

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Система керування освітленням «Розумного будинку»*

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІс-44

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Літвак А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Чайковський А.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Літваку Аристарху Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система керування освітленням «Розумного будинку»

Керівник роботи Чайковський Андрій Вікторович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» лютого 2021 року № 4/7-97

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз технічного завдання.

2. Проектна частина.

3. Практична частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці.

Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Таблиця порівняння стандартів безпроводового зв'язку

2. Структурна схема системи керування освітленням будинку

3. Структурна схема пульта керування

4. Схема електрична принципова пульта керування освітленням будинку

5. Блок-схема алгоритму роботи програми для системи керування освітленням

АНОТАЦІЯ

Система керування освітленням «Розумного будинку» // Кваліфікаційна робота бакалавра // Літвак Аристарх Олегович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-44 // Тернопіль, 2021 // с. – 54, рис. – 18, табл. – 5, аркушів А1 – 5, бібліогр. – 18.

Ключові слова: СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ДАТЧИК ОСВІТЛЕНОСТІ, БЕЗПРОВІДНІ СЕНСОРНА МЕРЕЖА, РОЗУМНИЙ БУДИНОК.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи, яка забезпечує дистанційне керування освітленням «Розумного будинку» з використанням технології безпроводних сенсорних мереж. Проведено огляд і аналіз існуючих методів та засобів керування освітленням приміщення. Здійснено порівняльний аналіз стандартів зв'язку для побудови безпроводних сенсорних мереж в задачах керування освітленням. Обґрунтовано вибір технології ZigBee. Розроблено структурну схему системи керування освітленням будинку на основі ZigBee мережі. Спроектовано схему електричну принципову пульта керування освітленням та обґрунтовано вибір елементної бази. Розроблено алгоритм роботи системи керування освітленням будинку з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ANNOTATION

Lighting control system in “Smart house” // Bachelor thesis // Litvak Aristarkh // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIs-44 // Ternopil, 2021 // p. – 54, fig. – 18, table. – 5, sheets A1 – 5, ref. – 18.

Key words: CONTROL SYSTEM, LIGHT SENSOR, WIRELESS SENSOR NETWORK, SMART HOUSE.

Qualification work is devoted to the development of a system that provides remote control of lighting "Smart House" using the technology of wireless sensor networks. A review and analysis of existing methods and means of lighting control. A comparative analysis of communication standards for the construction of wireless sensor networks in lighting control problems. The choice of ZigBee technology is substantiated. The structural scheme of the house lighting control system based on the ZigBee network has been developed. The scheme of the electric basic control panel of lighting is designed and the choice of element base is substantiated. An algorithm for the operation of the home lighting control system using the technology of wireless sensor networks has been developed.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Аналіз вимог до системи керування освітленням «Розумного будинку».....	10
1.2 Огляд і аналіз існуючих засобів керування освітленням будинку	12
1.2.1 Класифікація систем автоматичного управління освітленням	12
1.2.2 Автоматизовані системи автоматичного керування освітленням	14
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	17
2.1 Обґрунтування вибору технології обміну даними для безпроводної сенсорної мережі системи керування освітленням будинку	17
2.1.1 Порівняння технологій безпроводної передачі даних	17
2.1.2 Обґрунтування вибору ZigBee для побудови сенсорних мереж.....	20
2.2 Розробка узагальненої структури системи керування освітленням будинку	21
2.2.1 Вибір топології ZigBee мережі для системи керування освітленням будинку.....	21
2.2.2 Структурна схема пульта для керування освітленням будинку	24
2.3 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення системи керування освітлення.....	26
2.3.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера.....	26
2.4 Розробка схеми електричної принципової пульта керування освітленням будинку.....	30
2.4.1 Схема підключення мікроконтролера.....	31
2.4.2 Схема електроживлення	32
2.4.3 Схема підключення рідкокристалічного індикатора.....	33
2.4.4 Схема під'єднання світлодіодів.....	34
2.4.5 Схема під'єднання кнопок керування.....	35

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Літвак А.О.</i>			<i>Система керування освітленням «Розумного будинку»</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Чайковський А.В.</i>				5		
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

2.4.6	Схема годинника реального часу	36
2.4.7	Схема ZigBee-радіоканалу	38
2.4.8	Мікросхема Flash-пам'яті	38
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА		40
3.1	Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для системи керування освітленням будинку	40
3.1.1	Алгоритм роботи системи керування освітленням будинку	40
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ		45
4.1	Можливість виникнення статичної електрики та заходи боротьби з нею	45
4.2	Заходи з техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні та склеюванні деталей	47
ВИСНОВКИ.....		52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		53
Додаток А Технічне завдання		55
Додаток Б Перелік елементів		64

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- АСК – автоматизована системи керування;
АСКО – автоматизована система керування освітленням;
АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
БВО – блок вимикачів освітлення;
БД – блок датчиків;
БЖ – блок живлення;
БІ – блок індикації;
БК – блок клавіатури;
БКДС – блок комутації джерел світла;
БО – блок освітлення;
ДО – датчик освітленості;
ДР – датчик руху;
ЕПРА – електронні пуско-регулюючі апарати;
ЛОС – локальні обчислювальні системи;
МК – мікроконтролер;
ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій;
ПКО – пульт керування освітленням;
РКІ – рідко-кристалічний індикатор;
САК – система автоматичного керування;
СКО – система керування освітленням.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Будь-яка сфера людської життєдіяльності: культурно-побутова, соціальна, виробнича – потребує організації системи освітлення, об'єктів, будівель, приміщень і т. д. Не зважаючи на те, що кількість електроенергії, яка використовується на освітлення, в процентному співвідношенні може здатися незначною, в абсолютних значеннях являє собою досить високу цифру. Окрім того, у сучасному світі, в процесі розвитку продуктивності праці, спостерігається тенденція до зростання частки енергії, яка використовується для освітлення.

«Розумний дім» – це система, яка вміє розпізнавати конкретні ситуації, які відбуваються в будинку, і відповідним чином реагувати на них. Одним з найважливіших компонентів «Розумного будинку» є система управління освітленням. Її застосування дає змогу забезпечити не лише особливий комфорт в квартирі чи котеджі, але і значний рівень економії споживаної електроенергії.

Система «Розумний будинок» містить центральний контролер, який може керувати джерелами світла в різних приміщеннях за допомогою сенсорних пультів, настінних панелей та інших пристроїв. Крім того, контролер може управляти світловими приладами відповідно до сценаріїв, які закладені в пам'яті системи. Це дозволяє включати світильники, які розміщені в різних місцях будинку або кімнати [1].

За допомогою панелі управління можна увімкнути освітлення всього приміщення або лише його частину, плавно змінювати яскравість освітлення, або взагалі вимкнути світло у всьому будинку за допомогою однієї кнопки. Система керування освітленням будинку дозволяє управляти світловими сценаріями в кількох приміщеннях одночасно.

Використання спеціальних фотоелементів дає змогу автоматично регулювати яскравість світлових приладів в залежності від інтенсивності природнього світла, яке потрапляє до приміщенні з вікна. Застосування датчиків руху дозволяє автоматично вмикати світло при наближенні людини та вимикати коли вона віддаляється (наприклад, в коридорі або на сходах).

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очевидно, що природне освітлення найкраще впливає на людину як в психологічному, так і у фізіологічному плані. Проте, діяльність людини не обмежується рамками світлового дня, а сучасні джерела світла ще не володіють достатньою ефективністю для того, щоб повністю замінити денне освітлення. Одним з шляхів вирішення даної проблеми є поєднання штучного і природнього освітлення при максимально можливому використанні останнього. Такий підхід є загально прийнятим серед спеціалістів, які займаються пошуком нових рішень щодо підвищення енергоефективності в освітленні, а також серед лікарів гігієністів [2].

Рівень споживання електроенергії на потреби освітлення може бути суттєво знижений завдяки застосуванню оптимального режиму роботи освітлювальних приладів в кожен момент часу. Найбільш економний режим застосування електричного освітлення в приміщенні може бути досягнутий завдяки використанню засобів автоматичного управління освітленням.

Впровадження безпроводних мереж для керування освітлювальними приладами додає зручності в управлінні освітленням. Бездротові рішення значно спрощують і здешевлюють процес розробки систем, тому що витрати на лінії зв'язку зводяться до мінімуму. При впровадженні таких систем застосовують різні бездротові технології, однією з яких є ZigBee, що дозволяє в короткі терміни розгорнути сенсорні мережі, використовуючи при цьому відносно недорогі малопотужні передавачі.

Впровадження таких систем є одним з найважливіших факторів енергозбереження та економії ресурсів. Саме тому розробка сучасної, недорогої системи керування освітленням на основі безпроводних сенсорних мереж є актуальною задачею.

Метою дипломного проектування є розробка системи для керування освітленням будинку з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- створення структурної схеми;
- створення схеми електричної принципової;
- створення алгоритмічного та програмного забезпечення.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

В першому розділі дипломної роботи проаналізовано вимоги до системи керування освітленням «Розумного будинку». Здійснено огляд і аналіз існуючих методів та засобів керування освітленням будинку. Визначено їх переваги та недоліки. Здійснено аналіз можливих шляхів вирішення поставленого завдання.

1.1 Аналіз вимог до системи керування освітленням «Розумного будинку»

Розглянемо та проаналізуємо технічне завдання до дипломного проекту. За умовою необхідно здійснити модернізацію системи керування освітленням будинку на основі технології безпроводних сенсорних мереж, яка повинна відповідати наступним основним технічним характеристикам:

- вимірювання освітленості кімнат будинку в діапазоні від 0 лк до 2000 лк з похибкою $\pm 4\%$;
- безвідмовну роботу при температурі повітря від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, при відносній вологості повітря до 90% ;
- автоматичне ввімкнення і вимкнення освітлювальних приладів в залежності від наявності в приміщенні людей;
- підтримання постійного рівня освітленості в приміщеннях з врахуванням наявності природного джерела світла;
- автоматичне ввімкнення певних груп освітлювальних приладів при настанні сутінків і їх вимкнення зі світанком;
- дистанційне керування освітлювальними приладами за допомогою переносних радіопультів і бездротових вимикачів;
- імітація присутності людей в приміщенні (режим управління ввімкненням та вимкненням освітлювальних приладів при відсутності господарів).

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Літвак А.О.</i>			<i>Аналіз технічного завдання</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Чайковський А.В.</i>					<i>10</i>	<i>7</i>
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Для виконання своїх функцій система повинна включати сенсори, які призначені для вимірювання освітленості кімнат будинку в заданому діапазоні і з певною точністю. Тому, в дипломному проекті необхідно здійснити порівняльний аналіз сенсорів, які для цього призначені, та вибрати ту модель, яка найкраще підходить для проектованої системи.

Опитування сенсорів повинно здійснюватися з використанням безпроводних сенсорних мереж, тому необхідно вибрати оптимальний протокол передачі даних для їх побудови.

Передбачається, що система буде функціонувати в трьох режимах:

- ручний режим, при якому освітлення в тих чи інших кімнатах буде вмикатись чи вимикатись безпосередньо користувачем з кнопок;
- автоматичний режим, який передбачає вмикання чи вимикання освітлення в приміщеннях залежно від показів датчиків освітленості та датчиків руху. Це найбільш економний режим, при якому освітлення буде вмикатись лише в темну пору доби і лише тоді коли в приміщенні будуть перебувати люди;
- програмований режим, який забезпечує можливість програмування часу вмикання і вимикання освітлення в приміщеннях, тобто імітації режиму присутності людини.

Однією з умов технічного завдання є забезпечення можливості зміни та перегляду режимів роботи системи за допомогою пульта керування. Для цього доцільно використати рідкокристалічний дисплей, який на відміну від звичайних світлодіодних індикаторів має переваги:

- містить вбудований контролер, з яким потрібно лише «спілкуватися» за визначеним протоколом;
- існує можливість виводу найрізноманітнішої буквенно-цифрової інформації як українською, так і англійською мовами;
- рідкокристалічні дисплеї споживають набагато менше електричної енергії.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для перегляду режимів роботи на дисплеї в системі потрібно передбачити зручне меню. Для цього в структуру пристрою доцільно включити клавіатуру з чотирьох клавiш, з допомогою якої можна буде здійснювати навігацію по меню.

1.2 Огляд і аналіз існуючих засобів керування освітленням будинку

1.2.1 Класифікація систем автоматичного управління освітленням

В залежності від розташування пунктів керування засоби управління освітленням будинку можуть бути дистанційними або місцевими. В місцевій системі управління процес ввімкнення і вимкнення освітлювальних приладів здійснюється комутаційними пристроями (автоматами, рубильниками, вимикачами), які розміщені в кожному приміщенні.

В дистанційній централізованій системі управління весь процес керування освітленням відбувається в одному або кількох місцях, зокрема, в центральному диспетчерському пункті (ЦДП). Центральне дистанційне управління освітленням поділяється на дві групи. Якщо в будинку усі освітлювальні прилади живляться окремими лініями від розподільного щитка, то є можливість керувати з пунктів живлення процесом освітлення будинку комутаційними приладами, які розміщені на цих лініях [3].

У великих будинках освітлювальні прилади живляться за допомогою окремих ліній від розподільних приладів різних щитків. Цей варіант передбачає встановлення блоків керування на кожній лінії освітлення для реалізації централізованого дистанційного управління.

Аналогічно до системи місцевого керування освітленням, комутаційні прилади централізованого дистанційного управління можуть вмикатись або вимикатись за допомогою автоматів або вручну [4].

Отже, існують такі типи управління:

- місцеве: групове і централізоване;

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– дистанційне з розподільного щитка – з використанням комутаційних пристроїв розміщених на лініях освітлення;

– дистанційне централізоване з пунктів керування – з використанням проміжних керуючих пристроїв.

У випадку місцевого групового керування кожним комутаційним пристроєм управляється група освітлювальних приладів. Отже, в залежності від способу керування з використанням місцевих комутаційних приладів керування може бути автономним або ручним. На рис. 1.1 зображено схему можливих варіантів керування освітлювальними мережами будинку.

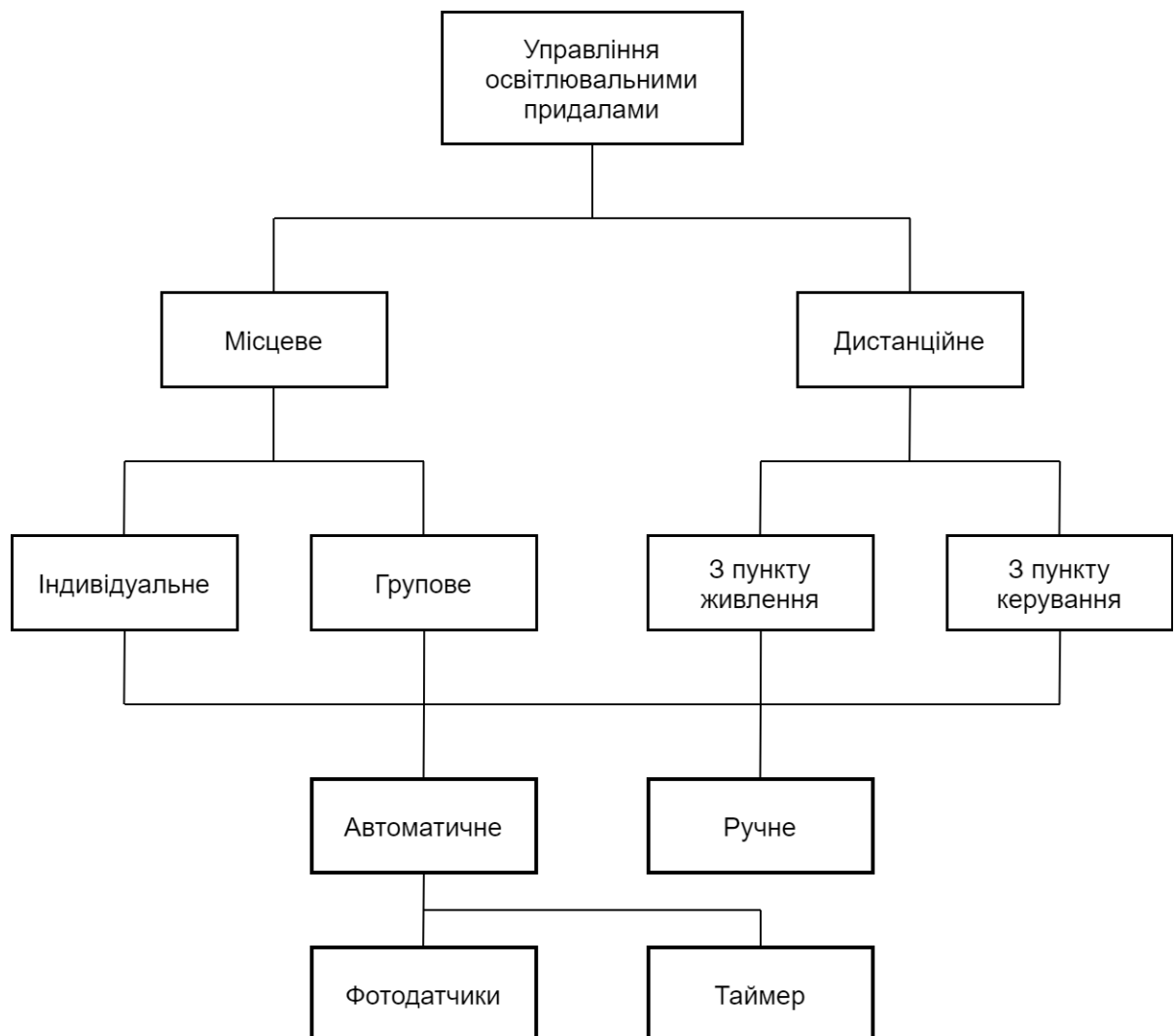


Рисунок 1.1 – Класифікація систем управління освітлювальними мережами будинку

1.2.2 Автоматизовані системи автоматичного керування освітленням

Автоматизовані системи керування освітленням, які застосовуються в приватних будинках можуть виконувати такі функції [5]:

1. Точна підтримка рівня штучної освітленості в кімнатах. Досягається завдяки використанню фотоелементів, які контролюють рівень освітленості.

2. Облік дня тижня і часу доби. Економію енергії можна досягти шляхом відключення освітлювальних приладів у певний час доби, у святкові і вихідні дні. Для реалізації цих задач автоматизована система керування освітленням повинна містити годинник реального часу.

3. Контроль наявності людей в приміщенні. При використанні у системі керування освітленням сенсора присутності можна вмикати і вимикати освітлювальні прилади залежно від того чи знаходяться люди в цій кімнаті.

4. Безпроводне дистанційне керування освітлювальними приладами. Ця функція суттєво підвищує зручність керування освітленням.

Автоматизована система керування освітленням будинку – це апаратно-програмний комплекс, який призначений для керування різними процесами:

- автоматизовані системи керування (АСК) – передбачається участь людини в процесі управління;
- система автоматичного керування (САК) – без участі людини в процесі керування.

САК умовно поділяються на дві основні групи:

- централізовані;
- локальні.

Централізовані САК характеризуються можливістю під'єднання великої кількості керованих окремо груп освітлювальних приладів, тоді як локальні системи управляють лише одною групою світильників.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За сферою охоплення управління централізовані САК поділяють на спеціалізовані (тільки для керування всіма інженерними системами будинку).

Локальні системи керування освітлювальними приладами у більшості випадків не потребують прокладання додаткових провідників, а деколи навіть знижують необхідність в їх прокладанні. Вони розміщуються в невеликих корпусах, які монтують в середині освітлювальних приладів, або на колбі лампи.

Усі сенсори, зазвичай, входять до складу одного електронного приладу, який розміщується в корпусі системи керування освітленням. Часто освітлювальні прилади, які містять сенсори обмінюються інформацією між собою. Завдяки цьому навіть у випадку, якщо у будинку залишиться одна людина, освітлювальні прилади, які розміщені на її шляху залишаться ввімкненими.

Централізовані системи керування освітленням будинку, які найбільше відповідають терміну «інтелектуальні», розробляються на базі мікроконтролерів, що забезпечують можливість одночасного керування великою кількістю освітлювальних приладів. Такі системи можуть використовуватись або лише для керування освітленням, а також з метою взаємодії з іншими системами «Розумного будинку».

Централізовані системи генерують управляючі сигнали для освітлювальних приладів на основі сигналів з локальних сенсорів. Однак, перетворення сигналів здійснюється у центральному модулі, який забезпечує можливість ручного керування освітленням будинку. Одночасно суттєво спрощується ручний режим зміни алгоритму функціонування системи.

Отже, автоматизовані системи керування освітленням (АСКО) поділяються на [5]:

1. АСКО освітлювальних приладів – проста компактна система, яка є складовою світильника і призначена для управління одним або групою світильників, розміщених неподалік.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АСКО кімнати – окрема система, яка призначена для керування одною або кількома групами освітлювальних приладів в одному або кількох кімнатах.

3. АСКО будинку – централізована комп'ютеризована система керування, яка забезпечує процес освітлення усього будинку або групи будинків. Однією з найбільших переваг АСКО освітлювальних приладів є їхня надійність, а також простота їх експлуатації та монтажу.

Особливо високим рівнем надійності характеризується АСКО, які не вимагають електроживлення, тому що найчастіше виходять з ладу енергоспоживаючі мікросхеми і блоки живлення. Однак, якщо є необхідність керування освітлювальними приладами великих кімнат, або, наприклад виникає потреба індивідуального керування всіма світильниками в кімнаті, АСКО освітлювальних приладів виявляється доволі дорогим засобом керування, оскільки потребують встановлення окремої АСКО на кожен світильник.

В такому випадку ефективніше застосовувати АСКО кімнати, які містять меншу кількість електричних компонентів порівняно з попереднім варіантом. І тому таке рішення є дешевшим. АСКО кімнат являють собою модулі, які монтуються за підвісними стелями або розміщуються в розподільні щитки. Системи такого виду, зазвичай, виконують певний набір функцій, які вибираються перемикачами, розміщеними на пульті керування або на корпусі. АСКО такого типу прості у виготовленні і, як правило, розроблені з використанням дискретних логічних мікросхем. Сенсори АСКО кімнат є виносними, вони повинні бути встановлені в приміщенні з освітлювальними приладами, якими потрібно управляти. Вони повинні бути під'єднані за допомогою провідників, що не дуже зручно з практичної точки зору.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування вибору технології обміну даними для безпроводної сенсорної мережі системи керування освітленням будинку

2.1.1 Порівняння технологій безпроводної передачі даних

У діапазоні 2,4 ГГц, на сьогоднішній день, широкого поширення набули, такі технології бездротової передачі даних, як WiFi, Bluetooth і ZigBee. Іноді ці технології розглядаються як конкуруючі. Насправді, кожна зі згаданих технологій має свої унікальні характеристики, що обумовлюють їх області застосування.

2.1.1.1 Особливості технології Bluetooth

Бездротова технологія Bluetooth, яка базується на стандарті IEEE 802.15.1, визначає правила функціонування невеликих систем зв'язку, які об'єднують пристрої, розміщені на близькій відстані один від одного. Bluetooth являє собою недорогий радіоінтерфейс з низьким рівнем енергоспоживання (потужність передавача становить всього близько 1 мВт) для організації персональних мереж, який забезпечує передачу як звукових сигналів, так і цифрових даних в режимі реального часу. Передбачалося, що дальність дії радіоінтерфейсу буде рівною десяти метрам, проте в даний час специфікаціями Bluetooth вже визначена друга зона, яка становить близько 100 м. Для роботи радіоінтерфейсу Bluetooth застосовується частотний діапазон ISM, який призначений для роботи медичних, наукових і промислових приладів. Радіоканал володіє повною пропускною здатністю до 3 Мбіт / с, що забезпечує створення асиметричного каналу передачі даних [6].

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Літвак А.О.</i>			<i>Проектна частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Чайковський А.В.</i>					<i>17</i>	<i>23</i>
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

У частині організації обміну даними Bluetooth відповідає специфікації стандарту локальних мереж IEEE 802 і використовує сигнали з розширенням спектра шляхом стрибкоподібної перебудови частоти (FHSS) по псевдовипадковому закону зі швидкістю 1600 перемикань в секунду в смузі 2400-2483,5 МГц. Bluetooth працює як багатоточковий радіоканал, керований, аналогічно до стільникового зв'язку GSM, багаторівневим протоколом.

2.1.1.2 Особливості технології UWB

UWB (Ultra Wideband) – технологія радіочастотного зв'язку, яка базується на передачі імпульсів дуже короткою тривалістю (кілька наносекунд і навіть менше) в самому широкому на сьогодні діапазоні частот (від 3 до 10 ГГц), через що швидкість передачі даних може досягати дуже великих значень. Обладнання, яке використовує цю технологію, споживає менше потужності і при роботі на однакових частотах з іншими комунікаційними пристроями не створює істотних перешкод. Сфера застосування цієї технології не обмежується тільки бездротовими комунікаціями, UWB так само може використовувати для передачі даних по коаксіальному кабелю або витій парі з потенційною швидкістю передачі даних понад 1 Гбіт в секунду.

UWB фундаментально відрізняється від інших радіочастотних способів зв'язку. Унікальність технології полягає в тому, що вона не використовує в якості несучого сигналу синусоїду. Замість цього використовуються модульовані високочастотні низькоенергетичні імпульси з тривалістю менше 1 нс [7].

Через те, що UWB використовує широкий діапазон частот, швидкість бездротової передачі даних може досягати 480 Мбіт / с, але на дуже невеликих дистанціях – до 3 метрів. При збільшенні відстані до 10 метрів можна досягти швидкості не більше 100 Мбіт / с. У цьому криється основна проблема даної технології: з збільшенням відстані різко падає швидкість передачі даних, набагато швидше ніж у Wi-Fi мереж.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						18
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1.1.3 Особливості технології ZigBee

ZigBee – це технологія передачі даних стандарту IEEE 802.15.4 для низькошвидкісних персональних мереж бездротового зв'язку.

Мережа ZigBee розроблена з урахуванням роботи у складному середовищі. Для боротьби з перешкодами передбачені наступні механізми [8]:

- розширення спектру сигналу;
- процедура запобігання колізій;
- вимірювання параметрів каналу передачі;
- контроль цілісності даних;
- підтвердження прийому;
- повторні відсилення пакетів.

Для розширення спектра вихідний двійковий сигнал перетвориться в псевдовипадкову послідовність, в результаті чого в ефір передається шумоподібний сигнал. Метод розширення спектру сигналу (DSSS) дозволяє ефективно боротися з вузькосмуговими перешкодами. Перед тим як почати передачу пристрій відстежує – чи вільний канал, і, у випадку зайнятості, робить паузу випадкової величини, після чого знову повторює спробу. Такий механізм запобігає одночасному виходу в ефір двох і більше передавальних пристроїв. Якщо при передачі інформації стався збій, то приймач може виявити цей факт за допомогою перевірки контрольної суми переданого пакета (CRC – cyclic redundancy check). Якщо все ж якийсь вузол мережі виявляється непрацездатним через перешкоди або фізичну несправність, інформація може дійти до приймача через інші, сусідні вузли [8].

Експерти вже давно вказують на два основних недоліки бездротових мереж Wi-Fi і Bluetooth – невеликий радіус дії і відносно високе енергоспоживання.

Для підтримки працездатності ZigBee-обладнання достатньо однієї невеликої батарейки щоб впродовж декількох місяців чи навіть років мати змогу жити обладнання. У табл. 2.1 наведені основні характеристики популярних стандартів бездротового зв'язку [9].

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Основні характеристики популярних стандартів безпроводного зв'язку

Стандарт	802.15.4 ZigBee		802.15.1 Bluetooth	802.15.3 High Rate WPAN	802.15.3a UWB	802.11b Wi-Fi	
Застосування	Моніторинг, управління, мережі датчиків, домашня / промислова автоматика		Голос, дані, заміна кабелів	Потокове мультимедіа, заміна кабелів аудіо / відеосистем		Дані, відео, ЛОМ	
Переваги	Ціна, енергозбереження, розміри мережі, менш завантажені діапазони	Ціна, енергозбереження, розміри мережі, глобальний діапазон	Ціна, енергозбереження, передача голосу	Висока швидкість, енергозбереження		Швидкість, гнучкість	
Частота, ГГц	0,868	0,915	2,4		3,1 - 10,6	2,4	
Макс. швидкість	20 Кбіт/с	40 Кбіт/с	250 Кбіт/с	1 Мбіт/с	22 Мбіт/с	200 Мбіт/с	11 Мбіт/с
Вихідна потужність (ном.), дБм	0		0(клас3) 4(клас2) 20(клас1)	0	<20 (110 Мбіт/с) <24 (200 Мбіт/с)	20	
Дальність, м	10-100		10(клас3) 100(клас1)	5-50	10 (110 Мбіт/с) 4 (200 Мбіт/с)	100	
Чутливість, дБм	-92	-85	-70	-75	-	-76	
Розмір стека, Кбайт	4 - 32		>250	-		>1000	
Термін служби акумулятора, днів	100 - 1000+		1 - 7	теоретично більше 1000		0,5 - 5	
Розмір мережі	65536 (16-бітні адреси), 2 ⁶⁴ (64-бітні адреси)		master + 7	до 127 на хост		0,5-5	

2.1.2 Обґрунтування вибору ZigBee для побудови сенсорних мереж

Серед переваг технології ZigBee варто відмітити хорошу масштабованість, можливість самовідновлення у випадку збоїв і простоту налаштування. При застосуванні 64-бітної адресації в єдину мережу можуть бути об'єднані понад 60 тисяч ZigBee-пристроїв. Нарешті, після початку масового виробництва вартість контролерів ZigBee виявиться істотно нижчою за вартість контролерів Wi-Fi і Bluetooth.

Основні переваги ZigBee мереж:

- низьке енергоспоживання;
- низька вартість;
- можливість організації мережі різної топології (кількість вузлів до 2^{64} при IEEE адресації і 2^{16} при локальній адресації);
- збільшення дальності зв'язку без додаткового посилення радіосигналу;
- висока надійність мережевих рішень і самовідновлюваність системи (використання процедури маршрутизації);
- багаторівнева система безпеки (використання таблиць контролю доступу, AES алгоритму кодування і власних алгоритмів на рівні додатку);
- простота встановлення та обслуговування.

2.2 Розробка узагальненої структури системи керування освітленням будинку

2.2.1 Вибір топології ZigBee мережі для системи керування освітленням будинку

Бездротові мережі на базі технології ZigBee являють собою альтернативу проводимим з'єднанням в розподілених системах моніторингу та управління і відрізняються більш гнучкою архітектурою, вимагають менших витрат при їх установці і експлуатації.

Застосування технології ZigBee стандарту 802.15.4 дає змогу проектувати бездротові мережі з низькими витратами завдяки мінімальній кількості зовнішніх компонентів, простоті схемотехнічних рішень, застосуванню готового програмного забезпечення. Технологія дозволяє будувати мережі з багатокомірчастою топологією, що дає змогу обслуговувати досить велику кількість пристроїв і підвищувати дальність зв'язку, уникаючи витрат на підсилюючі потужності [8]. На рис. 2.1 представлені різні варіанти топології мереж ZigBee.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

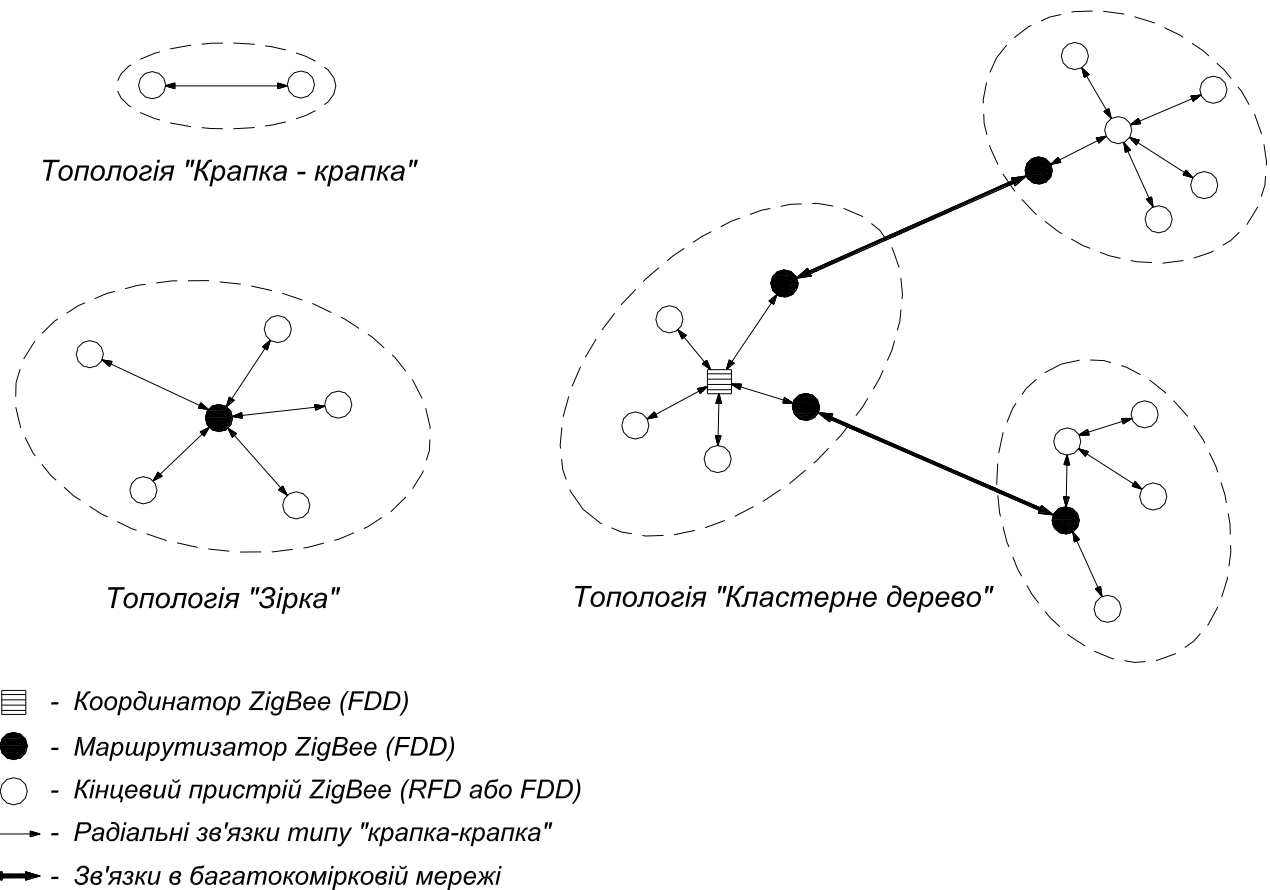


Рисунок 2.1 – Можливі топології ZigBee-мереж

Координатор ZigBee визначає мережу і встановлює для неї оптимальні параметри. Маршрутизатор ZigBee включається в мережу або через координатор ZigBee або через інші маршрутизатори, які вже входять в мережу. Кінцеві пристрої можуть з'єднуватися з будь-яким маршрутизатором ZigBee або координатором ZigBee [9].

Трафік повідомлень за замовчуванням поширюється по гілках ієрархії. Якщо маршрутизатори володіють відповідними можливостями, вони можуть вибрати найбільш оптимальні маршрути до певної точки і зберігати їх для подальшого застосування в таблицях маршрутизації.

Для керування світлотехнічним обладнанням житлового будинку було розроблено координатор та спроектовано бездротову ZigBee мережу з пристроїв управління світлотехнічним обладнанням. На рис. 2.2 показана структурна схема системи керування освітленням будинку на основі безпроводної ZigBee мережі.

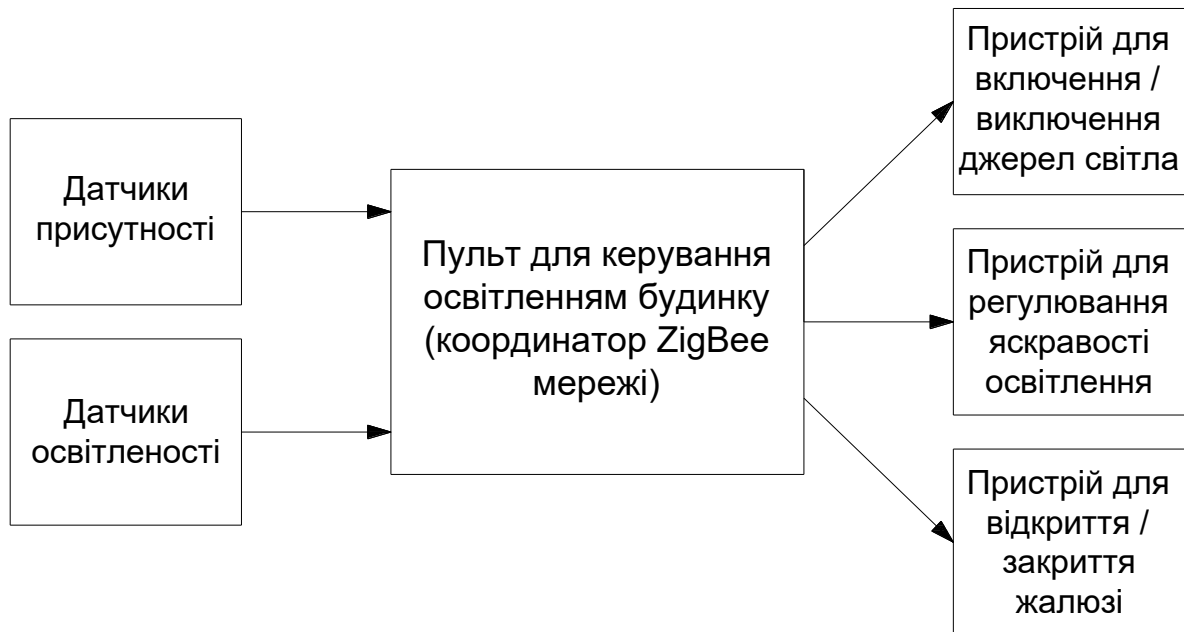


Рисунок 2.2 – Структурна схема системи керування освітленням будинку

Мережа ZigBee базується на комірчастій (mesh) топології. Завдяки цьому кожен пристрій такої мережі має змогу з'єднуватись з будь-яким іншим як за допомогою проміжних вузлів мережі, так і безпосередньо напряду. Комірчаста топологія дає змогу використовувати альтернативні шляхи вибору маршруту між вузлами мережі. Повідомлення рухаються від одного вузла до іншого вузла, поки не потраплять до кінцевого одержувача. Існують різні шляхи надсилання повідомлень, що збільшує доступність мережі у випадку виходу з ладу якогось елемента.

Для системи керування освітленням будинку в якості фізичної топології вибрано ZigBee-топологію «зірка». В даній схемі блок датчиків, який включає датчики освітленості та датчики руху передає інформацію про стан освітленості приміщення та наявності там людей. Пульт керування освітленням обробляє цю інформацію і подає керуючі сигнали для регулювання освітленням [9].

Крім ПКО в структуру мережі входять інші пристрої, кожен з яких обладнаний ZigBee модулем:

- датчики освітленості;
- датчики присутності;
- пристрої для включення / виключення джерел світла;
- пристрої для регулювання яскравості освітлення;
- пристрої, які призначені для керування відкриванням або закриванням жалюзі.

В цій схемі пульт керування освітленням (ПКО) будинку виконує роль координатора ZigBee мережі. Усі інші компоненти в структурі ZigBee виконують роль кінцевих пристроїв мережі.

ПКО реалізований у вигляді мікроконтролерного пристрою. Пульт керування освітленням конструктивно можна виконати у окремому виносному захищеному корпусі невеликих габаритів.

2.2.2 Структурна схема пульта для керування освітленням будинку

Відповідно до поставленого завдання система керування освітленням повинна аналізувати рівень освітленості в приміщенні а також аналізувати чи у приміщенні знаходяться люди та виробляти керуючі дії для підтримки освітленості на заданому в програмі рівні. Для реалізації поставлених завдань, складено структурну схему пульта керування освітленням, яка зображена на рис. 2.3.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

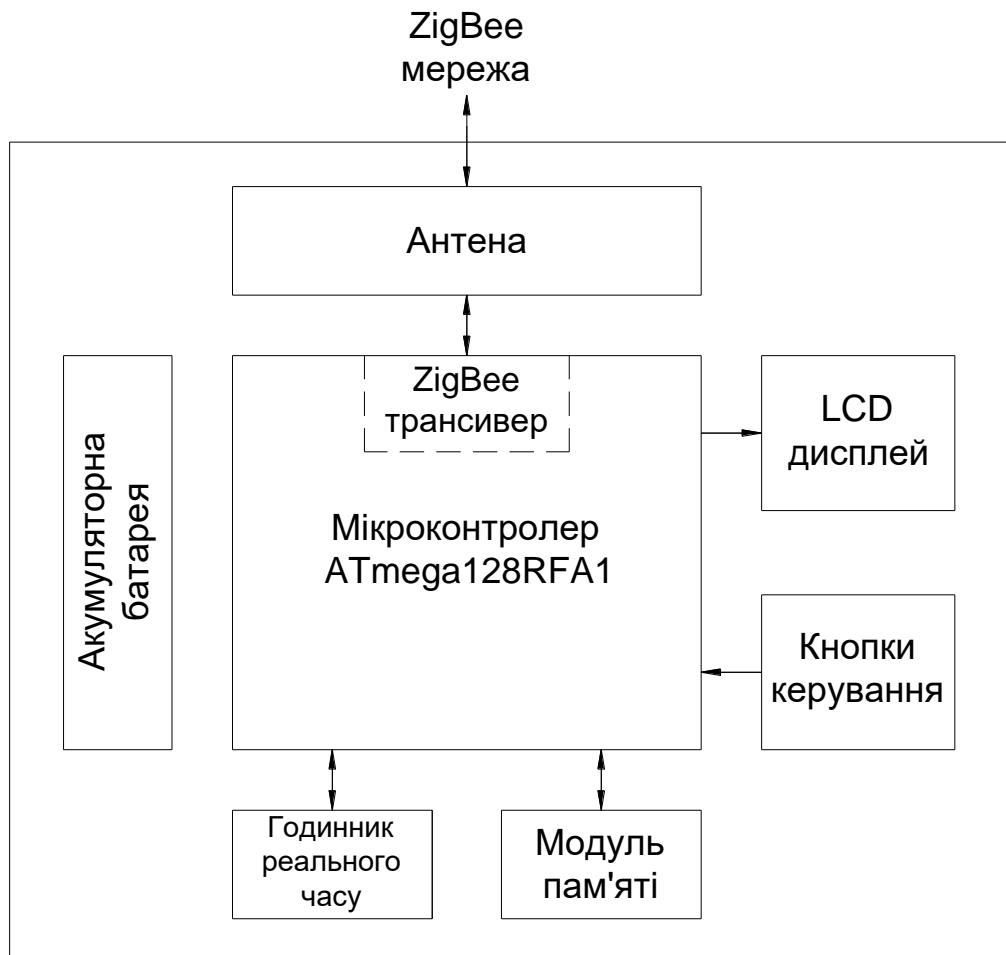


Рисунок 2.3 – Структурна схема пульта керування освітленням будинку

До структурної схеми пульта керування освітленням входять:

- акумуляторна батарея;
- мікроконтролер, який містить внутрішній ZigBee трансивер;
- антена;
- мікросхема реального часу;
- модуль енергонезалежної пам'яті;
- рідкокристалічний дисплей;
- кнопки керування.

Мікроконтролер призначений для обробки інформації, отриманої від ZigBee-датчиків і формування керуючих сигналів відповідно до заданої програми. Крім того, мікроконтролер здійснює контроль та керування ZigBee-мережею [9].

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль пам'яті – це мікросхема енергонезалежної пам'яті даних, яка працює на Flash технології. Вона призначена для зберігання мережевих параметрів та налаштувань системи, а також програм керування освітленням будинку, складених користувачем.

Індикація режимів роботи включає в себе три світлодіода які вказують на те, в якому режимі працює система в цей момент.

Рідкокристалічний дисплей призначений для відображення результатів обробки даних пультом керування, індикації параметрів системи.

Кнопки керування використовуються для управління роботою системи освітлення, зміни параметрів, програмування таймера, а також для вибору режиму роботи пристрою.

Акумуляторна батарея забезпечує усі компоненти пульта керування освітленням стабілізованою напругою постійного струму.

Мікросхема годинника реального часу використовується для обліку хронометричних даних (поточна дата, час, день тижня тощо) [10].

2.3 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення системи керуванням освітлення

2.3.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера

Основним функціональним компонентам схеми пульта керування освітленням будинку є мікроконтролер. Розглядаючи питання розробки системи керування освітленням будинку на основі ZigBee мережі надзвичайно важливим є питання вибору сучасної елементної бази. При виборі мікроконтролера необхідно здійснити аналіз його швидкодії, визначити чи достатня вона для вирішення поставленої задачі [9].

Основні функції, які буде виконувати мікроконтролер для системи керування освітленням будинку:

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- організація з'єднання між усіма компонентами мережі з використанням безпроводної технології передачі даних ZigBee;
- реалізація можливості зчитування інформації від сенсорів та передачі її для подальшої обробки та використання в цілях автоматизації;
- загальне управління роботою безпроводної мережі.

На основі аналізу функцій, які повинен виконувати мікроконтролер, до нього висуваються такі вимоги:

- наявність ZigBee сумісного трансивера;
- рівень вихідної напруги на виводах мікроконтролера повинен бути достатніми для того, щоб мати змогу керувати рідкокристалічним дисплеєм;
- значення тактової частота мікроконтролера повинне бути достатнім для нормального функціонування усієї системи;
- загальна кількість портів мікроконтролера повинна бути достатньою, для забезпечення управління всіма компонентами, які входять до складу проєктованого пристрою.

Крім того, мікроконтролер має відповідати ряду додаткових вимог:

- оптимальний об'єм оперативної пам'яті для забезпечення високої швидкодії і коректної роботи пристрою;
- достатній розмір пам'яті програм для зберігання всього необхідного програмного коду;
- низький рівень енергоспоживання.

Усіма вище переліченими технічними характеристиками володіє однокристальний 8-розрядний мікроконтролер ATmega128RFA1 сімейства MCS-51 фірми Atmel. Функціональна блок-схема цього мікроконтролера зображена на рис 2.4 [9].

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

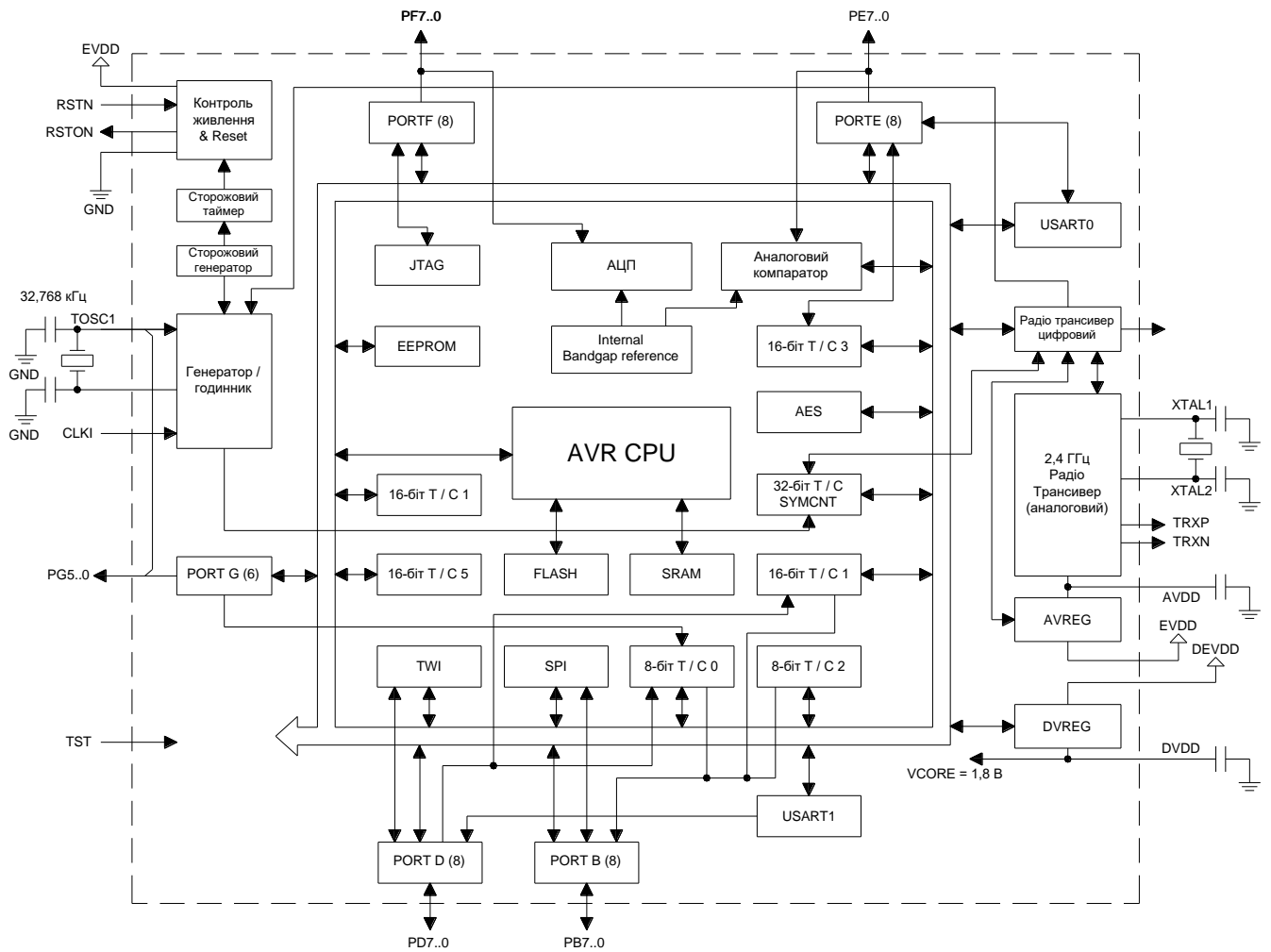


Рисунок 2.4 – Блок-схема мікроконтролера ATmega128RFA1

До типових сфер застосування мікроконтролерів цього типу відносять: керування приладами, вимірювальні пристрої, системи забезпечення безпеки, реєстратори інформації. Наявність внутрішнього ZigBee-трансивера була головною причиною вибору саме цієї моделі мікроконтролера для реалізації проектного пристрою відповідно до поставленого технічного завдання. Основні технічні характеристики мікроконтролера ATmega128RFA1 представлені в табл. 2.2.

ATmega128RFA1 – економічний 8-бітний мікроконтролер на основі RISC-архітектури AVR, доповнений високошвидкісним РЧ трансивером ISM-діапазону 2,4ГГц. Він є похідним від мікроконтролера ATmega1281і РЧ трансивера AT86RF231.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики мікроконтролера ATmega128RFA1

Характеристика	Значення
ЦПУ: Ядро	AVR
ЦПУ: MIPS	16
Частота	0 ... 16 МГц
Розмір RAM пам'яті	16 КБ
Об'єм Flash пам'яті	128 КБ
Розмір пам'яті EEPROM	4 КБ
Потри I / O	38 шт
Таймери: 8-біт	2 шт
Таймери: 16-біт	4 шт
Таймери: 32-біт	1 шт
Інтерфейси: SPI	1 шт
Інтерфейси: UART	2 шт
Розрядність АЦП	10 біт
Кількість каналів АЦП	8 шт
Швидкодія АЦП	330 kSPS
Напруга живлення	1,8 - 3,6 В
Струм споживання	18,6 мА
Робоча температура, ° С	від -40 до 85
Корпус	QFN-64

Завдяки виконанню більшості інструкцій за один цикл синхронізації, мікроконтролер досягає продуктивності близькою до 1 MIPS / МГц, що дозволить розробнику систем оптимізувати співвідношення споживаної потужності і продуктивності виконання інструкцій.

Більшість інструкцій мікроконтролера виконуються впродовж одного циклу. Це дає змогу отримати високу продуктивність, яка досягає 1 MIPS / МГц, що дозволяє оптимізувати співвідношення продуктивності виконання операцій та споживаної потужності [9].

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЧ трансивер підтримує передачу даних на швидкості від 250 кбіт / сек до 2 Мбіт / сек, обробку посилок, володіє відмінною чутливістю приймача і високою вихідною потужністю передавача. Всі ці особливості забезпечать надійність бездротової передачі даних.

2.4 Розробка схеми електричної принципової пульта керування освітленням будинку

Розробка електричної принципової схеми здійснена з врахуванням вимог, які сформульовані в технічному завданні, на основі структурної схеми, зображеної на рис. 2.3. Схема електрична принципова пульта керування освітленням будинку представлена на рис. 2.5.

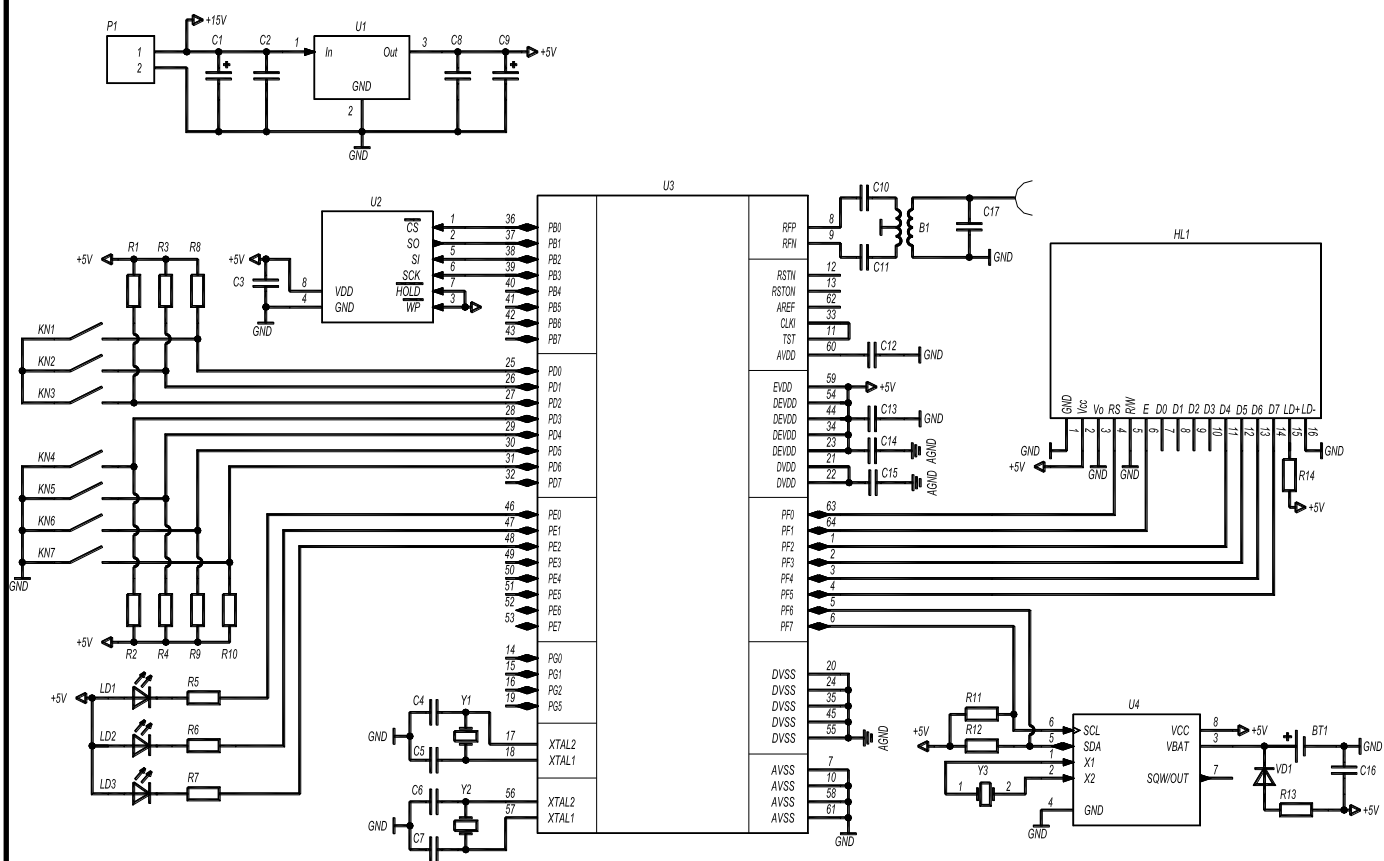


Рисунок 2.5 – Схема електрична принципова пульта керування освітленням будинку

Живлення схеми забезпечує однополярний конвертер напруги LM78D05, який працює з широкою вхідною напругою (від 6,5 В до 32 В), та точною вихідною напругою 5 В ($\pm 2\%$) [10].

2.4.1 Схема підключення мікроконтролера

На рис. 2.6 зображене умовне графічне позначення і типова схема підключення мікроконтролера ATmega128RFA1.

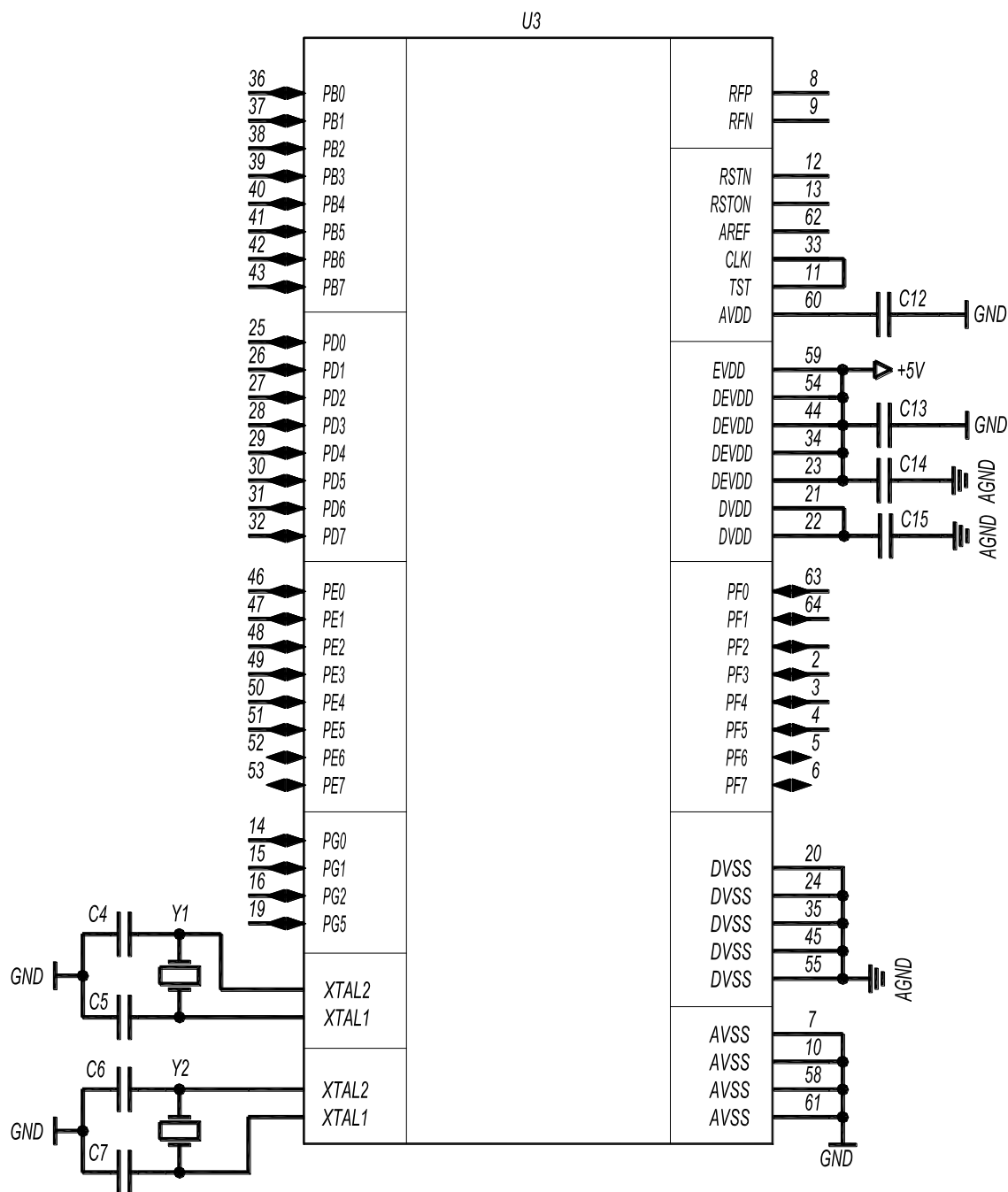


Рисунок 2.6 – Схема підключення мікроконтролера ATmega128RFA1

Кварцевий резонатор Y2 частотою 16 МГц разом з конденсаторами С6 і С7 номіналом 22 пФ служать для тактування мікроконтролера стабільною частотою. Конденсатори С12 ... С15 використовуються для фільтрації напруги живлення АТmega128RFA1.

2.4.2 Схема електроживлення

Для нормального функціонування пристрою необхідно подати на плату стабілізоване живлення напругою +5 В. Для стабілізації напруги в цій схемі використовується мікросхема LM78D05 [11], основні технічні параметри якої представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні технічні параметри мікросхеми LM78D05

Параметр	Значення
Вихідна потужність	5 Вт
Кількість виходів	1
Вхідна напруга	6,5...32 В
Вихідна напруга	5 В
Номінальна вхідна напруга	12 В
Вихідний струм	до 1 А
Рівень пульсації	75 мВ
ККД	85 %
Робоча температура	-40...85 °С

Особливістю мікросхеми LM78D05 є наявність комплексу захисту від короткого замикання та перегріву. Схема підключення кола живлення мікросхеми U1 разом з фільтруючими конденсаторами С1, С2 і С8, С9 показана на рис. 2.7.

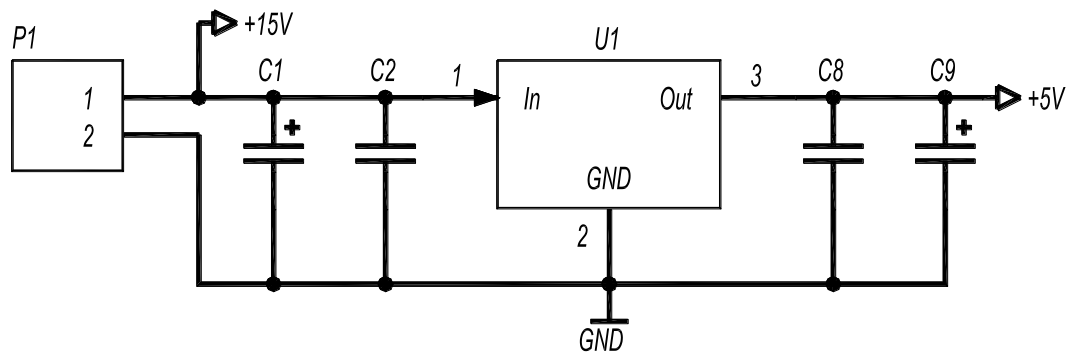


Рисунок 2.7 – Схема стабілізації напруги електроживлення для пульта керування освітленням

2.4.3 Схема підключення рідкокристалічного індикатора

В пульті керування освітленням будинку для відображення інформації використовується LCD-дисплей марки BC1004A [12], зовнішній вигляд якого зображений на рис. 2.8.



Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд LCD-дисплея BC1004A

Схема під'єднання виводів LCD-дисплея BC1004A до мікроконтролера ATmega128RFA1 наведена на рис. 2.9.

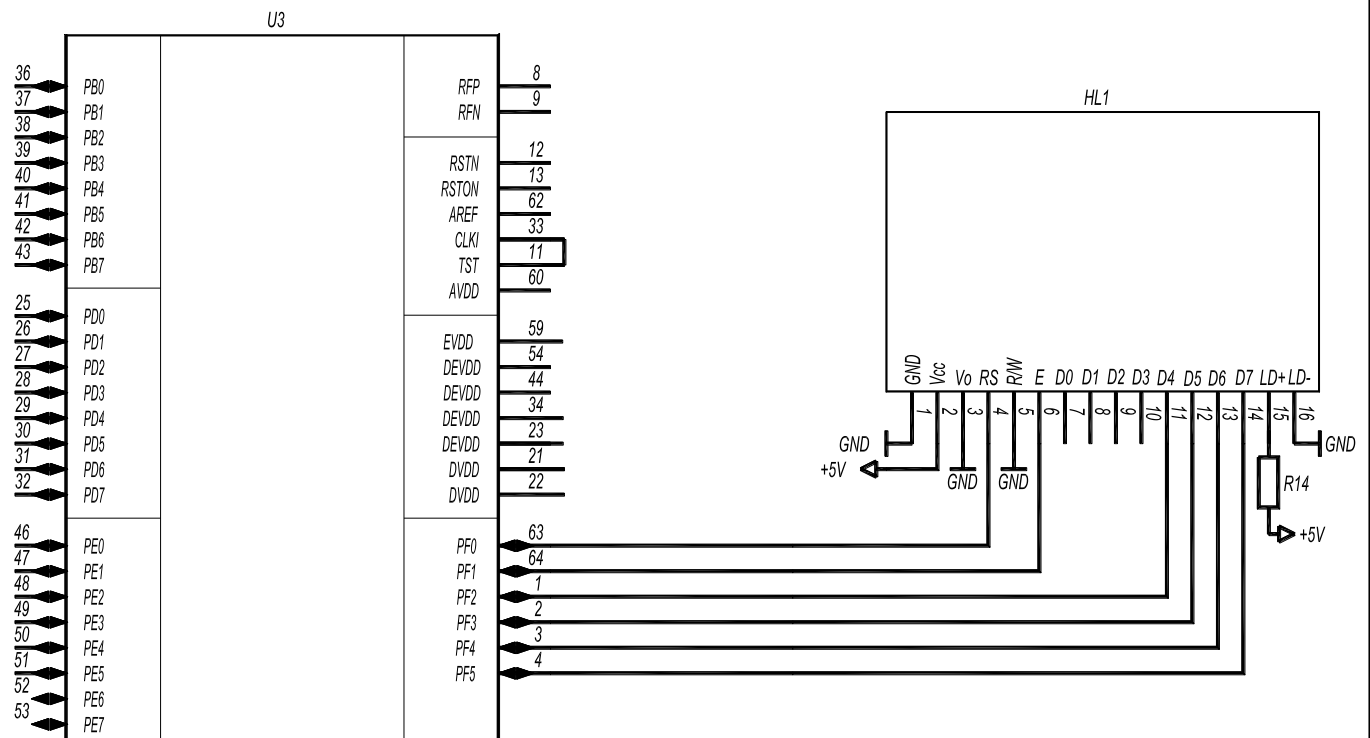


Рисунок 2.9 – Схема під'єднання LCD-дисплея до мікроконтролера

Рідкокристалічний модуль BC1004A складається з контролера управління і рідкокристалічної панелі. Контролер управління HD44780 фірми Hitachi (аналогічний до KS0066 фірми Samsung).

Модуль дозволяє відобразити 2 рядки по 16 символів в кожен. Символи відображаються в матриці 5x8 крапок. Між символами є інтервали шириною в одну відображувану крапку. Кожному символу на РКІ відповідає його код в ОЗП модулі.

Модуль містить два види пам'яті – кодів відображуваних символів і знакогенератора, а також логіку для управління РК панеллю.

2.4.4 Схема під'єднання світлодіодів

На рис. 2.10 зображена схема під'єднання світлодіодів LD1, LD2, LD3, які використовуються для індикації режимів роботи системи. Вони з'єднуються з портами мікроконтролера через резистори R5, R6, R7. Які задають яскравість світіння світлодіодів.

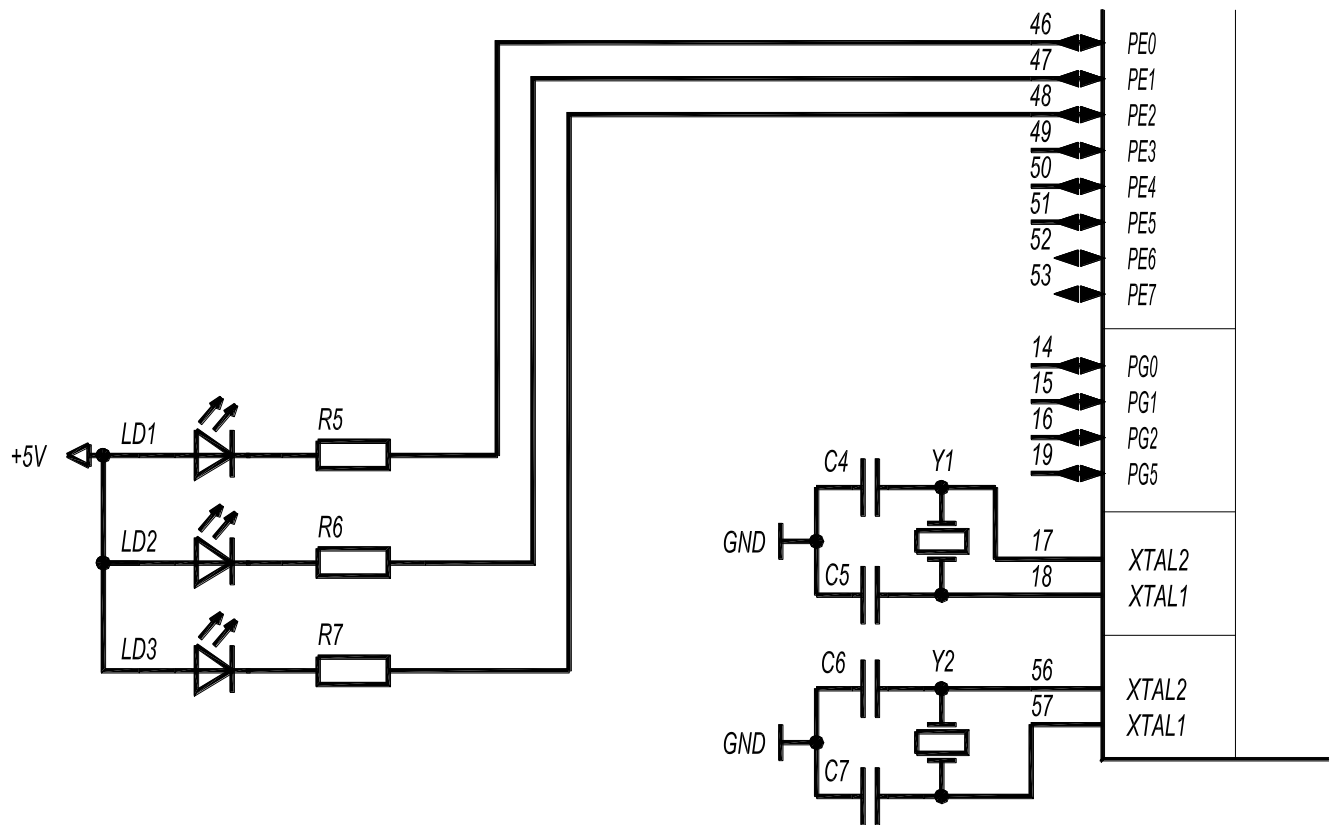


Рисунок 2.10 – Схема під'єднання світлодіодів

2.4.5 Схема під'єднання кнопок керування

Схема під'єднання кнопок керування до мікроконтролера АТmega128RFA1 зображена на рис. 2.11.

На цій схемі лінії, по яких кнопки KN1 ... KN7 під'єднуються до виводів мікроконтролера підтягнуті до напруги живлення +5 В за допомогою резисторів R1 ... R4, R8 ... R10. Це робиться для того, щоб на цих виводах по замовчуванню був стан логічної одиниці.

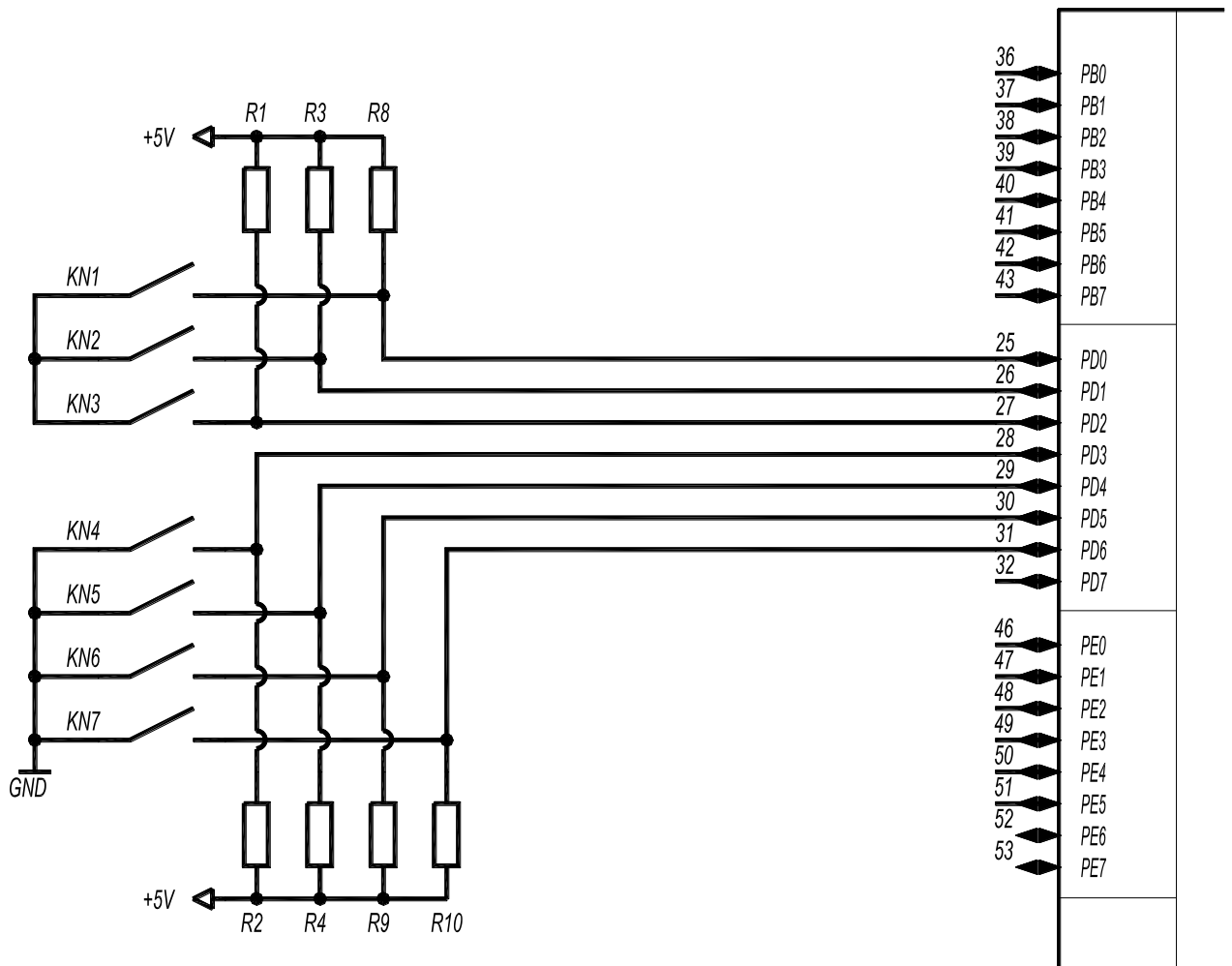


Рисунок 2.11 – Схема під'єднання кнопок керування

2.4.6 Схема годинника реального часу

Для реалізації «програмованого» режиму роботи по таймеру системи керування освітленням, необхідною є схема яка реалізовує вимірювання реального часу. Для цього використано мікросхему DS1338Z, яка видає точну інформацію про секунду, хвилину, годину, день, число, місяць і рік в кожен конкретний момент часу. Технічні характеристики мікросхеми DS1338Z наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики мікросхеми DS1338Z

Назва характеристики	Значення
Корпус	SOIC-8
Інтерфейс підключення	I ² C
Формат часу	HH:MM:SS (12/24 hr)
Формат дати	YY-MM-DD-dd
Об'єм пам'яті	56 байт
Напруга живлення, батареї	1,3 В - 3,7 В
Напруга живлення	3 В – 5,5 В
Діапазон робочої температури	-40 °С - 85 °С

Схема під'єднання мікросхеми DS1338Z зображена на рисунку 2.12.

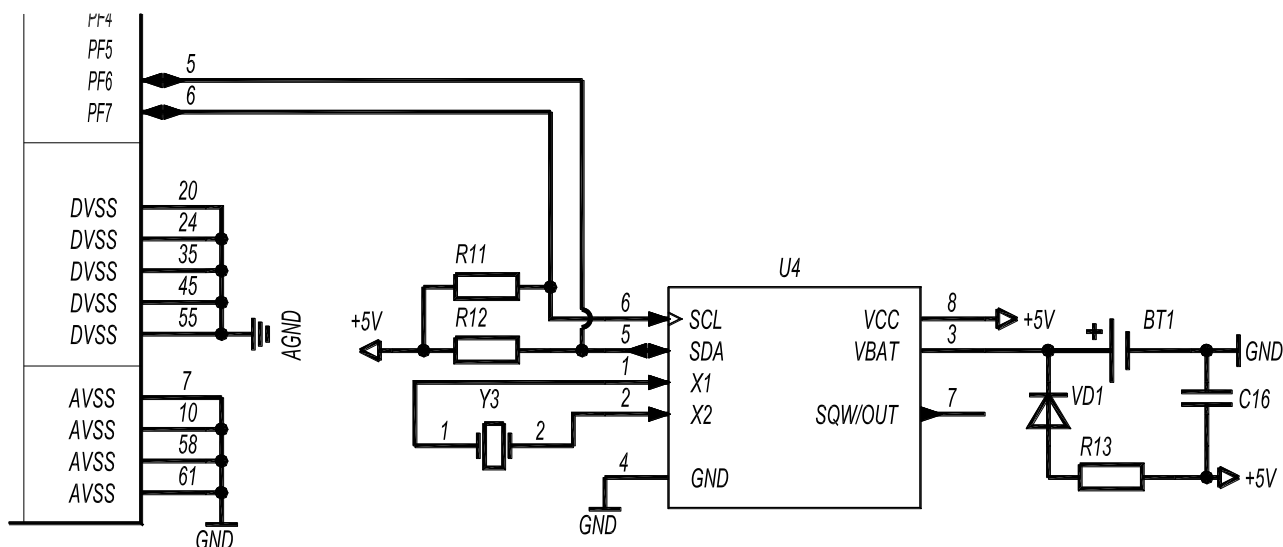


Рисунок 2.12 – Схема під'єднання мікросхеми DS1338Z

Годинник реального часу функціонує завдяки кварцовому резонатору Y3 з частотою 32,768 кГц. Конденсатор C16 служить для напруги живлення. Для того щоб мікросхема завжди видавала актуальний час, не залежно від того, чи ввімкнений прилад чи ні, до схеми було додано батарейку BT1. Мікросхема U4 (DS1338Z) під'єднується до 5 і 6 виводу мікроконтролера ATmega128RFA1,

передає інформацію в мікроконтролер використовуючи інтерфейс I²C. Резистори R11 і R12 застосовуються для підтягування ліній I²C до напруги живлення +5 В.

2.4.7 Схема ZigBee-радіоканалу

Схема під'єднання ZigBee-радіоканалу до мікроконтролера ATmega128RFA1 показана на рис. 2.13.

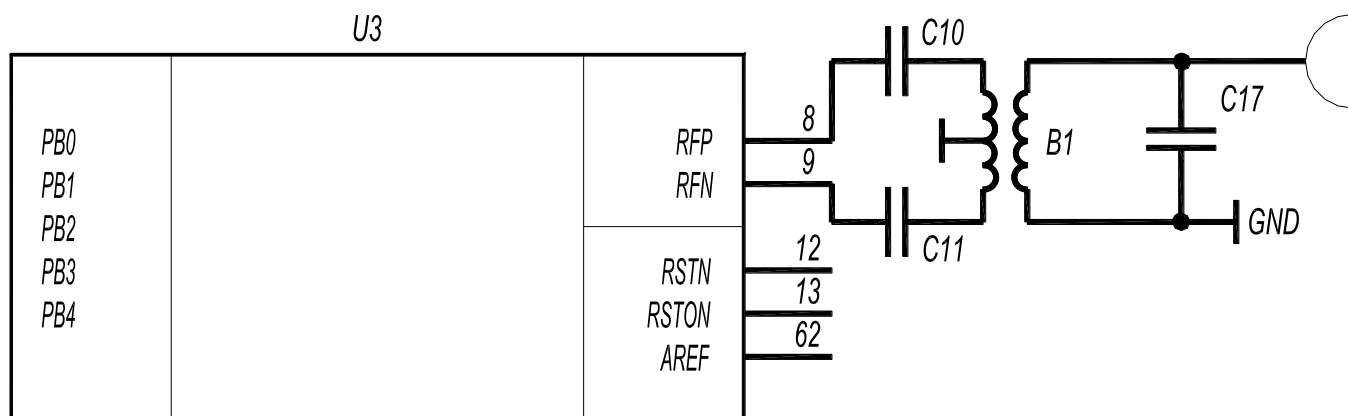


Рисунок 2.13 – Схема ZigBee-радіоканалу

На цій схемі виводи мікроконтролера 8 і 9 під'єднуються до конденсаторів C10 і C11, які разом з трансформатором B1 і конденсатором C17 і антеною утворюють електричне коло для передачі інформації по радіоканалу в мережу ZigBee.

2.4.8 Мікросхема Flash-пам'яті

Мікросхема енергонезалежної Flash-пам'яті типу FM25V05 застосовується для зберігання налаштувань системи і програм керування освітленням, створених користувачем. Основні технічні характеристики мікросхеми FM25V05 приведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики мікросхеми FM25V05

Назва характеристики	Значення
Розмір пам'яті	512 кБіт
Організація	64 К x 8
Інтерфейс	SPI
Напруга живлення	2 В to 3,6 В
Діапазон робочої температури	-40 °С ... +85 °С
Вид монтажу	SMD / SMT
Корпус	SOIC-8

Схема підключення мікросхеми зображена на рис. 2.14 . Обмін інформацією з мікроконтролером здійснюється по інтерфейсу SPI.

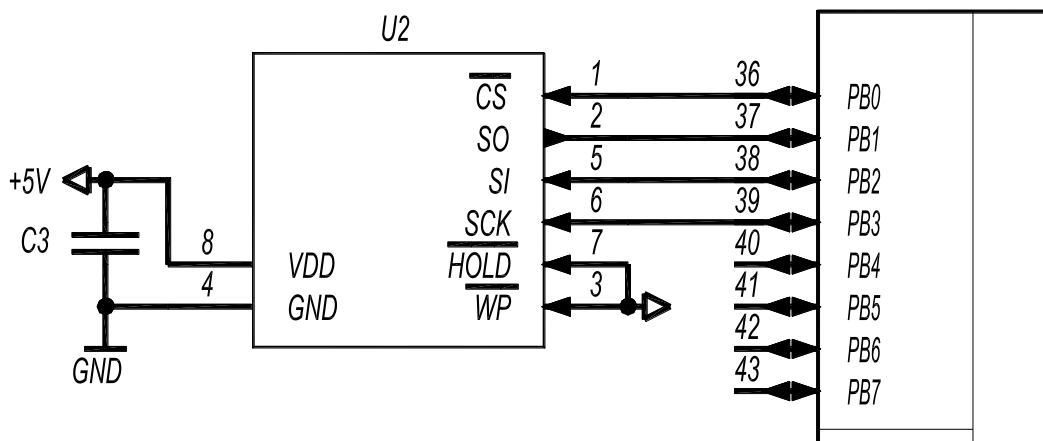


Рисунок 2.14 – Схема підключення мікросхеми FM25V05

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для системи керування освітленням будинку

3.1.1 Алгоритм роботи системи керування освітленням будинку

Система керування освітленням будинку в автоматичному режимі повинна виконувати наступні задачі:

- контролює освітленість в різних кімнатах будинку та присутність в них людей;
- при відхиленні освітленості від заданих параметрів та наявності людей в приміщенні, система регулює її за допомогою включення / виключення світильників, керування жалюзі та регулювання яскравості світлодіодних ламп;
- після виставлення параметрів – система підтримує освітленість в заданому діапазоні;
- така система має можливість виставлення параметрів освітленості та часу ввімкнення / вимкнення світильників.

На рис. 3.1 зображена блок-схема алгоритму роботи системи керування освітленням будинку. Після ввімкнення пристрою відбувається ініціалізація LCD-дисплея та ZigBee інтерфейсу. Потім мікроконтролер переходить до зчитування збережених параметрів та налаштувань з Flash-пам'яті. Після цього відбувається періодичне сканування керуючих кнопок та кнопок вибору режиму роботи системи. Якщо ні одна кнопка не була натиснута то програма працює в режимі, який був вибраний і збережений в енергонезалежній пам'яті до вимкнення пристрою.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Літвак А.О.</i>			<i>Практична частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Чайковський А.В.</i>					40	
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

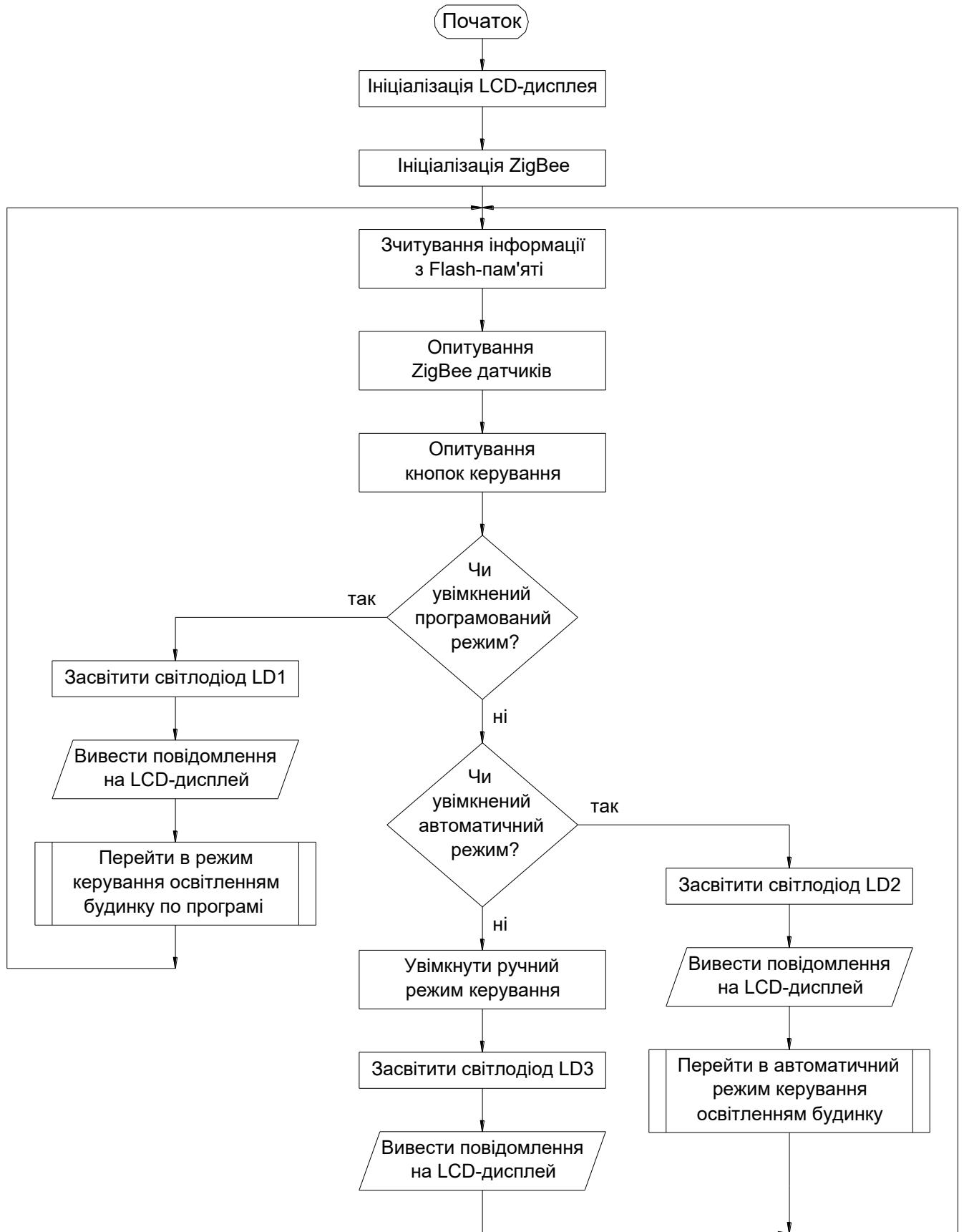


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи системи керування освітленням будинку

Після того як режим вибраний, мікроконтролер починає виконувати відповідну підпрограму, засвічуючи при цьому світлодіод і виводячи відповідне повідомлення на екран LCD-дисплея.

На рис. 3.2 показана блок-схема алгоритму роботи системи в програмованому режимі.

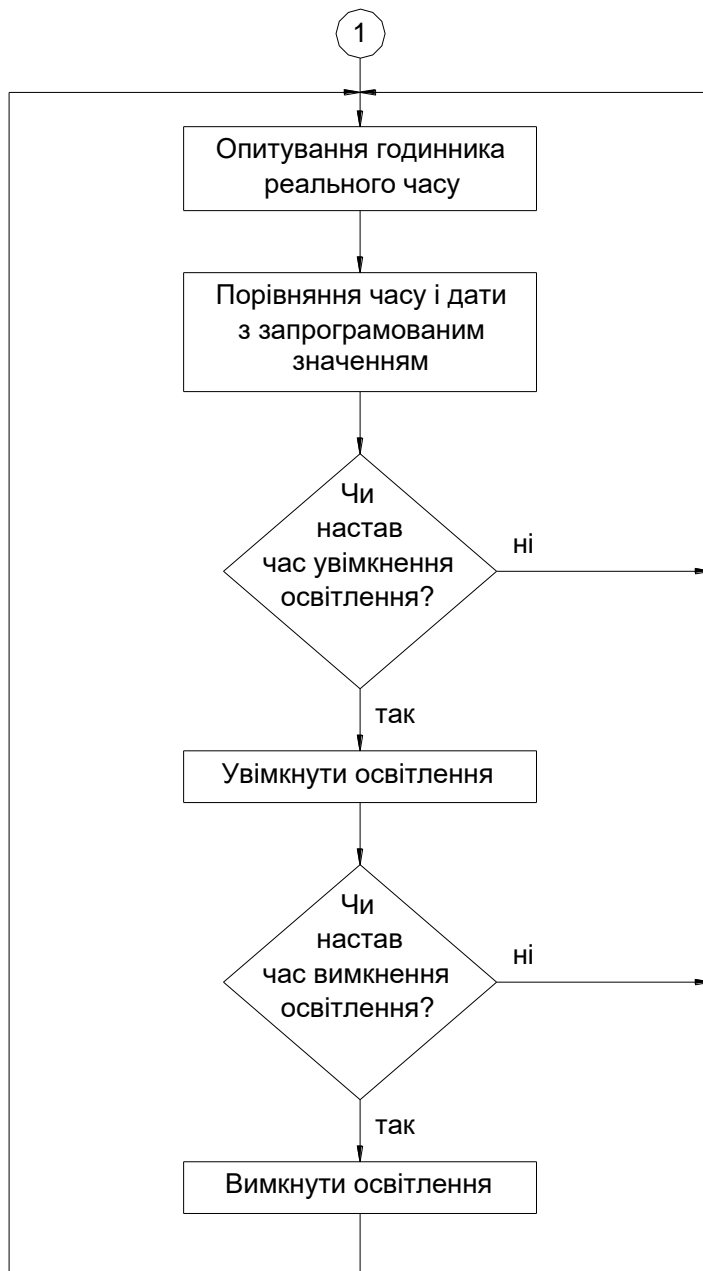


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи системи керування освітленням будинку в програмованому режимі

У програмованому режимі мікроконтролер в циклі отримує дані від мікросхеми годинника реального часу і порівнює їх з запрограмованими значеннями налаштувань. Коли реальний час і дата збігаються з наперед налаштованими значеннями мікроконтролер посилає керуючий сигнал для комутації джерел світла.

На рис. 3.3 показана блок-схема алгоритму роботи системи керування освітленням приміщення в автоматичному режимі.

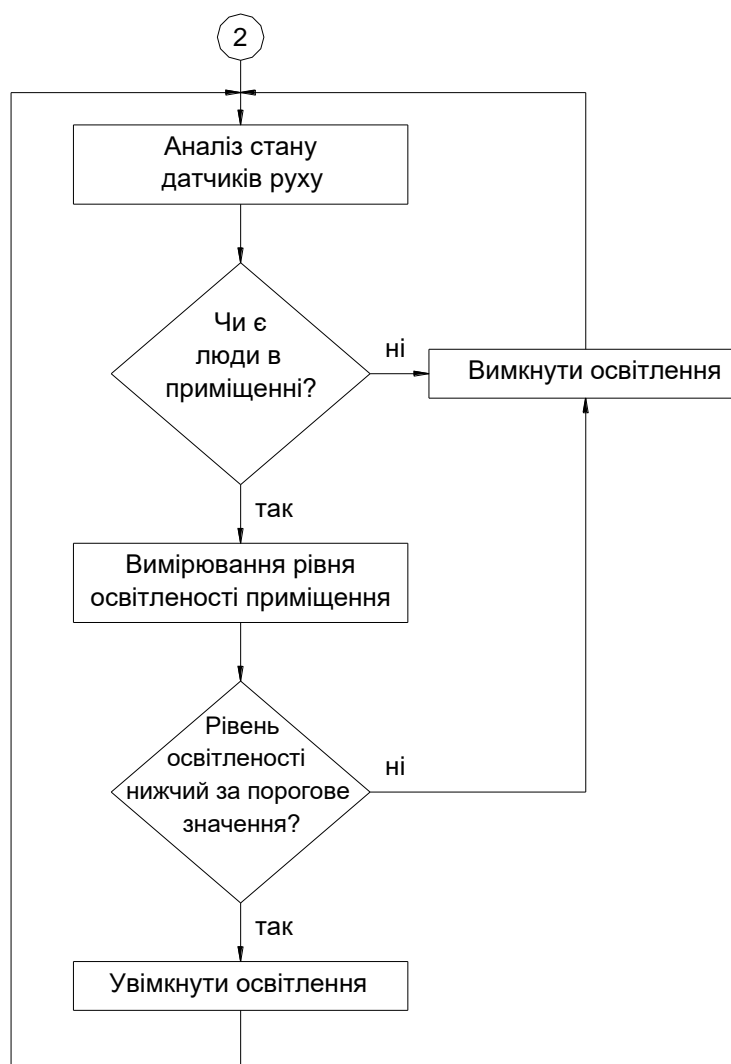


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму роботи системи керування освітленням приміщення в автоматичному режимі

В автоматичному режимі керування освітленням мікроконтролер сканує стан датчиків руху в приміщеннях. В момент, коли система ідентифікувала рух людини, мікроконтролер починає вимірювати рівень освітленості приміщення з допомогою датчиків та аналого-цифрового перетворювача, порівнюючи його з пороговим значенням яке задане в параметрах системи. Якщо рівень освітленості нижчий за це порогове значення, то мікроконтролер посилає команду включення освітлення у відповідній кімнаті.

Розроблена система керування освітленням будинку в процесі роботи:

- враховує час доби і рівень освітленості приміщення;
- забезпечує моніторинг і контроль рівня освітленості;
- підвищує надійність роботи освітлювальних пристроїв.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Оскільки у кваліфікаційній роботі розглядається питання створення системи керування освітленням «Розумного будинку», то у даному розділі доцільно розглянути наступні питання: можливість виникнення статичної електрики та заходи боротьби з нею; заходи з техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні та склеюванні деталей.

4.1 Можливість виникнення статичної електрики та заходи боротьби з нею

Статична електрика – це сукупність явищ, що пов'язані з виникненням та накопиченням вільного електричного заряду на поверхні або в об'ємі діелектриків або на ізольованих провідниках. Підвищений рівень статичної електрики відноситься до групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Суть електризації полягає в тому, що діелектрики за певних умов стають електрично зарядженими. При цьому заряди не виникають і не зникають, а переходять з одного електризованого тіла на інше, накопичуються на поверхнях їх стикування чи переміщуються в межах одного й того ж тіла. Статична електрика може з'являтися на тілах і через індукцію, тобто через взаємодію на відстані.

Наслідки спричинені електризацією, свідчать про необхідність здійснення заходів щодо попередження небезпечної і шкідливої дії статичної електрики на організм людини.

Якщо напруженість електричного поля перевищує електричну міцність середовища (повітря), то відбувається розряд статичної електрики. Основною причиною, що характеризує здатність різних матеріалів проводити струм, а також визначає їх здатність до електризації, є питомий електричний опір (Ом·м).

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Літвак А.О.</i>			<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Чайковський А.В.</i>					45	7
<i>Консульт.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Умовно прийнято, що при питомому електричному опорі речовин і матеріалів порядку менше 10 Ом·м заряди не накопичують і безпеки не являють. Якщо ж опір високий і велика швидкість відриву поверхні, то заряди зберігаються. Величина зарядів визначається природою матеріалу і швидкістю розділення поверхонь, тобто інтенсивністю технологічного процесу [16].

Розряди статичної електрики являються одними з можливих імпульсів спалахування і вибухів, що зв'язано, в першу чергу, із застосуванням сильно електризуючих речовин і матеріалів (горючі рідини, пил органічного походження). Електризація рідин приводить до спалахування і вибухів втричі частіше, ніж електризація дрібнодисперсних матеріалів, оскільки мінімальна енергія запалювання пилово-вітряних сумішей з 10...100 раз менше. При протіканні рідин величина заряду залежить від діелектричної сталої, її забрудненості, шорсткості стінок, швидкості протікання і діаметра труб.

Захист від статичної електрики та її небезпечних проявів повинен здійснюватись в двох напрямках: усунення електричних зарядів або зменшення їх до безпечних величин.

Статична електрика усувається: заміною горючих середовищ негорючими (для промивання ємкостей, трубопроводів, наприклад замість бензину, гасу слід використовувати пожежобезпечні розчинники з підтриманням концентрації горючих речовин за межами вибуховості); нанесенням на діелектричне устаткування електропровідних покриттів; відведенням зарядів від людей у виробництвах, де існує небезпека спалаху горючих сумішей розрядом з людини; зволоженням навколишнього середовища, якщо це допускається за умовами технологічного процесу. Якщо це неможливо, то може застосовуватись місцеве зволоження, шляхом направлення розпилюючого струменя на поверхні, з яких необхідно відвести статичні заряди; забезпеченням проявів заряду в тих місцях, де немає горючого і вибухонебезпечного середовища; збільшенням, об'ємної і поверхневої провідності діелектриків, які використовують для транспортування і зберігання рідин; іонізацією повітря індукційними, високовольтними, радіоактивними і комбінованими нейтралізаторами. Вибір кожного типу нейтралізатора проводиться з урахуванням середовища і характеристик

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

іонізаторів; зміненням технологічного процесу з метою усунення причин, що сприяють появі електризації; заземлення обладнання. Заземлення обладнання – один з важливих і обов'язкових заходів до захисту від статичної електрики.

Апарати, машини, пристрої, які можуть стати джерелами виникнення зарядів статичної електрики, повинні бути заземлені не менше ніж у двох місцях незалежно від заземлення усього технологічного ланцюга.

Звичайні заземлюючі пристрої для захисту від розрядів статичної електрики об'єднують із заземлюючими пристроями для електрообладнання. Заземлення повинно бути здійснене тільки паралельним приєднанням захисного обладнання. Допустимий опір заземленого пристрою для захисту від статичної електроенергії у вигляді малих струмів витрат допускається не більше 100 Ом [17].

Гнучкі трубопроводи для перекачування рідин, які здатні генерувати заряди (спирт, бензин, гас тощо), повинні мати металеве заземлене оплетення, а вихідні штуцери мають бути виконані із кольорових металів і з'єднані із заземленим металевим оплетенням.

Серед інших заходів, направлених на заземлення небезпечних проявів розрядів статичної електрики, слід відмітити такі, як заміна плоских пасів текстурними (клиновими); недопущення розприскування рідин при їх розливанні в ємності шляхом опущення завантажувальних труб на відстань не більше 0,2 м від днища приймальної посудини; зміна швидкості переміщення твердих і рідких матеріалів.

4.2 Заходи з техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні та склеюванні деталей

Друкована (печатна) плата – це пластина, виконана з діелектрика (текстоліт, гетинакс тощо), на якій сформований хоча б один провідний малюнок. На друковану плату монтуються електронні компоненти, і з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка паянням, або, значно рідше, зварюванням, у результаті чого збирається електронний модуль (або змонтована друкована плата).

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звичайно друкована плата проектується індивідуально залежно від електронної схеми і типів корпусів деталей. Для їх розробки існує спеціальне програмне забезпечення.

Одним з етапів розробки системи контролю мікроклімату в офісному приміщенні є виготовлення друкованої плати та монтаж електронних компонентів на її поверхню відповідно до спроектованої електричної принципової схеми.

Сучасна технологія виготовлення печатних плат складається з великої кількості різних механічних, фотохімічних і хімічних операцій. Більшість матеріалів і речовин, що застосовуються при виготовленні печатних плат, є небезпечними для здоров'я і життя людини. Шкідливі речовини і їх пари можуть проникати в організм людини через органи дихання, шкіру і кишково-шлунковий тракт.

Вдихання хімічних речовин в будь-якому стані (газ, пари чи пил) приводить до ураження верхніх дихальних шляхів і до загальнотоксичного ефекту при всмоктуванні речовин в кров. В кишково-шлунковий тракт шкідливі речовини попадають при вживанні їжі, води і курінні на ділянках виготовлення печатних плат.

Нагрівання розчинів веде до інтенсивного пароутворення і виділення краплин рідини, які тягнуть за собою частинки розчину, а це приводить до забруднення атмосфери виробничих приміщень. Крім того, при різних операціях утворюються і поступають в атмосферу проміжні речовини, які можуть відноситися до 1-го класу небезпеки. Так, хлоровані вуглеводні (трихлоретилен, тетрахлоретилен) при дії на них сонячного світла чи відкритих джерел полум'я утворюють нову речовину – газ фосген (надзвичайно небезпечний), а при реагентному методі очистки відпрацьованих вод від сполук ціану може утворюватися хлорціан [18].

Попадання кислоти в лужний ціанистий електроліт, змішування кислих і ціанистих стоків вентиляційних вихлопів може привести до утворення ціаністого водню. Процеси знежирення, травлення, електрохімічної обробки і хімічного фрезерування супроводжуються виділенням парів кислот, лугів і поступанням їх в повітря зони дихання. Багато шкідливих речовин потрапляють в організм через шкіру, особливо небезпечні хромові композиції, концентровані кислоти, луги і розчинники.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відділах приготування електролітів завжди має місце висока концентрація пилу і парів токсичних речовин, особливо під час: обробки матеріалів, дозуванні при приготуванні розчинів, змішування сипучих компонентів і під час транспортних операцій.

При ціаністому мідненні і срібленні утворюється ціаністий водень, який надходить у атмосферу, в цих випадках відчувається запах мигдалю. Поява шкідливих речовин у повітрі над ваннами - результат виносу дрібних краплинок електроліту бульбашками газів (водню і кисню), які виділяються на електродах при електролітичному процесі, а також випаровування розчинів. Ціаністий водень утворюється в результаті контакту ціаністого розчину з вуглекислотою. Біля ванн окисдування утворюються пари лугів, біля ванн декапірування – пари соляної кислоти, біля ванн кадміювання - оксиди кадмію; при нікелюванні – пари сполучення нікелю, при хромуванні - хромовий ангідрид, при очистці свинцевих анодів – пил свинцю.

Однією з умов забезпечення безпеки праці є забезпечення здійснення етапів виробництва у відповідності з технологічною послідовністю окремих операцій, передбачаючи автоматизацію і механізацію процесів, а також централізацію приготування електролітів. Пульти операторів автоматичних ліній з програмним управлінням повинні бути віддалені від ванн на визначену відстань, що виключає дію на працюючих небезпечних виробничих факторів.

При неможливості автоматизації процесів повинна бути забезпечена комплексна механізація окремих операцій - підготовчих, транспортних, фінішних, зокрема завантаження печатних плат у ванни і їх вивантаження.

Застосування ручних робіт допустимо при відсутності в технологічному процесі речовин 1-го і 2-го класів небезпеки і з використанням колективного і індивідуального захисту робітників.

Особливу увагу слід звернути на заміну токсичних речовин менш токсичними чи нетоксичними, заміну шкідливих операцій менш шкідливими. Так, використання присадок і інгібіторів дозволяє знизити витрати на вентиляцію, а також значно зменшити виділення парів кислоти з поверхні гальванічних і травильних ванн (дзеркало ванни покривається шаром піни).

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При, при паянні та склеюванні деталей, проведенні монтажних робіт системи контролю мікроклімату в офісному приміщенні, присутні певні шкідливі фактори. Тому всі робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, а робітники застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, очей і шкіри. Повітря повинно бути чистим, потрібної температури і вологості. Отже, обладнання вентиляції має на меті:

- зменшити або ліквідувати задимленість повітря;
- поліпшити виробничий процес і добитися вищої якості продукції.

Усе це робить вентиляцію одним з найпотужніших засобів оздоровлення, підвищення безпеки і продуктивності праці та поліпшення якості продукції при монтажних роботах.

За способом переміщення повітря вентиляція буває природня і механічна. Можлива також змішана вентиляція. Природній обмін повітря у робочому приміщенні відбувається крізь вікна, кватирки, двері, ґратки у стінах та на підлозі. При механічній вентиляції повітря подається або видаляється системою вентиляції каналів за допомогою вентиляторів [18].

У приміщеннях де проводяться монтажні роботи, використовують природню і механічну вентиляцію. За місцем дії вентиляція є загальнообмінною і місцевою. Дія загальнообмінної вентиляції базується на розрідженні речовин, що виділяються, свіжим повітрям до певної концентрації і температури. У приміщеннях, в яких можливе раптове надходження у повітря великої кількості шкідливих газів, пилу, пари, передбачається аварійна вентиляція.

Для ефективної роботи системи вентиляції кількість повітря, що надходить повинна відповідати кількості видаленого повітря або різниця між ними повинна бути мінімальною. Припливні і витяжні системи у приміщенні розміщені так, що свіже повітря подається у ті частини приміщення, де кількість шкідливих речовин мінімальна (або їх немає зовсім), а видаляється там, де їх видалення є мінімальним; приплив повітря відбувається у робочі зони, а витяжка з верхньої зони приміщення.

Система вентиляції не викликає ні переохолодження ні перегріву працівників і не створює шуму на робочих місцях, який би перевищував допустимі норми. Система вентиляції також має бути пожежо- і вибухонебезпечною, проста, надійна в експлуатації і економічна.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиляція забезпечує необхідний обмін повітря завдяки різниці густини теплого повітря, що знаходиться всередині приміщення і холоднішого повітря зовні, а також в результаті вітрових потоків. Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. У першому випадку повітря надходить і видаляється через щілини і пори зовнішніх огорож, вікон, кватирок.

Організована вентиляція здійснюється аерацією і дефлекторами. Аерація - організований і регулюючий природній обмін повітря. Дефлектори являють собою спеціальні пасажі, які встановлюються на витяжних повітровідводах і використовують енергію вітру.

Штучна вентиляція забезпечує підтримку постійного обміну повітря незалежно від зовнішніх метеорологічних умов, завдяки повітроводам і механічним вентиляторам. Повітря, що надходить до приміщення, у разі необхідності підігрівається або охолоджується, зволожується або осушується. Забезпечується очищення повітря, яке викидається в атмосферу.

Припливна загальнообмінна система вентиляції виконує забирання повітря ззовні вентилятором через калорифер, де повітря нагрівається і зволожується, а потім подається до приміщення. Забруднення повітря витісняється неочищеним через двері, вікна, щілини. При облаштуванні вентиляції, пристрої прийому для брудного повітря розміщують у нижніх зонах приміщень, тому що пил, пара і гази важчі за повітря.

Місцева вентиляція забезпечує вентиляцію безпосередньо біля робочого місця, вловлює шкідливі речовини при їх виділенні і запобігає потраплянню шкідливих речовин у повітря приміщень. За способом обміну повітря місцева вентиляція також поділяється на припливну та витяжну.

Існує ще один метод очищення повітря – це кондиціонування. Це процес створення і автоматичного підтримання у приміщенні незалежно від зовнішніх умов найбільш сприятливої температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря.

Під час розробки системи керування освітленням «Розумного будинку» необхідно дотримуватись правил техніки безпеки при виготовленні печатних плат, при паянні електронних компонентів, які описані в розділі.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра вирішено актуальну задачу, яка полягає в розробці системи керування освітленням «Розумного будинку». Проведені дослідження дали змогу отримати теоретичні та практичні результати, які полягають у наступному:

1. Проведено огляд і аналіз існуючих методів та засобів керування освітленням приміщення.

2. Здійснено порівняльний аналіз стандартів зв'язку для побудови безпроводних сенсорних мереж в задачах керування освітленням. Обґрунтовано вибір технології ZigBee.

3. Розроблено структурну схему системи керування освітленням будинку на основі ZigBee мережі.

4. Спроектовано схему електричну принципову пульта керування освітленням та обґрунтовано вибір елементної бази.

5. Розроблено алгоритм роботи системи керування освітленням будинку з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

					<i>КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Натрошвілі С.Г., Натрошвілі Г.Р., Бабина Т.Г., Злотенко Б.М., Кулік Т.І. Комп'ютерно-інтегрована система керування природним і штучним освітленням розумного будинку. Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Технічні науки. 2020. № 5 (289). С. 65-71.

2. Olenych I.V. Fuzzy logic controller for smart home lighting control. Information and telecommunication sciences : international research journal. 2017. Vol. 8, N. 2(15). P. 50–55.

3. Ключко Ю.І., Злотенко Б.М. Розробка інтелектуальної системи керування освітленням «розумного будинку» [Електронний ресурс] Технології та дизайн. 2015. № 2 (15).

4. Шурхаленко П.Г. Разработка интеллектуальной системы управления освещением "умного дома". Теория и практика современной науки. 2019. № 6(48). С. 553-556.

5. Іоффе К.І., Черкашина О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» (для магістрів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (спеціалізація «Світлотехніка і джерела світла»)). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 57 с.

6. Сардин И. Проблемы функционирования беспроводных устройств Bluetooth и IEEE 802.11 в нелицензируемом диапазоне ISM 2,4ГГц и пути их решения. Беспроводные технологии. 2006. №3. С. 5-17.

7. Айзенберг Ю. Б., Рожкова Н. В. Энергосбережение в светотехнических установках. М.: Новости светотехники. 1999. 120 с.

8. Леонов А. Модули ZigBee сокращают разработку совместимых продуктов вдвое. М: Беспроводные технологии. 2007. С. 14-16.

9. Сидоренко Б. Продукция компании Atmel для беспроводных сетей IEEE 802.15.4/ ZigBee/6LoWPAN. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2009. №4. С. 30-36.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. М.: Радио и связь. 2005. 587 с.

11. Хайнрих М. I. Возможности экономии электроэнергии при применении электронных пускорегулирующих аппаратов и светорегулирующей системы Luxcontrol в осветительных установках. М: Светотехника. 2001. С. 87.

12. Паламар М.І., Чайковський А.В., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Паламар А.М. Проектування пристроїв і вузлів інформаційно-вимірювальних систем та створення програмного забезпечення на базі навчально-налагоджувального стенда. Методичні вказівки до лабораторних і практичних робіт. Тернопіль: ТНТУ. 2014. 76 с.

13. Казьмірчук Н.В., Осухівська Г.М. Протоколи багатошляхової маршрутизації даних в безпроводних сенсорних мережах. Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том 2. ТНТУ. 2015. С. 25-26.

14. Лецишин Ю.З., Павлюк М.В. Проектування системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том 2. ТНТУ. 2020. С. 60-61.

15. Паламар М.І., Чайковський А.В., Пастернак Ю.В., Паламар А.М. Системи керування антенними станціями супутникового зв'язку та радіомоніторингу. Інформаційно-комунікативний захід «Наука: безпека країни та розвиток військово-промислового комплексу». 2016. С. 139-140.

16. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

17. Толлок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. 2011. 215 с.

18. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. Львів. 2005. 301 с.

					КС КРБ 123.337.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедру КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2021 р.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 8 листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н., доц. Чайковський А.В.

“ ____ ” _____ 2021 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-44

_____ Літвак А.О.

“ ____ ” _____ 2021 р.

Тернопіль 2021

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Система керування освітленням «Розумного будинку»».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.337.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІс-44, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Літвак Аристарх Олегович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-97 від «10» лютого 2021 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 11.02.2021 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 14.06.2021 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки системи керування освітленням «Розумного будинку». Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту дипломного проекту на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Система призначена для забезпечення контролю та керування освітленням будинку з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

2.2 Мета створення системи

Метою створення системи є:

- вимірювання освітленості приміщень в будинку;
- забезпечення можливості автоматичної зміни освітлення в кімнатах відповідно до заданої програми з урахуванням присутності людей;
- точне підтримання заданого рівня освітленості приміщень;
- передача інформації про стан та тривалість роботи освітлювальних приладів в ПК.

2.3 Характеристика об'єкту

Система проектується для керування освітленням «Розумного будинку», що включає в себе:

- розробку структурної та функціональної схеми;
- розробку схеми електричної принципової;
- розробку алгоритму роботи та програмного забезпечення для мікроконтролера.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Система керування освітленням «Розумного будинку» повинна забезпечити:

1. Вимірювання рівня освітленості кімнат будинку в діапазоні від 0 лк до 2000 лк з похибкою ± 4 %;
2. Безвідмовну роботу при температурі повітря навколишнього середовища від -10 °C до $+50$ °C, при відносній вологості повітря до 90 %;
3. Автоматичне включення і виключення освітлювальних приладів в залежності від присутності людей в приміщенні;
4. Підтримання постійного рівня освітленості в приміщеннях в залежності від рівня природного освітлення;
5. Автоматичне включення певних груп світильників при настанні сутінків і їх виключення зі світанком;
6. Дистанційне керування освітленням за допомогою бездротових вимикачів і переносних радіопультів;
7. Імітацію режиму присутності (функціонування в "звичайному" режимі за відсутності господарів).

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи керування освітленням «Розумного будинку» включає в себе:

- однокристальний мікроконтролер, який забезпечує загальне керування функціонуванням системи;
- датчики освітленості;
- персональний комп'ютер.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції моніторингу та керування освітленням в будинку.

Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- точність вимірювання;
- надійність;
- захищеність;
- зручність монтажу та модернізації;
- контрольованість.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Обмін даними між компонентами системи керування освітленням повинен здійснюватись з використанням технології безпроводних сенсорних мереж.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Режими функціонування системи повинні бути двох видів: режим моніторингу та режим керування. Режим моніторингу передбачає вимірювання освітленості приміщень зберігання та передачу інформації в ПК. Режим керування передбачає зміну освітлення кімнат будинку відповідно до заданої програми.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Передбачаються перспективи розвитку системи, що включають масштабованість та об'єднання і взаємодію з іншими підсистемами «Розумного будинку».

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення.

Показники надійності системи керування освітленням будинку повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,8 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- вимірювання рівня освітленості кімнат будинку;
- автоматичне управління включенням і виключенням освітлювальних приладів в залежності від присутності людей в приміщенні;
- підтримання постійного рівня освітленості в приміщеннях в залежності від рівня природного освітлення;
- автоматичне включення певних груп світильників при настанні сутінків і їх виключення зі світанком;
- дистанційне керування освітленням за допомогою бездротових вимикачів і переносних радіопультів;
- імітацію режиму присутності.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- режими роботи і умови експлуатації вибраних елементів повинні відповідати вказаним в ТЗ;
- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;
- елементна база по можливості має бути широкоживаною, доступною і дешевою. Необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

Вимоги до мікроконтролера:

- мікроконтролер має підтримувати RISC архітектуру команд;
- мікроконтролер повинен містити необхідний набір вбудованих периферійних пристроїв (таймери, АЦП і т.п.) та потрібну кількість керованих портів введення /виведення.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. функціональна схема системи;
 2. структурна схема пристрою;
 3. схема електрична принципова;
 4. схема розміщення елементів на друкованій платі;
 5. перелік елементів до електричної схеми;
 6. блок-схема алгоритму роботи програми.

*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 15000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 7 років.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	11.02.2021 – 01.03.2021
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	02.03.2021 – 15.03.2021
3	Розробка структурної та функціональної схеми	16.03.2021 – 22.03.2021
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	23.03.2021 – 12.04.2021
5	Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення	13.04.2021 – 03.05.2021
6	Написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	04.05.2021 – 10.05.2021
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	11.05.2021 – 31.05.2021
8	Оформлення графічної частини	01.06.2021 – 13.06.2021
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2021 – 16.06.2021
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	25.06.2021

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б
Перелік елементів

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Батарея</u>		
BT1	CR2032-VE1H 3V	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	TAJ-A-16V-47 мкФ±20%	1	
C2, C3	0805-50V-0,1 мкФ±10%	2	
C4, C5	0603-50V-10 пФ±10%	2	
C6, C7	0603-50V-22 пФ±10%	2	
C8	0805-50V-0,1 мкФ±10%	1	
C9	TAJ-B-16V-33 мкФ±20%	1	
C10, C11	0805-50V-10 нФ±10%	2	
C12..C17	0805-50V-0,1 мкФ±10%	6	
	<u>Індикатори</u>		
HL1	BC1004A	1	
	<u>Кнопки</u>		
KN1..KN7	Кнопка SKHHAH 1N	7	
	<u>Світлодіоди</u>		
LD1..LD3	KP-2012EC	3	
	<u>Резистори</u>		
R1..R4	0805-0,125-3,3 кОм±5%	4	
R5..R7	0805-0,125-330 Ом±5%	3	
R8..R10	0805-0,125-3,3 кОм±5%	3	
R11, R12	0805-0,125-2,0 кОм±5%	2	
R13	0805-0,125-100 Ом±5%	1	
R14	0805-0,125-50 Ом±5%	1	
	<u>Роз'єми</u>		
P1	PR-2	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
U1	LM78D05	1	
U2	FM25V05	1	
U3	ATmega128RFA1	1	
U4	DS1338Z-33	1	

КС КРБ 123.337.00.00 ПЕ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Літвак А.О.			
Перевірив	Чайковський А.В.			
Рецензент				
Н. Контр.				
Зав. каф.	Осунівська Г.М.			
Система керування освітленням «Розумного будинку» Перелік елементів			Літ.	Арк.
			1	2
ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44				

