

Міністерство освіти і науки України

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

(повна назва кафедри)

Лабяк Максим Ярославович

LabiakMaksym

УДК 004:681.5

Спеціальність 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Розробка циклічного таймера регулювання освітленості

Development of a cyclic timer for lighting control

Науковий керівник:

доктор фіз.-мат. наук,

доцент Мандзюк В.І.

Рецензент:

Рачій Б.І., д.ф.-м.н., проф.

каф. матеріалознавства і

новітніх технологій

Івано-Франківськ

2020

Державний вищий навчальний заклад
 «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
 Фізико-технічний факультет
 Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Пояснювальна записка
 до кваліфікаційної роботи на тему
 Розробка циклічного таймера регулювання освітленості

| | | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|
| | | | | | <i>6.050102.KI.41.16</i> | | | | |
| | | | | | | <i>Лім.</i> | <i>Маса</i> | <i>Масштаб</i> | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Пояснювальна записка</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Лаб'як М.Я.</i> | | | | | | <i>1</i> | <i>1 : 1</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Мандзюк В.І.</i> | | | | | | | |
| <i>Т. Контр.</i> | | | | | | <i>Арк.</i> | <i>7</i> | <i>Архивів</i> | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | | | | | | | | |
| <i>Затвердж.</i> | | | | | | | | | |

АНОТАЦІЯ

Цифрові таймерні вимикачі використовуються для управління роботою електричних пристроїв на основі запрограмованого розкладу. Цей проект описує програмований цифровий таймер на основі мікроконтролера, який можна запрограмувати для планування роботи вмикання та вимикання електричного приладу. Цей перемикач таймера дозволяє налаштувати час увімкнення та вимкнення даного приладу. Це означає, що його можна запрограмувати таким чином, що він вмикатиметься в тій годині, на яку його запрограмовано.

Проект містить:

1. Мікроконтролер;
2. Дисплей;
3. Стабілізатор напруги.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|-------------------|------|------|---------|
| | | | | | 6.050102.KI.41.16 | | | |
| | | | | | <i>Анотація</i> | Літ. | Маса | Масштаб |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Лаб'як М.Я. | | | | | 3 | 1 : 1 |
| Перевір. | | Мандзюк В.І. | | | | | | |
| Т. Контр. | | | | | | Арк. | 3 | Аркушів |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затвердж. | | | | | | | | |

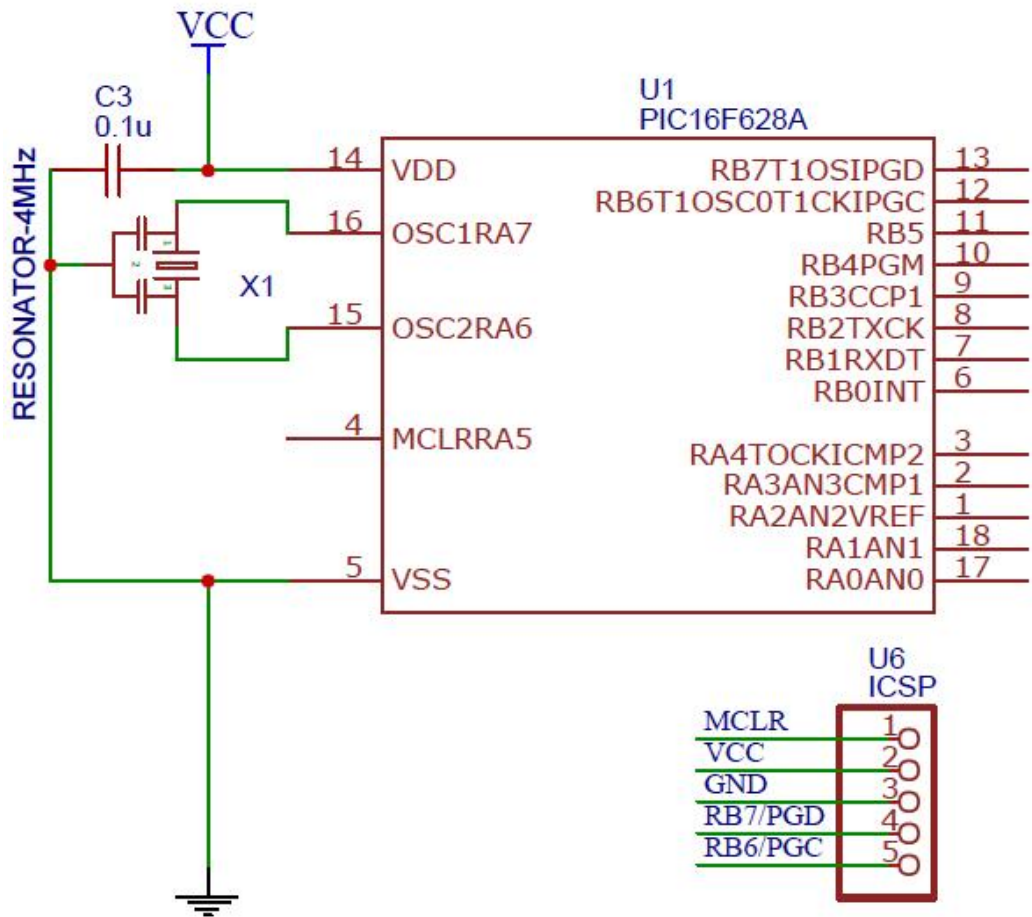
ABSTRACT

Digital timers are used to control the operation of electrical devices based on a programmed schedule. This project describes a programmable digital timer-based microcontroller that can be programmed to schedule the on and off operation of an electrical appliance. This timer switch allows you to set the time for switching the unit on and off. This means that it can be programmed in such a way that it switches on at the hour at which it is programmed.

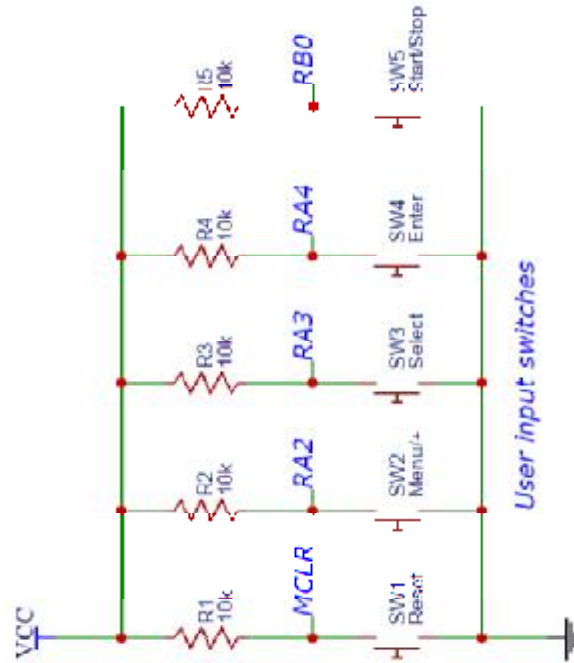
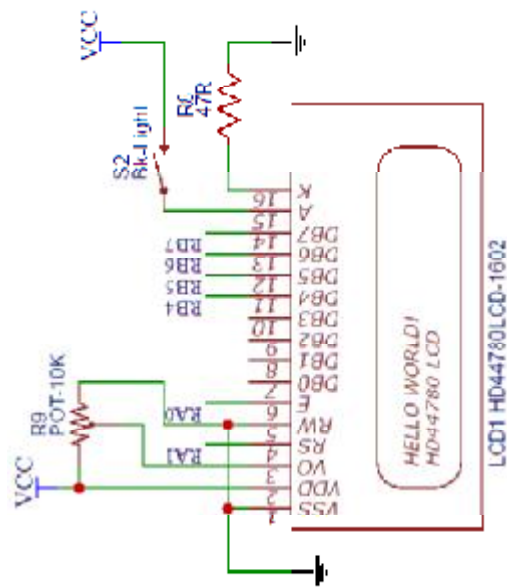
The project contains:

1. Microcontroller;
2. Display;
3. Voltage stabilizer.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>6.050102.KI.41.16</i> | | | |
| | | | | | ABSTRACT | <i>Лім.</i> | <i>Маса</i> | <i>Масштаб</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | 3 | 1 : 1 |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Лаб'як М.Я.</i> | | | | | | |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Мандзюк В.І.</i> | | | | | | |
| <i>Т. Контр.</i> | | | | | | <i>Арк.</i> | 4 | <i>Аркушів</i> |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | | | | | | | |
| <i>Затвердж.</i> | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|--|------|---------|---------|-------|
| | | | | | 6.050102.KI.41.16 | | | | |
| | | | | | | Лім. | Маса | Масштаб | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Блок-схема підключення PIC16F628A та ICSP | | | 3 | 1 : 1 |
| Розроб. | | Лаб'як М.Я. | | | Арк. 5 | | Аркушів | | |
| Перевір. | | Мандзюк В.І. | | | | | | | |
| Т. Контр. | | | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | | |
| Затвердж. | | | | | | | | | |



| | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|--|---|---------|
| | | | | | 6.050102.KI.41.16 | | |
| | | | | | Схема вводу / виводу з призначенням штифтів | | |
| | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 3 | 1 : 1 |
| Розроб. | | Лаб'як М.Я. | | | | | |
| Перевір. | | Мандзюк В.І. | | | | | |
| Т. Контр. | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | |
| Затвердж. | | | | | | | |
| | | | | | Арк. | 6 | Аркушів |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | К-ть | Прим. | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------------------|---|---------------------|-------------|-------------|---------------|
| | | | 6.050102. УДК 004:681.5 | Пояснювальна записка | 1 | | | |
| | | | 6.050102. УДК 004:681.5 | Блок-схема підключення PIC16F628A та ICSP | 1 | | | |
| | | | 6.050102. УДК 004:681.5 | Блок-схема вводу / виводу з призначенням штифтів | 1 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | 6.050102. УДК 004:681.5 | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| Розробив | | Лаб'як М.Я. | | | Специфікація | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркуші</i> |
| Перевірив | | Мандзюк В.І. | | | | | 2 | |
| | | | | | | | | |
| Н. Конт. | | | | | | | | |
| Затвердив | | | | | | | | |

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ШИМ – широтно–імпульсної модуляції

ROM – Read Only Memory

RAM – Random Access Memory

CMOS – complementary metal-oxide-semiconductor

EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

USART – Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter

RISC – reduced instruction set computer

ПК – персональний комп'ютер

MCU – Microcontroller Unit

ІС – інтегральна схема

ІМС – інтегральна мікросхема

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 10 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ОГЛЯД ПРОПОЗИЦІЙ НА РИНКУ..... | 11 |
| 1.1. Аналіз способів керування освітленням..... | 11 |
| 1.2. Огляд пропозицій на ринку..... | 17 |
| 1.2.1. Таймер Almanac..... | 17 |
| 1.2.2. Перемикач RL-3..... | 18 |
| 1.2.3. Таймер з керуванням GSM / GPRS..... | 20 |
| РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДАНОЇ СИСТЕМИ..... | 22 |
| 2.1. Вибір мікроконтролера..... | 22 |
| 2.2. Вибір дисплея..... | 23 |
| 2.3. Вибір стабілізатора напруги..... | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНО-РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ..... | 28 |
| 3.1. Розробка алгоритму..... | 28 |
| 3.2. Розробка електричної схеми для реалізації приладу | 34 |
| 3.2.1. Програмне забезпечення..... | 36 |
| РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ..... | 38 |
| 4.1. Розрахунок освітленості в приміщенні..... | 39 |
| ВИСНОВКИ..... | 40 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 41 |
| ДОДАТОК..... | 43 |

ВСТУП

На даний час все більш актуальним стає питання керування освітленням, оскільки більшість приладів і пристроїв споживають електроенергією і витрати на освітлення можуть досягти великих витрат.

Це питання є актуальним для всіх видів приміщень і будинків, бо при використанні штучного освітлення та різних видів клімат-контролю, витрати електроенергії можуть бути пов'язані з надмірним використанням цього освітлення і різних пристроїв для контролю клімату, на фоні достатньої природної освітленості з їх несвоєчасним відключенням. Рішення для керування освітленням дозволяють оптимально використовувати сонячне світло за рахунок датчиків, керованих блоків жалюзі, а також враховувати реальну зайнятість приміщень. Найбільш гостро проблеми економії електроенергії стоять в приміщеннях, де важко реалізувати чітку відповідальність і матеріальну зацікавленість в економії електроенергії кожним персонально. Значне підвищення ефективності використання електроенергії можливо при автоматизації керування освітленням.

Об'єкт дослідження – керування освітленням.

Предмет дослідження – керування на базі мікроконтролера.

Мета роботи – розробка циклічного таймера регулювання системи для керування освітленням.

Для досягнення мети необхідно реалізувати наступний комплекс задач:

- проаналізувати способи керування освітленням;
- проаналізувати структури приміщень і зробити підбір специфікації пристроїв;
- розробити ключові функції;
- розробити алгоритм керування програмним роботом;
- розробити програмне забезпечення для програмного робота;
- зробити розрахунок штучного освітлення в приміщеннях;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ОГЛЯД ПРОПОЗИЦІЙ НА РИНКУ.

1.1. Аналіз способів керування освітленням

Під системою «Розумного освітлення» мається на увазі керування всіма джерелами світла, де здійснюватиметься контроль кількома способами, починаючи з натискання кнопки клавішної панелі до самостійного системного контролю за допомогою датчиків.

За допомогою зміни напруги, при аналоговому керуванні, здійснюється регулювання рівня яскравості або температури. Діапазон зміни напруги на рівні 1-10 В є найпоширенішим, сила світла та температура змінюється пропорційно напрузі, при цьому потрібно тільки дві лінії: загальний зворотний дріт і зовнішній керуючий сигнал.

Для аналогового керування виділяється два ключових види:

- використанням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ);
- керування за напругою.

Коли використовується керування освітленістю по електромережам, напруга з мережі надходить на джерело світла, і обмежується за амплітудою відповідно до величини світлового потоку, якого необхідно досягти. Найбільш часто цей стандарт використовують для керування силою світла ламп розжарювання. Регулятори освітлення можна поділити на дві групи: в одних регуляторах обмеження напруги йде по передньому фронту (рис. 1.1, а), а в інших – по задньому фронту (рис. 1.1, б), при цьому сила світла регулюється відсіканням фронту напруги електромережі [1].

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 11 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

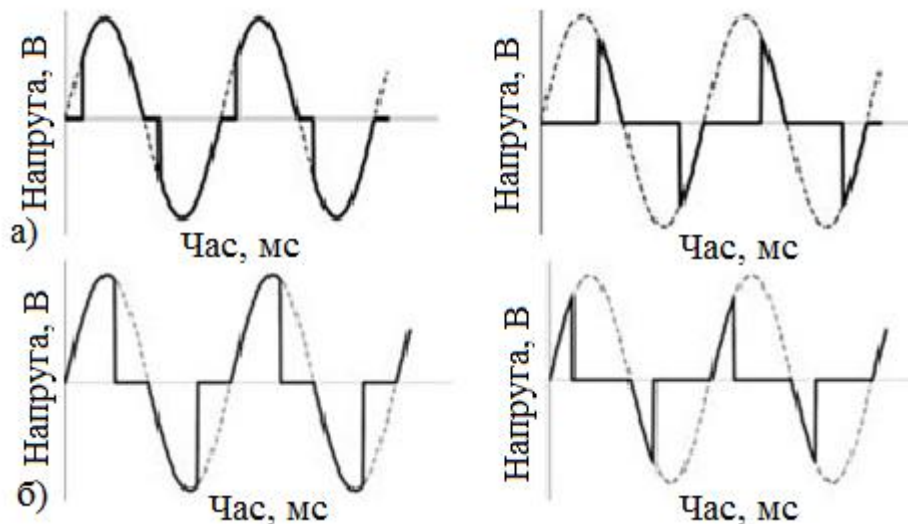


Рисунок 1.1. Обмеження напруги електромережі

Цифрове керування реалізується за допомогою використання одного джерела живлення чи контрольної лінії. Керування проводиться шляхом передачі імпульсів. Група імпульсів є комбінацією одиниць і нулів – двійковим числом. Дані передаються по всій лінії керування, включаючи всі керовані пристрої. Виконує сигнал лише той пристрій, якому цей сигнал призначений. Це відбувається за рахунок поділу сигналу на адресний і інформаційний. Пристрій визначає, що керуючий сигнал призначений саме йому через унікальну адресу, що присвоюється кожному виконавчому пристрою. Спосіб організації лінії передачі сигналів між димерами, контролером і технічними засобами називається інтерфейсом системи. Регулювання методом ШІМ базується на принципі розподілу напруги з прямокутними імпульсами, шляхом її швидкого циклічного включення / вимкнення. Середня напруга дає співвідношення між увімкненими і вимкненими рівнями (рис. 1.2). Зміна включеного і вимкненого станів лампи відбувається досить швидко, через це майже непомітно мерехтіння. ШІМ створює перешкоди в електромережі через імпульси блоку, а також, в деяких випадках, ШІМ може бути причиною швидкої стомлюваності очей, що є основними недоліками ШІМ.

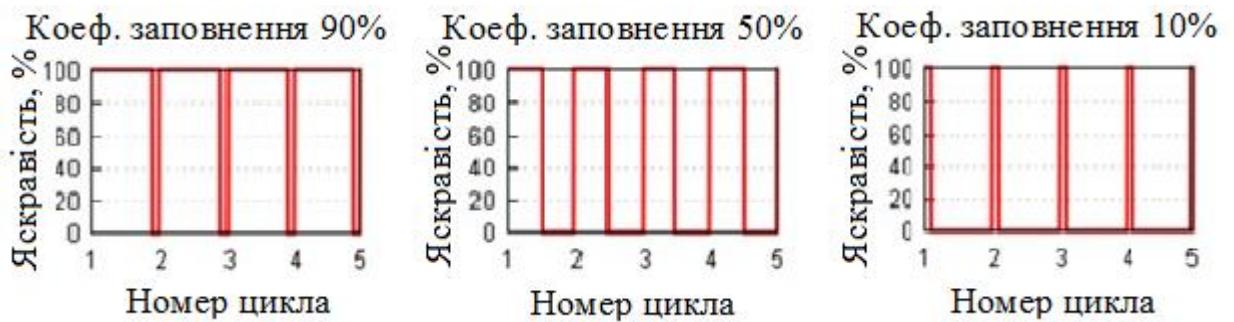


Рисунок 1.2. Керування яскравістю ламп із застосуванням ШІМ

Щоб організувати максимально ефективно керування освітленням краще за все застосовувати цифрове керування. Хоча при такому підході вартість розробки і встановлення освітлення буде вищою, але незначно за рахунок меншої кількості каналів зв'язку і впровадженням енергозберігаючих алгоритмів. При цьому значно зростає енергоефективність керування.

Щоб знизити вартість реалізації рішень керування освітленням рекомендується використовувати змішане керування (цифрове з аналоговим). На початковому етапі необхідно ставити цифрове керування, що дозволяє оптимізувати, пов'язані безпосередньо з освітленням, енерговитрати і мінімізувати, пов'язані з прокладкою каналів зв'язку, витрати. Використання аналогового керування на кінцевих етапах дає можливість скоротити витрати на обладнання, яке потрібне для цифрового керування. При такій реалізації ліквідуються основні недоліки обох типів керування. Таким чином, кількість регульованих джерел і довжина каналів керування при аналоговому керуванні скоротиться, а перешкоди, створені цифровим керуванням, ліквідуються на етапі з'єднання цих систем .

У даній роботі використовується цифрове керування [2].

Основні способи, які доступні при установці системи автоматизованого керування «Розумне світло»:

– Керування кольором освітлення. Використовуючи світлодіодні технології, є можливість зміни кольору освітлення. Використання напівпровідників, випромінюючих у видимому діапазоні, в даний час, стає одним з найбільш перспективних напрямів в освітленні. Але принцип і

вимоги до роботи даного типу приладів є зовсім іншими, ніж для ламп розжарювання та енергозберігаючих ламп. Для зміни кольору освітлення зазвичай використовується ШІМ. На світлодіоди подається струм імпульсами високої частоти, в результаті чого відбувається їх часте вмикання / вимикання. Людське око цей процес сприймає, як плавну зміну яскравості.

– Керування за сигналами від датчиків руху. При встановленні в систему керування освітленням датчиків присутності можна, в залежності від того, чи є люди в даному приміщенні, увімкнути або вимкнути групу світла. Ця функція дає можливість оптимально витратити електроенергію, але використання цієї функції доречно далеко не у всіх приміщеннях. У деяких випадках вона може виробляти неприємне враження при роботі чи навіть скорочувати термін служби освітлювального обладнання (рис. 1.3).

Отримана економія електроенергії за рахунок відключення світильників за сигналами таймера і датчиків становить 10-25% [3].

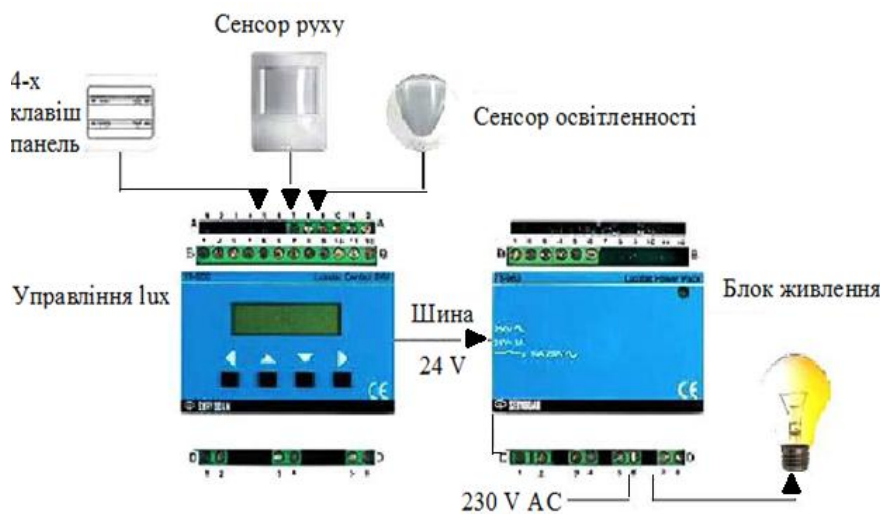


Рисунок 1.3. Схема керування освітленням за сигналами від датчиків

– Керування за сигналами від датчиків освітленості. Датчики освітленості використовують для того, щоб регулювати яскравість світла відповідно до вимог роботи в різних приміщеннях. Наприклад, для робочого місця за комп'ютером існує норма освітленості, системі потрібні дані датчика освітленості, щоб освітленість на робочому місці залишалася однаковою

протягом всього дня. При реагуванні на рух в кімнаті, датчик одночасно оцінює кількість природного світла (рис. 1.4.).



Рисунок 1.4. Датчик освітленості

При збільшенні чи зменшенні яскравості денного світла, пристрій буде збільшувати потужність освітлювальних приладів.

Якщо в приміщенні достатньо природного освітлення, то воно не буде включатися автоматично.

– Керування за розкладом. Існує можливість складання розкладу роботи різних груп світла, а система буде автоматично визначати де і коли потрібно включити світло.

– Ручне керування джерелами по типу увімкнути / вимкнути, димування. Пульт дистанційного керування або планшет не завжди знаходиться поруч, в цьому випадку для вмикання / вимикання або регулювання яскравості освітлення потрібно скористатися звичайними стаціонарними вимикачами, розташованими на стіні (рис. 1.5) [4].

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 15 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |



Рисунок 1.5. Панель керування освітленням

– Керування природними джерелами освітлення. За рахунок можливості комбінування різних систем та їх функцій, стає можливим керування електроприводом штор або жалюзі для керування природним освітленням в приміщеннях.

– Пристрій можна запрограмувати для самоохорони під час відсутності власника. Він може імітувати присутність людини в будинку, періодично, в різних кімнатах, включаючи і вимикаючи світло, створюючи шум та інші ефекти присутності.

– Системи керування аварійним освітленням і світильники використовуються для забезпечення необхідного мінімального рівня освітленості та евакуації людей. Вони включаються при аварійних ситуаціях від систем пожежної сигналізації, можуть працювати постійно, в черговому режимі чи вмикатися при відключенні основного джерела електропостачання.

Найперше призначенням евакуаційних і аварійних світильників – це забезпечення безпеки людей. У громадських будівлях будь-якої форми власності їх застосування обов’язкове [5].

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 16 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

Зазвичай, «розумне» освітлення закладається в дизайн-проект майбутнього приміщення або будинку. Витрати на автоматизоване керування світлом окупаються значною економією електроенергії. У деяких випадках вона може досягати 30%. «Розумні» будинки набули широкого поширення саме з цієї причини

1.2. Огляд пропозицій на ринку

1.2.1. Таймер Almanac

Таймер Almanac, який цінується за такі функції, як легка установка, низьке обслуговування, зручність у користуванні та низьке енергоспоживання. Цей асортимент також доступний у різних індивідуальних варіантах, щоб забезпечити повне задоволення клієнтів. Більше того, ці вироби знаходять застосування у різних видах вогнів та фонтанів (рис.1.6).



Рисунок 1.6. Таймер Almanac

Особливості:

- цифрова схема мікроконтролера;
- 4-значний цифровий світлодіодний дисплей;
- постійне відображення часу;
- захист від пилу мембранної клавіатури;
- до трьох релейних виходів номіналом 230 В / 10А;
- при бажанні програму можна змінити за допомогою клавіатури;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

- годинник у режимі реального часу з резервним запасом акумулятора 10 років;
- різні типи програм для енергозбереження;
- перемикачі вручну.

Заявки:

- вуличне освітлення;
- неонові вивіски;
- садові вогні;
- фабричні вогні;
- фонтани;
- охолоджувачі води;
- кондиціонери повітря.

Особливості трифазних циклічних таймерів:

- зараз доступний трифазний таймер з циклічним фазовим перемиканням, а також контролем напруги для остаточного енергозбереження;
- поперемінне перемикання трьох фаз для розподілу навантаження рівномірно на всі фази;
- автоматичне перемикання на нижчу напругу в запрограмований час для досягнення економії енергії [6].

1.2.2. Перемикач RL-3

Перемикач RL-3 широко відомий на ринку за вимкнення та можливість роботи вуличних ліхтарів, садових ліхтарів, контрольних ліхтарів та неонових знаків. Цей асортимент продукції доступний з програмованою енергонезалежною оперативною пам'яттю з фіксованою синхронізацією для запобігання будь-якого інтервального програмування, виконаного користувачами, і цінується за низьке енергоспоживання. Крім того, ці продукти широко цінують за економію робочої сили, просту експлуатацію та

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 18 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

встановлення, низьке обслуговування, низьке енергоспоживання та технологію автоматичного відключення (рис.1.7) [7].



Рисунок 1.7. Перемикач RL-3

Особливості:

- загальна схема мікроконтролера;
- чотиризначний світлодіодний дисплей;
- постійний показ часу;
- годинник у режимі реального часу з резервним запасом акумулятора на 10 років;
- клавіатура мембранного захисту від пилуки;
- до трьох релейних виходів номіналом 230 В / 10 А;
- вбудована програма альманаху;
- просте і зручне встановлення;
- перемикачі вручну.

Заявки:

- вуличне освітлення;
- житлове товариство;
- неонові вивіски;
- фабричні вогні;
- комерційний комплекс;
- охолоджувачі води;
- кондиціонери повітря;
- фонтани та сади;

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 19 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

- фабрика;
- стадіон.

1.2.3. Таймер з керуванням по GSM / GPRS

Пропонований таймер з керуванням по GSM / GPRS широко відомий на ринку за те, що він вимикає та вмикає вуличні ліхтарі, садові світильники, контрольні ліхтарі та неоновий знак із повідомленням з вашого мобільного телефону, надіславши SMS із зареєстрованого телефону чи через веб-додаток, використовуючи зареєстрований телефон GPRS. Цей асортимент продукції доступний з програмованою енергонезалежною оперативною пам'яттю з фіксованою синхронізацією для запобігання будь-якого інтервального програмування, виконаного користувачами, і цінується за низьке енергоспоживання. Крім того, ці продукти широко цінують за економію робочої сили, просту експлуатацію та встановлення, низьке обслуговування, низьке енергоспоживання та технологію автоматичного відключення (рис.1.8) [8].



Рисунок 1.8. Таймер з керуванням по GSM / GPRS

Особливості:

- цифрова схема на основі мікроконтролера;
- 4-значний світлодіодний дисплей;
- постійне відображення часу;
- клавіатура мембрани, захищеної від пилу;

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 20 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

- до трьох релейних виходів номіналом 230 В / 10А;
- вбудована програма альманаху;
- при бажанні програму можна змінити за допомогою клавіатури;
- годинник у режимі реального часу з резервним акумулятором на 10 років;
- різні типи програм для енергозбереження;
- точність часу 1,5 сек / день;
- вбудований модем;
- зовнішня комунікація RS232 / RS485.

Заявки:

- вуличне освітлення;
- житлове товариство;
- неонові вивіски;
- фабричні вогні;
- комерційний комплекс;
- охолоджувачі води;
- кондиціонери повітря;
- фонтани та сади;
- фабрика;
- стадіон.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДАНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Вибір мікроконтролера

PIC16F628a – 8 розрядний мікроконтролер PIC, який постачається з пам'яттю, процесором, периферійними пристроями і в основному використовується для вбудованих систем та додатків [9].

Мікроконтролери завжди залишаються першочерговим завданням для експертів, де автоматизація є головним питанням. До винаходу мікроконтролерів широко використовувались мікропроцесори для виконання різних функцій, пов'язаних із промисловою автоматизацією та обробкою. Обидва вони працюють однаково в тій чи іншій мірі, однак, є деякі винятки, тобто мікропроцесори не поставляються з ROM, RAM та іншими периферійними пристроями, їх потрібно додати зовні, щоб вони функціонували як мікроконтролер. Даний мікроконтролер поставляється з усіма периферійними пристроями на одному чіпі, саме це робить його компактним порівняно з об'ємним мікропроцесором (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. PIC16F628a

Особливості мікроконтролера:

- 8-бітний мікроконтролер на базі CMOS Flash – це низька вартість, висока продуктивність і однаково сумісна з пристроями PIC16F628, PIC16C5X, PIC16C62XA та PIC12CXXX;

- PIC16F628a оснащений 128 байтами пам'яті даних EEPROM, внутрішнім осцилятором 4 МГц, двома 8-бітовими та одним 16-бітовим таймером, USART, ШІМ, двома компараторами та програмованим

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 22 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

посиланням низької напруги, що робить його придатним для приладів, автомобільних, промислових та побутових застосувань ;

- процесор PIC заснований на передовій архітектурі RISC і постачається з 35 набором інструкцій, який простий у використанні та простий у налаштуванні [10].

Макет пам'яті дещо відрізняється, коли кожне місце пам'яті розглядається як реєстр, до якого можна отримати доступ за його адресою. Важливо зауважити, що не весь реєстр доступний постійно, а пам'ять зберігається у чотирьох об'єктах, які мають 128 реєстрів, і лише один зворотний бік можна отримати в даний момент часу.

Перші 32 регістри в кожному об'єкті відомі як регістри спеціального призначення, які можна використовувати для керування процесорами та вводами-виводами. Останні 16 реєстрів, доступних у кожному об'єкті, поділяються між усіма об'єктами, до значень яких можна отримати доступ будь-коли, не залежно від конкретного об'єкту, який використовується.

Існує єдиний робочий регістр, відомий як "W", який в основному використовується для зберігання змінених значень різної функції, що використовується в контролері.

2.2. Вибір дисплея

LCD-модулі дуже часто використовуються в більшості вбудованих проектів, причиною чого є його дешева ціна, доступність та зручність програмування. Більшість людей стикалися із цими дисплеями, чи то на ПК, чи на калькуляторах.

16 × 2 LCD називається так, тому що він має 16 стовпців і 2 ряди. Існує маса комбінацій, таких як 8 × 1, 8 × 2, 10 × 2, 16 × 1 і т.д. Таким чином, він матиме (16 × 2 = 32) 32 символи (рис. 2.2.).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |



Рисунок 2.2. LCD

Кожен символ має $(5 \times 8 = 40)$ 40 пікселів, а для 32 символів буде (32×40) 1280 пікселів. Крім того, на дисплеї слід також проінформувати про положення пікселів. Отже, вирішити все це можна за допомогою MCU, використовуючи інтерфейс IC, подібний до HD44780, який встановлюється на задній панелі самого модуля. Функція цього IC полягає в тому, щоб отримувати команди та дані з MCU та обробляти їх для відображення змістовної інформації на нашому ПК-екрані (рис. 2.3).

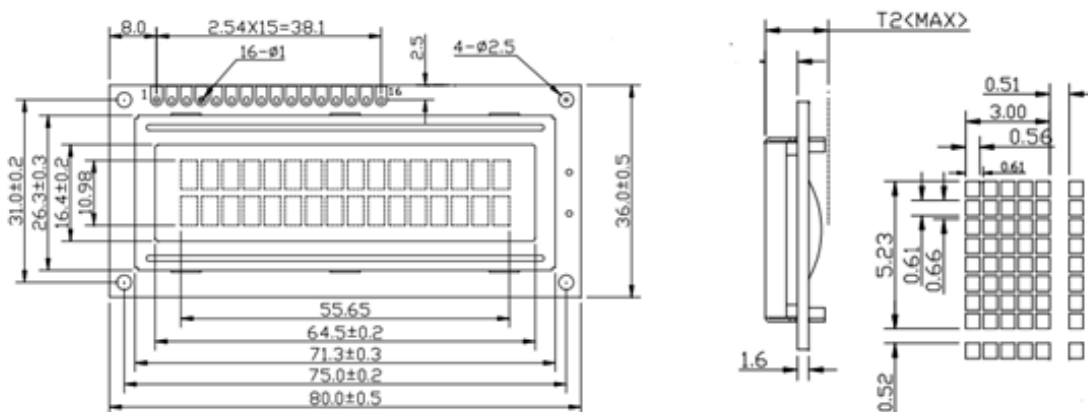


Рисунок 2.3. 2D модель 16 × 2 LSD-модуля

Особливості 16 × 2 LSD -модуля:

- робоча напруга від 4,7 до 5,3 В;
- струм споживання 1 мА без підсвічування;
- буквено-цифровий РК-модуль, тобто може відображати алфавіти та цифри;
- складається з двох рядків і кожен рядок може друкувати 16 символів;
- кожен символ складається з коробки 5 × 8 пікселів;
- може працювати як в 8-бітовому, так і в 4-бітному режимах;

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 24 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

- може відображати будь-які персоналізовані символи;
- випускається із зеленою та синьою підсвічуванням.

У табл 1.1 подано конфігурацію контактів модуля.

Таблиці 1.1

Конфігурація контактів

| Номер | Назва | Опис |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Vss (Ground) | Заземлений штифт підключений до системного заземлення |
| 2 | Vdd (+5 Volt) | Живлення LSD + 5 В (4,7 В - 5,3 В) |
| 3 | VE (Contrast V) | Визначає рівень контрастності дисплея. Заземлений, щоб отримати максимальний контраст. |
| 4 | Register Select | Підключено до мікроконтролера для переключення між регістром команд / даних |
| 5 | Read/Write | Використовується для читання або запису даних. Зазвичай обґрунтоване для запису даних LSD |
| 6 | Enable | Підключено до мікроконтролера та перемикається між 1 і 0 для підтвердження даних |
| 7 | Data Pin 0 | Працюють від 0 до 7 утворюють 8-бітну лінію даних. Вони можуть бути підключені до мікроконтролера для надсилання 8-бітних даних. |
| 8 | Data Pin 1 | |
| 9 | Data Pin 2 | |
| 10 | Data Pin 3 | |
| 11 | Data Pin 4 | |
| 12 | Data Pin 5 | |
| 13 | Data Pin 6 | |
| 14 | Data Pin 7 | |
| 15 | LED Positive | Світлодіодне підключення позитивного підсвічування |
| 16 | LED Negative | Світлодіодне підключення підсвічування негативного підсвічування |

2.3. Вибір стабілізатора напруги

LM7805 – це регулятор напруги, який виводить +5 В [11].

Як і більшість інших регуляторів на ринку, це трижильна ІМС; вхідний штифт для прийому вхідної напруги постійного струму, заземлювальний

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 25 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

штифт для встановлення заземлення для регулятора і вихідний штир, що подає додатні 5 В (рис. 2.4).

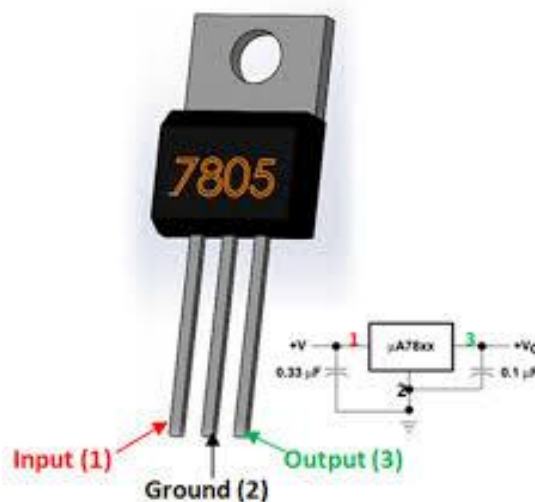


Рисунок 2.4. LM7805

Особливості продукту:

- 3-кінцеві регулятори;
- вихідний струм до 1,5 А;
- внутрішній захист від перегріву;
- висока здатність до розсіювання потужності;
- внутрішнє обмеження струму короткого замикання;
- вихідний транзистор компенсація безпечної зони.

LM7805 застосовується в широкому діапазоні схем:

- регулятор з фіксованим виходом;
- позитивний регулятор в негативній конфігурації;
- регульований вихідний регулятор;
- поточний регулятор;
- регульована подвійна пропозиція;
- схема вихідної полярності-зворотного захисту;
- контур проекції зворотного зміщення.

LM7805 також може бути використаний у побудові мікросхем для вимірювання індуктивності, зарядних пристроїв телефону, портативного CD-програвача тощо [12].

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 26 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

Що стосується регуляторів напруги, то він ділиться на два типи (табл. 1.2):

- лінійний регулятор напруги;
- перемикач регулятора напруги.

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика регуляторів напруги

| Назва | Лінійний регулятор напруги | Перемикач регулятора напруги |
|--------------|--|---|
| Значення | Вони регулюють вихідну напругу від джерела живлення | Регулятори, які забезпечують високу ефективність завдяки швидкому включенню та вимкненню серійних елементів |
| Ефективність | Від низької до середньої різниці між напругами | Висока |
| Складність | Низька | Від середньої до високої |
| Вартість | дешеві | Між середньою і високою собівартості |
| Використання | Для програм, що мають мінімальну різницю між вхідними та вихідними напругами | Для програм, які мають більший діапазон вхідної напруги |
| Приклади | LM7805, LM317 | LM3671 |

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНО-РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

У даному розділі описуються основні компоненти, схеми та алгоритм роботи.

Програмовані реле знаходять застосування у численних додатках автоматизації, таких як автоматичне керування вуличним освітленням, керування поливом та насосом, домашня автоматизація, автоматизація електростанцій у галузях промисловості тощо.

Максимальний інтервал часу, який можна встановити для вмикання та вимкнення, становить 99 годин і 59 хвилин. Ще однією цікавою особливістю цієї роботи є те, що в ній пропонується циклічна опція. Це означає, що можна запуснути її у безперервному циклі ON і OFF. Пристрій можна запрограмувати через 4 натискання. Меню програмування та стан пристрою відображаються на LSD 16×2 символів. Роздільна здатність часу цього релейного таймера становить 1 хв. Таймер також зберігає введення користувача у свій внутрішній EEPROM, щоб він міг зберігати ці значення після будь-якого переривання живлення. Ось підсумок функцій, які має цей пристрій таймера [13]:

- таймерний вимикач, що працює на мікроконтролері;
- вимкнення та встановлення часу увімкнення для роботи реле;
- опція для циклічного діапазону часу;
- вмикання / вимкнення: від 0 до 99 годин і 59 хвилин;
- 1 хвилинна роздільна здатність інтервалу;
- інтерактивний користувальницький інтерфейс за допомогою 4-х тактових комутаторів і символічний сигнал тривоги LCD;
- плата;
- + 5 В регулятор напруги.

3.1. Розробка алгоритму

Алгоритм роботи полягає в наступному:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

– клавішні і DLP-панелі реагують на натискання. При натисканні на кнопку сигнал відправляється на всі пристрої і виконується тим, кому він адресований;

– датчик руху реагує на рух всередині приміщення. При виявленні руху сигнал відправляється на всі пристрої і виконується тим, кому він адресований;

– оптичний датчик реагує на освітленість приміщення. Реагує на світло у видимій області спектра, розрізняє природне освітлення і освітлення, що створюється лампою. При освітленості більше заданого значення, чи в діапазоні заданого значення відправляє сигнал всім пристроям і виконується тими, кому він адресований;

– ключовий елемент (реле, димер) приймає сигнали від клавішних і DLP-панелей та датчиків руху і освітленості, датчиків температури і вологості, оцінює їх і на підставі отриманих даних вирішує, чи потрібно комутувати навантаження (лампи, жалюзі, фанкойли);

– живлення.

Алгоритм роботи поділено на декілька частин. Загальний алгоритм керування програмним роботом подано на рис. 3.1; алгоритм керування освітленням за допомогою реле – на рис. 3.2; алгоритм керування освітленням за допомогою димера – на рис. 3.3. Загальний алгоритм включає в себе два інші алгоритми і утворює повноцінну систему [14].



Рисунок 3.1. Розроблений алгоритм керування програмним роботом

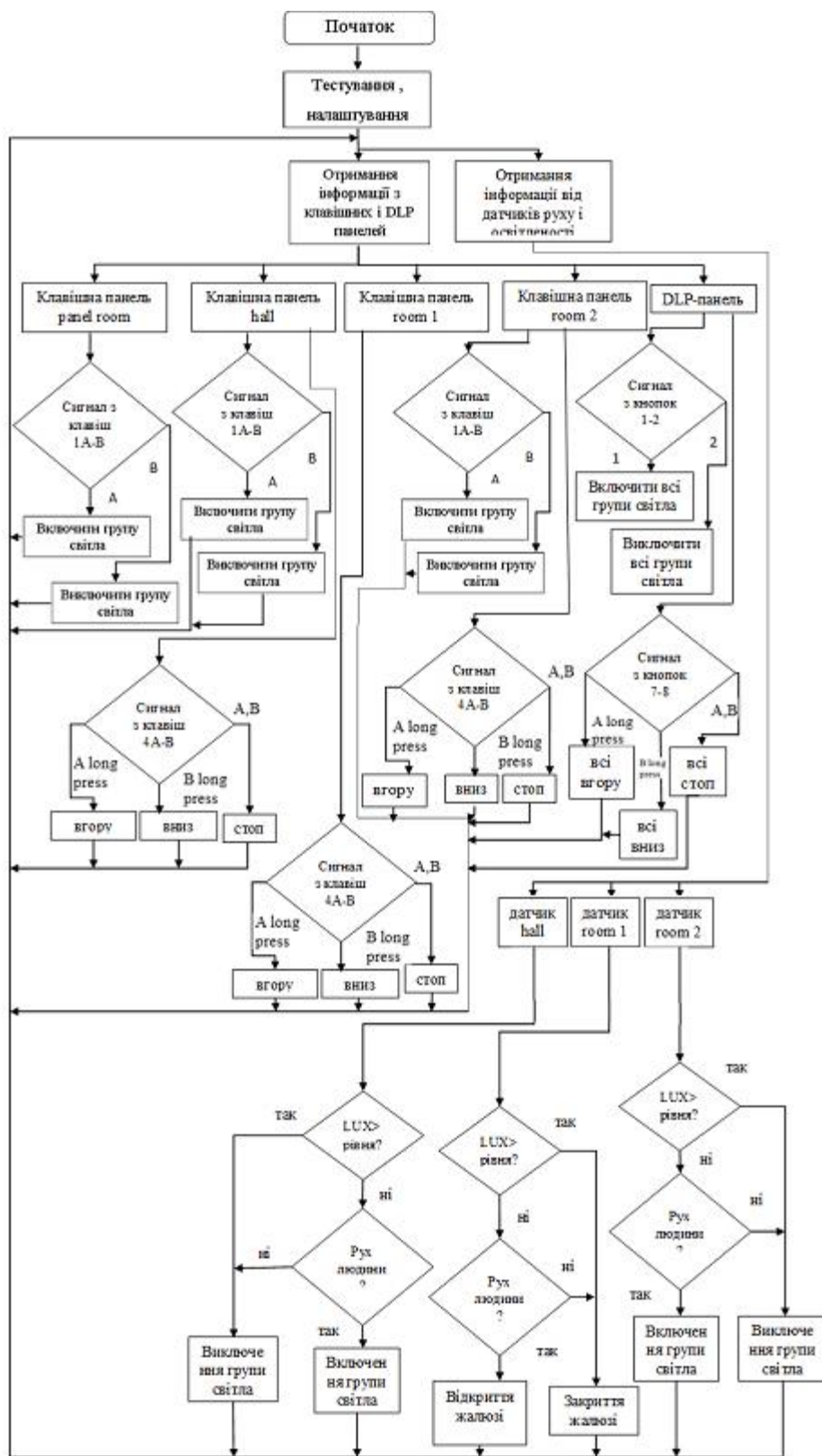


Рисунок 3.2. Розроблений алгоритм керування освітленням за допомогою реле

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат |

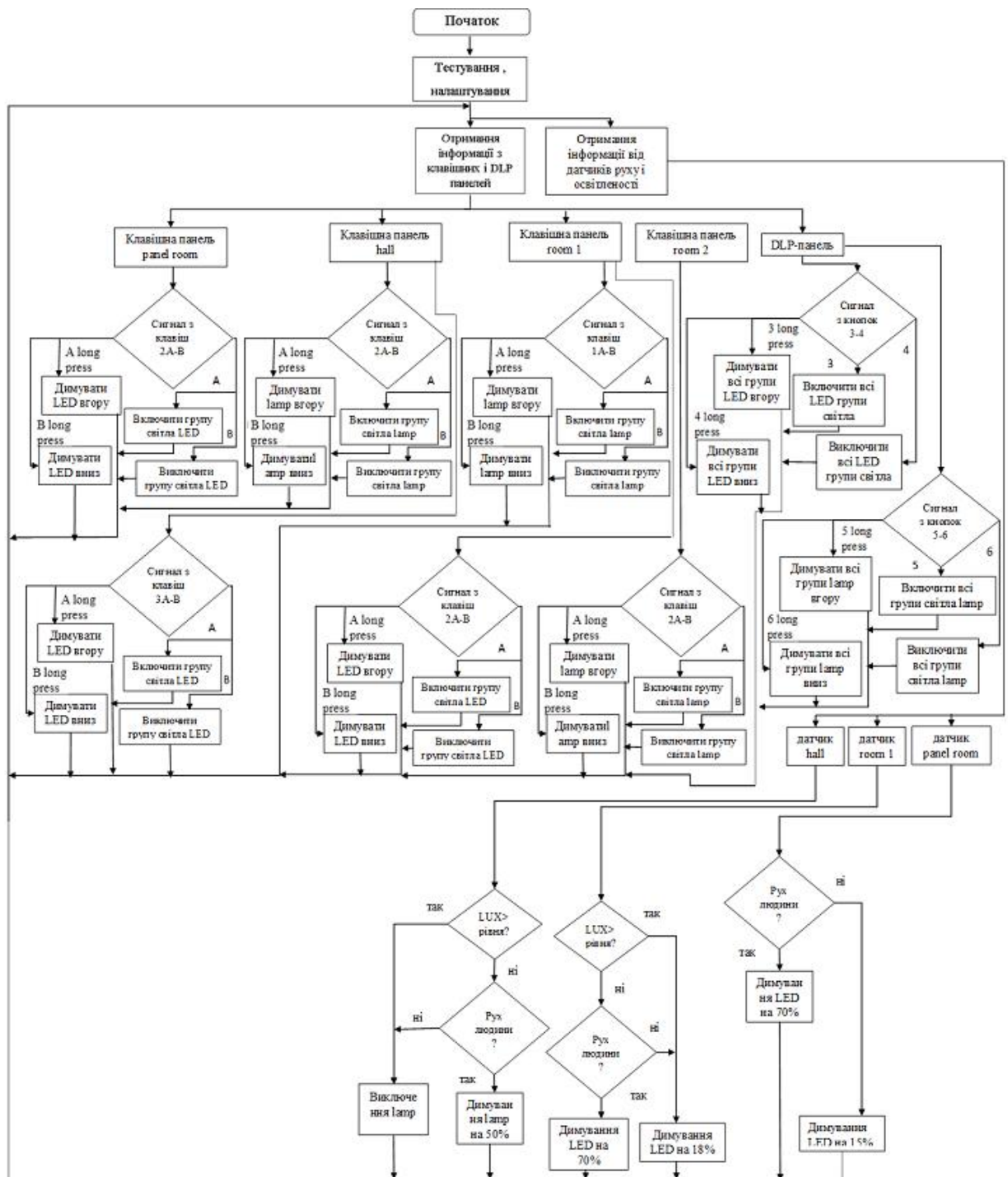


Рисунок 3.3. Розроблений алгоритм керування освітленням за допомогою димера

На початку роботи відбувається тестування обладнання. Одразу після підключення до мережі включаються і виключаються всі групи світла, а також опускаються і підіймаються всі блоки жалюзі. Далі відбувається зчитування інформації з клавішних і DLP-панелей та датчиків руху і освітленості, датчиків температури і вологості, та нескінченний цикл. У

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат |

нескінченному циклі всі пристрої через шину обмінюються інформаційними сигналами. Ці сигнали приймають усі пристрої, але виконують лише ті, яким вони призначені. Для цього, відповідно до функцій, було розроблено трирівневу структуру групових адрес і зв'язані всі групові об'єкти пристроїв з потрібними груповими адресами [15].

При натисканні кнопок на клавішній панелі (panel room) в шину відправляється сигнал. При натисканні кнопки 1А в шину відправляється одно-бітний сигнал, з телеграмою 1, на включення групи світла. При натисканні кнопки 1В в шину відправляється одно-бітний сигнал, з телеграмою 0, на виключення групи світла. Ці сигнали виконує перший канал реле.

При натисканні кнопки 2А в шину відправляється одно-бітний сигнал, з телеграмою 1, на включення групи світла LED. При натисканні кнопки 2В в шину відправляється одно-бітний сигнал, з телеграмою 0, на виключення групи світла LED. При довгому натисканні кнопки 2А в шину відправляється чотири-бітний сигнал, з телеграмою 1, на димування групи світла LED (підвищувати яскравість). При довгому натисканні кнопки 2В в шину відправляється чотири-бітний сигнал, з телеграмою 0, на димування групи світла LED (зменшувати яскравість).

Ці сигнали виконує третій канал димера керування LED освітленням. Так же само відбувається все з room1, room2, hall, а також і DLP-панелі .

Датчик (panel room) відправляє в шину сигнали. При виявленні руху в шину відправляється 1-байтний сигнал (True) і група LED світла димується на 70%. Коли руху немає в шину відправляється 1-байтний сигнал (False) і група LED світла димується на 15%. Ці сигнали виконує 3 канал димера керування LED освітленням.

Датчик (hall) відправляє в шину сигнали. Коли освітленість приміщення вище заданих значень чи в ньому немає руху в шину відправляються 1-бітний сигнал, з телеграмою (False), на виключення групи

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 32 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

світла, та 1-байтний сигнал, з телеграмою (False) і група світла з галогенних ламп димується до 0%, тобто вимикається. При виявлені руху чи освітленості приміщення в заданих значеннях в шину відправляється 1-бітний сигнал (True) для включення групи звичайного світла, і 1-байтний сигнал, з телеграмою (True) і світло з галогенних ламп димується до 50%. Ці сигнали виконує 2 канал реле і 1 канал димера керування освітленням з галогенними лампами.

Датчик (room1) відправляє в шину сигнали. Коли освітленість приміщення вище заданих значень чи в ньому немає руху, в шину відправляються 1-бітний сигнал, з телеграмою (False), на опускання жалюзі, та 1-байтний сигнал, з телеграмою (False) і група світла LED димується до 18%. При виявлені руху чи освітленості приміщення в заданих значеннях в шину відправляється 1-бітний сигнал (True) для підйому жалюзі, і 1-байтний сигнал, з телеграмою (True) і LED світло димується до 70%. Ці сигнали виконує 7,8 канали реле і 2 канал димера керування LED освітленням.

Датчик (room2) відправляє в шину сигнали. Коли освітленість приміщення вище заданих значень чи в ньому немає руху в шину відправляються 1-бітний сигнал, з телеграмою (False), на виключення групи світла, та 1-байтний сигнал, з телеграмою (False) і група світла з галогенних ламп димується до 0%, тобто вимикається.

При виявлені руху чи освітленості приміщення в заданих значеннях в шину відправляється 1-бітний сигнал (True) для включення групи звичайного світла, і 1-байтний сигнал, з телеграмою (True) і група світла з галогенних ламп димується до 55%. Ці сигнали виконує 3 канал реле і 3 канал димера керування освітленням з галогенними лампами.

Також системою можна керувати, підключивши ПК до шини, прописуючи команди на виконання безпосередньо в програмі ETS.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

3.2. Розробка електричної схеми для реалізації приладу

Апаратна частина роботи дуже проста. Електричне коло працює з регульованим джерелом живлення 5 В, отриманим за допомогою популярної мікросхеми лінійного регулятора LM7805 (рис. 3.4).

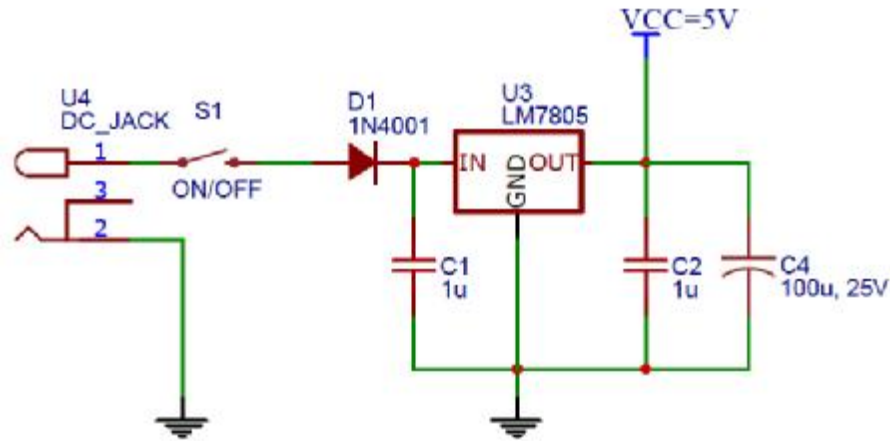


Рисунок 3.4. Регульований блок живлення + 5 В

Для мінімізації тепловіддачі в регуляторі напруги рекомендована вхідна напруга постійного струму до LM7805 - 9 В, яку можна легко отримати від настінного перехідника постійного струму. Діод D1 (1N4001) використовується для захисту зворотної полярності в колі. S1 – слайд-перемикач для вмикання та вимкнення живлення. На рис. 3.5 зображено налаштування входу та виходу [16].

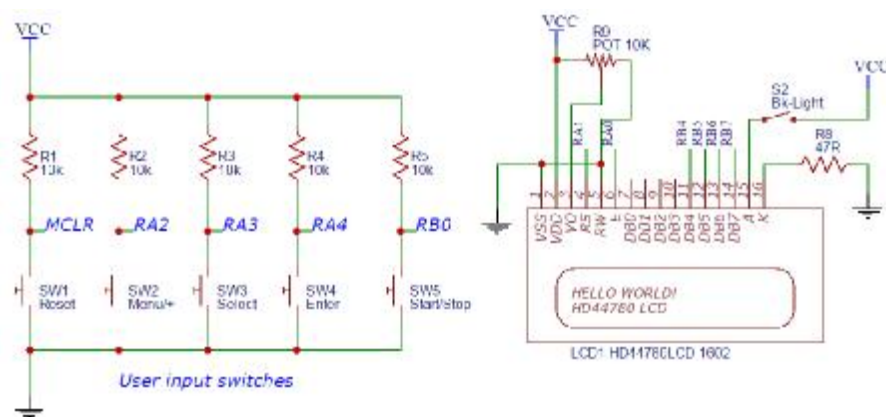


Рисунок 3.5. Схема вводу / виводу з призначенням штифтів PIC16F628A

У роботі використовується п'ять тактових комутаторів: один для скидання мікроконтролера і чотири для введення користувачем. Чотири вхідні перемикачі мають назву Menu / +, Select, Enter та Start / Stop. Стан

чотирьох вхідних комутаторів зчитується мікроконтролером PIC16F628A через порти RA2, RA3, RA4 та RB0. Вихідний LSD - це стандартний дисплей на основі HD44780 і керується в 4-бітному режимі. S2 – це ще один слайд-перемикач, який дозволяє вручну керувати підсвічуванням LSD. Вимикач реле виходу здійснюється через n-p-n транзистор 2N2222. У роботі також задіяно звуковий сигнал постійного струму, який подає звуковий сигнал, коли реле перемикача змінює свій статус. Схема реле показана на рис. 3.6

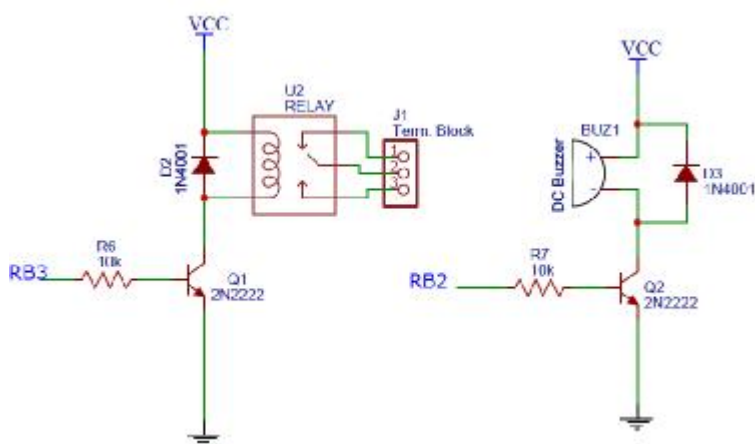


Рисунок 3.6. Схема керування реле

Мікроконтролер PIC16F628A працює на частоті 4,0 МГц за допомогою зовнішнього резонатора. Штифти вводу / виводу PIC16F628A, з'єднання резонатора та заголовок вбудованого послідовного програміста (ICSP) показані на рис 3.7.

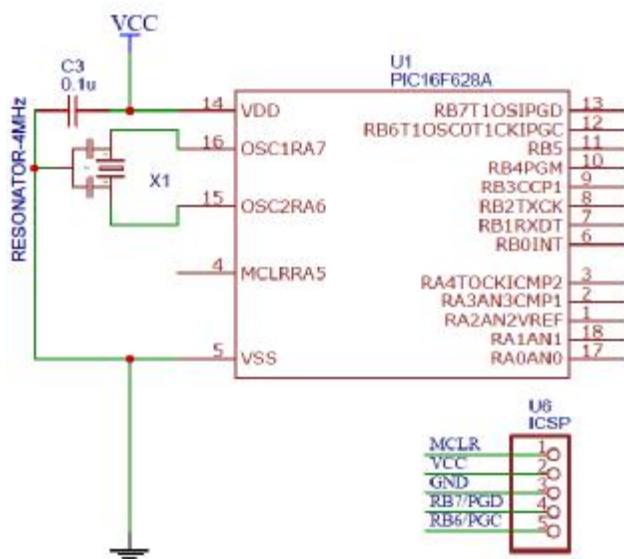


Рисунок 3.7. Підключення PIC16F628A та заголовка ICSP

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат |

Призначення контактів PIC16F628A для LSD, вимикачів, реле та схем наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Призначення контактів PIC16F628A

| Штифти вводу / виводу | Функції |
|-----------------------|-------------------------------|
| RA0 | Вмикання LSD |
| RA1 | Регістр вибору |
| RA2 | Меню + перемикач |
| RA3 | Вибір перемикачу |
| RA4 | Введення |
| RA5 | Скидання |
| RA6 | Зовнішній резонатор |
| RA7 | Зовнішній резонатор |
| RB0 | Вмикання/вимикання перемикача |
| RB1 | Не з'єднується |
| RB2 | Контроль звуку |
| RB3 | Контроль реле |
| RB4 | LSD дані (D4) |
| RB5 | LSD дані (D5) |
| RB6 | LSD дані (D6) |
| RB7 | LSD дані (D7) |

3.2.1. Програмне забезпечення

Програмований релейний таймер отримує введення через 4 кнопки. Їх функції описані так:

1. Меню / +: ця кнопка дозволяє переходити між різними параметрами меню, такими як встановлення часу ввімкнення, налаштування часу вимкнення та налаштування параметрів та циклічна опція. Ці параметри відображаються на LSD. Ця кнопка також слугує збільшенням цифр під час

встановлення часу. Час встановлюється у форматі год/хв, що дає мінімальне значення інтервалу синхронізації 1 хв.

2. Вибір: це дозволяє вибрати параметр меню, що відображається, а також окремі години та хвилини. Вибрана цифра збільшується на 1 при натисканні кнопки Меню / +.

3. Enter: коли встановлені відповідні години та хвилини, натискання кнопки Enter завершує час. Циклічний параметр також вводиться за допомогою цієї кнопки.

4. Початок / зупинка: ця кнопка призначена для запуску та зупинки таймера. Якщо таймер уже ввімкнено, можна зупинити його в будь-який час під час його роботи, натиснувши цю кнопку.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою даної бакалаврської роботи є розробка циклічного таймера, для регулювання освітленості та виведення відповідної інформації на дисплей.

Даний пристрій, може застосовуватись в різних сферах:

- готелях;
- будинках;
- газонах;
- стадіонах.

Для розробки даного приладу було використано досить простий і ефективний в розробці мікроконтролер PIC16F628A, а також 16 × 2 LCD-дисплей та стабілізатор напруг – LM7805[17].

Ціна такого пристрою становить 600 грн.

Вартість розробленого пристрою буде залежати від вартості комплектуючих елементів, які входять в його склад. На час виконання роботи вартість комплектуючих зображена у табл. 4.1.

Таблиця 4. 1

Вартість елементів

| Комплектуючі вироби | Кількість, шт. | Вартість за одиницю, грн | Сума, грн |
|--------------------------------|----------------|--------------------------|-----------|
| PIC16F628A | 1 | 102 | 102 |
| LCD | 1 | 178 | 178 |
| LM7805 | 1 | 6 | 6 |
| діод N4001 | 3 | 2 | 6 |
| конденсатор 1 мкФ | 2 | 50 | 50 |
| 100 мкФ 25 В ел-ий конденсатор | 1 | 80 | 80 |
| конденсатор на 0,1 мкФ | 1 | 10 | 10 |
| конденсатор 22 пФ | 2 | 9,90 | 18,80 |
| резистор 10 кОм | 7 | 9 | 63 |
| змінний резистор 10 кОм | 1 | 20 | 20 |
| резистор на 47 Ом | 1 | 0,20 | 10 |
| кварцовий резонатор 4 МГц | 1 | 5 | 5 |
| транзистор N222 | 2 | 1 | 2 |

4.1. Розрахунок освітленості в приміщенні

Метою розрахунку є визначення фактичної освітленості в приміщенні.
Основна формула методу коефіцієнта використання світлового потоку:

$$F_{св} = \frac{E_{\phi} \times k_3 \times S \times z}{n \times N \times \eta \times \gamma}, \quad (4.1)$$

де E_{ϕ} – фактична освітленість;

S – площа освітлюваного приміщення, $S = 24 \text{ м}^2$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітленості, $z = 1,1$;

k_3 – коефіцієнт запасу, що враховує запилення приладів освітлення і знос джерел запасу світла в процесі експлуатації, $k_3 = 1,4$. Для приміщення лабораторії, освітлюваного люмінесцентними лампами та за умови чищення світильників не рідше двох разів на рік;

N – число світильників в одному ряді, $N = 3$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, $\eta = 0,38$;

γ – коефіцієнт затемнення, $\gamma = 0,8$;

n – число рядів світильників, $n = 2$;

n_l – число ламп в світильнику, 1 шт.;

F_l – світловий потік лампи, 700 лм.

З формули (4.1) потрібно визначити E_{ϕ} і після розрахунку порівняти з E_n :

$$F_{св} = F_l \times n_l = 700 \times 1 = 700 \text{ лк.}$$

Визначимо фактичну освітленість:

$$F_{св} = \frac{E_{\phi} \times k_3 \times S \times z}{n \times N \times \eta \times \gamma} = \frac{700 \times 1,4 \times 24 \times 1,1}{2 \times 3 \times 0,38 \times 0,8} = 1358 \text{ лк}$$

Як видно з розрахунку, штучне освітлення в лабораторії – більш ніж достатнє. Для усунення даного шкідливого фактору в кабінеті не слід вмикати одразу усі світильники.

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 39 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто огляд пропозицій на ринку, розглянуто декілька видів приладів, а також проведено порівняння їх характеристик та властивостей один з одним і визначено види керування, такі як:

- використанням широтно-імпульсної модуляції;
- керування за напругою.

2. Визначено та обґрунтовано вибір необхідних компонентів, таких як – мікроконтролер PIC16F628A, LSD-дисплей і стабілізатор напруги LM7805. Проаналізовано їх характеристики та властивості, проведено порівняння з іншими компонентами та усунення їх недоліків.

3. Підібрано елементну базу пристрою, а також проведено і описано алгоритм керування даним пристроєм і створено відповідну блок-схему.

4. Проаналізовано питання економічної собівартості кожного елемента і виведено необхідну ціну для робочого приладу.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Програмний робот [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://club.cnews.ru/blogs/entry/robotic_process_automation (Дата звернення 15.05.2018). – Назва з екрану.
2. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст]. - Введ. 2015-06-22. - К.: Держстандарт України, 2017. - 29 с.
3. Методичні вказівки до підготовки атестаційної роботи магістра для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Системна інженерія» / Упоряд.: О.М. Цимбал, Токарева О.В., А.І. Бронніков. – Харків: ХНУРЕ, - 2017. – 43 с.
4. ШІМ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tanalin.com/articles/translations/pwm/> (Дата звернення 17.05.2018). – Назва з екрану.
5. Аналіз типів керування освітленням [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://technology.snauka.ru/2016/10/10625> (Дата звернення 17.05.2018). – Назва з екрану.
6. Керування освітленням [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.smarthouse.ua/ru/upravlenie_osvecsheniem.html?gclid=Cj0KCQjwuYTYBRDsARIsAJnrUXCg2mtNeIFR6tsob0L6fN4fHRCwFLhnZjj3mLbKy45-ehdnmpdK410aAhs1EALw_wcB/ (Дата звернення 18.05.2018). – Назва з екрану.
7. Підсистеми клімат-контролю [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://russian-remont.ru/klimat-kontrol-umnom-dome/> (Дата звернення 19.05.2018). – Назва з екрану.
8. LED лампи що димуються [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shop.eurolamp.ua/svetodiodnye-lampy/dimmiruemye/> (Дата звернення 19.05.2018). – Назва з екрану.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. 41 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

9. Галогенні і лампи розжарювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lampa.kiev.ua/katalog/lampochki/> (Дата звернення 19.05.2018). – Назва з екрану.

10. Пристрої eelectron [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eelectron.com/products/lighting-management/?lang=en> (Дата звернення 20.05.2018). – Назва з екрану.

11. Пристрої HDL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.hdlautomation.com/category.php?id=67> (Дата звернення 20.05.2018). – Назва з екрану.

12. Пристрої JUNG [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.jung.de/ru/online-catalogue/70599924/> (Дата звернення 21.05.2018). – Назва з екрану.

13. Д. Дитрих, В. Кастнер, Т. Саутер, О. Низамутдинов «ЕІВ - Система автоматизації зданийь» [Текст] / Пер. с нем. под ред.: О. Б. Низамутдинова, М. В. Гордеева. - Пермь: ПермГТУ, 2001. - 378 с.

14. Технологія KNX [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ixbt.com/home/knx-intro.shtml> (Дата звернення 23.05.2018). – Назва з екрану.

15. KNX BASIC COURSE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://knx.com.ua/attachments/article/132/KNX-basic_course_full.pdf (Дата звернення 23.05.2018). – Назва з екрану.

16. KNX програмне забезпечення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.knx.org/knxen/software/ets/about/index.php?navid=249964249964> (Дата звернення 25.05.2018). – Назва з екрану.

17. Дзюндзюк, Б.В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» у випускних роботах ОКР «бакалавр» усіх форм навчання [Текст] / Упоряд.: Б.В.Дзюндзюк, В.А.Айвазов, Т.Є.Стищенко. – Харків: ХНУРЕ, 2012. – 28 с.

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 42 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |

ДОДАТОК

```
#include<iostream>
```

```
#include<math.h>
```

```
#include<cstdlib>
```

```
#include<time.h>
```

```
// LCD module connections
```

```
sbit LCD_RS at RA1_bit;
```

```
sbit LCD_EN at RA0_bit;
```

```
sbit LCD_D4 at RB4_bit;
```

```
sbit LCD_D5 at RB5_bit;
```

```
sbit LCD_D6 at RB6_bit;
```

```
sbit LCD_D7 at RB7_bit;
```

```
sbit LCD_RS_Direction at TRISA1_bit;
```

```
sbit LCD_EN_Direction at TRISA0_bit;
```

```
sbit LCD_D4_Direction at TRISB4_bit;
```

```
sbit LCD_D5_Direction at TRISB5_bit;
```

```
sbit LCD_D6_Direction at TRISB6_bit;
```

```
sbit LCD_D7_Direction at TRISB7_bit;
```

```
// End LCD module connections
```

```
sbit MENU_sw at RA2_bit;
```

```
sbit SELECT_sw at RA3_bit;
```

```
sbit ENTER_sw at RA4_bit;
```

```
sbit START_sw at RB0_bit;
```

```
sbit RelaySW at RB3_bit;
```

```
sbit Buzzer at RB2_bit;
```

```
// Define Messages
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 43 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

```

char MSG2[] = " t-off = ";
char MSG3[] = " t-on = ";
char MSG4[] = " Y/N = ";

unsigned short HHMM_Pos = 10;

unsigned short ON_Time[] = {0, 0, 10, 0, 0}; // 10 + 48 is :
unsigned short OFF_Time[] = {0, 0, 10, 0, 0};
unsigned short Mode_SELECT = 0 ; // 0:ON, 1:OFF, 2 : Cycle
unsigned short Repeat_Cycle=0;
unsigned short i, j, k, Timer_On, Get_Input, Cur_Pos, Cur_On;
unsigned short temp, refresh, Num, HalfSec, Blink, ChangeMin=0;
unsigned short OFF_HH, OFF_MM, OFF_SS, ON_HH, ON_MM, ON_SS;

void Disp_First_Row(){
if(!Timer_On){
switch (Mode_Select){
case 0: Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1, ">Set OFF time");
break;
case 1: Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1, ">Set ON time ");
break;
case 2: Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1, ">Timer Cycle");
break;
}
}
}

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

```

else{
    if (RelaySW == 0) {
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Out(1,1, "Device: OFF!");
    }
    if (RelaySW == 1) {
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Out(1,1, "Device: ON!");
    }
}
}
}

void Disp_Char(unsigned short col, unsigned short chr){
    Lcd_Chr(2, col, chr+48);
}

void Disp_Time(){

    for(i=0; i<5; i++){
        if(Mode_SELECT == 0){ // Mode_SELECT=0 is OFF time SELECT_sw
            Lcd_Out(2,1, MSG2);
            Disp_Char(HHMM_Pos+i,OFF_Time[i]);
        }
        if(Mode_SELECT == 1){ // Mode_SELECT=0 is ON time SELECT_sw
            Lcd_Out(2,1, MSG3);
            Disp_Char(HHMM_Pos+i,ON_Time[i]);
        }
        if(Mode_SELECT == 2){ // Mode_SELECT=0 is ON time SELECT_sw
            Lcd_Out(2,1, MSG4);

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | 45 |

```

Disp_Char(8,Repeat_Cycle);
Lcd_Out(2,9, "  ");

break;
}
}
}

void play_sound(){
  Buzzer=1;
  Delay_ms(500);
  Buzzer=0;
}

void Delay_X(){
  Delay_ms(300);
}

void cursor_left(){
  for(j=0; j<5; j++){
    Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_LEFT);
  }
}

void Store_tData(){
  EEPROM_Write(0,OFF_time[0]);
  EEPROM_Write(1,OFF_time[1]);
  EEPROM_Write(2,OFF_time[3]);
  EEPROM_Write(3,OFF_time[4]);
}

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 46 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

EEPROM_Write(4,ON_time[0]);
EEPROM_Write(5,ON_time[1]);
EEPROM_Write(6,ON_time[3]);
EEPROM_Write(7,ON_time[4]);
EEPROM_Write(8,1); // Address 8 stores EEPROM Write flag

```

```

}

```

```

void Read_tData(){
    OFF_time[0]=EEPROM_Read(0);
    OFF_time[1]=EEPROM_Read(1);
    OFF_time[3]=EEPROM_Read(2);
    OFF_time[4]=EEPROM_Read(3);
    ON_time[0]=EEPROM_Read(4);
    ON_time[1]=EEPROM_Read(5);
    ON_time[3]=EEPROM_Read(6);
    ON_time[4]=EEPROM_Read(7);
}

```

```

void disable_timer(){
    INTCON = 0x00;
    RelaySW = 0;
    INTCON.T0IF = 0;
    Timer_On = 0;
    Blink = 0xff;
    Mode_SELECT = 0;
    Disp_First_Row();
    Read_tData();
    Disp_Time();
}

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|------------------|------|
| | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

```
play_sound();  
}
```

```
void interrupt() {  
    Num ++;      // Interrupt causes Num to be incremented by 1  
    if(Num == 9) {  
        HalfSec ++;  // Increase sec  
        Num = 0;  
        Blink = ~Blink;  
        if (HalfSec == 120){  
            HalfSec = 0;  
            ChangeMin = 1;  
        }  
    }  
    TMR0 = 39;    // TMR0 returns to its initial value  
    INTCON.T0IF = 0; // Bit T0IF is cleared so that the interrupt could reoccur  
}
```

```
void main()  
{  
  
    CMCON = 7;    // Disable Comparators  
    TRISA = 0b00111100;  
    TRISB = 0b00000001;  
    PORTB=0;  
    PORTA=0;
```

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 48 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | |


```

RelaySW = 0;
Timer_On = 0;
Get_Input = 0;
Cur_Pos = 0;
Cur_On = 0;
refresh = 0;
Num = 0;
HalfSec = 0;

Lcd_Init();           // Initialize LCD
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Clear display
Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Cursor off
Lcd_Out(1,1, "PIC-based Relay");
Lcd_Out(2,1, "Timer V1.0");

i=0;
while(i<1){
    Delay_X();
    i ++;
}
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Disp_First_Row();
// Check if there are pre-stored time data in EEPROM
if(EEPROM_Read(8) == 1){
    Read_tData();
}

Disp_Time();

```

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|--|--|--|------------------|------|
| | | | | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | | | | 49 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | | | |

```

do {
    // Do the following if MENU switch is pressed and timer is not running
    if(!MENU_sw && !Timer_On){
        Delay_X();
        if(!Get_Input){
            Mode_SELECT = Mode_SELECT+1;
            if(Mode_SELECT > 2) Mode_SELECT=0;
            Disp_First_Row();
            Disp_Time();
        }
        if(Get_Input){
            if(Mode_SELECT==0){ // Set OFF time
                OFF_time[Cur_Pos] ++;
                temp = OFF_time[Cur_Pos];
                switch (Cur_Pos){
                    case 0: if(temp > 9) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                    case 1: if(temp > 9) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                    case 3: if(temp > 5) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                    case 4: if(temp > 9) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                    case 6: if(temp > 5) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                    case 7: if(temp > 9) OFF_time[Cur_Pos]=0;
                        break;
                }
                Disp_Char(HHMM_Pos+Cur_Pos, OFF_time[Cur_Pos]);
            }
        }
    }
}

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 50 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

}

if(Mode_SELECT==1){ // Set ON time
    ON_time[Cur_Pos] ++;
    temp = ON_time[Cur_Pos];
    switch(Cur_Pos){
        case 0: if(temp > 9) ON_time[Cur_Pos]=0;
                break;
        case 1: if(temp > 9) ON_time[Cur_Pos]=0;
                break;
        case 3: if(temp > 5) ON_time[Cur_Pos]=0;
                break;
        case 4: if(temp > 9) ON_time[Cur_Pos]=0;
                break;
    }
    Disp_Char(HHMM_Pos+Cur_Pos, ON_time[Cur_Pos]);
}

if(Mode_SELECT==2){ // Set cyclic option
    Repeat_Cycle ++;
    if(Repeat_Cycle > 1) Repeat_Cycle=0;
    Disp_Char(8, Repeat_Cycle);
}
Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_LEFT);
}
} // END if(!Menu_sw)

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | 51 |

```

// Do the following when Select switch is pressed and timer is not running
if(!SELECT_sw && !Timer_On){
    Delay_X();
    Get_Input = 1;
    if(Mode_SELECT < 2) {
        if(Cur_On) {
            Cur_Pos ++;
            if (Cur_Pos == 2) {
                Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_RIGHT);
                Cur_Pos ++;
            }
            if(Cur_Pos > 4) {
                Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_RIGHT);
                Cur_Pos = 0;
                cursor_left();
            }
            else Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_RIGHT);
        }
        if(!Cur_On) {
            Cur_On = 1;
            cursor_left();
            Lcd_Cmd(_LCD_UNDERLINE_ON);
        }
    }
    else {
        if(!Cur_On) {
            Cur_On = 1;
            for(j=0; j<7; j++){

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 52 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

    Lcd_Cmd(_LCD_MOVE_CURSOR_LEFT);
}
Lcd_Cmd(_LCD_UNDERLINE_ON);
}
}

} // if(!SELECT_sw && !Timer_On) ends here

if(!ENTER_sw && Get_Input){
    Delay_X();
    Get_Input = 0;
    Cur_On = 0;
    Cur_Pos = 0;
    Disp_Time();
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Cursor off
}

if (!START_sw && !Get_Input){
    Delay_X();

switch(Timer_On){
case 0: play_sound();
    Timer_On = 1;
    Disp_First_Row();
    OPTION_REG = 0x07; // Prescaler (1:256) is assigned to the timer TMR0
    TMR0 = 39; // Timer T0 counts from 39 to 255
    INTCON = 0xA0; // Enable interrupt TMR0 and Global Interrupts

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 53 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

INTCON.T0IF = 0;
Mode_SELECT = 0;
Blink = 0;
Disp_Time();
Store_tData();
break;
case 1: disable_timer();
break;
}
}

if(Timer_On){
OFF_HH = OFF_Time[0]*10 + OFF_Time[1];
OFF_MM = OFF_Time[3]*10 + OFF_Time[4];
ON_HH = ON_Time[0]*10 + ON_Time[1];
ON_MM = ON_Time[3]*10 + ON_Time[4];
switch(Blink){
case 0: Lcd_Chr(2,HHMM_Pos+2, ' ');
break;
case 255: Lcd_Chr(2,HHMM_Pos+2, ':');
break;
}

if(!OFF_HH && !OFF_MM && !RelaySW){
if(ON_HH || ON_MM){
RelaySW = 1;
Mode_SELECT = 1;
Disp_First_Row();
}
}
}

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 54 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

Disp_Time();
play_sound();
}

else {
disable_timer();
}

}

if(!ON_HH && !ON_MM && RelaySW){
if(Repeat_Cycle ==1){
RelaySW = 0;
Read_tData();
Mode_SELECT = 0;
Disp_First_Row();
Disp_Time();
play_sound();
}
else {
disable_timer();
play_sound();
}
}

if(ChangeMin) {
switch(Mode_SELECT){
case 0: if(OFF_MM == 0 && OFF_HH>0){

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 55 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |

```

OFF_MM = 59;
OFF_HH -- ;
}

else if (OFF_MM >>0) OFF_MM --;
OFF_Time[0] = OFF_HH/10;
OFF_Time[1] = OFF_HH%10;
OFF_Time[3] = OFF_MM/10;
OFF_Time[4] = OFF_MM%10;
break;

case 1: if(ON_MM == 0 && ON_HH>0){
ON_MM = 59;
ON_HH -- ;
}

else if(ON_MM >> 0) ON_MM --;
ON_Time[0] = ON_HH/10;
ON_Time[1] = ON_HH%10;
ON_Time[3] = ON_MM/10;
ON_Time[4] = ON_MM%10;
break;
}
ChangeMin = 0;
Disp_Time();
}
}
}while(1);
}

```

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|-----|--|------------------|------|
| | | | | | | 123.БКР.КІ-41.16 | Арк. |
| | | | | | | | 56 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | |