

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНИКИ І РОБОТОТЕХНІКИ

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології та інформаційно-виміральної техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована система вимірювання та
контролю освітленості виробничих приміщень**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-2
спеціальність Метрологія та
інформаційно-вимірвальна
техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Казмірчук Віталій Миколайович

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., професор
Подчашинський Юрій Олександрович

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доц. доц. каф. РЕТ

(прізвище та ініціали)

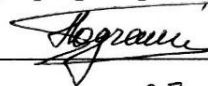
Шавурський Н.О.

Житомир 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.


« 30 » 03 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Казмірчук Віталій Миколайови

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система вимірювання та контролю освітленості виробничих приміщень

Затверджена Наказом по університету від « 30 » 03 2023 р. № 129/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 10 » 06 2023 р.

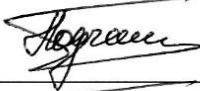
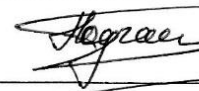
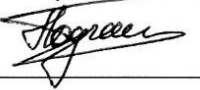
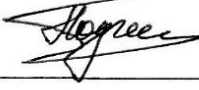
3. Вихідні дані до роботи включення і виключення системи, посилення поточних значень освітленості на дисплей

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання освітленості виробничого приміщення, розробка структурної, принципової схем, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та друкована плата

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

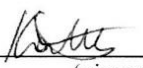
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Подчашинський Ю.О., д.т.н., професор		
4,5,6,7	Подчашинський Ю.О., д.т.н., професор		

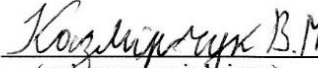
7. Дата видачі завдання 30.03.23

Календарний план

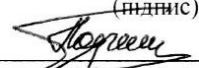
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Підготовка звіту про переддипломну практику	01.05.2023-07.05.2023	
2	Збір літературних даних та відомих систем вимірювання освітленості	08.05.2023-14.05.2023	
3	Ознайомитись з основними принципом побудови систем вимірювання освітленості	15.05.2023-21.05.2023	
4	Розробка структурної схеми системи вимірювання освітленості	22.05.2023-28.05.2023	
5	Розробка принципової схеми системи	29.05.2023-04.06.2023	
6	Вибір компонентів	05.06.2023-15.06.2023	
7	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи вимірювання освітленості	16.06.2023-20.06.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	21.06.2023-26.06.2023	

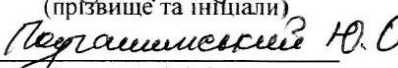
Студент


(підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)


(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система вимірювання та контролю освітленості виробничих приміщень» містить 63 сторінки, 22 рисунків, 3 таблиці, 9 формул, 24 джерела.

В роботі проводиться обґрунтування актуальності створення системи вимірювання та контролю освітленості виробничих приміщень.

Складена структурна та принципова схеми система вимірювання та контролю освітленості виробничих приміщень. На базі розробленої принципової схеми розроблена друкована плата. Розроблений алгоритм роботи та відповідна програма.

Прорахована точність та надійність системи.

Ключові слова: вимірювання та контролю освітленості, люксметр, мікроконтролер

ANNOTATION

The bachelor's thesis on the topic "Computerized system of measurement and control of illumination of industrial premises" contains 63 pages, 22 figures, 3 tables, 5 formulas, 24 sources.

The work substantiates the relevance of creating a system for measuring and controlling the illumination of industrial premises.

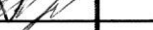
The structural and principle scheme of the system of measuring and controlling the illumination of industrial premises is compiled. A printed circuit board was developed on the basis of the developed schematic diagram. The work algorithm and the corresponding program have been developed.

The calculated accuracy and reliability of the system.

Keywords: measurement and control of illumination, lux meter, microcontroller

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	9
1.3. Технічні параметри системи.....	9
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	11
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	12
2.1. Інснуючі системи вимірювання освітленості.....	12
2.2. Огляд аналогів контролю сисистем	16
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ.....	21
3.1. Обґрунтування мікроконтролера.....	21
3.2. Обґрунтування датчика освітленості.....	23
3.3. Обґрунтування джерела живлення.....	24
3.4. Обґрунтування індикації.....	26
3.5. Обґрунтування кнопки вимикання.....	27
3.6 Структурна схема.....	29
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	32
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	32
4.2. Вибір датчика освітленості.....	34
4.3. Вибір індикації.....	35
4.4. Вибір кнопки.....	37
4.5. Вибір живлення.....	38
4.7. Обґрунтування принципової схеми.....	40
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ	42
5.1. Алгоритм програми	42
5.2. Розробка програми.....	44
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	47
6.1. Розробка друкованої плати.....	47
6.2. Розрахунок надійності системи.....	50
6.3. Розрахунок похибки вимірювання освітленості приміщення.....	54
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
7.1. Охорона праці.....	58
7.2. Умови охорони праці при роботі з люксометром.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

					МММТ 480.005.005- ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Комп'ютеризована система контролю освітленості виробничих приміщень Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркшів			
Розробив		Казмірчук В.М.									
Перевішив		Подчашинський					5	63			
Рецензент		Шевуровський				ДУ «Житомирська політехніка», МТ-2					
Н. контр.											
Затверд.		Подчашинський									

ВСТУП

Актуальність розробки. Приміщення, призначенні для тривалого перебування людей, повинні мати хороше природне та штучне освітлення. Погана світлова обстановка приміщень у поєднанні з високим зоровим навантаженням може стати причиною зорової та загальної втоми, прити розвитку короткозорості, а також травм.

Світло являє собою видімі електромагнітні хвилі оптичного діапазону довжиною 380-760 нм, що сприймається сітчастою оболонкою зорового аналізатора.

Людина отримує близько 80% усієї інформації за допомогою органів зору та якість надходження інформації багато вчому залежить від освітлення – найважливішого фактора створення нормальних умов праці. Недостатнє та надмірне освітлення робочого місця викликає швидку втому центральної нервової системи, захворювання органів зору та організму в цілому, через що знижується уважність і, отже значно зменшується продуктивність праці, а також збільшується ймовірність нещасних випадків.

Контроль освітлення розглядається як одна з найважливіших функцій систем курування. Освітлення виробничих приміщень – це складна система, яка повинна враховувати безліч параметрів залежно від сезону року, часу доби та присутності людини.

В даний час використовується 3 види освітлення:

- 1) природне (джерелом якого є сонце);
- 2) штучне (Коли використовується тільки штучні джерела світла);
- 3) суміщене або змішане (характеризується одночасним поєднанням природного та штучного освітлення).

Поєднане освітлення застосовується в тому випадку коли тільки природне освітлення не може забезпечити необхідні умови для виконання певних виробничих, соціальних чи інших операцій.

Продне освітлення створюється природними джерелами світла прямим

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						6
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

сонячним промінням і дифузним світлом небозводу(від сонячного проміннів розсіяних атмосферою). Природне освітлення є біологічно найбільш цінним видом освітлення, до якого максимально пристосованне око людини.

Діючими будівельними нормами та правилами передбачено дві системи штучного освітлення: система загального освітлення та комбінованого освітлення.

Таким чином, стає очевидною необхідність застосування пристроїв для вимірювання та подальшого контролю освітленості на робочому місці та фактично будь-якій існуючій організації. Тим самим виникає актуальність розробки метрологічного забезпечення такого приладу, що є основною метою цього дипломного проєкту.[1]

Мета роботи: Розробити систему вимірювання і контролю освітленості виробничих приміщень

Задачі, які необхідно виконати для досягнення мети:

1. Проаналізувати існуючі системи вимірювання освітленості;
2. Розробити структурну схему системи вимірювання освітленості;
3. Розробити принципову схему системи;
4. Розробити друковану плату;
5. Розробити алгоритм роботи та відповідну програму;
6. Прорахувати похибки та надійність системи;

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						7
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Люксметр - це прилад, який використовується для вимірювання освітленості. Він визначає кількість світла, яка падає на певну площину або об'єкт. Освітленість вимірюється в люксах (lx), де 1 люкс відповідає освітленості, яку створює один кандела на квадратний метр.

Люксметри широко застосовуються в різних галузях, де контроль або вимірювання освітленості є важливим. Ось деякі з основних областей застосування люксметрів:

1. Освітлення в приміщеннях: Люксметри використовуються для вимірювання рівня освітлення в офісах, школах, лабораторіях, магазинах та інших комерційних та промислових приміщеннях. Це допомагає забезпечити відповідний рівень освітлення для комфорту та безпеки працівників або клієнтів.

2. Дизайн і освітлення: Люксметри використовуються дизайнерами освітлення для визначення потреби в світлі в певному просторі, а також для перевірки, чи досягається бажаний рівень освітленості після встановлення освітлювальних систем.

3. Фотографія та відеозйомка: Люксметри використовуються фотографами та операторами відеокамер для вимірювання рівня освітлення при роботі в зовнішніх або внутрішніх умовах. Це допомагає налаштувати відповідні параметри зйомки, такі як витримка, діафрагма та ISO, для досягнення оптимальної якості зображення або відео.

4. Оцінка робочого середовища: Люксметри використовуються в процесі оцінки робочого середовища для перевірки дотримання норм освітленості, встановлених організаціями з охорони праці. Це допомагає виявити потенційні проблеми, пов'язані з недостатнім або надмірним освітленням на робочому місці.

5. Гідропоніка та вирощування рослин: Люксметри використовуються в сільському господарстві та гідропоніці для контролю за рівнем освітлення

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		8

вироснути рослин. Це дозволяє оптимізувати умови росту та розвитку рослин шляхом налагодження правильного спектру та інтенсивності світла.

Це лише деякі приклади застосування люкметрів. Завдяки їх широкому спектру застосувань, вони стають корисними інструментами для вимірювання та контролю освітлення у різних сферах діяльності.[2]

1.2 Умови експлуатації

- Діапазон вимірювання: від 0.025 люкс до 99999 люкс;
- Температура оточення: від -40°C до 85°C;
- Відносна вологість: 10 до 90% RH;
- Живлення: 3 В;
- Похибка: $\pm 15\%$;

1.3 Технічні параметри приладу

Люкметр - це пристрій, який використовується для вимірювання освітленості. Технічні параметри люкметра можуть варіюватися в залежності від його моделі та виробника, але основні параметри включають наступне:

Діапазон вимірювання: Це діапазон значень освітленості, який може виміряти люкметр. Зазвичай виражається в люксах (lx). Наприклад, люкметр може мати діапазон вимірювання від 0 до 100 000 люкс[3].

- **Точність:** Це значення вказує на міру відповідності вимірювань люкметра до точного значення освітленості. Точність може бути виражена в відсотках або в люксах. Наприклад, точність 3% або ± 2 люкси.
- **Роздільна здатність:** Це мінімальна зміна освітленості, яку може виявити люкметр. Виражається в люксах. Наприклад, роздільна здатність 1 люкс.
- **Вимірювальний елемент:** Люкметри можуть мати різні типи вимірювальних елементів, таких як фотодіоди або фототранзистори. Вимірювальний елемент виявляє світло і генерує електричний сигнал,

		який потім аналізується люкметром.			Дат
			МММТ 480.005.005- ПЗ		9
Зм	Дат	Но докум	Підпис	Лат	

- Інтерфейс та додаткові функції: Деякі люксметри можуть мати вбудований дисплей для відображення вимірюваних значень освітленості. Вони також можуть мати інтерфейси для підключення до комп'ютерів або інших пристроїв для збереження даних або аналізу.

Обслуговування люксметра є важливим аспектом його ефективної роботи і тривалого терміну служби. Ось кілька загальних кроків та рекомендацій щодо обслуговування люксметра:

1. Перевірка точності: Регулярно перевіряйте точність люксметра, порівнюючи його вимірювання з даними від іншого перевіреного джерела освітленості. Якщо виявлено неточності, може бути необхідно провести калібрування або звернутися до фахівців.
2. Очищення: Регулярно очищайте датчик люксметра від пилу, бруду або інших забруднень. Використовуйте м'яку тканину або спеціальні очищувальні засоби для електронних пристроїв.
3. Зберігання: Зберігайте люксметр у сухому і захищеному від пошкоджень місці. Уникайте впливу високих температур, вологості, ударів або падінь, які можуть пошкодити пристрій.
4. Перевірка батареї: Якщо люксметр працює на батарейках, періодично перевіряйте рівень заряду або стан батарейок. Замінюйте батарейки за потреби.
5. Дотримання інструкцій виробника: Дотримуйтесь інструкцій та рекомендацій, наданих виробником люксметра. Це включає правила використання, обслуговування, калібрування та будь-які інші рекомендації, які можуть бути надані.
6. Регулярне калібрування: Залежно від моделі і вимог виробника, люксметри можуть вимагати періодичного калібрування. Це процес, під час якого пристрій налаштовується на точне вимірювання освітленості. Калібрування може виконуватися самостійно з використанням калібрувальних карт або звертатися до сертифікованих лабораторій.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						10
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Якщо виникають будь-які проблеми з роботою люксметра або потрібні додаткові рекомендації, рекомендується звернутися до документації виробника або звернутися до фахівців в галузі вимірювання освітленості.

1.4 Вимоги до конструктивного оформлення

- Друкована плата з акумуляторною батареєю розміром 30x60 мм;
- Ремонтно придатна;
- Надійність: 14000 год.;
- Похибка: $\pm 15\%$

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						11
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Існуючі системи вимірювання освітленості

У широкому сенсі слова світлом називають будь-яке видиме оптичне випромінювання. В розділі фізики, що вивчає оптику, світло розглядається як електромагнітна хвиля (світловий потік) з певним діапазоном довжини хвиль або, по-іншому, потік фотонів з власної деякою енергією. Для того щоб виміряти потужність світлового потоку, доведеться зібрати весь світло, що виходить від конкретного джерела, і врахувати всі його промені, що розходяться в усіх напрямках. Робити це непросто, для цієї мети застосовують складні і дорогі прилади. Вимірюють характеристики світлового потоку в люменах.



Рис. 2.1 Зовнішній вигляд люксметра

Набагато простіше виміряти освітленість – одну з характеристик світлової обстановки. Одиницею освітленості від світлового потоку, що потрапляє на якусь поверхню, є люкс (в перекладі з грецького – “світло”), який виводиться з формули відношення світлового потоку до площі поверхні, на яку він падає. Люксметр – прилад, призначення якого – контролювати освітленість. Одиниці виміру позначаються як Лк.

Коли говорять про освітленості, то мають на увазі не якийсь певний джерело світла (лампочку або полум'я вогню), а навколишнє середовище.

Навколо джерела світла перебувають предмети обстановки, що відбивають

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лук
						12
Зм	Лук	Ю люкс	Піпп	Лат		

світло. Між ними існує якась відстань, прилади освітлення мають різну інтенсивність світла. Конструкція люксометри це все і враховує. Працювати з ним можна і на вулиці, і всередині приміщень.

Найпростіший люксометр складається з селенового фотоелемента, який перетворює світлову енергію в енергію електричного струму, і вимірює цей фотострум стрілочного мікроамперметра зі шкалами, проградуєваними в люксах. Різні шкали відповідають різним діапазонам вимірюваної освітленості, перехід від одного діапазону до іншого здійснюють за допомогою перемикача, що змінює опір електричного кола. (Наприклад, люксометр типу Ю-16 має три діапазони вимірювань: до 25, 100 і до до лк 500).

Ще більш високі освітленості можна вимірювати, використовуючи надягаючи на фотоелемент світлорозсіюючі насадки, які послаблюють падаюче на елемент випромінювання в певне число разів.

Криві відносної спектральної чутливості селенового фотоелемента і середнього людського ока неоднакові, тому показання люксометра залежать від спектрального складу випромінювання. Зазвичай прилади градуують з лампою розжарювання, і при вимірюванні простими люксометрами освітленості, створюваної випромінюванням іншого спектрального складу (денне світло, люмінесцентне освітлення), застосовують отримані розрахунком поправочні коефіцієнти. Похибка вимірювань такими люксометрами становить не менше 10% від вимірюваної величини.

Люксометри більш високого класу оснащуються корегують світлофільтрами, в поєднанні з якими спектральна чутливість фотоелемента наближається до чутливості ока; насадкою для зменшення помилок при вимірюванні освітленості, створюваної косопадаючим світлом; контрольною приставкою для перевірки чутливості приладу. Просторові характеристики освітлення вимірюють люксометри з насадками сферичної та циліндричної форми. Є моделі люксометрів з пристосуваннями для вимірювання яскравості. Похибка вимірювань найкращими люксометрами - близько 1%.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лук
Зм	Лук	Ю лк/лм	Пілп	Лат		13

Люксметр з яскравометром

Для того щоб була можливість контролювати обстановку, в якій знаходяться співробітники, пов'язані з працюючими дисплеями і комп'ютерними моніторами, під кришкою одного приладу з'єднали люксметр і яркомер. Це дуже зручно. Вимірювання у видимій області спектра параметрів освітленості – завдання для люксметри. Це доповнюється і одночасним контролем яскравості, що виходить від приладу. Застосовується при обстеженні робочого простору в навчальних і наукових установах, архівах, у школах при облаштуванні комп'ютерних класів, бібліотеках, на транспортних підприємствах, в музеях, на заводах і в різноманітних лабораторіях. Необхідно це пристрій в селянському господарстві і медицині.



Рис. 2.2 Зовнішній вигляд люксметра з яскравометром

При вирощуванні в оранжерейних і тепличних умовах різноманітних овочевих культур, розвиток плодів яких залежить від довжини світлового дня і умов освітленості, деякі модифікації люксметрів – незамінні вимірювачі потоків світла та інших показників. Особливим попитом у ІТ-компаніях, метрологічних та сертифікаційних центрах користується люксметр “ТКА-ПКМ”, застосовуваний для технічного контролю і нагляду. Пристроєм, окрім

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		14

його прямого призначення, можна вимірювати відносну вологість повітря і його температуру, швидкість руху повітря, витрата через канали вентиляції повітряного потоку. Використовувати прилад можна безупинно протягом восьми годин, джерелом живлення є заряджає акумулятор. Важить пристрій 0,5 кг.

Люксметр з пульсометром



Рис. 2.3 Зовнішній вигляд пульсметра

Робота люксметри-пульсметра заснована на фіксації змін прозорості людських тканин при серцевій діяльності. Цей прилад випускають у різних модифікаціях, його можуть одягати як кліпсу на вухо або як прищепку на палець руки або крило носа. Прилад за допомогою периферичного датчика і мікропроцесора виводить на дисплей отримані показники пульсу, вимірюваного як кількість ударів серця в хвилину. Датчик оснащений світлодіодами.

Людські кров і м'які тканини пропускають крізь себе світло від випромінювача, в ролі якого виступає або лазерний, або світлодіод. Від того, наскільки кров насичена киснем, залежить світлопоглинання. Детектором фіксується показник зміни прозорості тканин та капілярів. Від рівня кисню залежить прозорість, а коливання прозорості дають можливість виміряти частоту серцебиття. Для отримання достовірних значень пульсу вимагається повна нерухомість органу, на який надітий пульсметр.[4]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						15
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

2.2 Огляд аналогів систем вимірювання освітленості

Люксметр LX-1010BS



Рис.2.4 Зовнішній вигляд люксметра LX-1010BS

Це один з найпростіших моделей люксметрів характеризуються відносно невисокою вартістю та призначені для вимірювань оціночного характеру, що не вимагають високої прецизійності. Відсутність світлових фільтрів зумовлює точність порядку 10 Вт/м^2 , проте цього цілком достатньо для контролю рівня освітленості у рослинництві, метеорології, у закритих приміщеннях різного призначення, а також на відкритому просторі. До переваг цього люксметра можна віднести великий рідкокристалічний екран, розумне меню приладу, гнучке з'єднання чутливого елементу з приладом, що забезпечує можливість вимірювань у важкодоступних місцях.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання: 0 – 100000 Лк;
- Похибка: $\pm 5\% \pm 2$ одиниць;
- Час спрацювання: 0.4 с;
- Умови експлуатації: $0 \sim +40 \text{ }^\circ\text{C}$; $0 \sim 80 \text{ \% RH}$;
- Габарити: 116x70x29 мм;
- Вага: 200 г; .[5]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лук
Зм	Лук	Ю лорум	Пілпи	Лат		16

Люксметр BENETECH GM1010



Рис. 2.5 Зовнішній вигляд люксметра BENETECH GM1010

GM1010 цифровий люксметр виробництва Benetech. Основним призначенням цього люксметра є вимірювання рівня освітленості. Особливістю GM1010 є: невеликі розміри приладу, висока чутливість фотодатчика та мале споживання (до 60 годин роботи). Діапазон виміру освітленості: до 200000 Lux. Також GM1010 оснащений функціями відображення мінімального та максимального значень вимірювання, автоматичного вимірювання, а для економії енергії батареї реалізована функція автоматичного вимикання приладу при тривалій бездіяльності. Надійну роботу люксметра забезпечує високочутливий кремнієвий фотодіод, як датчик рівня освітленості. Люксметр GM1010 це простий в експлуатації та надійний вимірювальний прилад. Якщо Вам потрібен люксметр для оранжереї або домашнього використання, то це буде відмінний вибір - ідеальне співвідношення ціна/якість.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання: 0-200000 люкс;
- Час спрацювання: 2 с;
- Похибка: в діапазоні до 10000 Lux - $\pm 3\%$; в діапазоні більше 10000 - $\pm 4\%$;
- Габарити: 166x53x38 мм;
- Вага: 110 г; [6]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лук
						17
Зм	Лук	Ю лорум	Пілпи	Лат		

Міні люксметр FLUS MT-906



Рис. 2.6 Зовнішній вигляд міні люксметра FLUS MT-906

Вимірник освітленості (люксметр) моделі MT906 призначений для виконання вимірювання рівня освітленості. Спектральна чутливість люксметра MT-906 відповідає відносній спектральній світловій ефективності С.І.Е. Як світлочутливий датчик у цьому приладі використовується високостабільний, з тривалим терміном служби кремнієвий фотодіод зі спеціальним коригуючим фільтром. Особливостями цього люксметра є: вимірювання освітленості в широкому діапазоні, дві величини вимірювання (Lux, Footcandle), зручний і компактний корпус, кремнієвий фотодіод із корекцією кольору відповідає спектральній чутливості ока людини, запам'ятовування останнього результату (HOLD), відображення показань MIN, MAX

Технічні характеристики:

- Робочий діапазон: 0~100 kLux, 0~10 kFc;
- Час спрацювання: 2с;
- Похибка: $\pm 3\% \pm 0,5\% FS (< 10 \text{ kLux})$; $\pm 4\% \pm 10 (> 10 \text{ kLux})$;
- Умови експлуатації: -20~60 °C; 10~90 % RH;
- Вага: 160 г;
- Габарити: 172×55×38 мм; .[7]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		18

Люксметр ТМ-202



Рис. 2.7 Зовнішній вигляд люксметра ТМ-202

Модель люксметра ТМ-202 вже оснащена фільтром для відсікання випромінювання поза видимим діапазоном, має півтораметровий кабель з'єднання датчика з приладом, характеризується набором додаткових функцій таких як індикація перенавантаження, індикація низького заряду батареї, фіксація значення, функція максимального, мінімального та усередненого значення. Цей люксметр призначений для вимірювання всіх видимих джерел світла в приміщеннях різного призначення. Особливість цього люксметра: згідно JISC 1609 1993 та CNS 5119 відповідає специфікації класу А

Технічні характеристики:

- Датчик: кремнієвий фотодіод та фільтр;
- Діапазон вимірювання: 0-2000000 Lux; 0-20000 Foot-candle;
- Похибка: $\pm 3\%$ (Відкалібровано лампою розжарювання 2856 °K) $\pm 6\%$ (за іншими видимими джерелами світла);
- Умови експлуатації: -20~60 °C; 10~90 % RH;
- Час спрацювання: 0.4 с;
- Вага: 250 г;
- Габарити: 133x48x23 мм; .[8]

Професійний люксметр FLUS ET-952



Рис 2.8 Зовнішній вигляд люксметра FLUS ET-952

Люксметр FLUS ET-952 (ФЛУС ET-952) – професійний прилад для вимірювання освітленості, містить виносної сенсор освітленості, відрізняється розширеним діапазоном вимірювання сили світла природних та штучних джерел освітлення, з ручним/автоматичним перемиканням діапазоном з межею до 400 kLux, індикацією низького розряду і переповнення, з збільшеним дисплеєм з цифровими чіткими, яскравими розрядами і 40-ка сегментною графічною візуальною шкалою. Вимірювач освітленості традиційно популярний серед співробітників підрозділів державних служб з охорони праці, проводять періодичні вимірювання рівня освітленості на виробництві: у заводських цехах, комерційної нерухомості, освітніх і медичних установах, об'єктах соціально-культурного призначення.

Технічні характеристики:

- Датчик: кремнієвий фотодіод та фільтр;
- Діапазон вимірювання: 0 - 400 000 Lux;
- Похибка: 0,1 Lux до 1000 Lux, 1 Lux якщо більше 1000 Lux;
- Умови експлуатації: -20~60 °C; 10~90 % RH;
- Час спрацювання: 0.5 с;
- Вага: 308 г;

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						20
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

– Габарити: 185×66×33 мм;[9]

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

3.1 Обґрунтування мікроконтролера

Мікроконтролер – це спеціалізований мікроелектронний програмований прилад, що призначений для використання у керуючих пристроях, системах передачі даних та системах керування технологічними процесами.

Зовнішній вигляд мікроконтролера зображено на рисунку 3.1.

Мікроконтролери використовують у побутовій техніці, медичних приладах, системах керування ліфтами, телефонах, раціях та інших засобах зв'язку, електронних музичних інструментах та автомагнітолах, комп'ютерній периферії (клавіатурах, джойстиках, принтерах, тощо), світлофорах, автоматичних воротах та шлагбаумах, інтерактивних дитячих іграшках, автомобілях, локомотивах та літаках, роботах та промислових верстатах.



Рис. 3.1 Зовнішній вигляд мікроконтролера

Мікроконтролер, на відміну від мікропроцесора, зазвичай має порівняно невелику розрядність (8 – 16 бітів) та багатий набір команд маніпулювання окремими бітами. Бітові команди дають змогу керувати дискретним обладнанням (підняти/опустити шлагбаум, увімкнути/вимкнути лампу, нагрівач, запустити/зупинити двигун, відкрити/закрити клапан, тощо). Наявність можливості оперувати окремими бітами, вводити та виводити дискретні сигнали називають «бітовим процесором».

Ще одна з основних відмінностей мікроконтролера від мікропроцесора полягає у тому, що у складі мікросхеми контролера є усі елементи для побудови простої (а інколи – і досить складної) системи керування. Так,

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист 21
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

всередині мікроконтролера є пам'ять даних (оперативна пам'ять), пам'ять програм (постійна пам'ять), генератор тактових імпульсів, таймери, лічильники, паралельні та послідовні порти. Тож система мінімальної конфігурації на основі мікроконтролера може складатися з блока живлення, безпосередньо мікросхеми контролера та кількох пасивних елементів (резисторів, конденсаторів та кварцового резонатора). І це фактично є ніщо інше, як одноплатний міні комп'ютер на основі однієї мікросхеми, придатний для вбудовування до об'єкта керування. Середня вартість системи мінімальної конфігурації складає кілька десят доларів[10].

Типова архітектура мікроконтролера складається (дивитися рис.3.2) з системи синхронізації та керування (1), арифметико-логічного пристрою (2), регістрів загального призначення (3), пам'яті даних (4) та пам'яті програм (5), портів (6), функціональних пристроїв (таймерів, лічильників, широтно-імпульсних модуляторів, інтерфейсів) та регістрів їх налаштування (7), рис. 4.

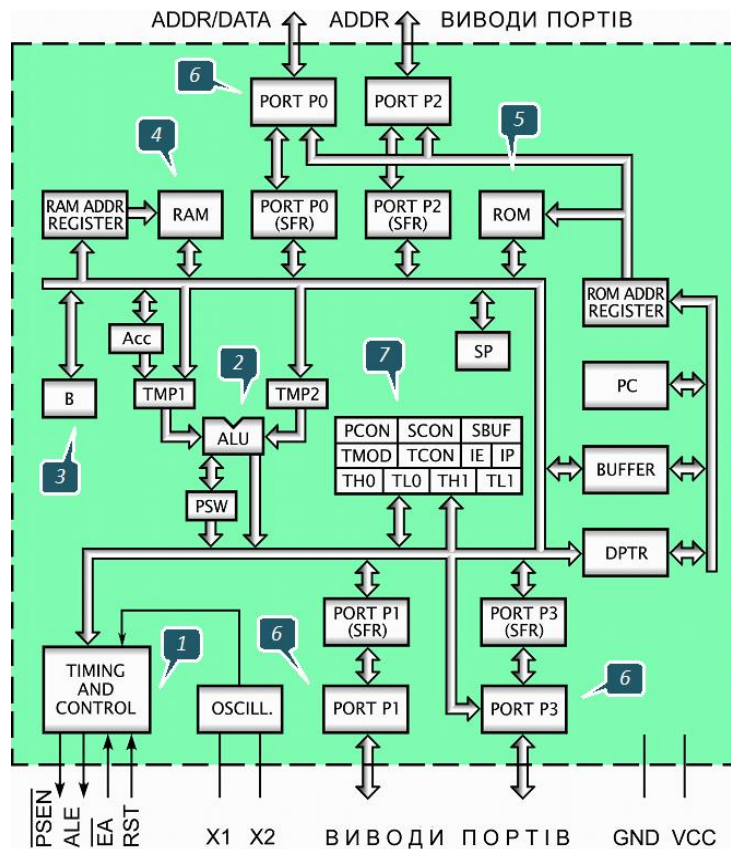


Рис. 3.2 Архітектура мікроконтролера

Програми для мікроконтролерів створюють у спеціальних інтегрованих інструментальних середовищах (англ.: Integrated Development Environment, IDE) мовами Асемблера (машинних команд) або C++.

Залишається додати, що кожного року у світі продаються мільярди мікроконтролерів, а середній мешканець розвинутої країни протягом кожного дня десятки разів має справу з мікроконтролерами, які є невід’ємною частиною сучасного технологічного навколишнього середовища.

3.2 Обґрунтування датчика освітленості

Датчик освітленості - це пристрій, який використовується для вимірювання рівня освітленості в навколишньому середовищі. Його також часто називають фотодатчиком або фоторезистором як зображено на рисунку 3.3.

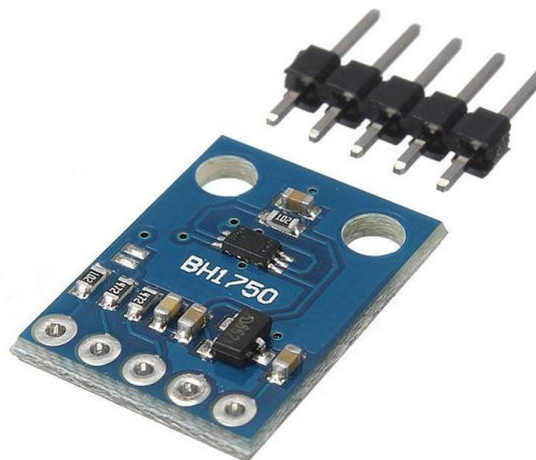


Рис. 3.3 Зовнішній вигляд датчика освітленості

Датчики освітленості зазвичай мають фоточутливий елемент, який реагує на світло і генерує відповідний електричний сигнал. Цей сигнал може бути використаний для контролю освітлення в приміщенні, регулювання яскравості дисплеїв, керування автоматичними світловими системами та багатьма іншими застосуваннями.

Датчики освітленості широко використовуються в промисловості, будівництві, автоматизації, енергозбереженні та інших сферах. Вони допомагають автоматизувати процеси, забезпечують комфортні умови роботи та дозволяють ефективно використовувати енергію, регулюючи освітлення в залежності від потреб.

Наприклад, датчики освітленості можуть допомогти включати вуличне освітлення в темний час доби, автоматично вимикати світло в кімнаті, якщо немає присутності, або регулювати яскравість підсвічування дисплеїв смартфонів та планшетів в залежності від освітлення оточуючого середовища.

Загалом, датчики освітленості дозволяють пристроям реагувати на зміни у рівні освітленості, що допомагає забезпечити ефективність, комфорт та економію енергії у різних застосуваннях.[11]

3.3 Обґрунтування джерела живлення

Кожна електросистема потребує для себе живлення у вигляді електроенергії. Вона може надходити в систему напряму, або через перетворюват, з електромережі, бо від батарейки чи акумулятора зовнішній вигляд різних батарейок зображено на рисунку 3.4.



Рис. 3.4 Зовнішній вигляд батарейки

Будь-яка батарея або акумулятор – це джерело електроживлення, в якому енергія утворюється в результаті протікання хімічних реакцій. Залежно від типу протікає реакції, виділяють два типи елементів живлення:

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						24
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Гальванічні. Одноразової дії. Реакція, яка відбувається в них при виробленні електричної енергії, необоротна. Зважаючи на це такі батарейки не можна перезаряджати, після вироблення ресурсу вони підлягають утилізації.

Акумуляторні. Їх головна відмінність і перевага – оборотність реакції, яка відбувається в результаті вироблення електрики. Тому після розрядки такі елементи живлення можна зарядити і використовувати повторно.

Будь-яка батарейка на 90% відсотків складається з трьох ключових елементів: анода (підключений до полюсу «-»), катода (підключений до полюсу «+») і електроліту. Коли вона вставляється в прилад, то підключається до електричного кола, і в батарейці починаються окислювально-відновні реакції.

Як це виглядає на практиці. Матеріал анода окислюється і виділяє електрони, які і формують електрострум. Оскільки в ході реакції утворюється надмірна їх кількість, через електроланцюг електрони переміщуються до катода, де нейтралізуються в ході процесу відновлення. Електрична напруга створюється саме завдяки надлишку електронів на негативному полюсі при їх нестачі на позитивному.

Найчастіше під цим джерелом живлення ми маємо на увазі пальчикові і мізинчикові батарейки, які офіційно мають формат батарейки AA і AAA відповідно. Однак крім них також на ринку є такі типорозміри:

- AAAA. Використовуються для самих компактних приладів, як-то лазерні указки, LED-ліхтарики, комп'ютерні автономні стилуси і т.д.

- Батарейки тип C. Часто називається «Дюймовочкою». Цей варіант застосовується в годинах, будильниках, іграшки на радіокеруванні та багатьох інших побутових приладах.

- D. У народі більш відома як «бочка». Виступає джерелом харчування в пристроях з високим енергоспоживанням: магнітолах, раціях, потужних ручних ліхтарях та інших.

- PP3 або «Крона». Має велику сферу застосування.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						25
Зм	Лист	№ докум	Піппп	Лет		

3.4 Вибір дисплею

Графічний дисплей - це пристрій, який використовується для відображення графічної інформації, такої як зображення, текст або відео. Його основна функція полягає в тому, щоб перетворити електричні сигнали на зрозумілі для людей графічні зображення.

Графічні дисплеї можуть бути вбудовані в різні пристрої, такі як комп'ютери, мобільні телефони, телевізори, планшети, гральні консолі та багато інших пристроїв. Вони представляють собою екран, який складається з мініатюрних пікселів, кожен з яких може світитися окремо із заданою яскравістю та кольором.

Сучасні графічні дисплеї використовують різні технології, такі як LCD (рідкокристалічні дисплеї), OLED (органічні світлодіодні дисплеї), AMOLED (активно-матричні OLED дисплеї) та інші. Кожна з цих технологій має свої переваги і недоліки, що впливають на якість зображення, споживання енергії та інші параметри дисплею.

Графічний дисплей може відображати широкий спектр кольорів і деталей, забезпечуючи високу якість зображення. Він дозволяє користувачам сприймати інформацію візуально і взаємодіяти з пристроєм за допомогою сенсорного екрана або інших введених пристроїв, таких як миша або клавіатура.

- 1) Графічні дисплеї стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя і знаходять широке застосування у різних галузях, включаючи і впровадження графічних дисплеїв в різних галузях є надзвичайно широким. Ось деякі з них:
- 2) Інформаційні технології: графічні дисплеї є ключовою складовою комп'ютерів, ноутбуків, мобільних телефонів, планшетів та інших пристроїв. Вони дозволяють відображати інтерфейс користувача, веб-сторінки, програми та мультимедійний контент.
- 3) Мультимедіа: Графічні дисплеї використовуються у телевізорах, проекторах, кінотеатрах та інших пристроях для відтворення відео, фотографій та аудіо контенту.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						26
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

- 4) Реклама та маркетинг: Більшість рекламних інформаційних панелей, білбордів, екранів у магазинах та на вулицях використовують графічні дисплеї для привернення уваги та відображення рекламного контенту.
- 5) Медицина: Графічні дисплеї використовуються у медичному обладнанні, такому як ультразвукові апарати, рентгенівські машини та монітори пацієнтів. Вони дозволяють високоякісне відображення медичних зображень та результатів досліджень.
- 6) Транспорт: Графічні дисплеї застосовуються в автомобілях, літаках, поїздах та інших транспортних засобах для навігації, відображення інформації про швидкість, керування медіа-системами та взаємодії з пасажиром.
- 7) Ігрова індустрія: Графічні дисплеї відіграють ключову роль у відеоіграх, надаючи гравцям візуальне задоволення та інтерактивний досвід.
- 8) Промисловість: Графічні дисплеї використовуються у промислових контролерах, моніторах виробничих процесів та системах управління, де важливо відображення інформації та взаємодія з користувачем.[13]

3.5 Обґрунтування кнопки вимикання

На платі електронного пристрою можуть бути різні типи кнопок, залежно від їх функціональності та способу взаємодії з користувачем. Ось декілька поширених видів кнопок, які можна знайти на платі:

1. Моментальна кнопка (Momentary Push Button): Це найпоширеніший тип кнопки, який використовується для тимчасового контакту із платою. При натисканні кнопки вона залишається в натиснутому стані лише на короткий час і повертається до вихідного стану, коли натискання припиняється. Цей тип кнопки часто використовується, наприклад, для включення/вимкнення пристрою, затвердження операцій або взаємодії з меню.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						27
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

2. Тогл-перемикач (Toggle Switch): Це перемикач, який залишається у включеному або вимкненому стані, поки його не переключать знову. Він має два стабільних положення, іноді позначені як "ON" (увімкнено) та "OFF" (вимкнено). Тогл-перемикач може використовуватись для постійного включення або вимкнення функцій пристрою.
3. Сенсорна кнопка (Touch Button): Це кнопка, яка реагує на дотик. Вона може бути вбудована у сенсорний шар плати або мати окремий сенсорний елемент. При дотику до кнопки вона реагує на дотик і може виконувати певні функції, такі як включення/вимкнення, регулювання параметрів тощо.
4. Кнопка з фіксованим положенням (Latching Button): Ця кнопка має два стабільних положення, увімкнено і вимкнено. Кожне натискання кнопки перемикає її між цими двома положеннями, і вона залишається в новому положенні, поки не буде знову натиснута. Кнопки з фіксованим положенням використовуються, коли потрібно тривало увімкнути або вимкнути певну функцію.
5. Кнопка-коліщатко (Encoder Button): Це кнопка, яка розташована в центрі поворотного енкодера (коліщатка). Вона може використовуватися для вибору опцій або режимів шляхом обертання енкодера та натискання кнопки для підтвердження вибору.

Це лише кілька прикладів типів кнопок, які можна знайти на платах. У залежності від конкретного пристрою та його функціональності, можуть використовуватись інші типи кнопок або комбінації цих типів.

Зі всіх типів я вибрав кнопку з фіксованим положенням, так як вона найбільше підходить до моєї системи.[14]

3.6 Структурна схема

Структурна схема є важливим інструментом в архітектурі, інженерії та інших галузях, де потрібно представити складну систему або процес у вигляді взаємозв'язаних компонентів. Вона надає графічне зображення структури системи та відображає взаємозв'язки між її складовими елементами.

Структурна схема може бути використана для зображення будь-якого рівня деталізації, починаючи від загального огляду системи до детального представлення її компонентів. Вона допомагає розуміти внутрішню логіку та функціонування системи, а також виявляти можливі проблеми або удосконалення.

Структурна схема складається з блоків (або компонентів) та зв'язків між ними. Блоки представляють окремі елементи системи, такі як підсистеми, модулі, компоненти або процеси. Кожен блок містить інформацію про його функції, властивості та взаємодію з іншими блоками. Зв'язки показують способи, якими блоки взаємодіють між собою, передаючи дані, сигнали або керування.

Структурна схема може бути представлена у різних форматах, таких як блок-схеми, діаграми потоку даних, схеми керування або ієрархічні діаграми. Кожен тип схеми має свою власну специфіку та використовується для конкретних цілей.

Основні переваги використання структурних схем:

- 1) **Комунікація:** Структурна схема дозволяє візуалізувати складну систему або процес, сприяючи зрозумінню та комунікації між різними зацікавленими сторонами. Вона допомагає уникнути непорозумінь та сприяє ефективній співпраці між спеціалістами.
- 2) **Аналіз та вдосконалення:** Структурна схема дозволяє аналізувати систему на рівні компонентів та їх взаємозв'язків. Вона допомагає виявити слабкі місця, проблеми чи непотрібну складність, що може бути усунено або поліпшено.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						29
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

3) Документація: Структурна схема може служити як документація для системи або проекту. Вона дозволяє зберігати та передавати інформацію про структуру системи без необхідності докладного пояснення кожного елементу.

4) Планування та управління: Структурна схема допомагає зрозуміти логіку та послідовність виконання процесів або завдань у системі. Вона може бути використана для планування робіт, розподілу завдань та управління проектом.

У підсумку, структурна схема є графічним зображенням структури та взаємозв'язків в складній системі або процесі. Вона допомагає усвідомити та представити інформацію про систему зрозумілою та легкодоступною формою, сприяючи аналізу, комунікації, плануванню та управлінню.

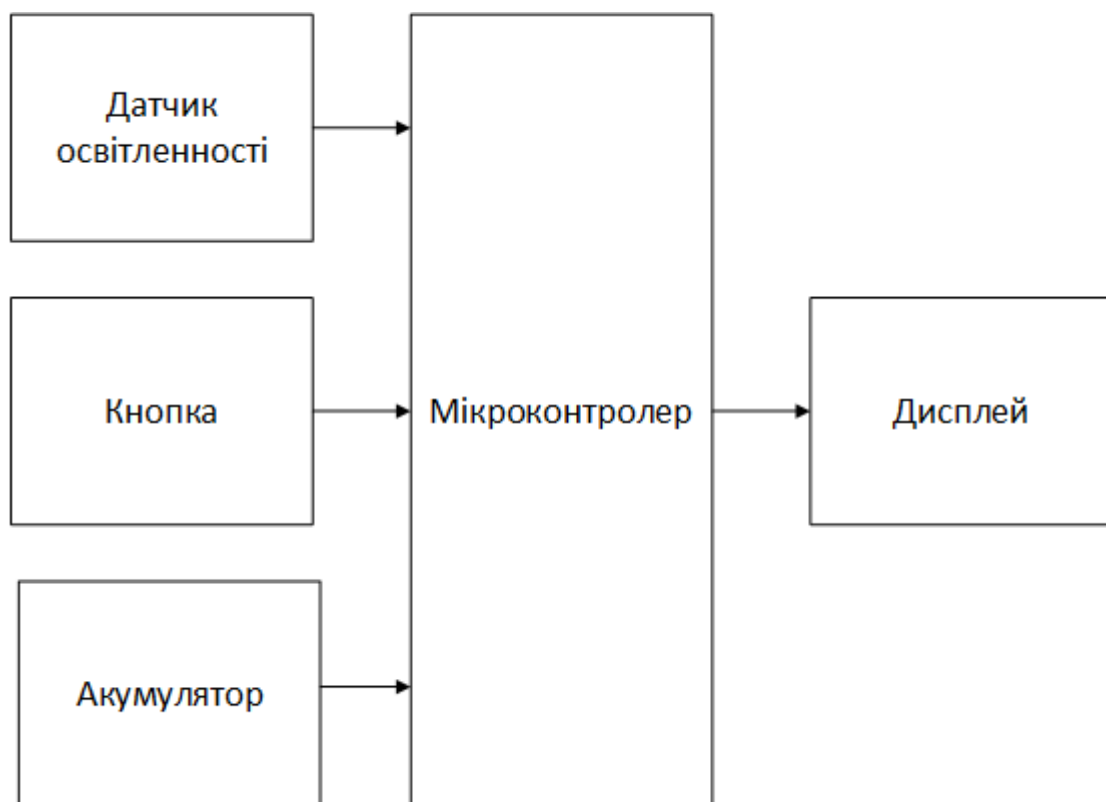


Рис. 3.6 Структурна схема системи контролю освітленості

На рисунку 3.6 зображена структурна схема системи контролю освітленості. На ній ми бачимо що знаходяться: датчик освітленості, кнопку акумулятор , мікроконтролер і дисплей.[15]

Також ми бачимо що:

- 1) Датчик освітленості підключений до мікроконтролера, що дає змогу нам програмувати датчик освітленості і зчитувати з нього інформацію.
- 2) Кнопка яка підключена до мікроконтролера дає змогу нам відключати живлення системи.
- 3) Акумулятор який підведено до мікроконтролера забезпечую систему напругою.
- 4) Мікроконтролер який під'єднано до дисплею за допомогою якого ми можемо побачити дані які зчитав мікроконтролер з датчика освітленості..

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						31
Зм	Лист	Но докум	Піппи	Лат		

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролера

У якості мікроконтролера використаний контролер C8051F304 фірми Silicon Laboratories, що має всього 8 ліній вводу/виводу(зовнішній вигляд на рисунку 4.1)..Зв'язок сенсора з МК здійснюється за інтерфейсом I2C та забезпечується вбудованим у МК модулем. При читанні даних із сенсора МК тактується на частоті близько 2,5 мг від внутрішнього генератора з дільником 1:8. На час обробки показань сенсора та видачі на дисплей коефіцієнт передачі дільника збільшується до 1:1, у результаті частота тактування МК підвищується до 20 мгц. Таке короткочасне збільшення частоти позитивно позначається середньому струмоспоживання всієї схеми.[16]

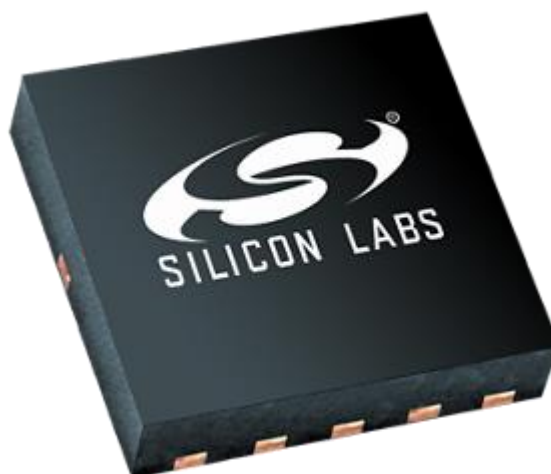


Рис. 4.1 Зовнішній вигляд МК C8051F304

Технічні характеристики мікроконтролера C8051F304:

Аналогова периферія

Компаратор

- Програмований гістерезис і час відгуку;
- Можливість налаштування для створення переривань або скидання;
- Низький струм (0,4 мкА);

Детектор POR/Brown-Out

Налагодження на кристалі

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						32
Зм	Лист	№ докум	Піппл	Лат		

- Вбудована схема налагодження забезпечує швидкісне, ненав'язливе налагодження в системі (емулятор не потрібен);
- Забезпечує контрольні точки, одиночний крок, контрольні точки;
- Перевірте/змінити пам'ять, регістри та стек;
- Висока продуктивність систем емуляції з використанням мікросхем ICE, цільових блоків і розеток;

Напруга живлення: від 2,7 до 3,6 В

- Типовий робочий струм: 5,8 мА при 25 МГц, 11 мкА при 32 кГц;
- Типовий струм у режимі зупинки: <0,1 мкА;

Діапазон температур: від –40 до +85 °С

Високошвидкісне ядро 8051 мкК

- Архітектура конвеєрних інструкцій; виконує 70% інструкцій за 1 або 2 системні годинники;
- Пропускна здатність до 25 MIPS з тактовою частотою 25 МГц;

Розширений обробник переривань

Пам'ять

- 256 байт пам'яті даних;
- 4 КБ Flash; внутрішньосистемне програмування в секторах по 512 байт (512 байт є зарезервований);

Цифрова периферія

- 8 портів введення-виведення; всі вони витримують напругу 5 В;
- Розширене апаратне забезпечення SMBus™ (сумісний з I2C™) і послідовний UART порти;
- Програмований 16-розрядний масив лічильників/таймерів із трьома записами/порівняннями модулі, WDT;
- 3 16-розрядних лічильника/таймера загального призначення;
- Спеціальний сторожовий таймер; двонаправлене скидання;
- Режим годинника реального часу з використанням PCA або таймера та зовнішнього джерела годинника;[16]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						33
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

4.2 Вибір датчика освітленості

У якості датчика освітленості взятий сенсор MAX40007 фірми Maxim integrated.

MAX44007 — це датчик зовнішнього освітлення з вбудованим фотодіодом і АЦП із цифровим інтерфейсом I2C вигляд якого можна побачити на рисунку 4.2. Для вимірювання навколишнього освітлення матрицю поміщають у оптично прозорий пакет (UTDFN-Opto). Гарячий діод всередині мікросхеми перетворює світло в струм, який потім обробляється малопотужними схемами в цифровий бітовий потік. Це обробляється цифровим способом і зберігається у вихідному регістрі, який зчитується інтерфейсом I2C.

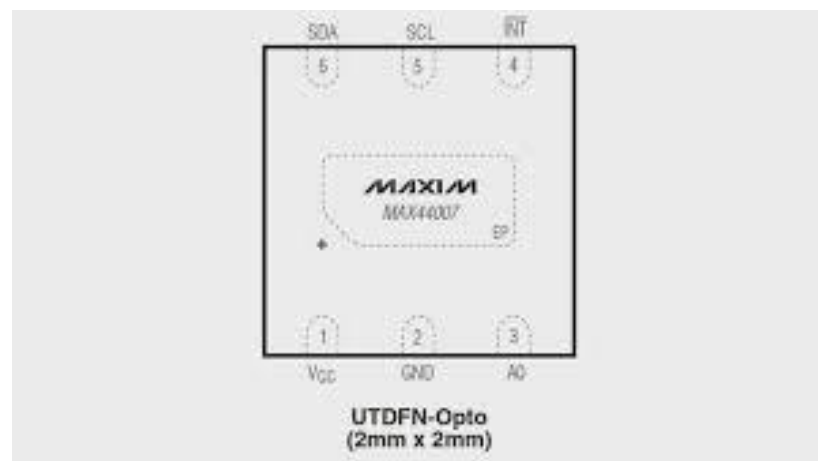


Рис. 4.2. Схематичний вигляд датчика освітленості MAX 44007

Вбудована в мікросхему програмована функція переривання усуває необхідність постійного опитування пристрою щодо даних і призводить до значної економії електроенергії. Оптичний фільтр пакетного рівня запобігає потраплянню ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання на фотодіод. Його оптичний відгук також відповідає спектральному відгуку людського ока.

Друга матриця фотодіодів, чутлива головним чином до інфрачервоного спектру, потім використовується для узгодження світлового відгуку від люмінесцентних ламп і ламп розжарювання. Двома ключовими особливостями аналогової конструкції мікросхеми є її наднизьке споживання струму (зазвичай 0,65 мкА) і надзвичайно широкий динамічний діапазон

освітленості, який поширюється від 0,025 люкс до 104 448 люкс — більше,
МММТ 480.005.005- ПЗ

Дод.

34

Зм	Дод	Ю доум	Підпи	Лат

ніж діапазон 4 000 000 до 1. Схема автоматичного визначення діапазону на мікросхемі не вимагає втручання користувача для налаштування діапазону посилення. Час інтеграції АЦП за замовчуванням становить 100 мс, що дає йому властиве відхилення 50 Гц і 60 Гн.[17]

Технічні характеристики:

- Широкий діапазон від 0,025 люкс до 104 448 люкс;
- Маленький, 2 мм x 2 мм x 0,6 мм UTDFN-Opto;
- VCC = від 1,7 В до 3,6 В;
- ICC = 0,65 мкА Робочий струм;
- Діапазон температур від -40С до +85С;
- Покращена чутливість за темним склом;

4.3 Вибір індикації

Для індикації застосований графічний ЖКІ дисплей HG1 NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3 з роздільною здатністю 128×32 точок. Застосування графічного дисплея викликано кількома причинами. Головна – можливість індикації освітленості великим і «жирним» шрифтом розміром 19×32, це дозволяє легко зчитувати показання при значній відстані від пристрою і під широким кутом огляду, щоб не кинути тінь на датчик. Показання добре відніються навіть в сумерках. Зовнішній вигляд можна подивитися на рисунку 4.3.

Підсвітка дисплея при цьому не використовується для виключення її впливу на результат вимірювань. Крім того, обраний дисплей потребує близько 80 мкА в робочому режимі (без підсвітки), що набагато менше, ніж у більшості знакосинтезуючих ЖКІ на основі популярного контролера HD44780. Накінець, для зв'язку дисплея з мікроконтроллером (МК) по інтерфейсу SPI використовується менше ліній, що важливо для вибраного типу МК.[18]

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						35
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

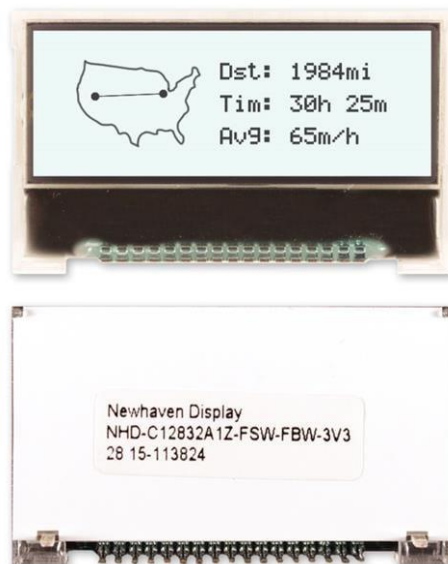


Рис. 4.3. Зовнішній вигляд дисплею NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3

Технічні характеристики дисплею:

- Тип дисплея: FSTN - плівка Super-Twisted Nematic;
- Режим відображення: Transflective;
- Підсвічування: LED – Зелена;
- Напруга: 3 В;
- Розмір точки: 0,23 мм Ш x 0,23 мм В;
- Зона огляду: 36 мм Д x 12 мм Ш;
- Точкові пікселі: 128 x 32;
- Крок точки: 0,23 мм x 0,23 мм;
- Інтерфейс: SPI;
- Статус RoHS: Відповідає RoHS;

4.4 Вибір кнопки

Кнопка з фіксованим положенням на платі - це електронний компонент, який встановлюється на платах для керування різними функціями. Вона зазвичай має циліндричну або прямокутну форму і складається з декількох основних елементів(рисунок 4.5).

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						36
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

1. Корпус: Кнопка має зовнішній корпус, який зазвичай виготовляється з пластику або металу. Цей корпус захищає внутрішні компоненти кнопки і надає міцності.
2. Кнопка: На верхній частині корпусу розташована фізична кнопка. Вона може бути виконана у вигляді натискної, покручувальної або перекидної кнопки, залежно від її призначення та функцій, якими вона володіє.
3. Контакти: Усередині кнопки розташовані електричні контакти. Ці контакти з'єднуються або розриваються, коли кнопка натискається або відпускається. Це визначає електричне з'єднання та дії, пов'язані з кнопкою.
4. Кріплення: Кнопка може мати механізм кріплення, що дозволяє їй зафіксуватися на платі. Це може бути, наприклад, ніжка, яка впирається у отвір на платі або спеціальний кріпильний елемент, який забезпечує надійне закріплення.
5. Підсвічування (за потреби): Деякі кнопки можуть мати вбудоване підсвічування, що дозволяє підсвітити кнопку, коли вона увімкнена або вимкнена. Це зручно, особливо в темних або недоступних місцях.



Рис. 4.5 Зовнішній вигляд кнопки з фіксованим положенням PB22E07

Кнопка з фіксованим положенням на платі призначена для тривалого розміщення на платі і відрізняється від мобільних кнопок, які можуть бути натиснуті і відпущені. Кнопка з фіксованим положенням зазвичай використовується для ініціювання постійних дій, які вимагають увімкнення або вимкнення функцій, або для встановлення статусів, що не змінюються протягом тривалого часу.[19]

Технічні характеристики кнопки:					Лист
Зм	Лист	№ докум	Піппп	Лат	
МММТ 480.005.005- ПЗ					37

- Кількість положень: 2;
- Кількість фіксованих положень: 2;
- Кількість полюсів: 2;
- Контактні групи: SPDT;
- Алгоритм роботи: ON-ON;
- Максимальний струм: 50 мА;
- Максимальна напруга: 30VDC;
- Загальна висота кнопки: 10 мм;
- Підсвітка немає;
- Робоча температура: -25 ° С ... +70 ° С;

4.5 Вибір живлення

Для живлення системи було обрано батарейку типу «таблетка » С2032. Так як вона задовольняє усі потреби живлення системи які наведені в таблиці 1.

Таблиця 4.1. Споживання напруги

Елемент	Напруга
Мікроконтролер C8051F304	2.7 – 3.5 В
Датчик освітленості МАХ44007	1.7 – 3.6 В
Дисплей NHD-C12832A1Z	3 В
Кнопка PB22E07	1-30 В

Батарейка С2032 (також відома як CR2032) - це невелика літієва батарейка, яка використовується в різних електронних пристроях. Основним призначенням батарейки С2032 є забезпечення живлення для електроніки з низьким енергоспоживанням, такої як годинники, калькулятори, пульти дистанційного керування, фітнес-трекери, електронні ключі та інші пристрої.

Основні характеристики батарейки С2032:

1. Розмір: Батарейка С2032 має діаметр приблизно 20 мм і товщину близько 3,2 мм. Цей стандартний розмір зручний для використання в багатьох електронних пристроях.
2. Тип батареї: С2032 - це літієва батарейка. Літієві батарейки відрізняються високою енергоефективністю, довгою тривалістю життя та здатністю підтримувати стабільний рівень напруги протягом тривалого періоду.
3. Напруга: Батарейка С2032 має напругу приблизно 3 вольти. Це важливо знати, оскільки багато електронних пристроїв потребують саме такої напруги для правильної роботи.
4. Життєвий цикл: Залежно від використання та енергоспоживання пристрою, батарейка С2032 може працювати від кількох місяців до кількох років. Вона має досить довгий життєвий цикл, що робить її популярним вибором для пристроїв, які потребують низького енергоспоживання.
5. Заміна: Коли батарейка С2032 вичерпує свій заряд, її можна легко замінити. Зазвичай батарейку можна витягнути зі спеціального отвору або відкрити кришку батарейного відсіку на пристрої.

Загалом, батарейка С2032 є невеликою, але потужною літієвою батарейкою, яка забезпечує стабільне живлення для багатьох електронних пристроїв. Її зручний розмір і тривалий життєвий цикл роблять її популярним вибором для широкого спектру застосувань.[21]

4.6 Обґрунтування принципової схеми

Принципова схема - це візуальне зображення основних елементів або компонентів системи, яке ілюструє принциповий принцип їх взаємодії та функціонування.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						39
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Це абстрактна модель, що допомагає зрозуміти принципи роботи системи без детального вивчення її конструкції або фізичної реалізації.

Принципові схеми використовуються в багатьох галузях, включаючи електроніку, електротехніку, механіку, програмування та інші. Наприклад, у електроніці принципова схема може показувати взаємозв'язок між різними елементами схеми, такими як резистори, конденсатори, транзистори тощо, та демонструвати, як вони працюють разом для виконання певної функції, наприклад, підсилення сигналу або фільтрації.

Принципова схема може бути представлена у вигляді графічних символів, блок-схем, логічних діаграм або будь-якого іншого візуального представлення, яке наголошує основні елементи системи та їх взаємодію. Вона дозволяє інженерам та дизайнерам швидко зрозуміти принципи роботи системи та здійснювати необхідні модифікації або оптимізації.

Принципові схеми часто використовуються в розробці нових технологій, виготовленні прототипів, виконанні аналізу та відладки системи, а також у навчанні та документації для пояснення принципів функціонування системи.

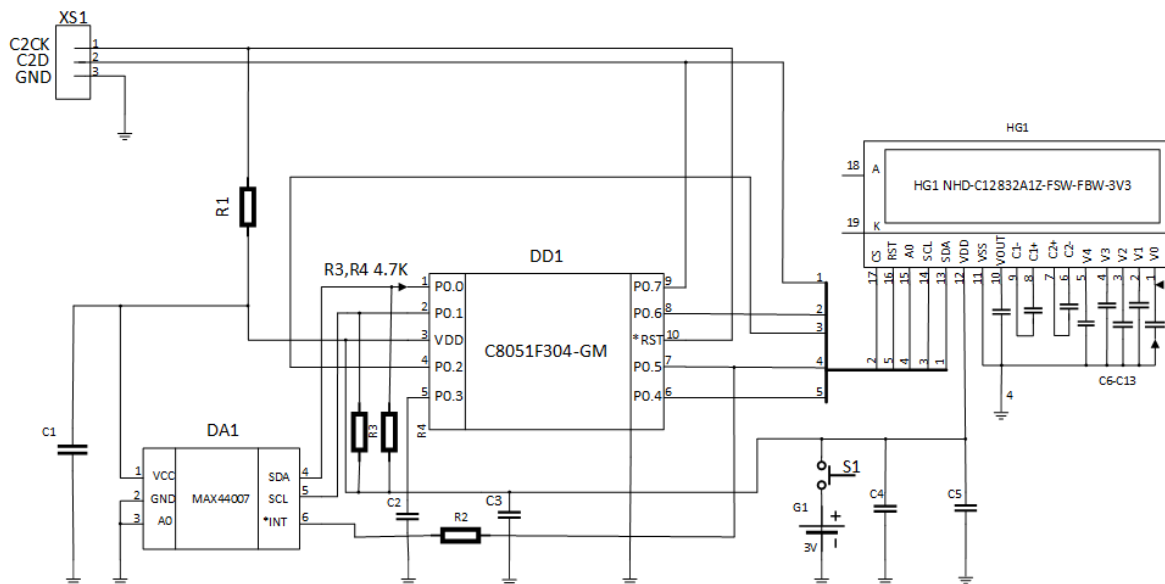


Рис. 4.6 Принципова схема системи контролю освітленості

На рисунку 4.6 представлено принципову схему системи контролю освітленості.

Основними деталями на цій схемі є:

1. Мікроконтролер C8051F304-GM (DD1);
2. Датчик освітленості MAX44007 (DA1);
3. Дисплей NHD-C12832A1Z (HG1);
4. Роз'єм для програматора (XS1);
5. Батарейка G1;
6. Кнопка S1;

Попри основні деталі системи на схемі знаходяться 4 резистора (R1-R4) і 13 конденсаторів (C1-C13).

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						41
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Лат		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1 Алгоритм програми



Рис. 5.1 Блок-схема алгоритму роботи програми

Алгоритм, який зображений на рисунку 5.1, розподілений на кілька етапів. Нижче наведено розширений опис кожного етапу:

1. Початок:

- Запускається програма або скрипт для виконання алгоритму.

2. Підключення бібліотек:

- Імпортуються необхідні бібліотеки, які будуть використовуватись у програмі. Наприклад, бібліотека для зчитування даних з датчика освітленості та, або для виводу інформації на дисплей.

3. Ініціалізація даних:

- Виконується ініціалізація змінних або структур даних, необхідних для зберігання вимірюваних даних та проміжних результатів обробки.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						42
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

4. Задання констант і змінних:

- Встановлюються константи, які визначають параметри алгоритму. Інтервал часу між зчитуваннями даних (0,8 секунди), максимальне значення освітленості або інші налаштування.

5. Вимірювання освітленості:

- Здійснюється зчитування значення освітленості з відповідного датчика або джерела. Це може виконуватись за допомогою виклику відповідної функції або методу, наданого бібліотекою.

6. Зчитування даних кожні 0,8 секунди:

- Починається цикл, що забезпечує повторення певних дій з заданим інтервалом часу (0,8 секунди). У цьому випадку, зчитування даних про освітленість виконується кожні 0,8 секунди.

7. Обробка виміряних даних:

- Отримані дані про освітленість піддаються обробці або аналізу. Цей етап може включати фільтрацію шумів, обчислення середніх значень, порівняння з попередніми виміряними даними або будь-яку іншу операцію залежно від вимог програми.

8. Вивід даних на дисплей:

- Після обробки виміряних даних результати виводяться на дисплей або інше візуальне пристрій для подальшого відображення користувачу.

9. Кінець:

- Програма або скрипт завершує своє виконання, алгоритм завершує роботу.

5.2 Розробка програми

Програма була написана на мові програмування Assambler.

Мова програмування Assembler, також відома як мова асемблера, є низькорівневою мовою програмування, яка використовується для програмування архітектури процесора і перетворення машинного коду на асемблерний код. Assembler набагато ближча до машинного коду, ніж вищорівневі мови програмування, оскільки використовує мнемоніки та символи, що відповідають конкретним командам процесора.

Головна мета Assembler - забезпечити пряме управління апаратним забезпеченням комп'ютера і реалізувати операції на найнижчому рівні. Вона дозволяє програмістам маніпулювати регістрами процесора, оперативною пам'яттю, ввідно-вивідними пристроями та іншими аспектами апаратного забезпечення безпосередньо.

Оскільки Assembler використовується для програмування на рівні машинного коду, вона є дуже конкретною для конкретної архітектури процесора. Тобто, інструкції Assembler будуть варіюватися залежно від використовуваної архітектури процесора. Наприклад, код, написаний для процесора Intel x86, буде відрізнятися від коду для процесора ARM.

Assembler надає можливість прямо керувати пам'яттю комп'ютера та виконувати низькорівневі операції. Це дозволяє програмістам оптимізувати ефективність програм, написаних на Assembler, зменшуючи кількість інструкцій, що виконуються процесором.

Іншою важливою особливістю Assembler є те, що вона використовується для написання власних підпрограм та операційних систем. Багато операційних систем та низькорівневих програм були написані на Assembler для досягнення максимальної продуктивності та ефективності.

Однак, програмування на Assembler може бути складним та вимагати глибоких знань про архітектуру процесора та його операції. Код на Assembler зазвичай складний для розуміння та підтримки. Тому використання Assembler

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						44
Зм	Лист	Юр. докум	Підпис	Лист		

в сучасних проектах обмежене і частіше використовуються вищорівневі мови програмування, які надають більш високий рівень абстракції.

У підсумку, *Assembler* є мовою програмування низького рівня, яка дозволяє програмістам напряду взаємодіяти з апаратним забезпеченням комп'ютера. Вона використовується для ефективного програмування на рівні машинного коду, оптимізації продуктивності та написання низькорівневих операційних систем.

Код в додатку 1 представлений для мікроконтролера типу C8051F300-C8051F300. Програма здійснює взаємодію з різними пристроями, зокрема з LCD-дисплеєм і сенсором освітленості MAX44007.

Основні елементи програми:

Цей код є фрагментом програми, написаної для мікроконтролера C8051F300. Програма виконує керування підключеним пристроєм MAX44007, який є датчиком освітленості. Основна частина програми знаходиться у функції `'main'`.

Основні частини коду:

1. Оголошення пінів: `'SDA'`, `'SCL'`, `'A0'`, `'RST'`, `'CS'`. Ці константи визначають піни мікроконтролера, які використовуються для зв'язку з LCD інтерфейсом.

2. Оголошення змінних: `'pag'`, `'col'`, `'width'`, `'height'`, `'showMode'`, `'lx_old'`, `'digits'`, `'fraCount'`. Ці змінні використовуються для збереження даних та налаштувань програми.

3. Налаштування портів: функція `'Ports_Setup'` налаштовує вхідні та вихідні режими для певних пінів мікроконтролера.

4. Налаштування годинника: функція `'Clock_Setup'` налаштовує внутрішній генератор тактових сигналів з частотою 20 МГц.

5. Налаштування таймерів: функція `'Timers_Setup'` налаштовує таймери, використовувані для I2C комунікації та інших завдань.

6. Налаштування переривань: функція `'INT0_Setup'` налаштовує переривання INT0.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						45
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

7. Налаштування I2C: функція 'I2C_Setup' налаштовує I2C комунікацію з датчиком освітленості MAX44007.

8. Налаштування MAX44007: функція 'MAX44007_Setup' виконує послідовність команд для налаштування датчика освітленості.

9. Головний цикл програми: мітка 'loop' позначає головний цикл програми, який виконується постійно. У циклі вимірюється значення освітленості, порівнюється з попереднім виміром і виводиться на LCD

.Цей код виконується на мікроконтролері C8051F304 і забезпечує зчитування значень освітленості і відображення їх на LCD-дисплеї.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						46
Зм	Лист	Но докум	Піппи	Лат		

6. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Друкована плата була розроблена в середовищі онлайн-платформою для проектування електронних схем і друкованих плат Easyeda.

EasyEDA є онлайн-платформою для проектування електронних схем і печатних плат (PCB). Це безкоштовний інструмент, який надає широкий набір функцій для розробки електроніки, а також можливості співпраці з іншими користувачами.

EasyEDA має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його досить простим у використанні для новачків, але в той же час потужним для досвідчених інженерів. Він дозволяє створювати схеми за допомогою графічного інтерфейсу, перетягуючи і з'єднуючи компоненти з бібліотеки.

Основні можливості EasyEDA включають:

1. Проектування схем: EasyEDA дозволяє створювати схеми за допомогою графічного інтерфейсу. Ви можете вибрати компоненти з бібліотеки, перетягувати їх на дошку і з'єднувати за допомогою проводів.
2. Симуляція: EasyEDA має вбудований симулятор, який дозволяє перевірити роботу вашої схеми перед виготовленням фізичного прототипу. Ви можете проводити аналогові, цифрові та змішані симуляції.
3. Розміщення компонентів: Після створення схеми ви можете розмістити компоненти на печатній платі. EasyEDA надає інструменти для оптимізації розміщення компонентів, маршрутизації з'єднань і створення трасу.
4. Перевірка правил проектування: EasyEDA автоматично перевіряє ваш проект на відповідність правилам проектування, таким як правила розміщення, довжина трасування, розриви траси і так далі. Це допомагає уникнути потенційних проблем при виробництві плати.
5. Спільна робота: EasyEDA дозволяє співпрацювати з іншими користувачами, ділитися проектами та працювати над ними разом. Ви

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						47
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

можете запросити інших користувачів на співпрацю або дозволити публічний доступ до своїх проектів.

6. **Замовлення печатних плат:** EasyEDA надає можливість замовити виготовлення печатної плати безпосередньо з платформи. Ви можете завантажити свій проект, налаштувати параметри виробництва (такі як матеріал, розміри і кількість шарів) і замовити виготовлення плати у партнерських компаній.

EasyEDA є потужним інструментом для проектування електроніки, який поєднує зручний інтерфейс, симуляцію, спільну роботу і можливість замовлення печатних плат. Він зручно підходить як для початківців, так і для досвідчених інженерів, які шукають простий інструмент для розробки електроніки.[22]

На рисунку 6.1 зображена друкована плата системи освітленості розроблена в середовищі Easyeda.

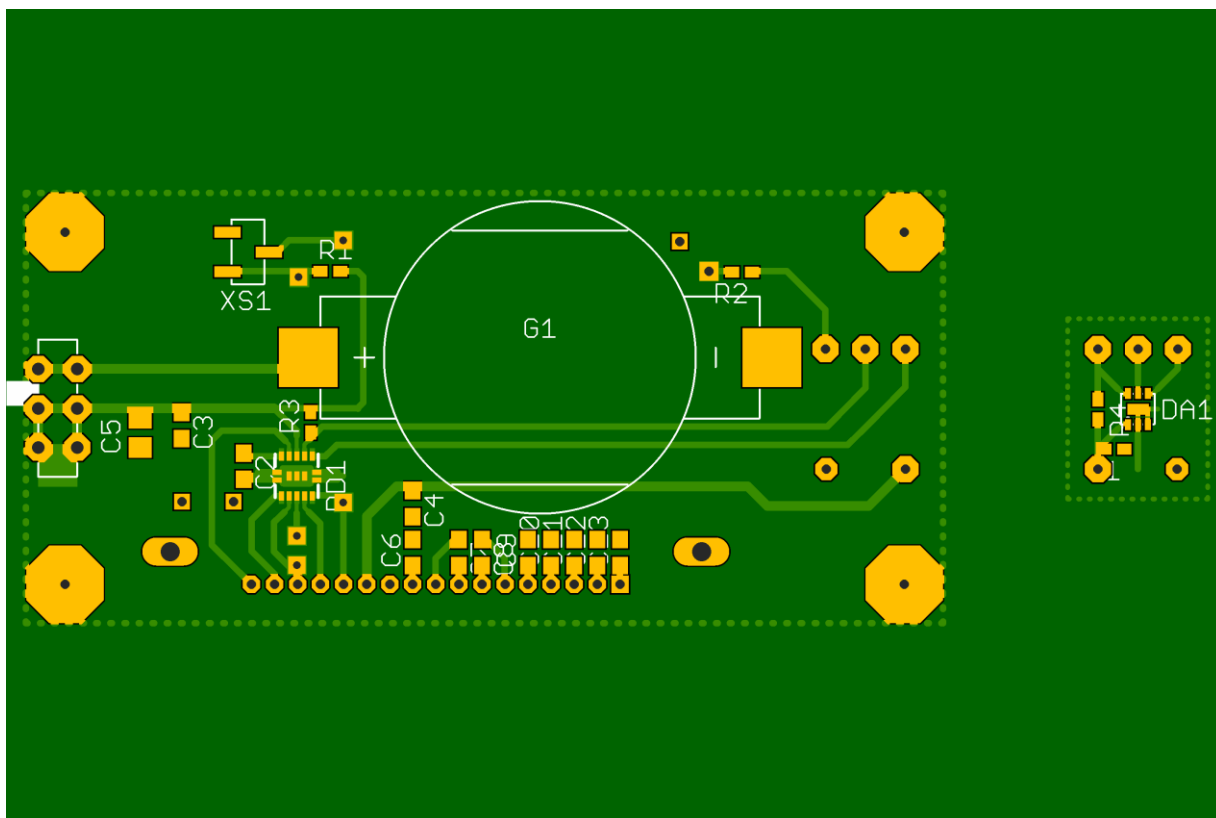


Рис. 6.1 Вигляд нижньої частини друкованої плати

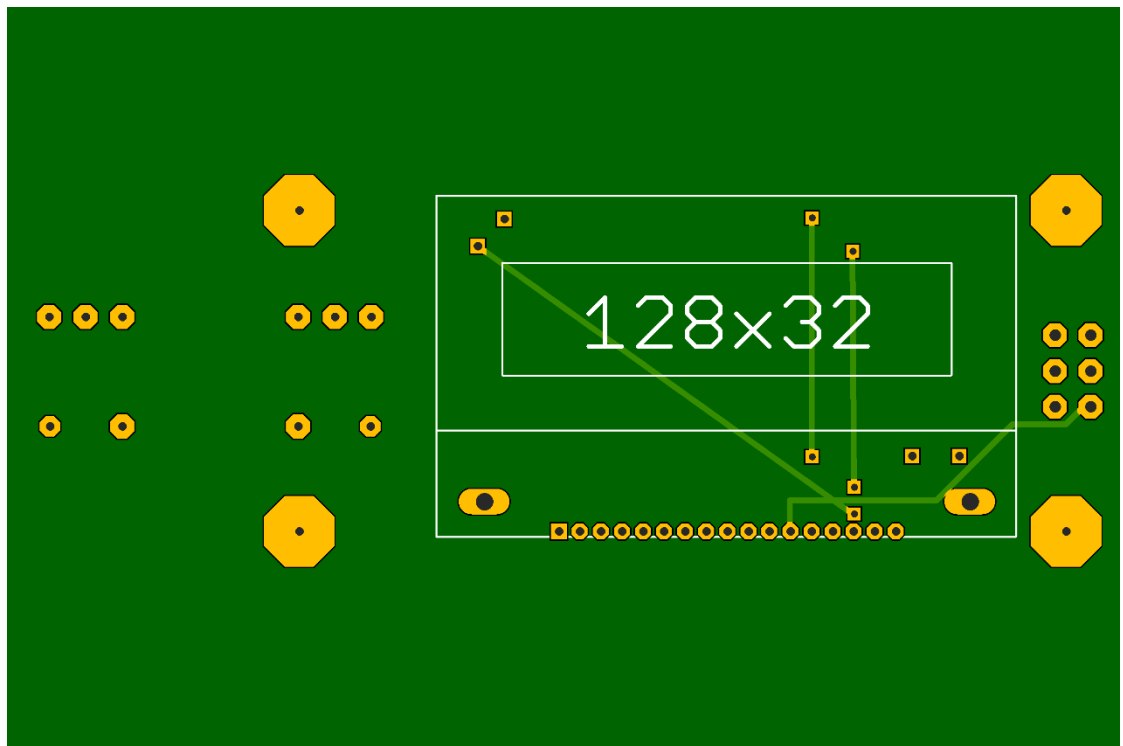


Рис. 6.2. Вигляд верхньої частини друкованої плати

Система контролю освітленості зібрана на друкованій платі розміром 30 60 мм, спроектованій в системі Easyeda. Сенсор встановлений на окремій платі разом із конденсатором C1 та резистором R4. Таке рішення було прийнято на етапі проектування для спрощення, за необхідності, заміни сенсора на MAX44009.

Розміри деталей на друкованій платі:

- 1) Розмір дисплею: Дисплей NHD-C12832A1Z є графічним OLED-дисплеєм, випущеним компанією Newhaven Display International. За даними, доступними у технічній документації, розмір цього дисплею складає близько 37,0 мм x 27,4 мм (ширина x висота). Зазначені розміри вказують на активну область дисплею, яка відображає зображення, і не враховують рамку або інші зовнішні елементи.
- 2) Мікроконтролер: Сімейство мікроконтролерів C8051F30x мають стандартний розмір 3x3 мм. Вони являються одними з найбільш мініатюрних мікроконтролерів.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						49
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		

- 3) Датчик освітленості MAX44007: Датчик освітленості MAX44007, випущений компанією Maxim Integrated, має розміри корпусу SMD (Surface Mount Device) інтегральної схеми. Розміри цього корпусу відомі як 2.0 мм x 2.0 мм x 0.6 мм (ширина x довжина x висота). Варто зазначити, що це відноситься до розмірів самої інтегральної схеми, без урахування додаткових компонентів, таких як контакти, паяльні кульки та інші елементи монтажу.
- 4) Розмір батарейки живлення: Батарейка CR2032 є досить поширеною типовою батарейкою. Розміри цієї батарейки становлять приблизно 20 мм у діаметрі та 3,2 мм висотою. CR2032 є літієвою кнопковою батарейкою, яка широко використовується у різних електронних пристроях, таких як годинники, пульти дистанційного керування, комп'ютерні материнські плати та інші пристрої.

6.2 Розрахунок надійності

Надійність системи - це міра здатності системи або компонента до виконання своїх функцій без збоїв або відмов. Це характеристика, яка вимірює ступінь довіри до того, що система буде працювати вірно і безперебійно протягом певного періоду часу.[23]

Надійність може бути оцінена за допомогою різних метрик, таких як середній час між відмовами (MTBF - Mean Time Between Failures), середній час відновлення (MTTR - Mean Time To Repair) або ймовірність безвідмовної роботи протягом певного періоду часу.

Надійність є важливою характеристикою для багатьох систем, особливо тих, які мають велику важливість для безпеки, здоров'я або економічної діяльності. Наприклад, надійність критичних інфраструктур, таких як електроенергія, транспорт або медичні системи, має вирішальне значення для забезпечення безперебійної роботи та уникнення небезпеки для людей.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						50
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Для досягнення високої надійності системи можуть застосовуватись різні методи, такі як дублювання компонентів, резервні канали зв'язку, засоби виявлення та виправлення помилок і тестування на стійкість до збоїв. Також важливим є правильне планування та проектування системи з урахуванням можливих ризиків та відмов, а також регулярне обслуговування та оновлення компонентів системи для забезпечення її надійності в тривалій перспективі.

Безвідмовність – властивість системи неперервно зберігати працездатність впродовж заданого інтервалу часу. Звичайно визначається імовірність безвідмовної роботи за даний інтервал часу, що вибирається рівним 500, 1000 чи 2000 годин.

Основним показником, що враховується при розрахунках надійності, є інтенсивність відмовлень $\lambda(t)$ – число відмовлень в одиницю часу, віднесене до числа елементів, що залишилися справними до початку даного інтервалу часу.

Розрахунок показників надійності проводився методом λ - характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

- робочий діапазон температури від -25 до 55°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;
- конструктивно виконано для роботи на зовні автомобіля без штучно регульованих кліматичних умов, вібростійкий.

Склад виробу – автоматизована система контролю для визначення температурного поля об'єкту.

Критерієм відмовлення виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини (вузла), що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		51

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і ІС є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;
3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;
4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичний категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу проектного виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.1.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [24] з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 66,523 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [24].

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,9823	0,9649	0,9479	0,9311	0,8670	0,6999	0,56511	0,48996

На графіку, приведеному на рис 6.6 приведена залежність надійності $P(t)$.

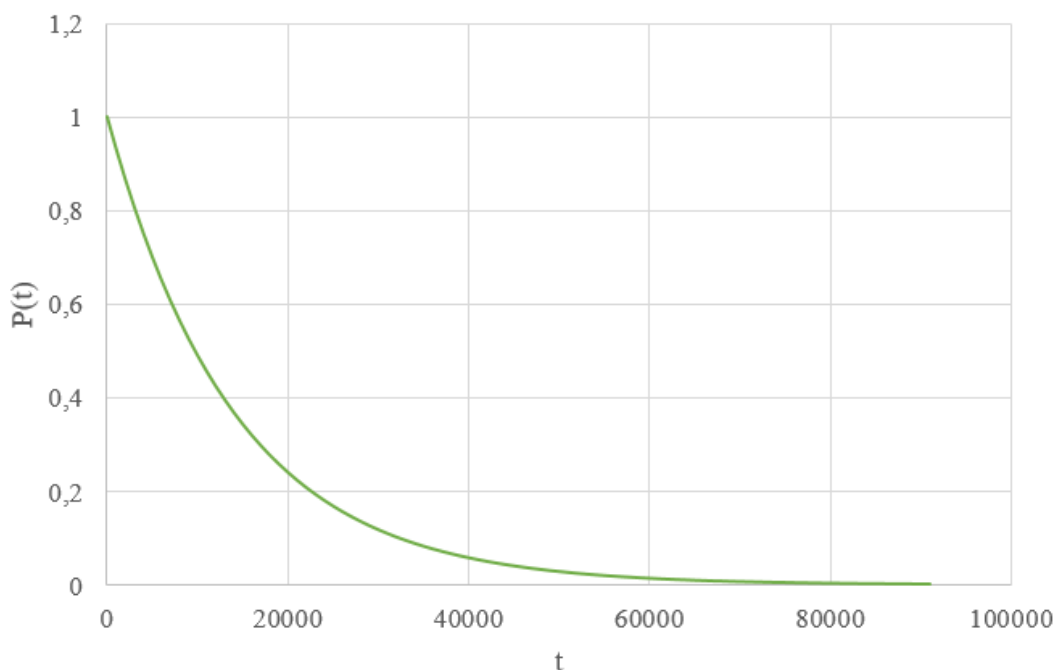


Рис.6.6 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Підставляючи дані в формулу (2.4) одержимо

$$T = (66,523 \cdot 10^{-6})^{-1} = 15032 \text{ годин.}$$

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	C8051F304	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
2	Датчики				a_1	a_2	a_4	a_6	
	MAX44007	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Резистори	4	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,0538
4	Дисплей NHD-C12832A1Z	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	Кнопка	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	Конденсатори	13	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,1747
7	Пайки	90	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,0189
8	Акумулятор 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								66,523

6.3 Розрахунок похибки вимірювання освітленості приміщення

Похибка - це розбіжність або відхилення між очікуваним або ідеальним результатом та фактичним результатом або вимірюванням. У контексті наукових, технічних і технологічних досліджень та процесів, похибка є невід'ємною складовою, оскільки жодні вимірювання або обчислення не є абсолютно точними.

Похибки можуть виникати з різних причин, таких як неточність обладнання, обмеження точності вимірювання, недосконалість методів обробки даних, вплив зовнішніх факторів або навіть людський фактор. Вони можуть бути випадковими (стохастичними) або систематичними.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						54
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Систематична похибка - це постійне зміщення результату в одну сторону. Наприклад, прилад може завжди показувати значення, більше або менше за фактичне. Систематичні похибки можуть бути виправлені за допомогою калібрування або корекції.

Випадкова (стохастична) похибка - це непередбачуване коливання результату в межах певного діапазону навколо фактичного значення. Вона може виникати через випадкові збої або шуми, які впливають на процес вимірювання або обчислення.

Похибка може виражатися у відсотках, абсолютних одиницях, градусах, часових одиницях тощо, залежно від контексту та вимірювальних одиниць. Для оцінки похибок використовуються різні методи, такі як статистичні аналізи, розрахунок середньоквадратичного відхилення, регресійний аналіз і т.д.

Врахування похибок є важливим аспектом у наукових дослідженнях, технічних розрахунках, інженерних проектах, виробництві та багатьох інших сферах, оскільки воно дозволяє оцінити точність результатів, встановити межі достовірності та прийняти необхідні корекційні заходи.

Було зроблено 10 повторних замірів освітленості приміщення датчиком MAX44007, в діапазоні температурних вимог датчика освітленості від -40°C до 85°C.

Було отримано таку вибірку:

$E_v = (175,0; 174,8; 175,5; 175,9; 175,1; 176,1; 174,5; 175,5; 175,1; 175,0).$

Знаходимо середнє значення вибірки:

Знаходимо середнє арифметичне і середньоквадратичне значення

1) середнє арифметичне E_v за (6.5):

$$E_v = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} E_{v_i} \cong 20,505 \quad (6.5)$$

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						55
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

2) похибки повторних вимірювань ΔE_{v_i} та $\Delta E_{v_i}^2$ (4.2):

$$\Delta E_v = |\bar{E}_v - E_{v_i}| \text{ та } \Delta E_{v_i}^2 (\bar{E}_v - E_{v_i})^2, \quad (6.6)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень записуємо в таблицю 6.3

Таблиця 6.3

№ з. п.	E_v , люкс	ΔE_v , люкс	ΔE_v^2 люкс ²
1	175,00	0,25	0,062500
2	174,80	0,45	0,202500
3	175,50	0,25	0,062500
4	175,90	0,65	0,422500
5	175,10	0,15	0,022500
6	176,10	0,85	0,722500
7	174,50	0,75	0,562500
8	175,50	0,25	0,062500
9	175,10	0,15	0,022500
10	175,00	0,25	0,062500
сер	175,25	0,40	2,205000

Розраховуємо випадкову похибку вимірювання за (6.5). За даними таблиці 6.3 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчою ймовірністю 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (6.6) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{E}_v - E_{v_i})^2} \approx 0,156 \text{ люкс}$$

Та знаходимо випадкову похибку:

$$\Delta_B E_v = 2,26 * 0,156 = 0,352 \text{ люкс}$$

1. Похибку приладу за (6.7)

$$\Delta_{пр} E_v = \frac{1}{300} t_p k E_{v_{гр}} \quad 6.7$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $E_{v \text{ гр}} = 99999 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр } Ev} = \frac{1}{300} 2,0 * 99999 * 1 \approx 666,6 \text{ люкс}$$

1) похибку заокруглення за (6.8):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (6.8)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta E_{v3} = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ люкс};$$

2) загальна абсолютна похибка (6.9):

$$\Delta E_v = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{п}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0,352^2 + 666,6^2 + 0,02^2} \approx \quad (6.9)$$

$$\approx 4,692 \text{ люкс}$$

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						57
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Лат		

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Охорона праці

Охорона праці - це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Головна мета охорони праці полягає в запобіганні нещасним випадкам на роботі, професійним захворюванням та іншим негативним наслідкам, пов'язаним з виробничою діяльністю.

Охорона праці включає широкий спектр заходів і політик, що мають на меті захистити працівників від можливих ризиків і небезпек на робочому місці. До основних аспектів охорони праці відносяться:

1. Оцінка ризиків: Вона передбачає ідентифікацію потенційних небезпек на робочому місці, оцінку ймовірності та наслідків цих ризиків. На основі цієї оцінки вживаються відповідні заходи для мінімізації ризиків.

2. Розробка політики безпеки: Це визначення загальних принципів та правил, які мають бути виконані на робочому місці для забезпечення безпеки працівників. Ця політика повинна бути документована і постійно оновлюватися з урахуванням змін у виробничому процесі.

3. Навчання та інформування працівників: Регулярне навчання працівників щодо правил безпеки, використання захисного обладнання, поводження з небезпечними речовинами, процедур евакуації та інших аспектів, що стосуються безпеки праці.

4. Забезпечення безпечного робочого середовища: Це включає підтримку належного стану робочого місця, правильне оснащення робочих місць, забезпечення належної вентиляції, освітлення та іншого обладнання, яке сприяє безпеці працівників.

5. Використання захисного обладнання: Якщо існують ризики, які не можуть бути повністю усунуті, працівники повинні мати доступ до відповідного захисного обладнання, такого як захисні каски, окуляри, рукавички то що, щоб зменшити ризик отримання травм або захворювань.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		58

6. Контроль та перевірка: Регулярний контроль і перевірка дотримання правил безпеки на робочому місці, оцінка ефективності застосованих заходів і вживання заходів для усунення будь-яких недоліків або проблем.

Охорона праці є важливою складовою будь-якої виробничої діяльності, оскільки забезпечує здоров'я та безпеку працівників, що в свою чергу покращує їх продуктивність, знижує відсоток нещасних випадків та втрати робочого часу.

7.2 Умови охорони праці при роботі з люксометром

При роботі з люксометром (приладом для вимірювання освітленості) дотримання належних умов охорони праці є важливим для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Основні умови охорони праці при роботі з люксометром включають:

1. Захист від шкідливих впливів освітлення: При роботі з люксометром працівники повинні бути захищені від шкідливих впливів надмірної яскравості або ультрафіолетового випромінювання. Для цього можуть використовуватися захисні окуляри або фільтри.

2. Дотримання правил безпеки: Працівники повинні бути навчені правильного використання люксометра та відповідних процедур безпеки. Це може включати коректне тримання приладу, уникання використання у вологих або небезпечних умовах, а також виконання вимог безпеки, що стосуються конкретного робочого середовища.

3. Калібрування та перевірка: Люксометр повинен бути правильно каліброваним та перевіреним на регулярній основі, щоб забезпечити точність вимірювань. Перевірка повинна проводитися відповідно до вимог виробника або національних стандартів.

4. Застосування захисного обладнання: При необхідності працівники повинні використовувати захисне обладнання, наприклад, рукавички, якщо потрібно виконувати процедури під час роботи з люксометром.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						59
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

5. Правильне зберігання та обслуговування: Люксометр повинен бути правильно збережений після використання та піддаватися регулярному технічному обслуговуванню, щоб забезпечити його надійну роботу.

6. Уникання використання під час руху або в небезпечних умовах: Важливо уникати використання люксометра під час руху або в ситуаціях, де це може створити небезпеку для працівника або оточуючих.

Враховуючи особливості роботи з люксометром, рекомендується дотримуватися інструкцій виробника, які вказують на правильні методи використання, зберігання та обслуговування приладу. Крім того, важливо слідувати місцевим нормам і правилам охорони праці, які можуть бути встановлені законодавством країни або органами з безпеки праці.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лук
						60
Зм	Лук	Ю лорум	Піппи	Лат		

ВИСНОВОКИ

В цьому дипломному проєкті було розглянуто і розроблено прилад на тему «комп'ютеризована інформаційно вимірювальна система виробничих приміщень». Цей прилад є актуальним і потрібним в даний час.

1. Проаналізовано існуючі системи контролю освітленості.
2. Складено структурну і принципову схеми.
3. Розроблена програма для цієї системи.
4. Розроблено прилад контролю освітленості на основі мікроконтролера C8051F304 і датчика MAX44007.
5. Прорахована надійність приладу, яка виявилася більшою ніж в завданні.
6. Також було прораховано похибку яка склала 2% .

Висновуючи, комп'ютеризована система контролю освітленості виробничих приміщень є ефективним інструментом для забезпечення оптимальних умов освітлення у робочих середовищах. Вона дозволяє автоматично регулювати рівень освітленості в залежності від потреб приміщення та працівників, забезпечуючи комфортні умови праці та енергоефективність.

Застосування такої системи має кілька переваг, включаючи зменшення споживання енергії, покращення продуктивності працівників, автоматичне керування та можливість налаштування параметрів. Крім того, вона може бути інтегрована з іншими системами управління будівлею, що сприяє комплексному керуванню робочим середовищем.

Впровадження комп'ютеризованої системи контролю освітленості може позитивно вплинути на якість робочих умов, забезпечуючи належний рівень освітленості, зменшуючи втомлюваність працівників і підвищуючи їхню комфортність. Водночас, вона сприяє енергоефективному використанню ресурсів та може надати аналітичні дані для подальшого вдосконалення робочих умов.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						61
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Узагальнюючи, комп'ютеризована система контролю освітленості є важливим елементом сучасних виробничих середовищ, який сприяє покращенню умов праці, енергоефективності та продуктивності.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
						62
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cambridge University Press «The Science of Light» Англія, 2014 р
2. Toru Yoshizawa «Handbook of Optical Metrology Principles and Applications», Англія 2015р
3. Загальні відомості про люксметр [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Люксметр>.
4. Види люксметрів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://what.com.ua/luksmetr-ce-sho-take-pristr/>.
5. Люксметр LX-1010BS [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://simvolt.ua/ru/lyuksmetr-walcom-lx-1010bs.html/>
6. Люксметр BENETECH GM1010 [Електронний ресурс]. –Режим доступу: https://rozetka.com.ua/ua/benetech_gm1010/p176801549/
7. Міні люксметр FLUS MT-9060[Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://brom.ua/ru/mini-liuksmetr-flus-mt-906>
8. Люксметр ТМ-202 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://simvolt.ua/ru/lyuksmetr-z-vinosnim-datchikom-tenmars-tm-202.html/>
9. Професійний люксметр FLUS ET-952 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pirometr.com.ua/products/Professionalnii-luksmetr-FLUS-ET-952.html>.
10. Мікроконтролер і його види [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер>.
11. Датчик освітленості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Датчик_освітленості
12. Що таке батарейка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Батарея_\(електрика\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Батарея_(електрика))
13. Що таке дисплей?[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Дисплей>.
14. Кнопка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кнопка_\(техніка\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кнопка_(техніка)).

					<i>МММТ 480.005.005- ПЗ</i>	Дир.
Зм	Дир	Юр. деп.	Підп.	Лет		63

15. Visio [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/visio/flowchart-software>
16. Мікроконтролер C8051F304 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.qrx.narod.ua/komp/pic_c8051f30x.htm.
17. Датчик освітленості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://1wire.com.ua/max44009-cifrovoj-datchik-osveshhenosti.html>
18. Дисплей NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3.html>.
19. Кнопки з фіксованим положенням PB22E07 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://voron.ua/uk/catalog/023380--knopka_pb22e07_s_fiksatsiey
20. Стаття «Методи виготовлення друкованих плат» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://studopedia.org/6-116440.html> — Дата доступу: 23.05.2022.
21. Батарейка C2032 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://f.ua/nectium/tabletka-cr2032-2sht-up-blister-nec-cr2032-2b.html>
22. Easyeda [Електронний ресурс]. – Режим доступу: easyeda.com/ru
23. Методи розрахунку надійності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5199824/page:5/>
24. Методичні вказівки для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи» факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Розробники: д.т.н., проф., завідувач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій, к.т.н., доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки ЧЕПЮК Ларіна, старший викладач ПЕТРОСЯН Руслан, 2021. – 60с.

					МММТ 480.005.005- ПЗ	Лист
Зм	Лист	Но докум	Підпис	Дат		64

Додаток А

\$NOMOD51

\$include (C8051F300.inc)

SDA EQU P0.7 ; LCD interface

SCL EQU P0.6

A0 EQU P0.5

RST EQU P0.4

CS EQU P0.2

DSEG AT 0x20 ; data segment in direct addressable
space

pag: DS 1 ; LCD page #

col: DS 1 ; LCD column #

width: DS 1 ; LCD bitmap width

height: DS 1 ; LCD bitmap height

showMode: DS 1 ; display mode: 0=erase, 0xFF=display

lx_old: DS 2 ; storage for previous measurement

ORG 0x30

DS 1 ; aux byte used by BCD conversion

digits: DS 5 ; storage for digits

fraCount: DS 1 ; # of fraction digits

CSEG AT 0 ; interrupt vectors

ljmp Main ; reset

ORG 0x03 ; INT0 vector

reti

ORG 0x0B ; Timer0 vector

reti

ORG 0x63 ; code section right after the int. vectors

USING 0 ; specify register bank

main:

```
    anl  PCA0MD, #NOT(0x40)    ; disable the WDT
    mov  SP, #0x7F             ; setup stack in indirect storage area
    acall Ports_Setup
    acall Clock_Setup           ; housekeeping tasks
    acall Timers_Setup
    acall I2C_Setup
    acall INT0_Setup
    acall Init_LCD
    acall MAX44007_Setup
```

loop: ; main loop

```
    anl  P0MDOUT, #0xDF        ; clear bit 5
    setb P0.5                  ; configure P0.5 for input
    setb EA                    ; enable interrupts
    mov  OSCICN, #0x08         ; switch to external oscillator
    mov  PCON, #0x01           ; set CPU idle mode (sleep for 1 sec)
    mov  PCON, PCON            ; dummy 3-cycle instruction
    mov  OSCICN, #0x04         ; switch to internal oscillator
    clr  EA                    ; disable interrupts
    orl  P0MDOUT, #0x20        ; configure P0.5 for output
    acall MAX44007_Read        ; get Lux value from sensor in R3:R2
```

```
    mov  A, lx_old             ; is the previous measurement
    xrl  A, R2                 ; equal the current one?
    jnz  dis
    mov  A, lx_old+1
    xrl  A, R3
    jz   loop                 ; YES - wait for the next data
```

dis: mov lx_old, R2 ; NO - display the new value

```

mov  lx_old+1, R3
acall Display_Number
sjmp loop

```

;-----PROCEDURES-----

Ports_Setup:

```

mov  P0MDIN, #0xF7      ; analog operation on P0.3 (XTAL2)
mov  P0MDOUT, #0xF4     ; open drain mode on P0[1:0] and
P0.3
mov  XBR0, #0xFC        ; skip P0.0 and P0.1 for SMB
mov  XBR1, #0x04        ; enable SMB I/O
mov  XBR2, #0x40        ; enable Xbar
mov  P0, #0x0F          ; initialize P0
ret

```

;-----

Clock_Setup:

```

mov  OSCICN, #0x04      ; internal 20 MHz oscillator with 1:8 divider
mov  OSCXCN, #0x52      ; enable external osc. in cap mode w. K=7.7
ret                      ; for cap=47pF freq=66.6KHz

```

;-----

Timers_Setup:

```

mov  TMOD, #0x21        ; mode_1 for Timer0, mode_2 for Timer1
mov  CKCON, #0x12       ; use SYSCLK/48 for Timer0 and SYSCLK
for Timer1
mov  TH1, #251          ; bit rate for I2C
; mov  IE, #0x02        ; enable Timer0 interrupt
; setb TR0              ; start Timer0 for 1-sec interrupts
ret

```

;-----

INT0_Setup:

```

setb IT0                ; configure INT0 as edge-triggered
mov  IT01CF, #5         ; assign active low INT0 to P0.5

```

setb EX0 ; enable INT0

ret

;-----

I2C_Setup:

mov SMB0CF, #0x01 ; SMBUS clock by Timer 1 overflow

ret

;-----

MAX44007_Setup:

setb TR1 ; enable Timer 1

orl SMB0CF, #0x80 ; enable SMBUS

acall Start_I2C

mov SMB0DAT, #0xB4 ; chip address + write

acall Write_I2C

mov SMB0DAT, #0x05 ; set Upper Threshold

acall Write_I2C

mov SMB0DAT, #0x00 ; 0x00

acall Write_I2C

acall Stop_I2C

acall Start_I2C

mov SMB0DAT, #0xB4 ; chip address + write

acall Write_I2C

mov SMB0DAT, #0x06 ; set Lower Threshold

acall Write_I2C

mov SMB0DAT, #0xFF ; 0xEF

acall Write_I2C

acall Stop_I2C

acall Start_I2C

mov SMB0DAT, #0xB4 ; chip address + write

acall Write_I2C

mov SMB0DAT, #0x07 ; set Threshold Timer

```

acall Write_I2C
mov  SMB0DAT, #0x01      ; 0x01
acall Write_I2C
acall Stop_I2C
acall Start_I2C
mov  SMB0DAT, #0xB4      ; chip address + write
acall Write_I2C
mov  SMB0DAT, #0x01      ; enable interrupt
acall Write_I2C
mov  SMB0DAT, #0x01      ; 0x01
acall Write_I2C
acall Stop_I2C

```

```

anl  SMB0CF, #0x7F      ; disable SMBUS
clr  TR1                ; disable Timer 1
ret

```

;-----

MAX44007_Read:

```

setb  TR1                ; enable Timer 1
orl   SMB0CF, #0x80      ; enable SMBUS
acall Start_I2C
mov   SMB0DAT, #0xB4      ; chip address + write
acall Write_I2C
mov   SMB0DAT, #0x00      ; interrupt status
acall Write_I2C
acall Start_I2C           ; restart I2C
mov   SMB0DAT, #0xB5      ; chip address + read
acall Write_I2C
acall Read_I2C            ; get byte
clr   ACK                ; send NAK

```

```

    acall Stop_I2C
    acall Start_I2C
    mov  SMB0DAT, #0xB4      ; chip address + write
    acall Write_I2C
    mov  SMB0DAT, #0x02      ; MSB LUX reading
    acall Write_I2C
    acall Start_I2C          ; restart I2C
    mov  SMB0DAT, #0xB5      ; chip address + read
    acall Write_I2C
    acall Read_I2C           ; get byte
    clr  ACK                 ; send NAK
    acall Stop_I2C
    mov  R4, A               ; save value in R3
    acall Start_I2C
    mov  SMB0DAT, #0xB4      ; chip address + write
    acall Write_I2C
    mov  SMB0DAT, #0x03      ; MSB LUX reading
    acall Write_I2C
    acall Start_I2C          ; restart I2C
    mov  SMB0DAT, #0xB5      ; chip address + read
    acall Write_I2C
    acall Read_I2C           ; get byte
    clr  ACK                 ; send NAK
    acall Stop_I2C
    mov  R3, A               ; save value in R3
    acall Start_I2C
    mov  SMB0DAT, #0xB4      ; chip address + write
    acall Write_I2C
    mov  SMB0DAT, #0x04      ; LSB LUX reading
    acall Write_I2C

```

```

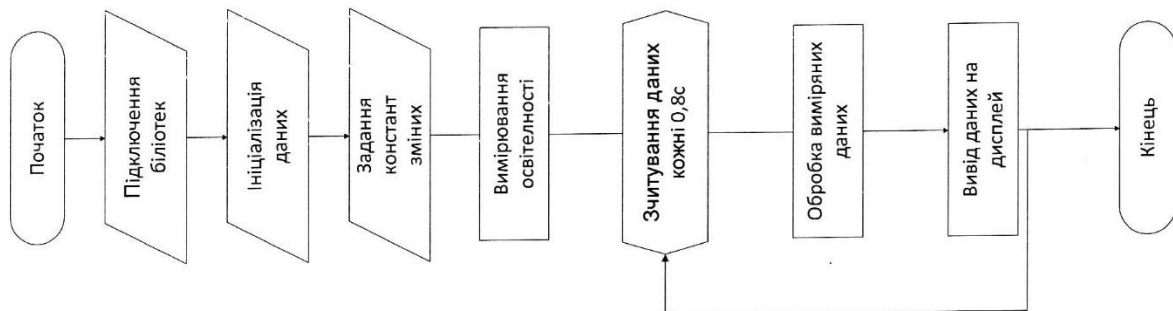
    acall Command_LCD
    mov  A, #0
    acall Command_LCD
    mov  R6, #128           ; # of columns
next_col:
    mov  A, #0x00
    acall Write_LCD
    djnz R6, next_col
    djnz R7, next_page
    ret

;-----
Set_Font_PTR:                ; set DPTR to the digit data in Font table
    mov  height, #4         ; large font settings
    mov  width, #19
    mov  pag,  #3
    mov  B,  #(19*4)        ; 19x32 font char size (in bytes)
    mov  DPTR, #Large_Font  ; preset pointer to the 1st font byte

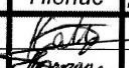
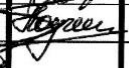
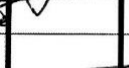
    mul  AB                 ; adjust the digit pointer by adding to it
    add  A, DPL             ; the value ACC*char_size
    mov  DPL, A
    mov  A, B
    addc A, DPH
    mov  DPH, A
    ret

END

```


[illegible]

Позначення	Найменування	Кіл шт.	Примітка
Мікросхеми			
DD1	Мікроконтролер C8015F304	1	
DA1	Датчик освітленості MAX44007	1	
Резистор			
R1	10 кОм	1	
R2	10 кОм	1	
R3	4.7 кОм	1	
R4	4.7 кОм	1	
Конденсатори			
C1	100 нФ	1	
C2	47 пФ	1	
C3	100 нФ	1	
C4	100 нФ	1	
C5	10 мкФ	1	
C6-C13	1 мкФ	8	
Дисплей NHD			
HG1	NHD-C12832A1Z-FSW-FBW-3V3	1	
Кнопка			
	Кнопка 10x2x5mm 6-pin	1	
Акумуляторна батарея			
G1	Літійова акумуляторна батарея CR2032	1	
XS1	Роз'єм програматора	1	

					МММТ.480.005.005 – ПЕЗ			
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система вимірювання освітленості виробничого приміщення			
Розроб.	Казмірчук В.М.							
Перевір.	Подчаїнський							
Реценз.	Шавурський							
Н. Контр.								
Затверд.	Подчаїнський				Лім. Аркуш Аркушів 1 1 ДУ «Житомирська політехніка», гр. МТ-2			