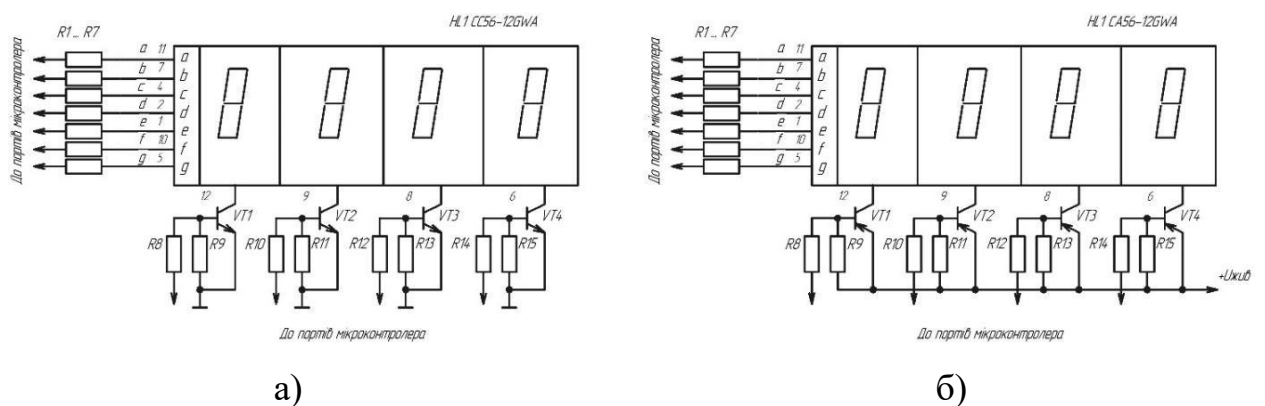


Рисунок 1.9 – Індикатор матриці

Щоб увімкнути 1 світлодіод, потрібно подати напругу близько 2 В зі струмом близько 10-15 мА. Підключення таких індикаторів до мікроконтролера здійснюється через схему, яка генерує струм, керований рядками і стовпцями (рис.1.10).



а) з індикатором CC56-12GWA з загальним катодом; б) з індикатором CA56-12GWA з загальним анодом

Рисунок 1.10 - Схеми 4-розрядних семисегментних світлодіодних індикаторів

1-рядковий лінійний дисплей використовується для відображення повідомлень, що містять кілька символів. Кількість символівних прогалін на такому дисплеї визначається відповідно до вимог функціонування системи.

Для взаємодії з екраном використовуються статичні і динамічні методи

обміну інформацією.

У першому випадку на вході кожного індикатора повинна бути спеціальна буферна запис для зберігання коду відображуваного символу. Кількість відображуваних на екрані символів збільшується, в результаті чого збільшується кількість жовтневих додаткових фішок, а значить, і вартість всієї системи.

Динамічний метод використовує той факт, що відбиваючий пристрій має власну інерцію, а інформація, що відображається на екрані, сприймається людським оком у незмінному вигляді при оновленні більше 20 разів на секунду. Метод динамічного відображення інформації вимагає набагато менше обладнання, але вимагає більш складного програмного забезпечення. Цей метод організації виведення інформації найчастіше використовується в мікроконтролерних системах.

Отже, у нашому дослідженні 2. ми використовуємо динамічний дисплей, який є методом.

Розглянемо процес виведення інформації в системах візуалізації на основі СС і індикаторах MS.

Крок 1-роздрукуйте символ. Коли зовнішній перетворювач використовується для отримання 1-символьного зображення, на відповідний порт мікроконтролера виводиться тільки 1 двійковий символ.

У програмному додатку Мікроконтролер присвоює вказаному символу певний двійковий код або байт індикатора (Vi). Цей байт інструкції виводиться на вихідний порт. Як правило, транскодування символів здійснюється за допомогою таблиць. Для цього зазначені байти поміщаються в сусідні комірки пам'яті в порядку зростання двійкового коду. Це спрощує процес перекодування, оскільки необхідні байти поміщаються в рядки таблиці з числом, рівним двійковому коду зазначеного символу.

У разі динамічного відображення, коли інформація відображається на лінійному дисплеї, байти індикатора відправляються на вхід всіх 7-сегментних

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

індикаторів, які утворюють лінійний дисплей. В цьому випадку положення символу вибирається розділовим байтом, який представляє собою код "нульового виконання" (рис. 1).1.11). У методі генерації байтів незашифрованої вибірки максимальна кількість символів лінійного відображення обмежена відстанню між портами. Якщо ви використовуєте зовнішній калькулятор для створення коду "робочий нуль", ви можете значно збільшити кількість символів на лінійному дисплеї.

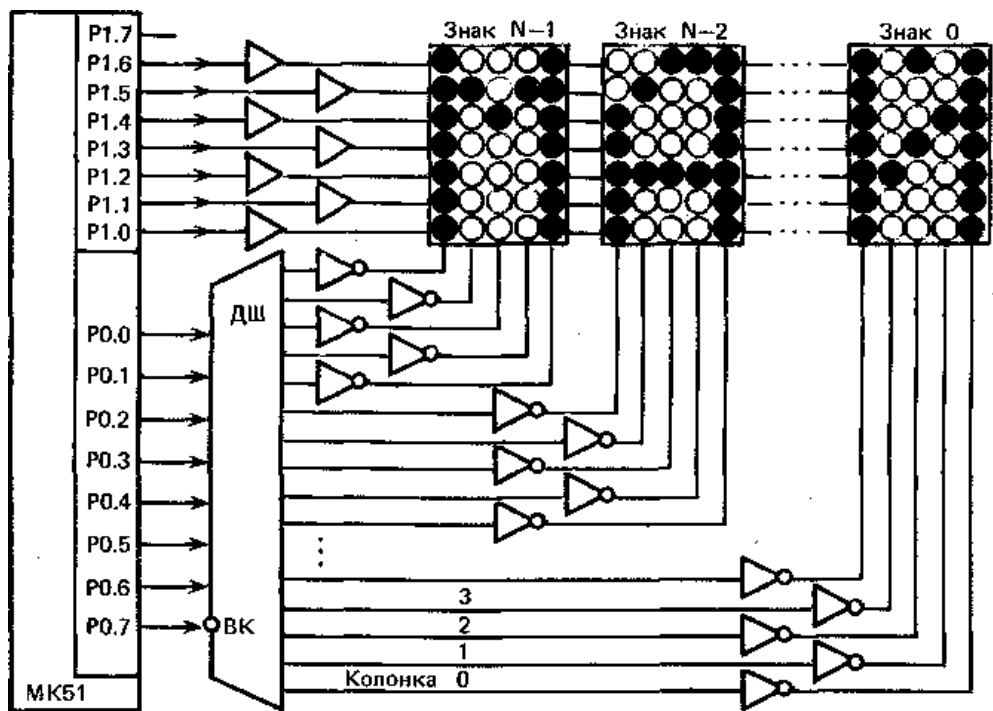


Рисунок 1.11 - Лінійне відображення на точкових матричних індикаторах

Для динамічного відображення групи символів корисно використовувати іншу процедуру. Алгоритм розроблений як підпрограма відповідно до блок-схеми.

Вхідними параметрами підпрограми є вихідний код відображуваного символу і кількість символів, для яких буде виконуватися висновок. Вихідний код символу встановлюється відповідно до поточної адреси в масиві, а номер символу встановлюється відповідно до поточного значення виділеного байта та значення кількості символів.

Інша підпрограма витягує код наступного символу з пам'яті мікроконтролера, а вихідний код символу поміщається в комірку пам'яті, яка поміщається одна за одною. Щоб отримати яскравий і рівномірний дисплей, забороніть вибір символів при зміні байтів дисплея на порту, а потім виконуйте процедуру виведення повідомлення кожні 50 / н мс, щоб відтворити зображення кожного символу з частотою більше 20 разів на секунду. Де N- кількість символів на екрані. Затримка часу досягається шляхом надання зразків байтів для всіх томів. Необхідна швидкість відтворення зображень підтримується та контролюється основним програмним забезпеченням мікроконтролера.

Наступним кроком буде відображення символу на індикаторі. Принцип динамічного відображення стовпців використовується для відображення символів на екрані матриці. У цьому випадку байт дисплея є основним кодом підсвічування світлодіода Динаміка, а символ складається з набору байтів дисплея шляхом нумерації стовпців (рис. 1.12). Рекомендується, щоб процедура відображення символів на екрані матриці була представлена у вигляді 2 окремих процедур: транскодування і відображення.

Таким чином, використання динамічного дисплея дозволяє звести до мінімуму кількість з'єднувальних провідників між цифровим деком і індикатором, але в той же час є потужним джерелом перешкод, тому необхідно вжити всіх заходів для придушення перешкод.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						19
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

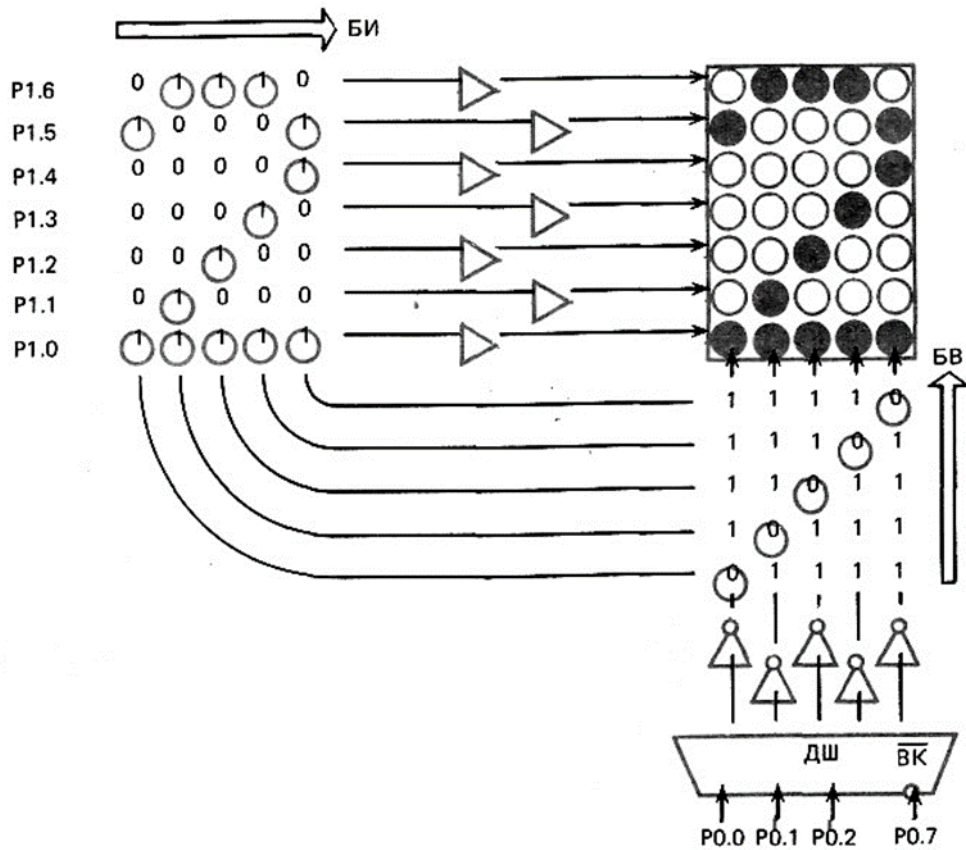


Рисунок 1.12 - Формування умовного позначення на матричному індикаторі

### Висновки до першого розділу

Проаналізувавши подібні пристрої, визначаються наступні їх переваги і недоліки. Недоліком часто є незмірно висока ціна, а ще одним недоліком є відсутність універсального та зручного пульта дистанційного керування. Перевага аналога в тому, що доступні денна і нічна системи, в деяких є радіоканали, що працюють на відстані до 30 метрів.

## 2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ТАБЛО З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

### 2.1 Вибір та розробка схемотехнічного рішення

Щоб спростити пристрій, потрібно побудувати пристрій, використовуючи загальні вузли та деталі. Це ключ до стійкості, оскільки наявність важкодоступних запасних частин створює певні труднощі при ремонті.

Проаналізувавши технічні характеристики і доступні рішення, а також наведені вище умови, ми вибрали наступні схемні рішення:

- розробити два типи дощок. Тип 1, який діє як власний декодер і ретранслятор. це контрольна карта, яка виконує функцію пошуку та обробки інформації для управління типом вторинної карти. Перший тип виконується в 1 екземплярі, і плата монтується на блоці управління. Другий тип встановлюється безпосередньо в світлову коробку;

- використати джерело живлення настільного комп'ютера в якості потужного джерела живлення модуля управління.

#### 2.1.1 Розробка загальної структурної схеми

На рисунку 2.1 показана блок-схема пристрою. Основним блоком схеми є головний мікроконтролер, призначений для обробки команд управління і передачі інформаційних пакетів на допоміжний мікроконтролер. Щоб спростити розробку та виробництво електронних модулів, ми вирішили використовувати існуючу платформу для мікроконтролерів. Тому що в цьому випадку немає необхідності розробляти регулятор напруги для програмістів та інші необхідні речі, наприклад, мікроконтролери. Слід зазначити, що через вузьку спеціалізацію пристрою, що розробляється, невикористання всіх функцій і функцій має деякі недоліки. Тому що насправді це жовтневі

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

додаткові витрати на непотрібні деталі. Для масового виробництва рекомендується сконструювати дошку меншого розміру без зайвих елементів. Однак для одного виробництва це не обов'язково.

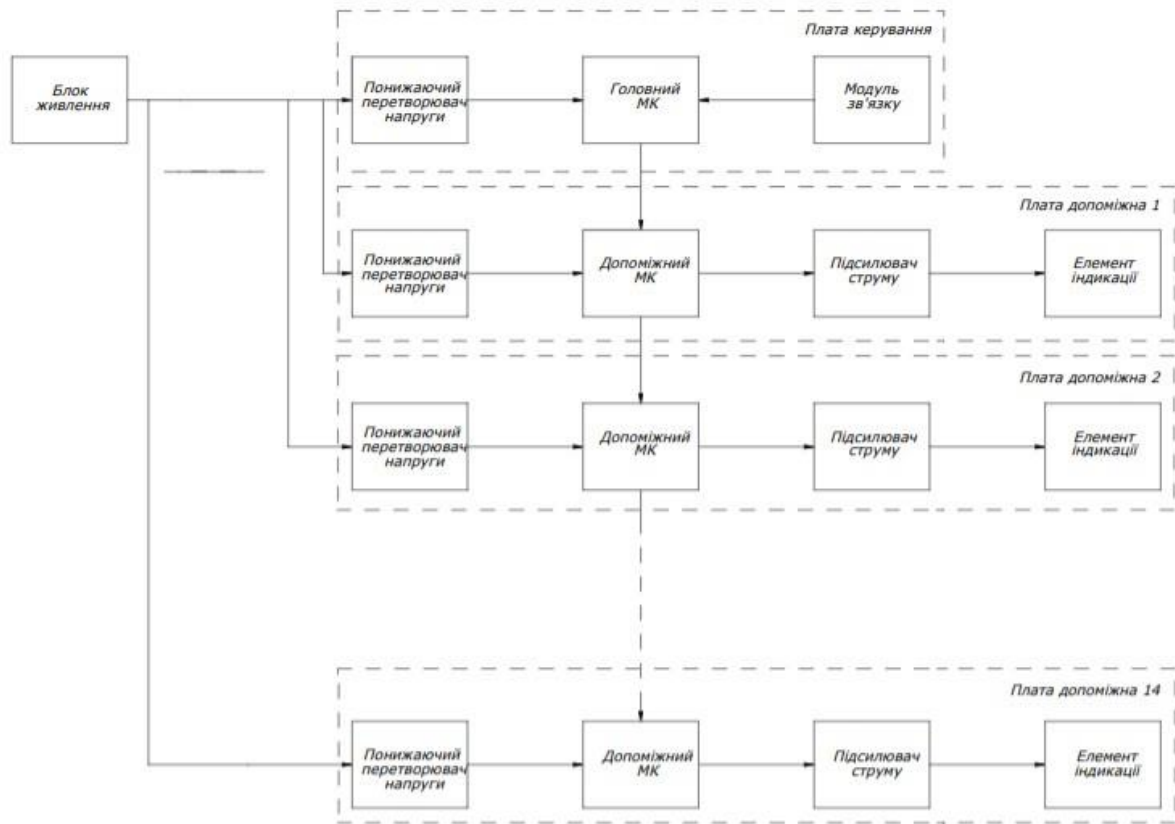


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою

Команда управління на головний Мікроконтролер надходить від Блоку комунікаційного модуля, який виконує функцію прийому і попередньої обробки даних.

Виходи Джерела живлення становлять 36 В і 20 А, а вхідні характеристики мікроконтролера відносно низькі, тому ми вирішили забезпечити схему ступінчастим перетворювачем напруги, який міг би регулювати його характеристики для подачі необхідної напруги живлення на мікроконтролер.

Також передбачений підсилювач струму для освітлювальних елементів. Цей модуль призначений для посилення сигналу допоміжного

мікроконтролера.

### 2.1.2 Вибір основних компонентів схеми

Освітлювальні елементи є важливою частиною пристрою. Згідно з технічними характеристиками, вони повинні бути RGB, і відомо, що світло від них настільки сильне, що його можна побачити навіть вдень, а також з ним легко працювати. В якості вищезазначених елементів були обрані світлодіодні смуги RGB зі світлодіодами 5 0 5 0 SMD (рис. 2).2.2). Такі смужки підходять за всіма перерахованими вище параметрами. Виробник також вимагає 25 000 годин [20] робочого часу для цього пристрою.



Рисунок 2.2 – Світлодіодна стрічка RGB

Правильна платформа була обрана з урахуванням асортименту сучасних мікроконтролерів, встановлених на готових платформах. Це плата Arduino nano з мікроконтролером ATMEGA328P (рис. 1).2.3). Продукт має зручне середовище програмування в порівнянні з аналогічними платформами з точки зору простоти настройки і використовує драйвер для завантаження програми на мікроконтролер через USB-порт. Багато навчальних матеріалів, що стосуються як створення Програми, так і налаштування пристрою, знаходяться у вільному доступі. Ціна і розміри також є важливими факторами при виборі.

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

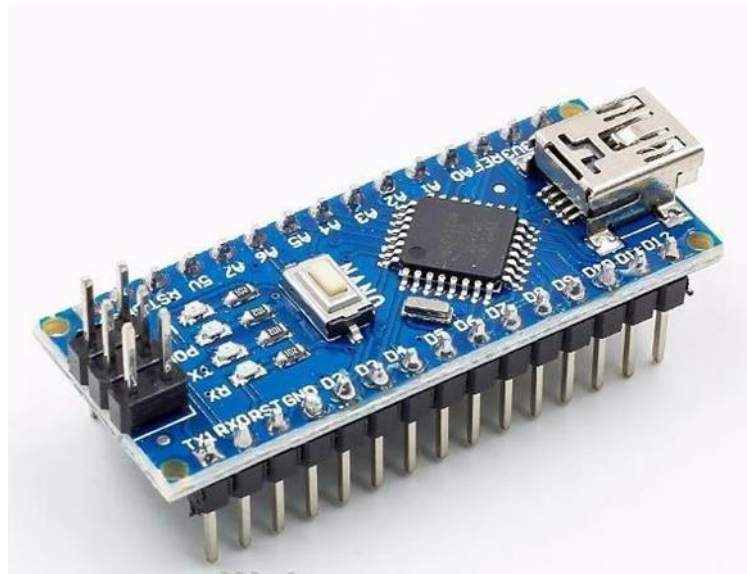


Рисунок 2.3 - Arduino NANO

Переглянувши та проаналізувавши типи модулів для бездротового зв'язку та розглянувши вибір апаратної платформи з мікроконтролером, ми вирішили вибрати модуль Bluetooth HC-05 (рис.2.4).

#### HC-05 FC-114

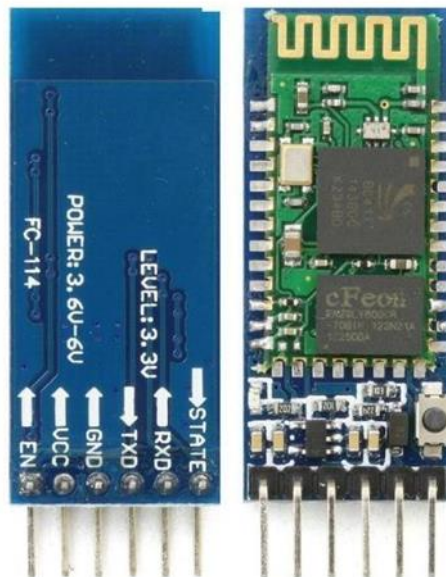


Рисунок 2.4 - Модуль Bluetooth HC-05

Технологія Bluetooth була обрана як проста і проста в установці для роботи з пристроями Android. Модулі Wi-Fi, сумісні з Arduino, коштують

дорожче, їх важче встановити та підключити. Недоліком Bluetooth є те, що розробники цієї технології незабаром анонсують нову версію, в якій необхідно значно збільшити дальність перемикачання (близько 200 м), але вона не буде працювати на коротких відстанях, тобто близько 10 м грудня.

Модуль HC-05bluetooth [19], порівняно з аналогом цієї серії, наприклад, модуль HC-06 має 2 режими роботи (управління, управління), так що ви можете знайти пристрій і підключити його до нього. Цей продукт дешевий і поширений, простий в установці і не простий у використанні. Важливим фактором є те, що для роботи з такими модулями було написано близько 200 програм з широким спектром функцій. Недоліком модуля є коротка відстань для перемикачання з іншими пристроями.

Рекомендований діапазон потужності для Arduino NANO через vin-порт становить 7-12 в.Отже, оскільки вихідна напруга джерела живлення становить 36 В, повинен бути передбачений понижуючий перетворювач напруги. Для цієї мети ми вирішили використовувати модуль LM2596. *そのための入力電圧は4からに及びます40V.it* він недорогий і популярний, і, що найголовніше, можна регулювати рівень вихідної напруги в грудні в діапазоні 3-35 В за допомогою вбудованого резистора змінного струму. Цей грудень дозволяє регулювати потужність комунікаційного модуля через платформу Arduino без ризику перегріву внутрішнього стабілізатора платформи.

Було визначено, що освітлюваними елементами лайтбокса будуть світлодіодні смуги RGB, тому було рекомендовано використовувати мікросхему WS2811 в якості допоміжного мікроконтролера, призначеного для управління 3-канальними елементами освітлення і використовує ШІМ для управління яскравістю. Мікросхема обробляє дані, які проходять через неї, буквально приймає дані, призначені для неї, і при необхідності надсилає решту даних на інші подібні мікросхеми. Їм потрібно 14 штук. WS2811 недорогий, поширений і не вимагає спеціальних налаштувань.

Підсилювач Venom використовується в якості підсилювача струму і

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

забезпечує посилення струму при 4а з 3 channels.It він призначений для посилення вихідного сигналу чіпа WS2811. Цей модуль має низьку вартість і відповідає всім специфікаціям.Тобто напруга живлення становить 12 В, А Струм посилення - до 4а.

Також розгляньте можливість використання підсилювача OEM. Вхідна напруга становить 12 В, А Струм подачі в канал - 10 А, в цьому немає необхідності, і цей підсилювач також набагато дорожче попереднього. Тому краще вибрати стояк з отрутою, так як він не підходить.

Для блоку живлення було вирішено використовувати збірку з 400 блоків живлення настільного КОМП'ЮТЕРА АТХ-3.1. Один з таких блоків має вихід 12 В.якщо вони підключені послідовно, на виході є необхідна напруга 36 В. але перед тим, як включити його, переконайтеся, що в кожному блоці є 2 трансформатора. необхідно відрізати заземлення його обмотки і від'єднати всі 3 плати від корпусу.

Цей метод вимагає багато часу, але такі дії спрямовані на максимальне подорожчання конструкції блоку живлення як найдорожчого компонента пристрою. Звичайно, ви також можете розглянути джерело живлення з виходом 36 В за раз, але пристрої з цими характеристиками будуть набагато дорожчими, ніж попередні. Тому було вирішено зупинитися на першому варіанті.

### 2.1.3 Розробка електричної принципової схеми плати керування

Схема електричної друкованої плати показана на рисунку 2.5. Щоб краще зрозуміти, як працює схема, необхідно детально вивчити її структуру.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

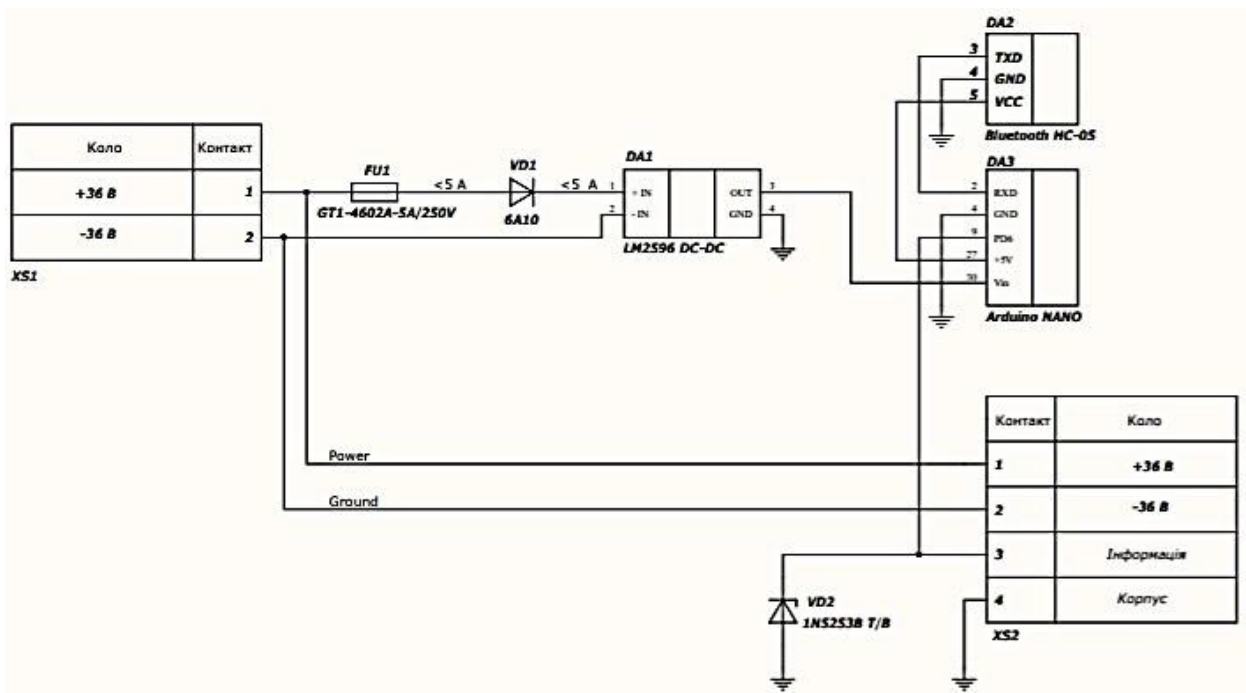


Рисунок 2.5 – Схема електричної плати

Лінія електропередачі 36 В подається від джерела живлення до плати через клемну колодку. В якості елемента захисту від струму короткого замикання і струму перевантаження, коли струм роз'єднання перевищує 5а, в ланцюзі передбачений запобіжник FU1, так що запалювання розмикається. LM2596 не має захисту від зворотної полярності, наданої розробником, тому ми вирішили використовувати для цієї мети випрямний діод. Немає спеціальної схеми для включення перетворювача напруги.

Регульовальний резистор на платі перетворення напруги регулює напругу живлення модуля Arduino NANO (і подає живлення на порт VIN). Цей же модуль подає живлення на модуль HC-5bluetooth через порт + 05 в.обмін даними між режимом Arduino і режимом Bluetooth здійснюється через порти rx і T деки відповідно. Пакети даних надсилаються з виводу PD2811 модуля Arduino, створеного для Мікросхеми WS6 на платі сегмента світла.

Щоб зменшити вплив зовнішніх перешкод і забезпечити передачу даних без спотворень на інші плати, ми вирішили використовувати стабілітрон.

## 2.1.4 Розробка схеми електричної принципової світлової сегментної плати

Електрична схема світлового сегментного екрану показана на рисунку 2.6. Схема також вирішила розширити шину живлення зсередини плати, забезпечивши вхідні та вихідні клеми, які також використовуються для підключення кабелів передачі даних.

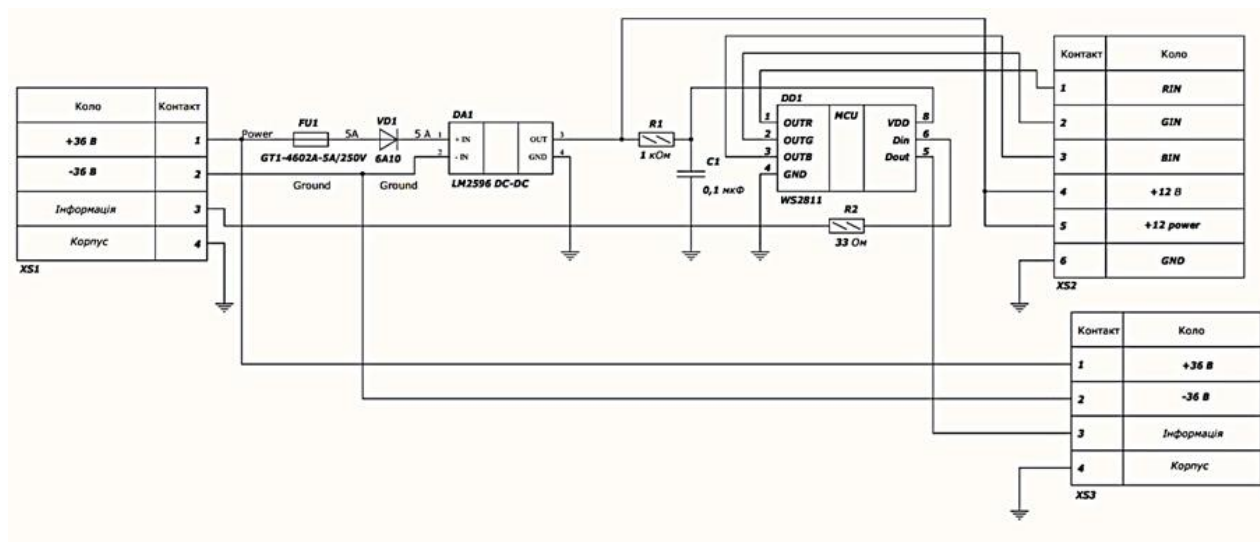


Рисунок 2.6 - Схема електрична принципова світлового сегмента

Блок запобіжника, діода та перетворювача напруги виконує ті ж функції, що і попередня плата, за винятком того, що вихідна напруга перетворювача налаштована для живлення мікросхеми WS2811 та підсилювача струму. Також для живлення світлодіодної стрічки.

Замість того, щоб підключати підсилювач струму Venom до майбутньої плати, я вирішив підключити його за допомогою клемної колодки XS2 і прикріпити плату підсилювача до корпусу.

Інформаційне повідомлення надходить від контролера через головний Мікроконтролер до порту "D-вхід" мікросхеми WS2811. структура чіпа така, що інформація проходить через нього,

Вихідний сигнал " D " направляється на наступний аналогічний чіп в сусідньому оптичному сегменті. Для існуючих підсилювачів мікросхема

WS2811 посилає керуючий сигнал в стан світлодіодної стрічки через контакти на виходах R, out G I out B.

Згідно з технічною документацією цього чіпа, для нормальної роботи WS2811 потрібні резистори R1 і R2 і конденсатор C1. Завдяки цьому були розроблені 2 електричні ланцюги, які взаємодіють під час роботи пристрою, і були обрані основні компоненти продукту.

## 2.2 Проектування плати керування

### 2.2.1 Попередній проектний аналіз

Оскільки пристрій управляється за допомогою модуля Bluetooth, який отримує команди від "підключеного" смартфона, Ручне управління, тобто кнопка для відображення. Однак платформа Arduino NANO має порт micro-USB, тому може виникнути ситуація, коли вам доведеться перепрограмувати Мікроконтролер. Доступ повинен бути зручним, оскільки немає підключення до Інтернету. Деки мають 2 клеми, призначені для перемикачів між джерелом живлення та іншими схемами. Для зручності їх краще розташувати в логічній послідовності (клеми шнура живлення знаходяться зліва, а Клемна колодка - для розетки праворуч).

Для простоти встановлення ми вирішили підключити платформу Arduino NANO [3] до знімного гнізда плати до плати, а блок перетворення напруги - до знімного адаптера.

### 2.2.2 Підбір елементної бази

Важливо, щоб основний фундамент відповідав за відсутність необхідних електричних параметрів. Я настільки винен у тому, що вбив його в такому званні, що схильний заблукати.

Структура електричної схеми для оплати така, що основна частина функціонального модуля може бути налаштована на схему ярма

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

світлодіодного елемента з ярмом віснюкова, тому Ви обов'язково будете вібрувати запобіжник FU1 і діод VD1 і стабілізатор VD2.

Запобіжник FU1 (рис.2.7) 5А був глобального тону оснащений моделлю GT1-4602a-5A / 250V [16].

Основні характеристики запобіжника:

- плавкий запобіжник, в скляному корпусі;
- номінальний струм 5А;
- розміри 5x20;
- номінальна напруга 250 В;
- робоча температура: -65 - +100 °С.

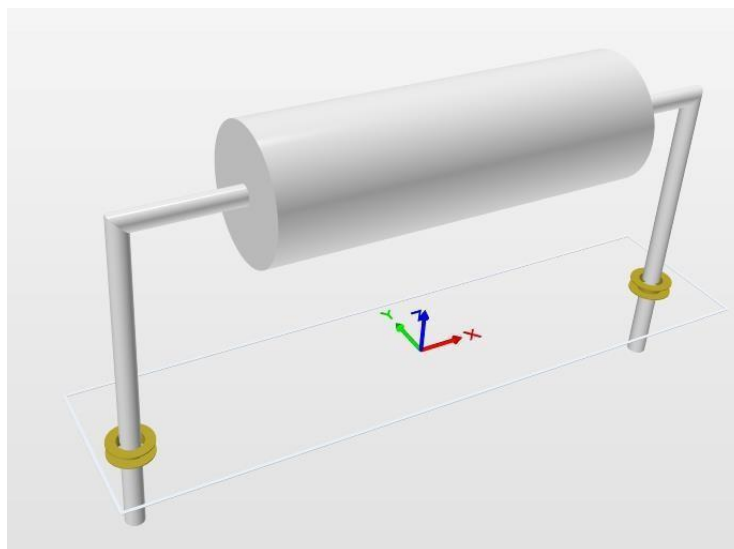


Рисунок 2.7 –3D-модель запобіжника FU1 у середовищі Altium Designerr

Діод 6А VD1 (рис.2.8) був обраний з МІС, модель 6А10.

Основні характеристики діода 6А10:

- зворотна напруга не більше 1 кВ;
- 6А постійного струму;
- корпус Р600;
- тип діода - випрямляч;
- робоча температура: -65 - +175 °С.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

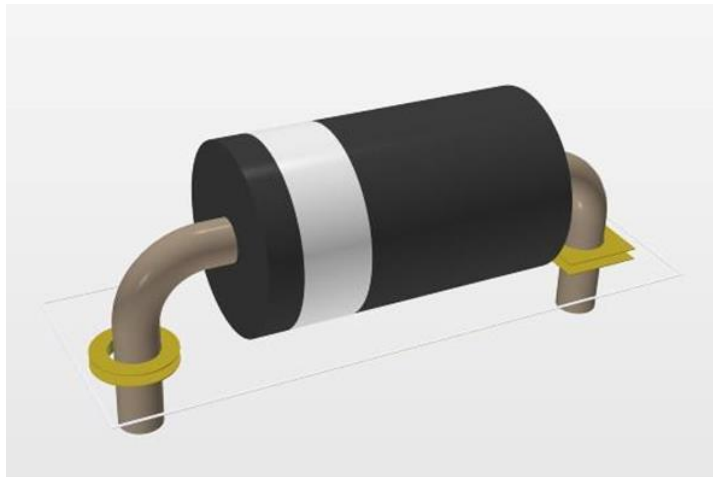


Рисунок 2.8 - 3D-модель діода VD1 в середовищі Altium Designerr

Стабілітрон VD 2 (рис. 2.9) номіналом 0,5 Вт був обраний від виробника постійного струму, модель 1n5253b T/B.

Основні характеристики діода 1n5253b T/B:

- корпус типу ДО-35;
- напруга стабілізації: 25 В;
- робоча температура -65 ... + 175 °С.

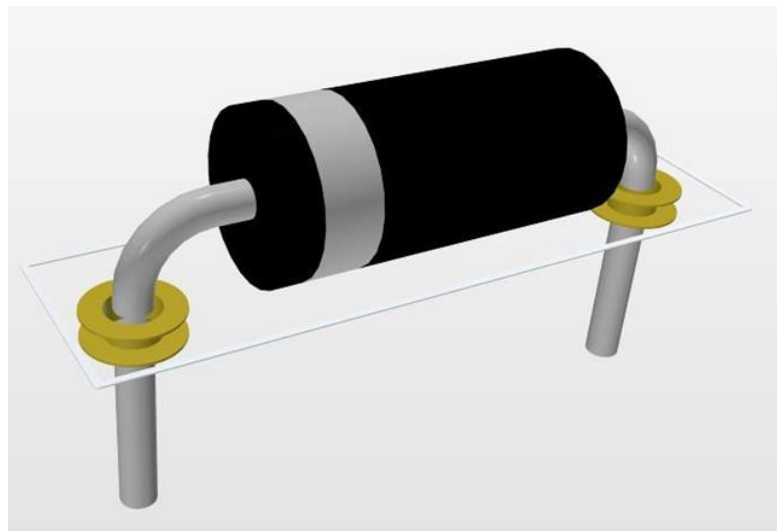


Рисунок 2.9 - 3 D модель діода VD1 в середовищі Altium Designerr

Клемна колодка XS1 (рис. 2.10) 2-контактна, була обрана від виробника EX-UUNN.

Основні особливості клемної колодки:

- 2 контакти;

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- можливість генерації збірок;
- контактний матеріал - оцинкована сталь;
- номінальна напруга 300 В;
- номінальний струм 30 А.

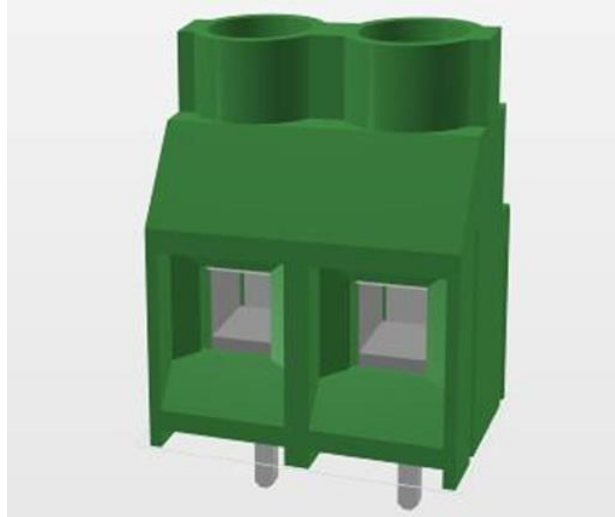


Рисунок 2.10 - 3D модель клемної колодки XS1

Altium Designer XS2 (рис. 2.11) 4-контактна, вибрана з TE Connectivity, модель TERMI-BLOK PCB MOUNT, 90 11P.

Основні характеристики TERMI-BLOK PCB MOUNT, 90 11P:

- 4 контакти;
- матеріал контакту - мідь, олово;
- номінальна напруга 300 В;
- номінальний струм 24 А.

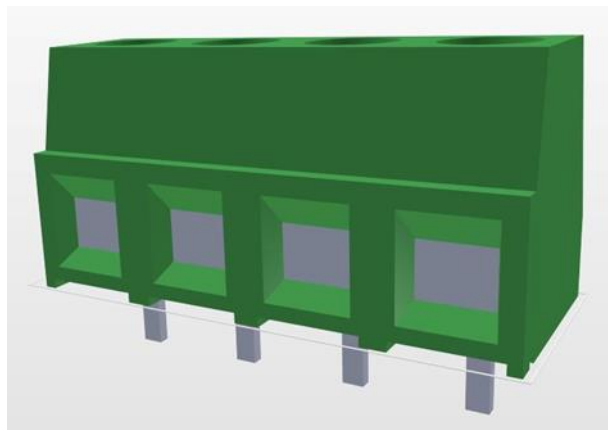


Рисунок 2.11 - 3D модель клемної колодки XS2 в Altium Designerr

Також для комутації платформи Arduino NANO були обрані 2 гнізда (рис. 2.12) від виробника GENERIC, в кількості 2 штук.

Основні особливості гнізда:

- номінальний струм 3А;
- тип контактів - прямі;
- кількість контактів – 15.

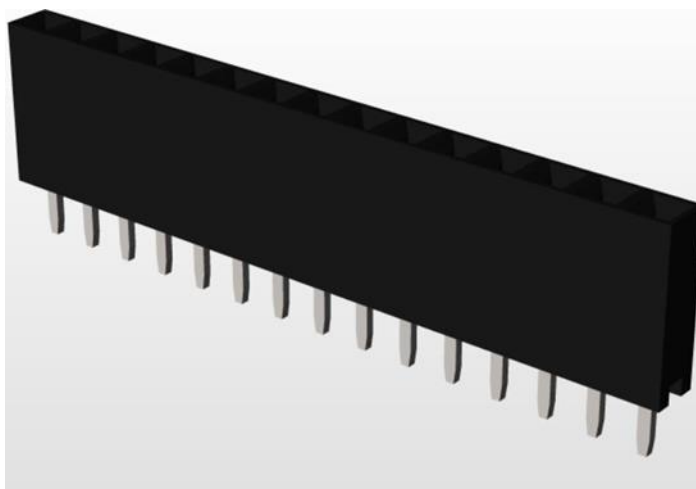


Рисунок 2.12 - 3D-модель гніздового роз'єму в середовищі Altium Designerr

Щоб легко перемикатися між модулем перетворення напруги lm25 декомунізації, ми вирішили використовувати 4-контактний адаптер KLS1-207B від виробника KLS.

### 2.2.3 Розрахунок конструкції друкованої плати

Для визначення розміру плати використовуються такі дані:

- зона установки ЕРЕ  $S_m$  розміщена на платі;
- площа допоміжних зон  $S_d$ ;
- допустимі розміри плати відповідно до обраного класу точності і щільності друкованого редагування;

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- умови експлуатації;
- допустимі співвідношення сторін (жорсткість зовнішніх впливів, спосіб фіксації плати, його товщина і т.д.).

Знаючи розміри компонентів, розрахуємо площу дошки за такою формулою:

$$S_{\text{заг}} = k_{\text{м.г.}} \sum S_{\text{м.г.}} + k_{\text{с.г.}} \sum S_{\text{с.г.}} + k_{\text{в.г.}} \sum S_{\text{в.г.}} + \sum S_{\text{кріпл.}}, \quad (2.1)$$

де  $k_{\text{м.г.}}$ ,  $k_{\text{с.г.}}$ ,  $k_{\text{в.г.}}$ , - коефіцієнти малих, середніх і стрибкоподібних елементів відповідно;

$S_{\text{м.г.}}$ ,  $S_{\text{с.г.}}$ ,  $S_{\text{в.г.}}$ , - площі малих, середніх і великих елементів відповідно;

$S_{\text{кріпл.}}$  – площа кріплень.

Для елементів малого розміру коефіцієнт  $k$  дорівнює елементу середнього розміру, і оскільки в цій схемі немає елементів, ми опускаємо відповідний термін у формулі. Для елементів великого розміру коефіцієнт  $k$  дорівнює 2.

Для кріплення плати до майбутнього корпусу необхідно було просвердлити 3 монтажних отвори по краю плати для гвинта М4.

Для зручності обчислення виконуються в Microsoft Excel, а результати показані на .рисунку 2.13.

На рисунку 2.13 показано, що мінімальна площа плати становить  $\leq 5957$  мм<sup>2</sup>. Через особливі вимоги до розташування елементів з точки зору теплових або частотних параметрів була обрана стандартна прямокутна дошка. Розмір дошки становить 65x100 мм, що означає, що загальна оптимальна площа дошки становить 6500 мм<sup>2</sup>.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Од. вим.	мм	мм	мм	мм2
Назва ел.	K	X	Y	S
XS1	1,0000	13,0250	16,2000	211,0050
FU1	1,0000	21,0000	5,0000	105,0000
VD1	1,0000	18,2750	6,3750	116,5031
DA1	2,0000	45,0000	22,0000	1980,0000
DA2	2,0000	38,2000	16,4000	1252,9600
DA3	2,0000	45,9250	18,8250	1729,0763
VD2	1,0000	9,8750	2,7000	26,6625
XS2	1,0000	13,0250	16,2000	211,0050
кріплення 1	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 2	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 3	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 4	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000

S загальна, мм2 =		5956,2119
-------------------	--	-----------

ширина плати, мм	довжина плати, мм
65	100

X та Y – розмірності компонента; k - коефіцієнт форми; S - площа елементів конкретного тіла; S загальна - мінімальна площа дошки

Рисунок 2.13 - Площа плати керування

Для подальшої розробки потрібно розрахувати діаметри отворів під елементи за формулою:

$$D_o = D_v + 0,2 \quad (2.2)$$

де  $D_o$ - розміри отворів під вивідні елементи;

$D_v$  – розміри виводів.

Потім розрахуйте розміри прокладок контактного елемента за такою формулою:

$$D_k = D_o + 0,6 \quad (2.3)$$

З огляду на  $D_o \geq 1.1$ , розміри колодок розраховуються за іншою формулою:

$$D_k = D_o + 2/3D_o \quad (2.4)$$

Ці розрахунки були проведені в програмі Mathcad.

Отримані значення і розміри наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розміри вивідних елементів

Назва елемента	$D_v$ , мм	$D_o$ , мм	$D_k$ , мм
<i>XS1</i>	1.42	1.62	2.7
<i>XS2</i>	0.9	1.1	1.7
<i>VD1</i>	1.3	1.5	1.5
<i>VD2</i>	0.54	0.74	1.34
<i>FU1</i>	0.6	0.8	1.4
<i>Arduino NANO</i>	0.66	0.86	1.46
<i>LM256</i>	1	1.2	2
<i>Bluetooth HC-05</i>	0.9	1.1	1.7

Щоб розрахувати ширину друкованого провідника, необхідно розрізняти клас провідника, його максимальна напруга і струм. Після аналізу цієї схеми були визначені два класи: Тип живлення 1, тип 2 і сигнальний провідник 3. Максимальна напруга для ланцюга живлення типу 1 становить 36 В, А Максимальний струм - 20 А, Максимальна напруга для ланцюга живлення типу 2 становить 36 В, А Максимальний струм - 5 а, максимальний струм для сигнального провідника становить 2 А, А Максимальний струм - 12 В.для зручності всі необхідні вихідні дані наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Ширина провідників плати управління

Тип провідника	Макс. струм	Макс. напруга	Ширина провідника
Тип силовий 1	20 А	36 В	3 мм
Тип силовий 2	5 А	36 В	2,5 мм
Знак	2 А	2 В	1 мм

## 2.2.4 Проектування друкованої плати

Через провідників з високим струмом і напругою плата управління має односторонню установку і 2-шарову металізацію.

Одним з можливих методів виготовлення цієї плати є комбінований позитивний метод, тобто спочатку просвердлюється і металізується отвір, а потім протравлюється провідник. Цей метод рекомендується, оскільки він забезпечує чіткі провідні лінії і менш громіздкий, ніж електрохімічні методи. Крім того, виготовлені таким чином друковані плати є більш надійними, оскільки фольга захищає їх від впливу електrolітів, оскільки в цьому випадку діелектрик знаходиться в хорошому стані.

Оскільки особливих вимог до міцності немає, в якості листового матеріалу рекомендується вибирати скловолокно з фольгованим покриттям R4 vs 105/105 2 мм.

Згідно ГОСТ23751-86, плата була розрахована на одне виробництво, і на неї був поміщений великий провідник, що дозволяє припустити, що друкована плата цієї плати повинна бути 2. ми вирішили вибрати клас точності.

Подальший розвиток друкованої плати відбувся в програмному забезпеченні Altium Designer [12]. Використовуючи функціональність програмного забезпечення, ми виконали маршрутизацію на верхньому ярусі плати (рис. 1). 2.14) і нижній шар (рис. 2.15).

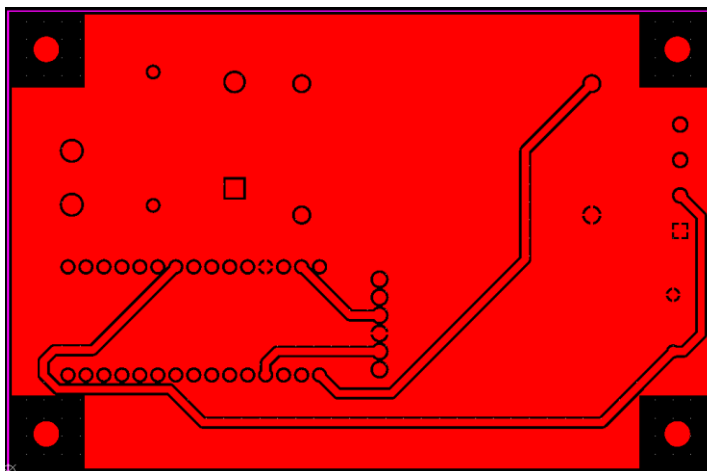


Рисунок 2.14 - Верхній шар провідників

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

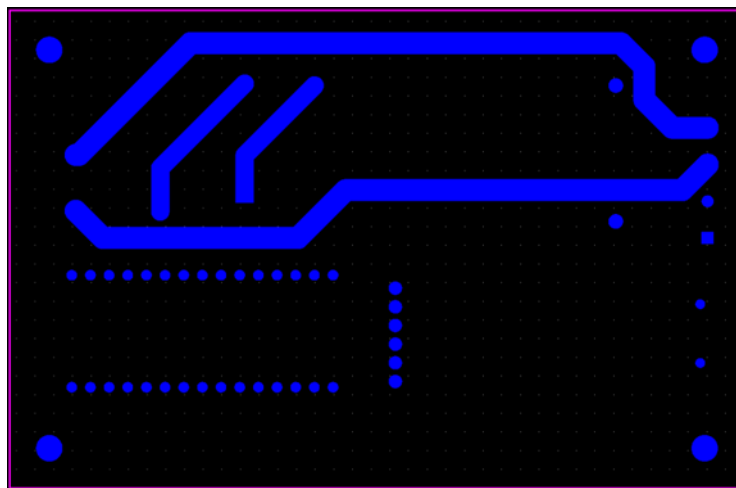


Рисунок 2.15 - Нижній шар провідників

Оскільки елементів багато, як показано на малюнку 2.14, ми вирішили виконати заземлення, заповнивши верхній шар провідника. У нижньому шарі (рис. 215), було вирішено фізично від'єднати силовий провідник від верхнього шару провідника, щоб запобігти виходу з ладу і коротке замикання в разі підвищеної вологості зовнішнього середовища, всі виконувані файли і заземлення також були від'єднані.

Таким чином, в результаті всіх перерахованих вище розрахунків була отримана контрольна друкована плата розміром 65x100 мм (рис. 2.16).

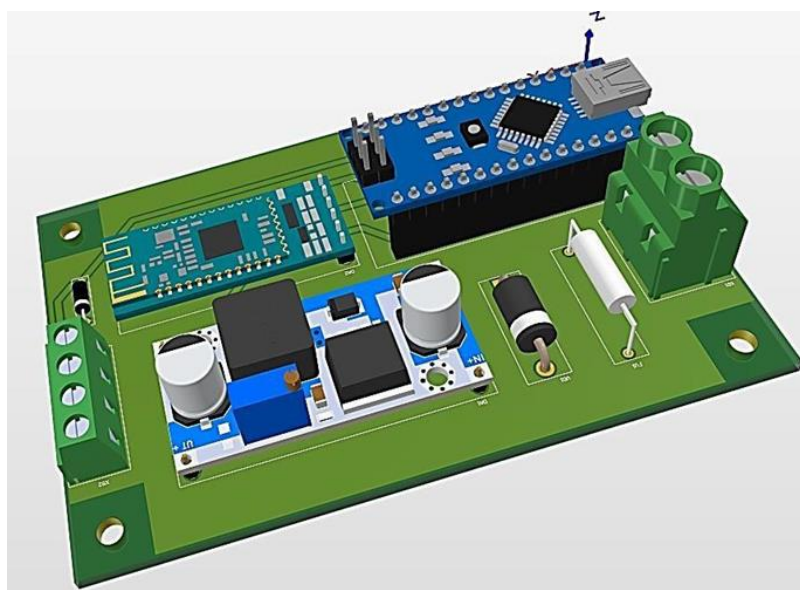


Рисунок 2.16 - Плата управління

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## 2.3 Проектування плат світлових елементів

### 2.3.1 Попередній проектний аналіз

Друкована плата встановлена всередині корпусу світлової коробки. На платі є 3 клемних колодки, але бажано розташувати їх в логічній послідовності, щоб було зручно прокладати силовий провідник (вхід зліва, вихід справа, Клемна колодка з 6 контактами внизу). Для передоплати ми вирішили встановити блок перетворення напруги на контактний адаптер, щоб збільшити обслуговування. Крім того, для компактності рекомендується зробити дошку не більше 100 мм з одного боку.

### 2.3.2 Підбір елементної бази

Вимоги до елементної бази:

- дотримання необхідних електричних параметрів, згідно зі схемою електричного принципу;
- забезпечите легкий доступ до елементів для легкого монтажу/демонтажу.

Щоб об'єднати деталі пристрою, ми вирішили вибрати в якості клем запобіжник FU1 і діодvd1, а також такі елементи, як r1, R2 і C1. Запобіжник FU1 на 5 А був обраний Global Tone, модель GT 1-4602 A-5 A/250V.

Основні особливості GT 1-4602 A-5 A/250V:

- плавкий запобіжник, в скляному корпусі;
- номінальний струм 5 А;
- розміри 5x20;
- номінальна напруга 250 В;
- робоча температура: -65...+100 °С.

Діод VD1 з номінальною напругою 6А був обраний з MISC, модель 6a10.

Основні особливості 6a10:

- зворотна напруга не більше 1 кВ;

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- 6 А постійного струму;
- корпус P600;
- тип діода - випрямляч;
- робоча температура: -65...+175 °С.

В якості SMD-компонента був обраний резистор 1 кОм R1 (рис. 2.17), від виробника Yageo, модель RC0805 FR-071kl.

Основні особливості RC0805 FR-071kl:

- потужність 0,125 Вт;
- номінальна напруга 150 В;
- тип опорного елемента - товста плівка;
- допуск опору  $\pm 1\%$ ;
- робоча температура -55 ... +125 °С.

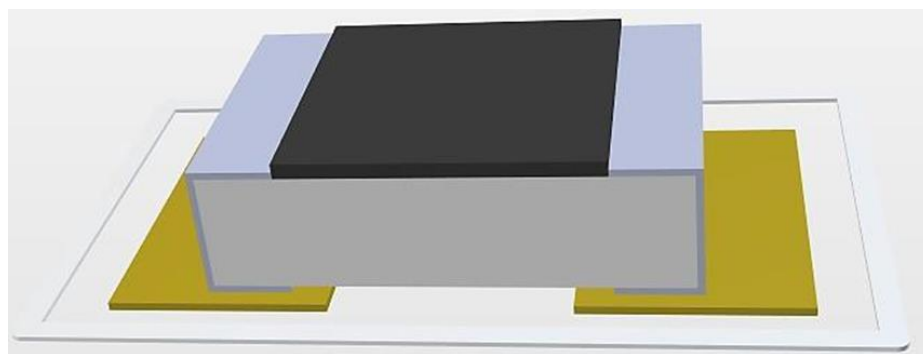


Рисунок 2.17 - 3D модель резистора R1 в середовищі Altium Designerr

В якості SMD-компонента був обраний резистор R2 номіналом 0,33 Ом (рис. 2.18) від виробника Yageo, модель RC0805JR - 0733rl. Основні особливості:

- потужність 0,125 Вт;
- номінальна напруга 150 В;
- тип опорного елемента - товста плівка;
- толерантність до резистентності  $\pm 5\%$ ;
- Робоча температура -55 ... +125 °С.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

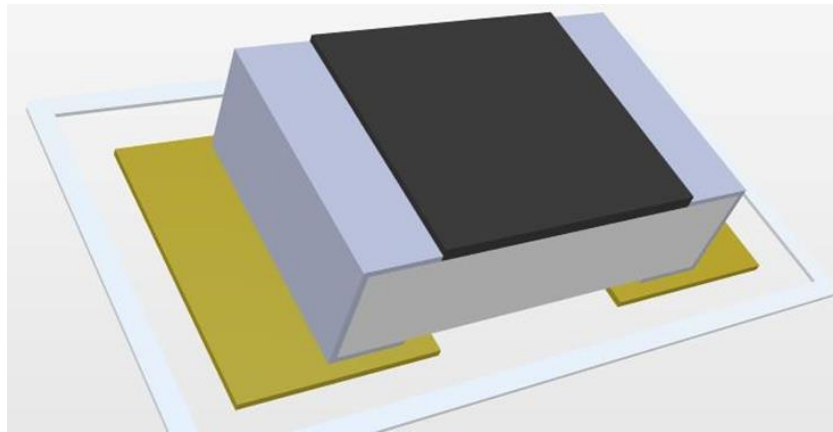


Рисунок 2.18 - 3D модель резистора R1 в середовищі Altium Designerr

C1 з номінальною частотою 0,1 мкФ (рис. 2.19) був обраний як SMD компонент, від виробника Samsung, модель CL21B104KBCNFNC. Основні особливості:

- номінальна напруга 50 В;
- діелектрик XR7;
- Розмір корпусу 0805;
- точність  $\pm 10\%$  К;
- Робоча температура -55 ... +125 °С.

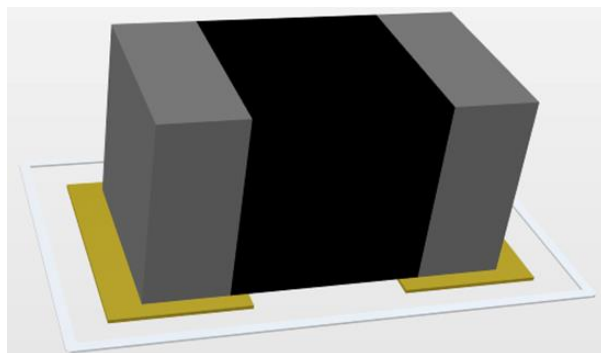


Рисунок 2.19 - 3D модель конденсатора C1 в середовищі Altium Designerr

Клеми XS1, XS3, вибрані моделі TERMI-BLOK PCB MOUNT, 90 11P.  
Основні характеристики TERMI-BLOK PCB MOUNT, 90 11P:

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						41
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- 4 контакти;
- матеріал контакту - мідь, олово;
- номінальна напруга: 300В;
- номінальний струм становить 24 А.

Клемна колодка XS2 (рис. 2.20) складається з двох 3-контактних клем, які були обрані у Wanjie Electronic, модель WJ350.

Основні особливості WJ350:

- 3 шпильки;
- матеріал контакту - мідь, олово;
- номінальна напруга: 300В;
- номінальний струм 10 А.

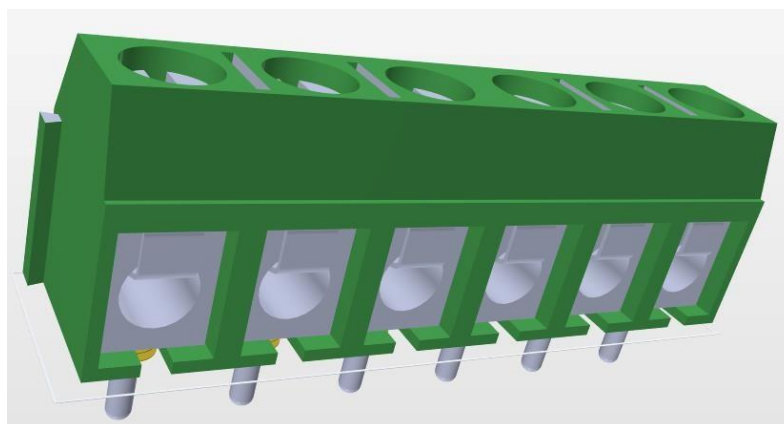


Рисунок 2.20 - 3D модель клемної колодки XS2 в середовищі Altium Designerr

### 2.3.3 Розрахунок конструкції друкованої плати

Для визначення розміру плати використовуються такі дані:

- область установки ЕРЕ  $S_m$  розміщена на платі;
- площа допоміжної зони  $S_o$ ;
- допустимі розміри плати відповідно до обраного класу точності і щільності друкованого редагування;
- умови експлуатації;

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

– допустимі співвідношення сторіни (за зовнішньою жорсткістю, способом фіксації плати, її товщиною і т.д.).

Знаючи розміри компонентів, розрахуємо площу дошки за такою формулою:

$$S_{\text{заг}} = k_{\text{м.г.}} \sum S_{\text{м.г.}} + k_{\text{с.г.}} \sum S_{\text{с.г.}} + k_{\text{в.г.}} \sum S_{\text{в.г.}} + \sum S_{\text{кріпл.}}, \quad (2.5)$$

де  $k_{\text{м.г.}}$ ,  $k_{\text{с.г.}}$ ,  $k_{\text{в.г.}}$ , - коефіцієнти малих, середніх і стрибкоподібних елементів відповідно;

$S_{\text{м.г.}}$ ,  $S_{\text{с.г.}}$ ,  $S_{\text{в.г.}}$ , - площі малих, середніх і великих елементів відповідно;

$S_{\text{кріпл.}}$  – площа кріплень.

Для елементів малого розміру коефіцієнт  $k$  дорівнює 1. У цій схемі немає проміжних елементів, тому давайте пропустимо відповідний дек у виразі. Для елементів великого розміру коефіцієнт  $k$  буде дорівнює 1,5.

Щоб закріпити дошку з майбутнім корпусом, було вирішено передбачити 4 монтажних отвори для гвинтів М3 по краю дошки.

Для зручності розрахунок проводився в Microsoft Excel, в результаті показані на рисунку 2.21.

Од. вим.		мм	мм	мм2
Назва	К	X	Y	S
XS1	1,5000	21,1500	8,7000	276,0075
FU1	1,0000	21,0000	5,0000	105,0000
VD1	1,0000	18,2750	6,3250	115,5894
DA1	1,5000	45,0000	22,0000	1485,0000
R1	1,0000	3,3300	1,8800	6,2604
R2	1,0000	3,3300	1,8800	6,2604
C1	1,0000	4,8000	2,8000	13,4400
DD1	1,5000	10,0450	10,1200	152,4831
XS2	1,5000	31,0750	8,1500	379,8919
XS3	1,5000	21,1500	8,7000	276,0075
кріплення 1	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 2	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 3	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000
кріплення 4	1,0000	9,0000	9,0000	81,0000

S загальна, мм2= 3139,9402

ширина плати, мм	довжина плати, мм
60	60

X та Y – розмірності компонента; k - коефіцієнт форми; S - площа елементів конкретного тіла; S загальна - мінімальна площа дошки

Рисунок 2.21 - Площа плати керування

На рисунку 2.21 видно, що мінімальна площа плати становить  $\leq 3140$  мм<sup>2</sup>. Оскільки особливих вимог до розміщення елементів по тепловим або частотним параметрам не пред'являлося, була обрана дошка стандартної квадратної форми. Розмір дошки становить 60х60 мм, що означає, що загальна оптимальна площа дошки становить 3600 мм<sup>2</sup>.

Для подальшого розвитку необхідно розрахувати діаметр отворів в елементах за формулою:

$$D_o = D_v + 0,2 \quad (2.6)$$

де  $D_o$  - розміри отворів під вивідні елементи;

$D_v$  – розміри виводів.

Далі розраховуємо розміри колодок для штифтових елементів за такою формулою:

$$D_k = D_o + 0,6 \quad (2.7)$$

З огляду на  $D_o \geq 1.1$ , розміри колодок розраховуються за іншою формулою:

$$D_k = D_o + 2/3D_o \quad (2.8)$$

Ці розрахунки були проведені в програмі Mathcad.

Отримані значення і розміри наведені в таблиці 2.2.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розміри вивідних елементів

Назва елемента	$D_v$ , мм	$D_o$ , мм	$D_k$ , мм
<i>XS1</i>	0.9	1.1	1.7
<i>XS2</i>	0.9	1.1	2
<i>XS3</i>	1.3	1.5	1.7
<i>VD1</i>	0.6	0.8	2.5
<i>FU1</i>	0.66	0.86	1.4
<i>WS2811</i>	1	1.2	1.591
<i>LM2596</i>	0.9	1.1	2

Далі розраховуємо розміри контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу за формулою:

$$D_k = D_v + 0,3 \quad (2.9)$$

де  $D_k$ - розміри контактів;

$D_v$  – розміри виводів.

Отримані значення наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Розміри елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	$D_v$ , мм	$D_k$ , мм
<i>R1, R2</i>	0,62x1,08	0,92x1,38
<i>C1</i>	1x1,8	1,3x2,1

Щоб розрахувати ширину друкованого провідника, вам необхідно вибрати клас провідників і їх максимальні значення напруги і струму. Після аналізу цієї схеми були визначені два класи: силовий провідник типу 1, силовий провідник типу 2 і сигнальний провідник 3. Максимальна напруга для ланцюга живлення типу 1 становить 36 В, А Максимальний струм - 20 А, Максимальна напруга для ланцюга живлення типу 2 становить 36 В, А

Максимальний струм - 5 А, Максимальний струм для сигнального провідника становить 2 А, а максимальна напруга - 12 В для зручності я ввів в таблицю 2.4 всі необхідні вихідні дані.

Таблиця 2.4 - Ширина провідників плати управління

Тип провідника	Макс. струм	Макс. напруга	Ширина провідника
Тип силовий 1	20 А	36 В	3 мм
Тип силовий 2	5 А	36 В	2,5 мм
Сигнальний	2 А	12 В	1 мм

### 2.3.4 Проектування друкованої плати

Через провідників з високим струмом і напругою плата управління має односторонню установку і 2-шарову металізацію.

Одним з можливих методів виготовлення цієї плати є комбінований позитивний метод, тобто спочатку просвердлюється і металізується отвір, а потім протравлюється провідник. Цей метод корисний, оскільки забезпечує чіткі провідні лінії і не вимагає великих витрат праці порівняно з електрохімічними методами. Крім того, виготовлені таким чином друковані плати є більш надійними, оскільки діелектрик знаходиться в хорошому стані, оскільки фольга захищає його від впливу електrolітів.

Оскільки особливих вимог до міцності та термостійкості немає, для матеріалу плати рекомендується вибирати скловолокно з фольги 105/105 2 мм порівняно з FR-4.

Згідно ГОСТ23751-86, плата призначена для нічного виготовлення і на неї прокладений великий провідник, тому на друкованій платі цієї плати є 2-я друкована плата. Це прецизійний Затискач.

Подальша розробка друкованих плат була здійснена за допомогою програмного забезпечення Altium Designerr. Маршрутизація з використанням

функціональності програмного забезпечення здійснювалася на верхньому шарі плати (рис. 2.22) та в нижньому шарі (рис. 2.23).

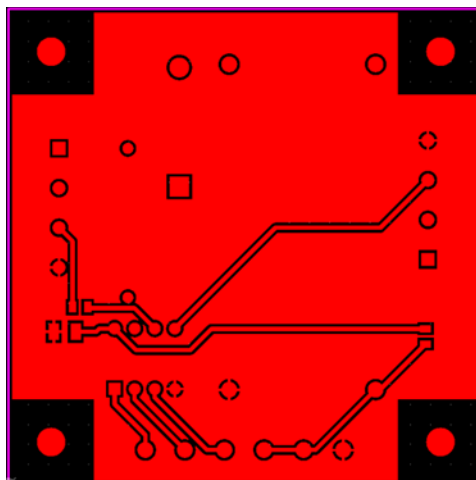


Рисунок 2.22 - Верхній шар провідників

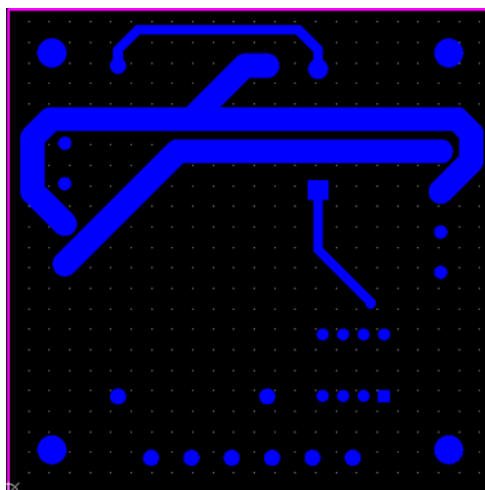


Рисунок 2.23 - Нижній шар провідників

Оскільки елементів багато, як показано на рисунку 2.22, ми вирішили виконати заземлення, заповнивши верхній шар провідника.

У нижньому шарі (рис. 2.23), було вирішено фізично відокремити силовий провідник від верхнього шару провідника, щоб запобігти несправності або короткому замиканню у разі підвищеної вологості навколишнього середовища, щоб також були розділені всі головки та заземлення.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, в результаті всіх перерахованих вище розрахунків була отримана друкована плата з оптичним сегментом 60x60 мм (рис. 2.24).

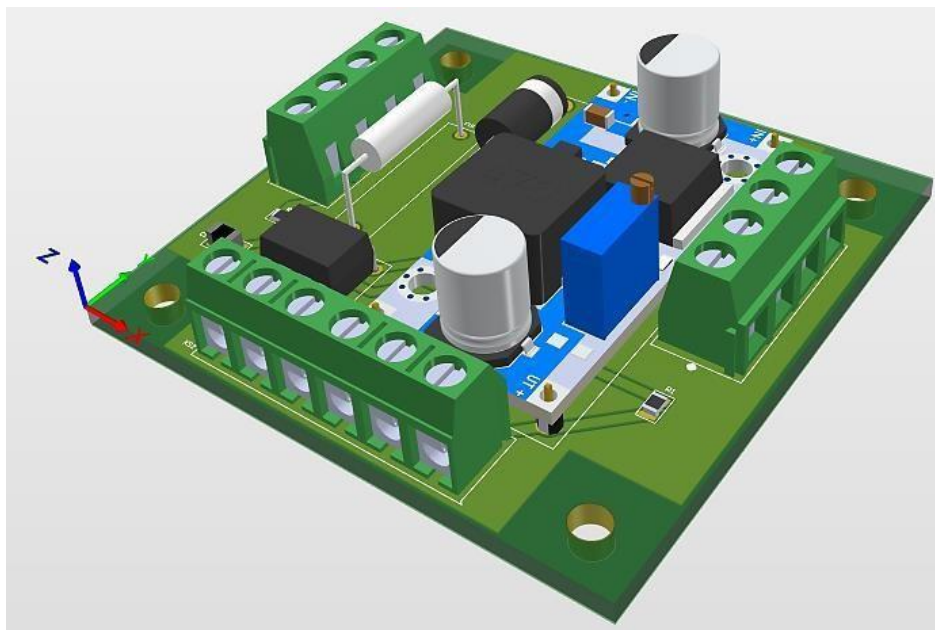


Рисунок 2.24 – 3D модель плати світлового сегмента

Для підключення електронних компонентів необхідно використовувати 2 типи кабелів: кабель для передачі даних і шнур живлення. Шнур живлення повинен витримувати напругу 36 В, струм 20 А вибір необхідних параметрів проводки здійснювався з використанням чинного документа "Правила монтажу електроустановок" [11]. В результаті відповідний PVS-кабель становить 2x2. Діаметр 8,8 мм, як показано на малюнку 5, обрана мідь [8].

На роль інформаційного кабелю підходить будь-який Одножильний антенний кабель в щиті. Наприклад, Finmark F660 [10] має діаметр 6,9 мм.

Ось чому в цьому розділі ви виберете компонентну базу для 2 типів плат, розрахуєте параметри друкованої плати і створите модель в середовищі Altium Designerr.

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

## 2.4 Проектування корпусу електронного табло

### 2.4.1 Вибір корпусу блоку керування

Корпус майбутнього блоку управління повинен відповідати наступним вимогам:

- корпус повинен бути закритим, адже в ньому будуть розміщені прилади сумарною потужністю близько 700 Вт;
- повинні мати монтажні рейки для закріплення компонентів;
- у корпусі повинні бути отвори для циркуляції повітря.

З огляду на всі перераховані вище вимоги, був обраний корпус від виробника Lanbi, модель Telecom 6U 19 дюймів [10] (рис. 2.25).



Рисунок 2.25 - Настінна телекомунікаційна шафа Telecom 6U 19 дюймів

Цей сейф має 3 двері зі склом, прикріпленим до входних дверей. Ви можете відключити кожен з них. У середині корпусу є спеціальна монтажна стійка, яку можна переміщати. Отвір для циркуляції повітря знаходиться на верхній і нижній панелях. На нижній панелі також є отвір для кабелю. Габарити корпусу складають 600 x 350x356 (мм).

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Усередині цього корпусу знаходяться 3 блоки живлення АТХ-400 (рис. 2.26), підключений послідовно, плата управління.

Щоб нагріте повітря виходило з кожного з 3 корпусів блоку живлення, необхідно зняти бічні дверцята і встановити ці джерела живлення так, щоб розетка була спрямована в отвір.

Щоб нагріте повітря виходило з кожного з 3 корпусів блоку живлення, необхідно зняти бічні дверцята і встановити ці джерела живлення так, щоб розетка була спрямована в отвір.



Рисунок 2.26 - Блок живлення АТХ-400

#### 2.4.2 Проектування корпусу табло

Дизайн електронної вітрини повинен виглядати як 7 великогабаритних 2-сегментних дисплеїв. Проаналізувавши ТЕХНІЧНІ характеристики, аналоги та існуючі методи виробництва фасадних рекламних носіїв, була обрана конструкція, що складається з серії світлових коробів, прикріплених до рами, що утворюють 2 "8".

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для універсальності дизайну ми вирішили створити окрему рамку для кожної "8". За допомогою цього рішення ви можете створити будь-яке число з чисел. Для забезпечення міцності каркаса рекомендується виготовляти його зі сталевий профільної труби 40x20x1,2 мм. для цієї мети було вирішено використовувати сталь марки St3Sp. Грудні деки: конструкційний вуглець нормальної якості, призначений для несучих елементів зварних і нетравлених конструкцій і деталей, що працюють в температурному діапазоні від -40°C до +425°C. Рекомендується скріплювати деталі каркаса між собою зварюванням. Каркас слід покрити грунтовкою і фарбою, щоб зменшити вплив атмосфери на матеріал.

В даний час світлові коробки виготовляються з алюмінієвого композиту, ПВХ і спеціальних профілів з листового металу і пластика. Алюмінієва композитна конструкція є міцною, стійкою до атмосферних впливів, але важкою і найдорожчою в порівнянні з вищевказаними матеріалами. Профільна конструкція має обмежені габарити і високу вартість, а також призначена тільки для прямокутних виробів. ПВХ-недорогий, пластиковий і довговічний матеріал, який продається у вигляді листового матеріалу, а форма конструкції з цього матеріалу обмежена тільки фантазією виробника. Таким чином, ПВХ є найбільш поширеним матеріалом для рекламних конструкцій, а це означає, що найрозумніше вибирати його в якості матеріалу для виготовлення лайтбоксів.

Крім того, в конструкції лайтбокса передбачені деталі з прозорого матеріалу - від цього елемента конструкції виходить світло. Для естетичного зовнішнього вигляду елемента рекомендується зробити його з молочного акрилу.

З урахуванням перерахованих вище нюансів був створений дизайн табло (рис. 2.27).

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

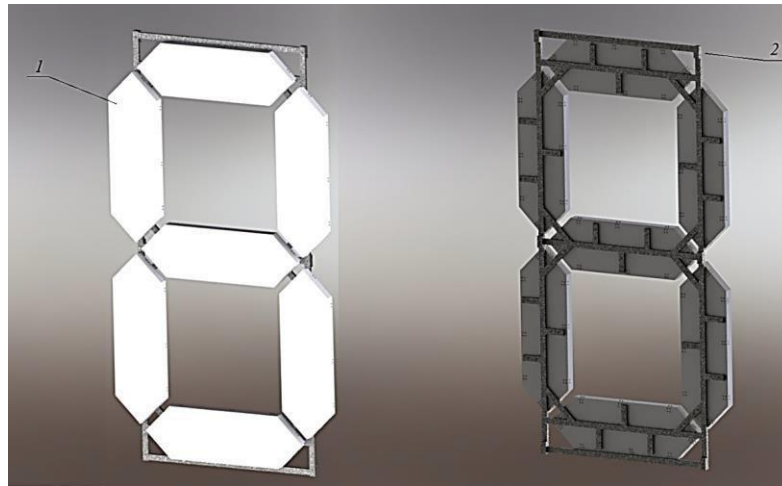


Рисунок 2.28 - Індикаторна модель в середовищі Solid Works

На рисунку 2.28 номером 1 показана світлова коробка, а номером 2 - рамка. Співвідношення і розміри світлової коробки (360x1160x67, 5 мм) були розраховані експериментально в площині, зазначеній в технічних характеристиках. Для них вже розроблена основа. Лайтбокс кріпиться до рами за допомогою кріплення М6 (рис. 2.29).

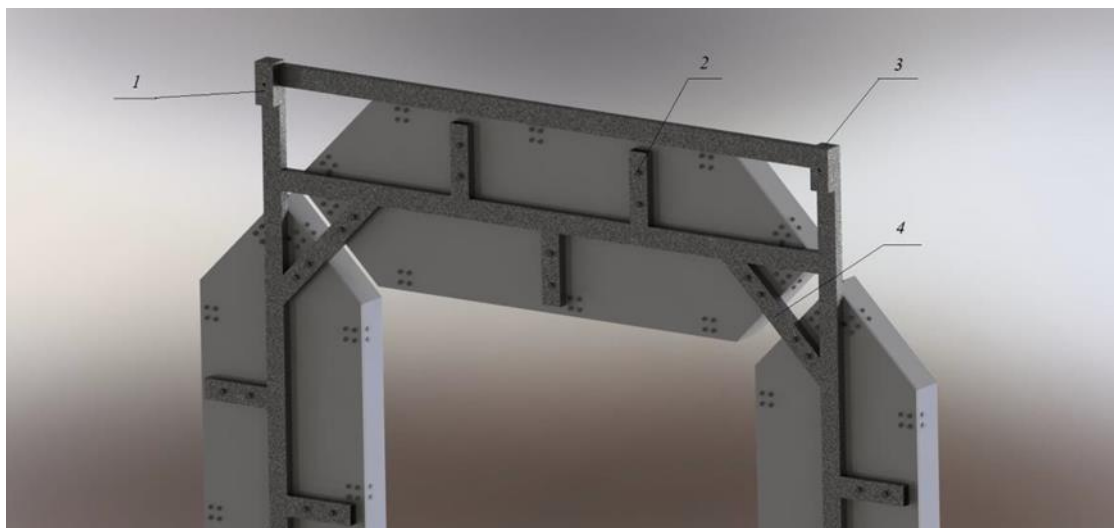


Рисунок 2.29 - Конструктивні особливості

Для кріплення каркаса до фасаду будинку або будівлі передбачено отвір діаметром 6 мм, 2 отвори зверху і знизу каркаса і ще 2 отвори по центру (рис. 2.29). Ці отвори призначені для кріплення рами до фасаду за допомогою анкерів 8x100/М6/65 мм.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Оскільки каркас складається з труб, ми вирішили покрити кінці труб з обох сторін відповідними сталевими деталями для підвищення захисту від атмосферних впливів (рис. 2.28). Також в конструкцію додають кутові стійки для збільшення міцності каркаса (рис. 2.29). У лайтбоксі є отвори для Жовтня для додаткової фіксації.

Конструкція лайтбокса складається з кришки і підстави. Кришка складається зі стін з ПВХ, покритих акриловими пластинами, які склеєні та склеєні. Найпоширеніша товщина молочного акрилу, що використовується в рекламі для виробництва лайтбоксів, становить 2 мм. ця товщина забезпечує необхідне розсіювання світлового випромінювання, особливо якщо це випромінювання забезпечується масивом світлодіодів, розташованих на світлодіодній стрічці. Ми вирішили вибрати саме таку товщину.

Кришка також має отвір для гвинта М5, призначений для кріплення кришки до основи. Знімна конструкція кришки дозволяє проводити ремонт без непотрібного демонтажу конструкції. У точці контакту між кришкою і підставою є прокладка з Силіконової гуми марки IRP-1267, прикріплена до основ деку. Цей матеріал призначений для використання в якості прокладки, стійкий до морозів і має робочі температури: -70. Крім того, кришка має 4 отвори для шнура живлення і кабелю для передачі даних і 2 отвори з кожного боку. До кришки приклеєна прокладка, що запобігає потраплянню вологи в коробку через ці отвори. Виготовлений із силіконової гуми марки IRP-1267.

Друкована плата оптичного сегмента (рис. 2.30) приклеюється до основи і поміщається на 3 пластикові полиці, які кріпляться гвинтами М4.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

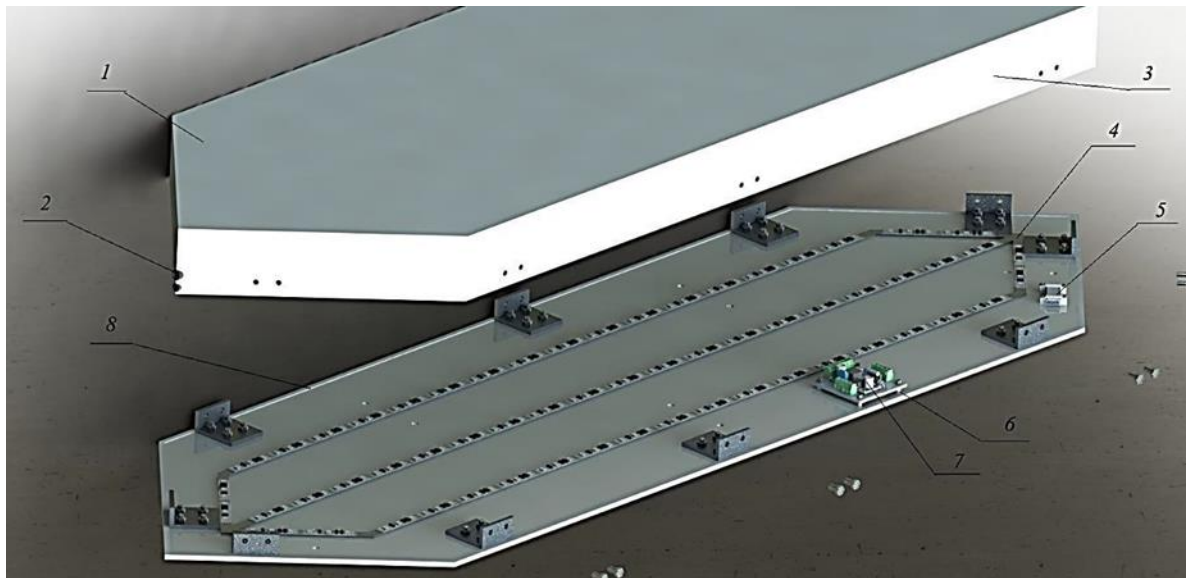


Рисунок 2.30 - Світловий короб

Щоб забезпечити рівномірний колір акрилового листа при освітленні світлодіодними стрічками, було обрано оптимальне розміщення на основі коробки зі світлодіодними стрічками шляхом експериментального визначення оптимальної висоти краю кришки (оптимум означає найбільш бажаний або бажаний). а найкраще) і бути обраним в ході експерименту. Результати показані на рисунку 2.30.

Виробники рекомендують встановлювати світлодіодні стрічки поверх алюмінієвої смуги товщиною 2 мм, яка виконує функцію радіатора і продовжує термін служби стрічки, тому вирішили встановити такий радіатор на корпус коробки, повторюючи по своєму контуру форму підстави і тим самим надаючи жорсткість поверхні. корпус коробки. Буде. Він кріпиться до основи термостійким клеєм до-300-61, а особливістю використання такого клею є нагрівання поверхні до 50°C.

Підсилювач струму кріпиться до пластикової стійки, приклеєної до основи.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

### 2.4.3 Розробка програмного забезпечення електронного табло

Перш за все, слід зазначити, що весь пристрій управляється зі смартфона. Як згадувалося вище, в даний час існує близько 05 програм, призначених для взаємодії з модулем HC-200bluetooth. Більшість з них мають однакові функції, і їх функцій достатньо для розроблюваного пристрою. Наприклад, ви можете використовувати метод "термінал Bluetooth" [13].

Розробка програмного забезпечення пристрою виконується в середовищі IDE. Це середовище спеціально розроблене для роботи з платформою Arduino і засноване на мові програмування C, тому навіть кваліфіковані фахівці можуть розробляти програмне забезпечення. Крім того, майте на увазі, що написання програми за допомогою мови, що надається вищевказаним середовищем (C++), не вимагає багато часу для розробки, оновлення або обробки програми.

Щоб полегшити та спростити написання програмного коду, ми вирішили використовувати бібліотеку, вбудовану в середовище. Для зручного використання світлодіодних стрічок і мікročіпів WS2811 являє собою "Мікролед".h" [1] - ідеально підходить для конфігурації пристрою, що розробляється.

Оскільки модулі Arduino NANO [4] та BluetoothHC-05 спілкуються через інтерфейс UART, рекомендується використовувати "серію програмного забезпечення".h" [2] призначений для зручного управління цим інтерфейсом.

Крім того, індикатор використовує постійну електронну пам'ять, що надається розробниками платформи, для запобігання перезапису рядків при кожному включенні Arduino IDE надає бібліотеку для зручної роботи з цим ПЗУ «EEPROM.h» [5].

На рисунку 2.31 показана блок-схема, що пояснює алгоритм програми електронного табло.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Розроблена програма дозволяє обробляти команди, що надходять з модуля Bluetooth на плату Arduino. Після обробки даних з материнської плати створюється пакет даних і відправляється на чіп WS2811.



Рисунок 2.31 – Блок схема алгоритму роботи програми

### Висновки до другого розділу

Пристрій був розрахований на серійне виробництво всього 1 раз, тому ми вирішили використовувати готові електронні компоненти і модулі. Це рішення забезпечило низьку вартість системи основного пристрою. Управління пристроєм здійснюється за допомогою смартфона.

Плати, розроблені для систем пристроїв, бувають двох типів: плата управління, яка виконує функцію прийому і обробки інформації відповідно до внутрішнього алгоритму, і плата світлового сегмента, встановлена в кожній світловий коробці і виконує функцію вбудованого декодера. команди від

головного мікроконтролера. Рішення про використання цієї конфігурації системи приймається в результаті аналогового аналізу, спрямованого на захист даних від зовнішніх перешкод і зниження спотворень сигналів управління інформацією.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

### 3 РОЗРАХУНКИ ПЛАТИ КЕРУВАННЯ ТА КАРКАСУ

#### 3.1 Розрахунки плати керування

##### 3.1.1 Розрахунок теплового режиму плати керування

Розрахунки проводилися за програмою BlockTermo. Тепловий режим розраховується при температурі навколишнього середовища  $20^{\circ}$ , а зона нагріву розташовується всередині корпусу. Матеріал корпусу-алюміній. Якщо розглядати призначення і деталі пристрою, то основним елементом, за допомогою якого відбувається вироблення теплової енергії, є ступінчастий перетворювач напруги LM2596. Максимальна потужність розсіювання тепла за технічними характеристиками становить 1 Вт. Вхідними даними для розрахунку теплової потужності є габарити ходової частини, товщина і розміри плити, яка вважається зоною нагріву, а також властивості матеріалу і параметри елементів електронної конструкції.

Результати розрахунку температури, град С :

- 1) навколишнє середовище (T 0)  $n = 25,0$ ;
- 2) стінки корпусу:
  - зовнішні (T 1)  $K = 25,6$ ;
  - внутрішня (t2)  $k = 25,6$
- 2) середня поверхня:
  - зона обігріву (т 3)  $z = 35,0$ ;
  - повітря в оболонці (t4)  $p = 41,3$ ;
- 3) повітря:
  - на поверхні зони (t 4)  $n = 37,2$ ;
  - на вході в оболонку (t 0)  $n = 27,0$ ;
  - на виході з оболонки (t5)  $n = 25,7$ .

Дані, отримані в результаті розрахунку, дозволяють зробити висновок, що розрахункова температура є прийнятною. Крім того, повітря в корпусі

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

обтікає плату і виходить з корпусу через перфоровані отвори, передбачені виробником. Слід зазначити, що в реальних умовах експлуатації нагрів буде менше.

### 3.1.2 Розрахунок показників надійності плати керування

Метою розрахунку є визначення ймовірності безпроблемної операції  $P(\theta)$  протягом часу, зазначеного в задачі. Для просунутого табло ця цифра становить 22 000 годин. Надійність плати, що визначається температурою компонента, розраховується за допомогою програмного забезпечення Relia REA. Вхідні дані цієї програми засновані на температурі навколишнього середовища, теплофізичних властивостях процесу теплопередачі та електронній структурі, які повинні бути отримані з результатів розрахунків попередньої програми.

Результати розрахунків показали, що показник  $P(\theta)$  буде дорівнює 1 протягом певного періоду часу при температурі навколишнього середовища 60 градусів Цельсія. Таким чином, дошка відмінно працює протягом певного періоду часу навіть в найнесприятливіших умовах експлуатації. Середня температура всіх елементів становить 60,9 градуса, що є нормальною допустимою температурою.

### 3.1.3 Розрахунок вібраційної і ударної міцності плати керування

Розрахунок виконується за програмою Plata15. Вхідними даними є розміри плит, спосіб кріплення в корпусі, механічні властивості матеріалу, а також параметри і ваги концентрованого пінополістиролу, параметри впливу вібрації.

Згідно ГОСТ17516.1-90, даний виріб відноситься до класу M13. Грудень вівторок-дек. Вироби цього класу мають діапазон частот синусоїдальних коливань від 0,5 до 100 Гц. В результаті розрахунку власна частота плати становить 210,7 Гц.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Виходячи з результатів жовтня розрахунків, наведених в додатку, можна сказати, що дошка стійка до навантажень, передбачених для виробів даного класу.

### 3.1.4 Розрахунок теплового режиму плати світлового табло

Розрахунки проводилися за програмою BlockTermo. Теплова робота розраховується при температурі навколишнього середовища 20°, а зона нагріву розташована всередині корпусу. Матеріал корпусу-алюміній. Основним елементом, на який виділяється тепла потужність, також є ступінчастий перетворювач напруги LM2596. Максимальна потужність розсіювання тепла за технічними характеристиками становить 1 Вт. Вхідними даними для розрахунку теплової потужності є габарити ходової частини, товщина і розмір плити, яка вважається зоною нагріву, а також властивості матеріалу і параметри елементів електронної конструкції.

Результати розрахунку температури, град С:

1) стінок корпусу:

- зовнішня  $(t1)_k = 20,2$ ;
- внутрішня  $(t 2)_k = 20,2$ ;

2) середня поверхня:

- опалювальна зона  $(t 3)_z = 41,3$ ;
- повітря в корпусі  $(t4)_p = 30,8$ .

Дані, отримані в результаті розрахунку, дозволяють зробити висновок, що розрахункова температура в нормі. Слід зазначити, що в реальних умовах експлуатації нагрів буде менше.

### 3.1.5 Розрахунок показників надійності плати світлового сегмента при термічних впливах

Метою розрахунку є визначення ймовірності безперебійної роботи  $P(\lambda)$  протягом часу, зазначеного в початковій умові. Для пристроїв, що

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

розробляються, це число становить 22 000 годин. Показник надійності, що визначається температурою компонентів плати, розраховується за допомогою програми Relia REA. Вхідні дані цієї програми засновані на температурі навколишнього середовища, яка буде отримана з результатів розрахунків попередньої програми, і теплофізичних характеристиках процесу теплопередачі, параметрах елементів електронної конструкції.

Результати розрахунків показали, що показник  $P(\theta)$  буде дорівнює 1 протягом певного періоду часу при температурі навколишнього середовища 60 градусів Цельсія. Таким чином, плата відмінно працює протягом певного періоду часу навіть в найгірших умовах експлуатації. Середня температура всіх елементів становить 62,3 градуса, що є нормальною допустимою температурою.

### 3.1.6 Розрахунок вібраційної і ударної стійкості світлової сегментної плати

Розрахунок виконується за програмою Plata15. Вхідними даними є розміри плит, спосіб кріплення в корпусі, механічні властивості матеріалу, а також параметри і ваги концентрованого пінополістиролу, параметри впливу вібрації.

Згідно ГОСТ17516.1-90, даний виріб відноситься до класу M13. Грудень вівторок-дек. Вироби цього класу мають діапазон частот синусоїдальних коливань від 0,5 до 100 Гц. В результаті розрахунку власна частота плати становить 406,4 Гц.

Виходячи з результатів жовтня розрахунків, описаних в додатку до, можна сказати, що плата стійка до навантажень, передбачених для виробів даного класу.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

## 3.2 Розрахунок конструкції каркасу

### 3.2.1 Конструктивний аналіз рами на статичні навантаження

Конструкцію каркаса, на який встановлюється лайтбокс, необхідно перевірити на міцність. Оскільки на конструкцію немає особливого навантаження, основним виходом є вага рами і світловий короба.

За допомогою функцій Програми SolidWorks [14] визначається вага 1 лайтбокса - 4400 грам, вага каркаса - 18630 грам, враховується вага кріплення. На малюнку 3.1 показані результати розрахунку інтенсивності відповідно до критерію максимального загасання Хубера-Мізеса.

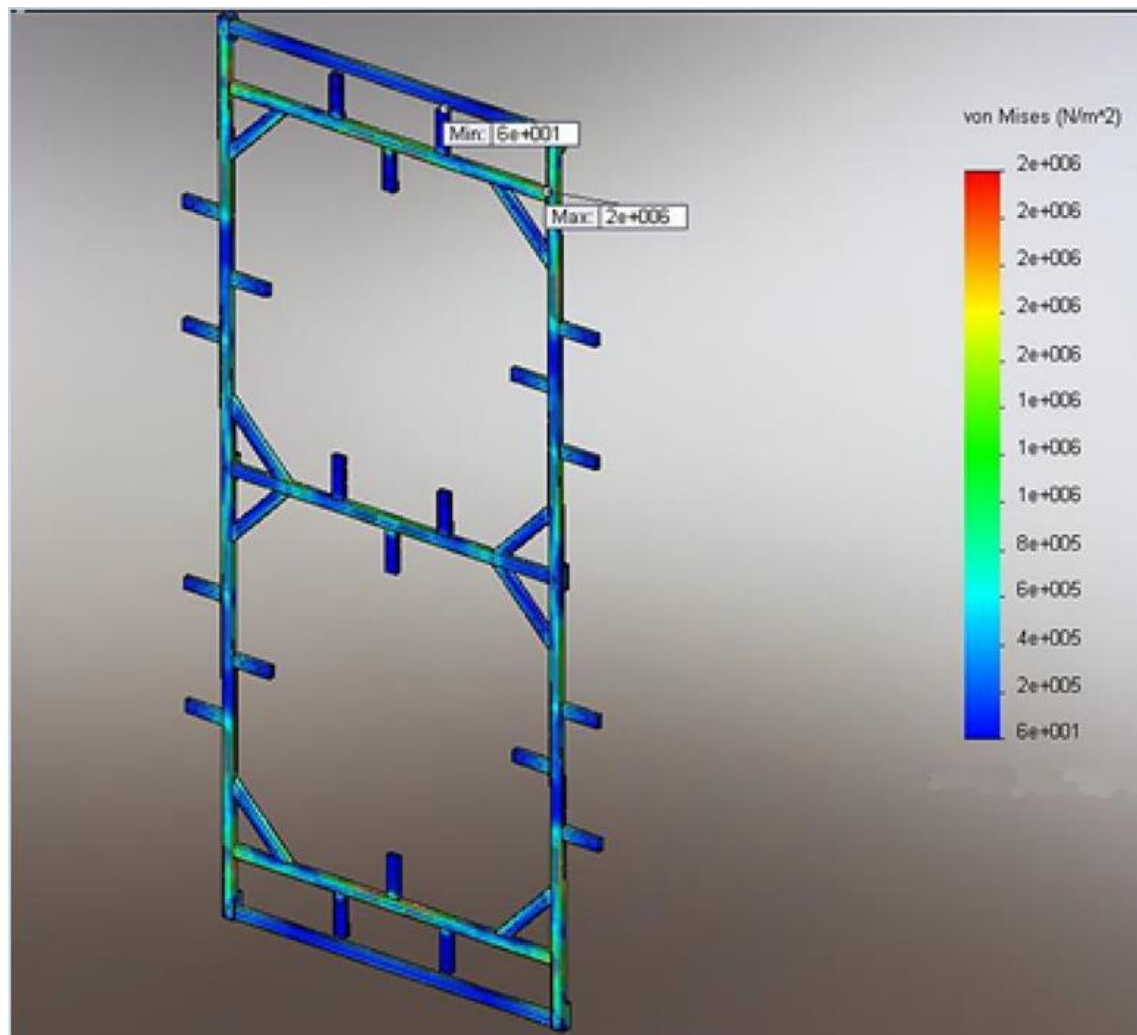


Рисунок 3.1 - Перевірка на міцність конструкції рами в програмі SolidWorks

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Коли напруга досліджуваного матеріалу перевищує межу текучості матеріалу, явище пружної деформації зникає, і деформація стає немінучим явищем. Межа плинності матеріалу становить 372 МПа. Якщо проаналізувати результати розрахунків, то можна сказати, що критичного навантаження на конструкцію немає, так як межа плинності матеріалу перевищує грудень, показаний на малюнку 3.1 на малюнку праворуч. Крім того, в результаті розрахунків, виконаних за тією ж програмою, максимальний механічний зсув від навантаження становить близько 0,03 мм (рис. 3.2).

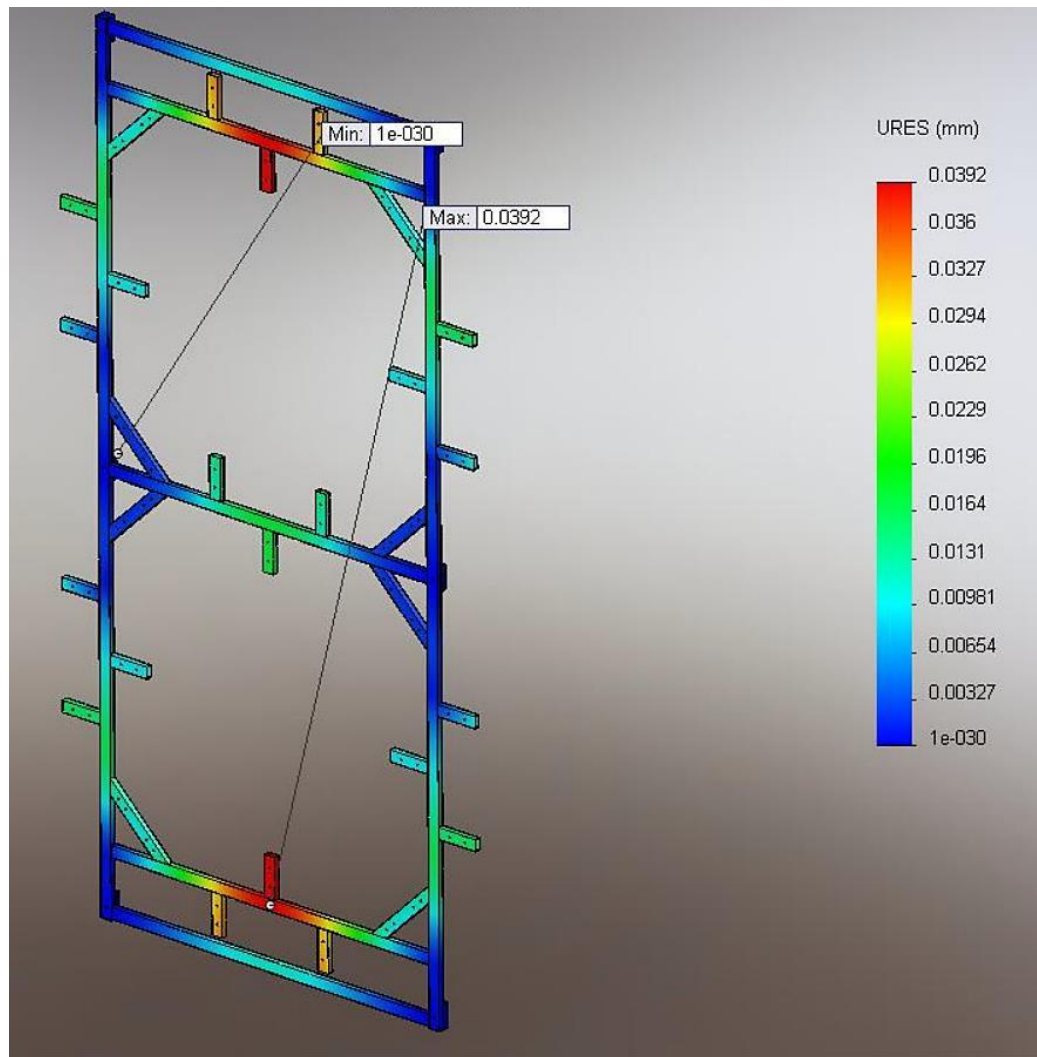


Рисунок 3.2 - Симуляція механічних зміщень для каркасу у програмі SolidWorks

Такий результат дозволяє зробити висновок, що каркасна конструкція

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

досить надійна для подальшої експлуатації.

### 3.2.2 Розрахунок світлового короба на статичні навантаження, і розрахунок міцності конструкції під навантаженням

Дизайн світлової коробки був розроблений компанією SolidWorks. Аналіз проводився для перевірки міцності конструкції при впливі бокового вітру зі швидкістю 20 м/с деякі види матеріалу зустрічаються приблизно в 30 кілограмах мулу [15]. Ці дані враховуються при розрахунках і даються значення сили для площі сторін конструкції, за якими вектор сили орієнтований вертикально. Ця площа становить близько 0,2 квадратних метра, що означає, що сила діє при тиску 6 кг.

На малюнку 3.3 показані результати розрахунку інтенсивності відповідно до критерію максимального загасання Хубера-Мізеса. Коли напруга матеріалу перевищує межу текучості матеріалу, явище пружної деформації зникає, а деформація стає неминучим явищем.

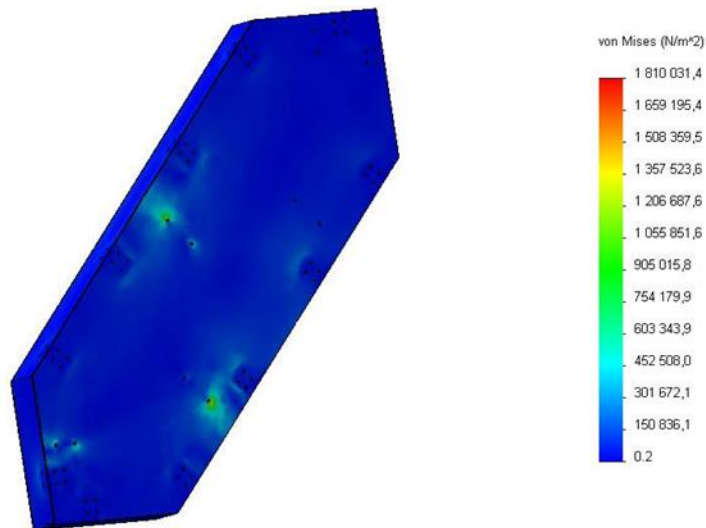


Рисунок 3.3 - Випробування конструкції світлового короба

Основними матеріалами для завантаження є ПВХ і алюміній. Межа деформації алюмінію становить 90 МПа, а ПВХ-50 МПа. Виходячи з даних,

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

показаних на малюнку 39 праворуч, можна сказати, що отримана деформація незначна і далека від межі текучості вищевказаних матеріалів. Таким чином, цей продукт зазвичай витримує важкі умови експлуатації.

### 3.2.3 Аналіз теплопровідності алюмінієвого радіатора

Розрахунки проводилися в Solidworks. Аналіз проводиться для перевірки здатності випромінювача розсіювати необхідну вогневу міць. Варто відзначити, що довжина смуги в кожній світловій коробці становить 295 см. Максимальна потужність, споживана світлодіодом, становила 12,6 Вт / м, що забезпечувало температуру навколишнього середовища 20 ° С для експерименту. Крім того, стрічкова конвекція охолоджується коефіцієнтом теплопередачі  $\alpha$  і  $\alpha_0 = 12 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К}$ . Результат моделювання показаний на рисунку 3.4.

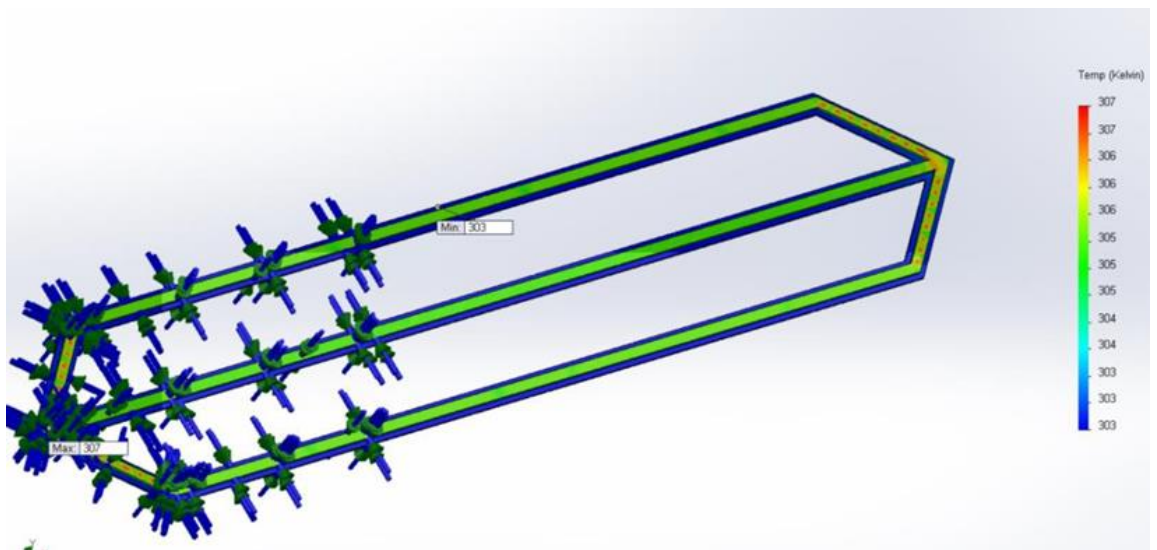


Рисунок 3.4 - Моделювання розсіювання тепла при температурі навколишнього середовища 20 °С

Розрахунок теплопровідності алюмінієвого радіатора при температурі навколишнього середовища 60 °С показаний на рисунку 3.5. Всі інші результати такі ж, як і в попередньому експерименті.

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

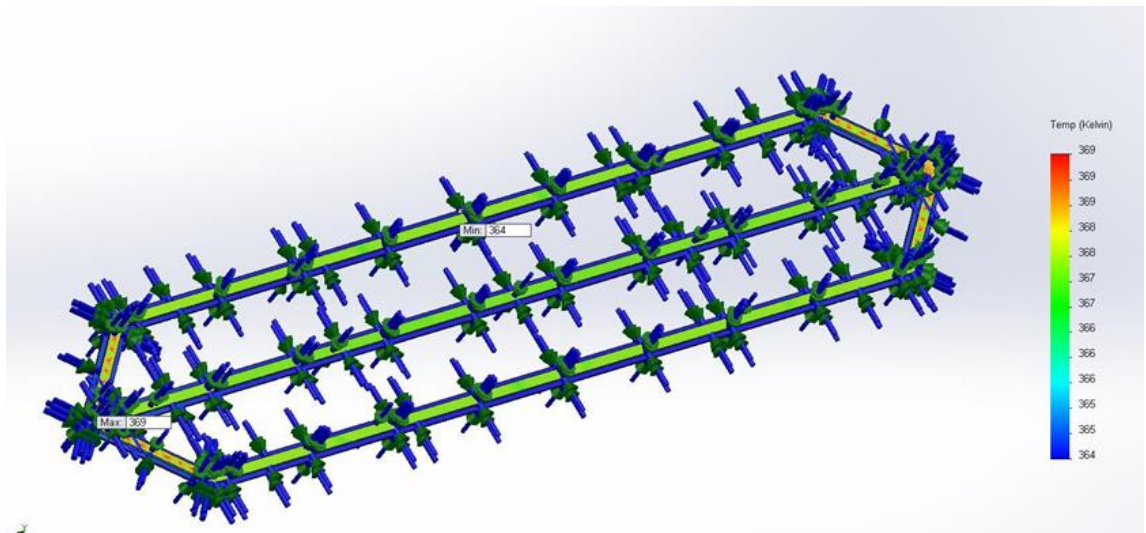


Рисунок 3.5 - Моделювання розсіювання теплової енергії при температурі навколишнього середовища 60 °С

Температура радіатора становить близько 90° С, а стрічки-95° С. розробники стверджують, що максимальна температура, яку може витримати стрічка, становить 110°С.

Таким чином, цей радіатор забезпечує розсіювання теплової потужності і дозволяє стрічці працювати з максимальною потужністю як при нормальних, так і при максимальних робочих температурах відповідно до умов експлуатації, передбачених технічними умовами.

### 3.3 Опис конструкції

Пристрій складається з 2-х функціональних частин: самого дисплея і блоку управління. Блок управління виконаний у вигляді навісної шафи для електронних пристроїв, який являє собою блок живлення, що складається з плати управління і 3 блоків живлення настільного комп'ютера. Табло являє собою набір з 7 світлових коробок, вбудованих в сталеву раму. Слід зазначити, що таких конструкцій 2. Кожна коробка являє собою пристрій з підсвічуванням, в якості елементів дисплея розміщені світлодіодні смуги, а

внутрішня частина алюмінієвого радіатора, плата світлового сегмента і струмоприймач ізольовані від вологи. Каркас кріпиться до фасаду будинку або будівлі за допомогою 6 анкерів.

Управління системою здійснюється з екрану смартфона за допомогою однієї з безкоштовних програм, призначених для роботи з комунікаційним модулем пристрою. Слід зазначити, що смартфон вводить таку бітову глибину, яка відповідає співвідношенню 7 сегментів, тобто для 7 лайтбоксів, створених в 8, є 1 цифра. Дані надсилаються на модуль HC-05bluetooth, який підключений до плати Arduino Nano. Плата використовує програму для обробки даних, генерує інформативне повідомлення з даних, призначених для Мікросхеми WS2811, а мікросхема WS2811 обробляє передачу відповідно до вбудованого алгоритму і виводить результати на світлодіодну стрічку.

Кришка світлового короба кріпиться до основи болтами М5 довжиною 10 мм.щоб зменшити кількість елементів, що створюють тіні на корпусі світловий деки, рекомендується обрізати різьблення у формі алюмінієвого квадрата і використовувати пружинну шайбу, розташовану між головкою болта і зовнішньою стінкою кришки, щоб запобігти відкручування болта, на який болт прикручується безпосередньо до рами. Оскільки Болти виступають над поверхнею матеріалу, рекомендується вибирати метал, менш схильний до корозії. Ніяких додаткових вимог до болта немає, так як інших особливих умов експлуатації немає. Жовтень Жовтня також прикріплений до кутів болтами М5, і оскільки розташування болтів не впливає на створення додаткових тіней, ми вирішили використовувати Гайки М5, а не різати додаткові нитки по кутах.

Світлова коробка кріпиться до рами болтами М6. Ми вирішили використовувати гайку М6, яка буде вставлена в шайбу М6, щоб закріпити кріплення, збільшуючи контакт з областю світлової коробки. Для болтів рекомендується вибирати матеріали, стійкі до корозії. Інших вимог до кріплення немає, тому що інших умов експлуатації немає.

Дек дек, знаючи час між відмовами окремих компонентів, можна

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

сказати, що загальний час між відмовами перевищує 22 000 годин. Система в основному складається з придбаних модулів, вона надійна і має високу ймовірність 22 000 операцій.

Крім того, розрахунки, виконані в програмі SolidWorks, доводять, що конструкція каркаса і світлових сегментів досить міцна і підходить для використання в умовах, передбачених еталонними умовами.

### Висновки до третього розділу

В результаті аналізу електронного табло і аналога було визначено, що пристрій складається з 2 функціональних блоків блоку управління і ряду світлових коробів, розташованих і згрупованих таким чином, щоб вони нагадували 7-сегментні індикатори, закріплені на лицьовій панелі. Це теж було задумано. Кожен такий світловий короб має світлодіодну стрічку RGB в якості елемента освітлення.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши подібні пристрої, визначаються наступні їх переваги і недоліки. Недоліком часто є незмірно висока ціна, а ще одним недоліком є відсутність універсального та зручного пульта дистанційного керування. Перевага аналога в тому, що доступні денна і нічна системи, в деяких є радіоканали, що працюють на відстані до 30 метрів.

2. Пристрій призначений для виробництва лише 1 раз, тому ми вирішили використовувати готові електронні компоненти та модулі. Це рішення забезпечило низьку вартість системи основного пристрою. Управління пристроєм здійснюється за допомогою смартфона.

3. Технологія Bluetooth була обрана в якості технології бездротового управління. В результаті аналізу електронного табло і аналога було визначено, що пристрій складається з 2 функціональних блоків блоку управління і ряду світлових коробів, розташованих і згрупованих таким чином, щоб вони нагадували 7-сегментні індикатори, закріплені на лицьовій панелі. Це теж було задумано. Кожен такий світловий короб має світлодіодну стрічку RGB в якості елемента освітлення.

4. Плати, розроблені для систем пристроїв, бувають двох типів: плата управління, яка виконує функцію прийому і обробки інформації відповідно до внутрішнього алгоритму, і плата світлового сегмента, встановлена в кожній світловий коробці і виконує функцію вбудованого декодера. команди від головного мікроконтролера. Рішення про використання цієї конфігурації системи приймається в результаті аналогового аналізу, спрямованого на захист даних від зовнішніх перешкод і зниження спотворень сигналів управління інформацією.

..

					<i>MPMA 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Марченко, О. С. Вплив сучасних електронних компонентів на функціональність дистанційно керованих табло // Видавництво: Технічна література, К.: 2019 - 102 с.
2. Тарасенко, Н. В. Стабільність та надійність електроживлення в системах дистанційного керування електронними табло // Видавництво: Наукова перспектива, Львів, 2016 - 94 с.
3. Павленко, І. І. Інтеграція систем моніторингу за станом дистанційно керованих табло // Видавництво: Університетська книга, Харків, 2018 - 97 с.
4. Сергієнко, М. В. Розробка програмного забезпечення для ефективного дистанційного керування електронними табло // Видавництво: Технології майбутнього, Одеса, 2020 - 108 с.
5. Лисиченко, О. О. Сучасні методи реалізації безпеки в електронних табло з можливістю дистанційного керування // Видавництво: Інженер, Дніпро, 2017 - 103 с.
6. Гриценко, В. І. Інтеграція технологій штучного інтелекту у функціонал дистанційно керованих табло // Видавництво: Наукова перспектива, Київ, 2019 - 110 с.
7. Кучеренко, Т. М. Оптимізація використання сучасних технічних матеріалів у конструкції електронних табло // Видавництво: Технічна література, Харків, 2018 - 95 с.
8. Білецький, О. О. Вплив кліматичних умов на роботу дистанційно керованих табло // Видавництво: Технології майбутнього, Львів, 2019 - 100 с.
9. Іванов, В. П. Системи автоматизованого моніторингу за станом електронних табло // Видавництво: Наукова перспектива, Одеса, 2017 - 98 с.
10. Даниленко, Л. М. Аналіз інтеграції технологій штучного інтелекту у системи електронних табло // Видавництво: Інженер, Дніпро, 2016 - 92 с.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

11. Іванов І.О., Петров П.П. Розробка ефективних алгоритмів управління дистанційно керованими електронними табло // "Журнал автоматизації та телемеханіки." - 2010. - № 92. - С. 45-51.

12. Коваленко О.І., Сидоренко С.П. Використання бездротових технологій у системах дистанційного керування електронними табло // "Електротехнічні системи та комп'ютерні технології." - 2012. - № 104. - С. 112-120.

13. Григоренко Г.В., Мельник М.Н. Реалізація мережевих з'єднань для електронних табло з дистанційним керуванням // "Інформаційні технології в автоматизованих системах." - 2015. - № 117. - С. 24-31.

14. Петренко В.О., Козлов П.О. Оптимізація програмного забезпечення для дистанційного керування електронними табло // "Журнал інформаційних технологій." - 2011. - № 89. - С. 76-82.

15. Савченко С.І., Білоусов Б.В. Аналіз технічних матеріалів у конструкції електронних табло для забезпечення стабільної роботи // "Технічні науки та технології." - 2013. - № 95. - С. 58-64.

16. Тарасов Т.П., Литвиненко Л.С. Інтеграція технологій ІоТ для дистанційного керування електронними табло // "Журнал електротехнічних систем." - 2014. - № 102. - С. 96-103.

17. Мельничук М.М., Шевченко Ш.Ш. Визначення оптимальних рішень для живлення електронних табло // "Інформаційні технології в автоматизованих системах." - 2016. - № 121. - С. 88-95.

18. Дубенко Д.В., Карпенко К.Т. Методи захисту в системах дистанційного керування електронними табло // "Технічні науки та технології." - 2009. - № 85. - С. 32-38.

19. Лисенко Л.С., Мироненко М.В. Використання сучасних графічних технологій в дизайні електронних табло // "Журнал автоматизації та телемеханіки." - 2018. - № 107. - С. 72-79.

					<i>МРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

20. Білецький Б.С., Поляков П.В. Оцінка енергоефективності в системах дистанційного керування електронними табло // "Електротехнічні системи та комп'ютерні технології." - 2017. - № 113. - С. 40-47.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ДОДАТКИ

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		