

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Інформаційних електронних систем
(повне найменування інституту, назва факультету(відділення))
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до бакалаврської дипломної роботи

**«КОЛЬОРОВЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ
КЕРУВАННЯ»**

Виконав: студент 2(4)-го курсу, групи ТКР-
22мс спеціальності 172 Телекомунікації та
радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кирилюк М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник ст. викл. Пастушенко.О.Л.

(прізвище та ініціали)

«12» 06 2024 р.

Рецензент к.т.н. доц. доцент каф. ІКСТ-

Семенова О.О.

(прізвище та ініціали)

«12» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІРТС
д.т.н. проф. Осадчук О.В.

(прізвище та ініціали)

«13» 06 2024 р.

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Інформаційних електронних систем
 Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
 Галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації
 Спеціальність – 172 – Телекомунікації та радіотехніка
 Освітньо-професійна програма – Радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІРТС

д.т.н., проф. Осадчук О.В.

“11” 03 2024 року

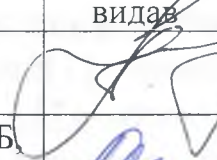
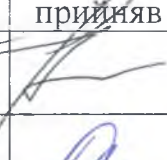
З А В Д А Н Н Я **НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кирилюку Миколі Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування керівник роботи старший викладач, ст. викл. Пастушенко О.Л.
 затверджені наказом вищого навчального закладу від “11”03 2024 року №80
2. Строк подання студентом роботи 10 06 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: напруга живлення – $5В \pm 10\%$; тип індикації – адресні світлодіоди WS2819b; керування табло – bluetooth; кількість режимів роботи – 3; відображення тексту голосовим методом; можливість зміни яскравості тексту; зміна швидкості тексту; наявність додаткових налаштувань, зміна кольору на будь-який видимий для людського ока, можливість писати Caps Lock текст.
4. Зміст текстової частини: Вступ. Аналітичний огляд малих інформаційних табло та аналіз їх параметрів. Розробка кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування. Електричні розрахунки кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування. Моделювання кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування. Безпека життєдіяльності. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Схема електрична принципова. Кресленник друкованої плати та перелік елементів. Складальний кресленик та специфікація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Ст.викладач каф. ІРТС Пастушенко О.Л.		
Охорона праці	Професор кафедри БЖДПБ, професор д.п.н., Дембіцька С.В.		

7. Дата видачі завдання 14.03.2024 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, узгодження та затвердження теми БДР	14.02.2024-28.02.2024	
2	Огляд та аналіз літературних джерел.	01.03.2024-10.03.2024	
3	Затвердження теми. Розробка завдання на БДР.	11.03.2024-31.03.2024	
4	Попередня розробка основних розділів. Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми та технічних рішень.	01.04.2024-06.05.2024	
5	Математичне моделювання та електричні розрахунки Експериментальне дослідження	07.05.2024-18.05.2024	
6	Розробка ілюстративної частини БДР	19.05.2024-22.05.2024	
7	Охорона праці (ОП)	23.05.2024-28.05.2024	
8	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини	29.05.2024-05.06.2024	
9	Нормоконтроль	06.06.2024-07.06.2024	
10	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	08.06.2024-10.06.2024	
11	Захист БДР ЕК	11.06.2024-17.06.2024	

Студент

(підпис)

Кирилюк М.С.

Керівник роботи

(підпис)

Пастушенко О.Л.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.396

Кирилюк М.С. Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування. Бакалаврська дипломна робота / Звіт з переддипломної практики. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 80 с. Українською мовою. Бібліогр.: 43 . назв; Рис.: 21.

Дана бакалаврська робота передбачає розробку кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керуванням .

У даній бакалаврській роботі виконано: аналітичний огляд параметрів та конструктивних особливостей інформаційного табло для малого бізнесу і офісів, а також виконано аналіз функціональних можливостей кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування, розроблено структурну та функціональну схеми пристрою, також обрана сучасна елементна база, розроблено програмне забезпечення, ще було виконано розрахунки параметрів друкованої плати та надійності пристрою, проведено моделювання роботи пристрою, розглянуто умови безпеки життєдіяльності та виконані необхідні розрахунки.

Ключові слова: інформаційне табло, Bluetooth, друкована плата, табло

ABSTRACT

Kyrylyuk M.S. Color information panel with Bluetooth control channel. Bachelor thesis / Report on pre-diploma practice. – Vinnytsia: VNTU, 2024. – 80 p. In Ukrainian. Bibliography: 43. names; Fig.: 21.

This bachelor's work involves the development of a color information panel with a Bluetooth control channel.

In this bachelor's thesis, the following was performed: an analytical review of the parameters and structural features of an information board for small businesses and offices, as well as an analysis of the functionality of a color information board with a Bluetooth control channel, the structural and functional diagrams of the device were developed, a modern element base was also selected, and software was developed, the calculations of the parameters of the printed circuit board and the reliability of the device were also performed, the device operation was modeled, the conditions of life safety were considered and the necessary calculations were performed.

Keywords: information board, Bluetooth, printed circuit board, board

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МАЛИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТАБЛО ТА АНАЛІЗ ЇХ ПАРАМЕТРІВ.....	8
1.1 Аналіз базових параметрів пристрою.....	8
1.2 Функціональні можливості пристрою.....	9
2 РОЗРОБКА КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ.....	11
2.1 Вибір і обґрунтування схеми пристрою.....	11
2.2 Огляд платформи «Arduino Nano».....	12
2.3 Вибір модуля безпроводного з'єднання.....	21
2.4 Вибір світлодіодної стрічки.....	25
2.5 Функціональна схема приладу.....	27
2.6 Розробка програмного забезпечення.....	29
3 ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ	33
3.1 Електричні розрахунки.....	33
3.2 Розрахунок надійності.....	42
4 МОДЕЛЮВАННЯ КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ.....	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	47
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	50
5.3 Пожежна безпека.....	54
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
Додаток А (обов'язковий). Ілюстративний матеріал.....	63
Додаток Б (обов'язковий). Протокол перевірки навчальної (бакалаврської роботи).....	67
Додаток В (довідниковий). Основні параметри інтенсивності відмов елементів схеми	69
Додаток Г (довідниковий). Лістинг програми для кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування.....	72

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасному світі інформаційні табло відіграють важливу роль у різних сферах життя. Їх використовують для відображення інформації в режимі реального часу, що дозволяє людям приймати швидкі та обґрунтовані рішення. Кольорові інформаційні табло з Bluetooth каналом керування є особливо корисними, оскільки вони пропонують ряд переваг порівняно з традиційними табло.

Переваги кольорових інформаційних табло з Bluetooth каналом керування. Покращена видимість: Кольорові дисплеї забезпечують кращу видимість, ніж монохромні, що робить інформацію більш чіткою та легко читається. Гнучкість: Bluetooth канал керування дозволяє керувати табло з будь-якого пристрою, що підтримує Bluetooth, наприклад, смартфона або планшета. Це робить табло більш гнучким та зручним у використанні. Розширені можливості: Bluetooth канал керування відкриває нові можливості для використання табло. Наприклад, можна використовувати табло для відображення динамічної інформації, такої як поточні погодні умови або результати спортивних змагань.

Сфера застосування. Кольорові інформаційні табло з Bluetooth каналом керування можуть використовуватися в різних сферах, таких як:

- Транспорт: Табло можна використовувати для відображення інформації про розклад руху, час очікування, номери маршрутів та ін.
- Промисловість: Табло можна використовувати для відображення інформації про стан обладнання, рівень продуктивності, попередження про помилки та ін.
- Освіта: Табло можна використовувати для відображення інформації про розклад занять, результати іспитів, оголошення та ін.
- Роздрібна торгівля: Табло можна використовувати для відображення інформації про ціни, акції, черги та ін.
- Спорт: Табло можна використовувати для відображення результатів змагань, статистики гравців, часу та ін.

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є дослідження зростання потреби в інформаційних табло з покращеною видимістю та гнучкістю.

Огляд сучасного стану. Інформаційні табло використовуються для створення інтерактивних інсталяцій, які дозволяють людям взаємодіяти з інформацією новими та цікавими способами. Інформаційні табло використовуються для розробки систем доповненої реальності, які накладають віртуальну інформацію на реальний світ. Інформаційні табло використовуються для створення систем штучного інтелекту, які можуть розуміти та реагувати на людські дії.

Об'єктом дослідження є розвиток технологій Bluetooth, які роблять можливим бездротове керування табло.

Предметом дослідження є широкий спектр сфер застосування кольорових інформаційних табло з Bluetooth каналом керування.

Для досягнення поставленої мети в бакалаврській дипломній роботі розв'язуються наступні задачі:

- провести аналіз сучасних досягнень;
- обрати структурну схему пристрою;
- обґрунтувати структурну схему пристрою;
- здійснити аналіз математичної моделі пристрою;
- здійснити комп'ютерне моделювання;
- виконати розділ безпеки життєдіяльності.

Структура і обсяг роботи. Бакалаврська дипломна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МАЛИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТАБЛО ТА АНАЛІЗ ЇХ ПАРАМЕТРІВ

1.1 Аналіз базових параметрів пристрою

Кольорове інформаційне табло – це універсальний вид реклами, що дозволяє швидко донести інформацію до потенційного клієнта і привернути його увагу. З його допомогою можна транслювати як динамічні написи, так і нескладні графічні об'єкти.

У теперішній час, коли реклама є усюди: на дошках об'яв, в інтернеті, по телебаченню, навіть в якості вивіски над магазином, - не вистачає чогось яскравого, динамічного, щоб привернуло увагу перехожих.

Інформаційне табло займає невелику площу, шляхом цього воно легко монтується, так само легко обслуговується, і коштує порівняно недорого. Послідовний виклад контенту полегшує сприйняття людиною інформації – потенційний споживач рекламованого товару або послуг може не тільки дізнатися щось корисне для себе, а й встигнути записати контактну інформацію, щоб потім звернутися до постачальника товару або послуги.

Шляхом простоти монтажу і невеликій площі готової конструкції інформаційне табло знайшло широке застосування в місцях масового скупчення народу, в салоні громадського і рейсового транспорту, на автозаправках.

Також такий різновид світлових конструкцій використовується в якості вивіски або як доповнення до неї. Інформаційне табло може містити незалежний рекламний контент, або нести інформацію про конкретне місце свого перебування. Наприклад, на рухомому рядку біля модного магазину можна прочитати про акції і знижки, що проходять в магазині тут і зараз, а на такий же рядку, розташованої на ринку, торговець може розмістити рекламу своєї точки, вказавши тип товару, ряд і точне місце.

У ході виконання бакалаврської роботи було розроблено конструкцію кольорового інформаційного табла на сучасній елементній базі і з використанням легкодоступних компонентів. Через те, що пристрій має

модульну будову, його легко відремонтувати у випадку порушення роботи або повного виходу з ладу.

Інформаційне табло відображає будь-який текст, що було введено через мобільну програму GyverString.

Інформаційне табло має певні габарити, та незначну вагу, що дозволяє розмістити пристрій у найвиднішому місці для привертання уваги.

Основним елементом керування є модуль Arduino на мікроконтролері ATmega 328, який здійснює приймання та обробку сигналів інформації та керування, та виводить потрібні нам дані на матрицю з адресної світлодіодної стрічки. Живлення модуля керування буде здійснюватися за допомогою зовнішнього блоку живлення 5В.

Дана робота передбачає розробку та виготовлення кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування. Табло буде мати наступні характеристики:

- Дисплей: Виконаний з адресної RGB стрічки WS2812B . Цей дисплей забезпечить чітке та яскраве зображення, яке буде добре видно навіть у складних умовах освітлення.

- Мікроконтролер: Arduino Nano . Мікроконтролер буде керувати всіма функціями табло, включаючи дисплей, Bluetooth-модуль та інші компоненти.

- Bluetooth-модуль: HC-06 . Bluetooth-модуль дозволить керувати табло за допомогою смартфона, планшета або іншого пристрою з підтримкою Bluetooth.

- Корпус: дерев'яно – пластиковий корпус, який буде міцним та стійким до пошкоджень. Корпус буде захищати компоненти табло від зовнішніх впливів.

1.2 Функціональні можливості кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування

Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування матиме наступні функціональні можливості:

- Відображення тексту, зображень та відео.

- Керування пристроями за допомогою Bluetooth.
- Взаємодія з користувачем за допомогою голосу.
- Редагування швидкості руху тексту.
- Зміна кольору тексту.
- Налаштування яскравості тексту.
- Вибір різних режимів.

Враховуючи вище приведений матеріал можна вважати, що розробка Кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування доцільна, тому що його технічні, експлуатаційні характеристики кращі ніж у промислових приладів, а ціна передбачається бути нижчою.

Таблиця 1.1 Порівняльна таблиця кольорового інформаційного табло з P10 32*16 SMD3535

Назва	Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування	P10 32*16 SMD3535
Тип світлодіода	WS2812B	SMD3535
Кількість пікселів	42X8	32X16
Кольоровість	різнокольоровий	червоний
Можливість голосового введення	Є	немає
Напруга живлення	5V	220V

2 РОЗРОБКА КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ

2.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою

В даній бакалаврській роботі розглядається розробка пристрою з Bluetooth інтерфейсом, що керується від мобільного телефону чи планшета. Для цього на даних пристроях встановлюється розроблене програмне забезпечення, що дозволяє виводити данні різного типу: голосові і текстові.

Структурна схема пристрою наведена на рисунку 2.1

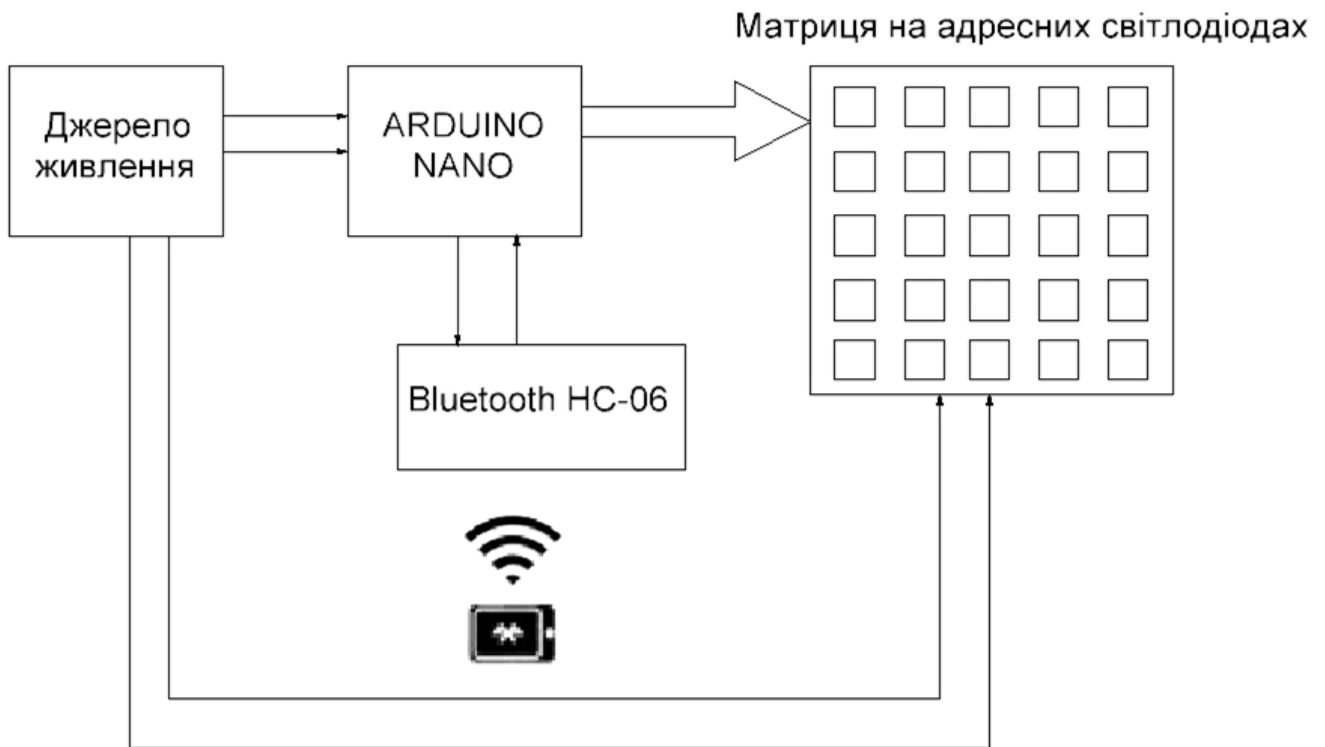


Рисунок 2.1 – Структурна схема кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування

Головним елементом керування є модуль Arduino з мікроконтролером, що здійснює отримання та обробку команд від bluetooth модуля та керує матрицею, яка створює зображення.

2.2 Огляд платформи «Arduino Nano»

«Arduino Nano» – модуль, що побудований на мікроконтролері ATmega328. Дана платформа має 14 цифрових входів та виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), також є 8 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, силовий роз'єм, роз'єм Mini-B USB, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи Arduino Nano необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати напругу за блоку живлення до акумулятора.

Arduino Nano працюватиме при напрузі від 5В Живлення:

- VIN – даний вхід використовується для живлення платформи від зовнішнього джерела;
- 5V - регульоване джерело напруги, використовується аби заживити мікроконтролер і його компоненти на платі;
- 3V3 – вихідна напруга 3.3В, створюється вбудованим регулятором на платі. Максимальне споживання струму 50 мА;
- GND - виходи заземлення.

У «Arduino Nano» присутній вбудований запобіжник, що захищає порт USB комп'ютера від короткого замикання та надструмів. Запобіжник спрацює коли струм що проходить, має понад 500 мА через USB порт та розмикає ланцюг до тих пір, поки значення струмів не будуть нормальними.

Виходи Arduino Nano працюють за напруги 5 В. Кожен вихід якого має навантажувальний резистор 20-50 кОм і може пропускати струм до 40 мА. Кожен з 14 цифрових виводів Arduino Nano може бути налаштований як на вхід так і на вихід, використовуючи певні функції `digitalWrite()`, `pinMode()`, та `digitalRead()`.

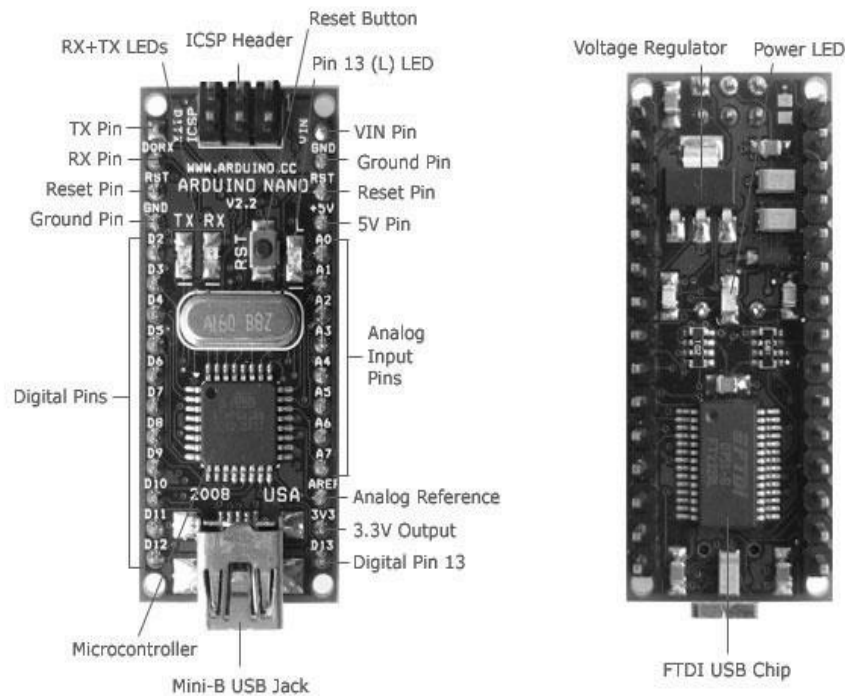


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд модуля Arduino NANO 3.0

Цифрові виходи Arduino Nano, та їх призначення:

- 0 (RX), 1 (TX) - послідовна шина. Дані виходи використовуються задля отримання (RX) і передачі (TX) даних TTL. Вони підключені до відповідних виходів мікросхеми USB;
- 2 і 3 піни - зовнішнє переривання. Дані виходи можуть бути налаштовані на переривання.
- 3, 5, 6, 9, 10 і 11 – ШІМ піни. Будь-який з виводів забезпечує ШІМ за допомогою функції `analogWrite( )`;
- 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) – SPI піни. За допомогою даних виходів є можливість здійснювати SPI зв'язок, для цього використовується бібліотека SPI;
- LED13- Індикатор - це вбудований світлодіод, що підключений до 13 цифрового виводу. За умови коли значення напруги на виході має високий потенціал, то засвічується світлодіод.

На платформі Nano також є 6 аналогових входів (A0. та A5), кожен з роздільною здатністю 10 біт. Зазвичай виходи мають діапазон вимірювання до 5В відносно GND, проте є можливість змінити верхню межу за допомоги виходу

і функції `analogReference()`. За допомогою даних виходів виконується зв'язок I2C, для створення якого використовується бібліотека «Wire» [1].

Виходи Arduino Nano налаштовані в якості портів введення. За допомоги необхідного порту є можливість отримати відповідно малу напругу на схему, в яку він включений.

Внутрішній опір - резистор 100 МОм, підключений до виходу мікросхеми. Отже, для перемикання порту введення з одного стану в інший необхідно маленьке значення струму. Що дозволяє використовувати виходи мікросхеми для увімкнення ємнісного датчика дотику, мікрофону, аналогового датчика зі схемою.

Також з іншої сторони, якщо до даного виходу нічого не підключено, то значення на виході вказуватимуть випадкові величини, що створюються електричними перешкодами чи ємнісним зв'язком з сусіднім висновком. Усі виходи, створені як порти виводу, знаходяться в низькому імпедансному стані. Дані виходи мають можливість пропускати через себе досить великий струм. Виходи даної мікросхеми можуть бути джерелом (позитивним), або приймачем (негативним) струму до 40 мА. Цього значення струму достатньо, аби увімкнути світлодіод та датчики, але недостатньо для більшості соленоїдів, реле та двигунів.

Бажано до виходів Arduino підключати пристрої через резистори опором: 470 Ом або 1 кОм, якщо у пристрою немає необхідності більшого струму для роботи.

Модуль Arduino Nano збудований на мікроконтролері ATmega328. Мікроконтролер ATmega 328 – це 8-бітний мікроконтролер сімейства AVR, що побудований за архітектурою RISC. Архітектура мікроконтролера Atmega 328 наведена на рисунку 2.3.

Архітектура даного мікроконтролера включає в собі:

- 131 команду процесора;
- 32 восьми-розрядних регістри загального призначення;
- максимальна продуктивність 20 MiPS;
- вмонтований 2-тактний помножувач;

– 32 Кб FLASH-пам'яті, кількість циклів стирання/запису – не менше 1000;

– 1 Кб EEPROM;

– 2 Кб SRAM;

– послідовний інтерфейс SPI.

Периферійні пристрої:

– 2 8-розрядних незалежних таймера/лічильника;

– 1 16-бітний таймер/лічильник;

– лічильник реального часу з окремим тактовим генератором;

– 4 канали широтно-імпульсної модуляції (ШІМ);

– 8 каналів 10-бітного АЦП;

– 2-проводний послідовний інтерфейс;

– інтерфейс USART;

– послідовний інтерфейс SPI;

– вбудований сторожовий таймер;

– вбудований аналоговий компаратор.

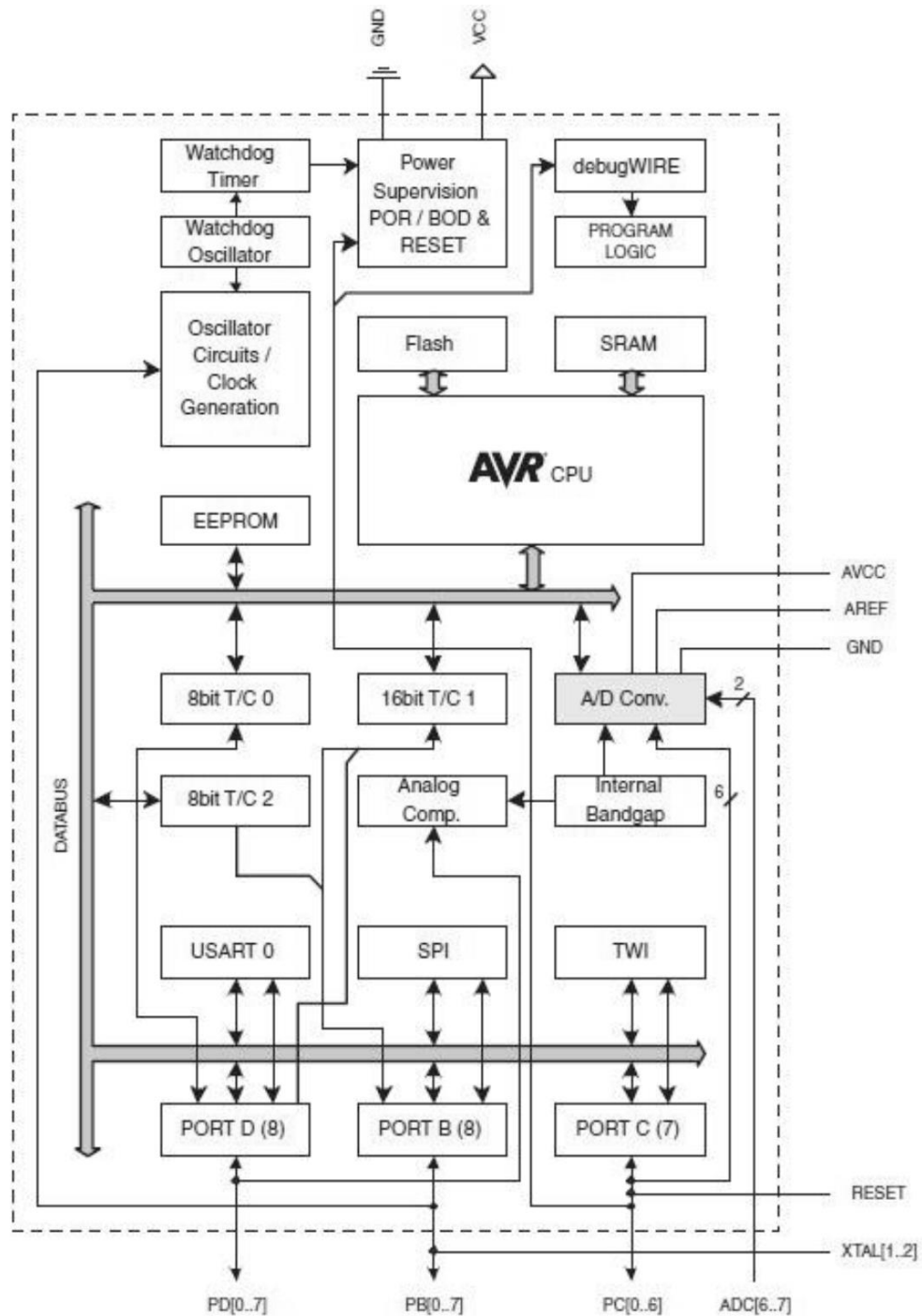


Рисунок 2.3 – Архітектура мікроконтролера Atmega 328

Ядро мікроконтролерів типу Mega виконано по enhanced RISC-архітектурі, в якій використовується ряд рішень, направлених на пришвидшення мікроконтролерів. Мікроконтролер ATmega 328 має 3 порти вводу або виводу: PORT B - 8, PORT C - 7, PORT D – 8 ліній. Більшість цих ліній можуть бути налаштовані на виконання альтернативних функцій, що позначені на рисунку 2.4

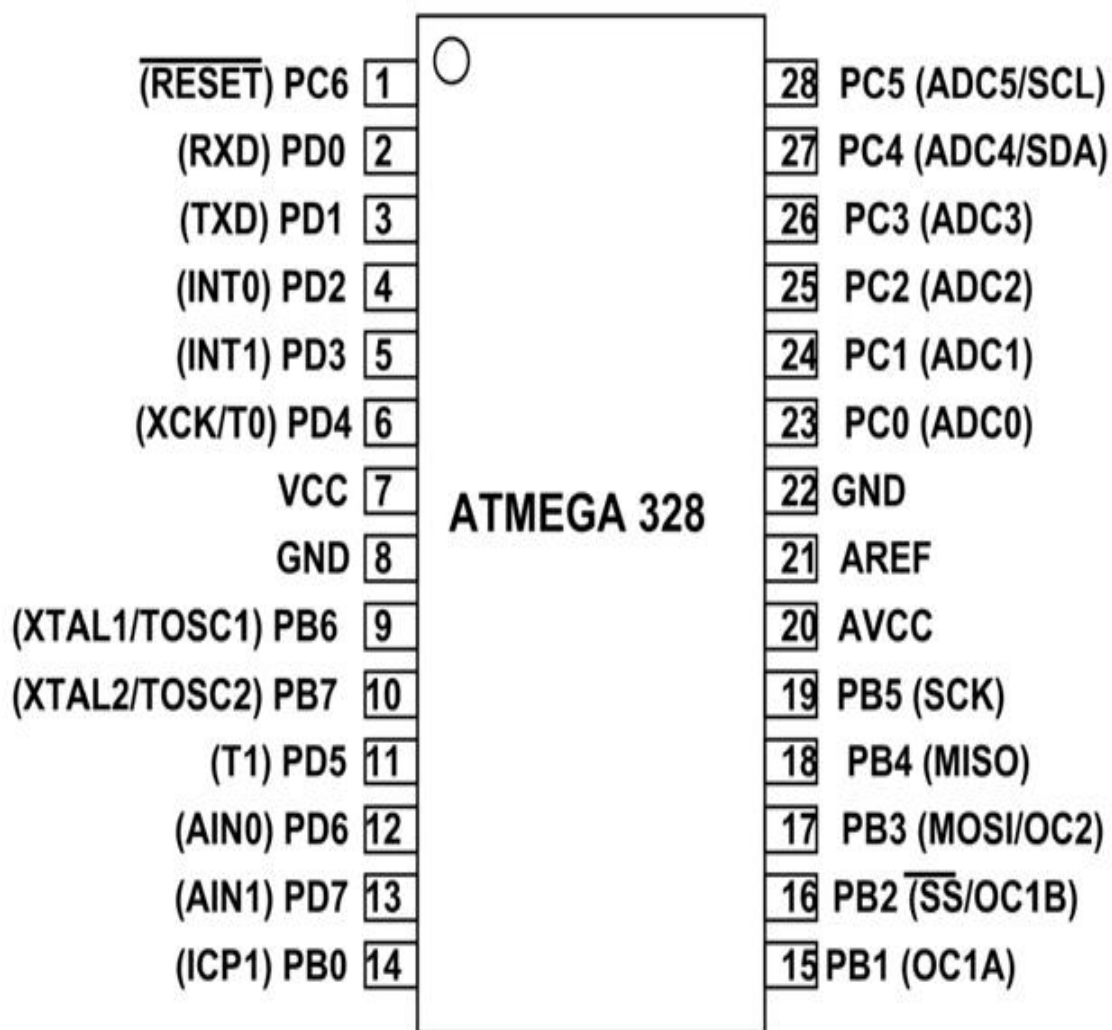


Рисунок 2.4 – Призначення виводів мікроконтролера ATmega 328

Схема послідовного порту UART мікроконтролера ATmega 328 наведена на рисунку 2.5. Даний порт використовуватиметься для обміну інформацією з Bluetooth модулем.

Основні можливості порту: широкий діапазон швидкостей обміну даними;

Висока швидкість передачі за низької частоти XTAL; 8-розрядний формат даних;

Виявлення помилок зникнення даних при прийомі; знайдення помилок формату кадрів; виявлення помилкового стартового біта;

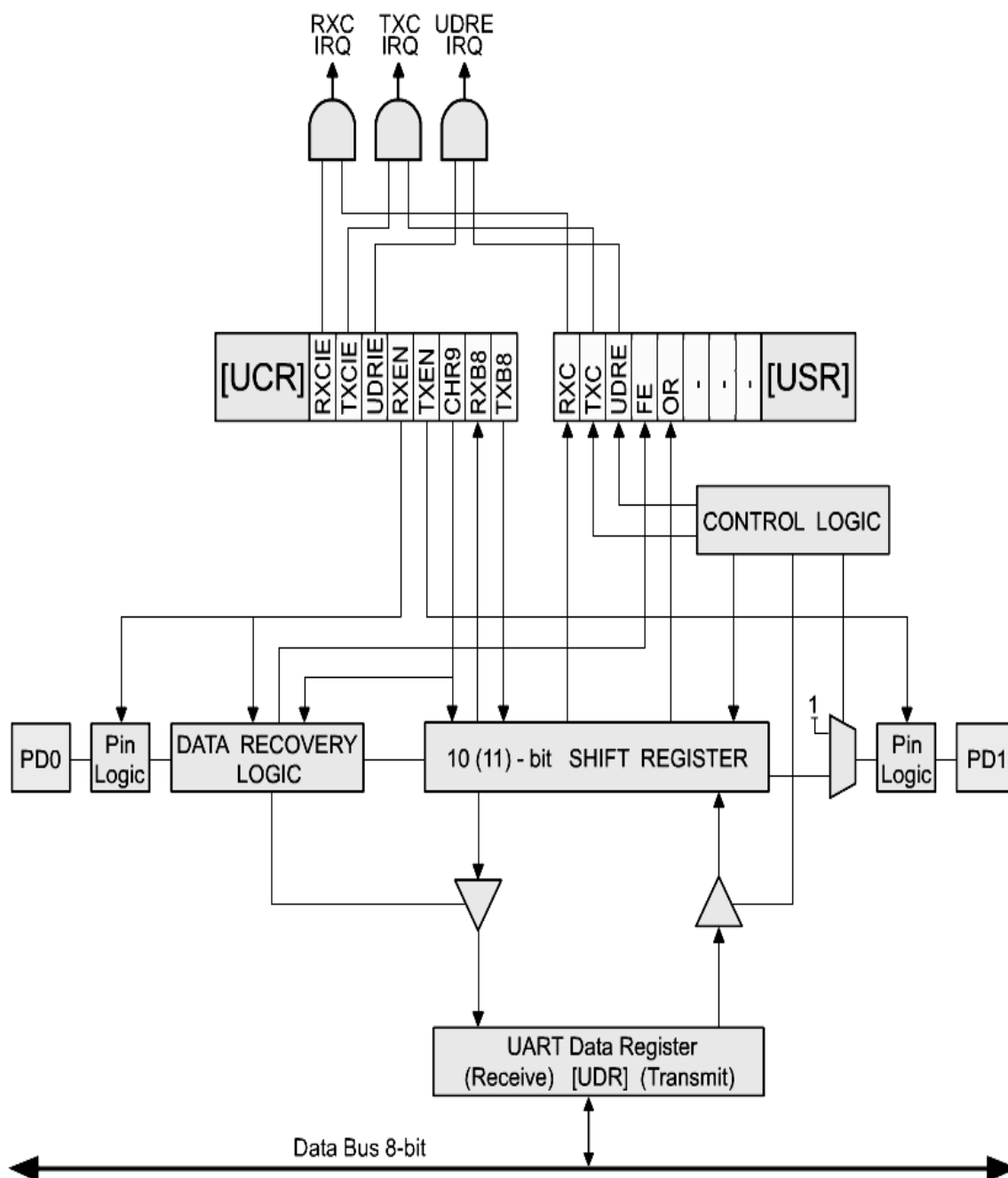


Рисунок 2.5 – Схема периферійного послідовного порта UART

Троє окремих переривання: за завершенням передачі, за порожнім регістром передавача і по завершенню прийому.

Модуль UART при передачі додає до вхідного символу на початку — старт-біт, а в кінці — стоп-біт, складаючи таким чином 10ти або 11ти бітову послідовність. Одержані значення відправляються до регістра зсуву, що по черзі передає відповідні біти на вихід передавача TXD.

Швидкість з якою видається біт на вихід передавача визначається параметром baud rate, яким можна керувати.

Приймач UART модуля безперервно перевіряє стан входу RXD, на якому за відсутності необхідних даних встановлюється рівень «1». Приймач зчитує інформацію з входу в 16 разів швидше. За виявлення на виводі RXD рівня «0» мікроконтролер чекає шість відліків, а потім виконує три вибірки. Дані вибірки доводяться на 8, 9 і 10 відліки для кожного біта, який приймається, і, таким чином, в середині інтервалу його передачі відбувається зчитування значення біта, що дає дозвіл працювати з сигналами, які мають фронт великої тривалості. Якщо виявляється, що на виводі RXD ще присутній рівень «0», модуль UART переходить в робочий режим і розпочинає зчитувати байт. Якщо на виводі RXD є присутній рівень «1», то вважається, що попередній відлік був просто шумом, і модуль очікує коректного символу.

Модуль зчитує певні вибірки, що відносяться до стоп-біту. Для цього було вирішено про правильний прийом символу, дві з даних вибірок мають дорівнювати одиниці. В інакшому випадку модуль вважає даний символ за невірнo кадрований і записує помилку кадровання.

Усі дані операції виконує модуль UART. Даний модуль містить 4 регістри вводу або виводу:

- UDR (UART Data Register \$0C) — це регістр даних UART, він містить байт даних, що приймаються або передаються;
- UCR (UART Control Register \$0A) — це регістр керування, він керує конфігурацією UART, також, він містить 8-й біт даних;
- USR (UART Status Register \$0B) — це регістр статусу UART, він відображає стан модуля UART;
- UBRR (UART Baud Rate Register, \$09) — це регістр швидкості передачі, ним задається швидкість передачі даних по UART.

Швидкість передачі визначається за формулою (2.1):

$$\text{BAUD} = \text{FCK} / 16(\text{UBRR} + 1), \quad (2.1)$$

де BAUD - частота в бодах;

FCK - частота мікроконтролера;

UBRR - уміст регістра UBRR (0 -255).

У таблиці 2.1, 2.2 приведені призначення біт регістрів UCR і USR. Регістр UBRR використовується для керування швидкістю передачі даних. Вона має бути однаковою як для приймаючого так і передавального пристроїв.

Таблиця 2.1 – UCR регістр керування UART (\$0A)

Біт	7	6	5	4	3	2	1	0
Назва	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	CHR9	RXB8	TXB8

TXB8 – 8-й біт даних, які передаються;

RXB8 – 8-й біт даних, які приймаються;

CHR9 – формат посилок;

TXEN – дозвіл передачі;

RXEN – дозвіл прийому;

UDRIE – дозвіл переривання, коли очищений регістр даних UART;

TXCIE – дозвіл переривання по завершенню передачі;

RXCIE – дозвіл переривання по завершенню прийому.

Таблиця 2.2 – USR регістр стану UART (\$0B)

Біт	7	6	5	4	3	2	1	0
Назва	RXC	TXC	UDRE	FE	OR	-	-	-

OR – переповнення: 0–зміст UDR був вдало перезавантажений у регістр

зсуву, 1– зміст UDR перезаписано до того, коли байт було скопійовано до регістру зсуву;

FE –помилка кадрування: 0– помилка відсутня, 1 –помилка виявлена;

UDRE – регістр даних UART пуст: 0 – байт, що знаходиться в регістрі UDR ще не перевантажений до регістра зсуву, 1 – зміст регістра UDR перевантажений до регістра зсуву;

TXC – передача завершена (встановлюється в 1 після передачі символу, якщо відсутні інші дані у UDR);

RXC – прийом завершений (встановлюється в 1 після прийому символу й збереженні його у UDR).

2.3 Вибір модуля безпроводного з'єднання

Для роботи Bluetooth пристроїв виділяється діапазон частот від 2400 до 2483 МГц. Вся смуга розбивається на 79 канальних інтервали. Передавач та приймач синхронно «перестрибують» з однієї канальної частоти до іншої за псевдовипадковим законом 1600 раз в секунду. Дальність зв'язку залежить від потужності передавача і чутливості приймача. У випадку телефону з Bluetooth класу 2 стійке з'єднання спостерігається в межах 10-20 м всередині приміщення чи через бетонну стіну. Кожен Bluetooth пристрій підтримує один або декілька набір конфігурації: для організації персональної мікромережі, відтворення музики, передачі тексту, даних. Важливо, аби обидва пристрої підтримували профіль SPP. У даному випадку цифрові дані зможуть мікроконтроллером прийматись через стандартний інтерфейс UART.

Модулі Bluetooth випускаються під різними назвами: HC-04, HC-05, HC-06, BC04, BC05, BC06, RF-BT0417C, BT0417. Основою даних модулів є мікроконтролер BC417143B. Дане рішення має назву BlueCore4. Мікроконтролер BC417143B сам по собі володіє достатньо великим набором можливостей та інтерфейсів.

Bluetooth модуль уявляє собою плату розміром 2,7x1,4 см, з 34 виводами, що розташовані по периметру плати, та має на одній з цих сторін антену.

На платі знаходиться чип BC417, що забезпечує апаратну підтримку стека Bluetooth та Flash-пам'ять ES29LV800DB70WGI від Excel Semiconductor на 8 Мбит, що зберігає «прошивку» модуля та налаштування. З оригінальною «прошивкою» модуль має можливість працювати в двох режимах: радіоподовжувач UART та керування AT-командами[6].

Для кольорового інформаційного табло з bluetooth каналом керування достатньо лише першого режиму роботи. Для підключення модуля HC-06 до модуля Arduino розглянемо його призначення виводів.

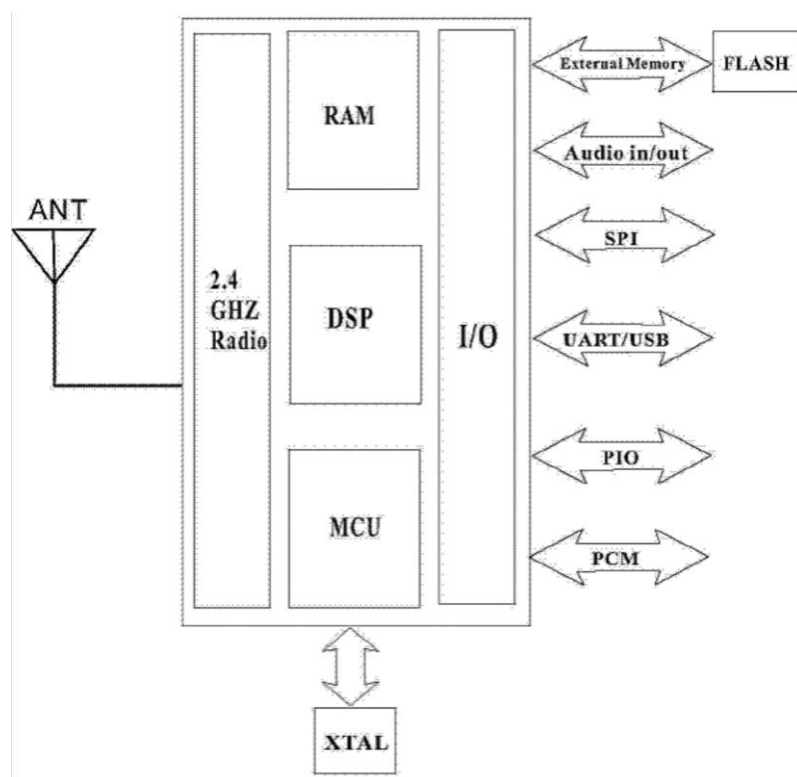


Рисунок 2.6 – Архітектура мікроконтролера BC417143B



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд Bluetooth модулів на мікроконтролері BC417143B

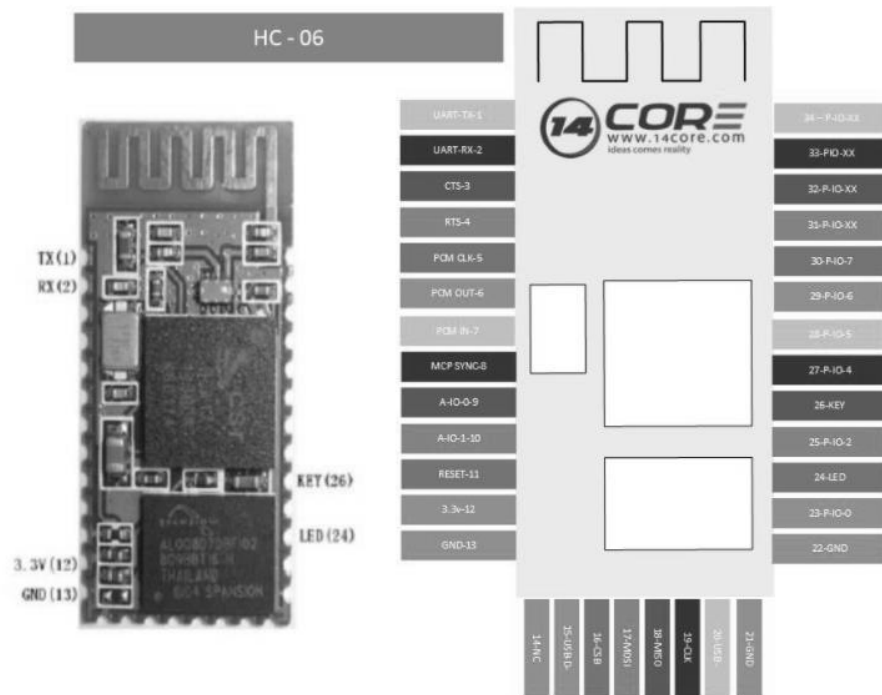


Рисунок 2.8 – Призначення виводів Bluetooth модуля HC-06

- TX, RX, CTS, RTS – лінії UART;
- PCM_CLK, PCM_OUT, PCM_IN, PCM_SYNC – лінії для приймання чи передавання;
- AIO0, AIO1 – лінії введення/виведення загального призначення;
- RESET – лінія скидання;
- 3.3 V, GND – живлення, земля;
- NC – Not Connected;
- USB_D+, USB_D- – лінії даних USB;
- CSB, MOSI, MISO, CLK – лінії SPI інтерфейсу;
- PIO0 – дозвіл/заборона RX;
- PIO1 – дозвіл/заборона TX;
- PIO2-PIO7, PIO10 – лінії введення/виведення загального призначення;
- PIO8 – для світлодіода, який показує стан модуля;
- PIO9 – для світлодіода, який показує статус з'єднання (світиться, якщо встановлено з'єднання з іншими Bluetooth пристроями);

— PIO11 – для керування режимом роботи (0 – режим простого подовжувача UART, 1 – режим AT-команд).

Модуль HC-06 може живитись від 3,3 В, але його лінії I/O можуть працювати з 5-вольтовою логікою, що дозволяє підключати його UART до Arduino. Отже для підключення модуля HC-06 до Arduino необхідно використовувати лінії Rx, Tx, 3.3V, Gnd.

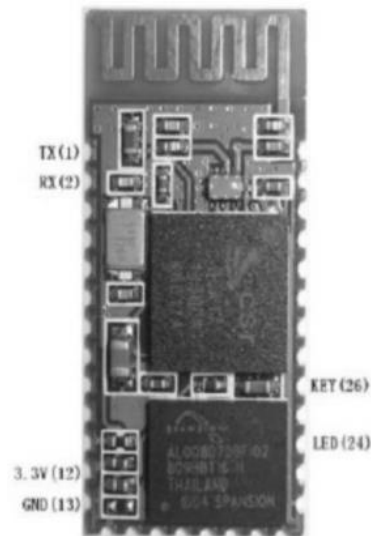


Рисунок 2.9 – Виводи Bluetooth модуля для підключення до модуля Arduino

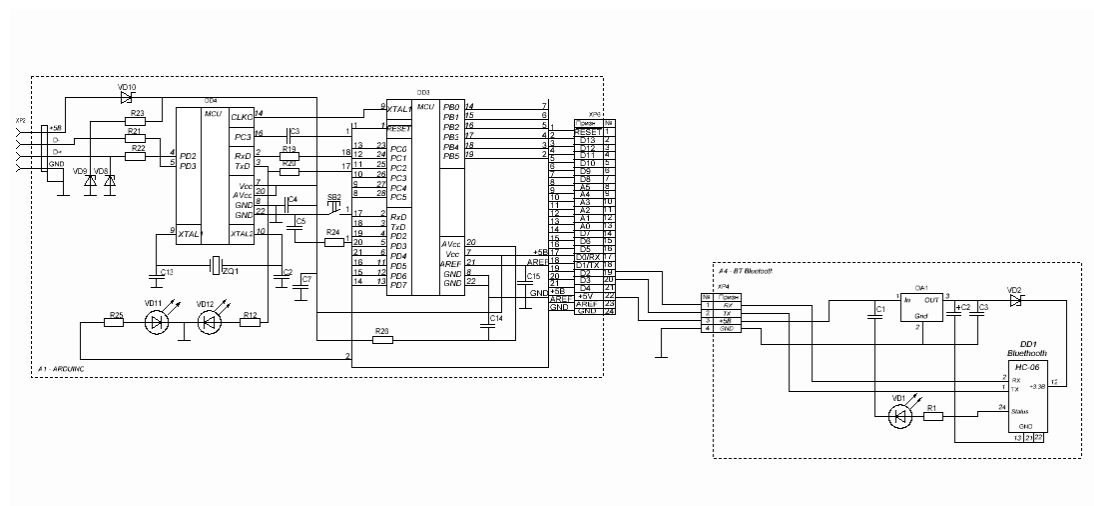


Рисунок 2.10 – Схема підключення Bluetooth модуля HC-06 до модуля Arduino

2.4 Вибір світлодіодної стрічки

Інформаційне табло повинно мати 3 канали для представлення вхідного сигналу у вигляді певної комбінації кольорів (RGB). Для цього використовуються кольорові світлодіоди, які являють собою розміщені в одному корпусі світлодіоди трьох кольорів (червоний, зелений, синій), тобто дану стрічку можна представити як три одинарні стрічки, що конструктивно знаходяться на одній основі.

Для перетворення вхідного цифрового сигналу у аналоговий використовується широтно-імпульсна модуляція (ШІМ). Світлодіодна стрічка працює від постійного струму і підключається до постійної напруги величиною 5В. Тому задля підключення світлодіодної стрічки до мережі енергоспоживання додатково використовується блок живлення.

RGB стрічка (з адресними світлодіодами) складається з пікселів. Кожен піксель містить у собі червоний, зелений та синій світлодіоди та контролер ШІМ, за допомогою якого можна керувати яскравістю кожного світлодіода та отримувати безліч різних кольорів із трьох основних[5].

Оскільки кожен WS2812B складається з трьох світлодіодів та контролера ШІМ, зручніше називати їх пікселями, а не світлодіодами.

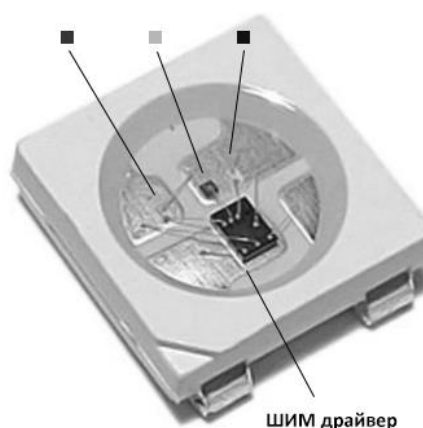


Рисунок 2.11 –WS2812B складається з трьох світлодіодів та контролера ШІМ

Напруга живлення: 5 ± 0.5 В; Споживання струму: ~ 20 мА один світлодіод, тобто, ~ 60 мА весь піксель. Спочатку нам необхідно підключити світлодіоди до Arduino. Зробити це дуже просто. Контакти +5V та GND підключаємо до плюсу та мінусу джерела живлення, відповідно. Din (D1) підключаємо до будь-якого цифрового піну Arduino, за замовчуванням це буде пін D4 (21-ший пін). Крім того, бажано з'єднати землю Arduino із землею джерела живлення. Небажано використовувати Arduino як джерело живлення, оскільки вихід +5V може забезпечити струм лише 800 мА. Цього вистачить лише на 13 пікселів світлодіодної стрічки, тому потрібно підключити до джерела живлення, як на рисунку 2.12

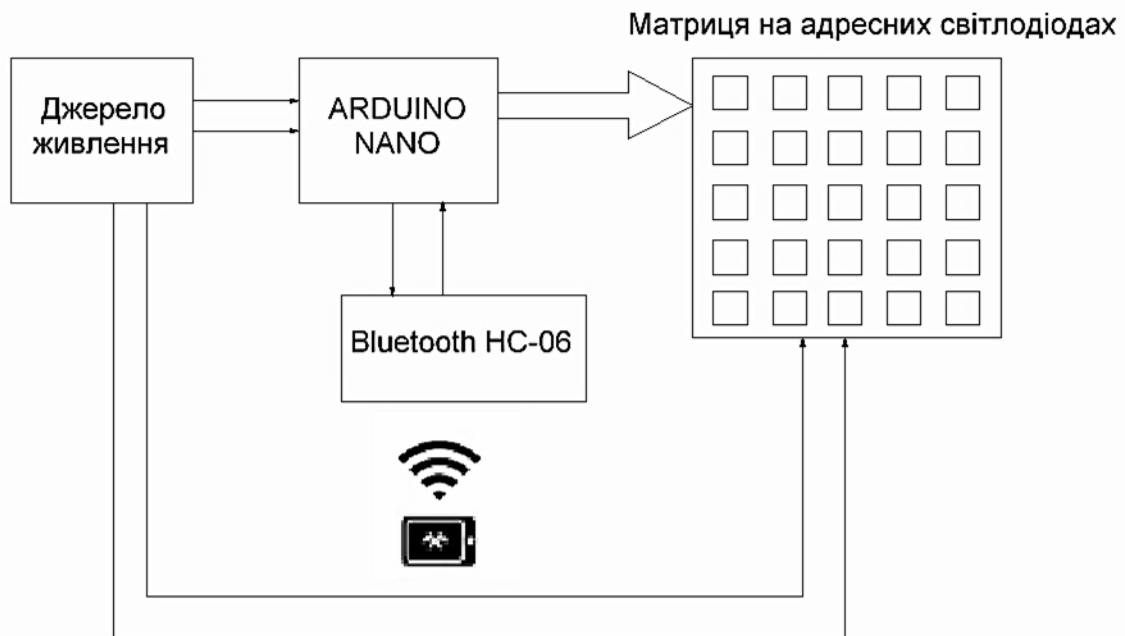


Рисунок 2.12 – Структурна схема підключення

Всі пікселі послідовно підключені один до одного. Вхід Din кожного з них підключається до виходу наступного. Сигнал управління надходить на перший із них.

Команди управління подаються по 3 байти пакетами, по одному на кожного з трьох кольорів. Між даними пакетами йде пауза тривалістю 50 мкс, пауза понад 100 мкс означає кінець передачі.

Тривалість будь-якого біта – 1,25 мкс. Біт "1" кодується імпульсом тривалістю 0,8 мкс і паузою 0,45 мкс. Біт "0" - 0,4 і 0,85 мкс. Можливі розбіжності

у часі до 150 нс. Даний пакет має бути відправлений для кожного пікселя у світлодіодній стрічці. На рисунку 2.13 вказано потрібний сигнал.

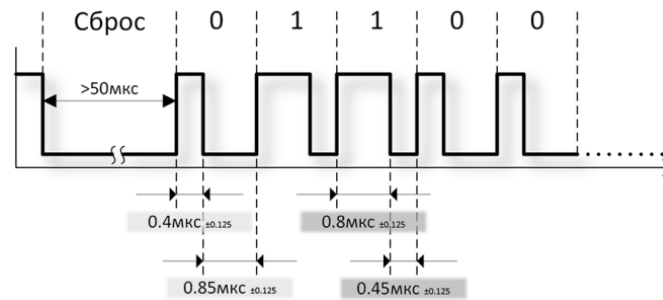


Рисунок 2.13– Потрібний сигнал для кожного пікселя у світлодіодній стрічці

Дивлячись на дану схему, не складно здогадатися, що таке неможливо реалізувати стандартними функціями Wiring, як `digitalWrite` і `delay`. Однак стрічки WS2812B досить популярні і для них вже є бібліотеки мовами нижчого рівня.

2.5 Функціональна схема приладу

На рисунку 2.14 приведено структурну схему інформаційного табло з Bluetooth каналом керування. Модуль HC-06 використовується в якості елементу Bluetooth керування та задля його роботи будуть використані порти D2, D3 Arduino nano.

В якості елементу індикації використовується матричний індикатор, який побудований на адресних світлодіодах вручну.

Для роботи матричного індикатора використано порт D4 Arduino nano.

Споживання струму матричного індикатора: ~20 мА на один світлодіод, тобто ~60 мА на весь піксель. В матричному індикаторі 336 пікселів: $60 \cdot 336 = \text{мА} = 20,16 \text{ А}$. Тому для живлення схеми використовується блок живлення 5В 20А. [2].

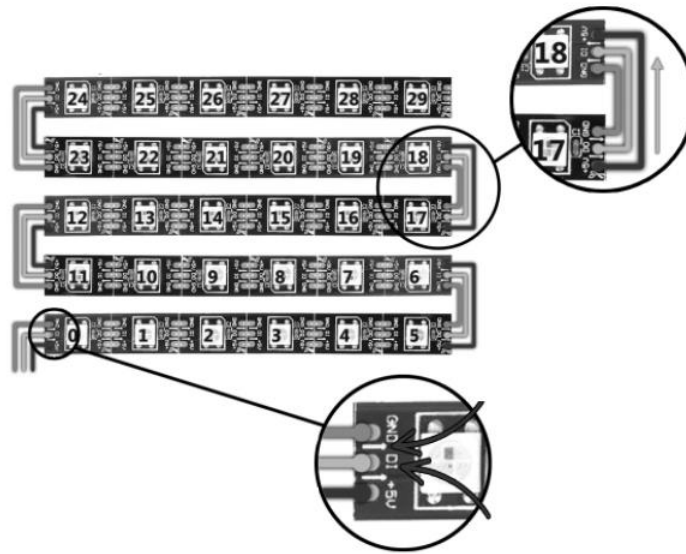


Рисунок 2.14 - Схема матричного індикатора

Схема працює таким чином: на модуль Bluetooth модуль подається сигнал зі смартфона, отримані данні з HC-06 передаються на мікроконтролер Arduino, він в свою чергу оброблює дані, та виводить зображення на матрицю, що вказано у функціональній схемі.

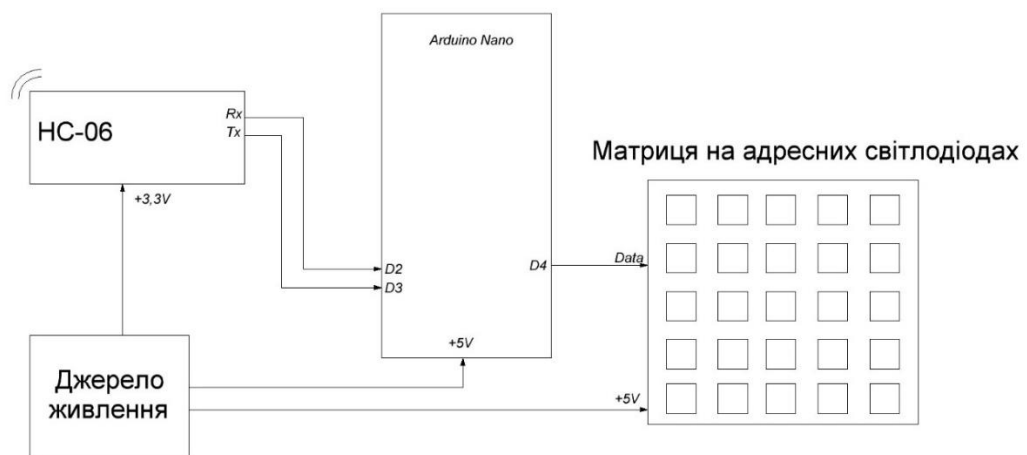


Рисунок 2.15 – Функціональна схема кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування

2.6 Розробка програмного забезпечення

Програмне забезпечення для керування інформаційного табло

Для керування інформаційним табло по Bluetooth необхідно завантажити додаток, з google play market [31]

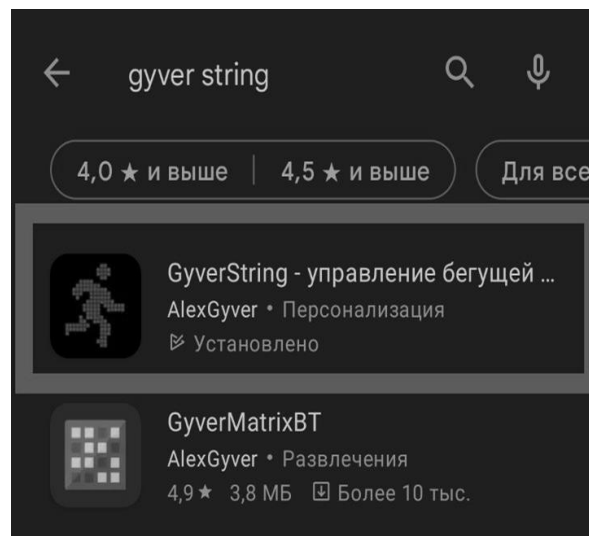


Рисунок 2.16 – ПЗ на Android у Google Play

При завантаженні додатку відкриється даний інтерфейс

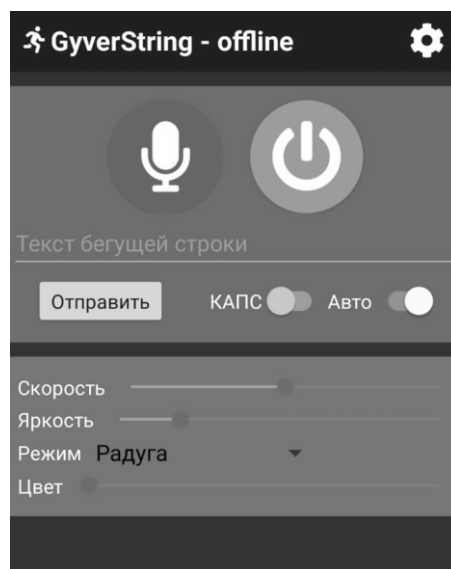


Рисунок 2.17 – Інтерфейс додатку на Android

Є можливість ввести текст на матриці голосом (натиснувши на мікрофон), або надрукувати текст вручну [9].

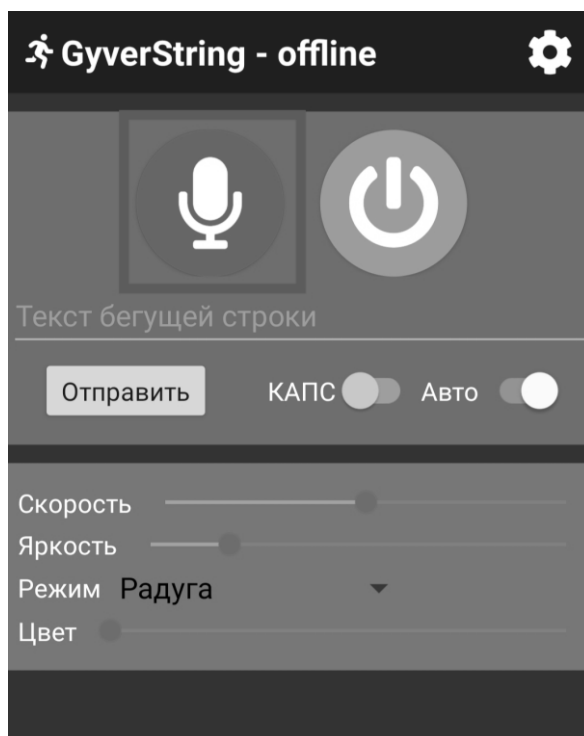


Рисунок 2.18— Введення тексту голосовим способом

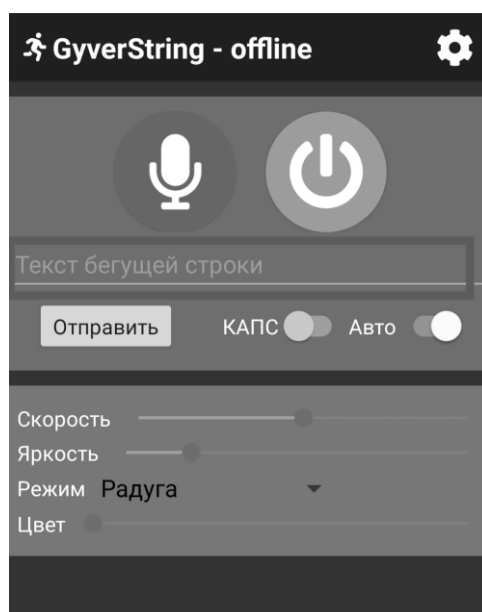


Рисунок 2.19 – Введення тексту друком

Також у додатку є можливість змінювати деякі параметри: швидкість, яскравість, колір, та декілька режимів.

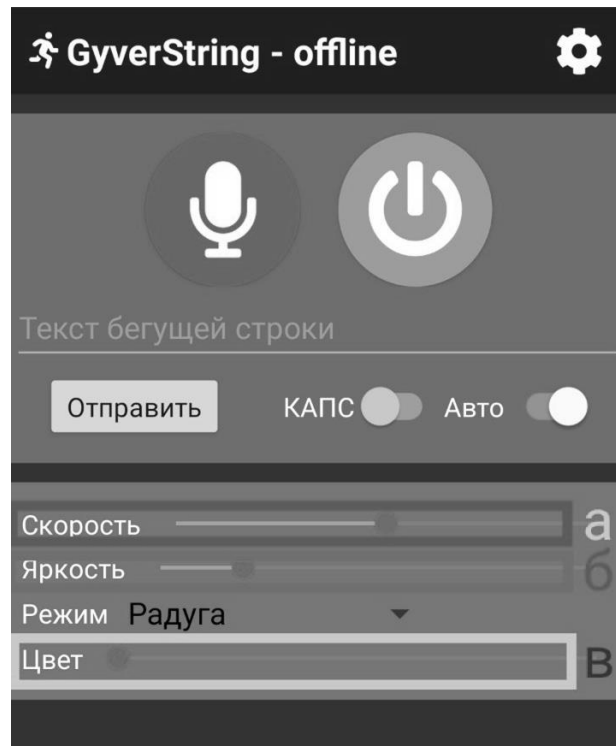


Рисунок 2.20 - Параметры dodatku: швидкість , яскравість , колір

Інформаційне табло працює по алгоритму вказаному на рисунку

Для написання коду було обрано програмне забезпечення Arduino Ide , адже воно має низку переваг:

- Швидкість проектування та розробки на Arduino набагато вища ніж у інших мікроконтролерів, обумовлює це просту але водночас добре опрацьовану архітектуру.

- Існує безліч книг, статей в інтернеті, каналів на YouTube присвячених програмуванню arduino

- Присутня безліч документації, уроків та готових бібліотек, величезна спільнота, робота з простої в освоєнні середовища Arduino IDE з мовою Arduino C++.[10].

На рисунку 2.21 наведено блок-схему роботи коду кольорового інформаційного табло з Bluetooth керуванням.

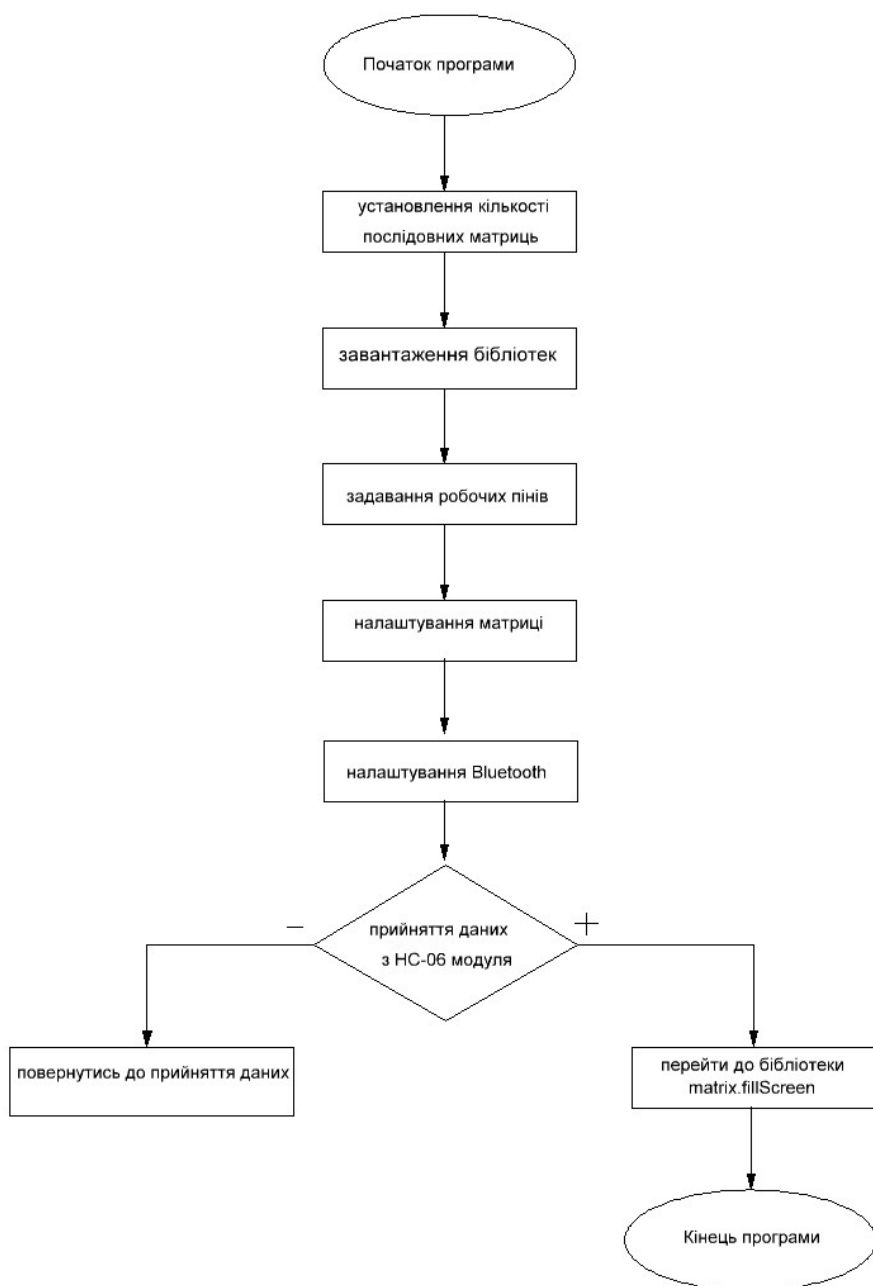
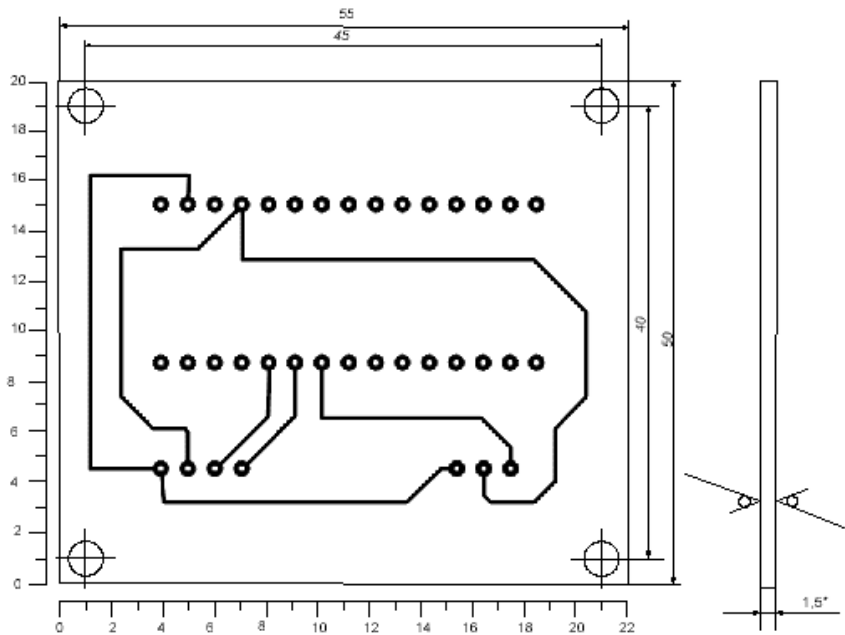


Рисунок 2.21 - Блок схема роботи коду кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керуванням

З ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ

3.1 Електричні розрахунки

Друкована плата зображена на рисунку 3.1



Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Називисть металізації в отворі	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
●	0,8±0,1	немає	2,5	37
⊕	3,5±0,1	немає	—	4

Рисунок 3.1 – Друкована плата

Таблиця 3.1 – Технічні параметри до плати друкованої

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Temp Rise (температура)	20 °C
Material (матеріал)	FR 4 STD
Layers (кількість шарів)	1
Via Hole Diameter (діаметр перехідного отвору), мм	0,254
Via Height (висота отвору), мм	1,2
Via Plating Thickness (товщина металізованих стінок), мм	0,0254

Продовження таблиці 3.1

Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Via DC Resistance (опір отвору), Ohms	0.00108
Via Impedance (індуктивність отвору), nH	0.9454
Power Dissipation (розсіювана потужність), Watts	0.00263
Conductor Cross Section (площа поперечного перерізу перехідного отвору), Sq.mm	0.0223
Via Current (Струм перехідного отвору), Amps	1.5619

Via Characteristics

Via Hole Diameter: **0,254 mm**

Via Height: **1,2 mm**

Via Plating Thickness: **0,0254 mm**

Via Pad

Via Plating

Via Height

IPC-2152 with modifiers mode

Via DC Resistance: **0.00108 Ohms**

Power Dissipation: **0.00263 Watts**

Via Inductance: **0.9454 nH**

Conductor Cross Section: **0.0223 Sq.mm**

Via Current: **1.5619 Amps**

Options

Base Copper Weight

- ☐ 9um
- ☐ 18um
- ☐ 35um
- ☐ 53um
- ☐ 70um
- ☐ 88um
- ☐ 106um
- ☐ 142um
- ☐ 178um

Plating Thickness

- ☐ Bare PCB
- ☐ 18um
- ☐ 35um
- ☐ 53um
- ☐ 70um
- ☐ 88um
- ☐ 106um

Property Selection

- ☒ Via Properties
- ☐ Differential Vias

Layer Set

- ☐ 2 Layer
- ☐ Multi Layer
- ☐ Microvia

Units

- ☒ Imperial
- ☐ Metric

Substrate Options

Material Selection: **FR-4 STD**

Er: **4,6** Tg (°C): **130**

Temp Rise (°C): **20**

Temp in (°F) = 36.0

Ambient Temp (°C): **20**

Temp in (°F) = 68.0

Information

Power Dissipation (dBm): 4.2052 dBm

Aspect Ratio: 4.72:1

Via Temperature

Temp in (°C) = 40.0

Temp in (°F) = 104.0

Via Thermal Resistance: 136.6 °C/W

Via Count: **10**

13.7 °C/W per via

Via Voltage Drop: 1.6860 mV

SATURN PCB DESIGN, INC.
Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us

f t in y

Print Solve!

Рисунок 3.2 – Результати розрахунку перехідного отвору друкованої плати

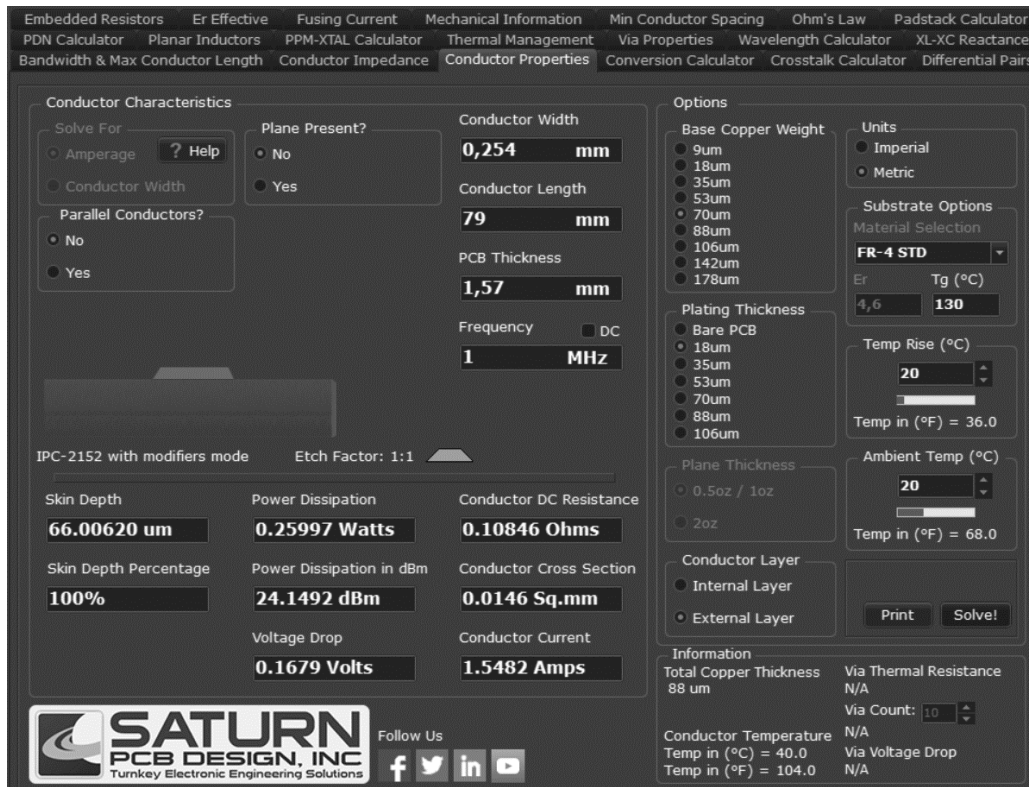


Рисунок 3.3 – Результати розрахунку друкованого провідника друкованої плати

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку друкованого провідника

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Er (діелектрична постійна),	4,6
Tg (температури склування), °C	130
Ambient Temp (температура навколишнього середовища), °C	20
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	18
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	70

Продовження таблиці 3.2

Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Material (матеріал)	FR 4 STD
Temp Rise (Температура провідників) °C	20
Conductor Width (ширина провідника), мм	0,254
Conductor Length (максимальна довжина провідника), мм	79
PCB Thickness (Товщину ДП), мм	1,57
Parallel Conductors (кількість паралельних провідників)	0
Frequency (частота сигналу), МГц	1
Skin Depth (Глибину проникнення струму в товщу провідника – скін-ефект), мкм	66.00620
Skin Depth Percentage (відношення скін-ефекту до заданої товщини доріжки), %	100
Power Dissipation (розсіювана потужність), Watts	0.25997
Power Dissipation in dBm (розсіювана потужність), dBm	24.1492
Voltage Drop (падіння напруги), Volts	0.1679
Conductor DC Resistance (опір провідника), Ohms	0.10846
Total Cross Section (площа перерізу провідника), Sq.mm	0.0146
Conductor Current (допустимий струм), Amps	1.5482
Conductor Layer (шар ДП: зовнішній або внутрішній)	External (зовнішній)

Розрахунок імпедансу диференціальних пар (Дозволяє на підставі розмірностей провідників та заданого матеріалу підкладки друкованої плати розрахувати необхідний імпеданс як диференціальної пари ($Z_{\text{differential}}$), так і одиночного провідника в ній)

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку імпедансу диференціальних пар

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Er (діелектрична постійна),	4,6
Differential Layer (вибір диференціального шару)	Edge Cpld Ext (зовн. шар)
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	70
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	18
Conductor Width (ширина провідника), мм	0,254
Conductor Spacing (відстань між провідниками), мм	0,32
Conductor Height (висота провідника), мм	0,381
Target Zdiff (Опір матеріалу провідника), Ohms	100
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Zdifferential (опір пари провідників), Ohms	114.719
Zo (опір одного провідника), Ohms	73.006
W/H (відношення ширини провідника до товщини діелектрика)	0.667
S/H (відношення відстані між провідниками до товщини діелектрика)	0.840

Формули, які використовуються в програмі Saturn_PCB_Toolkit справедливі, якщо ці значення не виходять за межі $0,1 < W/H < 3,0$ і $0,2 < S/H < 3,0$.



Рисунок 3.4 – Результати розрахунку імпедансу диференціальних пар друкованої плати

Розрахунок імпедансу провідника в залежності від частоти сигналу (Такий тип розрахунку використовується для проектування НВЧ пристроїв) [12].

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку імпедансу провідника

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Er (діелектрична постійна),	4,6
Passive Circuits (вибір пасивного кола)	Microstrip (мікросмужкова лінія)
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	70
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	18

Продовження таблиці 3.5

Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Conductor Width – W (ширина провідника), мм	0,254
Frequency (частота), МГц	1
Conductor Height – H (висота провідника), мм	0,381
Zo (опір провідника), Ohms	76.4370
Lo (індуктивність провідника на 1 см), nH/cm	4.3923
Co (ємність провідника на 1 см), pF/cm	0.7518
Tpd (необхідний тепловідвід), ps/cm	57.4634

Conductor Impedance

Conductor Width (W)
0,254 mm

Conductor Height (H)
0,381 mm

Frequency (MHz)
1

Er Effective = 2.9663

Zo
76.4370 Ohms

Lo
4.3923 nH/cm

Co
0.7518 pF/cm

Tpd
57.4634 ps/cm

Options

Base Copper Weight

- 9um
- 18um
- 35um
- 53um
- 70um
- 88um
- 106um
- 142um
- 178um

Plating Thickness

- Bare PCB
- 18um
- 35um
- 53um
- 70um
- 88um
- 106um

Passive Circuits

- Microstrip
- Microstrip Embed
- Stripline
- Stripline Asym
- Dual Stripline
- Coplanar Wave

Units

- Imperial
- Metric

Substrate Options

Material Selection
FR-4 STD

Er
4,6

Tg (°C)
130

Temp Rise (°C)
20

Temp in (°F) = 36.0

Ambient Temp (°C)
20

Temp in (°F) = 68.0

Print Solve!

Information

Total Copper Thickness
88 um

Via Thermal Resistance
N/A

Via Count: **10**

Conductor Temperature
Temp in (°C) = N/A
Temp in (°F) = N/A

Via Voltage Drop
N/A

SATURN
PCB DESIGN, INC.
Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us

f t in y

Рисунок 3.5 – Результати розрахунку імпедансу зовнішнього провідника

ДП

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку мінімальної відстані між провідниками

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Voltage Between Conductors (напруги між провідниками), V	16
Device Type Selection (типу провідника або компонента ДП)	B4 Bare PCB
Minimum Conductor Spacing (мінімальна відстань між провідниками), мм	0,05

Minimum Conductor Spacing

Voltage Between Conductors

- ☐ 0 - 15V
- ☐ 16 - 30V
- ☐ 31 - 50V
- ☐ 51 - 100V
- ☐ 101 - 150V
- ☐ 151 - 170V
- ☐ 171 - 250V
- ☐ 251 - 300V
- ☐ 301 - 500V
- ☐ > 500V

Device Type Selection

- ☐ B1 - Bare PCB
- ☐ B2 - Bare PCB
- ☐ B3 - Bare PCB
- ☐ B4 - Bare PCB
- ☐ A5 - Assembly
- ☐ A6 - Assembly
- ☐ A7 - Assembly

B1 = Internal Conductors
 B2 = External Conductors, uncoated, sea level to 3050m
 B3 = External Conductors, uncoated, over 3050m
 B4 = External Conductors, with permanent polymer coating (any elevation)
 A5 = External Conductors, with conformal coating over assembly (any elevation)
 A6 = External Component lead/termination, uncoated
 A7 = External Component lead/termination, with conformal coating (any elevation)

IPC-2221B Values

Voltage between conductors: 501

Minimum Conductor Spacing: 0.05 mm

Options

Base Copper Weight

- ☐ 9um
- ☐ 18um
- ☐ 35um
- ☐ 53um
- ☐ 70um
- ☐ 88um
- ☐ 106um
- ☐ 142um
- ☐ 178um

Plating Thickness

- ☐ Bare PCB
- ☐ 18um
- ☐ 35um
- ☐ 53um
- ☐ 70um
- ☐ 88um
- ☐ 106um

Plane Thickness

- ☐ 0.5oz / 1oz
- ☐ 2oz

Conductor Layer

- ☐ Internal Layer
- ☐ External Layer

Units

- ☒ Imperial
- ☐ Metric

Substrate Options

Material Selection: FR-4 STD

Er: 4.6 Tg (°C): 130

Temp Rise (°C): 20

Temp in (°F): 36.0

Ambient Temp (°C): 20

Temp in (°F): 68.0

Print Solve!

Information

Total Copper Thickness: N/A

Via Thermal Resistance: N/A

Via Count: 10

Conductor Temperature: N/A

Temp in (°C) = N/A

Temp in (°F) = N/A

Via Voltage Drop: N/A

SATURN PCB DESIGN, INC.
 Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us

f t in y

Рисунок 3.6 – Результати розрахунку мінімальної відстані між провідниками друкованої плати

B1 – внутрішні провідники;

B2 – зовнішні непокриті провідники при використанні плати на висоті до 3050 метрів над рівнем моря;

B3 – зовнішні непокриті провідники при використанні плати вище 3050 метрів над рівнем моря;

B4 – зовнішні провідники з постійним полімерним покриттям;

A5 – зовнішні провідники, що означає, що дана зібрана плата захищена конформним покриттям;

A6 – зовнішні висновки компонентів, не покрита плата захисним шаром;

A7 – зовнішні висновки компонентів, зібрана друкована плата захищена конформним покриттям.

Розрахунок імпедансу силової мережі провідників на друкованій платі (Plane Calculator)

Таблиця 3.7 – Результати розрахунку силової мережі провідників

Вхідні параметри:	Початкові дані:
ϵ_r (діелектрична постійна),	4,6
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Supply Voltage (напруга живлення), VDC (В)	12
Maximum Current (максимальне значення струму), Amps	2
Total Noise Margin (сумарні нелінійні спотворення), %	10
Transient Percentage (Відсоток переданої напруги), %	50
Target PDN Impedance (повний опір мережі живлення), Ohms	1.2000
Capacitive Reactance (ємнісний опір), Ohms	4.8054
Total Plane Capacitance (загальна ємність), pF	33120.00

3.2 Розрахунок надійності

Надійність – це властивість об'єкта зберігати певну здатність до виконання своїх функцій у вказаних умовах експлуатації. Під об'єктом передбачається елемент розрахунку надійності, що враховується під час розрахунку надійності як відокремлена самостійна частина, яка має свій кількісний показник надійності. Відмова – це певна подія, після виникнення якого вказаний об'єкт втрачає здатність виконувати свою функцію. Під відмовою необхідно розуміти не лише повне порушення працездатності пристрою, але й часткове зниження одного або декількох основних технічних параметрів, в загальному метрологічних, тобто вихід даних параметрів за встановлені межі, які зазначені у технічних умовах на об'єкт. Під технічними об'єктами розуміють пристрої, прилади, механізми, машини, комплекси обладнання, будівельні конструкції і споруди, технологічні операції і процеси, системи зв'язку, інформаційні системи, автоматизовані системи управління технологічними процесами тощо.

Розрахувати надійність – це значить визначити кількісні характеристики за відомими характеристиками окремих елементів, з яких складається апаратура. При цьому необов'язково потрібно обчислювати всі кількісні характеристики надійності. Оскільки більшість характеристик надійності залежать одне від одного, то для оцінки надійності досить визначити відокремлене число характеристик[8].

Надійність розраховується за певним кількісним аналізом елементів у конкретній схемі. Ця методика називається РСА Перевагою даного методу є те що передбачає наявність самої мінімальної інформації, наприклад як загальна кількість частин, рівень їхньої якості та умови середовища їх експлуатації.

Основні параметри інтенсивності відмов елементів схеми приведено у таблиці 1 додатку В

Кольорове інформаційне табло з Bluetooth керуванням відноситься до класу наземне мобільне обладнання GM, вказано у формулі (3.1) для якого поправочний коефіцієнт $\pi E = 0,5$ тому:

$$FR = \lambda (1 + 0,2 \pi E) \quad (3.1)$$

Результати розрахунку:

— $FR = 154,05 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.},$

— $MBTF = 6491,26 \text{ год.}$

Графік безвідмовної роботи інформаційного табло розраховується за формулою (3.2):

$$P(t) = e^{-FR \cdot t}, \text{ де } t = 0 \dots 100000 \text{ годин} \quad (3.2)$$

Таблиця 3.8 - Безвідмовна робота інформаційного табло

T, тис. год	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
P(t)	1,00	0,21	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

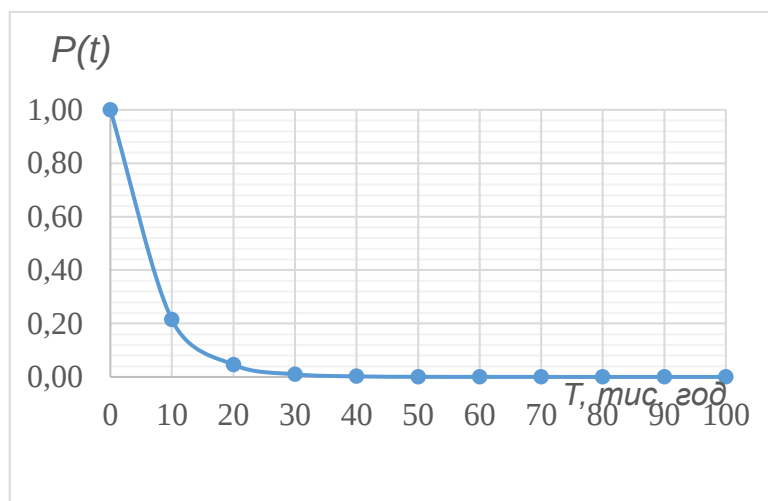


Рисунок 3.7– Ймовірність відмов інформаційного табло

4 МОДЕЛЮВАННЯ КОЛЬОРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ

В даній бакалаврській дипломній роботі потрібно провести експериментальне моделювання роботи кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування, виконавши підключення інформаційного табло до смартфона по Bluetooth, та перевіривши всі функції додатка та табло.

Щоб виконати виведення тексту на табло, необхідно на смартфоні чи планшеті увімкнути Bluetooth, та увійти у додаток GyverString (рисунк 4.1)

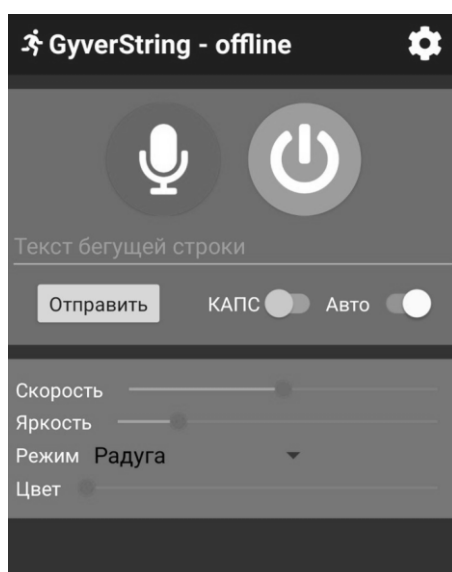


Рисунок 4.1 – Інтерфейс додатку на Android

Далі необхідно натиснути на знак шестерні, після чого відкриється вкладка, в якій з'являться дві кнопки: Обрати, Підключити (рисунк 4.2).

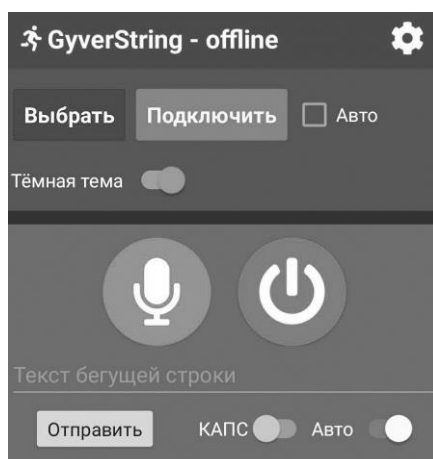


Рисунок 4.2 – Вкладка з кнопками: Обрати, Підключити

Натиснувши на кнопку Обрати у нас відкриється список усіх Bluetooth пристроїв що ввімкнені (рисунок 4.3), та використовувались даним смартфоном чи планшетом. Після виконання цих дій необхідно увімкнути Інформаційне табло у розетку, та у списку Bluetooth пристроїв (рисунок 4.3), знайти HC-06.

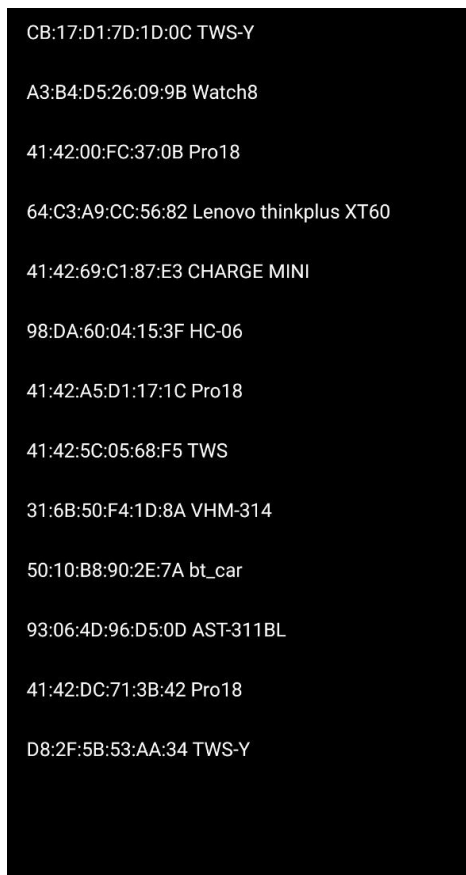


Рисунок 4.3 – Список Bluetooth пристроїв

Після цього виконується підключення смартфона до Bluetooth модуля HC-06. Та у мобільному застосунку вказується статус online(рисунок 4.4).

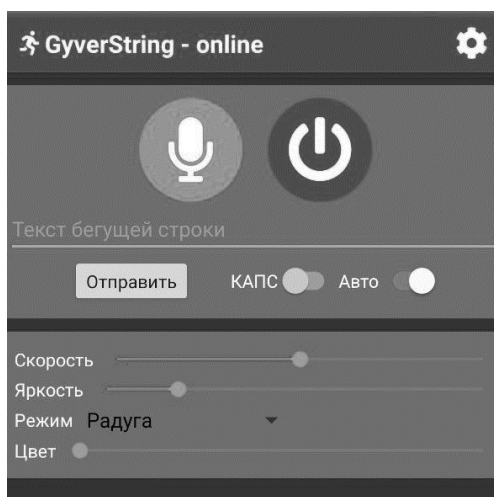


Рисунок 4.4 – Зміна статусу на online

Далі у спеціально відведеному місці в застосунку можна написати, необхідний текст який буде відображати кольорове інформаційне табло, або натиснувши на кнопку мікрофону сказати необхідну інформацію. Задля того, щоб текст було виведено на табло необхідно натиснути на кнопку Відправити.

На рисунку 4.5 можна побачити результати виведення слова Б.Д.Р на табло.

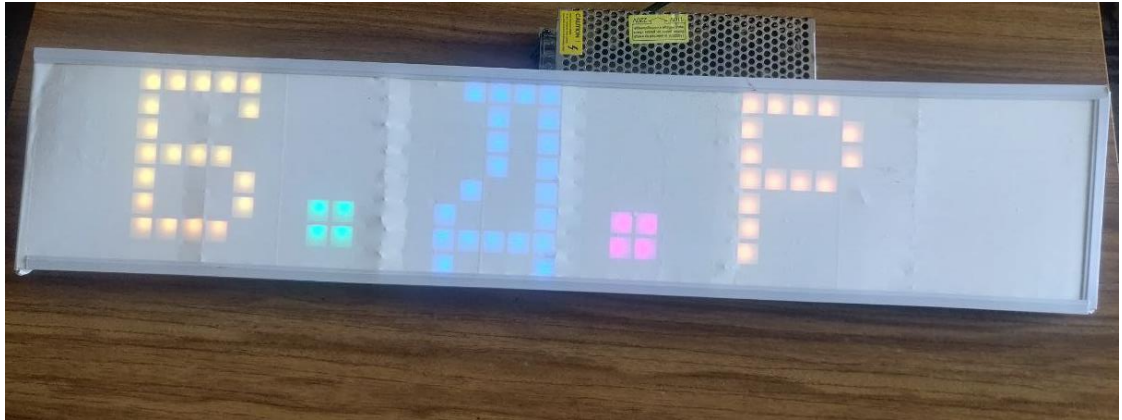


Рисунок 4.5 – Виведення слова Б.Д.Р зі смартфона

Також в додатку можна регулювати швидкість, змінювати яскравість, обирати різноманітні режими виведення тексту, а ще змінювати колір написання тексту.

За результатами виконання моделювання, було доведено працездатність як і мобільного застосунку, так і інформаційного табло за допомоги Bluetooth.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

У приміщенні, де відбувалася розробка кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування присутні такі шкідливі та небезпечні фактори [19]:

- підвищена чи понижена температура повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- відсутність чи нестача природного світла;
- фізичні перевантаження (статичні);
- нервово - психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, емоційні навантаження).

Відповідно до визначених факторів формуємо рекомендації щодо безпечних умов праці під час виконання роботи.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Широке промислове та побутове використання ПК актуалізувало питання охорони праці його користувачів. Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними матеріалами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань.

Виходячи з цього, роботодавець повинен забезпечити гігієнічні й ергономічні вимоги щодо організації робочих приміщень для експлуатації ПК, робочого середовища, робочих місць з ПК, режиму праці і відпочинку при роботі з ПК тощо, які викладені у Правилах.

Основні вимоги до виробничого приміщення для експлуатації ПК:

- приміщення не може бути розміщено у підвалах та цокольних поверхах;
- площа на одне робоче місце в такому приміщенні повинна становити не менше 6,0 м², а об'єм не менше 20,0 м³;
- приміщення повинно мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [23];
- необхідно щоденно проводити вологе прибирання;
- поруч з приміщенням для роботи з ПК мають бути обладнані: побутова кімната для відпочинку під час роботи; кімната психологічного розвантаження.

Організація робочого місця користувача комп'ютера повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам. Виконуючи практичні завдання щодо використання робочої пози, потрібно:

- зменшувати величину статичних напружень;
- розподіляти статичні напруження;
- передбачати можливість змін пози під час роботи.

Для роботи операторів ПК у положенні сидючи рекомендовані такі параметри робочого простору: ширина - не менше 700 мм, глибина - не менше 400 мм, висота робочої поверхні над підлогою – 700 ...750 мм. Під робочою поверхнею необхідно передбачити простір для ніг: висота - менше 600 мм, ширина - не менше 500 мм, глибина - не менше 400 мм. За необхідності огляду робочого місця його висота не повинна перевищувати 1200 мм

Під час роботи сидючи нижня частина корпусу розслаблена, а основне статичне навантаження припадає на м'язи шії, спини, таза, стегон. Неправильна сидяча поза може викликати застій крові в ногах, а якщо виконується великий обсяг роботи для пальців рук – запалення суглобів.

При проектуванні письмового столу варто враховувати наступне:

- висота столу повинна бути обрана з урахуванням можливості сидіти вільно, у зручній позі, при необхідності спираючи на підлокітники;

- нижня частина столу повинна бути сконструйована так, щоб оператор міг зручно сидіти, не був змушений підбирати ноги;
- поверхня столу повинна мати властивості, що виключають появу відблисків у поле зору оператора;
- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних шухляд (не менш 3-х для збереження документації, канцелярського приладдя, особистих речей).

На робочому місці розробника кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування існує небезпека поразки електричним струмом. Електричний струм, впливаючи на тіло людини, може заподіяти йому явні чи приховані пошкодження, в тому числі опіки всього тіла або окремих його ділянок; електричні удари характерні внутрішніми ушкодженнями тощо.

Приміщення, де виконується робота, згідно ПУЕ «Правила влаштування електроустановок» класифікується як приміщення без підвищеної небезпеки [29].

Безпечна експлуатація електроустановок здійснюється у відповідності з вимогами ПУЕ [29] та «Правила безпечної експлуатації електроустановок» [25] і передбачає такі заходи та засоби:

- недоступність струмоведучих частин, прокладання електрокабелів під підлогою, в спеціальних каналах, скрите виконання освітлювальної проводки, ізоляцію струмо-провідних елементів ($R_{із} \geq 0.5 \text{ МОм}$);
- захисне заземлення всіх металевих струмопровідних частин електроустановок та ПК ($R_{з \text{ доп}} \leq 4 \text{ Ом}$);
- використання пониженої напруги 36 В (для аварійного освітлення щита) в операторському пункті та виробничому приміщенні;
- застосування попереджувальної сигналізації, написів, плакатів при проведенні планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань електрообладнання;
- проведення організаційних заходів (спеціальне навчання, атестація та переатестація осіб електротехнічного персоналу, інструктажі тощо).

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря біля тіла людини, а також температура стін і навколишніх предметів утворюють мікроклімат на робочому місці. Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1,0 м від підлоги або робочої площадки при роботах, що виконуються сидячи, і на висоті 1,5 м – при роботах, що виконуються стоячи, і не ближче 1 м від нагрівальних приладів і зовнішніх стін.

Робота, яка виконується розробником кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування згідно за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) [1]. Допустимі параметри мікроклімату для цієї категорії наведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт залежно від пори року і доби, чергування праці і відпочинку), так і технічні засоби (вентиляція, кондиціонування повітря, опалювальна система).

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ згідно ДСН 3.3.6.042-99 [27]. Джерелами запиленості повітря в приміщенні є одяг людей і пил, що проникає з вулиці. У приміщенні немає значного виділення шкідливих газів. ГДК

шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (табл.5.3).

Таблиця 5.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи припливно-витяжної вентиляції, регулярного провітрювання, та вологого прибирання.

5.2.3 Виробниче освітлення

Правильно спроектоване освітлення, яке відповідає вимогам санітарних норм здійснює позитивний психологічний вплив на працівника, знижує втому, створює оптимальні умови для роботи органів зору, і тим самим підвищує безпеку праці і знижує травматизм.

Освітлення створюється природним сонячним світлом (природне) і світлом від електричних ламп (штучне). Природне освітлення є найсприятливішим для людини, так як сонячне світло має оптимальний спектр,

в ньому наявна достатня кількість ультрафіолетових променів. Штучне освітлення передбачається у приміщеннях, де недостатньо природного світла, і для освітлення у вечірні та нічні години.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні, які необхідно забезпечити під час виконання роботи зазначені у таблиці 5.4 (за ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення [23]):

Таблиця 5.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Високої точності	0,3 – 0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

- 1) Максимальне використання бічного природного освітлення.
- 2) Систематичне очищення скла від бруду.
- 3) Використання жалюзі на вікнах для регулювання кількості природного світла у приміщенні.
- 4) Загальне штучне освітлення створюється за допомогою люмінесцентних ламп.

5.2.4 Виробничий шум

У закритих приміщеннях шум, багаторазово відбиваючись від стін та стелі, посилюється. Тому рекомендується проводити їх акустичну обробку за

допомогою звукопоглинальних облицювань з пористих матеріалів, які мають великий коефіцієнт звукопоглинання.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 [26].

Таблиця 5.5 - Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для зменшення шуму здійснюють своєчасний ремонт та профілактику обладнання.

5.2.5 Виробничі випромінювання

На робочому місці розробника кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування у зв'язку із експлуатацією електричної апаратури, існує ризик виникнення підвищеного рівня електромагнітного випромінювання.

Ступінь біологічного впливу електромагнітних полів на організм людини залежить від частоти коливань, напруженості та інтенсивності поля, тривалості його впливу.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань шкодить здоров'ю людини. Від цього страждає передусім нервова і серцево-судинна системи, виникають головний біль і перевтома, знижується точність робочих рухів, порушується сон. Електромагнітне випромінювання викликає зміни тиску крові, гіпотонію або гіпертонію.

Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, які вважаються безпечними для здоров'я користувачів, регламентуються нормами MPR II 1990:10 Шведського національного комітету з вимірювань та досліджень (табл.5.6) [11, с.348].

Таблиця 5.6 - Допустимі рівні випромінювань моніторів ПК

Вид поля	ТСО	MPR II
Змінне електричне поле 5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	10 В/м 1 В/м на відстані 0,3 м від центра екрана і 0,5 м навколо монітора	2,5 В/м 2,5 В/м на відстані 0,5 м навколо монітора
Змінне магнітне поле 5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	250 нТл 200 мА/м 25 нТл 20 мА/м на відстані 0,3 м від центра екрана і 0,5 м навколо монітора	250 нТл 200 мА/м 25 нТл 20 мА/м на відстані 0,5 м навколо монітора

Для захисту людини від дії електромагнітних випромінювань використовують обмеження часу перебування персоналу в робочій зоні та встановлюють раціональні режими експлуатації ПК і роботи працюючого персоналу.

5.3 Пожежна безпека

Неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що завдає матеріальних збитків, називають пожежею.

Запобігання пожеж здійснюється головним чином шляхом виключення можливості утворення горючих або вибухонебезпечних середовищ і джерел запалювання. На випадок пожежі на підприємстві повинна бути пожежний захист для запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків від нього.

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

5.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі

До причин, що можуть спричинити пожежу в приміщенні, відносяться:

- перевантаження електромережі і перегріву струму несучих частин та з'єднань;
- порушення правил експлуатації техніки.

Система запобігання пожежі передбачає:

- періодичний контроль цілісності ізоляції;
- наявність спеціальних місць для куріння;
- періодичне проведення інструктажів з протипожежної безпеки;
- незахаращення приміщення горючими матеріалами;
- наявність системи захисту від атмосферної електрики.

5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Приміщення оснащене вуглекислотними вогнегасниками – на території 300 м² 4 вогнегасника (в кожному відділі і на сходовому марші). Також у коридорі встановлений пожежний гідрант з рукавом, який підключений до системи водопостачання.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень тощо), а також у пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від попадання прямих сонячних променів і безпосередньої (без загороджувальних щитків) дії опалювальних та нагрівальних приладів [24].

Використані вогнегасники, а також вогнегасники із зірваними пломбами необхідно негайно направляти на перезарядження або перевірку. Вогнегасники, відправлені з об'єкта на перезарядження, повинні бути замінені відповідною кількістю заряджених вогнегасників.

Пожежні щити (стенди) повинні забезпечувати:

- захист вогнегасників від потрапляння прямих сонячних променів, а також захист знімних комплектуючих виробів від використання сторонніми особами не за призначенням (для щитів та стендів, установлюваних поза приміщеннями);

- зручність та оперативність зняття закріплених на щиті (стенді) комплектуючих виробів.

Для зазначення місця розміщення первинних засобів пожежогасіння слід встановлювати вказівні знаки згідно з чинними державними стандартами. Знаки повинні бути розміщені на видних місцях на висоті стандартами. Знаки повинні бути розміщені на видних місцях на висоті 2–2,5 м від рівня підлоги як всередині, так і поза приміщеннями (за потреби).

Власники підприємств, установ та організацій або уповноважені ними органи, а також орендарі зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати передові досягнення науки;

- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;

- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;

- у разі відсутності нормативних актів вимог, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідні заходи, погоджуючи їх з органами державного нагляду;

- утримувати в справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;

- створювати, у разі потреби, відповідно до встановленого порядку, підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;

- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;
- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання з цією метою виробничої автоматики;
- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській дипломній роботі було розроблено кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування у відповідності до завдання БДР.

Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування є перспективним продуктом, який має великий потенціал для практичного застосування. Табло володіє рядом переваг порівняно з традиційними табло, що робить його більш гнучким, зручним та інформативним.

Під час виготовлення інформаційного табло було використано такі елементи: bluetooth модуль HC-06, мікроконтролер arduino nano, матриця виготовлена з адресних світлодіодів WS2812B. Даний пристрій заживлюється від імпульсного блоку живлення. Блок живлення для даного приладу було обрано завдяки виконання необхідних розрахунків: через поглинання світлодіодами WS2812b (яких в даній схемі 336 елементів) великої сили струму, було обрано блок живлення на 5В 20А.

Прошивка для мікроконтролера arduino nano виконана в середовищі Arduino ide. Назва файлу прошивки GyverStringDotmatrix_v1.3.ino. Кольорове інформаційне табло керується по bluetooth за допомоги мобільного додатку GyverString.

В додатку GyverString є такі функції :

- Виведення тексту на матрицю.
- Зміна швидкості руху матриці;
- Голосове виведення тексту на матрицю;
- Зміна кольору кожного символу;
- Редагування яскравості;
- Зміна режимів виведення тексту.

Режими виведення тексту діляться на три частини:

- Колір (є можливість обрати будь-який колір та відтінок);
- Райдуга (кольори у тексті будуть різними та переливатимуться між

собою);

- Різнокольоровий (різноманітні кольори, але не переливаються).

Розробка корпусу кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування була проведена в онлайн середовищі Tinkercad, та виконано з білого пластику і роз друковано на 3D принтері.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березуцький В. В. Ризик орієнтований підхід в охороні праці: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. 108 с.
2. Крисак А.О. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності: 172 Телекомунікації та радіотехніка. Вінниця: УДК 658 (072), 2022. 17 с.
3. Субботін С.О. Радіоелектроніка, інформатика, управління: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 202 с.
4. Біжуча стрічка своїми руками.URL: <https://alexgyver.ru/GyverString> (Дата звернення: 09.04.2022).
5. Блок живлення 5В 20А.URL: <https://www.xn--b1aebcnj7ackho0k.xn--p1ai/catalog/bloki-pitaniya/bloki-pitaniya-12v/blok-pitaniya-5v-20a> (Дата звернення: 08.04.2022).
6. Блок живлення UNI-T UTP3305.URL:<https://masteram.com.ua/uk/dc-power-supply-uni-t-utp3305>(Дата звернення: 09.04.2022).
7. Значення інтенсивності відказів.URL: <https://cutt.ly/rFqKwRa>(Дата звернення: 12.04.2022).
8. Мультиметр DT830B. URL:<https://electronoff.ua/good/multimetr-universalnyj-dt830b.php>(Дата звернення: 10.04.2022).
9. Плюси та мінуси Arduino.URL:<http://micpic.ru/home/proekty-na-arduino/188-plyusy-i-minusy-arduino.html> (Дата звернення: 12.04.2022).
10. Розрахунок надійності.URL: www.radioman.ru(Дата звернення: 11.04.2022).
11. Список команд ARDUINO.URL:<https://alexgyver.ru/lessons/arduino-reference>(Дата звернення: 07.04.2022).
12. Світлодіодна стрічка ws2812b.URL:<https://www.mini-tech.com.ua/rgb-strip-ws2812b-60-led> (Дата звернення: 11.04.2022).
13. Як обрати світлодіодну стрічку.URL:<https://1-rk.com.ua/articles/kak-vybrat-svetodiodnuj-stroku> (Дата звернення: 10.04.2022).

14. Arduino та адресна світлодіодна стрічка. URL: <https://voltiq.ru/arduino-and-ws2812b> (Дата звернення: 10.04.2022).
15. Bluetooth модуль. HC-06. URL: <https://arduino.ua/prod241-bluetooth-modul-hc-06> (Дата звернення: 11.04.2022).
16. Documentation ATmega328. URL: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATMEGA328> (Дата звернення: 12.04.2022).
17. Store arduino CC. URL: <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano> (Дата звернення: 08.04.2022).
18. ДСТУ OHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT). К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с
19. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004.
20. . НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>
21. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>
22. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>
23. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>
24. НАПБА.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с
25. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. 154 с
26. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу:

<http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infravzuku-nor4878.html>

27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

28. Охорона праці та промислова безпека: навч.посіб. [К.Н.Ткачук, В.В.Зацарний, Р.Н.Сабарно та ін.]; за ред. К.Н.Ткачука, В.В.Зацарного. – К.: Основа. – 2009. – 454 с.

29. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.34.com.ua/PUE.html>

30. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

31. Застосунок Gyver String в Google play market <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.beragumbo.GyverString>

Додаток А
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

КОЛЬОРОВЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ КЕРУВАННЯ

Виконав: студент 2(4)-го курсу, групи ТКР-
22мс спеціальності 172 Телекомунікації та
радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кирилюк М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

ст. викл. Пастушенко.О.Л.

(прізвище та ініціали)

«12»

06

2024 р.

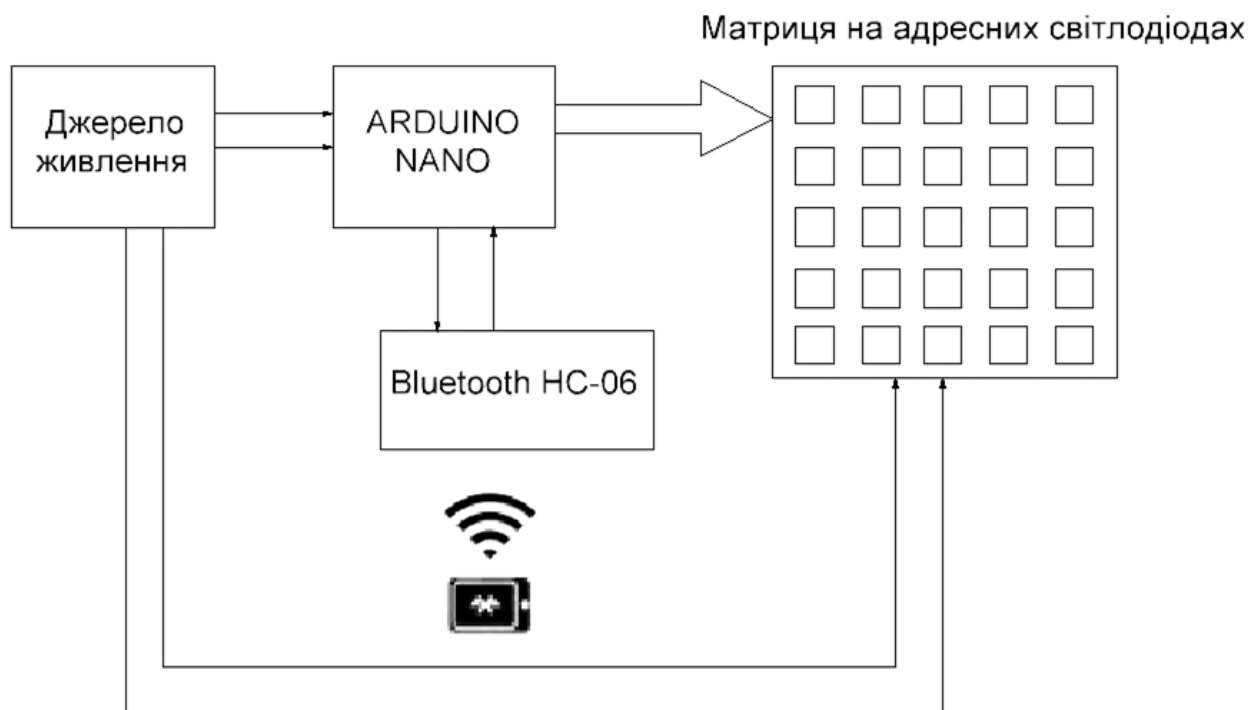


Рисунок 1 – Структурна схема кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування

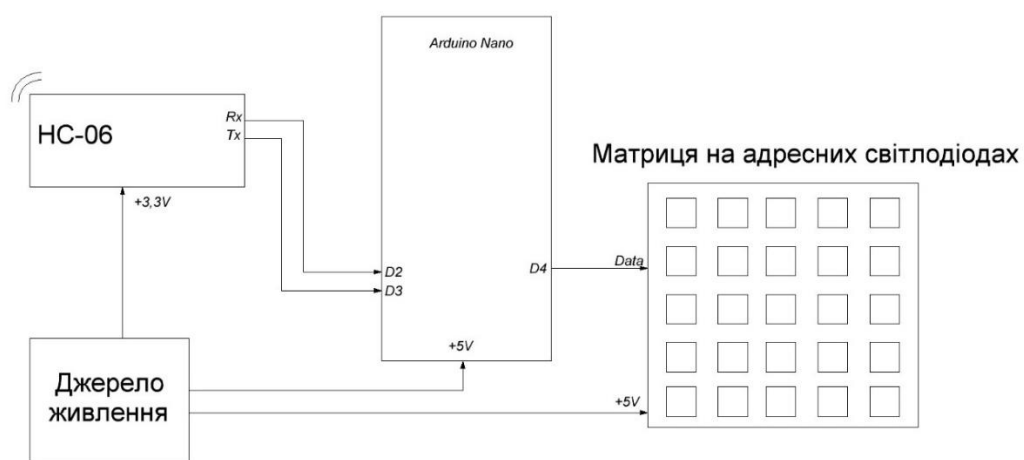


Рисунок 2 – Функціональна схема кольорового інформаційного табло з Bluetooth каналом керування

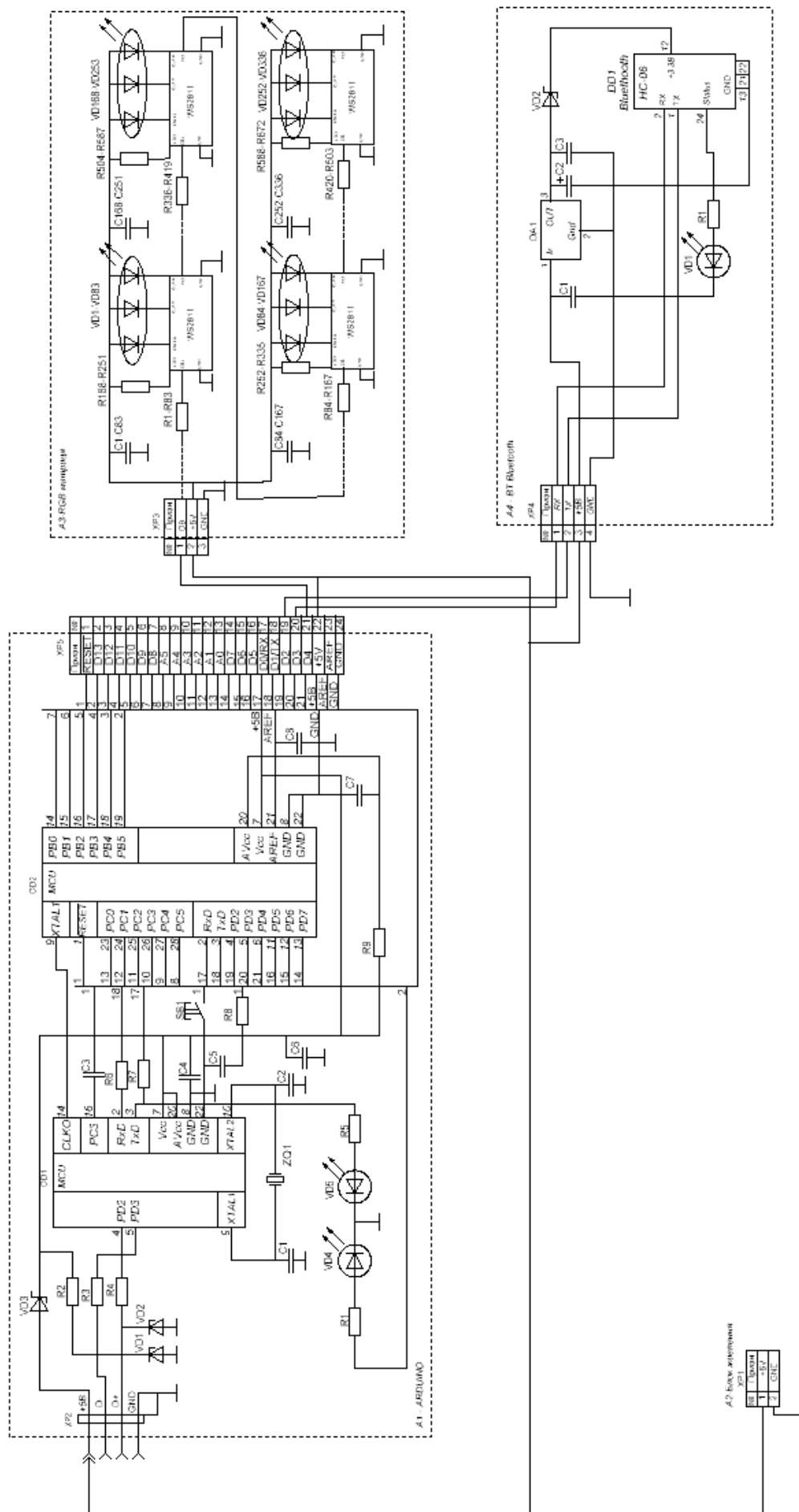


Рисунок 3 – Схема електрична принципова

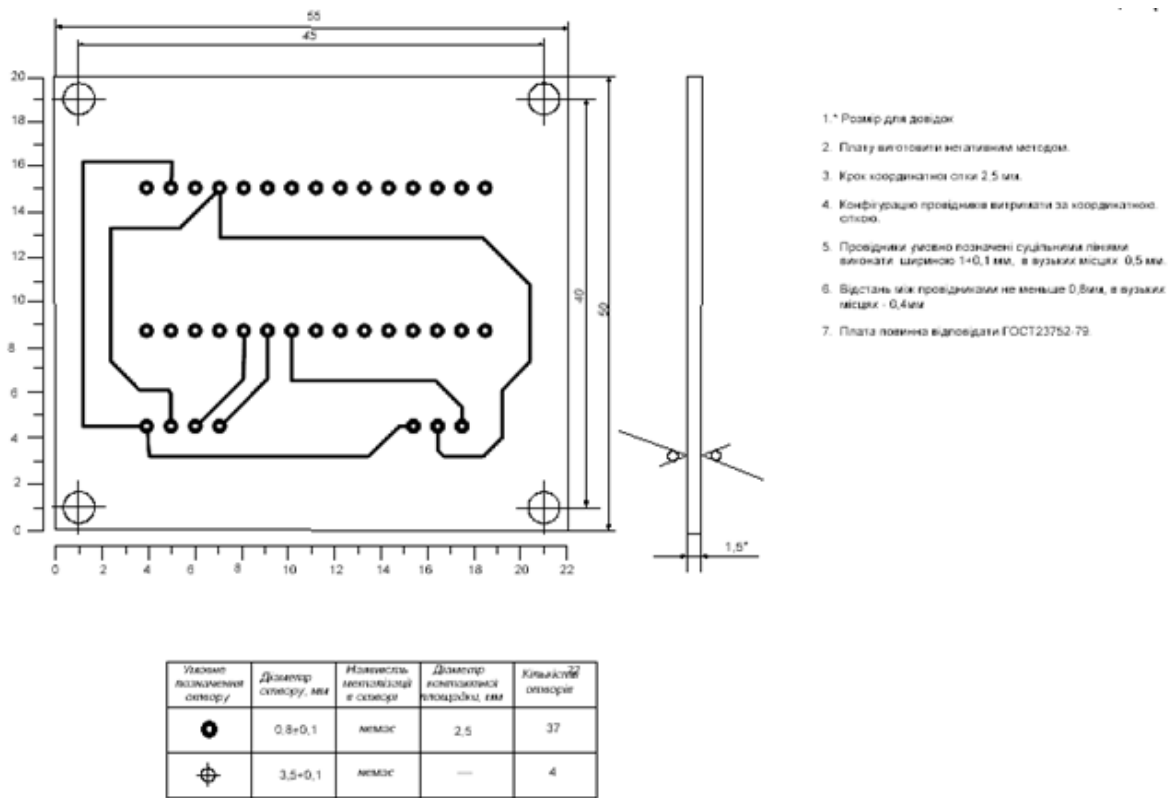


Рисунок 4 – Друкована плата

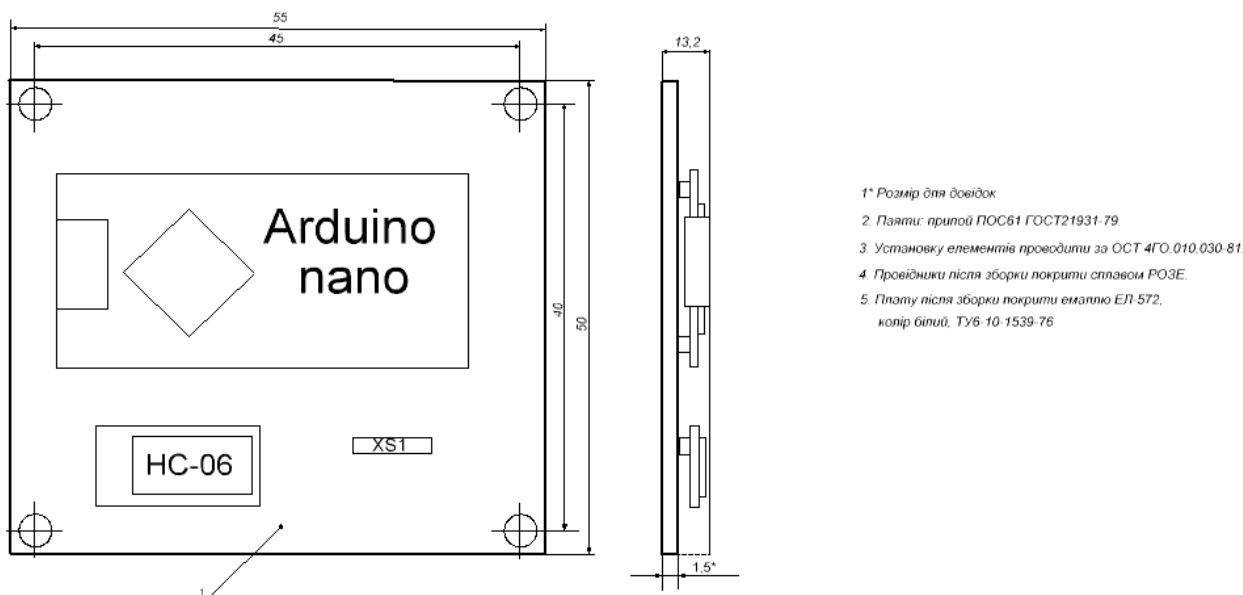


Рисунок 5 – Складальне креслення

Додаток Б
(Обов'язковий)

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (БАКАЛАВРСЬКОЇ)
ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

**КОЛЬОРОВЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ТАБЛО З BLUETOOTH КАНАЛОМ
КЕРУВАННЯ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Кольорове інформаційне табло з Bluetooth каналом керування»

Тип роботи: БДР
(БДР, МКР)

Підрозділ ІРТС, ІЕС
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichек

Оригінальність 83.0% Схожість 17.0%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Олександр ЗВЯГІН
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichек щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Микола КИРИЛЮК
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Олександр ПАСТУШЕНКО
(прізвище, ініціали)

Додаток В
(Довідниковий)

Основні параметри інтенсивності відмов елементів схеми

Таблиця 1 - Розрахунок надійності

Типи елементів	Середньо групові значення інтенсивності відказів	Кількість елементів	Інтенсивність відмов, λ
	$1 \cdot 10^{-6}$ λ_0 , [1/год]		
1. Інтегральні мікросхеми		336	70,56
Мікросхеми інтегральні гібридні	0,42	0	0
Мікросхеми інтегральні напівпровідникові цифрові	0,21	336	70,56
Мікросхеми інтегральні напівпровідникові аналогові	0,22	0	0
2. Напівпровідникові прилади		18	5,672
Діоди:			
Випрямні	0,85	4	3,4
Універсальні	0,1	3	0,3
Імпульсні	0,043	4	0,172
Діодні зборки	0,045	0	0
Стабілітрони	0,07	1	0,07
Транзистори біполярні	0,29	4	1,16
Транзисторні зборки	0,28	1	0,28
Транзистори польові	0,3	0	0
Оптопари:			
Діодні	0,14	0	0
транзисторні	0,29	1	0,29
резисторні	0,8	0	0
Діоди випромінюючі інфрачервоного діапазону	0,19	0	0
3. Резистори		675	6,9513
Резистори постійні не дротові			
металодіелектричні	0,22	1	0,22
вуглеродні	0,015	0	0
Резистори постійні дротові та метало фольгові	0,01	672	6,72
Резистори змінні не дротові			
Плівкові	0,01	1	0,01
Терморезистори	0,0013	1	0,0013
Набори резисторів	0,02	0	0
Резисторні мікросхеми	0,01	0	0

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
4. Конденсатори		360	11,78
Конденсатори постійної ємності:			
керамічні	0,03	351	10,53
склокерамічні	0,02	0	0
Склокерамічні з необмеженим діелектриком	0,02	0	0
Слюдяні	0,01	0	0
Паперові та метало паперові	0,01	5	0,05
Оксидно-електролітичні	0,3	4	1,2
Оксидні-напівпровідникові	0,06	0	0
З органічним синтетичним діелектриком	0,02	0	0
Конденсатори підстроювальні з твердим діелектриком	0,015	0	0
5. Елементи комутації		2	0,36
Реле електромагнітні мало об'ємні (на 1 контактну пару)	0,8	0	0
Реле електромагнітні нормальні (на 1 контактну пару)	0,4	0	0
Магнітокеруємі контакти	0,00074	0	0
Рознімачі циліндричні			
нормальних об'ємів	0,0065	0	0
малогабаритні для друкованого монтажу	0,0016	0	0
Рознімачі прямокутні			
нормальних об'ємів для друкованого монтажу	0,0027	0	0
малогабаритні для друкованого монтажу	0,0014	0	0
Перемикачі галетні	0,06	0	0
Тумблери	0,1	0	0
Кнопки	0,16	1	0,16
Мікроперемикачі	0,045	0	0
Перемикачі на базі герконів	0,13	0	0
Запобіжники	0,2	1	0,2
6. Трансформатори та дроселі		1	1
Трансформатор живлення	1	1	1
Трансформатор імпульсний	1	0	0
Трансформатор узгодження	0,2	0	0
Дроселі	0,033	0	0
Котушки індуктивності	0,01	0	0
7. Індикатори		336	43,68

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
одиничні	0,13	336	43,68
цифрові	0,07	0	0
буквено-цифрові	0,12	0	0
шкальні	0,36	0	0
графічні	0,53	0	0
мнемонічні	0,1	0	0
Індикатори газорозрядні:			
одиничні	2,5	0	0
Шкальні	10	0	0
Графічні	2,2	0	0
Індикатори люмінесцентні:			
цифрові одно розрядні	0,92	0	0
цифрові багато розрядні	10	0	0
Буквено-цифрові	0,34	0	0
Шкальні	0,76	0	0
мнемонічні	1,2	0	0
Індикатори LCD	0,88	0	0
8. Інші елементи			0,0452
Друкований монтаж	0,0004	100	0,04
Навісний монтаж	0,0026	2	0,0052
Ручна пайка з друкованим монтажем	0,0006	0	0
Ручна пайка з об'ємним монтажем	0,0002	0	0
Пайка хвилею припою	0,0001	0	0
Клемне з'єднання	0,05	0	0
Точечна контактна зварка	0,002	0	0
Обжимка	0,0015	0	0
Безпаяне з'єднання закруткою	0,002	0	0
Закрутка з пайкою	0,0003	0	0
	(ΣN_{clc})	=	140,0485

Додаток Г

(Довідниковий)

Лістинг А– Установлення матриці, виділення пінів для Bluetooth

```

#define MATR_NUM 4                                // кількість матриць послідовно

// ===== ДЛЯ РОЗРОБНИКІВ =====
// ПІНИ
#define BT_RX 3
#define BT_TX 2

// БІБЛІОТЕКИ
#include <SoftwareSerial.h>
#include <avr/eeprom.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Max72xxPanel.h>
#include "fonts.h"
#include "timerMinim.h"
#define WIDTH MATR_NUM*8                        // ширина матриці
#define HEIGHT 8                                // висота матриці
Max72xxPanel matrix = Max72xxPanel(10, MATR_NUM, 1);
SoftwareSerial btSerial(BT_TX, BT_RX); // RX, TX
timerMinim scrollTimer(100);
timerMinim eepromTimer(5000);
String runningText = "";
boolean loadingFlag, fullTextFlag, runningState = true,
eepromFlag = false, autoFlag = true, showText = true;
byte thisSpeed, thisBright, thisMode, thisColor, thisLength;
void setup() {
//Serial.begin(9600);
btSerial.begin(9600);
btSerial.setTimeout(100);
randomSeed(analogRead(0));
if (eeprom_read_byte((uint8_t*)1023) != 123) {
eeprom_write_byte((uint8_t*)1023, 123);
for (int i = 10; i < 300; i++)
eeprom_write_byte((uint8_t*)i, 0);
eeprom_write_byte((uint8_t*)0, 60);
eeprom_write_byte((uint8_t*)1, 60);
eeprom_write_byte((uint8_t*)2, 0);
eeprom_write_byte((uint8_t*)3, 0);
eeprom_write_byte((uint8_t*)4, 0);
}
thisSpeed = eeprom_read_byte((uint8_t*)0);
thisBright = eeprom_read_byte((uint8_t*)1);
thisMode = eeprom_read_byte((uint8_t*)2);
thisColor = eeprom_read_byte((uint8_t*)3);
thisLength = eeprom_read_byte((uint8_t*)4);
for (byte i = 10; i < thisLength + 10; i++) {
runningText += (char)eeprom_read_byte((uint8_t*)i);
}
}

```

Продовження лістингу А

```

}
matrix.setIntensity(50);
for (byte i = 0; i < MATR_NUM; i++) {
    // матриці розположені криво, тут повертаємо
    matrix.setRotation(i, 1);
}
matrix.fillScreen(LOW);
matrix.write();
scrollTimer.setInterval(thisSpeed);
}
void loop() {
    bluetoothTick(); // парсинг блютуз
    if (runningState) fillString(runningText, thisMode);
    eepromTick();
}
void toggleText(boolean state) {
    if (state) {
        runningState = true;
        loadingFlag = true;
    } else {
        runningState = false;
        matrix.fillScreen(LOW);
        matrix.write();
    }
}
} [11]

```

Лістинг В – Налаштування роботи Інформаційного табло з Bluetooth сигналами

```

#define PARSE_AMOUNT 8      /* максимальна кількість значень в
масиві, який ми бажаємо отримати*/
#define header '$'          // стартовий символ
#define divider ','         // роздільний символ
#define ending ';'          // завершаючий символ
int intData[PARSE_AMOUNT]; /* масив чисельних значень після
парсингу */
boolean recievedFlag;
String request = "1234567891011121314151617181920";
boolean getStarted;
byte index;
String string_convert = "";
boolean parseString, getString;
void bluetoothTick() {
    parsing(); // функція парсингу
    if (recievedFlag) { // якщо отримані дані
        recievedFlag = false;
        if (getString) {
            getString = false;
            loadingFlag = true;
            thisLength = runningText.length();
            showText = true;
            updateSettings();
            return;

```

Продовження лістингу В

```

    }

    switch (intData[0]) {
        case 0: // запит онлайн
            request = "OK ";
            request += String(random(0, 100));
            btSerial.print(request);
            break;
        case 1: // ВМК / ВИМК
            toggleText(intData[1]);
            break;
        case 2: // швидкість
            thisSpeed = 110 - intData[1];
            scrollTimer.setInterval(thisSpeed);
            break;
        case 3: // яскравість
            thisBright = intData[1];
            matrix.setIntensity(thisBright);
            break;
        case 4: // режим
            thisMode = intData[1];
            break;
        case 5: // колір
            thisColor = intData[1];
            break;
        case 6: // авто
            autoFlag = intData[1];
            if (autoFlag) showText = true;
            break;
    }
    if (intData[0] > 0) updateSettings();
}

void parsing() {
    if (btSerial.available() > 0) {
        char incomingByte;
        if (parseString) {
            runningText = "";
            runningText = btSerial.readString(); /* приймаємо все
*/
            incomingByte = ending; // одразу завершуємо парс
        } else {
            incomingByte = btSerial.read(); /* обов'язково
ЧИТАЄМО вхідний символ*/
        }
        if (getStarted) { /* якщо прийняли початковий символ
(парсинг дозволено) */
            if (incomingByte != divider && incomingByte != ending)
            { // якщо це не пробіл і не кінець
                string_convert += incomingByte; /* складаємо в стрічку
*/
            }
        }
    }
}

```

Продовження лістингу В

```

        } else { // якщо це пробіл або ; кінець пакета
            intData[index] = string_convert.toInt();
// перетворюємо стрічку в int и кладемо в масив
            string_convert = ""; // очищаємо строку
            index++; /* переходимо к парсингу наступного елементу
масива */
        }
    }
    if (incomingByte == header) { // якщо це $
        getStarted = true; /* піднімаєм флаг, що можна парсити
*/
        index = 0; // скидаємо індекс
        string_convert = ""; // очищаємо строку
        parseString = false;
    }
    if (incomingByte == '#') { // якщо це #
        getStarted = true; /* піднімаєм флаг, що можна парсити */
        index = 0; // скидаємо індекс
        string_convert = ""; // очищаємо строку
        parseString = true;
        getString = true;
    }
    if (incomingByte == ending) { /* якщо таки прийняли ;
- кінець парсинга */
        getStarted = false; // скидання
        recievedFlag = true; // флаг на прийняття
        parseString = false;
    }
}
}

```

Лістинг С – Налаштування роботи з EEPROM

```

// 0 - швидкість
// 1 - яскравість
// 2 - режим
// 3 - колір
// 4 - довжина стрічки
// 10-300 - стрічка

void eeprom_update_byte(int addr, byte value) {
    byte buf = eeprom_read_byte((uint8_t*)addr);
    if (value != buf) eeprom_write_byte((uint8_t*)addr, value);
}

void updateSettings() {
    eepromFlag = true; /* ставимо галочку що нічого не
змінилось */
    eepromTimer.reset();
}

void eepromTick() {

```

Продовження лістингу С

```

    eepromFlag = false;
    eeprom_update_byte(0, thisSpeed);
    eeprom_update_byte(1, thisBright);
    eeprom_update_byte(2, thisMode);
    eeprom_update_byte(3, thisColor);
    eeprom_update_byte(4, thisLength);

    for (byte i = 10; i < thisLength + 10; i++) {
        eeprom_update_byte(i, runningText[i - 10]);
    }
}

```

Лістинг D – Налаштування роботи таймеру

```

class timerMinim
{
    public:
        timerMinim(uint32_t interval); /* об'ява таймера з
указанням інтервалу */
        void setInterval(uint32_t interval);
        // установлення інтервалу роботи таймеру
        boolean isReady(); /* вертає true, коли прийшов час.
Скидується в false самостійно (AUTO) або вручну (MANUAL)*/
        void reset();
        // ручний скид таймера на встановлений інтервал
    private:
        uint32_t _timer = 0;
        uint32_t _interval = 0;
};

timerMinim::timerMinim(uint32_t interval) {
    _interval = interval;
    _timer = millis();
}

void timerMinim::setInterval(uint32_t interval) {
    _interval = interval;
}

boolean timerMinim::isReady() {
    if ((long)millis() - _timer >= _interval) {
        _timer = millis();
        return true;
    } else {
        return false;
    }
}

void timerMinim::reset() {
    _timer = millis();
}

```

Лістинг Е – Робота з біжучим текстом

```
// ***** НАЛАШТУВАННЯ *****
#define TEXT_DIRECTION 1 /* 1 - по горизонталі, 0 - по
вертикалі */
#define MIRR_V 0 // відобразити текст по вертикалі (0 / 1)
#define MIRR_H 1 /* відобразити текст по горизонталі (0 /
1) */

#define TEXT_HEIGHT 0 /* висота, на якій біжить текст (від
низу матриці) */
#define LET_WIDTH 5 // ширина букви шрифту
#define LET_HEIGHT 8 // висота букви шрифту
#define SPACE 1 // пробіл

// ----- ДЛЯ РОЗРОБНИКІВ -----

int offset = WIDTH;

void fillString(String text, byte color) {
    if (loadingFlag) {
        offset = WIDTH; // перемотка в правий край
        loadingFlag = false;
        fullTextFlag = false;
    }

    if (scrollTimer.isReady()) {
        if (showText) {
            matrix.fillScreen(LOW);
            byte i = 0, j = 0;
            while (text[i] != '\0') {
                if ((byte)text[i] > 191) {
                    // працюємо з російськими буквами
                    i++;
                } else {
                    drawLetter(j, text[i], offset + j * (LET_WIDTH +
SPACE), color);
                    i++;
                    j++;
                }
            }

            offset--;
            if (offset < -j * (LET_WIDTH + SPACE)) {
                // стрічка втікла
                offset = WIDTH + 3;
                if (!autoFlag) showText = false;
            }
            matrix.write();
        }
    }
}
```

Продовження лістингу E

```

void drawLetter(uint8_t index, uint8_t letter, int16_t offset,
byte color) {
    int8_t start_pos = 0, finish_pos = LET_WIDTH;

    if (offset < -LET_WIDTH || offset > WIDTH) return;
    if (offset < 0) start_pos = -offset;
    if (offset > (WIDTH - LET_WIDTH)) finish_pos = WIDTH -
offset;

    for (byte i = start_pos; i < finish_pos; i++) {
        int thisByte;
        if (MIRR_V) thisByte = getFont((byte)letter, LET_WIDTH -
1 - i);
        else thisByte = getFont((byte)letter, i);

        for (byte j = 0; j < LET_HEIGHT; j++) {
            boolean thisBit;

            if (MIRR_H) thisBit = thisByte & (1 << j);
            else thisBit = thisByte & (1 << (LET_HEIGHT - 1 - j));

            /* рисуємо стовбець (i - горизонтальна позиція, j -
вертикальна) */
            if (TEXT_DIRECTION) {
                if (thisBit) matrix.drawPixel(offset + i, TEXT_HEIGHT
+ j, 1);

                else matrix.drawPixel(offset + i, TEXT_HEIGHT + j, 0);
            } else {
                if (thisBit) matrix.drawPixel(i, offset + TEXT_HEIGHT
+ j, 1);

                else matrix.drawPixel(i, offset + TEXT_HEIGHT + j, 0);
            }
        }
    }
}

// ----- СЛУЖЕБНІ ФУНКЦІЇ -----

// інтерпретатор коду символу в масиві fontHEX (для Arduino
IDE 1.8.* и вище)
uint8_t getFont(uint8_t font, uint8_t row) {
    font = font - '0' + 16;    // переклад код символу з таблиці
ASCII у номер згідно з нумерацією масиву
if (font <= 90) return pgm_read_byte(&(fontHEX[font][row]));
// для англійських букв та символів
    else if (font >= 112 && font <= 159) {
        return pgm_read_byte(&(fontHEX[font - 17][row]));
    } else if (font >= 96 && font <= 111) {
        return pgm_read_byte(&(fontHEX[font + 47][row]));
    }
}

```

Лістинг F – Створення шрифтів для матриці

```

const uint8_t fontHEX[][5] PROGMEM = {
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00}, // 0x20 32
    {0x00, 0x00, 0x6f, 0x00, 0x00}, // ! 0x21 33
    {0x00, 0x07, 0x00, 0x07, 0x00}, // " 0x22 34
    {0x14, 0x7f, 0x14, 0x7f, 0x14}, // # 0x23 35
    {0x00, 0x07, 0x04, 0x1e, 0x00}, // $ 0x24 36
    {0x23, 0x13, 0x08, 0x64, 0x62}, // % 0x25 37
    {0x36, 0x49, 0x56, 0x20, 0x50}, // & 0x26 38
    {0x00, 0x00, 0x07, 0x00, 0x00}, // ' 0x27 39
    {0x00, 0x1c, 0x22, 0x41, 0x00}, // ( 0x28 40
    {0x00, 0x41, 0x22, 0x1c, 0x00}, // ) 0x29 41
    {0x14, 0x08, 0x3e, 0x08, 0x14}, // * 0x2a 42
    {0x08, 0x08, 0x3e, 0x08, 0x08}, // + 0x2b 43
    {0x00, 0x50, 0x30, 0x00, 0x00}, // , 0x2c 44
    {0x08, 0x08, 0x08, 0x08, 0x08}, // - 0x2d 45
    {0x00, 0x60, 0x60, 0x00, 0x00}, // . 0x2e 46
    {0x20, 0x10, 0x08, 0x04, 0x02}, // / 0x2f 47
    {0x3e, 0x51, 0x49, 0x45, 0x3e}, // 0 0x30 48
    {0x00, 0x42, 0x7f, 0x40, 0x00}, // 1 0x31 49
    {0x42, 0x61, 0x51, 0x49, 0x46}, // 2 0x32 50
    {0x21, 0x41, 0x45, 0x4b, 0x31}, // 3 0x33 51
    {0x18, 0x14, 0x12, 0x7f, 0x10}, // 4 0x34 52
    {0x27, 0x45, 0x45, 0x45, 0x39}, // 5 0x35 53
    {0x3c, 0x4a, 0x49, 0x49, 0x30}, // 6 0x36 54
    {0x01, 0x71, 0x09, 0x05, 0x03}, // 7 0x37 55
    {0x36, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36}, // 8 0x38 56
    {0x06, 0x49, 0x49, 0x29, 0x1e}, // 9 0x39 57
    {0x00, 0x36, 0x36, 0x00, 0x00}, // : 0x3a 58
    {0x00, 0x56, 0x36, 0x00, 0x00}, // ; 0x3b 59
    {0x08, 0x14, 0x22, 0x41, 0x00}, // < 0x3c 60
    {0x14, 0x14, 0x14, 0x14, 0x14}, // = 0x3d 61
    {0x00, 0x41, 0x22, 0x14, 0x08}, // > 0x3e 62
    {0x02, 0x01, 0x51, 0x09, 0x06}, // ? 0x3f 63
    {0x3e, 0x41, 0x5d, 0x49, 0x4e}, // @ 0x40 64
    {0x7e, 0x09, 0x09, 0x09, 0x7e}, // A 0x41 65
    {0x7f, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36}, // B 0x42 66
    {0x3e, 0x41, 0x41, 0x41, 0x22}, // C 0x43 67
    {0x7f, 0x41, 0x41, 0x41, 0x3e}, // D 0x44 68
    {0x7f, 0x49, 0x49, 0x49, 0x41}, // E 0x45 69
    {0x7f, 0x09, 0x09, 0x09, 0x01}, // F 0x46 70
    {0x3e, 0x41, 0x49, 0x49, 0x7a}, // G 0x47 71
    {0x7f, 0x08, 0x08, 0x08, 0x7f}, // H 0x48 72
    {0x00, 0x41, 0x7f, 0x41, 0x00}, // I 0x49 73
    {0x20, 0x40, 0x41, 0x3f, 0x01}, // J 0x4a 74
    {0x7f, 0x08, 0x14, 0x22, 0x41}, // K 0x4b 75
    {0x7f, 0x40, 0x40, 0x40, 0x40}, // L 0x4c 76
    {0x7f, 0x02, 0x0c, 0x02, 0x7f}, // M 0x4d 77
    {0x7f, 0x04, 0x08, 0x10, 0x7f}, // N 0x4e 78
    {0x3e, 0x41, 0x41, 0x41, 0x3e}, // O 0x4f 79
    {0x7f, 0x09, 0x09, 0x09, 0x06}, // P 0x50 80
    {0x3e, 0x41, 0x51, 0x21, 0x5e}, // Q 0x51 81
    {0x7f, 0x09, 0x19, 0x29, 0x46}, // R 0x52 82

```

Продовження лістингу F

```

{0x46, 0x49, 0x49, 0x49, 0x31}, // S 0x53 83
{0x01, 0x01, 0x7f, 0x01, 0x01}, // T 0x54 84
{0x3f, 0x40, 0x40, 0x40, 0x3f}, // U 0x55 85
{0x0f, 0x30, 0x40, 0x30, 0x0f}, // V 0x56 86
{0x3f, 0x40, 0x30, 0x40, 0x3f}, // W 0x57 87
{0x63, 0x14, 0x08, 0x14, 0x63}, // X 0x58 88
{0x07, 0x08, 0x70, 0x08, 0x07}, // Y 0x59 89
{0x61, 0x51, 0x49, 0x45, 0x43}, // Z 0x5a 90
{0x3c, 0x4a, 0x49, 0x29, 0x1e}, // [ 0x5b 91
{0x02, 0x04, 0x08, 0x10, 0x20}, // \ 0x5c 92
{0x00, 0x41, 0x7f, 0x00, 0x00}, // ] 0x5d 93
{0x04, 0x02, 0x01, 0x02, 0x04}, // ^ 0x5e 94
{0x40, 0x40, 0x40, 0x40, 0x40}, // _ 0x5f 95
{0x00, 0x00, 0x03, 0x04, 0x00}, // ` 0x60 96
{0x20, 0x54, 0x54, 0x54, 0x78}, // a 0x61 97
{0x7f, 0x48, 0x44, 0x44, 0x38}, // b 0x62 98
{0x38, 0x44, 0x44, 0x44, 0x20}, // c 0x63 99
{0x38, 0x44, 0x44, 0x48, 0x7f}, // d 0x64 100
{0x38, 0x54, 0x54, 0x54, 0x18}, // e 0x65 101
{0x08, 0x7e, 0x09, 0x01, 0x02}, // f 0x66 102
{0x0c, 0x52, 0x52, 0x52, 0x3e}, // g 0x67 103
{0x7f, 0x08, 0x04, 0x04, 0x78}, // h 0x68 104
{0x00, 0x44, 0x7d, 0x40, 0x00}, // i 0x69 105
{0x20, 0x40, 0x44, 0x3d, 0x00}, // j 0x6a 106
{0x00, 0x7f, 0x10, 0x28, 0x44}, // k 0x6b 107
{0x00, 0x41, 0x7f, 0x40, 0x00}, // l 0x6c 108
{0x7c, 0x04, 0x18, 0x04, 0x78}, // m 0x6d 109
{0x7c, 0x08, 0x04, 0x04, 0x78}, // n 0x6e 110
{0x38, 0x44, 0x44, 0x44, 0x38}, // o 0x6f 111
{0x7c, 0x14, 0x14, 0x14, 0x08}, // p 0x70 112
{0x08, 0x14, 0x14, 0x18, 0x7c}, // q 0x71 113
{0x7c, 0x08, 0x04, 0x04, 0x08}, // r 0x72 114
{0x48, 0x54, 0x54, 0x54, 0x20}, // s 0x73 115
{0x04, 0x3f, 0x44, 0x40, 0x20}, // t 0x74 116
{0x3c, 0x40, 0x40, 0x20, 0x7c}, // u 0x75 117
{0x1c, 0x20, 0x40, 0x20, 0x1c}, // v 0x76 118
{0x3c, 0x40, 0x30, 0x40, 0x3c}, // w 0x77 119
{0x44, 0x28, 0x10, 0x28, 0x44}, // x 0x78 120
{0x0c, 0x50, 0x50, 0x50, 0x3c}, // y 0x79 121
{0x44, 0x64, 0x54, 0x4c, 0x44}, // z 0x7a 122
{0x00, 0x08, 0x36, 0x41, 0x41}, // { 0x7b 123
{0x00, 0x00, 0x7f, 0x00, 0x00}, // | 0x7c 124
{0x41, 0x41, 0x36, 0x08, 0x00}, // } 0x7d 125
{0x04, 0x02, 0x04, 0x08, 0x04}, // ~ 0x7e 126

{0x7E, 0x11, 0x11, 0x11, 0x7E}, //__A (0xC0).
{0x7F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x33}, //__B (0xC1).
{0x7F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36}, //__B (0xC2).
{0x7F, 0x01, 0x01, 0x01, 0x03}, //__Г (0xC3).
{0xE0, 0x51, 0x4F, 0x41, 0xFF}, //__Д (0xC4).
{0x7F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x41}, //__E (0xC5).
{0x77, 0x08, 0x7F, 0x08, 0x77}, //__Ж (0xC6).

```

Продовження лістингу F

```

{0x41, 0x49, 0x49, 0x49, 0x36}, //__з (0xC7).
{0x7F, 0x10, 0x08, 0x04, 0x7F}, //__и (0xC8).
{0x7C, 0x21, 0x12, 0x09, 0x7C}, //__й (0xC9).
{0x7F, 0x08, 0x14, 0x22, 0x41}, //__к (0xCA).
{0x20, 0x41, 0x3F, 0x01, 0x7F}, //__л (0xCB).
{0x7F, 0x02, 0x0C, 0x02, 0x7F}, //__м (0xCC).
{0x7F, 0x08, 0x08, 0x08, 0x7F}, //__н (0xCD).
{0x3E, 0x41, 0x41, 0x41, 0x3E}, //__о (0xCE).
{0x7F, 0x01, 0x01, 0x01, 0x7F}, //__п (0xCF).
{0x7F, 0x09, 0x09, 0x09, 0x06}, //__р (0xD0).
{0x3E, 0x41, 0x41, 0x41, 0x22}, //__с (0xD1).
{0x01, 0x01, 0x7F, 0x01, 0x01}, //__т (0xD2).
{0x47, 0x28, 0x10, 0x08, 0x07}, //__у (0xD3).
{0x1C, 0x22, 0x7F, 0x22, 0x1C}, //__ф (0xD4).
{0x63, 0x14, 0x08, 0x14, 0x63}, //__х (0xD5).
{0x7F, 0x40, 0x40, 0x40, 0xFF}, //__ц (0xD6).
{0x07, 0x08, 0x08, 0x08, 0x7F}, //__ч (0xD7).
{0x7F, 0x40, 0x7F, 0x40, 0x7F}, //__ш (0xD8).
{0x7F, 0x40, 0x7F, 0x40, 0xFF}, //__щ (0xD9).
{0x01, 0x7F, 0x48, 0x48, 0x30}, //__ъ (0xDA).
{0x7F, 0x48, 0x30, 0x00, 0x7F}, //__ы (0xDB).
{0x00, 0x7F, 0x48, 0x48, 0x30}, //__ь (0xDC).
{0x22, 0x41, 0x49, 0x49, 0x3E}, //__э (0xDD).
{0x7F, 0x08, 0x3E, 0x41, 0x3E}, //__ю (0xDE).
{0x46, 0x29, 0x19, 0x09, 0x7F}, //__я (0xDF).

{0x20, 0x54, 0x54, 0x54, 0x78}, //__а (0xE0).
{0x3C, 0x4A, 0x4A, 0x49, 0x31}, //__б (0xE1).
{0x7C, 0x54, 0x54, 0x28, 0x00}, //__в (0xE2).
{0x7C, 0x04, 0x04, 0x0C, 0x00}, //__г (0xE3).
{0xE0, 0x54, 0x4C, 0x44, 0xFC}, //__д (0xE4).
{0x38, 0x54, 0x54, 0x54, 0x18}, //__е (0xE5).
{0x6C, 0x10, 0x7C, 0x10, 0x6C}, //__ж (0xE6).
{0x44, 0x54, 0x54, 0x28, 0x00}, //__з (0xE7).
{0x7C, 0x20, 0x10, 0x08, 0x7C}, //__и (0xE8).
{0x78, 0x42, 0x24, 0x12, 0x78}, //__й (0xE9).
{0x7C, 0x10, 0x28, 0x44, 0x00}, //__к (0xEA).
{0x20, 0x44, 0x3C, 0x04, 0x7C}, //__л (0xEB).
{0x7C, 0x08, 0x10, 0x08, 0x7C}, //__м (0xEC).
{0x7C, 0x10, 0x10, 0x10, 0x7C}, //__н (0xED).
{0x38, 0x44, 0x44, 0x44, 0x38}, //__о (0xEE).
{0x7C, 0x04, 0x04, 0x04, 0x7C}, //__п (0xEF).
{0x7C, 0x14, 0x14, 0x14, 0x08}, //__р (0xF0).
{0x38, 0x44, 0x44, 0x44, 0x00}, //__с (0xF1).
{0x04, 0x04, 0x7C, 0x04, 0x04}, //__т (0xF2).
{0x0C, 0x50, 0x50, 0x50, 0x3C}, //__у (0xF3).
{0x30, 0x48, 0xFE, 0x48, 0x30}, //__ф (0xF4).
{0x44, 0x28, 0x10, 0x28, 0x44}, //__х (0xF5).
{0x7C, 0x40, 0x40, 0x7C, 0xC0}, //__ц (0xF6).
{0x0C, 0x10, 0x10, 0x10, 0x7C}, //__ч (0xF7).
{0x7C, 0x40, 0x7C, 0x40, 0x7C}, //__ш (0xF8).
{0x7C, 0x40, 0x7C, 0x40, 0xFC}, //__щ (0xF9).

```

Продовження лістингу F

{0x04, 0x7C, 0x50, 0x50, 0x20},	//__ъ (0xFA) .
{0x7C, 0x50, 0x50, 0x20, 0x7C},	//__ы (0xFB) .
{0x7C, 0x50, 0x50, 0x20, 0x00},	//__ь (0xFC) .
{0x28, 0x44, 0x54, 0x54, 0x38},	//__э (0xFD) .
{0x7C, 0x10, 0x38, 0x44, 0x38},	//__ю (0xFE) .
{0x08, 0x54, 0x34, 0x14, 0x7C},	//__я (0xFF) .