

Власник документу:  
Бевза Олег Миколайович

ID перевірки:  
1004089066

Дата перевірки:  
17.06.2020 01:33:52 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
17.06.2020 01:37:42 EEST

ID користувача:  
90740

Назва документу: 2020-bachelor-EDD\_Totsenko\_Osvitlennya\_fch

ID файлу: 1004101672 Кількість сторінок: 16 Кількість слів: 7627 Кількість символів: 55402 Розмір файлу: 75.72 KB

## 19% Схожість

Найбільша схожість: 5.13% з джерело бібліотеки. ID файлу: 1000053729

14.4% Схожість з Інтернет джерелами 60 ..... Page 18

15.4% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту 167 ..... Page 19

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

## 0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

## Підміна символів

Заміна символів 50

Валентин Тоценко

**Автоматизована система освітлення території підприємства****АНОТАЦІЯ**

Дипломна робота присвячена розробці автоматизованої системи освітлення території підприємства.

Метою даної роботи є система керування освітлення території підприємства, кількість осіб якого складає від 1000 до 2000 осіб, та забезпечення цілодобового режиму роботи.

Роботу викладено на 51 сторінці, вона містить 3 розділи, 18 ілюстрацій, 4 таблиць та 17 джерел переліку посилань.

У першому розділі представлено огляд науково-технічної літератури по існуючим видам автоматизованих систем освітлення, взяті до уваги переваги та недоліки вже існуючих систем. Після ознайомлення із освітленням на основі світлодіодів показано, що одним з важливих критеріїв є значення стабільного струму, котрий проходить крізь світлодіоди. Охарактеризовано метод димірування, характеристики драйверу, а також методи захищеності від негативних впливів електромережі.

У другому розділі розроблено структурну схему, електричну принципову схему, приведено результати розрахунків параметрів драйверу освітлювача. Представлено алгоритм роботи системи освітлення.

Третій розділ представляє собою опис розробки друкованої плати, надається обґрунтування вибору матеріалу, його типу, класу точності. Виконано конструкторсько-технологічний який підтверджує працездатність схеми.

**ANNOTATION**

Thesis is devoted to the development of an automated lighting system of the enterprise.

The purpose of this robot is a control system for lighting the territory of the enterprise, the number of which is from 1000 to 2000 people, and to provide round-the-clock operation.

The work is presented on 51 pages, it contains 3 sections, 18 illustrations, 4 tables and 17 sources of the list of references.

The first section presents a review of scientific and technical literature on existing types of automated lighting systems, taking into account the advantages and disadvantages of existing systems. After studying the lighting based on LEDs, it was shown that one of the important criteria is the value of the stable current that passes through the LEDs. The method of dimming, the characteristics of the driver, as well as methods of protection against the negative effects of the power grid are described.

In the second section the structural scheme, the electric schematic scheme is developed, results of calculations of parameters of the driver of the illuminator are resulted. The algorithm of lighting system operation is presented.

The third section is a description of the development of the printed circuit board, provides a rationale for the choice of material, its type, accuracy class. The design - technological which confirms efficiency of the scheme is executed.

**Вступ**

В стратегії лібералізації розвитку на 2020 рік, один із основних напрямків розвитку та економії електроенергетики є розробка енергоефективних і енергозберігаючих технологій з подальшим їх впровадженням.

Освітлювальні прилади, освітлювальні установки є безпосередньо масовими споживачами електроенергії. В залежності чи то освітлення приватної території, освітлення великого підприємства, чи міське вуличне освітлення міста, споживання електроенергії від загальних витрат складає близько 30%, інколи навіть перевищує цей показник. Тому зниження споживання електроенергії системи освітлення території, в середовищі енергозберігаючих технологій в енергетиці, є актуальним завданням.

Основним з напрямків по енергозбереженню в установках освітлення є: використання енергоефективних освітлювальних приладів та автоматизація керування установок освітлення.

Одним з напрямків широкого застосовуються освітлювальних технологій на сьогоднішній день є світлодіоди, яким властиве мале споживання електроенергії та простота конструкції.

Іншим же напрямком для енергозбереження в установках освітлення, можемо відмітити наступне. Автоматичні системи керування освітлення дозволяють здійснити : економію електроенергії ( до 70-75% у порівнянні з нерегульованим освітленням), збільшити комфортність освітлення, збільшити термін служби джерел світла. Додатковими функціями АСКО є моніторинг системи, діагностика освітлювальних установок та усунення несправностей за рахунок резервних освітлювальних приладів. Управління освітленням є непростим процесом, проте воно дає можливість знизити експлуатаційні витрати і підвищити комфорт та естетику [1]. Метою ж даної роботи є система керування освітлення території підприємства, кількість робітників якого складає від 1000 до 2000 осіб, та забезпечення цілодобового режиму роботи. Система включає в себе п'ять зона світлодіодного освітлення території, датчики руху, датчик зовнішньої освітленості та систему реального часу. Доступ до віддалених елементів системи здійснюється за допомогою Wi – Fi.

Всі ці критерії дозволять забезпечити економію електроенергії підприємства, з однієї сторони, та якісний візуальний контроль території підприємства, з іншої.

#### РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ПРОЄКТУ

##### Характеристика протоколу LonWorks

В системах дистанційного освітлення використовують різні мережеві протоколи, зазвичай використовуються LonWorks, DMX-512, DALI, DCI. Протокол LonWorks в якості транспортного середовища може використовувати силовий кабель, по якому подається живлення. В даному протоколі визначені методи адресації, маршрутизації та управління. Таким чином також забезпечується енергозбереження, продовження ресурсу ламп і дистанційне керування. Для автоматичного вмкнення та вимкнення освітлення найчастіше використовують датчики рівня освітленості. Послідовність роботи такої системи дуже проста: при зниженні рівня освітленості, лампи засвічуються, і вимикаються при перевищенні порогу спрацьовування.

З недоліків даної системи є проблеми в калібруванні датчиків, чутливість збудження та неможливість втілення енергозберігаючих алгоритмів роботи.

Одним із ефективних методів є метод автоматичного управління освітлення з використанням графіка вмкнення та вимкнення, це реалізується завдяки контролеру, який на підставі дати, дня та часу доби включає або виключає освітлення [2].

Системи автоматичного керування вуличним освітленням зазвичай працюють під управлінням зонального контролера або сервера. Залежно від послідовності управління, контролер формує сигнал, наприклад, включення однієї з груп ліхтарів освітлення. Для передачі даного сигналу використовуються такі засоби:

мало струмові сигнальні лінії ( вита пар);

радіоканал;

GSM-сигнал;

Передачу сигналу по силовому кабелю [3].

##### 1.2 Характеристика GSM -каналу

Сучасні системи автоматичного керування вуличним освітленням з використанням GSM - модему будують за трирівневою архітектурою:

блок безпосереднього управління лампою чи групою ламп в ліхтарі вуличного освітлення;

шафа зонального рівня управління;

центральний сервер території.

У такій системі будь-яку лампу можна включити або виключити сигналом з центрального сервера. Це досягається застосуванням блоків безпосереднього управління лампою. Розплата за ці зручності - висока вартість апаратної частини.

Система індивідуального управління кожної лампою по GSM-каналю на практиці не застосовується через високу вартість. Тому GSM-канал використовують тільки на рівні зональної шафи управління [4].

##### 1.3 Система з GPS -приймачем

Цікавий метод запропонувала корейська фірма Stwol. Замість фотодатчика застосували вбудований GPS-приймач і обчислювальний пристрій. Знаючи координати географічного

місяця розташування контролера, обчислювач визначає точний час заходу і сходу сонця. Контролер включає висвітлення за 15 хвилин до настання сутінків і вимикає освітлення через 10 хвилин після сходу сонця.

#### 1.4 Система «Геліос»

Ще одним яскравим прикладом є автоматизована система керування вуличним освітленням «Геліос».

Автоматизована система керування вуличним освітленням «Геліос» розроблена на базі технічних рішень Інституту високих технологій Білгородського державного університету.

Комплекс «Геліос» забезпечує:

автоматичне включення і виключення вуличного освітлення відповідно до заданого річним сезонним графіком;

централізоване оперативне телеуправління включенням і вимиканням освітлення;

ручне управління режимами освітлення обслуговуючим персоналом;

автоматичний контроль і діагностику шаф управління вуличним освітленням і програмного забезпечення;

хронологію надходження команд управління;

фіксацію стану шаф управління, в тому числі активізацію їх пожежних і дверних датчиків;

прийом, обробка і зберігання даних інформаційно-вимірювальних приладів [5].

#### 1.5 Аналогове управління

Управління силою світла за допомогою зміни напруги - один з найперших і простих методів, закріплений в міжнародному стандарті ANSI E1.3 - 2001. Діапазон зміни напруги залежить від виробника, проте з часом найбільш поширеними стали рівні 0-10 В. Сила світла змінюється пропорційно напрузі.

У перших системах управління світловим потоком застосовувалися автотрансформатори. У 60-х рр. з'явилися тиристорні системи аналогового управління, що дозволяють регулювати світловий потік віддалено за допомогою порівняно невеликий консолі.

До середини 70-х рр. був встановлений єдиний діапазон зміни напруги, що управляє 0-10 В.

Головний недолік аналогового управління - неможливість управління великою кількістю світильників. Перевагою ж цього методу є простота виконання. Потрібні лише дві лінії:

зовнішній керуючий сигнал і загальний зворотний провід. Керуючий струм зазвичай знаходиться в межах 1 ... 4 мА. Інший варіант аналогового управління розрахований на отримання керуючого сигналу за допомогою внутрішнього світлодіодного драйвера і зовнішнього потенціометра.

Недоліком аналогового підходу при управлінні десятками і тим більше сотнями освітлювальних приладів є велика кількість ліній управління, що робить даний метод непридатним для складних систем з декількома сотнями освітлювальних приладів. Система стає занадто дорогою. Крім того, в ній важко проводити діагностику і усувати несправності.

Другий недолік пов'язаний з загасанням сигналу на довгих лініях. Сигнал, прийнятий джерелом світла, може виявитися слабше вихідного, що призведе до більш темного освітлення або нерівномірності випромінювання в системах з декількома освітлювальними приладами. Крім того, аналоговий сигнал схильний до зовнішніх перешкод, шумів і перебоїв на лінії заземлення, особливо при передачі на великі відстані.

Драйвери світлодіодів з аналоговим принципом управління освітленістю на 0-10 В застосовуються повсюдно. Проте, даний метод управління не забезпечує достатньої стабільності і не дозволяє отримувати дані з мережевого контролера.

#### 1.6 Управління з електромережі

Управління освітленістю енергії по високовольтних електромережах застосовується в комерційних і житлових приміщеннях. Напруга мережі надходить на освітлювальний прилад і обмежується по амплітуді відповідно до необхідної величиною світлового потоку. Зазвичай даний підхід застосовується для регулювання сили світла ламп розжарювання. Регулятори освітлення можна розділити на дві групи: в одних обмеження напруги проводиться по передньому фронту, в інших - по задньому. В регуляторах першої групи використовуються сімістори. Вони призначені для галогенних ламп і ламп розжарювання. Сила світла змінюється шляхом відсікання переднього фронту напруги електромережі (Рис.1.1).

Мінімальне навантаження становить 10-60 Вт. Ця вимога не виконується в багатьох світлодіодних системах, тому перед заміною ламп на світлодіодні слід перевірити, чи достатня навантаження. В іншому випадку буде неможливо домогтися слабого освітлення, або буде спостерігатися помітне оку мерехтіння.

а) б)

Рис.1.1 Обмеження електромережі по передньому фронту

Регулятори з обмеженням сигналу по задньому фронту широко використовуються разом з трансформаторами для управління силою світла галогенною лампи. Їх особливість полягає в тому, що світильник швидко згасає і більш плавно включається (Рис.1.2). За рахунок плавного включення не виникає високого пускового струму. Перемикач зазвичай виготовляється на основі польових транзисторів.

Даний протокол практично не використовується для світлодіодних систем освітлення з кількох причин:

через несумісність по потужності;

драйвер світлодіода може мати високий пусковий струм. Це є серйозною проблемою, якщо контролер управляє декількома джерелами світла, оскільки в цьому випадку пускові струми складаються;

коли світлодіодний джерело випромінює слабе світло, його корисна вихідна потужність зменшується, тому правильна робота регулятора може порушитися, з'явиться помітне оку мерехтіння;

більшість драйверів світлодіодів обрізають тільки задній фронт сигналу, тому необхідно використовувати регулятор такого ж типу. Якщо в системі використовувалися інші регулятори, доведеться їх замінити при переході на світлодіодні джерела світла;

оскільки світлодіодні драйвери з керуванням по електромережі виготовляються з одноступінчастої топологією, в них часто виникають пульсації струму другої гармоніки (вдвічі більша частота), що призводить до скорочення терміну служби освітлювального приладу;

регулювання силою світла безпосередньо залежить від якості регулятора. Якщо він поганий, діапазон зміни сили світла скорочується. Так, при використанні дешевого регулятора мінімальна сила світла може становити 20%, а при використанні більш якісного може потемніти до 1%. Як правило, виробники світлодіодних джерел світла докладають список рекомендованих регуляторів. На практиці замість заміни регулятора досить збільшити навантаження.

а) б)

Рис.1.2 Обмеження напруги електромережі по задньому фронту

У 80-х рр. з'явилися мультиплексовані схеми управління на основі мікропроцесорів: АМХ192, К96. Стандарт АМХ192 застосовувався на території США і Канади, а його аналогом в інших країнах став D56. Незважаючи на це взаємодія пристроїв часто не забезпечувалося навіть серед продуктової лінії однієї компанії через використання різних рівнів напруги і стартових послідовностей, а також через відмінності в призначенні висновків, швидкості обміну і кількості ліній передачі. Крім того, було розроблено безліч альтернативних протоколів, деякі з них припускали наявність в контролері модуля пам'яті для зберігання даних.

Перевагою мультиплексованих протоколів є менша кількість провідних з'єднань і можливість управління великою кількістю світильників. Поява стандарту USITT DMX512 допомогло впорядкувати ситуацію, забезпечило взаємодію пристроїв і принесло економічну вигоду в усі сектори ринку освітлення. З'явився новий клас пристроїв - інтерфейсні схеми, які забезпечують зворотну сумісність стандартів [6].

1.7 Опис керування контролером DMX – 512

Цей стандарт був розроблений для цифрових мереж передачі даних, що використовуються для управління світлодіодними джерелами світла та іншими пристроями. На фізичному рівні в даному протоколі використовуються диференціальні сигнали EIA-485 і пакетна передача. Обмін можливий тільки в одному напрямку і не передбачає перевірки та виправлення помилок.

Контролер DMX512 виробляє послідовну асинхронну передачу даних зі швидкістю 250 кБод. Передача даних по 512 каналам займає близько 23 мс, що відповідає швидкості оновлення 44Гц. Для більш частого поновлення пересилання здійснюється по меншій кількості каналів. Широке поширення протоколу DMX-512A пояснюється декількома причинами:

в його основі лежить інтерфейс EIA485;

простота виконання;

висока надійність;

можливість управління декількома мережами світильників по трьох проводах;

невисока вартість елементної бази;

інтерфейс управління ізольований від світильника, тобто захищений;

максимальна кількість пристроїв - 512. Подальше нарощування можливо тільки при використанні додаткових портів DMX.

Типова структура мережі DMX показана на (Рис.1.3). Контролер підключається до лінії з'єднаних послідовно світильників.

Стандарт EIA485 призначений тільки для систем з послідовно включеними світильниками. У кожному сегменті може бути до 32 пристроїв, загальна довжина з'єднувального проводу - 1 км. За допомогою спеціальних IC RS485 можна збільшити кількість пристроїв, що підключаються до одного порту. Так, при використанні IC ISO15 Texas Instruments в одному сегменті може бути до 128 пристроїв.

Деякі виробники драйверів світлодіодів заявляють, що до одного порту DMX може бути підключено будь-яку кількість драйверів. В офіційному стандарті це не підтверджується. У більшості таких драйверів на виході відновлюється такий же сигнал DMX, який був отриманий на вході. При цьому накопичується тимчасова затримка, яка стає помітною в великих інсталяціях. Крім того, збій, що виник в одному драйвері, буде повторений усіма подальшими.

Рис.1.3 Система освітлення з інтерфейсом DMX

До переваг DMX слід віднести вільне призначення каналів для світильника. Наприклад, для першого світильника, підключеного до першого порту (Рис.1.3), потрібно 4 канали для управління сигналами червоного, зеленого, блакитного і бурштинового квітів. Для другого - 3 канали (RGB).

Для світильника 3 може бути досить одного каналу для затемнення білого світлодіода.

У протоколі DMX використовується пакетна передача. Перший байт інформаційного поля містить «стартовий код». Він використовується в якості прапора для індикації типу переданих даних. Значення 0 вказує на те, що пакет містить інформацію про інтенсивність світлового потоку. Решта 255 кодів не визначені. Вони використовуються в протоколі RDM. Кожен порт DMX передає до 512 8-розрядних значень каналу. На передачу повного пакета йде 23 мс, що відповідає частоті поновлення 44 рази в секунду. Така частота підходить для більшості застосувань і не сприймається оком.

Єдиний недолік протоколу DMX - одностороння передача від контролера до джерела світла.

Відповідно, неможливо проводити моніторинг стану світильників і відстеження збоїв.

Перетворювачі DMX набули широкого поширення в архітектурному освітленні, де з'єднувальні лінії можуть бути занадто довгими. Хоча бездротові мережі DMX512 можуть працювати на відстані до 1000 м, більшість з'єднань з міркувань надійності не можуть бути довгими 300-450 м.

#### 1.8 Опис протоколу RDM

Даний протокол є модернізацією протоколу DMX512, що дозволяє отримувати дані від джерела світла за стандартними лініях DMX. Можливі конфігурація, моніторинг статусу, управління RDM-пристроями, зчитування основних показників (споживаний струм, робоча температура, час роботи, напруга в мережі, індекс передачі кольору і ін.), - і все це, не заважаючи основній роботі стандартних DMX-пристроїв, які не підтримують RDM. Значна перевага RDM полягає в тому, що він зворотно сумісний з DMX, що дозволяє використовувати існуючу інфраструктуру.

Протокол створений організацією ESTA в рамках програми розробки технічних стандартів.

Пакет DMX залишений без змін. Передача даних для RDM-пристроїв здійснюється в

проміжках між пакетами. Пристрої RDM мають унікальний ідентифікаційний номер, за яким контролюючий пристрій його розпізнає.

Системи освітлення RDM мають наступні переваги:

можливість встановлювати базову адресу світильника. Це прискорює установку

освітлювальних приладів і позбавляє від необхідності присвоювати DMX-адреси вручну;

оновлення програмного забезпечення через інтерфейс RS485;

можливість створення DMX-систем з підтримкою Ethernet (протоколу ACN і т.д.);

управління окремими пристроями або групою;

одночасне керування всіма пристроями в мережі;

відсутність інтерференції за рахунок простої структури даних;

передача статусних повідомлень (наприклад, про збої) від одного, декількох або всіх пристроїв в мережі;

автоматичне розпізнавання освітлювальних приладів;

простий принцип освіти груп світильників;

автоматичне затемнення всіх приладів відповідно до обраної сцені;

елементи інтелектуальної системи (індивідуальну адресу, розбиття на групи, встановлені сцени, час згасання і т.д.);

допустимі значення для світлодіодів встановлюються за замовчуванням (наприклад, з метою економії енергії можна задавати максимальні значення);

можливість установки швидкості згасання;

ідентифікація типу пристрою;

більш низька вартість системи при більшому функціоналі в порівнянні з аналоговим управлінням 0-10 В.

незважаючи на всі достоїнства, протокол не набув широкого поширення в силу деяких

недоліків:

висока вартість електронних схем;

нестача контролерів, здатних використовувати додаткову потужність RDM-пристроїв, як наслідок - висока ціна;

невелика кількість світлодіодних драйверів, що підтримують RDM.

Перераховані недоліки вже усунені, тому в перспективі даний стандарт може стати основним для систем освітлення.

#### 1.9 Опис стандарту DALI

Стандарт DALI був розроблений як продовження аналогового інтерфейсу AVC 1-10 В. Це

відкритий стандарт для люмінесцентних ламп з баластом. В кінці 2009 р стандарт був

розширений. Зокрема з'явилася можливість управління світлодіодними інсталяціями.

Протокол передбачає передачу даних по двох лініях (Рис.1.4)

Рис.1.4 Передача даних по мережах DALI

Переваги DALI:

управління 64 пристроями по одній шині;

на одному просторі можна утворювати до 16 варіантів сцен;

керуючі дроти підключаються до баласту або схемою управління безпосередньо, що

спрощує підключення, коли є багато зон або груп;

нелінійне затемнення до 0,1% (теоретичну межу).

Крива затемнення в логарифмічному масштабі показана на (Рис.1.5). Більшість драйверів не

можуть затемнювати світлодіод до такого рівня, оскільки мінімальний струм становить 5-6

мА, тобто 1,5% для драйвера, розрахованого на 350 мА. Можливе використання ШІМ, проте

це небажано в системах загального освітлення білим світлом, оскільки через малу робочого

циклу при слабкому освітленні може виникати мерехтіння, помітне оку. В недалекому

майбутньому з'являться драйвери з прямим струмом менше 1 мА (0,3%), що містять

сигнальний процесор. Вони будуть забезпечувати затемнення з ідеальними візуальними

характеристиками.

Рис.1.5 Крива затемнення

В стандарті DALI використовується шифрування з використанням коду Манчестер для

корегування помилок. Гранична швидкість передачі складає 1200 бод. Максимальна довжина



сегменту складає 300 м для кабелю перетином 1,5 мм<sup>2</sup>, 100 м для кабелю 0,5 мм<sup>2</sup> і 150 м для кабелю з площею перетину 0,75 мм<sup>2</sup>.

Як і у випадку з RDM, протокол DALI не отримав широкого розповсюдження через високу вартість контролерів. Дана проблема вже вирішена, тому протокол буде затребуваний в нових проектах.

#### 1.10 Характеристика IP – системи

Багато сучасні пристрої обмінюються даними через інтернет. Поступово ця технологія проникає і в системи освітлення. Переваги використання протоколів TCP / IP:

низька вартість інфраструктури;

масштабованість - можливість з'єднання практично нескінченної кількості мереж;

сумісність з мережевими і інтернет-протоколами дозволяє керувати освітленням дистанційно;

простота конфігурування;

висока швидкість передачі;

стійкість до появи помилок.

В даний час йде розробка мережевого протоколу ACN - architecture for control networks (E1.17) для управління освітлювальними системами по IP-мережі. Протокол є надбудовою UDP / IP. Зв'язок здійснюється по недорогим стандартним лініях Ethernet або Wi-Fi.

Протокол ACN є повністю двонаправленим. Кожен пристрій має унікальний

ідентифікаційний номер, за яким контролер розпізнає підключені пристрої. Крім того, до кожного пристрою додається файл з описом усіх можливостей джерела світла. Таким чином, контролер зможе управляти світильниками, які з'являться в майбутньому. Для переходу з DMX512 на ACN розроблений проміжний протокол DMX-over-ACN (Streaming ACN, або BSR E1.31) [7].

Також існують локальні рішення і системи управління освітленням, складовими елементами яких є датчики присутності, руху та наближення.

Вони призначені для включення, виключення і регулювання штучного освітлення в залежності від природного світла. Датчики реєструють рух або присутність в різних зонах виявлення.

Тут в роботу вступає PIR-сенсор, який здатний «бачити» крізь лінзу Френеля переміщення інфрачервоного випромінювання, яке має кожне тіло температура якого вище абсолютного нуля (-273 оС), як показано на Рис.1.6.

#### Рис.1.6 Переміщення ІЧ випромінювання

Висновки до розділу 1

Розглянуто принцип та протокол роботи аналогічних автоматичних систем освітлення, допоміжні системи які приймають безпосередню участь у функціонування системи, використовувати датчики для роботи автоматики та платформи на яких вони побудовані.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Розробка структурної схеми АСОТП

Структурну схему пристрою який розробляється можемо побачити на (Рис.2.1) та у додатку під шифром ДП.Деп71.002.000 Е1.

Розроблена структурна схема показує, що складається з п'яти зон :

Зона 1 – Центральна прохідна

Зона 2 – Автостоянка

Зона 3 – Датчик руху 1

Зона 4 – Датчик руху 2

Зона 5 – Датчик руху 3

Розроблена структурна схема показує, що маємо зональну систему керування. Із блоку живлення отримуємо струм для нашого МК, після чого відбувається запуск системи, далі відбувається діагностика системи. Система перевіряє кожну зону послідовно, для виявлення непрацюючих елементів системи. Якщо система не виявила відмов в роботі зони яка перевіряється, система переходить до перевірки наступної зони. У випадку відмови роботи всієї зони або якогось елементу зони, то система передає інформацію про несправність



технічному оператору. По завершенню перевірки відбувається перевірка рівня зовнішньої освітленості, якщо рівень освітленості зависокий, то система повертається на початок діагностики, і проводить її знову. У разі низького рівня освітленості сигнал надходить з сенсору зовнішньої освітленості до МК, що дає команду на ввімкнення освітлення на повну потужність зони 1 (центральна прохідна). Одразу проходить перевірка таймеру реального часу для зони 2 (автостоянка), до настання пересмінки відбувається ввімкнення освітлення зони 2 на  $n\%$  (потужність обрана користувачем), у разі настання часу пересмінки рівень потужності освітлення підвищується до 100%, по завершенню пересмінки, час якої встановлює користувач рівень потужності освітлення зменшується до  $n\%$ . Подальшу перевірку проходять зони з встановленими датчиками руху, система перевіряє чи спрацював датчик, у разі спрацювання датчику рівень потужності освітлення підвищується до 100% для повної оглядовості території, у іншому випадку коли датчик руху не дав сигналу, освітлення ввімкнене з потужністю в 50%. Наступний крок дії системи, це повернення до початку перевірки, де датчик освітленості дасть сигнал про підвищення рівня зовнішньої освітленості і система вимкне освітлення території підприємства.

Рис.2.1. Структурна схема автоматизованої системи освітлення території підприємства

## 2.2 Розробка та розрахунок електричної принципової схеми АСОТП

### 2.2.1. Розрахунок блоку живлення . Схема електрична принципова

Блок живлення починається зі стабілізатору напруги, на основі LM7812CT. На виході отримуємо 12В. Слід взяти до уваги, що на виході, струм цієї мікросхеми не більше 1.5 А. Початкові параметри на виході :

Першим кроком є розрахунок напруги,  $U_{вх.ст.}$ , що подається на вхід стабілізатора щоб отримати необхідну напругу  $U_{out} = 12В$ .

де  $U_{ж}$  – падіння напруги на мікросхемі KP142EH9 (складає близько 2.5В)

Другим кроком є розрахунок розсіювальної потужності на мікросхемі стабілізатора, по формулі:

Візьмемо до уваги, що в технічній документації мікросхеми LM7812CT поставлені вимоги до ємностей конденсаторів: C1 та C2.

Конденсатор C1 – конденсатор згладжувального фільтра, що може використовуватись в ролі вхідної ємності стабілізатора, тільки якщо його розташування не менше 70 мм., від самої мікросхеми. Ємність конденсатора C1 повинна мати об'єм більше 2.2 мкФ для керамічних, або більше 10 мкФ для алюмінієвих конденсаторів.

Але, як вище було зазначено, що C1 – конденсатор згладжувального фільтра, і його можна розрахувати за допомогою формули:

де  $k_{п}$  – коефіцієнт пульсації випрямленої напруги,  $U_{н}$  – напруга на навантаження,  $I_{н}$  – максимальний струм навантаження. Для цього випадку  $U_{н} = U_{вх.ст.}$ ,  $I_{н}$  – рівний 1.5А.

Коефіцієнт пульсації випрямленої напруги  $k_{п}$  візьмемо з умови до пульсації напруги у джерелах живлення (не перевищує 0,01 – 10-5)

Значення ємності, що було розраховано зависоке, цьому є пояснення високих вимог до пульсації напруги. Ємність можна буде зменшити у декілька разів за рахунок стабілізації напруги.

Конденсатор C2 – вихідний конденсатор, основною з функцій якого є зменшити вихідний опір та згладити пульсації випрямленої напруги що залишилися. Вказівки до C2 кажуть, що необхідне використання саме керамічних конденсаторів ємність яких не менше 1 мкФ, або ж алюмінієві конденсатори ємністю не менше 10 мкФ.

Для конденсаторів даного типу вибирають напругу на 25% більшу за напругу  $U_{н}$ , вони повинні розраховуватись на напругу роботи більшу за

Розрахуємо напругу для вторинної обмотки трансформатора U2 врахувавши дану залежність:

$U_{випр}$  – напруга на виході мостового випрямляча

$U_{втр}$  – напруга втрати на діодах

Ця формула вказує на збільшення значення випрямленої напруги конденсатором фільтра у 1.41 раз. В результаті отримуємо те, що на виході випрямляча рівна напруга:

Далі йде оцінка параметру **Цвтр**. Всі знаємо, що при р-п переході діода йде пряме зміщення падіння напруги приблизно на 0,6 В. В двопівперіодній мостовій схемі випрямляча вмикається 2 діоди у прямому зміщенні одночасно, в підсумку маємо :

З отриманого можемо визначити значення  $U_2$

Наступним кроком знаходимо струм вторинної обмотки  $I_2$

Далі можемо розрахувати потужність  $P_2$ , який споживається випрямлячем від вторинної обмотки:

Потужність трансформатора розраховується за формулою:

Наступний етап - це розрахунок струму, який протікає у первинній обмотці:

Площу перерізу осердя магнітопроводу розраховується за формулами:

Для розрахунку діаметру мідного дроту, використаємо формулу :

Після трансформатора напруга надходить в мостовий випрямляч. Для його конструювання необхідні діоди, електричні параметри яких порахуємо за формулами:

Отримані данні дають нам можливість розробити електричну принципову схемублоку живлення. Схема зображена на (Рис.2.2). Дана розробка схеми електричної принципової схеми була виконана у спеціалізованій ком'ютерній програмі «sPlan 7.0»

Рис.2.2 Блок живлення. Схема електрична принципова

2.2.2. Розробка та розрахунок принципової схеми драйвера LED освітлення

В технічному паспорті до мікросхеми LM7812СТ можливо встановлення ємності конденсатора  $C_2$ , значення  $\eta$  – ефективність та вих. характеристик напруги  $U_0$  та  $I_{led}$ . Для розрахунку далі слід врахувати параметри, а саме: робоча частота  $f$ , вихідна напруга  $U_{in}$  та ін.:

Виконавши підстановки до формули, у підсумку отримаємо значення  $R_4$ /

$R_4=15k\Omega$ .

Визначимо  $C_1$  за формулою :

Тепер знаходимо **троз.** – у якому ключ  $Q_1$  розімкнутий за формулою:

Підставивши отримуємо:

$\Delta I$  –  $pp$  – зміна величини струму, яка протікає по дроселю. Ця величина з'являється за рахунок змінної полярності диференціального датчику мікросхеми. Апроксимувавши формулу, можемо її знайти:

Маємо рекомендоване значення для цього параметру, використаємо його в якості **обрахованого**:

Знайти значення індуктивності  $L_1$  (дросель) можемо за формулою:

Пораховане  $L_1=22\mu H$ .

Далі знайдемо максимальний струм через дросель :

Наступним етапом є розрахунок опору  $R_5$ :

Потім визначаємо комплексний вхідний опір  $Z_c$ :

де  $\Delta I_{led}$  –  $pp$  – коливання струму світлодіодів.

Це значення підпорядковане значенню  $\Delta I_{led}$  –  $pp$ , і тому для цього розрахунку візьмемо рекомендоване  $\Delta I_{led}$  –  $pp = 50mA$ .

Отримане значення підставляємо до формули для знаходження  $C_5$

Розрахуємо **твмк** - час при якому ключ  $Q_1$  знаходиться ввімкнений:

Розр.значення підставляємо до формули пошуку вх.ємності –  $C_4$ :

Оберемо значення, яке близьке за номіналом :  $C_4 = 4.7 \mu F$ .

Переїдімо до розрахунку струму та напруги, чез ключ  $Q_1$ :

Після ключа-транзистора знайдемо стум  $I_d$  та  $U_d$  напругу на  $D_1$ :

Наступне завдання – це визначення значень опорів  $R_1$  та  $R_2$  скориставшись значеннями напруг  $U_{NYS}$  та **Увкл**. Ці значення беремо з технічної документації:

Візьмемо формули :

Розрахувавши  $R_2$  та підставивши значення які вже відомі до другого рівняння та знову розрахувавши маємо  $R_2 = 49.9k\Omega$ .  $R_1 = 6.98 k\Omega$ .

Слід підкреслити змінний резистор VR1. Він має змінний опір, а саме в межах 0 – 10 кОм, але для роботи системи вистачатиме 0 – 250 Ом. Саме ним регулюється струм світлодіодів.

По завершенню розрахунку елементів і опрацювання технічного паспорту було визначено параметри елементів блоку драйвера. З отриманих даних було побудовано схему електричну принципову блоку драйвера, який зображений на (Рис.2.3). Рисунок електричної принципової схеми було виконано у спеціалізованій комп'ютерній програмі із назвою «sPlan 7.0»

Рис.2.3. LED драйвер. Схема електрична принципова

2.2.3. Розрахунок до електричної принципової схеми блока освітлення

Блок освітлення отримує живлення 16 В. та струм 1 А.

Маємо можливість для розрахунку середньої потужності Рдр., який споживає блок.

З іншої сторони у нас :

Р<sub>СВ</sub> – потужність світлодіоду,

І<sub>СВ</sub> – струм світлодіоду;

U<sub>СВ</sub> – напруга світлодіоду;

N – кількість світлодіодів;

Для марки SMD світлодіодів 2836 розрахуємо:

Перед побудовою принципової схеми розрахуємо параметри освітлення. Світловий потік кожного світлодіода досягає 1000 люмен. Тому можливо розрахувати силу світла:

де Ф- світловий потік,

w – просторовий кут (приблизно 120 градусів) [8].

Маємо, що I = 31,8 кандел для одного світлодіода та 477 кандел для всіх.

Знаючи силу світла, переходимо до освітленості, яка виражається формулою:

d – відстань до точки, в якій шукається освітленість ,

γ – кут, який виникає між променем та перпендикуляром до поверхні на якій лежить точка яку ми шукаємо.

Маємо E = 477 Люкс для усіх світлодіодів.

По завершенню розрахунку елементів та дослідження технічного паспорту були визначені параметри блоку освітлення. За допомогою цих параметрів було розроблено електричну принципову схему блоку освітлення яка зображена на (Рис.2.4). Рисунок електричної принципової схеми було виконано у спеціалізованій комп'ютерній програмі із назвою «sPlan 7.0» [9].

Рис.2.4 Блок освітлення. Схема електрична принципова

Для роботи світлодіодного драйвера використовується мікросхема LM3409.

Типова схема зображена на (Рис.2.5)

Рис.2.5 Типова схема включення мікросхеми LM3409

Задля використання мікросхеми розглянути призначення виводів та їх розташування.

Розглядаємо для корпусу з десятьма виводами. Структурну схему корпусу можна побачити на (Рис.2.6)

Рис.2.6. Структурна схема LM3409 корпусі

Таблиця 2.1 Призначення виводів для мікросхеми LM3409

(Таблиця 2.1) Представляє собою призначення кожного з виводів мікросхеми на якій реалізовано LED драйвер. Основні характеристики:

Діапазон робочих напруг – від 6 до 42 В.

Вихідний струм – 1 А.

Потужність – 16 Вт [10,11].

2.3 Розробка алгоритму роботи АСОТП

Рис. 2.7 Алгоритм роботи АСОТП (частина А)

Рис.2.8 Алгоритм роботи АСОТП (частина Б)

Опис алгоритму роботи:

Початок роботи – запуск системи керування;

Послідовна перевірка працездатності освітлення по зонам :

Зона 1. Центральна прохідна;

Зона 2. Автостоянка;

Зона 3. Датчик руху 1;

Зона 4. Датчик руху 2;  
Зона 5. Датчик руху 3;  
Сповіщення оператора у разі відмови зони; (Рис.2.7)  
Перевірка рівня зовнішньої освітленості:  
Рівень високий – повторна діагностика;  
Рівень низький – ввімкнення освітлення території .  
Встановлення рівня освітлення центральної прохідної на 100%  
Перевірка таймеру автостоянки:  
Таймер спрацював – ввімкнення освітлення автостоянки на 100% ;  
Таймер не спрацював – ввімкнення автостоянки на 50%.  
Перевірка спрацювання датчику руху 1; датчику руху 2; датчику руху 3.  
Датчик руху спрацював – ввімкнення освітлення зони на 100%;  
Датчик руху не спрацював – ввімкнення освітлення на 50%. (Рис.2.7)  
Перевірка чи є сигнал на вимкнення:  
Сигналу відсутній – повернення до пункту 2 опису алгоритму роботи.  
Сигнал присутній – відбувається позоначально вимкнення освітлення. (Рис.2.8)

#### Висновки до розділу 2

У даному розділі була розроблена структурна схема системи. Визначено, описано та розраховано блоки, а саме блок світлодіодного драйвера. Визначено складові елементи блоку, визначені його параметри. До структурної схеми було розроблено схему електричну принципову та розраховано її.

Розроблена схема електрична принципова має такі параметри:

Живлення від спільної мережі 220В

Стабілізація напруги та струму

Можливість димерування світлом.

Мале споживання електроенергії.

Надійний.

РОЗДІЛ 3. Розробка і розрахунок друкованої плати

#### 3.1 Підбір типу та матеріалу ДП

Друкована плата – це пластина, яка виконана з діелектричного матеріалу, на якій сформований один або декілька шарів з провідними доріжками. На друковану плату монтується електронні компоненти, які з'єднані виводами з елементами провідного рисунка пайкою, по результату чого отримуємо друковану плату.

Поділяються друковані плати на такі класи:

Односторонні (одношарові) – ОДП;

Двосторонні (двошарові) – ДДП;

Багатошарові – БДП.

Матеріал, який взятий для основи ДП повинен мати ізоляційні властивості, відносно міцним та не піддаватись кліматичним впливам. Під ці критерії підходять такі електротехнічні матеріали:

Кераміка;

Сітал;

Склотекстоліт;

Гнучка фторопластова плівка;

Сапфір та ін.

Беручи до уваги температурні режими роботи схеми та частоти, матеріалом для виготовлення було обрано склотекстоліт FR4, оскільки він має властивості які підходять. Конкретно це FR4-2-35-1.5 – двостороння друкована плата де товщина фольги складає 35мкм, а сама товщина ДП 1,5 мм.

#### 3.2 Обирання типу ДП

Відомо, що двосторонні ДП мають високу трасувальну здатність, високу надійність з'єднань, забезпечують високу щільність монтажу елементів та хорошу механічну міцність їх кріплення. Також є не дуже складними у виготовленні. Тобто для схем, що мають середню важкість, вони максимально підходять. Оскільки трасувальна здатність у них вища ніж у

одношаровій друкованій платі, що дає більшу можливість при розводці плати, а за складністю виконання не така складна як у багатшарових друкованих платах [12].

### 3.3 Визначення методу виготовлення ДП

У якості методу для виготовлення друкованої плати було вибрано комбінований метод. Даний метод забезпечує отримання чітких ліній провідників друкованої схеми. Характеризується він меншою трудомісткістю якщо зрівняти з електрохімічним методом. Друковані плати є надійнішими, оскільки при цьому діелектрик знаходиться в сприятливих умовах, тому, що фольга зберігає його від впливу електроліту. Ще комбінований метод набув широкого застосування при виготовленні ДДП [13].

### 3.4 Обираємо класу точності ДП

ГОСТ 23571 – 86 передбачає п'ять класів точності ПП. Вибір класу точності завжди пов'язаний з конкретним виробництвом. При конструкторсько – технологічному розрахунку необхідно використовувати граничні значення елементів друкованого монтажу з урахуванням похибки їх виконання. Необхідні граничні значення елементів друкованого монтажу і допустимі похибки наведені в (Таблиця 3.1) та (Таблиця 3.2)

#### Таблиця 3.1 Граничні значення основних параметрів ПМ

#### Таблиця 3.2. Допустимі похибки виконання елементів ПМ

Для виготовлення друкованої плати п'ятого класу точності вимагається застосування високоточного обладнання, спеціальних матеріалів і створення у виробничих приміщеннях так званої «чистої зони». Цим вимогам відповідає не багато виробництв. Друковану плату невеликого розміру

можуть виконуватися по п'ятому класу на обладнанні, що забезпечує виробництво плат четвертого класу [14].

Друкована плата четвертого класу випускається також на високоточному обладнанні, але вимоги до матеріалів, обладнання і виробничих приміщень дещо нижче, ніж для п'ятого класу.

Плати третього класу - найбільш поширені, оскільки, для їх виробництва достатньо звичайного спеціалізованого обладнання.

Випуск ДП другого і третього класів здійснюється на звичайному не спеціалізованому обладнанні. Такі ДП, з невисокими конструктивними параметрами, призначені для недорогих пристроїв з малою щільністю монтажу.

Для нашого завдання вибираємо 4-ий клас точності, оскільки він може забезпечити достатню щільність трасування і монтажу з урахуванням необхідних габаритів пристрою. Також обраний клас дозволяє нам проводити друковані провідники поміж контактних майданчиків мікросхем

#### 3.4.1. Визначення мінімальної ширини провідника по постійному струму

Мінімальна ширина друкованого провідника по постійному струму  $b_{min}$  (мм) для ланцюгів живлення визначається виразом:

де  $I_{max}$  - максимально можливий струм в ланцюгу, [А],

$j_{доп}$  – допустима щільність струму для ДП, яка виготовлена комбінованим позитивним методом,

$t_{пров}$  – товщина друкованого провідника, яка визначається виразом (3.4.2)

Оскільки друкований провідник виготовляється комбінованим позитивним методом, то:

де  $h_{ф}$  – товщина фольги,

$h_{гм}$  – товщина шара гальванічно осадженої міді,

$h_{хм}$  – товщина шара хімічно осадженої міді,

Параметр  $I_{max}$  в виразі (3.4.1) визначається як сума струмів, які споживають усі активні елементи схеми. Значення струмів, які споживають активні елементи схеми, наведені у (Таблиця 3.3)

Таблиця 3.3 Струми, які споживають елементи схеми

IC Кількість IC  $I_{спож}$ ,mA

STM32F103C8T6 1 50

Маємо результат:

(3.4.3)

Отримуємо, що мінімальна ширина друкованого провідника на постійному струмі для ланцюгів живлення та «землі» визначається таким чином:

Отримане значення задовільняє умовам 4-го класу точності (0,15мм)

3.4.2. Визначення мінімальної ширини провідника з урахуванням падіння напруги на ньому  
Визначимо мінімальну ширину провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3.4.4):

де  $\rho$  – питомий опір провідника, виготовленого комбінованим позитивним методом,  $\rho=0,0175$  (Ом·[мм]<sup>2</sup>)/м

$L_{\text{пров}}$  – довжина найдовшого друкованого провідника ДП,  $L_{\text{пров}}=255$  мм

$U_{\text{доп}}$  – допустиме падіння напруги на друкованому провіднику,

$U_{\text{доп}}=0,05 \times E_{\text{жив}}$ ,

$U_{\text{доп}}=0,05 \times 12=0,6$  В

3.4.3. Визначення номінального діаметру монтажного отвору

де  $d_{\text{вэ}}$  – діаметр виводу елементів, для якого визначається діаметр монтажного отвору,

$\Delta d$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру МО,  $\Delta d_{\text{МО}}=0,1$  мм

$g$  – різниця між мінімальним діаметром МО та максимальним діаметром виводу елемента,

3.4.4. Розрахунок діаметра контактної площини

де  $D_{\text{min1}}$  – мінімальний ефективний діаметр КМ, [мм].

$h_{\text{ф}}$  – товщина фольги,  $h_{\text{ф}} = 0,035$  мм. Коефіцієнт  $1,5h_{\text{ф}}$  враховує підтравлювання фольги друкованого провідника у ширину,

0,03 – КМ виготовлюють комбінованим позитивним методом.

де  $d_{\text{max}}$  – максимальний діаметр отвору в ДП, мм,

$b_{\text{по}}$  – ширина пояса КМ,  $b_{\text{по}}=0,05$  мм

$\delta_{\text{о}}$  – похибка розташування центру отвору відносно вузла КС,  $\delta_{\text{о}}=0,07$  мм

$\delta_{\text{км}}$  – похибка розташування центру КМ відносно вузла КС,  $\delta_{\text{км}}=0,05$  котре вказано в таблиці 3.2.

Максимальний діаметр отвору ДП:

$d_{\text{max}}=d+\Delta d+(0,1 \dots 0,15)$

де  $d$  – номінальний діаметр МО, мм,

$\Delta d$  – допуск на діаметр отвору,  $\Delta d=0,05$  мм

Максимальний діаметр КМ:

3.4.5. Визначення мінімальної ширини провідника

де  $b_{\text{пр}^{\wedge}г}$  – мінімальна ширина провідника. Визначаємо з таблиці класів точності, що вказані в таблиці 3.2.

Для 4-го класу точності ДМ  $b_{\text{пр}^{\wedge}г}=0,15$  мм

Максимальна ширина провідника:

$b_{\text{max}}=b_{\text{min}}+0,02=0,23+0,02=0,25$ мм

3.4.6. Визначення мінімальної відстані між провідником та контактною площиною

Рис.3.1 Мінімальна відстань між провідником та контактною площиною

де  $L_0$  – відстань між центрами отворів та друкованим провідником, які кратні кроку КС,

$D_{\text{max}}$  – максимальний діаметр КП,

$b_{\text{max}}$  – максимальна ширина провідника,

$\delta_{\text{км}}$  – похибка розташування центра КП відносно вузла КС,  $\delta_{\text{км}}=0,05$  дивитись таблиця 3.2.

$\delta_{\text{сп}}$  – похибка, яка враховує зміщення провідника,  $\delta_{\text{сп}} = 0,05$  мм

3.4.7. Визначення відстані між двома сусідніми провідниками

Рис.3.2 Відстані між двома сусідніми провідниками [15]

3.4.8. Визначення мінімальної відстані між двоконтактними площадками

Рис.3.3 Мінімальна відстань між двоконтактними площадками [15].

де  $L_{01}$  – відстань між центрами сусідніх КП,  $L_{01}=2,5$  мм.

Отримані результати відповідають 4-му класу точності

Висновки: Обрано тип ДП – ДДП. Відповідний матеріал – FR4, та визначено необхідний клас точності – 4й. ДДП дозволяє нам зменшити розміри плати, оскільки можливе розміщення DIP компоненту на одній стороні, а інші елементи з однієї та другої. Клас точності який був

обраний дозволяє проводити провідники поміж контактних майданчиків мікросхеми, що зменшує розміри плати. Отримані результати підтверджують правильність обраного класу точності [16].

3.5. Розробка креслення друкованої плати LED драйвера

Розробка друкованої плати проводилась в середовищі Sprint – layout 6.0,

Дана програма є дуже простою у користування , і дуже підходить для проектування ДП [17].

В даному середовищі завжди доступні всі інструменти , що допомагає забезпечити високу продуктивність.

Рис.3.4 Друкована плата світлодіодного драйверу

Висновки до розділу 3

Для виготовлення ДП обрано тип – ДДП. Відповідний матеріал - FR4, та визначено необхідний клас точності – 4й. ДДП дозволяє нам зменшити розміри плати, оскільки можливе розміщення DIP компоненту на одній стороні, а інші елементи з однієї та другої. Клас точності який був обраний дозволяє проводити провідники поміж контактних майданчиків мікросхеми, що зменшує розміри плати. Отримані результати підтверджують

**ВИСНОВКИ**

Дипломний проект присвячений розробці автоматизованій системі освітлення території підприємства. За мету було взято завдання проектування простої з одного боку, та функціональної системи освітлення з іншої, яка відповідає вимогам підприємства для якого і спроектована система керування.

В першому розділі було розглянуто, проаналізовано та класифіковано існуючі аналогічні системи керування освітленням, їх допоміжні системи, які приймають безпосередню участь у її функціонуванні. Було розглянуто їх переваги та недоліки, що дозволило обрати оптимальні параметри та комбінацію систем для підвищення функціонування системи.

У другому розділі було розроблено структурну та електронну принципову схеми. Згідно вимог та стандартів обрано комплектуючі для системи, які максимально є оптимальними за параметрами та ціною.

Спроектвана система має такі функції як:

Дистанційний моніторинг за допомогою Wi-Fi мережі

Моніторинг зі стаціонарного контрольного пункту

Живлення від мережі 12 В

Регулювання яскравістю окремих ліхтарів

Інформувати про несправність

Інформувати про спрацювання датчику руху

У третьому розділі було розраховано ряд параметрів для виготовлення ДП. Тип ДП – двостороння друкована плата, конкретно це FR4-2-35-1.5 – двостороння друкована плата де товщина фольги складає 35мкм, а сама товщина ДП 1,5 мм.. Використовуваний матеріал - FR4 (склотекстоліт). Клас точності – 4й, оскільки ДП не потребує дорогих матеріалів.

Проаналізувавши схему електричну принципову , винесли рішення використати у виготовлення ДДП, це є гарним рішенням, оскільки МК може бути розміщений з однієї сторони, а елементи схеми та доріжки на іншій стороні ДП. Розраховано мінімальну ширину друкованого провідника, номінальний діаметр монтажу отвору та діаметр контактної площини. Визначили мінімальну ширину провідника та мінімальний відступ між провідниками та контактними площадками. Отримані результати підтверджують правильність обраного класу точності.

Основним є те, що спроектована автоматизована система освітлення території підприємства відповідає поставленому технічному завданню для дипломного проекту.

SUMMARY

Electronic system for detecting optical and optoelectronic means

The diploma project of first educational level "Bachelor" by specialty 171 Electronics, specialization Electronic devices and devices Totsenko Valentyn. National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». Faculty of Electronics, Department of Electronic Devices and Systems. Academic group p71.



Keywords: power grid ; lighting; automation; control; energy saving; motion sensor

Summary of the work: The work is devoted to the development of an intelligent lighting control system for adjacent territories.

Every day more and more popular is the use of led lamps, they are more economical from outdated gas-discharge lamps or incandescent lamps, which are now commonly used. For comparison, a 40W incandescent lamp has a luminous flux of 400 lumens, the same luminous flux has a 5W led lamp. There are many outdoor lighting network management systems that have a wide range of management capabilities.

The most common ones are LonWorks, DMX-512, DALI, DCI. They usually use motion sensors, light sensors, time relays, and other automation elements, each of which has its own advantages and disadvantages. These advantages and disadvantages have been analyzed in terms of application in the system being developed. The main requirements for the system were economic and ease of use. Taking into account these requirements, the existing methods of street lighting management and systems based on them were considered.

A block diagram of the lighting control system for the adjacent territories of the enterprise was developed, which is shown in figure 1.

The system is a network whose nodes are connected by a simple digital data bus DB. The digital data bus can be wired, wireless, or optical. Each network node consists of: an MSi motion sensor, an LLi led lamp, a microcontroller with a built-in MCi real-time clock, a light-sensitive LSI sensor, and IUI interface blocks. The light-sensitive sensor can be installed in one place, provided that the level of natural light in the coverage area of each local lighting system is approximately the same. When the level of external natural light decreases below a certain critical level, the light-sensitive sensor sends a signal to the microcontroller to turn on the local lighting system , after which each local zone is illuminated with individual specified parameters of the glow power. When the motion sensor is activated in the local area of the lighting system, the lamp switches to high power mode. Thanks to a real-time microcontroller, the moment when an object appears in this zone is recorded. As the object moves, it enters the coverage area of another local lighting system where the network uses a built-in real-time clock to record the moment when the object appears in another zone, this information is transmitted via a digital bus to the system, from which we can determine the direction of movement of the object.

Based on the developed block diagram and based on the requirements for the system being developed, a microcontroller from the STM family was selected. This family of microcontrollers, due to their performance, architecture and low power consumption, is best suited for working with the hardware of the system being developed.

What is the main task of this system, it is necessary to introduce fundamentally new concepts of integration of control systems. According to the analysis of modern research, today many large and small businesses, cities and even private homes are switching to LED lighting, this is a big step into the future and significant energy savings, which is a topical issue today. As prices rise, everyone is looking for a way to reduce electricity consumption. Switching to LED lighting is only 40% savings, and if the light is regulated by an automated system, it gives us even greater energy savings, as on and off will be almost unaffected by the human factor.

The first section of this project provides an overview of the scientific and technical literature, namely the popular lighting systems that are in demand today. The principles and protocols of similar lighting systems, auxiliary systems that are directly involved in the functioning of the system, the sensors used for the operation of automation and the platform on which they are built are considered. All the advantages and disadvantages for designing a system that has a wide range of capabilities on the one hand and easy to use on the other are analyzed.

In this section the structural scheme of system was developed. The blocks, namely the LED driver block, are identified, described and calculated. The constituent elements of the block are defined, its parameters are defined. An electrical circuit diagram was developed for the structural scheme and it was calculated.

The developed circuit diagram has the following parameters:

- Power supply from the general network 220B
- Voltage and current stabilization

- Ability to dim light.
- Low electricity consumption.
- Reliable.

The development of the perspective of using such devices for industry and in everyday life is shown. The parameters and characteristics of the LED lighting system are given, the parameters of the printed circuit board are calculated. In the course of the thesis the structural and electrical schematic diagrams of the system were developed.

The developed block diagram shows that the system has a zonal control system. From the power supply we get current for our MK, after which the system is started, then the system is diagnosed. The system checks each zone sequentially to detect malfunctioning system elements. If the system does not detect failures in the area being tested, the system proceeds to check the next area. In case of failure of the entire zone or any element of the zone, the system transmits fault information to the technical operator. At the end of the test, the level of external illumination is checked, if the illumination level is too high, the system returns to the beginning of the diagnostics and conducts it again. In the case of a low level of illumination, the signal comes from the sensor of external illumination to the MC, which gives the command to turn on the lighting at full power of zone 1 (central passage). Immediately checks the real-time timer for zone 2 (parking), before the change is switched on the lighting of zone 2 by n% (power selected by the user), in case of time of change the level of lighting increases to 100%, after the change, which sets the time the user's power level is reduced to n%. Areas with installed motion sensors are further checked, the system checks whether the sensor has worked, in case the sensor works, the lighting power level is increased to 100% for full visibility of the territory, otherwise when the motion sensor did not give a signal, lighting is turned on at 50%. The next step of the system is to return to the beginning of the test, where the light sensor will signal an increase in external light and the system will turn off the lighting of the enterprise.

In the third section the design of the printed circuit board is developed, namely:

- selection and justification of the type of SOE;
- selection and justification of the material of the SOE;
- selection and justification of the accuracy class of the SOE;
- calculation of the sizes of the printed conductor;
- calculation of the nominal value of the transition holes;
- calculation of the nominal value of mounting holes;

The obtained calculations confirm the effectiveness of the scheme.

The material was selected FR4-2-35-1.5, namely two-sided fiberglass, determined the required accuracy class - 4th. Dual-sided printed circuit board (DDT) allows us to reduce the size of the board, as it is possible to place the DIP component on one side, and other elements on both sides. The accuracy class that was chosen allows you to conduct conductors between the contact pads of the chip, which reduces the size of the board.

The minimum DC width for supply and ground circuits, the width of the conductor taking into account the allowable voltage drop, the nominal diameter of the mounting hole, the diameter of the contact pad, the width of the conductor, the minimum distance between the conductor and the contact area conductors and the minimum distance between two contact pads. Thanks to the calculations, it was decided that the 4th class of accuracy is suitable for creating this scheme.

## Схожість

Схожість із джерелами з Інтернету

60

2	<a href="https://eurhythmics.com.ua/modern-lighting-control-protocols">https://eurhythmics.com.ua/modern-lighting-control-protocols</a>	4.97%
9	<a href="https://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/45-p-yatnadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferen...">https://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/45-p-yatnadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferen...</a>	2.98%
10	<a href="https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2019/Bunda/Bunda_bakalavr.pdf">https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2019/Bunda/Bunda_bakalavr.pdf</a>	2.96%
13	<a href="https://eprints.kname.edu.ua/48452/1/2016_%D0%BF%D0%B5%D1%87_106%D0%9B%20%20%D0%A1%D0%9A%D0%A1%D0...">https://eprints.kname.edu.ua/48452/1/2016_%D0%BF%D0%B5%D1%87_106%D0%9B%20%20%D0%A1%D0%9A%D0%A1%D0...</a>	2.78%
15	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28544/1/Leonov_bakalavr_keoa.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28544/1/Leonov_bakalavr_keoa.pdf</a>	2.62% 3 Джерело
20	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28085/1/Tsymbol_bakalavr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28085/1/Tsymbol_bakalavr.pdf</a>	1.46%
23	<a href="http://4ua.co.ua/physics/yb2ad68b5c53b88521206c26_0.html">http://4ua.co.ua/physics/yb2ad68b5c53b88521206c26_0.html</a>	1.02%
29	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28086/1/Sakharov_bakalavr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28086/1/Sakharov_bakalavr.pdf</a>	0.46%
37	<a href="http://um.co.ua/3/3-13/3-136385.html">http://um.co.ua/3/3-13/3-136385.html</a>	0.24%
40	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28338/1/Zavalniuk_bakalavr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28338/1/Zavalniuk_bakalavr.pdf</a>	0.2%
42	<a href="https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2016/Tupitsyn/Tupitsyn_PZ.pdf">https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2016/Tupitsyn/Tupitsyn_PZ.pdf</a>	0.14%
43	<a href="http://uadoc.zavantag.com/text/16500/index-1.html?page=2">http://uadoc.zavantag.com/text/16500/index-1.html?page=2</a>	0.13%
44	<a href="https://webometr.kpi.ua/web_kitm">https://webometr.kpi.ua/web_kitm</a>	0.13% 29 Джерело
45	<a href="https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2018/Savytskyi/Savytskyi_magistr.pdf">https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2018/Savytskyi/Savytskyi_magistr.pdf</a>	0.12% 10 Джерело
48	<a href="https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2014.00048/full">https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2014.00048/full</a>	0.12%
49	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/33819/1/Davydenko_magistr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/33819/1/Davydenko_magistr.pdf</a>	0.12% 2 Джерело
54	<a href="https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/37727/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%8...">https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/37727/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%8...</a>	0.1%
55	<a href="http://bmc.fbmi.kpi.ua/uploads/diplom/kovalchuk-oksana-volodimir%D1%96vna.pdf">http://bmc.fbmi.kpi.ua/uploads/diplom/kovalchuk-oksana-volodimir%D1%96vna.pdf</a>	0.1%
56	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28708/1/Fursov_bakalavr.docx">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28708/1/Fursov_bakalavr.docx</a>	0.1%
57	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31577/3/Kurpas_magistr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31577/3/Kurpas_magistr.pdf</a>	0.1%

Схожість по Бібліотеці акаунту

167

1	ПЗ_Тимошенко	ID файлу: 1000053729	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	13 Джерело	5.13%
3	PZ_Punov	ID файлу: 6006752	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		4.82%
4	пояснювальна записка_last_Дячук	ID файлу: 1000066703	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	4.41%
5	ПЗ для перевірки Мирошниченко	ID файлу: 1000078607	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	4.23%
6	2020-bachelor-EDD_Shut_vyavlennya_OEZ_fch	ID файлу: 1004048810	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	18 Джерело	3.61%
7	Шамрицький_текст на антиплагиат	ID файлу: 1000044169	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		3.37%
8	ДИПЛОМ_норм рамка2019_Могілевець	ID файлу: 1000062094	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		3.34%
11	Студентська робота	ID файлу: 1000089355	Institution: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	2.91%
12	ПЗ_Рыженков	ID файлу: 1000053734	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	6 Джерело	2.85%
14	Студентська робота	ID файлу: 1003860109	Institution: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine		2.65%
16	DPfinal1_tocheck	ID файлу: 6006744	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		2.01%
17	2020-bachelor-EDD_Pakhomov_protydiya_lazeram_fch	ID файлу: 1004048804	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	25 Джерело	1.76%
18	Диплом_Сокол_Ярослав_ДК62	ID файлу: 1003985876	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		1.68%
19	Буханько-ПЗ	ID файлу: 1000053735	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	1.52%
21	Diploma_Tarasevich	ID файлу: 1000076143	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		1.11%
22	Humeniuk_Diplom	ID файлу: 1000066710	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		1.05%
24	Пояснювальна записка_last_Махнюв	ID файлу: 1000053808	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.98%
25	ДК62.421417.001	ID файлу: 1003985890	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.72%
26	Ярошенко-М.О.-ПЗ	ID файлу: 1000053739	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	28 Джерело	0.64%
27	2020-bachelor-EDD_Ulizko_elektronni_paneli_fch	ID файлу: 1004040156	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	12 Джерело	0.55%
28	2020-bachelor-EDD_Kovalov_renthenoteleviziyna_ustanovka_fch	ID файлу: 1004048814	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	0.54%

30	Васьковська_РТФ	ID файлу: 6026702	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	0.46%
31	Студентська робота	ID файлу: 1000796771	Institution: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University		0.45%
32	salarov_bondarenko	ID файлу: 1000082164	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.41%
33	Студентська робота	ID файлу: 2091523	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.41%
34	Ниношвили_анти	ID файлу: 1000066689	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.28%
35	Качор-ПЗ (1)	ID файлу: 1000083497	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.24%
36	Студентська робота	ID файлу: 1000293235	Institution: National Aviation University		0.24%
38	ПЗБД_КПІ_АУТС_2019_КнязевДС	ID файлу: 1000095508	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	17 Джерело	0.21%
39	Диплом Стрижеус А.І	ID файлу: 1000032450	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.2%
41	Михейкін РК-51	ID файлу: 1000069846	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.14%
46	savchuk-olena-avtomatichna-sistema-generatsii-zapitiv-do-baz	ID файлу: 1003256329	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	4 Джерело	0.12%
47	Студентська робота	ID файлу: 8416253	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.12%
50	Студентська робота	ID файлу: 1003441657	Institution: Lviv Polytechnic National University	4 Джерело	0.1%
51	Levitskij_bachelor	ID файлу: 5907719	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	4 Джерело	0.1%
52	Студентська робота	ID файлу: 8535019	Institution: Donetsk National Technical University	2 Джерело	0.1%
53	Студентська робота	ID файлу: 3295503	Institution: Lviv Polytechnic National University		0.1%
58	Студентська робота	ID файлу: 5947808	Institution: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.1%