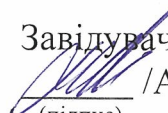


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕТЕМ
 /Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 20.01.23

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

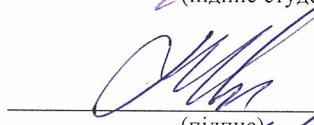
зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕЕ2221»


(підпис студента)

/Ярослав КОВАЛЬОВ/
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/проф., зав.каф. Андрій
МУХА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

_____	_____	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____	_____	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Faculty «Management of energy and economic processes»

Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic: «Research of transient processes in the control circuits of the charging complex of an electric vehicle»

according to educational curriculum «Energy and electromechanical systems in transport»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group EE2221:

/Yaroslav KOVALOV/

Scientific Supervisor:

/Andrii MUKHA/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)
<hr/>	//
(Chapter title heading)	(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

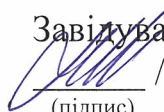
Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 /Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 04.04.23

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

студенту Ковальов Ярослав Ігорович

1. Тема роботи: «Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля»

Керівник роботи: Муха Андрій Миколайович, професор, завідуючий кафедрою

затверджені наказом № 56 ст від 18.01.2023

2. Строк подання студентом роботи: 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Теорія перехідних процесів в електричних колах та технічна документація на електромобіль

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: Опис світлодіода WS2812

4.2 Основна частина: Розробка алгоритму керування режимами зарядного пристрою по системі Flowcode

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: Основні вимоги експлуатації електричних установок споживачів напругою до 1000 В.

Протипожежна безпека

4.4 Економічна частина:

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових

креслень): 1) Розробка алгоритму. 2) Розробка блок-схеми пілот сигнал

напруги. 3) Схема підключення Arduino UNO. 4) Розробка програмного коду

5) Заміри напруги на платі. 6) Завантаження коду на плату Arduino UNO.

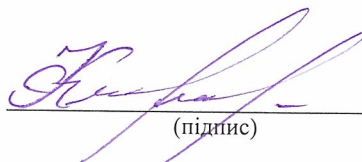
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.09.2023	5%
2	Опис світлодіоду WS2812	14.09.2023	20%
3	Розробка алгоритму керування режимами зарядного пристрою у системі FlowCode	12.10.2023	25%
4	Реалізація програмно керованого комплексу системи на базі комп'ютера Arduino	09.11.2023	25%
5	Основні вимоги безпечної експлуатації електричних установок споживачів напругою до 1000 В пов'язані з протипожежною безпекою	23.11.2023	15%
6	Висновки	06.12.2023	4%
7	Списки використаних джерел	11.12.2023	6%
8	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	20.12.2023	100%
9	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.01.2024	

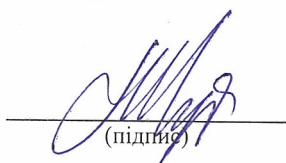
Студент


(підпис)

Ярослав КОВАЛЬОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

проф., зав.каф. Андрій МУХА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Відгук керівника
кваліфікаційної роботи магістра

Студент групи «ЕЕ2221» Ковальов Ярослав Ігорович

Тема випускної роботи: «Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля»

1. Якісні відмінності кваліфікаційної роботи:

2. Зауваження:

3. Висновок щодо дотримання академічної доброчесності:

Комплексна оцінка кваліфікаційної роботи:

Керівник: Зав. кафедрою Андрій МУХА _____

Дата: _____

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	7.141.180091.ПЗ	Пояснювальна записка	56		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	7.141.180091.01	Розробка алгоритму	1		
10	A4	7.141.180091.02	Розробка блок-схеми пілот	1		
11			сигнал напруги			
12	A4	7.141.180091.03	Схема підключення	1		
13			Arduino UNO			
14	A4	7.141.180091.04	Розробка програмного коду	1		
15	A4	7.141.180091.05	Заміри напруги на платі	1		
16	A4	7.141.180091.06	Завантаження коду на плату	1		
17			Arduino UNO			
18						
19			Запозичена			
20						
21			<u>Електронна частина</u>			
22						
23						
24						

					7.141.180091.ВР			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Ковальов Я.І.		2023			5	62
Керівник		Муха А.М.						
Консульт								
Н. Контр.		Карзова О.О.						
Зав.кафед		Муха А.М.						
					МОН України. УДУНТ Кафедра «ЕТЕМ» Група ЕЕ2221			

РЕФЕРАТ

Дипломна кваліфікаційна робота магістра на тему «Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля» містить: 55 сторінок основного тексту, 5 таблиць, 40 рисунків, 7 літературних джерел, 1 додаток.

Мета роботи – дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля, щоб прискорити перехід з автомобілів внутрішнього згоряння на електромобілі та для популяризації електромобілів серед звичайних людей.

В розділі 1 показаний опис світлодіода WS2812, всі його переваги, функціонал, розташування контактів, блок-схема та повна його інтеграція.

Розділі 2 – розробка алгоритму за допомогою середовища FlowCode, який показує при яких умовах вмикається колір світлодіода у блок-схемному варіанті.

В розділі 3 за допомогою середовища Arduino IDE був написаний програмний код на основі блок схеми, яка була виконана у 2 розділі, були проведені випробування правильності роботи коду та самої плати.


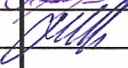


Розділ 5 – розглянуті вимоги безпеки експлуатації електричних установок споживачів до 1000В та протипожежна безпека.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРИНЦИПОВА СХЕМА, МОДЕЛЬ, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, БЛОК-СХЕМА, ПІДКЛЮЧЕННЯ, ПРОГРАМНИЙ КОД, КОНТАКТ, СВІТЛОДІОД, КОЛІР, АЛГОРИТМ, ЕЛЕКТРОУСТАНОВКА.

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ОПИС СВІТЛОДІОДА WS2812	11
1.1 Загальний опис WS2812	11
1.2 Механічні розміри світлодіода WS2812	11
1.3 Конфігурація та функція контактів	12
1.4 Електричні та комутаційні характеристики світлодіода WS2812	13
1.5 Характеристика світлодіода та час передачі даних	14
1.6 Особливості та переваги світлодіода WS2812	14
1.7 Типова схема застосування WS2812	15
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ У СИСТЕМІ FLOWCODE	16
2.1 Call Component Macro	16
2.2 Оператор Switch	19
2.3 Розробка алгоритму	20
2.3.1 Алгоритм для білого кольору	21
2.3.2 Алгоритм для зеленого кольору	24
2.3.3 Алгоритм для синього кольору	27
2.3.4 Алгоритм для червоного кольору	30
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО КЕРОВОНОГО КОМПЛЕКСУ СИСТЕМИ НА БАЗІ КОМП'ЮТЕРА ARDUINO	33
3.1 Опис Arduino Uno	33

					Пояснювальна записка					
					Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля					
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Ковальов Я.І.		10.22.23		1	1 : 1			
Перевір.		Муха А.М.		11/12						
Т. Контр.					Арк.	7	Аркушів 61			
Реценз.					МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221					
Н. Контр		Карзова О.О.		11/12				7.141.180091.ПЗ		
Затверд.		Муха А.М.		11/12						

3.2	Схема підключення Arduino Uno	34	
3.3	Розробка блок схеми напруги пілот сигнал	36	
3.4	Розробка програмного коду	39	
РОЗДІЛ 4 ОСНОВНІ ВИМОГИ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК СПОЖИВАЧІВ НАПРУГАЮ ДО 1000В.			
ПРОТИПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....			49
4.1	Основні вимоги безпечної експлуатації електричних установок споживачів	49	
4.2	Противопожежна безпека.....	52	
ВИСНОВКИ.....			54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....			55
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБОТ			56
ДОДАТОК А.....			57

ВСТУП

У наш час спостерігається збільшення кількості електромобілів, оскільки вони стають все популярнішими. Головна причина полягає в тому, що ці транспортні засоби приносять менше шкоди екології планети порівняно з автомобілями, що працюють на внутрішньому згорянні, і є більш економічними [1].

Сучасна проблема великих викидів шкідливих речовин в атмосферу вимагає пошуку рішень для поліпшення екологічної ситуації. Перехід на електромобілі є одним з таких рішень, оскільки він сприятиме покращенню екології завдяки використанню природних джерел енергії [1].

Електромобілі використовують електроенергію замість бензину, не виділяють в атмосферу вуглекислий газ та не створюють шум у містах. Їх використання сприяє розвитку зеленої енергії та зменшенню залежності від традиційних енергоносіїв [1].

Крім того, зарядка електромобілів є дешевшою та більш доступною альтернативою порівняно з заправкою бензином. Уряд України розглядає впровадження законопроектів, спрямованих на підтримку розвитку електротранспорту та стимулювання використання електромобілів, що сприятиме подальшій трансформації транспортної системи країни в екологічно чисту та ефективну [1].

Зокрема, в одному з законопроектів визначено "забезпечення розвитку електромобілів та інфраструктури зарядних станцій для електромобілів" як пріоритет формування державної політики у сфері автомобільного транспорту. Цей законопроект передбачає стимули та зобов'язання для переходу громадського транспорту на електробуси [1].

Ще один законопроект спрямований на зупинення потоку вживаних дизельних та бензинових автомобілів із Європейського Союзу, після прийняття заборони на їх використання в країнах Європи. Це віддзеркалює глобальні тенденції щодо переходу на більш екологічно чистий вид

										7.141.180091.ПЗ	Арк.
											9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

транспорту, а також сприятиме розвитку енергетичної незалежності та використанню відновлювальних джерел енергії [1].

Такі ініціативи не лише сприяють захисту довкілля, а й стимулюють розвиток відновлювальних енергетичних джерел та розширення мережі зарядних станцій, що в цілому сприяє формуванню екологічно свідомого та енергоефективного транспортного сектору [1].

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ОПИС СВІТЛОДІОДА WS2812

1.1 Загальний опис WS2812

WS2812 — це світлодіодне джерело світла з інтелектуальним керуванням, у якому схема керування та мікросхема RGB інтегровані в пакет із 5050 компонентів. Він містить інтелектуальну засувку даних цифрового порту та схему керування посиленням зміни форми сигналу. Крім того, додайте прецизійний внутрішній генератор і програмовану напругу 12 В постійну частину керування струмом, що ефективно забезпечує постійну висоту кольору світла точки пікселя [2].

Протокол передачі даних використовує єдиний режим зв'язку NZR. Після скидання живлення пікселя порт DIN отримує дані від контролера, перший піксель збирає початкові 24-бітні дані, а потім надсилає на внутрішню засувку даних, інші дані, які змінюються внутрішньою схемою посилення зміни форми сигналу, надсилаються до наступного каскадного пікселя через порт DO. Після передачі для кожного пікселя сигнал зменшується до 24 біт. Піксель використовує технологію передачі автоматичної зміни форми, завдяки чому кількість каскаду пікселів не обмежує передачу сигналу, залежить лише від швидкості передачі сигналу [2].

Світлодіод з низькою керуючою напругою, захист навколишнього середовища та енергозбереження, висока яскравість, великий кут розсіювання, хороша консистенція, низька потужність, тривалий термін служби та інші переваги. Контрольна мікросхема, інтегрована в світлодіод вище, стає більш простою схемою, малим об'ємом, зручною установкою [2].

1.2 Механічні розміри світлодіода WS2812

На рис. 1.1 показані механічні розміри світлодіода WS2812 у різних проекціях [2].

									7.141.180091.ПЗ	Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

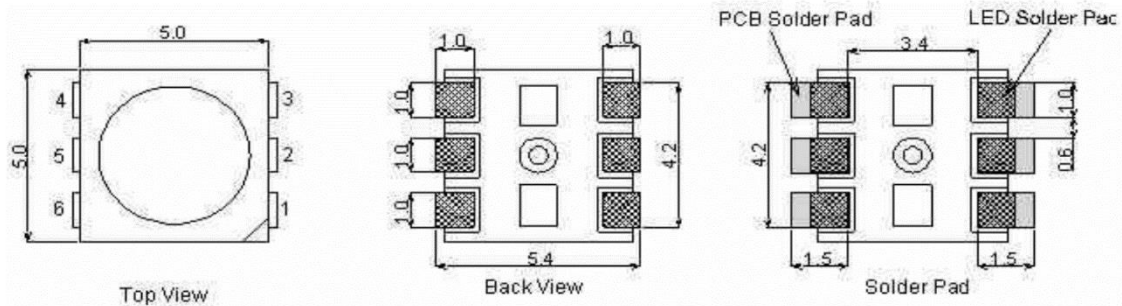


Рис. 1.1 – Механічні розміри світлодіода WS2812

1.3 Конфігурація та функція контактів

На рис 1.2 показана конфігурація світлодіода WS2812 [2].

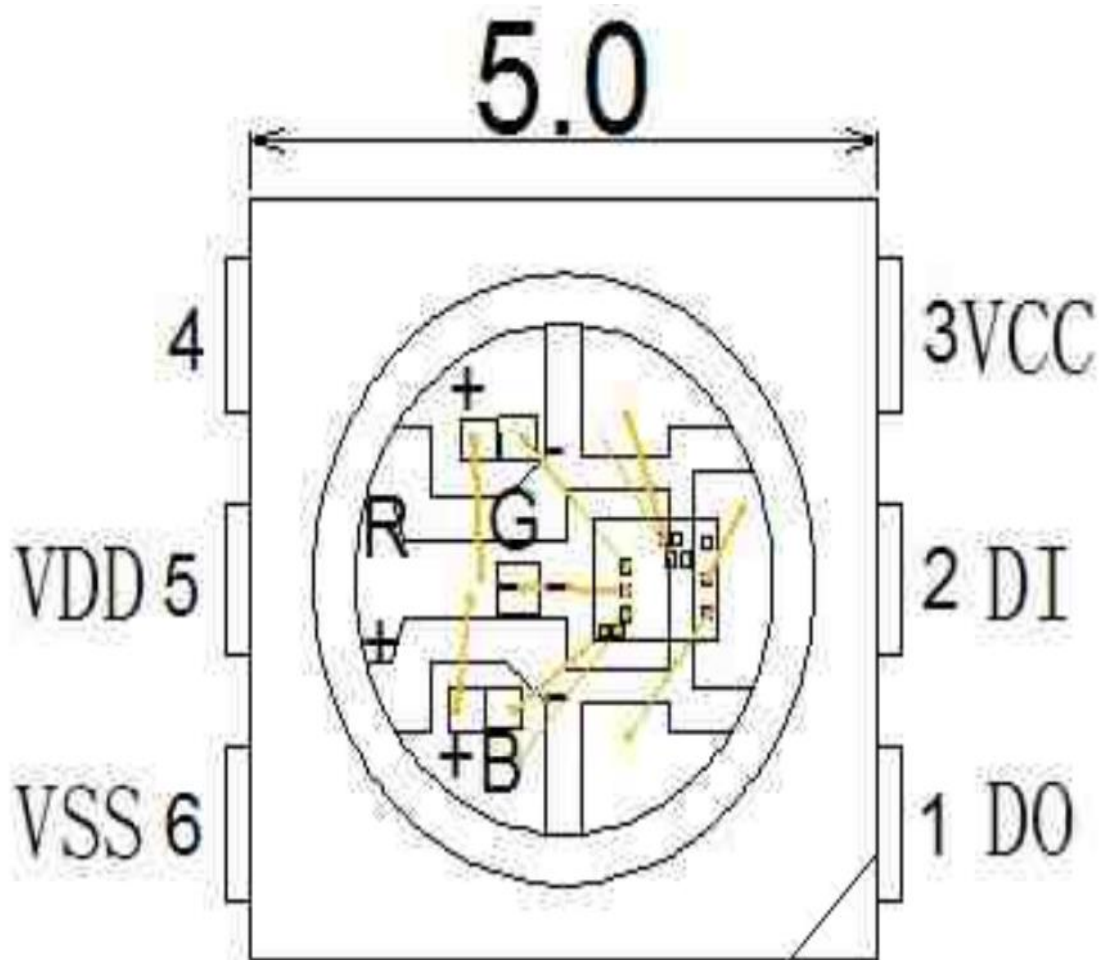


Рис 1.2 – Конфігурація світлодіода WS2812

У табл. 1.1 наведені функції контактів світлодіода WS2812 [2].

Таблиця 1.1 – Функції контактів світлодіода WS2812

№	Символ	Функції
1	DOUT	Вихід сигналу керування даними
2	DIN	Вхід сигналу керування
3	VCC	Схема керування блоком живлення
4	NC	—
5	VDD	Живлення світлодіода
6	VSS	Земля

1.4 Електричні та комутаційні характеристики світлодіода WS2812

У табл 1.2 наведні електричні характеристики світлодіода WS2812, де $T_A = -20 \sim +70^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4,5 \sim 5,5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$, якщо не вказано інше [2].

Таблиця 1.2 – Електричні характеристики світлодіода WS2812

Параметр	Символ	Умови	Min	Тру	Max	Одиниці
Вихід низької напруги поточний	I_{OL}	ROUT	—	18,5	—	mA
	I_{dout}	$V_O = 4\text{V}$, DOUT	10	—	—	mA
Вхідний струм	I_I	$V_I = V_{DD}/V_{SS}$	—	—	± 1	μA
Рівень вхідної напруги	V_{IH}	DIN, SET	$0,7V_{DD}$	—	—	V
	V_{IL}	DIN, SET	—	—	$0,3V_{DD}$	V
Гістерезис напруги	V_H	DIN, SET	—	0,35	—	V

У табл. 1.3 наведені комутаційні характеристики світлодіода WS2812, де $T_A = -20 \sim +70^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4,5 \sim 5,5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$, якщо не вказано інше [2].

Таблиця 1.3 – Комутаційні характеристики світлодіода WS2812

Параметр	Символ	Умови	Min	Тру	Max	Одиниці
Частота роботи	Fosc2	ROUT	—	800	—	kHz
Час затримки передачі	t_{PLZ}	$CL = 15\text{pF}$, DIN \rightarrow DOUT, RL = $10\text{K}\Omega$	—	—	300	ns
Час імпульса	t_{THZ}	$CL = 300\text{pF}$, OUTR/OUTG/OUTB	—	—	120	μs
Швидкість передачі даних	Fmax	Duty ratio 50%	400	—	—	Kbps
Вхідна ємність	C_I	—	—	—	15	pF

1.5 Характеристика світлодіода та час передачі даних

У табл. 1.4 наведений час передачі даних для включення кольору для світлодіода WS2812, де $T_H+T_L=1,25 \text{ мкс} \pm 600 \text{ ns}$ [2].

Таблиця 1.4 – Час передачі даних

T _{0H}	0 код, час високої напруги	0,35us	±150ns
T _{1H}	1 код, час високої напруги	0,7us	±150ns
T _{0L}	0 код, час низької напруги	0,8us	±150ns
T _{1L}	1 код, час низької напруги	0,6us	±150ns
RES	Час низької напруги	Вище 50μs	

У табл. 1.5 наведені характеристики для трьох основних кольорів світлодіода WS2812 [2].

Таблиця 1.5 – Характеристика світлодіода

Випромінюючий колір	Довжина хвилі (нм)	Сила світла (mcd)	Струм (mA)	Напруга (В)
Червоний	620-630	550-700	20	1,8-2,2
Зелений	515-530	1100-1400	20	3,0-3,2
Синій	465-475	200-400	20	3,2-3,4

1.6 Особливості та переваги світлодіода WS2812

Світлодіод WS2812 має такі особливості та переваги як:

- Схема керування та мікросхема RGB інтегровані в пакет із 5050 компонентів, що забезпечує повний контроль піксельної точки;
- Вбудована схема зміни форми сигналу, після перетворення хвилі на наступний драйвер, гарантує, що спотворення форми хвилі не накопичуються;
- Вбудована електрична схема скидання та схема скидання втрати живлення;
- Кожен піксель трьох основних кольорів може досягати 256 яскравості дисплея, завершеного 16777216 кольорового повнокольорового дисплея та частоти сканування не менше 400 Гц/с;

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЗАРЯДНОГО ПРИБОРУ У СИСТЕМІ FLOWCODE

Flowcode - це програма для розробки програмного забезпечення, яка дозволяє створювати електронні пристрої без необхідності писати код. Вона використовує блок-схеми (графічні символи та з'єднувальні лінії), які представляють різні функції та дії пристрою. Можна перетягувати та з'єднувати ці блоки, створюючи програми за допомогою графічного інтерфейсу.

Flowcode розроблений з урахуванням легкості використання, особливо для початківців. Він підтримує багато популярних мікроконтролерів та пристроїв, таких як Arduino, Raspberry Pi, PIC та інші. За допомогою Flowcode можна створювати програми для керування світлодіодами, сенсорами, моторами та багато іншого.

Після того, як створена програма у Flowcode буде завершена, його можна перетворити на виконуваний файл або завантажити безпосередньо на плату мікроконтролера.

У загальному розумінні, Flowcode - це інструмент, який допомагає створювати програми для електронних пристроїв за допомогою графічного інтерфейсу, замість того, щоб писати код вручну.

Flowcode можна створювати програми для керування світлодіодами, сенсорами, моторами та багато іншого. Це робить його універсальним для розробки програм для різних вбудованих систем. При створенні нового проекту програма пропонує обрати мікроконтролер з яким ви будете працювати.

2.1 Call Component Macro

"Call Macro" (виклик макроса) є способом викликати певний фрагмент коду, який був написаний або визначений як макрос у програмі.

Макрос - це набір команд або блоків коду, які можна використовувати багаторазово для виконання певних дій у програмі. Використання макросів

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє уникнути повторення коду та забезпечити більш організовану та модульну структуру програми.

Коли створюєш програму, можливо, знадобиться викликати певний фрагмент коду з різних частин програми. Використання блоку "Call Macro" дозволяє викликати макрос з будь-якого місця програми, де ти потребуєш виконати певні дії, що описані у макросі.

При виклику макросу, виконання програми переходить до визначеного макроса, виконує всі команди або блоки коду, які його складають, а потім повертається до місця виклику, продовжуючи виконання програми з того місця, де був зроблений виклик макросу.

Використання "Call Macro" дозволяє створювати більш модульні програми, де окремі фрагменти коду можуть бути використані багаторазово та легко змінюватись. Це сприяє ефективнішій розробці програмного забезпечення в Flowcode. На рис 2.1 показан приклад використання "Call Macro", у даному випадку він використовується для виклику реалізації відображення одного з чотирьох кольорів (червоний, синій, зелений білий)

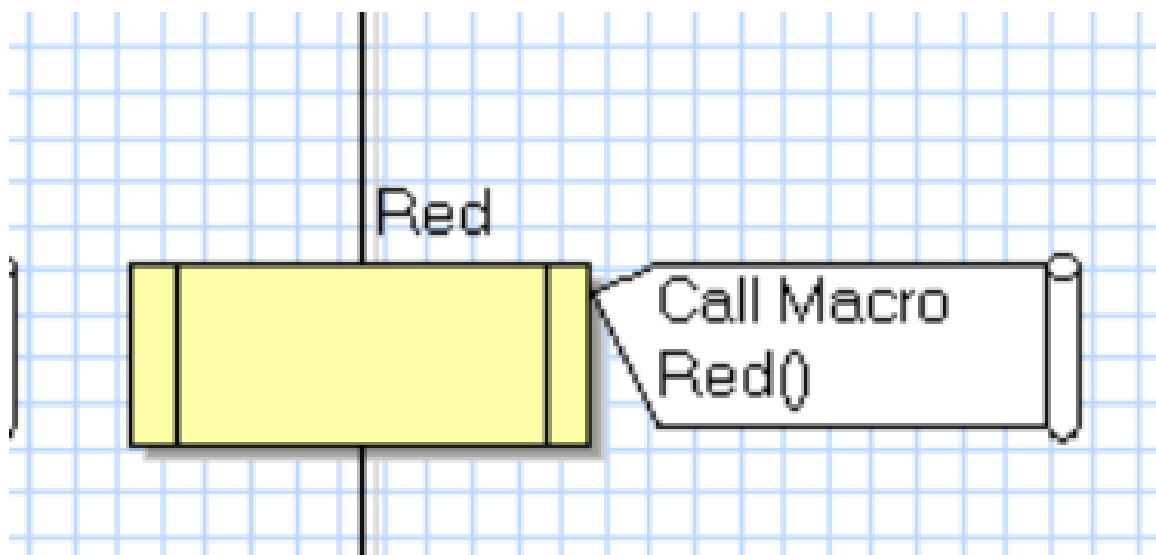


Рис 2.1 частина А – Виклик макроса для червоного кольору

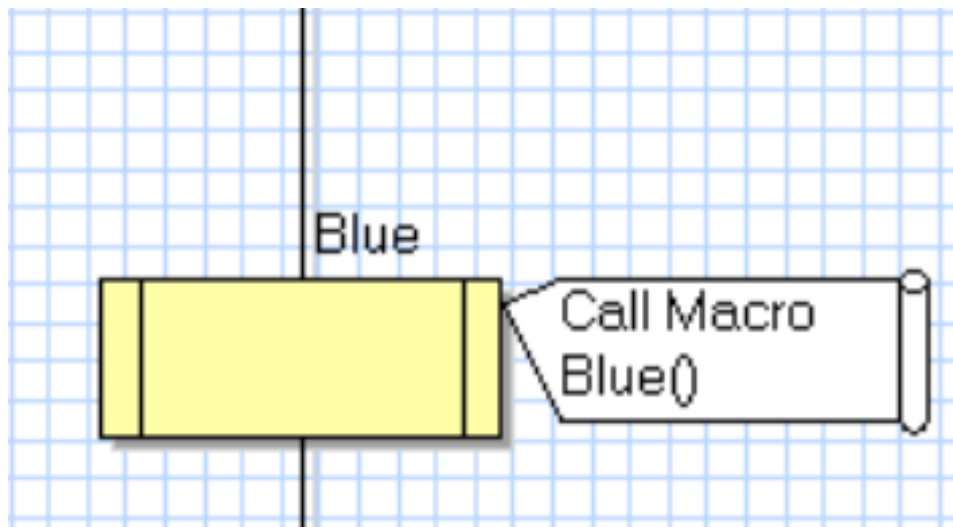


Рис 2.1 частина Б – Виклик макроса для синього кольору

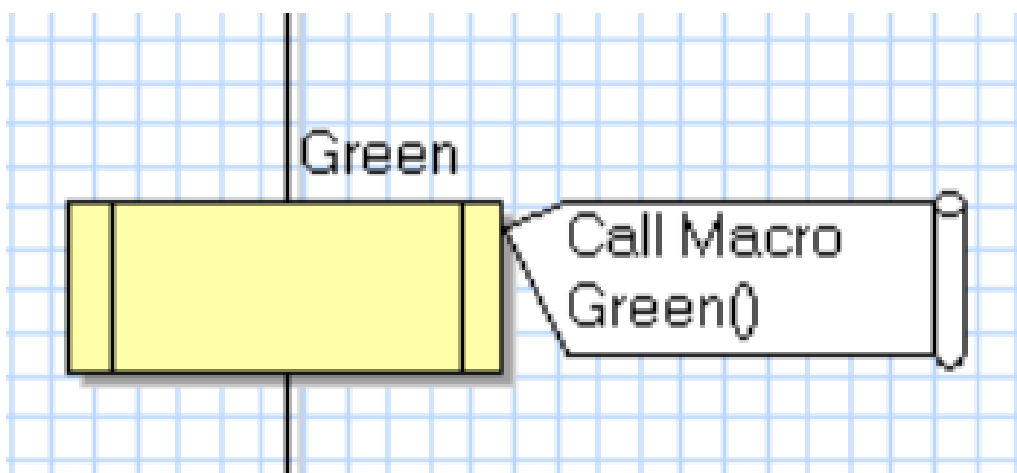


Рис 2.1 частина В – Виклик макроса для зеленого кольору

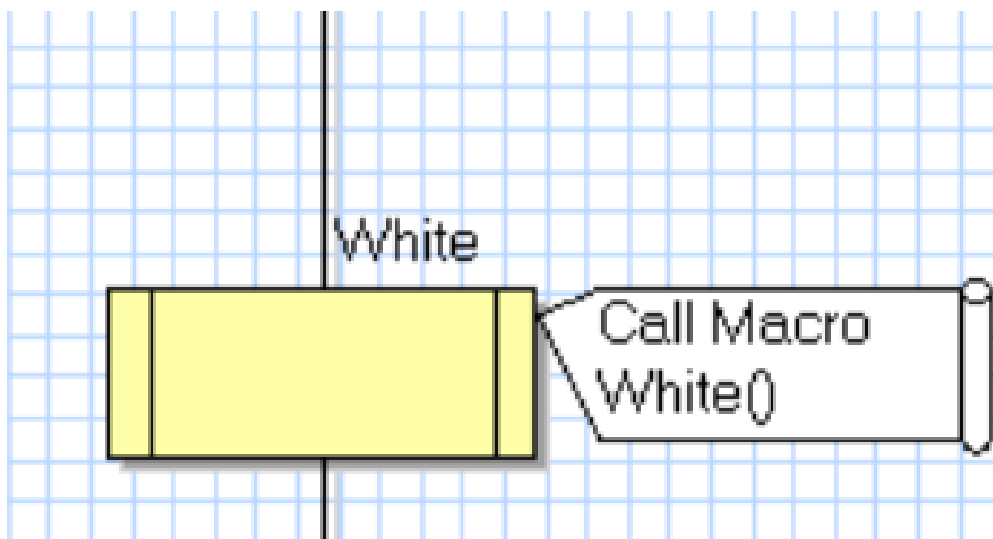


Рис 2.1 частина Г – Виклик макроса для білого кольору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.2 Оператор Switch

"Перемикач" (Switch) представляє собою компонент або блок, який служить для здійснення рішень на основі різноманітних умов або значень. Він використовується для управління виконанням різних частин коду в залежності від обраної умови або значення. Функціонально, перемикач може використовуватися для реалізації конструкцій, таких як "case" або "if-else", де проводиться перевірка різних умов і виконання відповідних дій.

Перемикач дозволяє задати набір умов або значень, для кожного з яких можна вказати відповідні дії. Наприклад, якщо використовується числовий перемикач, можна визначити різні значення і вказати дії, які повинні виконатися для кожного з них. Під час виконання програми перемикач перевіряє значення або умови і переходить до відповідної гілки коду, де реалізована вказана дія.

У даному випадку оператор "Switch" використовується для того, щоб система могла обрати, який колір потрібно відобразити в залежності від того, яке значення напруги ми отримали на вході. У умові є чотири варіанти, якщо значення напруги буде дорівнювати 12В, то система обере варіант з білим кольором. Якщо значення напруги буде дорівнювати 9В, то буде варіант, де буде зелений колір. Якщо значення напруги буде дорівнювати 6В, то отримаємо синій колір. Якщо значення напруги буде нульовим, то це буде означати, що у системи є помилка та світлодіод буде мати червоний колір.

Приклад використання оператора "Switch" показаний на рис. 2.2.

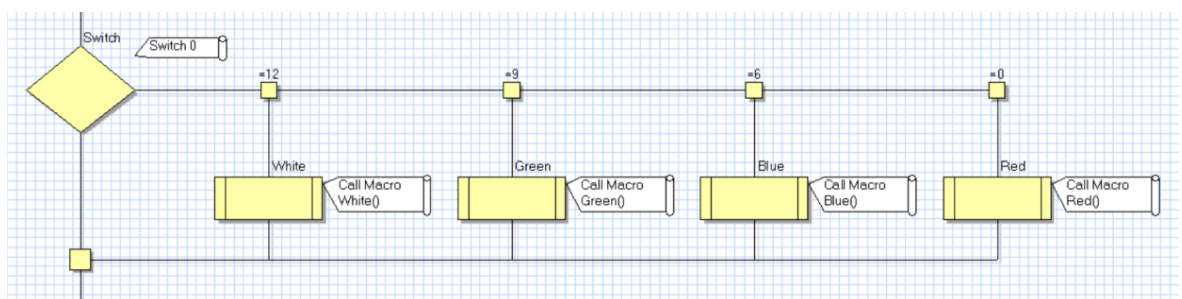


Рисунок 2.2 – Оператор "Switch" у системі FlowCode

2.3 Розробка алгоритму

Розробка алгоритму виконується згідно з документації світлодіода WS2812, який був описаний у першому розділі. На рис 2.3 зображена діаграма послідовності, за допомогою якої, виставляється затримка для кожного пікселю світлодіода, який має 24-х бітну архітектуру, тобто, для того, щоб увімкнути будь-який колір, потрібно подати 24-х бітний сигнал [2].

Світлодіод має три основні кольори це червоний, зелений та синій, за допомогою яких маємо можливість відображати будь-який колір, тому на кожний з цих кольорів ми повинні подати 8-бітний сигнал, кожен з цих сигналів має код 0 або 1. Наприклад, якщо 8-бітний сигнал для синього та зеленого кольору буде дорівнювати 0, а для червоного 1, то на виході будемо мати червоний колір, також таким чином можна змішувати кольори.

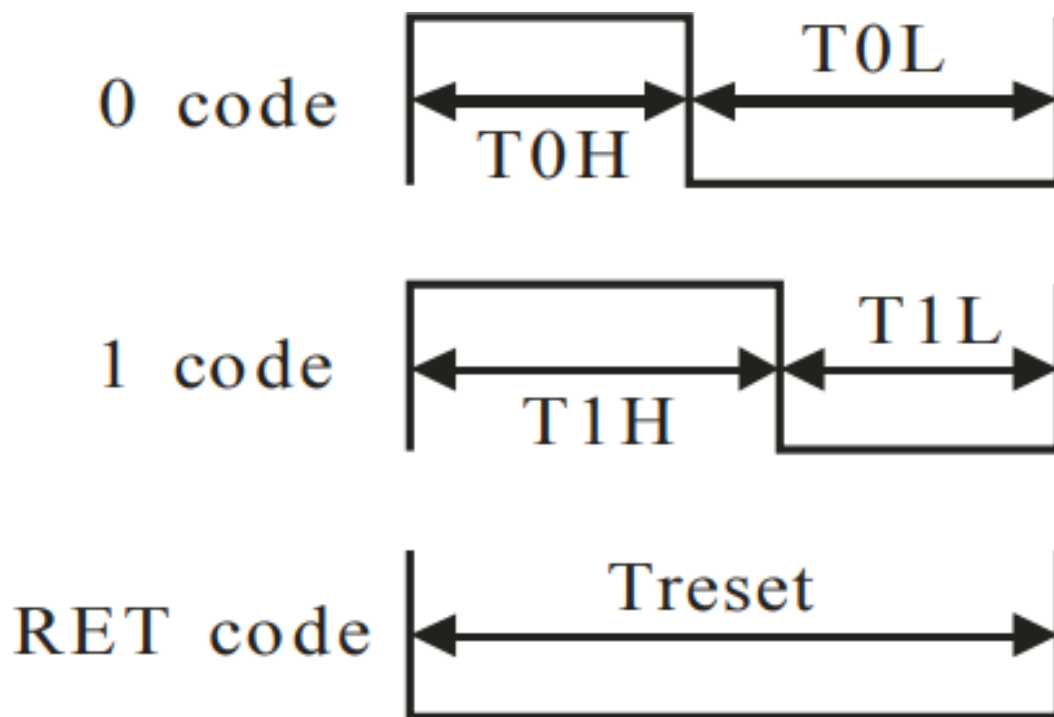


Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності

2.3.1 Алгоритм для білого кольору

Згідно з умовами, якщо на вході буде 12В, то система повинна увімкнути білий колір на світлодіоді. Білий колір складається з трьох кольорів це червоний, синій та зелений які повинні мати максимальну можливу яскравість, тобто всі 24-бітні сигнали повинні мати код 1.

На рис. 2.4 показаний алгоритм, який вмикає білий колір на світлодіоді.

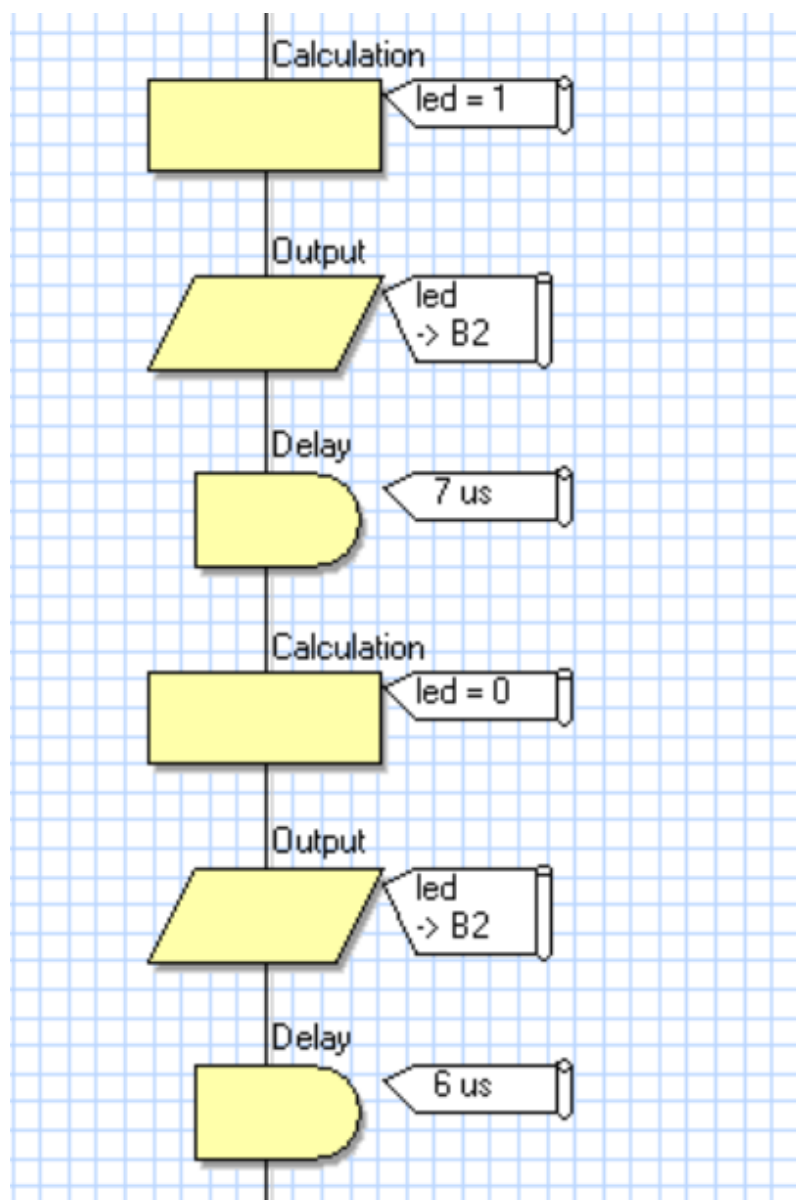


Рисунок 2.4 частина А – Алгоритм для білого кольору (1 бітний сигнал червоного кольору, код 1)

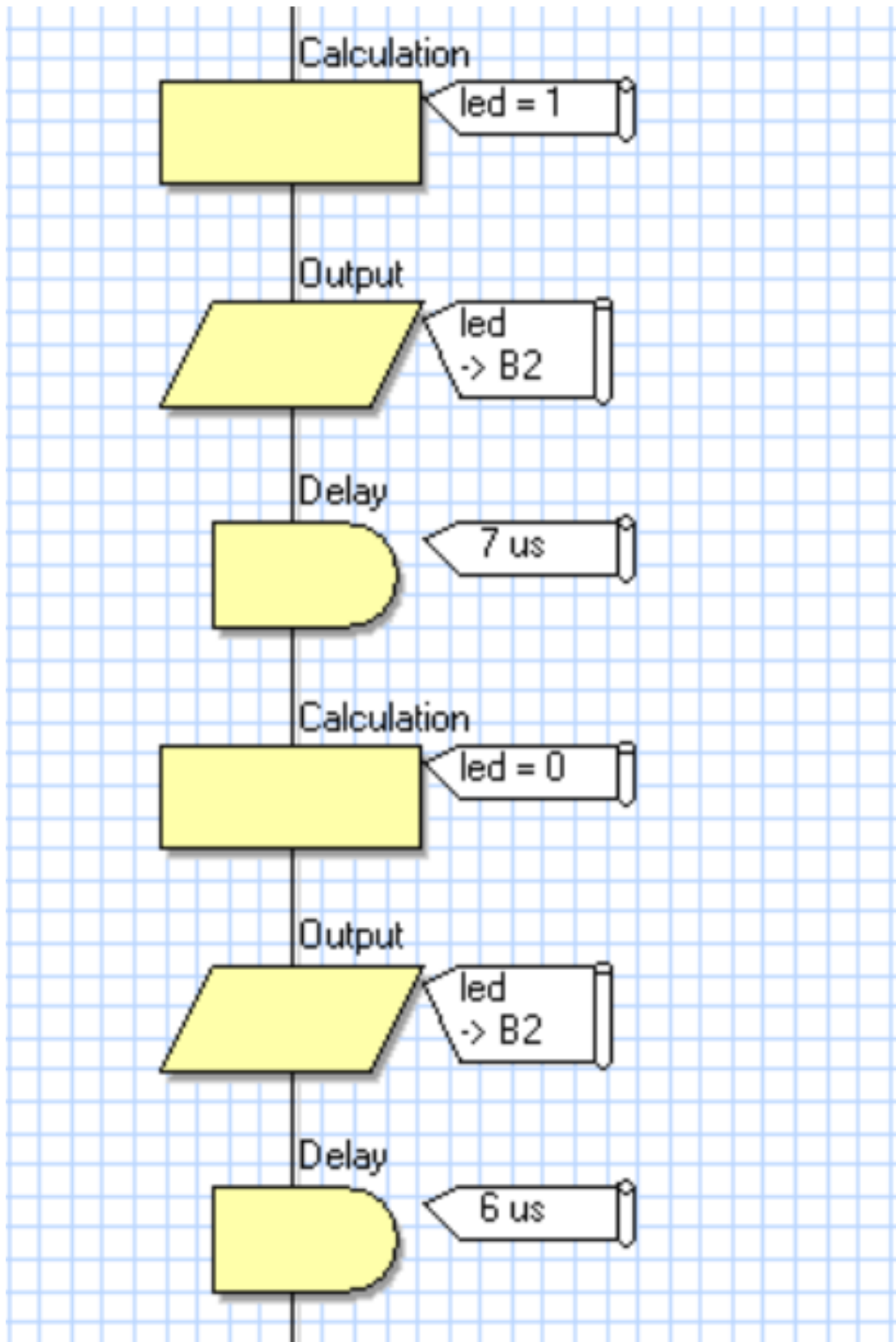


Рисунок 2.4 частина Б – Алгоритм для білого кольору (1 бітний сигнал зеленого кольору, код 1)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.

22

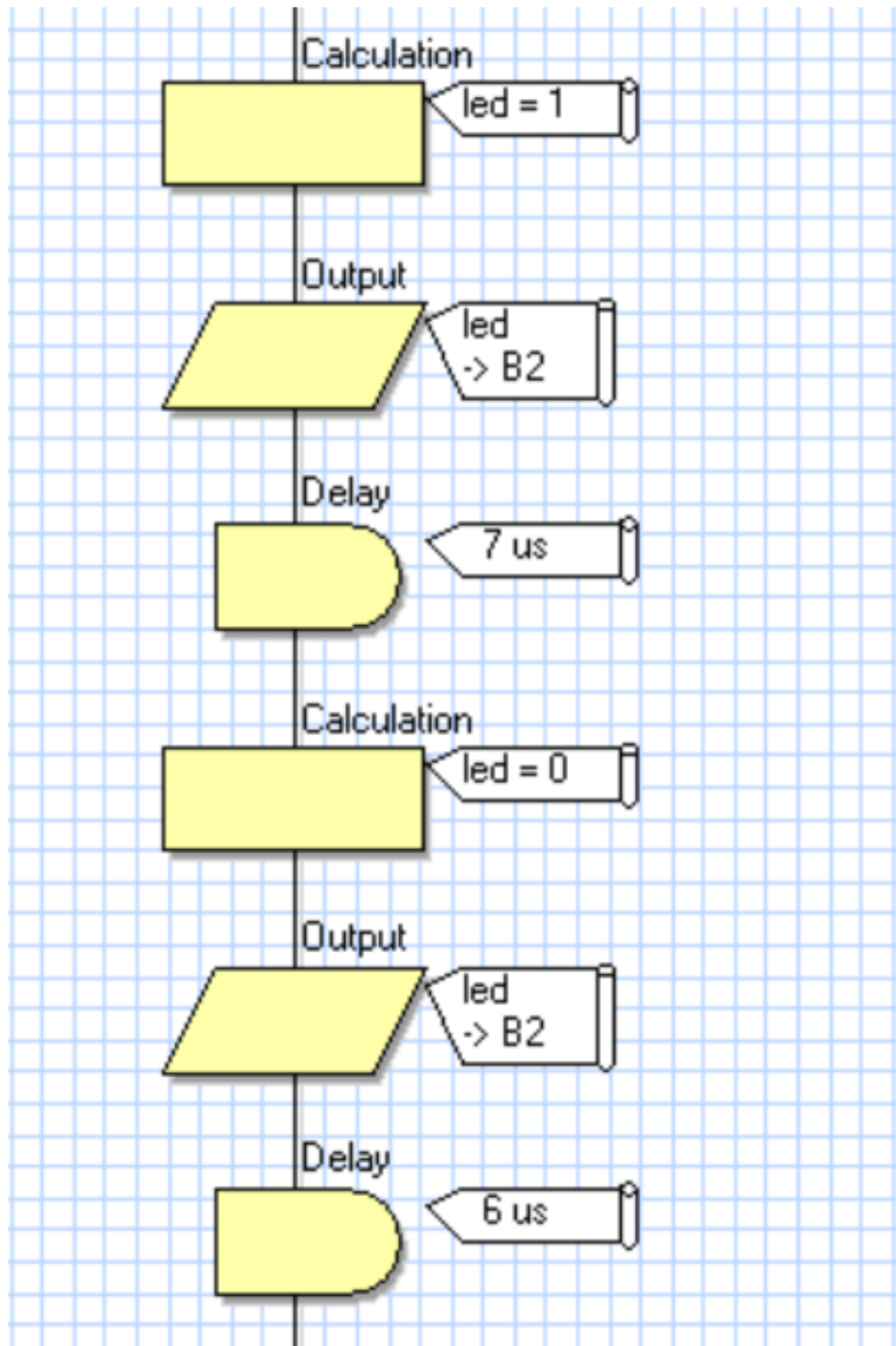


Рисунок 2.4 частина В – Алгоритм для білого кольору (1 бітний сигнал синього кольору, код 1)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3.2 Алгоритм для зеленого кольору

Згідно з умовами, якщо на вході буде 9В, то система повинна увімкнути зелений колір на світлодіоді. Зелений колір складається з одного зеленого кольору, який має 8 бітний сигнал з кодом 1, а червоний та синій колір повинні мати 8 бітний сигнал з кодом 0.

На рис. 2.5 показаний алгоритм, який вмикає зелений колір на світлодіоді.

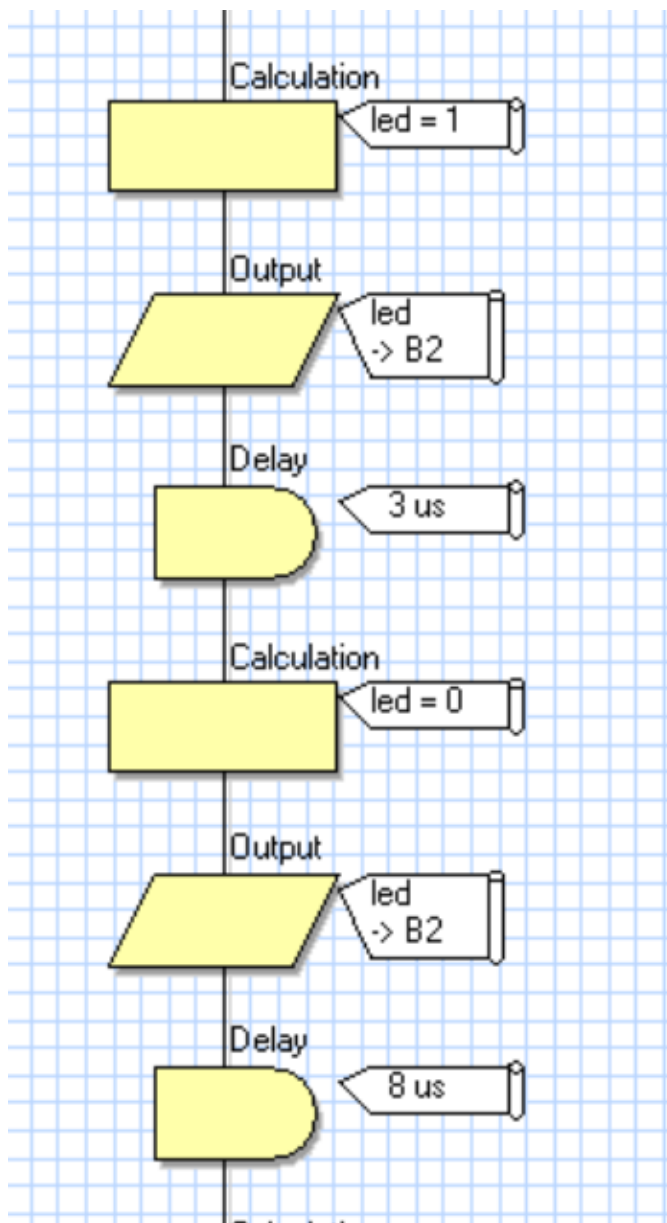


Рисунок 2.5 частина А – Алгоритм для зеленого кольору (1 бітний сигнал червоного кольору, код 0)

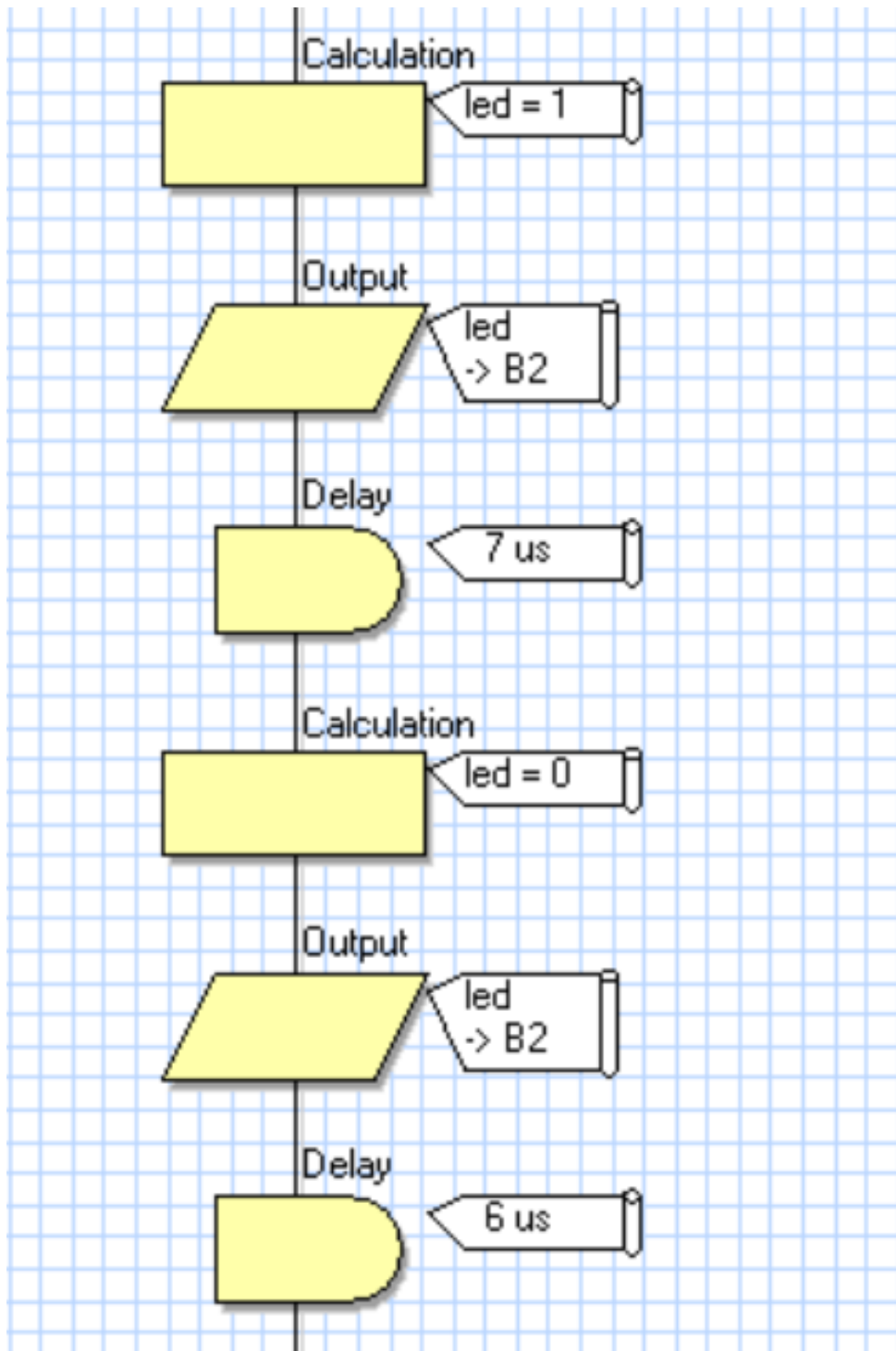


Рисунок 2.5 частина Б – Алгоритм для зеленого кольору (1 бітний сигнал зеленого кольору, код 1)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.
25

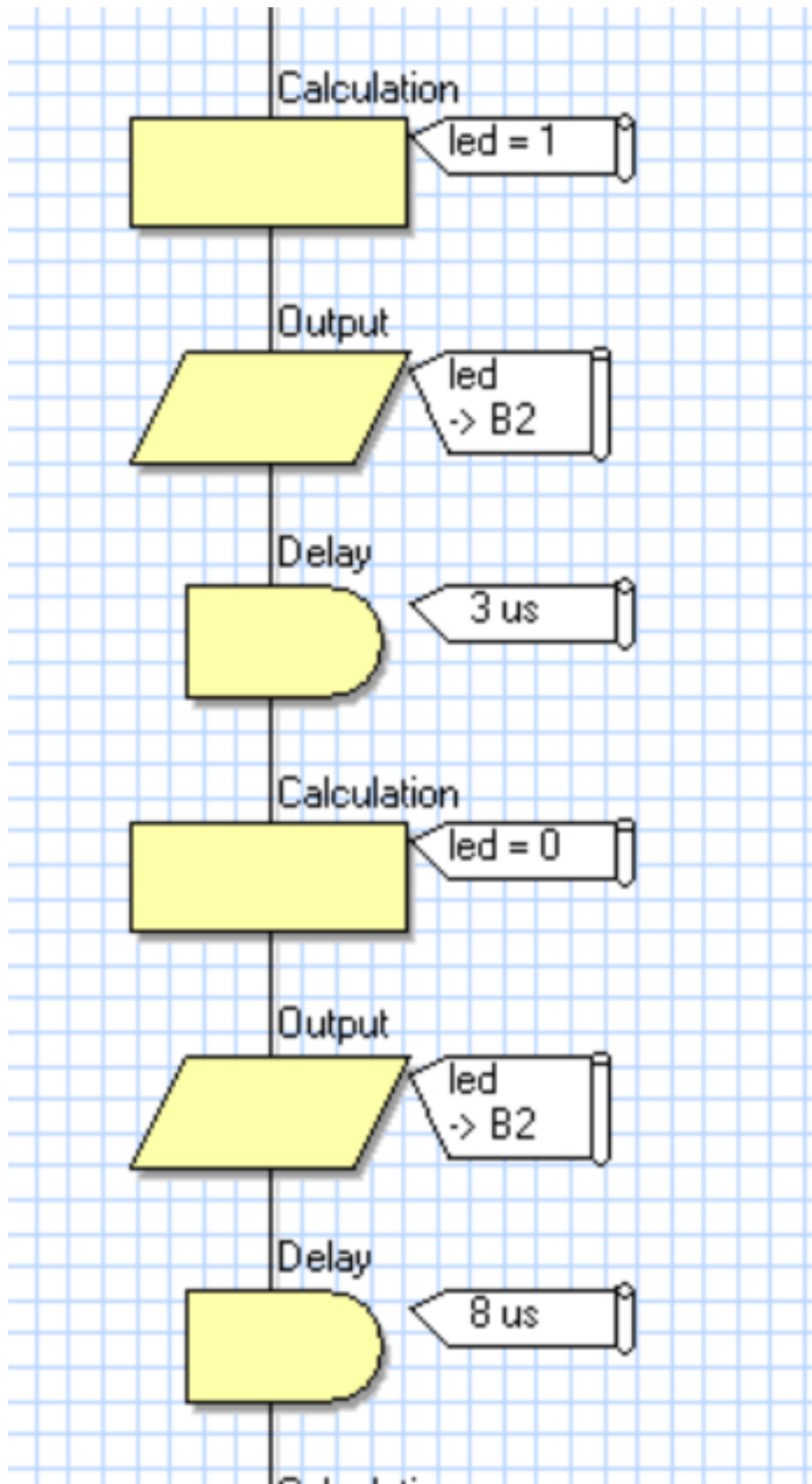


Рисунок 2.5 частина В – Алгоритм для зеленого кольору (1 бітний сигнал синього кольору, код 0)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3.3 Алгоритм для синього кольору

Згідно з умовами, якщо на вході буде 6В, то система повинна увімкнути синій колір на світлодіоді. Синій колір складається з одного синього кольору, який має 8 бітний сигнал з кодом 1, а червоний та зелений колір повинні мати 8 бітний сигнал з кодом 0.

На рис. 2.6 показаний алгоритм, який вмикає синій колір на світлодіоді.

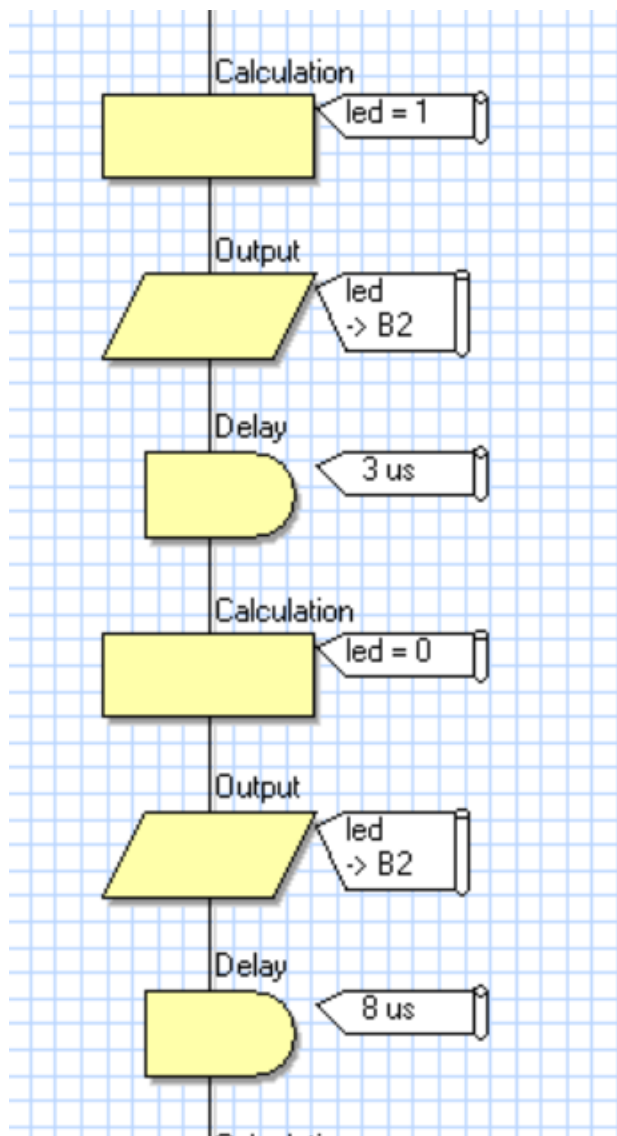


Рисунок 2.6 частина А – Алгоритм для синього кольору (1 бітний сигнал червоного кольору, код 0)

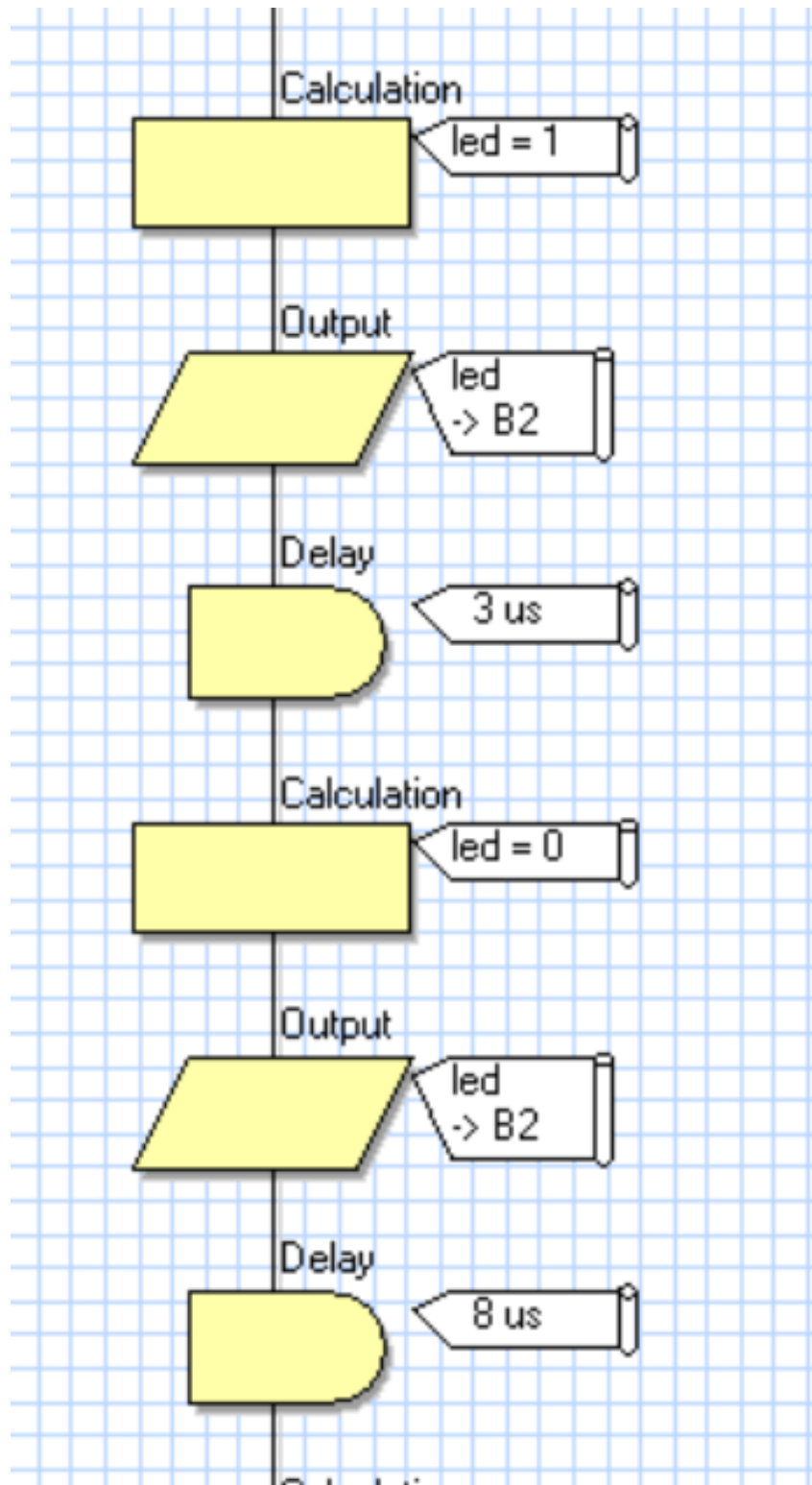


Рисунок 2.6 частина Б – Алгоритм для синього кольору (1 бітний сигнал зеленого кольору, код 0)

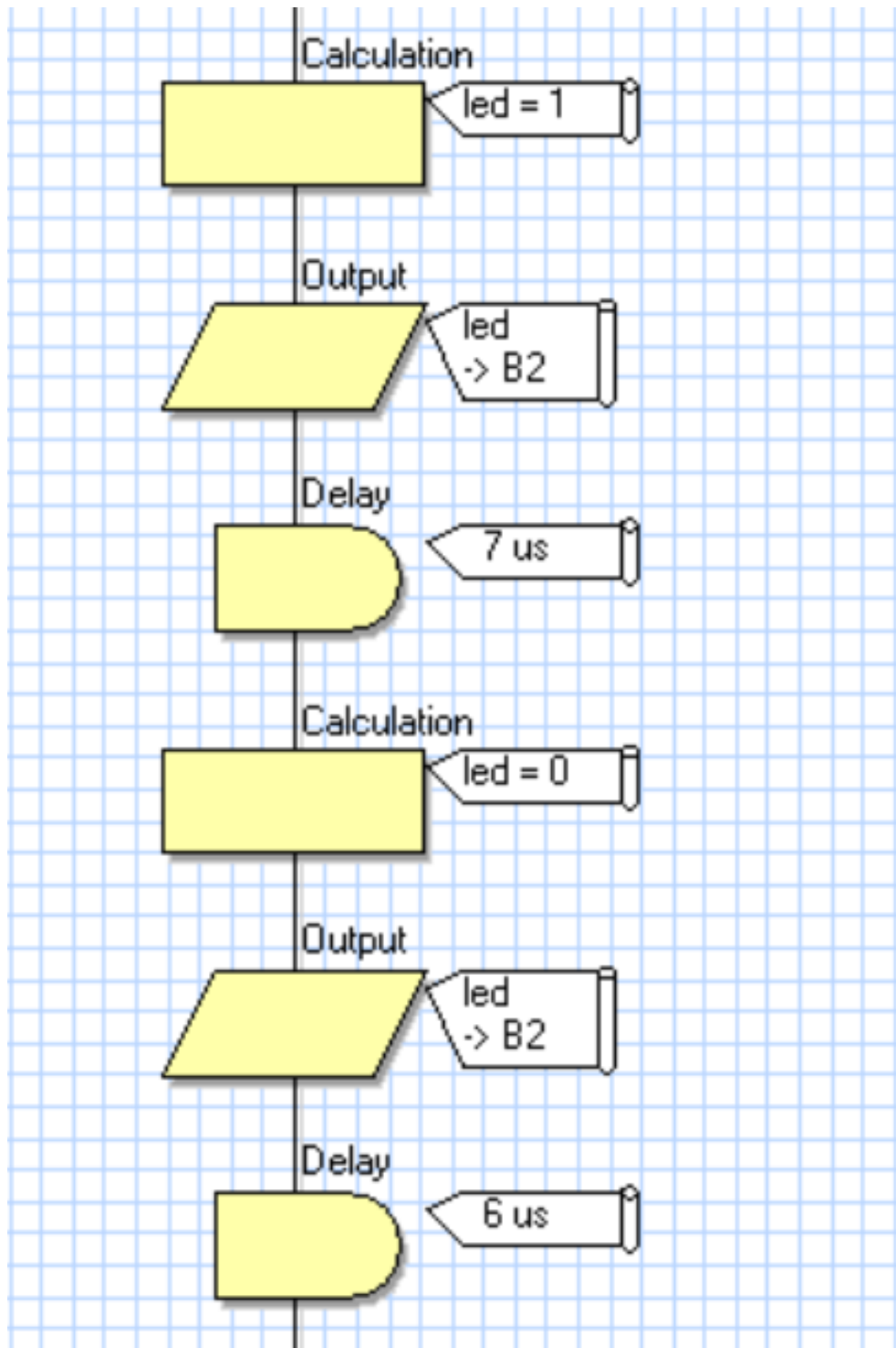


Рисунок 2.6 частина В – Алгоритм для синього кольору (1 бітний сигнал синього кольору, код 1)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

2.3.4 Алгоритм для червоного кольору

Згідно з умовами, якщо на вході буде 0В, то система повинна увімкнути червоний колір на світлодіоді. Червоний колір складається з одного червоного кольору, який має 8 бітний сигнал з кодом 1, а синій та зелений колір повинні мати 8 бітний сигнал з кодом 0.

На рис. 2.7 показаний алгоритм, який вмикає червоний колір на світлодіоді.

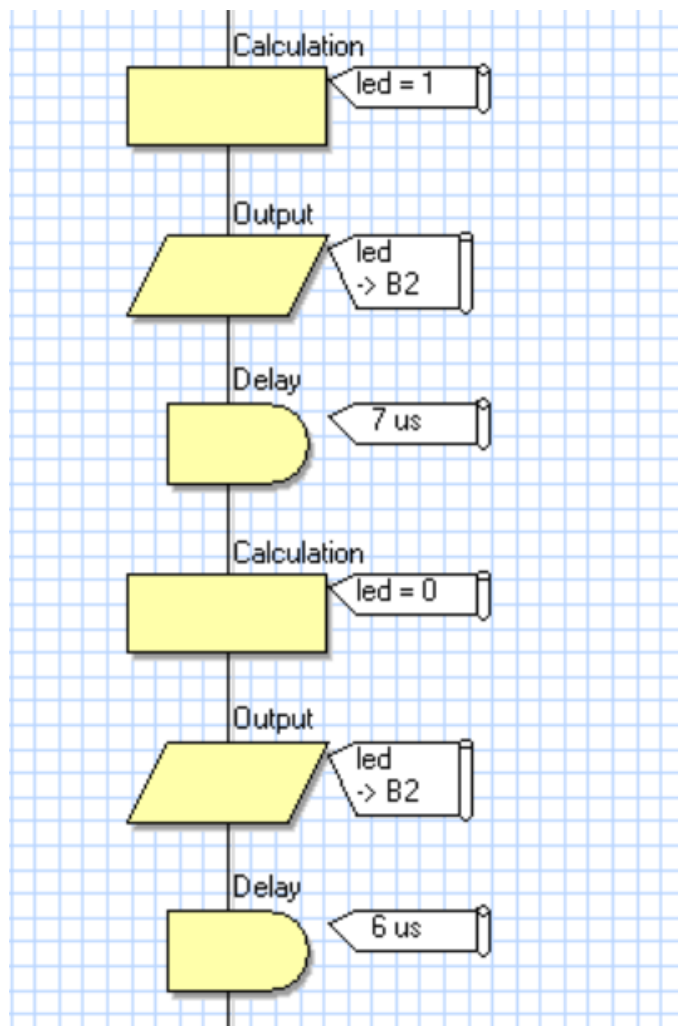


Рисунок 2.7 частина А – Алгоритм для червоного кольору (1 бітний сигнал червоного кольору, код 1)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

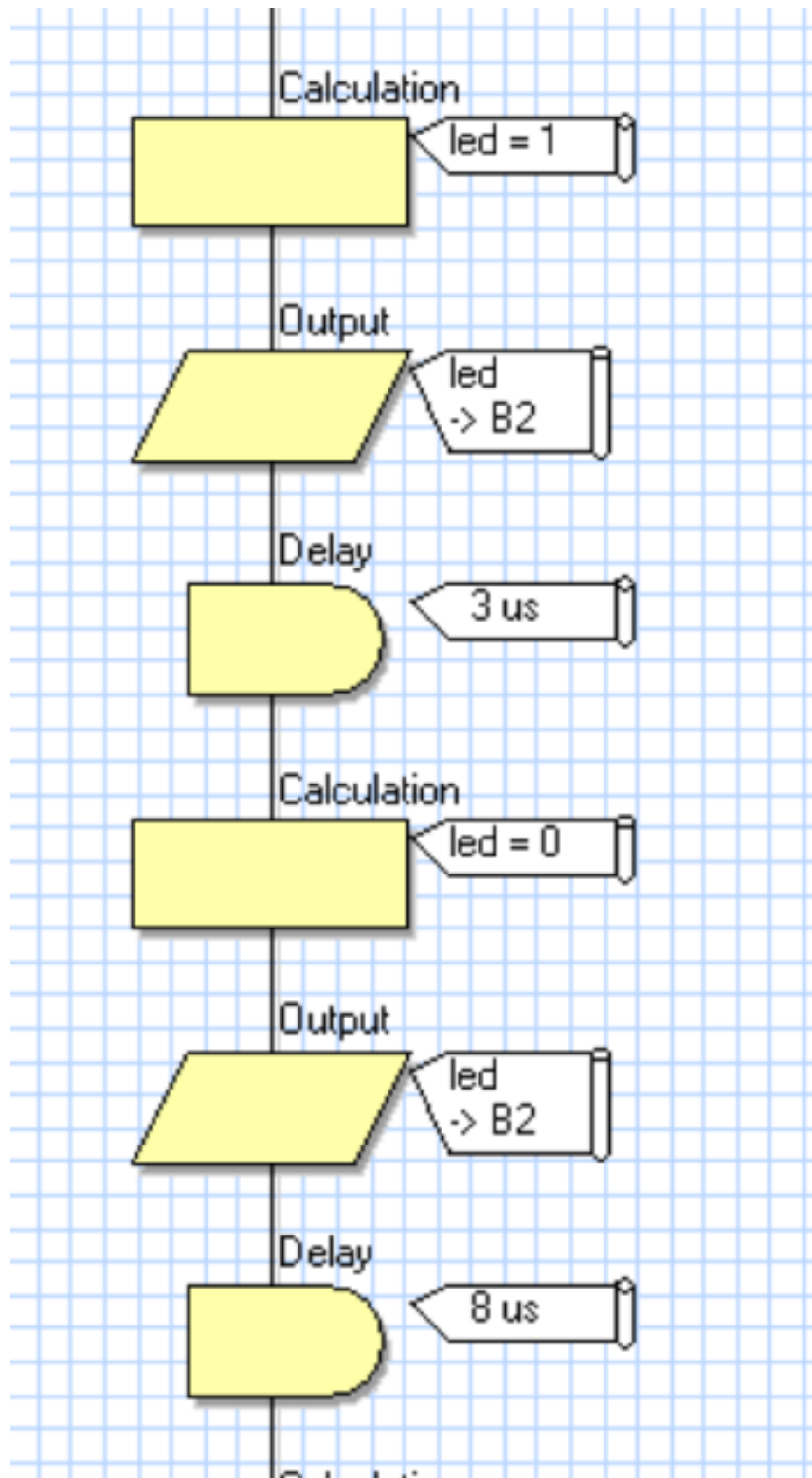


Рисунок 2.7 частина Б – Алгоритм для червоного кольору (1 бітний сигнал зеленого кольору, код 0)

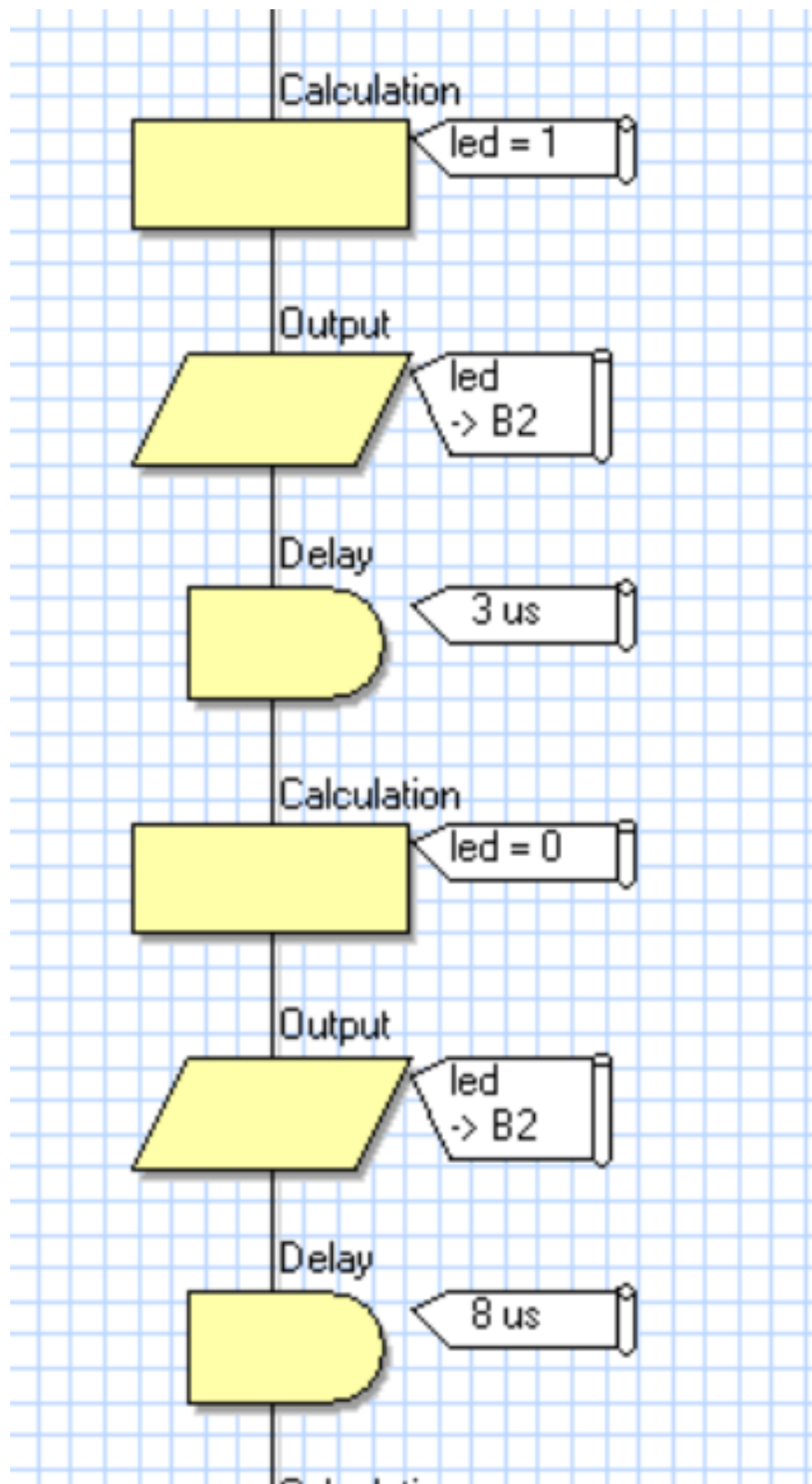


Рисунок 2.7 частина В – Алгоритм для червоного кольору (1 бітний сигнал синього кольору, код 0)

На схемі зображені такі елементи:

- Arduino Uno – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328, має 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися як ШИМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) та кнопка скидання.
- Потенціометр – це електронний компонент, подібний до резистори або звичайні резистори, але зі змінним значенням. Це дає можливість контролювати інтенсивність струму, який проходить через ланцюг, до якого він підключений паралельно, або контролювати падіння напруги у разі послідовного підключення. Потенціометр схожий на відставання, з тією різницею, що відставання розсіює більше потужності і використовується в ланцюгах високого струму. Для цього використовуйте резистивний матеріал певної довжини. А за допомогою курсору, яким можна буде маніпулювати вручну, він змусить його рухатися в контакті із зазначеним резистивним матеріалом. Оскільки курсор електрично підключений до виходу, це призведе до того, що струм повинен пройти через більшу довжину (більше опору) або меншу довжину (менший опір) [4].
- RGB світлодіод – це система кольорів, що використовується для відображення кольорів на різних пристроях, таких як комп'ютерні екрани, телевізори та мобільні пристрої. Вона базується на принципі комбінації трьох основних кольорів: червоного, зеленого та синього. Кожна складова RGB може мати значення від 0 до 255, де 0 представляє відсутність цього кольору, а 255 - його максимальну інтенсивність. Наприклад, чисто червоний колір виражається як (255, 0, 0), де червоний максимальний, а зелений і синій - відсутні. Білий колір може бути представлений як (255, 255, 255), де всі три складові максимальні, а чорний колір - як (0, 0, 0), де всі складові відсутні.

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розробка блок схеми напруги пілот сигнал

Після створення схеми підключення Arduino Uno, була створена блок-схема напруги, яка зображена на рис 3.3.

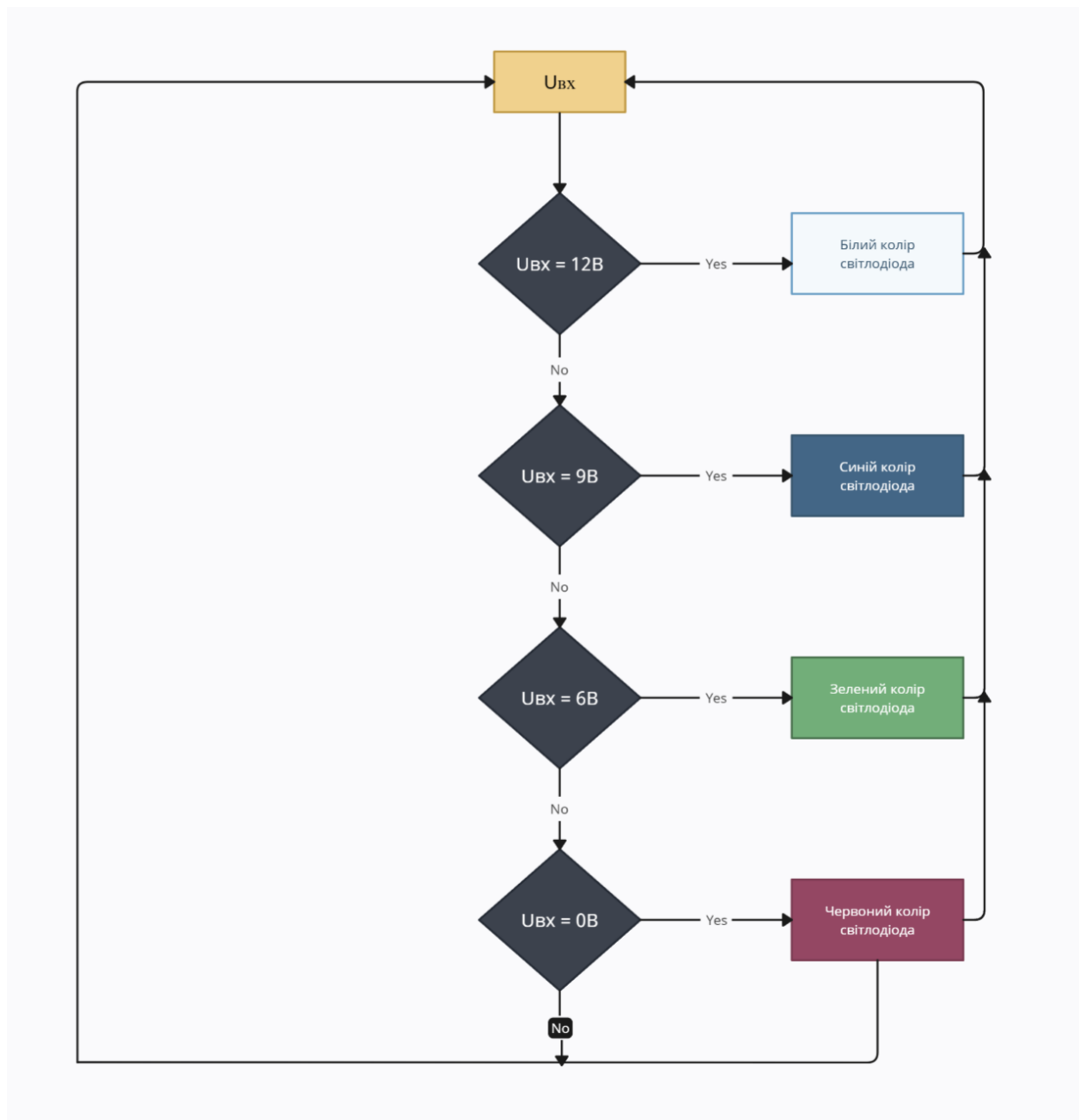


Рисунок 3.4 – Блок-схема пілот напруги

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.
36

В ній зображені наступні дії, якщо сигнал відповідає 12В, то світлодіод буде світитись білим кольором, якщо сигнал не відповідає 12В, то дії переходять далі, зображено на рис. 3.5.

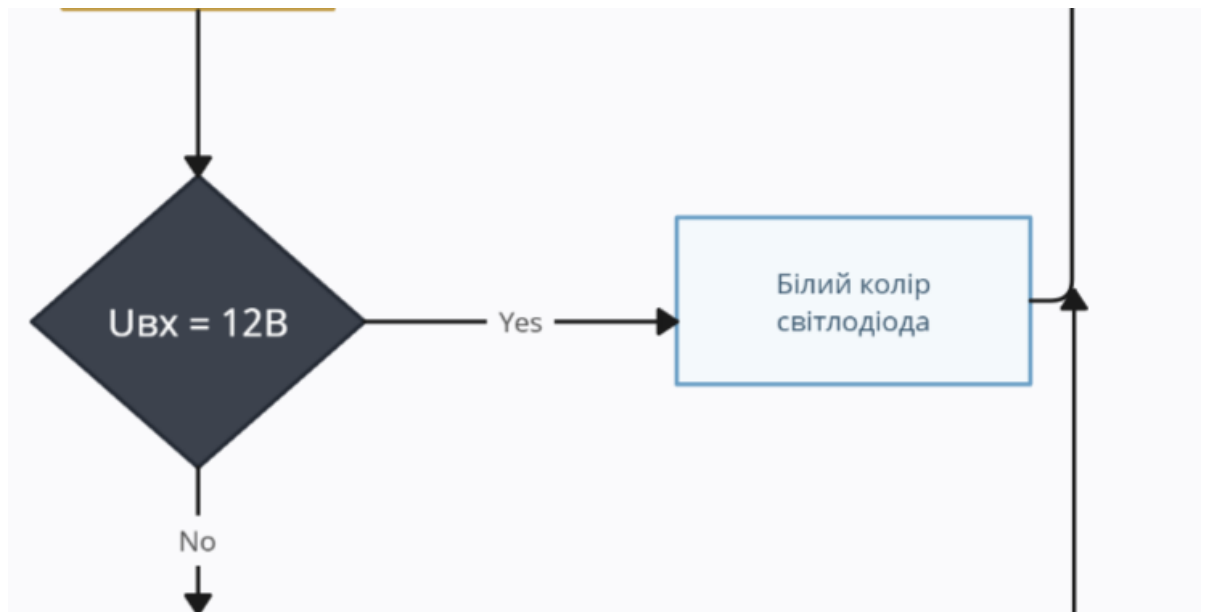


Рисунок 3.5 – частина блок-схеми на 12В

Потім в блок схемі виконуються схожі дії, тільки вже для 9В, якщо сигнал відповідає 9В, то світлодіод буде світитись синім кольором, якщо сигнал не відповідає 9В, дії переходять далі, зображено на рис. 3.6.

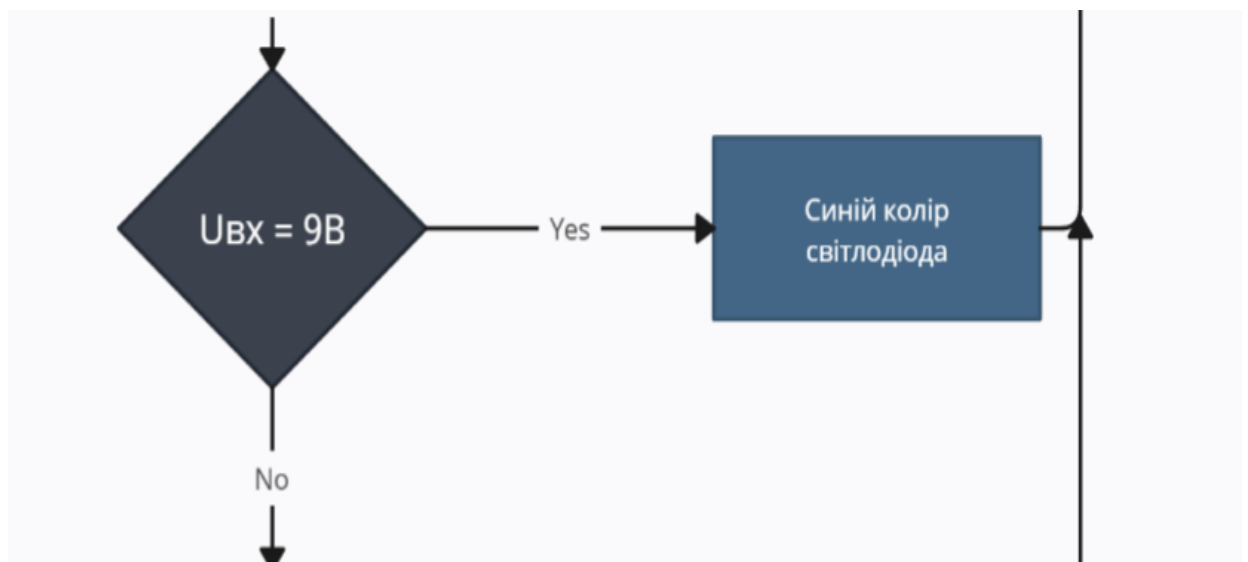


Рисунок 3.6 – частина блок-схеми на 9В

3.4 Розробка програмного коду

Розробка програмного коду виконувалась за допомогою середовища Arduino IDE. Інтерфейс середовища розробки Ардуїно містить такі основні елементи: текстовий редактор для написання коду, область для виведення повідомлень, текстова консоль, панель інструментів із традиційними кнопками та головне меню. Даний софт дозволяє комп'ютеру взаємодіяти з Ардуїно як передачі даних, так прошивки коду в контролер [5].

Програми, створювані серед розробки Ардуїно, іноді ще називають скетчами. Скетчі пишуться в текстовому редакторі та зберігаються у файлах з розширенням .ino. Вбудований текстовий редактор має стандартні інструменти копіювання, вставки, пошуку та заміни тексту. Область повідомлень у вікні програми є свого роду зворотним зв'язком для користувача та інформує його про події (у тому числі і про помилки), що виникають у процесі запису або експорту написаного коду. Консоль відображає у вигляді тексту потік вихідних даних середовища Ардуїно, включаючи всі повідомлення про помилки та ін. генерується нею інформацію. У правому нижньому куті вікна програми показується модель поточної плати і послідовний порт, до якого вона підключена. Кнопки на панелі інструментів призначені для створення, відкриття, збереження та прошивки програм у пристрій. Окрема кнопка запускає програму SerialMonitor [5].

									7.141.180091.ПЗ	Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

На рис. 3.9 представлений програмний код, який відповідає за відображення кольорів світлодіода залежно від вхідної напруги.

```
1  #include <Adafruit_NeoPixel.h>
2
3  // Кількість світлодіодів у вашій стрічці
4  #define NUM_LEDS 1
5
6  // Пін, на якому підключений вхід світлодіодної стрічки
7  #define DATA_PIN 6
8
9  Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, DATA_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
10
11 // Підключення виводів потенціометра
12 const int potPin = A0;
13
14 void setup() {
15     strip.begin();
16     strip.show(); // Initialize all pixels to 'off'
17 }
18
19 void loop() {
20     // Зчитування значення потенціометра
21     int potValue = analogRead(potPin);
22
23     // Розбиття значення потенціометра на три частини
24     int redValue = map(potValue, 0, 1023, 255, 0);
25     int greenValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
26     int blueValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
27
28     // Зміна кольору світлодіода в залежності від напруги
29     if (potValue >= 682) { // 5 вольт або більше білий колір
30         setColor(255, 255, 255);
31     } else if (potValue >= 512) { // від 3.75 вольт до 5 вольт зелений колір
32         setColor(0, 255, 0);
33     } else if (potValue >= 341) { // від 2.5 вольт до 3.75 вольт синій колір
34         setColor(0, 0, 255);
35     } else { // менше 2.5 вольт червоний колір
36         setColor(255, 0, 0);
37     }
38
39     // Затримка для плавних переходів
40     delay(10);
41 }
42
43 // Функція встановлення кольору світлодіода
44 void setColor(int red, int green, int blue) {
45     for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i++) {
46         strip.setPixelColor(i, strip.Color(red, green, blue));
47     }
48     strip.show();
49 }
```

Рисунок 3.9 – Програмний код

На рис 3.10 зображено блок коду, який виконує підключення бібліотеки для роботи із світлодіодами (Adafruit_NeoPixel) та визначаються константи, такі як кількість світлодіодів (NUM_LEDS), пін для підключення стрічки (DATA_PIN) та об'єкт стрічки (strip). Також визначається пін для підключення потенціометра (potPin).

```
1  #include <Adafruit_NeoPixel.h>
2
3  // Кількість світлодіодів у вашій стрічці
4  #define NUM_LEDS 1
5
6  // Пін, на якому підключений вхід світлодіодної стрічки
7  #define DATA_PIN 6
8
9  Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, DATA_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
10
11 // Підключення виводів потенціометра
12 const int potPin = A0;
13
```

Рисунок 3.10 – Перша частина коду

Далі на рис 3.11 показано, як виконується ініціалізація світлодіодної стрічки (strip) та встановлення всіх світлодіодів у вимкнений стан за допомогою strip.show().

```
13
14 void setup() {
15     strip.begin();
16     strip.show(); // Initialize all pixels to 'off'
17 }
18
```

Рисунок 3.11 – Друга частина коду

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.12 наведено блок коду, який зчитує значення потенціометра, а потім використовуються значення `map()`, щоб розбити діапазон значень на три частини для кожного компонента RGB (червоного, зеленого та синього). Затим за допомогою умов визначається, який колір має бути встановлений в залежності від значення потенціометра. Функція `setColor()` встановлює цей колір для світлодіода.

```
18
19 void loop() {
20     // Зчитування значення потенціометра
21     int potValue = analogRead(potPin);
22
23     // Розбиття значення потенціометра на три частини
24     int redValue = map(potValue, 0, 1023, 255, 0);
25     int greenValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
26     int blueValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
27
28     // Зміна кольору світлодіода в залежності від напруги
29     if (potValue >= 682) { // 5 вольт або більше білий колір
30         setColor(255, 255, 255);
31     } else if (potValue >= 512) { // від 3.75 вольт до 5 вольт зелений колір
32         setColor(0, 255, 0);
33     } else if (potValue >= 341) { // від 2.5 вольт до 3.75 вольт синій колір
34         setColor(0, 0, 255);
35     } else { // менше 2.5 вольт червоний колір
36         setColor(255, 0, 0);
37     }
38
39     // Затримка для плавних переходів
40     delay(10);
41 }
```

Рисунок 3.12 – Третя частина коду

									7.141.180091.ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

У останньому блоку коду визначена функція setColor(), яка встановлює колір для світлодіода. Функція використовується для встановлення кольору всіх світлодіодів у стрічці. Функція використовує strip.setPixelColor() для встановлення кольору кожного світлодіода за допомогою RGB значень, а потім strip.show() для оновлення світлодіодної стрічки і відображення встановленого кольору.

```
43 // Функція встановлення кольору світлодіода
44 void setColor(int red, int green, int blue) {
45     for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i++) {
46         strip.setPixelColor(i, strip.Color(red, green, blue));
47     }
48     strip.show();
49 }
```

Рисунок 3.13 – Четверта частина коду

Після написання коду, перевіривши його в самій програмі, його було завантажено на плату Arduino Uno, на рисунках нижче буде видно роботу RGB світло діода відповідно до написаного коду, а саме напруги пілот сигналу.

На рис 3.14 показана подача 5В, для того щоб відобразити білий колір світлодіода.

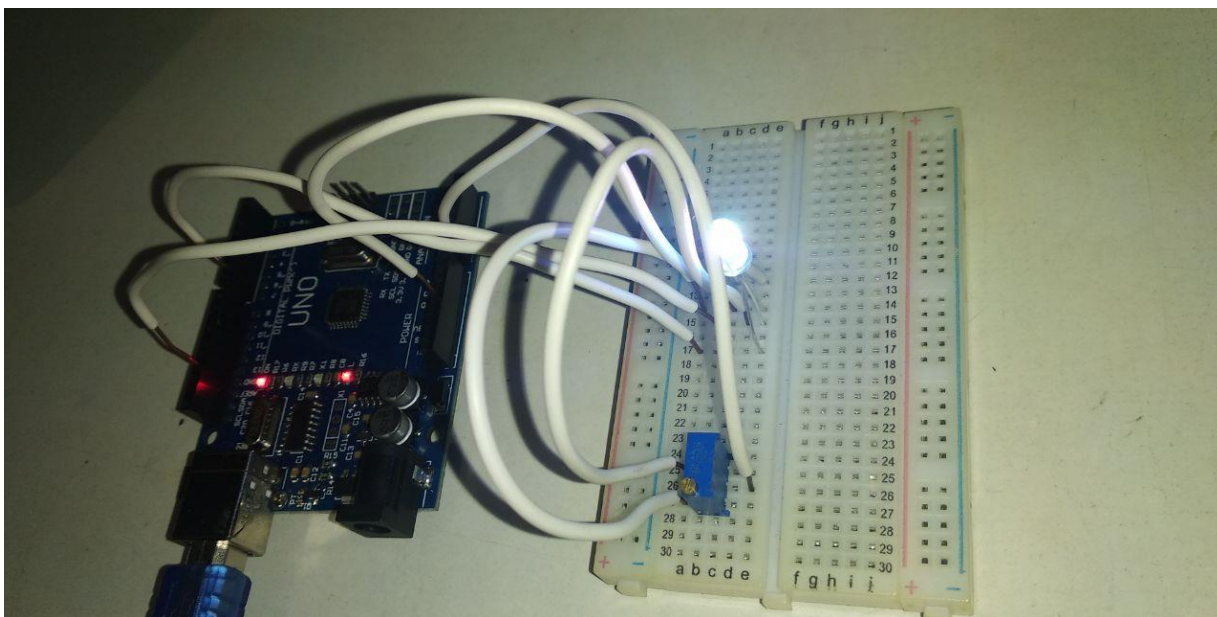


Рисунок 3.14 – подача 5В, RGB світлодіод білого кольору

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

На рис 3.15 показана подача 3,75В для того щоб відобразити синій колір світлодіода.

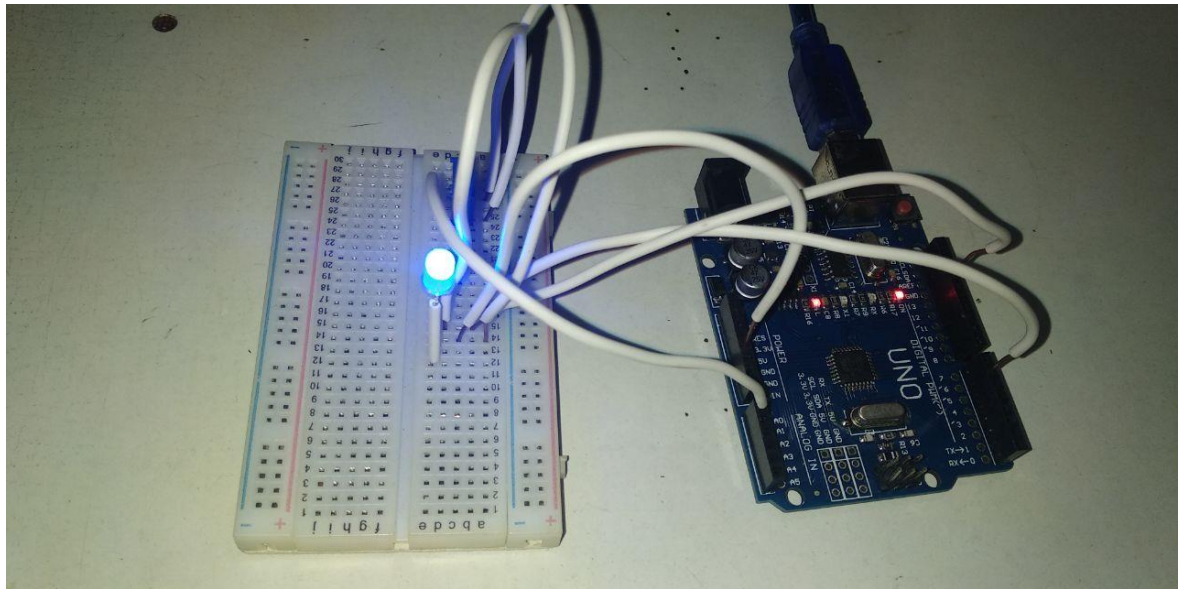


Рисунок 3.15 – подача 3,75В, RGB світлодіод синього кольору

На рис 3.16 показана подача 2,5В для того щоб відобразити зелений колір світлодіода.

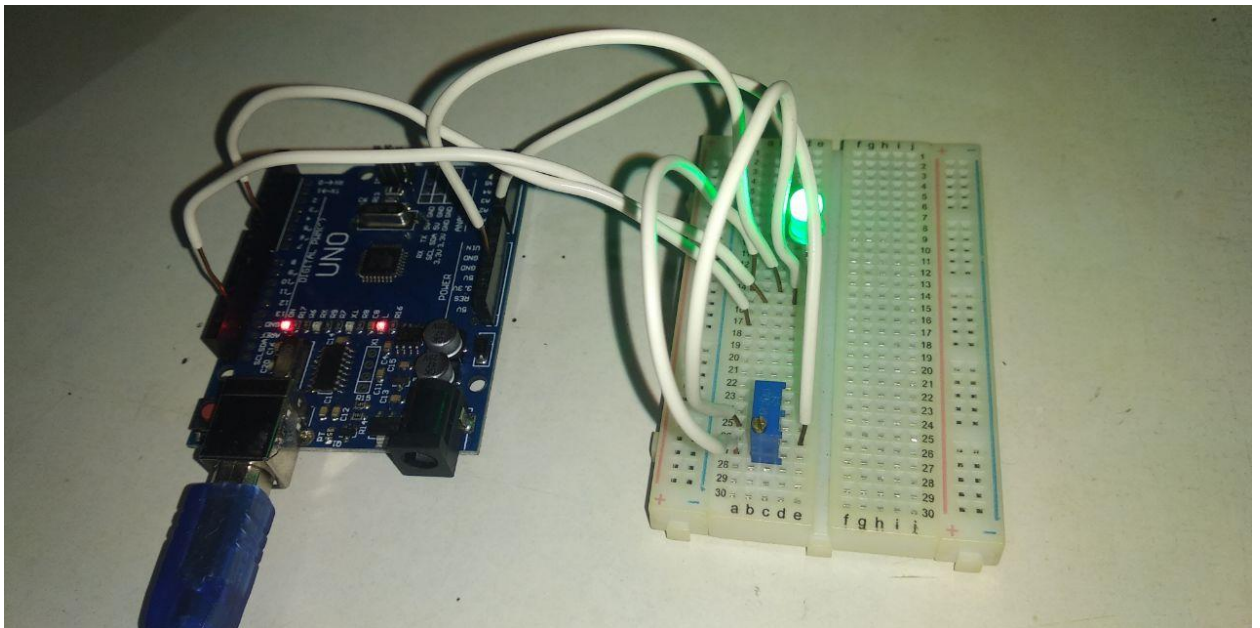


Рисунок 3.16 – подача 2,5В, RGB світлодіод зеленого кольору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.

44

На рис 3.17 показана подача нижче чим 2,5В для того щоб відобразити червоний колір світлодіода.

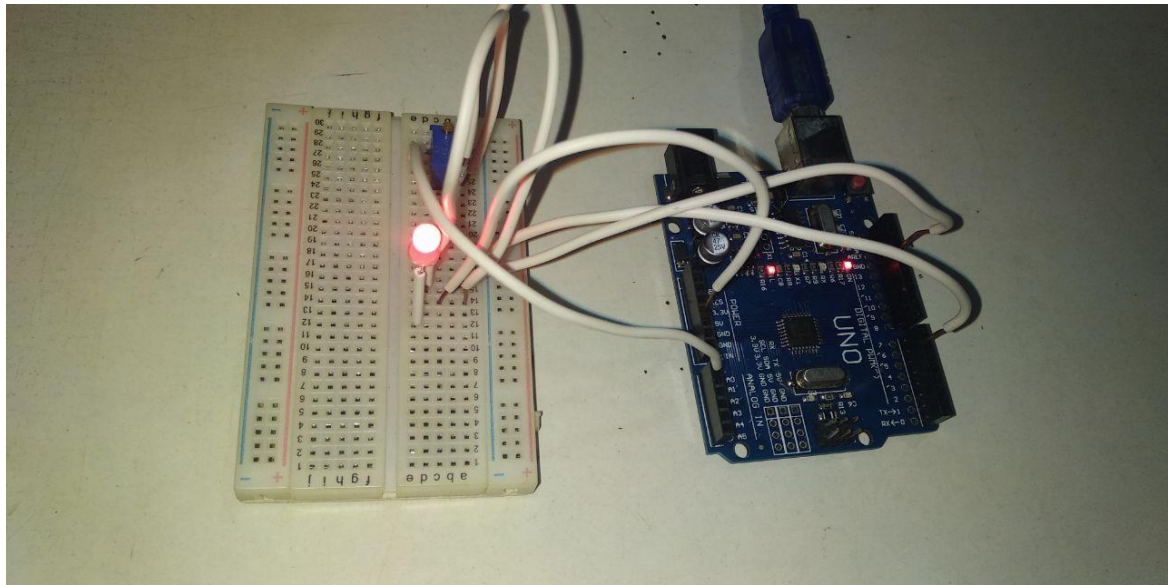


Рисунок 3.17 – подача нижче чим 2,5В, RGB світлодіод червоного кольору

Далі були зроблені заміри напруги за допомогою мультиметра, щоб переконатися у правильності роботи написаного коду, та в коректній роботі плати.

На рис. 3.18 показаний замір для білого кольору.

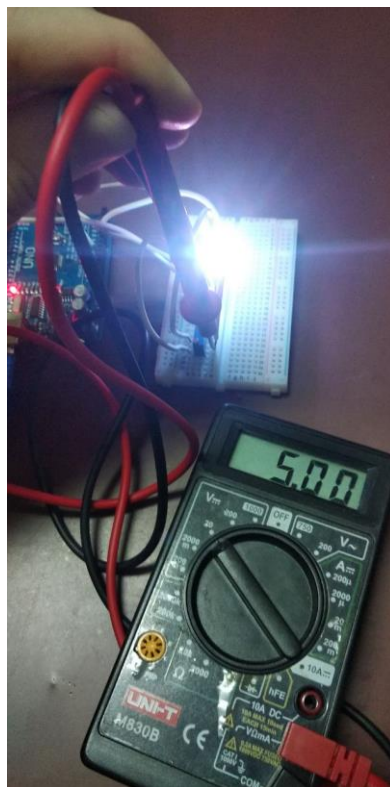


Рисунок 3.18 – замір напруги для білого кольору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.

45

На рис. 3.19 показаний замір для синього кольору.

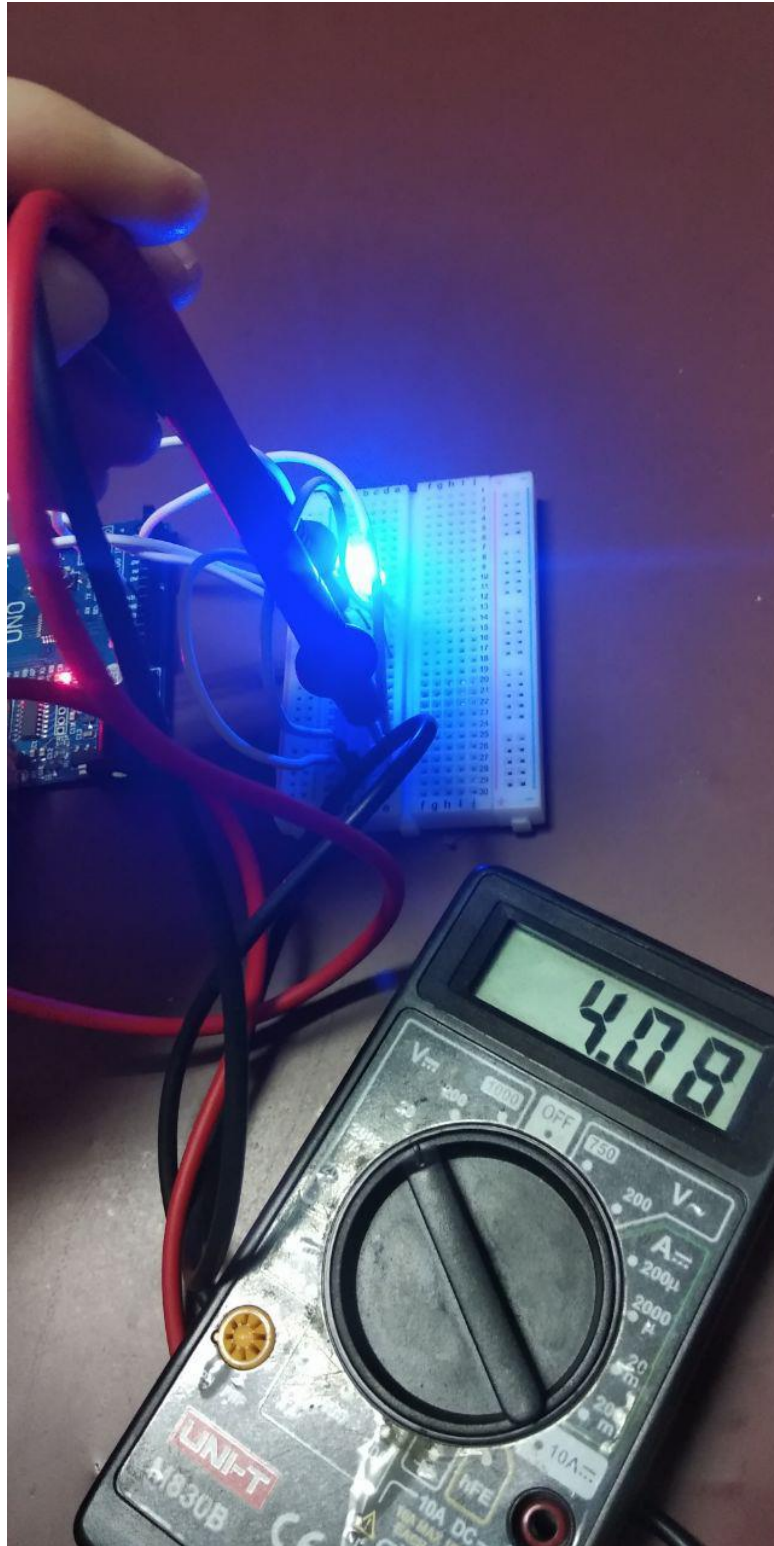


Рисунок 3.19 – замір напруги для синього кольору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.
46

На рис. 3.20 показаний замір для зеленого кольору.

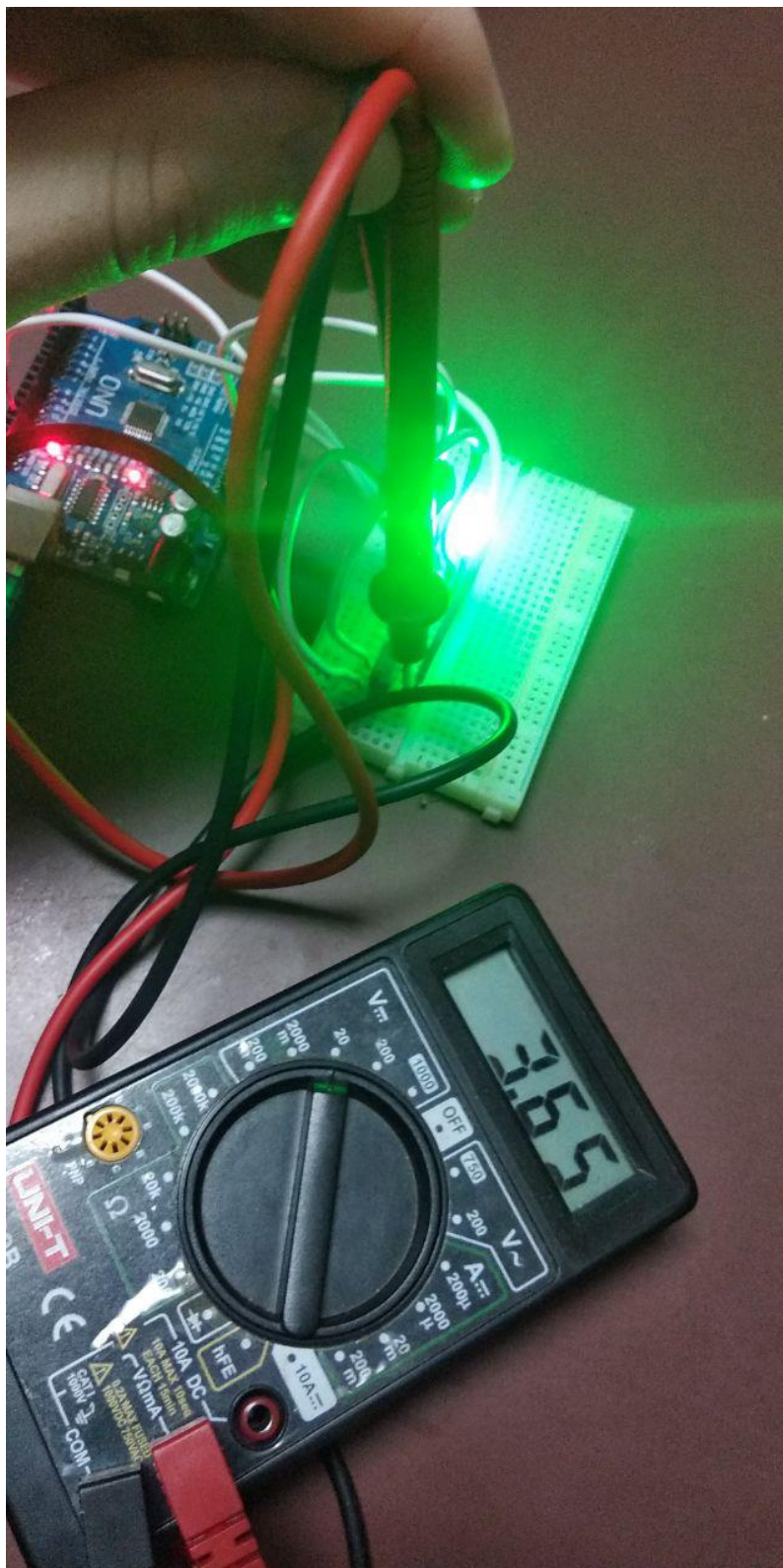


Рисунок 3.20 – замір напруги для зеленого кольору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.
47

На рис. 3.21 показаний замір для червоного кольору.



Рисунок 3.21 – замір напруги для червоного кольору

Отже, як видно на рисунках, написаний програмний код, та плата відпрацьовують правильно, та показують вірні значення напруги для кожного із кольорів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.141.180091.ПЗ

Арк.
48

РОЗДІЛ 4
ОСНОВНІ ВИМОГИ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК СПОЖИВАЧІВ НАПРУГАЮ ДО 1000В.
ПРОТИПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Основні вимоги безпечної експлуатації електричних установок споживачів

Обслуговування електроустановок споживачів може здійснювати спеціалізована організація чи електротехнічний персонал іншого, зокрема малого або кооперативного підприємства, за договором, укладеним відповідно до вимог «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (ПБЕЕС), «Правил користування електричною енергією» (ПКЕЕ) [6].

Керівник (власник) підприємства має забезпечити організацію:

- 1) експлуатації електричного і електротехнічного обладнання та мереж відповідно до вимог ПТЕЕС, ПБЕЕС та інших нормативних документів;
- 2) надійної роботи електроустановок та безпеки їх обслуговування;
- 3) виконання заходів щодо запобігання використанню технологій і методів роботи, які негативно впливають на навколишнє середовище;
- 4) виконання встановлених режимів енерговикористання та приписів органів державного нагляду [6].

Керівник підприємства повинен призначити особу, що відповідає за загальний стан електрогосподарства підприємства – особу, відповідальну за електрогосподарство, яка має безпосередньо виконувати функції з експлуатації електроустановок [6].

Відповідальним за електрогосподарство повинен бути призначений інженерно-технічний працівник, що відповідає вимогам Правил та атестований зі знань з ПТЕ і ПБЕ електроустановок споживачів [6].

Як правило, обов'язки зазначеної особи виконує головний енергетик підприємства за наявності такої посади. Поряд з цим допускається виконання

					7.141.180091.ПЗ	Арк. 49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До первинних засобів пожежегасіння відносяться вогнегасники, їх слід встановлювати у зазначених легкодоступних та помітних місцях (коридори, біля входів або виходів з приміщень тощо). Місця встановлення вогнегасників позначаються відповідними вказівними знаками. Експлуатація вогнегасників здійснюється згідно з паспортами заводів-виготовлювачів, користування вогнегасниками - згідно з табличкою на корпусі [7].

Категорично забороняється гасіння електроприладів під напругою піною та не розпиленою водою. Порошкові вогнегасники найефективніші у більшості випадків, однак їх заборонено застосовувати, якщо порошок може потрапити на елементи пристроїв під напругою більше ніж 1000 В [7].

Вуглекислий газ ефективний для гасіння всіх класів пожеж. Він гасить, не виводячи з ладу електромеханічні пристрої, електрошафи тощо. Ним допускається гасіння електроустановок під напругою до 10000 В [7].

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

За допомогою середовища FlowCode був розроблений алгоритм, який показує коли і при яких обставинах потрібно включати один з чотирьох кольорів.

За допомогою документації були обрані ніжки мікроконтролера для коректного їх підключення до світлодіода за їх призначенням. Також, був розроблений програмний код за допомогою середовища Arduino IDE на основі створеного алгоритму у середовище FlowCode. Були проведені випробування працездатності самої плати Arduino UNO та створеного програмного коду. Завдяки цим тестами, ми переконались у правильності написання самого коду та підключення світлодіода до плати Arduino UNO.

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

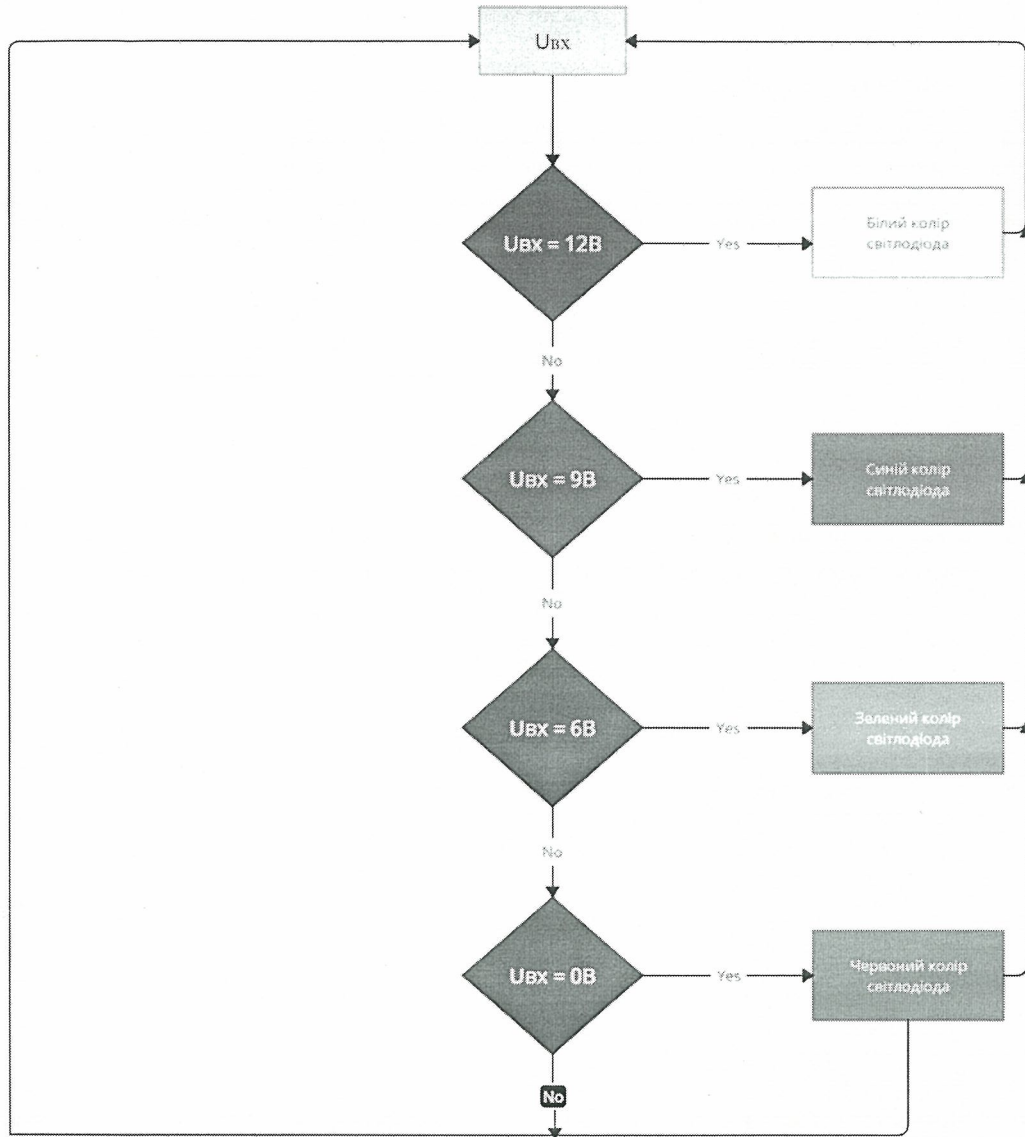
1. Розробка системи діагностування та керування зарядом електромобіля на базі мікроконтролера ESP32 [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://crust.ust.edu.ua/items/26c17f89-3f6f-4554-b63f-7da8cf57cd1a>
2. Документація світлодіода WS2812 [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/553088/ETC2/WS2812.html>
3. Arduino Uno [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
4. Потенціометр [Електрон. ресурс] / Режим доступу: https://www.hwlibre.com/uk/potenciometro-todo-lo-que-deberias-saber/#Integrar_el_potenciometro_con_Arduino
5. Arduino IDE [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/guide/Environment>
6. Вимоги технічної експлуатації електроустановок споживачів [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=275105>
7. Пожежна охорона [Електрон. ресурс] / Режим доступу: <https://studfile.net/preview/3756284/page:4/>

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 1) Розробка алгоритму;
- 2) Розробка блок-схеми пілот сигнал напруги;
- 3) Схема підключення Arduino UNO;
- 4) Розробка програмного коду;
- 5) Заміри напруги на платі;
- 6) Завантаження коду на плату Arduino UNO.

					7.141.180091.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗРОБКА БЛОК-СХЕМИ ПІЛОТ СИГНАЛ НАПРУГИ



Блок-схема пілот сигнал напруги

					Розробка блок-схеми пілот сигнал напруги					
					Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля					
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб			
						1	1 : 1			
Розроб.		Ковальов Я.І.	<i>[Signature]</i>	10.02.23						
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	21.12						
Т. Контр.					Арк. 58	Аркушів 62				
Реценз.					Український державний університет науки і технологій, група ЕП1811					
Н. Контр		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	21.12				Додаток Б 7.141.180091.02		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	21.12						

СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ARDUINO

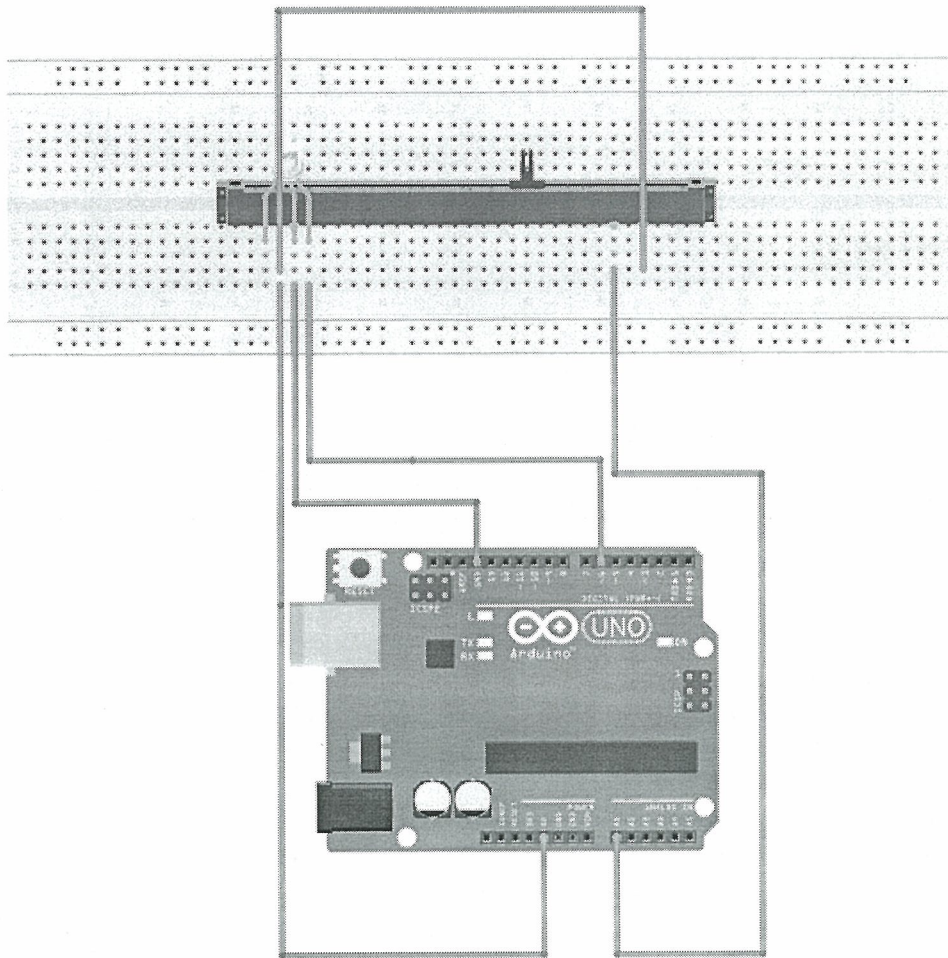
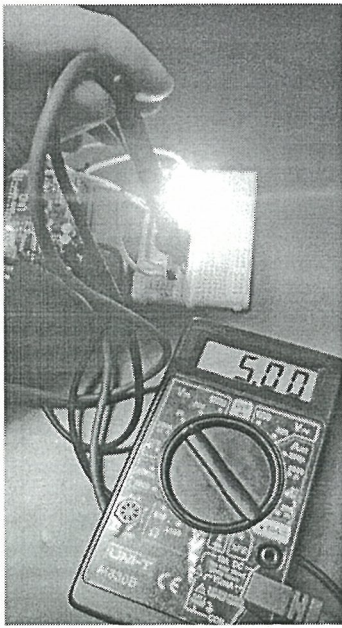


Схема підключення Arduino

					Схема підключення Arduino							
					Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля	Літ.	Маса	Масштаб				
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			1	1 : 1				
						Арк.	59	Аркушів	62			
Розроб.		Ковальов Я.І.	<i>[Signature]</i>	2023		Додаток Б 7.141.180091.03						
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	2022						Український державний університет науки і технологій, група ЕЕ2221		
Т. Контр.												
Реценз.												
Н. Контр		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	2022								
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	2022								

ЗАМІРИ НАПРУГИ НА ПЛАТІ



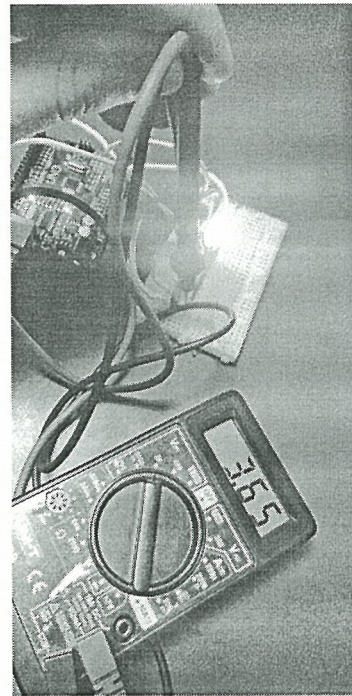
5В білий



1,37В червоний



4,08В синій



3,65В зелений

					Завантаження коду на плату Arduino UNO			
					Дослідження перехідних процесів у колах керування зарядного комплексу електромобіля	Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ковальов Я.І.							
Перевір.	Муха А.М.							
Т. Контр.						Арк. 61	Аркушів 62	
Реценз.						Український державний університет науки і технологій, група EE2221		
Н. Контр	Карзова О.О.					Додаток Б 7.141.180091.05		
Затверд.	Муха А.М.							

