

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

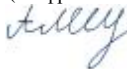
бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи СІЗс-42
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)



(підпис)

Люпа А.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник

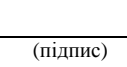


(підпис)

Лецишин Ю.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

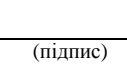


(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

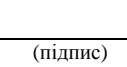


(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент



(підпис)

Дуда О.М.

(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)

« ____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Любі Андрію Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система керування захисними ролетами
розумного будинку

Керівник роботи Лецишин Юрій Зіновійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » 05 2023 року № 4/7-556

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14.06.2023

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

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

1. Функціональна схема

2. Структурна схема

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму програми

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку // Кваліфікаційна робота бакалавра // Люпа Андрій Ярославович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІзс-42 // Тернопіль, 2023 // с. —, рис. —, табл. —, кресл. —, додат. — 3, бібліогр. — 16.

Ключові слова: захисні ролети, розумний будинок, Arduino, I²C, UART, SPI.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з чотирьох розділів.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи для керування захисними ролетами розумного будинку.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи для керування захисними ролетами розумного будинку. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування системи. Описуються бібліотеки та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи для керування захисними ролетами розумного будинку в реальних умовах експлуатації.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

ABSTRACT

Computerized control system for protective shutters of a smart house // Bachelor's work // Lyupa Andriy Yaroslavovych // Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, CI3c-42 Group // Ternopil, 2023 // with. -, Fig. -, table. -, chair. -, added. - 3, bibliogr. - 16.

Key words: protective shutters, smart house, Arduino, I2C, UART, SPI.

The bachelor's thesis consists of four sections.

The first section analyzes the terms of reference, and sets out the requirements for a computerized system for controlling the protective shutters of the smart house were concluded.

The second section describes the process of designing and implementing a computerized system for controlling the protective shutters of the smart house. Hardware is being developed for the system to function. Libraries and their functionality are described.

The third section performs software implementation and testing of a computerized system for controlling the protective shutters of the smart house in real operating conditions.

The fourth section describes the issues of life safety and the basics of labor protection.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку.....	10
1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи.....	11
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання.....	12
1.3.1 Побутові системи захисних ролетів.....	12
1.3.2 Схеми автоматичного керування захисними ролетами.....	16
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи.....	19
2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проектованої системи.....	21
2.2.1 Вибір модему LoRa.....	21
2.2.2 Вибір реле.....	23
2.2.3 Вибір герконів.....	24
2.2.4 Вибір джерела живлення.....	25
2.2.5 Вибір мотор-редуктора.....	26
2.2.6 Вибір роутера LoRa.....	27
2.3 Опис шин обміну даними SPI.....	30
2.4 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку.....	32

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Люпа А.Я.			Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку Пояснююча записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					6	58
Н. Контр.		Тиш Є.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Розділ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	35
3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку.....	35
3.1.1 Підключення модуля LoRa.	35
3.1.2 Підключення реле керування мотор редуктором.	38
3.1.3 Підключення герконових вимикачів.	40
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	43
4.1 Принципи, способи та засоби захисту населення.	43
4.2 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК.....	46
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	51
ДОДАТОК А. Технічне завдання	
ДОДАТОК Б. Переліки елементів	
ДОДАТОК В. Код програми	

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

I2C — Inter-Integrated Circuit

SPI — Serial Peripheral Interface

UART — universal asynchronous receiver-transmitter

					КС КРБ 123.173.00.00 ПЗ	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку — це автоматизована система, яка дозволяє керувати ролетами (шторами) у вашому будинку за допомогою комп'ютера або інших пристроїв.

Така система може бути частиною "розумного будинку", де вона інтегрується з іншими системами автоматизації, такими як освітлення, опалення, безпека та інші. Завдяки цій інтеграції ви можете керувати ролетами разом з іншими пристроями вашого будинку через один центральний інтерфейс.

Основні переваги комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку включають.

Зручність керування ролетами з будь-якого місця у будинку або навіть здалеку через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Немає потреби ходити до кожної ролети окремо.

Система може мати функцію автоматичного керування ролетами в залежності від різних параметрів, таких як час дня, освітлення або температура. Наприклад, ролети можуть автоматично опускатись ввечері або підніматись зранку.

Користувач може програмувати систему таким чином, щоб ролети відкривалися і закривалися у випадку виявлення руху або інших подій, що можуть свідчити про небезпеку.

Керування ролетами відповідно до погодних умов та інших факторів може сприяти ефективнішому використанню енергії. Наприклад, влітку ролети можуть автоматично опускатись, щоб утримувати тепло поза будинком, зменшуючи навантаження на кондиціонер і електромережу.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку

Основні вимоги до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку можуть включати наступні пункти.

Система повинна мати можливість взаємодіяти з ролетами у будинку. Це може вимагати встановлення спеціального обладнання, яке забезпечує зв'язок з ролетами, таке як радіомодуль або проводові з'єднання.

Система повинна мати центральний контролер, який керує ролетами. Це може бути комп'ютер або спеціалізований контролер, який здатний взаємодіяти з іншими системами розумного будинку.

Система повинна мати зручний інтерфейс, який дозволяє користувачеві керувати ролетами. Це може бути мобільний додаток, веб-інтерфейс або спеціальний пульт дистанційного керування.

Система повинна мати можливість автоматичного керування ролетами згідно з заданими параметрами, такими як час дня, освітлення, температура тощо. Наприклад, ролети можуть автоматично підніматися вранці і опускатися ввечері.

Система повинна мати функції безпеки, такі як автоматичне відкривання ролет у разі виявлення пожежі або інших небезпечних ситуацій. Також можуть бути передбачені функції симуляції присутності, які автоматично відкривають і закривають ролети, щоб підтримувати вигляд наявності людей у будинку, коли немає нікого.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ			
Розроб.		Люпа А.Я.			Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					10	66
Н. Контр.		Тиш Є.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Система повинна мати можливість інтегруватися з іншими системами розумного будинку, такими як освітлення, опалення, безпека тощо. Це дозволяє створити централізовану систему керування, де різні системи працюють разом для забезпечення зручності та ефективності.

Система повинна бути надійною і стабільною. Це означає, що вона повинна працювати без збоїв і забезпечувати надійне керування ролетами.

Система повинна мати можливість розширюватися, додавати нові ролети або інші пристрої у майбутньому (див. рис.1.1) без необхідності повного перебудови системи.



Рисунок 1.1 – Встановлення ролетів у будинку

Це загальні вимоги, які можуть бути застосовані до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку. Конкретні вимоги можуть варіюватися залежно від потреб і вибраної системи.

1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи

Основними вимогами до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку є:

- 1) Максимальне навантаження на мотор редуктор, °кг 25
- 2) Дальність зв'язку більше, м 20

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

3) Кількість давачів положення, шт.

2

4) Система повинна живитись напругою змінного струму, В 220±10%

Основні вимоги та характеристики до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку задають певну конструкцію та комплектність системи. Зокрема конструкція повинна мати мотор редуктор, що піднімає або опускає ролети і сенсори їх крайнього положення для визначення початку і закінчення роботи мотор редуктора. Оскільки для піднімання та опускання ролетів використовується один мотор редуктор, то необхідно передбачити реле переключення його напрямку обертання.

Система працює автоматично по команді з центрального контролера або пульта керування і підтримує зв'язок через цифровий радіо модем LoRa або XBee, або ін.. Та відповідно для всієї роботи необхідний мікроконтролер що керує виконанням основних функцій системи.

1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

1.3.1 Побутові системи захисних ролетів

Всі прагнуть захистити свій будинок від злому, шуму та пилу, та додати йому привабливий та респектабельний зовнішній вигляд, саме для цього використовують Ролети для вікон.

Ролети — це різновид жалюзі у формі рулону з планок або полотна. Зазвичай конструкція ролет складається з металевих ламелей (планок), які з'єднуються за допомогою шарнірів. Загалом по своїй конструкції ролети подібні на рулонні жалюзі. Ролети працюють у вертикальним положенні причому вони змотуються нагору або вниз (див.рис.1.2). Їх встановлюють у проріз вікна чи дверей, як зовні, так і в середині вікна.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.2 – Конструкція системи захисних ролетів

Переваг у ролетів досить багато: вони захищають від злому і проникнення злодіїв, настирливих поглядів, та від проникнення пилу і вуличного шуму. Завдяки ролетам можна заощадити на електроенергії – немає необхідності часто використовувати кондиціонери або обігрівачі. Плюс до всього, вони екологічні й мають привабливий зовнішній вигляд.

Загалом існує три види захисних ролетів на вікна:

- 1) Вбудовані або внутрішні ролети на вікна – ці жалюзі вбудовані в стіні одразу за вікном, причому короб ставиться нагорі віконна.
- 2) Накладні ролети на вікна – жалюзі, які, відповідно, встановлюються поверх вікона на стіну.
- 3) Комбіновані ролети на вікна – жалюзі, де направляючі заховані в стіну, а короб частково захований зверху вікна.

Ролети на вікна виготовляють з різних матеріалів в залежності від призначення:

1. Алюмінієві забезпечують захист від проникнення, корозії, атмосферного і сонячного впливу

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Сталеві ролети в порівнянні з алюмінієвими є більш міцними, тобто мають високу стійкість до зламу.

3. Ролети на вікна тканинні. Це ролети або штори на вікна, які захищають від прямих сонячних променів

4. Дерев'яні ролети забезпечують додаткову тепло- і шумоізоляцію

5. Пластикові ролети на вікна використовують через їхній естетичний вид, тобто вони носять більш декоративний характер.

Загалом існує 2 способи керування ролетами: ручний і автоматичний, тобто коли ролети намотуються електроприводом. Тобто, це ролети на вікна з електроприводом, вага таких ролетів може досягати до 200 кг. Для такого способу керування здійснюється через пульт ДК.

Ручний спосіб керування має кілька підвидів:

1) Стрічкове керування: ролети опускаються та піднімаються за допомогою стрічки. При цьому ролети повинні мати вагу не більше 15 кг.

2) Шнурове керування. Для такого керування замість стрічки використовується шнур з міцного матеріалу, а маса ролетів не більше 20 кг.

3) Вороткове керування. Ролети (не більш 35 кг) керуються за допомогою спеціального воротка і карданчика.

4) Керування за допомогою пружинно-інерційного механізму. Для такого керування вага рулону врівноважується за допомогою спеціальної торсійної пружини, яка перебуває усередині вала захисних ролетів (не більш 60 кг).

5) Кордове керування. Принцип дії подібний до використання шнура, але тільки замість шнура застосовується тросик зі сталі. Ролети важать не більш 80 кг.

Захисні ролети на вікна чи дверях – це додатковий захист вікон і дверей. Перебуваючи в офісі, чи будинку, або у будь-якому приміщенні, людина хоче почувати спокій і безпеку.

Вікна чи двері є найслабшим місцем через яке, зловмисник може проникнути в будинок, тому додатковий захист – це гарантія спокою. Люди що

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

перебувають в середині приміщення, а також важливе або коштовне майно, будуть у надійності та безпеці.

Визначити недоліки ролетів на вікна або дверях, складно тому що, величезна кількість профілів, кольорів, систем керування, забезпечують зручність експлуатації та прикрашають екстер'єр будинку. Тобто якщо відсутній заводський брак і встановлення було виконано правильно, то жалюзі мають тільки переваги.

До переваг слід віднести наступне:

- роletи захищають вікна та двері будинку від проникнення зловмисників;
- роletи продовжують термін служби та експлуатації дверей та вікон, тому що на них менше впливають фактори навколишнього середовища;
- роletи дозволяють регулювати освітлення в приміщенні;
- роletи виконують декоративну функцію;
- роletи забезпечують звукоізоляцію;
- роletи на перших поверхах або будинках що близько розміщені захищають від зайвих поглядів;
- роletи дозволяють заощаджувати тепло.

При виборі ролетів на вікна потрібно враховувати наступні нюанси.

При виборі ролетів варто враховувати комфорт користування, установки зручність та технічні параметри:

1. Визначитися з параметрами вікна і короба.
2. Враховуючи тип і призначення приміщення та вимоги до ролетів, вибрати тип профілю, товщину і висоту планок.
3. З урахуванням розмірів планок і вимог до захисту від злону, підбираються напрямні шини для вікна.
4. Враховуючи розмір і вагу ролетів, зручність їх експлуатації, очікування до комфорту, вибирається відповідна система керування ролетами, та як вони будуть відкриватися.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

5. Визначивши яку систему відкривання будемо використовувати (автоматика, кардан або інший спосіб), необхідно підібрати систему закривання.

6. Підбір кольору та дизайну забезпечує естетичний зовнішній вигляд ролетів.

Головною задачею при виборі ролетів це – забезпечення стійкості до зламу і проникнення зломисника. Однак естетичний вигляд не менш важливий ніж технічні показники, тому що ролети виконують декоративну функцію і позитивно змінюють екстер'єр будинку.

1.3.2 Схеми автоматичного керування захисними ролетами

Існує кілька типових схем автоматичного керування захисними ролетами в розумному будинку. Ось декілька прикладів:

За часом дня: Ролети можуть автоматично підніматися або опускатися в залежності від часу дня. Наприклад, ролети можуть підніматися вранці, коли сонце сходить, і опускатися ввечері, коли настане темрява. Ця схема зазвичай використовує програмування часу в системі керування.

За погодними умовами коли ролети можуть реагувати на погодні умови. Наприклад, якщо датчик опадів виявляє дощ, ролети можуть автоматично опускатися, щоб захистити вікна від вологи. Також, якщо датчик сонячності виявляє високий рівень сонячного світла, ролети можуть автоматично опускатися для захисту від перегріву та утворення зайвого блиску.

За допомогою датчиків руху коли ролети можуть реагувати на рух у приміщенні. Коли датчик руху сприймає активність в приміщенні, ролети можуть автоматично підніматися для відкриття вигляду або опускатися для забезпечення приватності. Ця схема також може використовуватися для симуляції присутності, коли ви відсутні, шляхом автоматичного підняття та опускання ролет.

За допомогою централізованих команд коли ролети можуть керуватися за допомогою централізованих команд, які активуються користувачем або

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

автоматично. Наприклад, ви можете мати кнопку "Вечірній режим", яка одночасно опускає всі ролети в будинку перед сном. Це зручно і просто для включення або виключення всіх ролет одночасно.

Також розрізняють три варіанти управління багатьма ролетами з автоматикою:

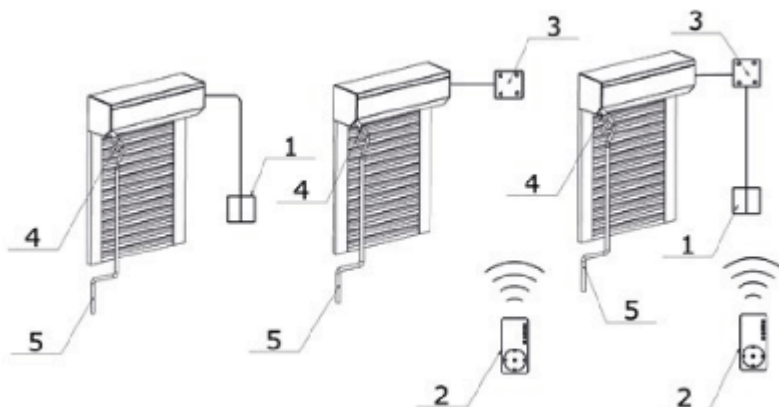


Рисунок 1.3 – Схема автоматики з використанням класичних електродвигунів з/без розблокування

- 1) Провідний вимикач.
- 2) Пульт дистанційного управління.
- 3) Блок дистанційного керування.
- 4) карданна передача.
- 5) ручка.

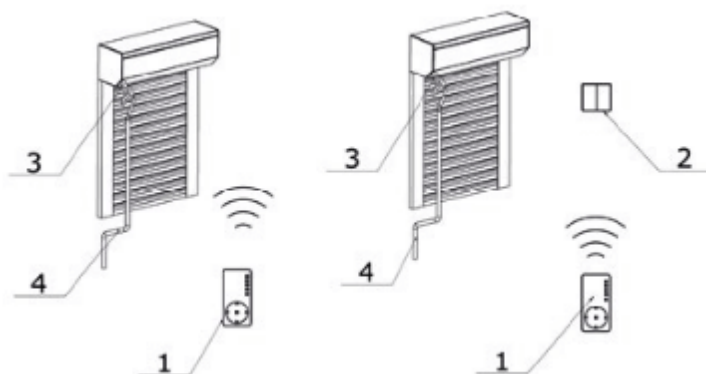


Рисунок 1.4 – Схема автоматики для електродвигунів з вбудованим радіомодулем з/без розблокування:

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- 1) Пульт дистанційного управління.
- 2) Бездротовий вимикач.
- 3) карданна передача.
- 4) ручка.



Рисунок 1.5 – Схема автоматики для управління групою ролет до 15 шт. на основі електродвигунів з вбудованим радіомодулем

- 1) Пульт дистанційного управління.
- 2) Багатоканальний пульт.

Наведені варіанти управління групою ролетвиконують одночасний підйом / опускання всіх ролет групи за допомогою багатоканального пульта. Або підйом / опускання кожної ролети групи за допомогою локального пульта. Об'єднання ролет в групи і управління групами за допомогою багатоканального пульта.

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи

Комп'ютеризована система для керування захисними ролетами розумного будинку має відповідати таким основним вимогам:

1 Вбудована система повинна мати наступні параметри:

- | | |
|---|---------|
| 1) Максимальне навантаження на мотор редуктор, °кг | 25 |
| 2) Дальність зв'язку більше, м | 20 |
| 3) Кількість давачів положення, шт. | 2 |
| 4) Система повинна живитись напругою змінного струму, В | 220±10% |

2 Комп'ютеризована система для керування захисними ролетами розумного будинку повинна взаємодіяти з центральним контролером за допомогою безпроводового зв'язку типу LoRa. І все керування ролетами зведено до відкривання і закривання ролетів та повідомлення про відкрите або закриті положення ролетів через радіомодем LoRa центральному контролеру.

Тобто центральний контролер керує ролетами та взаємодіє з іншими системами розумного будинку, а також через відповідний інтерфейс взаємодіє з користувачем.

За цими вимогами було розроблено структурну схему комп'ютеризованої системи для керування захисними ролетами розумного будинку рис. 2.1.

Структурна схема комп'ютеризованої системи для керування захисними ролетами розумного будинку враховує вимоги технічного завдання та передбачає застосування поширених модулів і компонентів, які зазначені в ТЗ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ			
Розроб.		Люпа А.Я.			Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Лецишин Ю.З.					19	66
Н. Контр.		Тиш Є.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Також обмін даними в цій системі відбуватиметься за допомогою аналогових сигналів і цифрових протоколів LoRa та SPI.

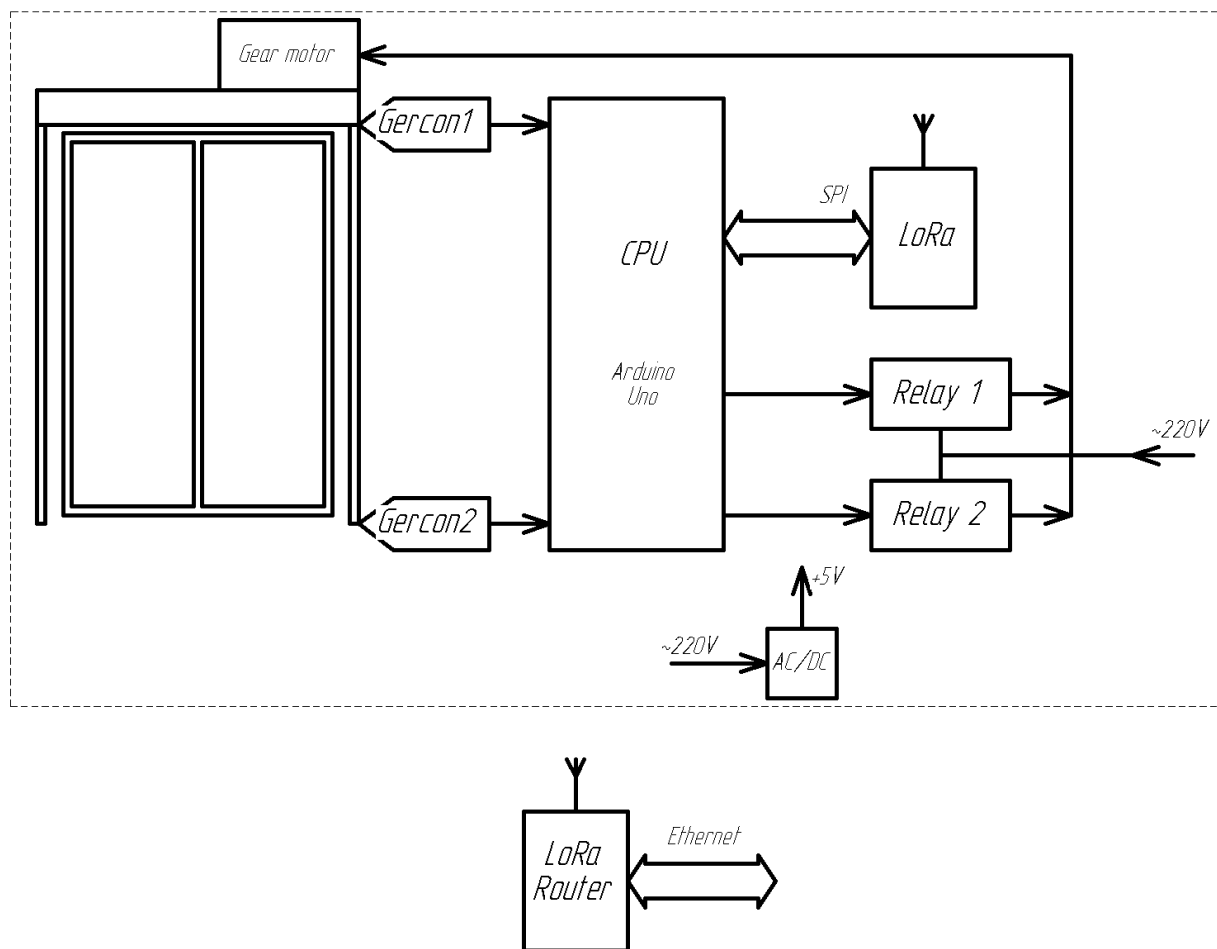


Рисунок 2.1 – Структурна схема комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку

Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку складається з таких блоків:

- Плати мікроконтролера Arduino Uno,
- Радіомодему LoRa,
- Реле перемикання напрямку обертання мотор редуктора,
- Мотор редуктор,
- Герконових вимикачів для фіксації крайніх положень ролетів,
- Джерела живлення від мережі 220 В.,
- Роутера LoRa- Ethernet.

Роутер LoRa- Ethernet через мережу Ethernet отримує команди від центрального контролера і відповідно користувача, та надсилає їх відповідним виконавчим пристроям схема комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку. Отримана команда приймається радіомодемом LoRa і шиною SPI надсилається на плату мікроконтролера Arduino Uno, який керує процесом відкривання і закривання ролетів.

Оскільки комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку повністю керується за допомогою радіомодемів LoRa, а також потребує живлення мотор редуктора, то система буде живитись від мережі змінного струму напругою 220В і через перетворювач буде жити всю внутрішню схему керування.

2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проекрованої системи

2.2.1 Вибір модему LoRa

Модем LoRa на чіпі SX1278 працює на основі технології LoRa (Long Range). Основним принципом роботи LoRa є використання низькопотужного радіозв'язку для передачі даних на великі відстані з низьким енергоспоживанням.

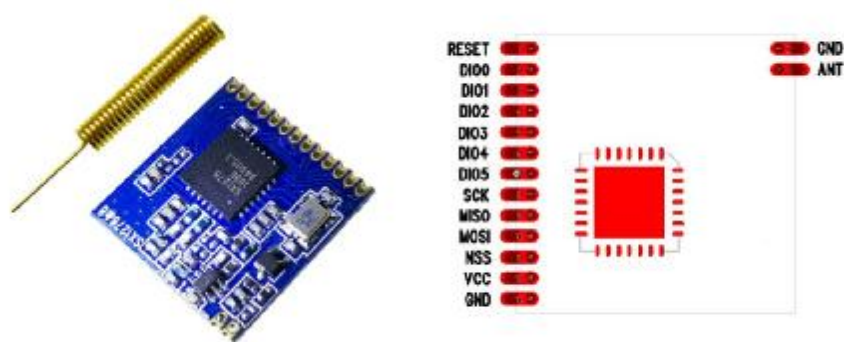


Рисунок 2.2 – Модем LoRa на чіпі SX1278

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

У модемі SX1278 використовується метод широкосмугової модуляції з довжиною символу, що змінюється (CSS - Chirp Spread Spectrum). CSS дозволяє передавати дані на великі відстані із високою стійкістю до перешкод.

Для ефективної роботи модему LoRa на чіпі SX1278 необхідно виконати ряд пунктів.

Модем налаштовується на відповідну частоту (433 МГц у вашому випадку) та інші необхідні параметри, такі як швидкість передачі даних, потужність передачі тощо.

Дані, які потрібно передати, піддаються кодуванню для забезпечення помилкової корекції і виявлення помилок під час передачі. Зазвичай використовуються кодування Forward Error Correction (FEC), такі як Hamming кодування або кодування згортки.

Дані, які були кодовані, модулюються на носії сигналу LoRa. Модем SX1278 використовує CSS для створення сигналу змінної довжини символу, який забезпечує довгий дальній зв'язок та стійкість до шуму та перешкод.

Змодульований сигнал передається через антену на радіочастоту 433 МГц. Сигнал може бути переданий точці доступу (gateway) LoRa або безпосередньо іншому пристрою, який також підтримує технологію LoRa.

Одержувач (gateway або інший пристрій) отримує радіосигнал на відповідній частоті і декодує його. Якщо сигнал має достатньої якості та знаходиться в межах зони покриття, дані успішно приймаються.

Характеристики модему LoRa на чіпі SX1278:

Тип модуляції: FSK/GFSK, LoRa

Метод зв'язку: напівдуплексний

Робоча радіочастота: 433 МГц

Чутливість приймача, RX: -148 dBm

Внутрішній буфер модема: 256 байт FIFO TX/RX

Інтелектуальні функції що покращують роботу і зв'язок: монітор низької напруги живлення, синхронний таймер пробудження wakeup, режим низької

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

потужності при малих відстанях, режим сну, функція виявлення сигналу каналу передачі даних (ISSI), режим передачі даних FIFO або прямиий режим.

Додаткові налаштування та варіанти конфігурації передбачають: пробудження при наявності радіосигналу, автоматичне зниження споживаної потужності, автоматичне виявлення несучої приймачем сигналу, корекція помилок при прийомі (FEC), режим шифрування (EC).

2.2.2 Вибір реле

Реле Songle SRD-05VDC-SL-C є дуже поширеним та популярним компонентом в електроніці та системах автоматизації. Основні характеристики цього реле включають наступне:



Рисунок 2.3 – Реле Songle SRD-05VDC-SL-C

Напруга живлення — 5 В постійного струму (DC). Тобто реле працює від джерела живлення з напругою 5 В.

Тип контактів — стандартні контакти. Реле SRD-05VDC-SL-C має 1 перемикаючий контакт (SPDT - Single Pole Double Throw), що дозволяє з'єднувати або від'єднувати один контакт від двох інших контактів.

Максимальний струм комутації до 10А. Реле може комутувати навантаження до певного максимального струму. Зазвичай SRD-05VDC-SL-C має максимальний комутаційний струм у діапазоні 10 А або менше.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Робоча потужність до 125 ВА. Реле може працювати з певною потужністю. Зазвичай SRD-05VDC-SL-C має робочу потужність 125 ВА (вольт-ампер) або менше.

Напруга спрацювання 5 В. Реле має певну чутливість до вхідного сигналу керування. У випадку SRD-05VDC-SL-C ця чутливість зазвичай становить 5 В.

Реле має механічний ресурс, що визначається кількістю циклів комутації, яку воно може витримати без втрати функціональності. Зазвичай SRD-05VDC-SL-C має механічний ресурс у діапазоні 107 - 108 циклів.

Деякі з цих характеристик можуть відрізнятися в залежності від конкретної модифікації реле SRD-05VDC-SL-C, оскільки можуть існувати різні варіанти цього реле з деякими варіаціями у характеристиках.

2.2.3 Вибір герконів

Герконові реле, також відомі як реле на основі геркону або реле редукторного типу, є електромеханічними пристроями, що використовують геркон (реостатичну контактну пару, що реагує на магнітне поле) для керування електричними сигналами. Основні характеристики герконових реле включають:

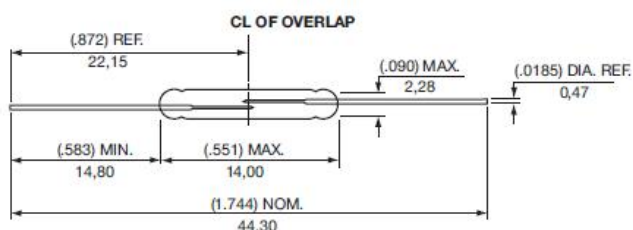


Рисунок 2.4 – Реле герконове FLEX-14

Керована напруга (V_c): Це напруга, яка потрібна для активації геркону та замикання контактів. Зазвичай керована напруга герконових реле становить кілька вольт, таких як 3 В або 5 В.

Максимальний комутаційний струм (I_{max}): Це найбільший струм, який герконове реле може комутувати. Значення I_{max} зазвичай вказується у

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

специфікаціях реле і може бути в діапазоні від кількох міліампер до декількох ампер.

Максимальна комутаційна напруга (V_{max}): Це найбільша напруга, яку герконове реле може комутувати. Зазвичай V_{max} становить кілька десятків вольт або більше, але це може варіюватися в залежності від конкретної моделі реле.

Контактний опір: Це опір, який виникає між замкненими контактами герконового реле. Низький контактний опір забезпечує надійне електричне з'єднання при комутації.

Час комутації: Це час, необхідний для замикання або відмикання контактів реле після активації або деактивації геркону. Швидкість комутації може бути важливою характеристикою для деяких додатків.

Електрична ізоляція: Герконові реле зазвичай мають хорошу електричну ізоляцію між керованою та комутаційною частиною. Це забезпечує безпечну ізоляцію між управляючими сигналами та комутованими сигналами.

Ці характеристики можуть варіюватися в залежності від конкретної моделі і виробника герконового реле. Важливо перевіряти специфікації конкретного реле для отримання точної інформації.

2.2.4 Вибір джерела живлення

HLK-2M05 є популярним джерелом живлення, яке забезпечує зміну напруги з мережі змінного струму на постійний струм. Основні характеристики джерела живлення HLK-2M05 включають:



Рисунок 2.5 – Джерело живлення HLK-2M05

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Вхідний діапазон напруги для HLK-2M05 становить зазвичай 100-240 В змінного струму. Тобто це джерело живлення можна використовувати в різних країнах з різними стандартами електромережі.

Вихідна напруга HLK-2M05 становить +5 В постійного струму (DC). Це значення є фіксованим і підходить для багатьох електронних пристроїв, які працюють з такою напругою живлення.

Максимальний вихідний струм, який може постачати HLK-2M05, зазвичай становить 400 мА. Тобто це джерело живлення може забезпечувати до 400 мА струму на вихідному виводі.

Коефіцієнт корисної дії джерела живлення вказує, наскільки ефективно воно перетворює вхідну електричну енергію в вихідну. У випадку HLK-2M05 ефективність зазвичай становить близько 70-80%.

HLK-2M05 зазвичай має вбудовані захисти, такі як захист від короткого замикання, перенапруження та перевантаження. Ці захисти допомагають захистити підключені пристрої від можливих пошкоджень.

Джерело живлення HLK-2M05 зазвичай працює в широкому діапазоні робочих температур, наприклад, від -20°C до +60°C. Це дозволяє використовувати його в різних умовах експлуатації.

Зазначені характеристики можуть відрізнятися в залежності від конкретної модифікації та виробника HLK-2M05. Рекомендується перевірити специфікації конкретного пристрою для отримання точної інформації.

2.2.5 Вибір мотор-редуктора

Мотор-редуктор для ролет Mosel 40/S10

Електричний мотор-редуктор для ролет Mosel 40/S10 є компактним, простим та надійним інструментом, що дає можливість автоматично піднімати і опускати ролети. Підключення електричного мотор-редуктора здійснюється максимально просто.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.6 – Електричний мотор-редуктор для ролет Mosel 40/S10

Оцінити мотор-редуктор, від компанії Mosel Motor, зможе кожен користувач ролетів без автоматики. Піднімати та опускати ролети чпсто незручно в будь яких умовах, оскільки вони при найменшому розбалансі кріплення, мають схильність до перекошування та заїдання. Застосування мотор-редуктора вирішує проблему, особливо коли використати мотор-редуктора Mosel 40/R10 з вбудованим дистанційним радіокеруванням та пультом.

Загалом мотор-редуктор Mosel 40/R10 виготовлений під вал для ролетів 40 мм, також може бути використаний для управління віконними ролетами та рулонними шторами, а також має гарантійний термін експлуатації від виробника.

2.2.6 Вибір роутера LoRa

Роутер LoRa MikroTik LtAP LR8 LTE kit - це пристрій, призначений для забезпечення зв'язку в мережах LoRa та мобільних мережах LTE. Він поєднує в собі можливості передачі даних через радіочастотний протокол LoRa з підтримкою бездротового з'єднання через LTE.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – Роутер MikroTik LtAP LR8 LTE kit

Основні функції та застосування роутера LoRa MikroTik LtAP LR8 LTE kit:

Передача даних за допомогою протоколу LoRa. Роутер підтримує технологію LoRa, яка дозволяє передавати дані на великі відстані з малим споживанням енергії. Це робить його ідеальним для застосувань Інтернету речей (IoT), де важлива дальність передачі сигналу та тривалість роботи від батарей.

Підключення до мобільних мереж LTE. Цей роутер також має вбудований модем LTE, що дозволяє йому підключатися до мобільних мереж зі швидкістю передачі даних 4G. Це забезпечує резервне підключення до Інтернету або можливість використання роутера в місцях, де немає доступу до провідного Інтернету.

Маршрутизація та мережеві функції. Як і звичайний роутер для мереж, роутер MikroTik LtAP LR8 LTE kit має розширені можливості маршрутизації, фільтрації пакетів, налаштування правил файрволу та інших мережевих функцій. Він може бути використаний для створення бездротових мереж з доступом до Інтернету або для підключення до існуючих мереж.

Роутер LoRa MikroTik LtAP LR8 LTE kit знаходить своє застосування в різних галузях, таких як сільське господарство, моніторинг навколишнього середовища, стеження за рухом транспорту, управління містом та багато іншого. Його можна використовувати для віддаленого збору даних та контролю за об'єктами.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

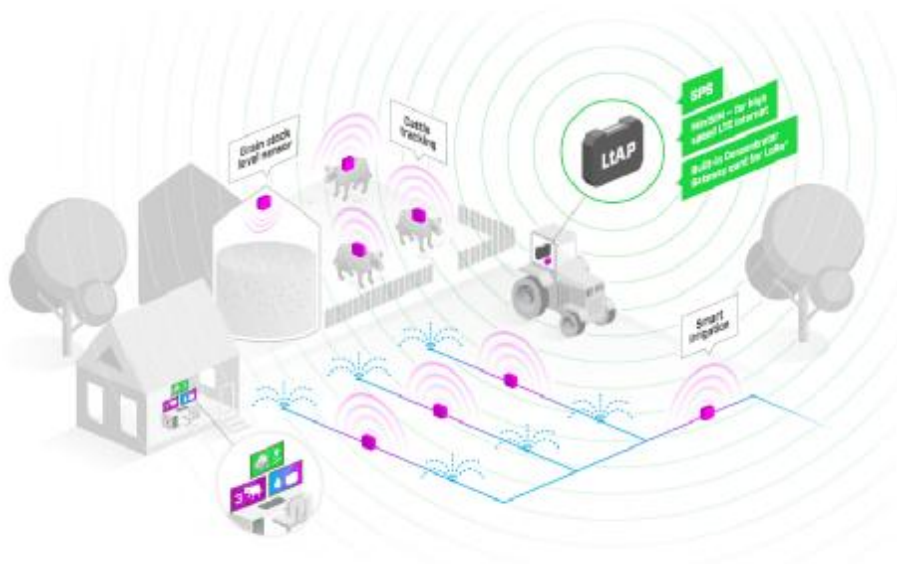


Рисунок 2.8 – Застосування роутера MikroTik LtAP LR8 LTE kit

Product code	RBLtAP-2HnD&R11e-LTE&LR8
CPU	Dual-core Mediatek MT 7521 880 MHz
Size of RAM	128 MB
Storage	16 MB flash
Number of 1G Ethernet ports	1
Wireless	2.4 GHz 802.11b/g/n dual-chain
Wireless antenna max gain	2.5 dBi
U.FL connector for optional external antenna	Up to 4 dBi
Antenna beam width	360°
LTE category	4 (150 Mbps downlink, 50 Mbps uplink)
3G category	R7 (21 Mbps downlinks, 5.75 Mbps uplink)
2G category	Class12
Dimensions	170 x 162 x 40 mm
Operating temperature	-40°C to 170°C
Operating system	RouterOS, License level 4
SIM slots	3 (Slot #2 and slot #3 available, Slot #1 is not connected to the LTE interface)
USB port*	1 USB 2.0 port type A
Built-in GPS	Yes
Serial port	RS232

* USB port may not be used in the current configuration. Remove the R11e LR8 to access the USB functionality.

Рисунок 2.9 – Основні характеристики роутера MikroTik LtAP LR8 LTE kit

В цілому, роутер LoRa MikroTik LtAP LR8 LTE kit поєднує в собі можливості передачі даних через протокол LoRa з підтримкою бездротового

підключення до мобільних мереж LTE. Він є універсальним рішенням для створення бездротових мереж IoT та забезпечення зв'язку в різних галузях.

2.3 Опис шин обміну даними SPI

Шина SPI (Serial Peripheral Interface) — це протокол передачі даних, що використовується для зв'язку між мікроконтролерами та периферійними пристроями. Вона дозволяє передавати дані в двох напрямках: від мікроконтролера до пристрою (master to slave) та від пристрою до мікроконтролера (slave to master).

Апаратна конфігурація: Шина SPI складається з одного головного пристрою (master) та одного або більше підпорядкованих пристроїв (slave). Головний пристрій керує комунікацією та встановлює тактовий сигнал. Кожен підпорядкований пристрій має свій унікальний ідентифікатор (наприклад, номерування "chip select" - CS), що дозволяє головному пристрою вибирати, з яким пристроєм він спілкується.

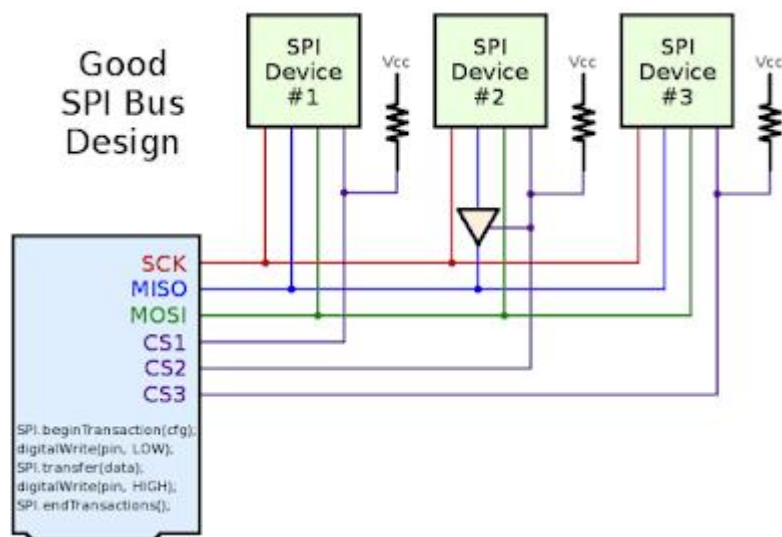


Рисунок 2.10 – Схема комутації шини SPI

Двостороння комунікація: Головний пристрій і підпорядковані пристрої обмінюються даними у вигляді "пакетів". Кожен пакет містить передавальний біт (MSB або LSB) та додаткові дані. Головний пристрій генерує тактовий сигнал (SCLK), який синхронізує передачу даних між пристроями. Дані

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

передаються по двох лініях: MOSI (Master Out Slave In) для передачі даних від головного пристрою до підпорядкованих, та MISO (Master In Slave Out) для передачі даних від підпорядкованих пристроїв до головного.

Протокол комунікації: Комунікація по шині SPI зазвичай базується на налаштуваннях, таких як режими передачі (передача по спадаючому чи зростаючому фронті тактового сигналу), розмір пакету, порядок бітів тощо. Ці налаштування повинні бути спільними для головного та підпорядкованих пристроїв для успішної передачі даних.

Chip Select (CS): Кожен підпорядкований пристрій має власну лінію "chip select" (CS), яку головний пристрій активує для вибору конкретного пристрою для комунікації. Коли лінія CS активна (наприклад, знижена), підпорядкований пристрій готовий приймати дані від головного. Головний пристрій може взаємодіяти з кількома підпорядкованими пристроями, послідовно активуючи відповідні лінії CS для кожного пристрою.

Передавання даних: Передача даних відбувається бітами. Головний пристрій передає біти по лінії MOSI, а підпорядковані пристрої відповідають на кожен біт, передаючи його по лінії MISO. Кожен пристрій може виконувати прийом та передачу одночасно.

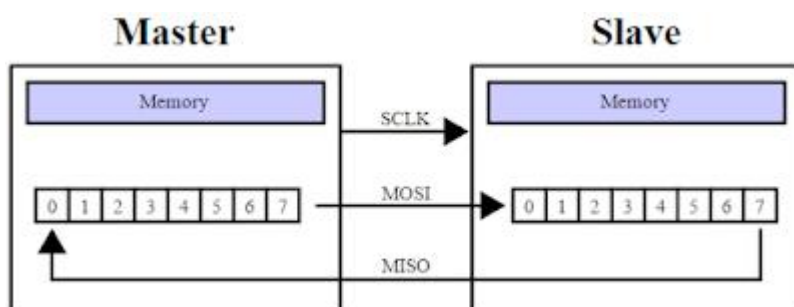


Рисунок 2.11 – Пакет даних для шини SPI

Завершення передачі: Коли передача даних завершується, лінія CS вимикається, сигнал SCLK зупиняється, і обидва пристрої переходять у стан очікування для наступної комунікації.

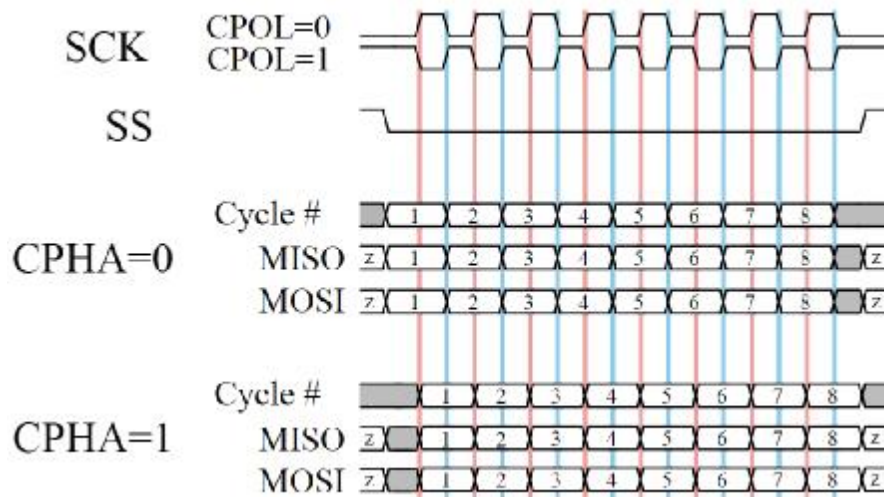


Рисунок 2.11 – Логічні рівні сигналів шини SPI

Шина SPI є швидкою та ефективною для передачі даних між мікроконтролерами та периферійними пристроями. Вона широко використовується в різних пристроях, таких як дисплеї, датчики, пам'ять та інші пристрої, які потребують швидкого та надійного зв'язку з мікроконтролером.

2.4 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку

Робота комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку спирається на визначенні стану давачів, тобто положення ролетів. Ці стани можуть бути три: ролети відкриті, закриті і не повністю відкриті. Значення цих станів передається на центральний контролер і за його командами відбувається керування двигуном. Обмін даними виконується за допомогою радіомодема LoRa. Блок схема алгоритму роботи комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку наведена на рис. 2.12.

Початок роботи комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку відбувається із зчитування початкових про стан ролетів, тобто який з герконів замкнутий і визначає положення ролетів.

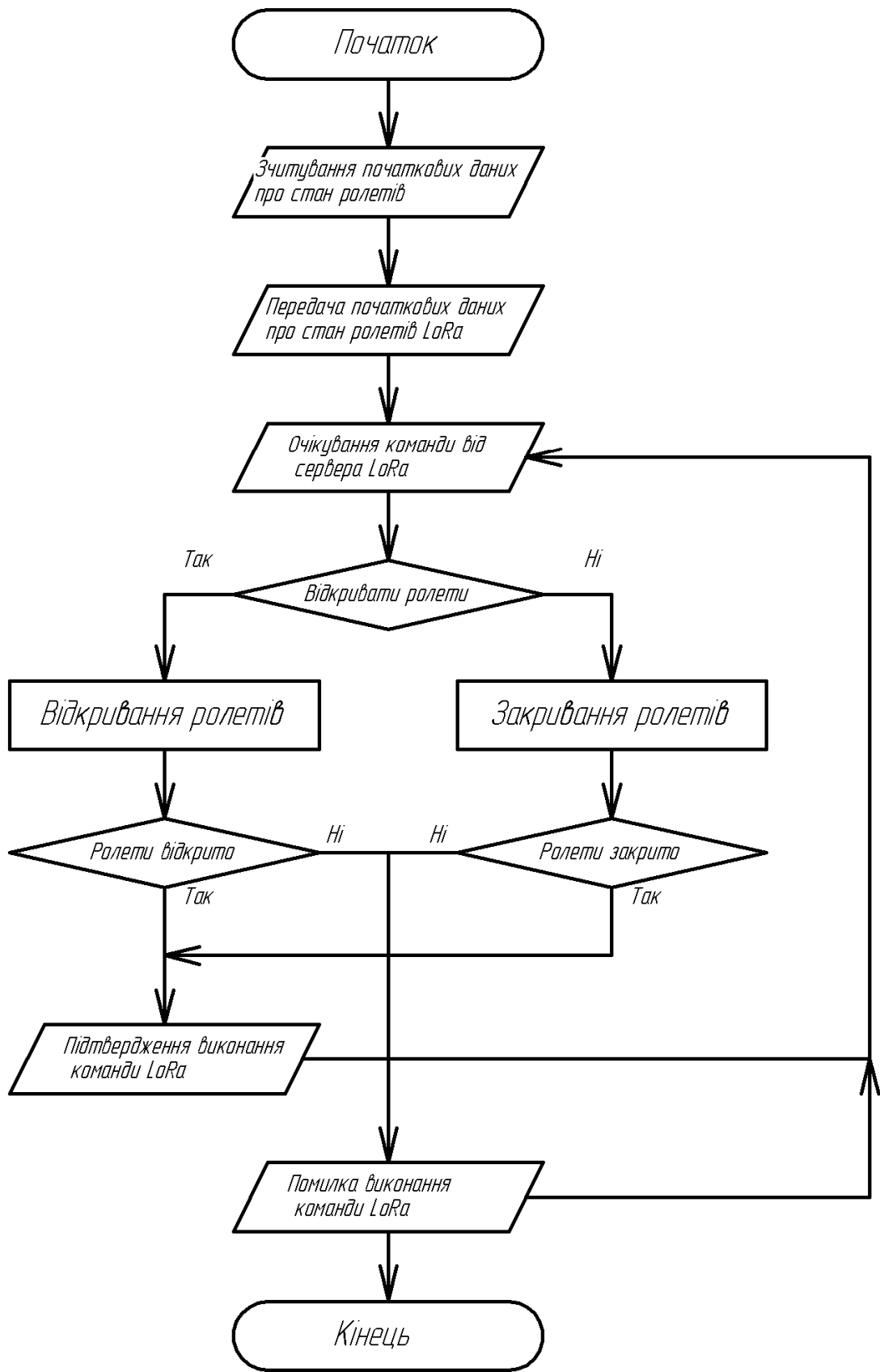


Рисунок 2.12 – Блок схема алгоритму роботи комп’ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку

Далі отриманий результат положення захисних ролетів передається на центральний контролер який визначає наступні дії системи. Тобто далі система очікує команди від центрального контролера, далі її дешифрує виконує відкривання або закривання ролетів у залежності від отриманої команди. При замиканні ролетами іншого геркона фіксується новий стан системи ролети відкрито або закрито, якщо замикання геркона не відбулось то фіксується стан помилка виконання команди. Всі стани передаються на центральний контролер за допомогою радіомодема LoRa.

Якщо ролети заклинило і вони не закрились центральний контролер отримує повідомлення про помилку виконання команди і відповідно може повторити команду на закривання або відкривання і повідомити користувача про несправність колет на конкретному вікні.

Після виконання команд відкривання чи закривання ролетів система повертається до стану очікування команди від центрального контролера що отримуються за допомогою радіомодема LoRa.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку

Налаштування системи керування захисними ролетами розумного будинку починається з покрокового підключення і налаштування всіх модулів та блоків на макетній платі.

3.1.1 Підключення модуля LoRa. Схема на рис. 3.1.

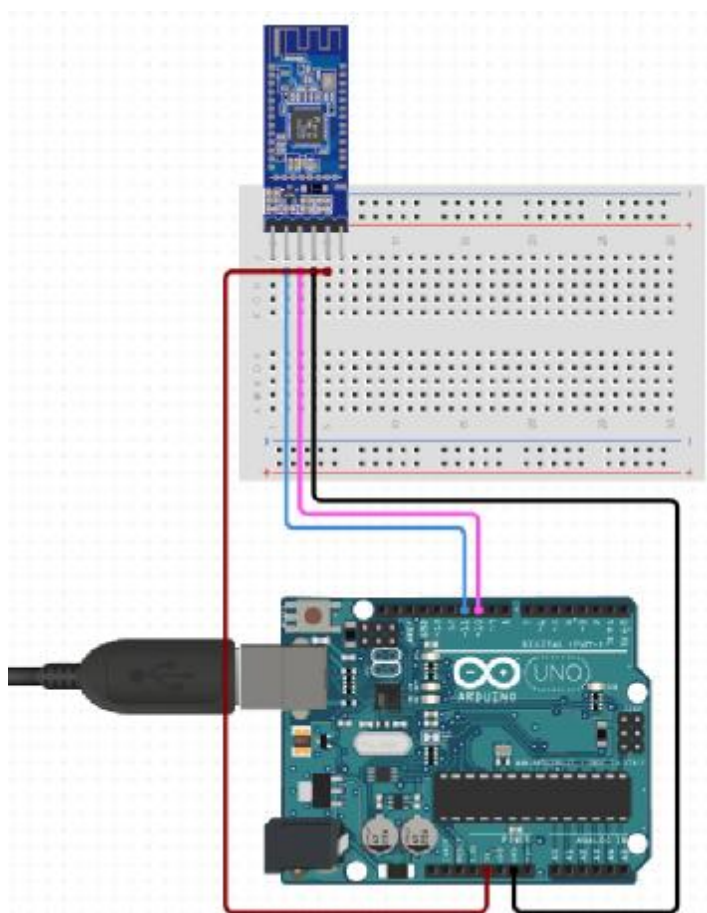


Рисунок 3.1 – Arduino Uno схема підключення модуля LoRa

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Люба А.Я.						35	66
Перевір.	Лецишин Ю.З.							
Н. Контр.	Тили Є.В.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42		
Затверд.	Осухівська Г.М.							

Для підключення модуля була використана бібліотека Semtech SX1276/77/78/79 яка є серією радіочастотних трансиверів, розроблених компанією Semtech для бездротових додатків на основі технологій LoRa і LoRaWAN. Ці бібліотеки використовуються для забезпечення бездротового зв'язку на великій відстані з низькою споживанням енергії.

Основне призначення бібліотеки Semtech SX1276/77/78/79 полягає в забезпеченні зв'язку на великій відстані між вузлами Інтернету речей (IoT), де обмін даними відбувається через бездротовий протокол LoRa або LoRaWAN. Ці трансивери працюють в низькошумящих діапазонах частот і мають високу чутливість, що дозволяє їм передавати і приймати дані на великій відстані, до кількох кілометрів, навіть через перешкоди.

Застосування бібліотек Semtech SX1276/77/78/79 є різноманітними і включають такі галузі, як містобудування, сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт і багато інших. Завдяки довгому дальньому зв'язку і низькому споживанню енергії, ці бібліотеки часто використовуються для створення бездротових мереж IoT, де велика кількість вузлів повинна комунікувати на великій відстані з обмеженими ресурсами енергії.

Узагальнюючи, бібліотеки Semtech SX1276/77/78/79 є потужним інструментом для розробки бездротових додатків на основі технологій LoRa і LoRaWAN і забезпечують широкі можливості для встановлення надійного зв'язку на великій відстані з енергоефективним підходом.

З використанням цієї бібліотеки було написано код для роботи передавача LoRa.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

```

#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

int counter = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);
  Serial.println("LoRa Sender");
  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }

  LoRa.setTxPower(20);
}

void loop() {
  Serial.print("Sending packet: ");
  Serial.println(counter);

  // send packet
  LoRa.beginPacket();
  LoRa.print("hello ");
  LoRa.print(counter);
  LoRa.endPacket();

  counter++;

  delay(5000);
}

```

Використовуючи наведений в тексті вище код запускаємо передавач LoRa і перевіряємо його працездатність, в результаті роботи програми відбувається передача даних в напрямку приймача.

Бібліотеки Semtech SX1276/77/78/79 надають програмне забезпечення, яке дозволяє розробникам керувати трансиверами і взаємодіяти з ними через мікроконтролери або інші пристрої. Це програмне забезпечення дозволяє налаштовувати параметри комунікації, такі як частота, потужність передавача, швидкість передачі даних і інші.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

```

#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Receiver");

  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
}

void loop() {
  // try to parse packet
  int packetSize = LoRa.parsePacket();
  if (packetSize) {
    // received a packet
    Serial.print("Received packet ");

    // read packet
    while (LoRa.available()) {
      Serial.print((char)LoRa.read());
    }

    // print RSSI of packet
    Serial.print("' with RSSI ");
    Serial.println(LoRa.packetRssi());
  }
}

```

Використовуючи наведений вище код програми запускаємо приймач LoRa і перевіряємо його працездатність, в результаті роботи програми отримуємо дані надіслані від передавача LoRa.

Таким чином налаштовуємо роботу модема LoRa на роботу та обмін даними з роутером центрального контролера.

3.1.2 Підключення реле керування мотор редуктором. Схема підключення наведена на рис. 3.2.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

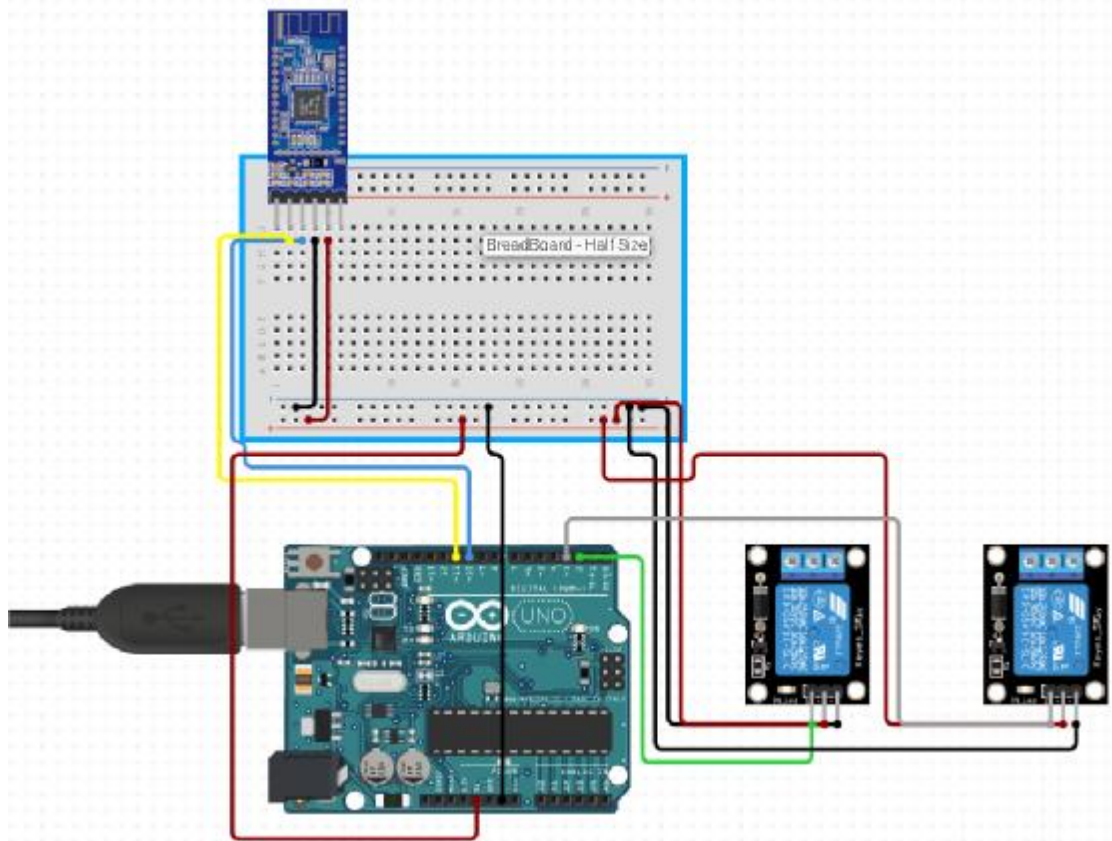


Рисунок 3.2 – Схема підключення реле керування мотор редуктором

Для керування реле використовується бібліотека Multi Channel Relay призначена для приєднання до плати Arduino різних модулів реле, які можуть керуватись різними сигналами починаючи від логічних нуля та одиниці закінчуючи шиною I2C.

Реле повинно керувати мотор редуктором в прямому і зворотньому (реверсивному) напрямку і керуватись від сигналів логічних нуля та одиниці що надходять з плати Arduino.

Код програми для керування реле що використовує вказану бібліотеку наведено нижче.

```

// Relay pin is controlled with D8. The active wire is connected to Normally
Closed and common
int relay = 8;
volatile byte relayState = LOW;
// PIR Motion Sensor is connected to D2.
int PIRInterrupt = 2;

// Timer Variables
long lastDebounceTime = 0;
long debounceDelay = 10000;

void setup() {
  // Pin for relay module set as output
  pinMode(relay, OUTPUT);
  digitalWrite(relay, HIGH);
  // PIR motion sensor set as an input
  pinMode(PIRInterrupt, INPUT);
  // Triggers detectMotion function on rising mode to turn the relay on, if the
condition is met
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PIRInterrupt), detectMotion, RISING);
  // Serial communication for debugging purposes
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // If 10 seconds have passed, the relay is turned off
  if((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay && relayState == HIGH){
    digitalWrite(relay, HIGH);
    relayState = LOW;
    Serial.println("OFF");
  }
  delay(50);
}

void detectMotion() {
  Serial.println("Motion");
  if(relayState == LOW){
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
  relayState = HIGH;
  Serial.println("ON");
  lastDebounceTime = millis();
}

```

Наведений код дає можливість керувати реле і перевірити його роботу в симуляторі.

3.1.3 Підключення герконових вимикачів. Схема підключення наведена на рис. 3.3.

Для роботи герконових вимикачів не потрібно додаткових бібліотек, вони працюють у режимі комутації і подачі високого рівня на виводи мікроконтролера.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

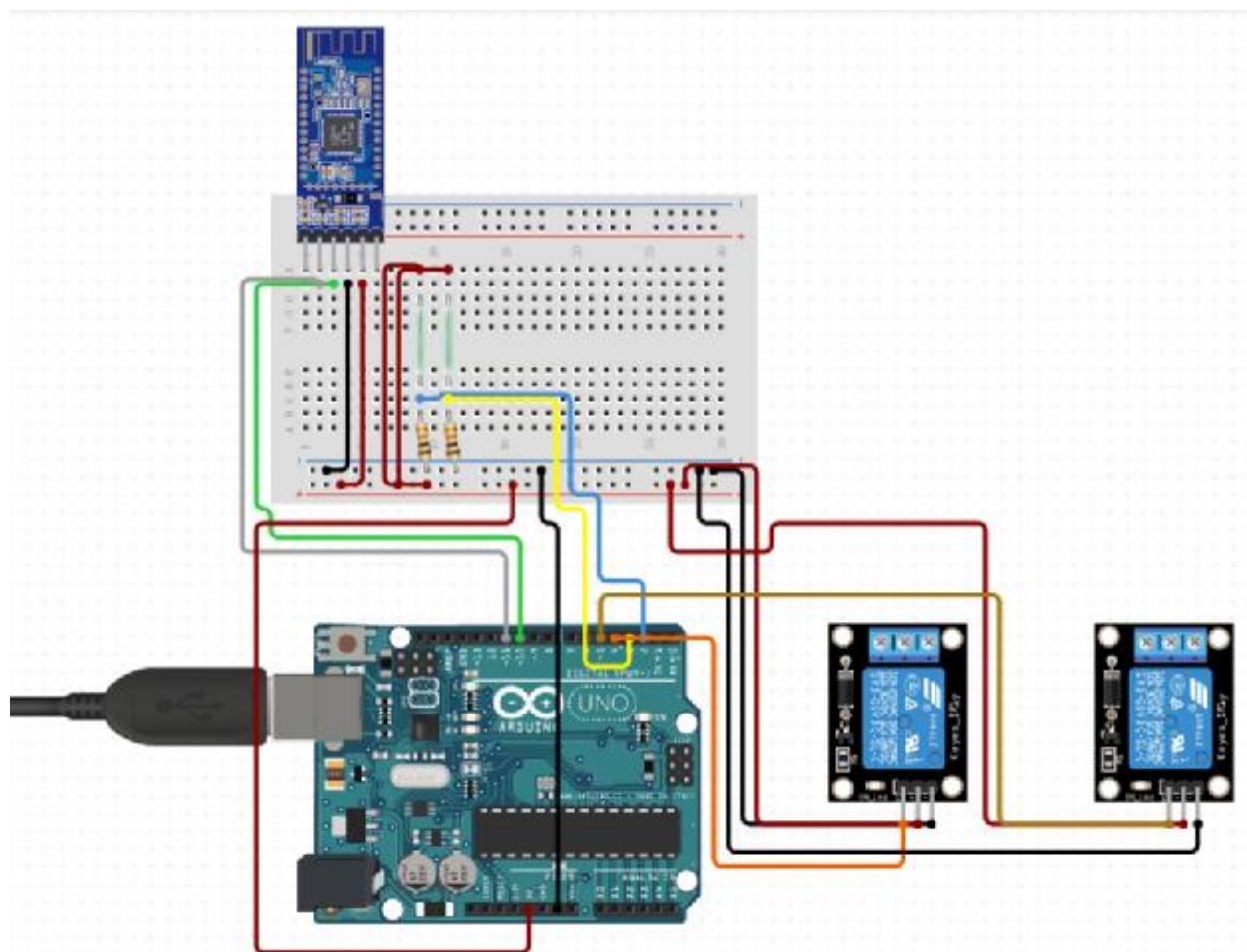


Рисунок 3.3 – Схема підключення герконових вимикачів

```

const int REED_PIN = 2;      // Pin connected to reed switch
const int LED_PIN = 13;     // LED pin

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(REED_PIN, INPUT_PULLUP); // Enable internal pull-up for the
  reed switch
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  int proximity = digitalRead(REED_PIN); // Read the state of the switch

  // if the pin reads low, the switch is closed.
  if (proximity == LOW) {
    Serial.println("Switch closed");
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH); // Turn the LED on
  }
  else {
    Serial.println("Switch opened");
    digitalWrite(LED_PIN, LOW); // Turn the LED off
  }
}

```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Наведений код програми призначений для опитування герконових вимикачів. При отриманні відповідних сигналів від герконів відбувається визначення положення захисних ролетів та зупинка підймання або опускання ролетів.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Принципи, способи та засоби захисту населення.

Комплекс підготовчих захисних заходів є однаковим як для мирного, так і воєнного часу, оскільки враховує поєднання впливу уражаючих факторів НС техногенного характеру і можливого застосування агресором сучасних засобів ураження.

Основні принципи та способи захисту населення і територій

Захист населення і територій від НС здійснюються на відповідним принципах, що забезпечують максимально ефективне вирішення проблеми:

- пріоритетність завдань спрямованих на захист людей, збереження їх здоров'я і довкілля;
- обов'язковість завчасного планування і реалізації заходів щодо захисту населення і територій з урахуванням економічних, природних та інших особливостей регіону і ймовірності виникнення НС;
- комплексне використання способів і засобів захисту і надання переваги раціональності при виборі способу захисту;
- вільний доступ населення до інформації щодо захисту населення від НС;
- особиста відповідальність керівників органів ЦЗ і піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил поведінки та дій у НС.

Основними способами захисту населення від уражаючих дій факторів, що створюються в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу є [Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-6, розділ 4]:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ			
Розроб.		Люпа А.Я.			Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					43	66
Н. Контр.		Тиш Є.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

- укриття людей в захисних спорудах
- евакуаційні заходи
- радіаційний і хімічний захист
- медичний захист
- біологічний захист
- психологічний захист
- інженерний захист територій (сховища, протирадіаційні укриття)

Укриття людей в захисних спорудах – своєчасне укриття людей в спеціальних інженерних спорудах, які здатні захистити людей від дій уражаючих факторів або послабити їх дії.

Як спосіб захисту, евакуаційні заходи полягають в завчасному (до початку виникнення НС, в період загрози) вивезенні (виведенні населення із місць можливого ураження, зони катастрофічного затоплення (зараження) в безпечні райони на тимчасове або постійне проживання.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також на випадок війни евакуація є основним способом захисту населення і проведення її планується і готується заздалегідь. Залежно від обстановки, яка склалася на час НС, може бути загальна або тимчасова евакуація.

Загальна евакуація проводиться для всіх категорій населення і планується на випадок війни, можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій, виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним доходженням проривної хвилі, лісових і торф'яних пожежах, інших явищ з тяжким наслідками, що загрожують населеним пунктам.

Під час проведення тимчасової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у сфері виробництва та обслуговування населення: діти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків разом з викладачами та вихователями,

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

студенти, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинку для осіб похилого віку разом з обслуговуючим персоналом та членами їх сімей.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення та оцінки радіаційної і хімічної обстановки, організації та здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення і впровадження типових режимів радіаційного захисту, забезпечення населення засобами індивідуального та колективного захисту з погіршеними характеристиками, організацію та проведення спеціальної обробки.

Медичний захист – заходи, що спрямовані на запобігання або зменшення ступеня ураження людей завдяки своєчасному застосуванню медичних препаратів, надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування і психологічного відновлення, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій, контролю за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією.

Медичний захист може бути надійно здійснений за умов завчасного створення і підготовки спеціальних медичних формувань, накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки, планування і використання існуючих сил та засобів, закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності і господарювання.

Біологічний захист населення, тварин і рослин включає своєчасне виявлення чинників, масштабів та наслідків біологічного зараження і проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних та спеціальних протиепідемічних і медичних заходів.

Біологічний захист передбачає: своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту; запровадження режимів карантину та обсервації; знезаражування осередку бактеріологічного ураження; проведення в разі необхідності знезаражування людей, тварин тощо; своєчасну локалізацію зони біологічного ураження; проведення екстреної та специфічної профілактики; додержання протиепідемічного режиму населенням, підприємствами, установами та організаціями.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Психологічний захист населення спрямовується на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення НС.

Інженерний захист території – здійснення таких заходів інженерного напрямку під час проектування, будівництва і експлуатації споруд та потенційно небезпечних об'єктів, що спрямовані на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, підвищення стійкості функціонування об'єктів в умовах НС, мирного і воєнного часу.

Заходи інженерного захисту населення та території повинні передбачити: врахування під час забудови населених пунктів і містобудування можливих проявів на окремих територіях небезпечних та катастрофічних явищ; віднесення міст до відповідних груп, а об'єктів господарювання категорій ЦЗ; розроблення та включення вимог інженерно-технічних заходів ЦЗ до відповідних видів містобудівної і проектної документації та реалізація їх під час будівництва і експлуатації; раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності та у разі виникнення аварії; спорудження будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями стійкості, безпеки та надійності; будівництво протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних та інших інженерних споруд спеціального призначення.

4.2 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК

Естетичні фактори сприяють гарному настрою працівника, формують у нього повагу до своєї праці і гордість за підприємство, підвищують престижність праці. Меблі, квіти, жалюзі, сучасний інтер'єр, приємна музика, кольорова гамма в оформленні і багато іншого можна віднести до естетичних факторів, які впливають на умови праці.

Основним законодавчим актом з охорони праці при роботі з персональними комп'ютерами в Україні є НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Даний акт призначений для запобігання впливу на працівників шкідливих і небезпечних факторів, пов'язаних із зоровою й нервово-емоційною напругою, вимушеною сталістю робочої пози при локальній напрузі рук на фоні обмеженої загальної м'язової активності (гіподинамії) під впливом комплексу фізичних факторів: шуму, електростатичного поля, електромагнітних випромінювань, що не іонізують і іонізують повітря, а також електричної напруги.

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 облаштування робочих місць, обладнаних екранними пристроями, повинно забезпечувати:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця, а також враховувати небезпечні і шкідливі фактори.

Матеріали для оздоблення приміщень з ПК повинні відповідати вимогам до них органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Забороняється застосовувати для оздоблення полімерні матеріали: деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Колір приміщень і меблів повинен сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття та гарного настрою.

Джерела світла, такі як світильники і вікна, які дають віддзеркалення від поверхні екрану, значно погіршують точність сприйняття знаків на екрані монітору чи клавіатури і спричиняють за собою перешкоди фізіологічного характеру, які можуть виразитися в значній напрузі, особливо при тривалій роботі. Віддзеркалення, включаючи віддзеркалення від вторинних джерел світла, повинне бути зведено до мінімуму. Для захисту від надмірної яскравості вікон можуть бути застосовані штори і екрани 3.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від орієнтації вікон рекомендується наступне забарвлення стін і підлоги:

вікна орієнтовані на південь: - стіни зеленувато-голубого, або світло-голубого кольору; підлога - зелена;

вікна орієнтовані на північ: - стіни світло-оранжевого, або оранжево-жовтого кольору; підлога - червонувато-оранжева;

вікна орієнтовані на схід: - стіни жовто-зеленого кольору; підлога зелена, або червонувато-оранжева;

вікна орієнтовані на захід: - стіни жовто-зеленого, або голубувато-зеленого кольору; підлога зелена, або червонувато-оранжевий.

Для внутрішнього оздоблення приміщень з ПК мають застосовуватися дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтом відбиття:

- для стелі – 0,7-0,8;
- для стін – 0,5-0,6.

Покриття підлоги повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5, рівним, неслизьким, з антистатичними властивостями.

У цих приміщеннях повинно бути:

- опалення;
- система кондиціонування повітря або припливно-витяжна вентиляція.

У приміщеннях з ВДТ має здійснюватися щоденне вологе прибирання.

Приміщення для роботи з ПК повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією.

Приміщення з ПК повинні мати природне і штучне освітлення, яке відповідало б вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

Приміщення для роботи з ПК повинні мати природне й штучне освітлення. Віконні прорізи повинні бути орієнтовані на північ або на північний схід, забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (К.П.О.) не менш 1,5% і мати жалюзі або штори.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Віконні прорізи повинні мати регульовані пристрої для відкривання, а також жалюзі, завіски, зовнішні козирки тощо.

Приміщення з ПК повинні бути обладнані системою загального рівномірного освітлення.

Штучне освітлення має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення, яка включає суцільні або такі, що перериваються лінії світильників, розташованих збоку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору користувачів ПК. Світильники повинні мати розсіювачі світла та екрануючі сітки. У світильниках місцевого освітлення можна використовувати лампи накаливання.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення, найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК, фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;
- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;
- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);
- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;
- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було розроблено комп'ютеризовану систему керування захисними ролетами розумного будинку. Ця система в залежності від отриманих сигналів від центрального контролера виконує піднімання та опускання захисних ролетів на вікні будинку. Таких систем у будинку може бути багато і вони взаємодіють з центральним контролером через спеціалізований роутер LoRa.

Тестування схеми та коду на макеті розробленої комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку підтвердило її працездатність.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку та проведено аналіз можливих рішень.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку. Описуються бібліотеки та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматика для ролетних систем. URL: <https://alumix.ua/ua/production/rolletnye-sistemy-1/avtomatika-dlya-rolletnyh-sistem/> (дата звернення 21.05.2023).
2. Де застосовуються двигуни для ролет Mosel 40. URL: <https://nabuduvaly.com/de-zastosovuiutsia-dvyhuny-dlia-rolet-mosel-40/> (дата звернення 21.05.2023).
3. Маршрутизатор MikroTik RBLtAP-2HnD&R11e-LTE&LR8 LoRa URL: https://mikrotik.com/product/ltap_lr8_lte_kit. (дата звернення 21.05.2023).
4. AC-DC 220V to 5V 2W HLK-2M05. URL: <https://voron.ua/uk/catalog/040746--ac-dc-220v-to-5v-2w-hlk-2m05-hi-link>. (дата звернення 21.05.2023).
5. Модем LoRa 433 МГц на чіпі SX1278. URL: <https://arduino.ua/prod3299-modem-lora-na-chipe-sx1278>. (дата звернення 21.05.2023).
6. Інтерфейс SPI і Arduino. URL: <https://poradumo.com.ua/170656-interfeis-spi-i-arduino/>.(дата звернення 21.05.2023).
7. Oliver Bailey. Embedded Systems: Desktop Integration. Wordware Publishing, Inc., 2005. P. 217. ISBN 978-1-55622-994-7.
8. Max A. Denket (2006). Frontiers in Robotics Research. Nova Publishers. pp. 44. ISBN 978-1-60021-097-6.
9. Лещишин Ю.З., Романишин Н.Р., Наконечний В.В., Паламарчук А.О. Розробка системи зв'язку як інтегрованого елемента роботизованих систем. Проблеми створення, розвитку та застосування високотехнологічних систем спеціального призначення з урахуванням досвіду антитерористичної операції. Збірник тез доповідей XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2016. С. 102.
10. Лещишин Ю.З., Назаревич Т.О., Міська І.В. Створення вбудованих систем на базі структурно - параметричних моделей цифрових каналів зв'язку. VIII Науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль, 2020. С. 127.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- 11.Марків В.А., Осухівська Г.М., Лещишин Ю.З., Луцків А.М. Комп'ютерна система аутентифікації осіб. Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. 2017. С. 90–91.
- 12.Leschyshyn Y., Scherbak L., Nazarevych O., Gotovych V., Tymkiv P., Shymchuk G. Multicomponent Model of the Heart Rate Variability Change-point. IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 2019. P. 110–113.
- 13.Tymkiv P., Leshchyshyn Y. Algorithm Reliability of Kalman Filter Coefficients Determination for Low-Intensity Electroretinosignal. IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM). 2019. P.1-5.
- 14.Leschyshyn Y., Semchyshyn O. Periodically correlated heart rate variability detection by Neyman - Pearson criterion. 9th International Conference - The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics. 2007. P. 139–140.
- 15.Осухівська Г.М., Тиш Є.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.с.
- 16.Серіков Я. О. Безпека життєдіяльності. Харків: ХНАМГ, 2005. 298 с.
- 17.Геврик Є.О. Охорона праці. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
- 18.Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. К.: Каравела, 2007. 408 с.

					КС КРБ 123.021.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ДОДАТОК А.
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«Затверджую»

завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

" ____ " _____ 2023 р.

Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на __5__ листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІзс-42

_____ к.т.н., доц. Лецишин Ю.З.

_____ Люпа А.Я.

« ____ » _____ 2023 р.

« ____ » _____ 2023 р

Тернопіль 2023

1. Назва та підстава для виконання роботи.

1.1. Комп'ютеризована система керування захисними ролетами розумного будинку.

1.2. Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) є Наказ по Університету (№ 4/7-556 від 16.05.2023 р.).

2. Виконавець.

2.1. Студент групи СІзс-42 кафедри КС (СІзс-21-021)

Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя
Люпа Андрій Ярославович (Luupa Andriy).

3. Мета роботи.

3.1. Метою роботи є розробити структуру та програмне забезпечення комп'ютеризованої системи керування захисними ролетами розумного будинку.

4. Склад виробу.

4.1. До складу вимірювача повинні входити:

- 1) сенсор положення ролетів;
- 2) реле переключення напрямку обертання двигуна;
- 3) мотор редуктор;
- 4) джерело живлення для схем керування;
- 5) LoRa модуль ;
- 6) мікроконтролер;
- 7) комплект документації.

5. Технічні вимоги.

5.1. Вимоги по призначенню.

5.1.1. Вбудована система повинна мати наступні параметри:

- | | |
|--|----|
| 1) Максимальне навантаження на мотор редуктор, °кг | 25 |
| 2) Дальність зв'язку більше, м | 20 |
| 3) Кількість давачів положення, шт. | 2 |

5.1.2. Система повинна живитись напругою змінного

струму, В 220±10%

5.2. Вимоги до умов експлуатації:

5.2.1. По умовам експлуатації виріб повинен відповідати вимогам ГОСТ 15150 для УХЛ4.1

5.2.2. Температура експлуатації від 0 до +40°C

5.2.3. Відносна вологість до 100% при t=25°C

5.3. Конструктивні вимоги.

5.3.1. Конструювання корпусу приладу в КРБ не передбачено.

5.3.2. Для побудови системи мають бути використані сучасні компоненти з можливістю поверхневого монтажу друкованого вузла.

5.3.3. При побудові системи необхідно передбачити розміщення роз'ємів живлення і обміну даними.

5.3.4. Габаритні розміри при макетуванні, мм, не більше:

довжина	500
ширина	500
висота	500

5.3.5. Маса макету, кг, не більше 2

5.3.6. Конструкція макету повинна забезпечувати доступ до всіх комплектуючих виробів при тестуванні.

5.4. Вимоги до надійності.

5.4.1. Система повинна відповідати вимогам ДСТУ 2862-94.

5.4.2. Наробка на відмову, не менше 6000 год.

5.5. Вимоги метрології.

5.5.1. Вимірювання параметрів системи при моделюванні повинно виконуватись на універсальних вимірювальних приладах.

6. Економічні показники.

6.1. Собівартість системи повинна бути не більше 50000 грн.

7. Вимоги до документації.

7.1. Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД, ДСТУ та ГОСТ.

7.2. До складу документації повинно входити:

- 1) ПЗ
- 2) Структурна схема Е1
- 3) Електрична схема Е3
- 4) Схема з'єднань Е4
- 5) Блок схема алгоритму роботи

8. Стадії та етапи розробки КРБ

8.1 Стадії та етапи виконання КРБ наведенні в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Назва етапу	Строк виконання	
		початок	кінець
1	Технічне завдання	—	до 26.03.23
2	Розділ 1 Аналіз технічного завдання	26.03. 23	10.06. 23
3	Розділ 2 Проектна частина	28.03. 23	10.05. 23
4	Розділ 3 Практична частина	02.04. 23	13.04. 23
5	Розділ 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.04. 23	27.04. 23
6	Нормоконтроль	21.05. 23	11.06. 23
7	Попередній захист	10.06. 23	18.06.23
8	Захист	з 14.06. 23	—

9. В дане ТЗ можуть вноситись зміни по узгодженню сторін.

ДОДАТОК Б
Переліки елементів

ДОДАТОК В

Код програми

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

int counter = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Sender");

  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }

  LoRa.setTxPower(20);
}

void loop() {
  Serial.print("Sending packet: ");
  Serial.println(counter);

  // send packet
  LoRa.beginPacket();
  LoRa.print("hello ");
  LoRa.print(counter);
  LoRa.endPacket();

  counter++;

  delay(5000);
}
```

```

#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Receiver");

  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
}

void loop() {
  // try to parse packet
  int packetSize = LoRa.parsePacket();
  if (packetSize) {
    // received a packet
    Serial.print("Received packet ");

    // read packet
    while (LoRa.available()) {
      Serial.print((char)LoRa.read());
    }

    // print RSSI of packet
    Serial.print("' with RSSI ");
    Serial.println(LoRa.packetRssi());
  }
}

```

```

// Relay pin is controlled with D8. The active wire is connected
to Normally Closed and common
int relay = 8;
volatile byte relayState = LOW;
// PIR Motion Sensor is connected to D2.
int PIRInterrupt = 2;

// Timer Variables
long lastDebounceTime = 0;
long debounceDelay = 10000;

void setup() {
  // Pin for relay module set as output
  pinMode(relay, OUTPUT);
  digitalWrite(relay, HIGH);
  // PIR motion sensor set as an input
  pinMode(PIRInterrupt, INPUT);
  // Triggers detectMotion function on rising mode to turn the
  relay on, if the condition is met
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PIRInterrupt),
  detectMotion, RISING);
  // Serial communication for debugging purposes
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // If 10 seconds have passed, the relay is turned off
  if((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay && relayState
  == HIGH){
    digitalWrite(relay, HIGH);
    relayState = LOW;
    Serial.println("OFF");
  }
  delay(50);
}

```



```
void detectMotion() {
  Serial.println("Motion");
  if(relayState == LOW){
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
  relayState = HIGH;
  Serial.println("ON");
  lastDebounceTime = millis();
}
```

```
const int REED_PIN = 2; // Pin connected to reed switch
const int LED_PIN = 13; // LED pin
```

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(REED_PIN, INPUT_PULLUP); // Enable internal
pull-up for the reed switch
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}
```

```
void loop() {
  int proximity = digitalRead(REED_PIN); // Read the state of
the switch
```

```
// If the pin reads low, the switch is closed.
if (proximity == LOW) {
    Serial.println("Switch closed");
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);    // Turn the LED on
}
else {
    Serial.println("Switch opened");
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);      // Turn the LED
off
}
}
```