

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНІКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології на інформаційно-вимірjuвльній техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

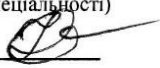
на тему:

Комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку

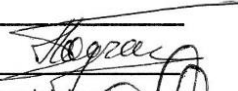
Виконав: студент 2 курсу, групи МТК-2
спеціальності

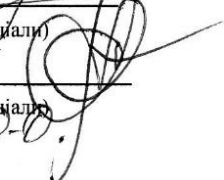
152 Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кучерук Богдан Олегович 
(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф.

Подчашинський Ю.О. 
(прізвище та ініціали)

Рецензент К. Г. Н., доцент 
(прізвище та ініціали)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., проф. Подчашинський Ю.О.

 30 " березня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Кічериш Богдана Олександрівна

(Підписувач, ім'я, прізвище, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатонаповерховому будинку

керівник роботи Подчашинський Ю.О., д.т.н., проф. зав. кафедри М та ІВТ

(Підписувач, ім'я, прізвище, по батькові, науковий ступінь, звання, місце роботи)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "31" березня 2022 року №134/с

2. Строк подання студентом роботи "12" червня 2023 року

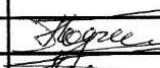
3. Вихідні дані до роботи матеріали зовні про переддипломну практику, описування датчиків вимірювання електричної мережі, фіксування електричної мережі, світлове та звукове оповіщення при вимірюванні електричної мережі, вимірювання/вимірювання системи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання електричної мережі, розробка структурної, принципова схема, розробка програми на алгоритмі, конструкторська частина

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання розділу	завдання розділу
1, 2, 3	Подчашинський Ю.О., д.т.н. проф.		
4, 5, 6, 7	Лутовик О.О., стар. вих.		

7. Дата видачі завдання 30.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	03.03.2023 – 10.03.2023	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем виявлення електричної проводки	11.03.2023 – 28.03.2023	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем виявлення електричної проводки	29.03.2023 – 06.04.2023	
4.	Розробка структурної схеми системи виявлення електричної проводки	07.04.2023 – 23.04.2023	
5.	Розробка принципової схеми системи виявлення електричної проводки	24.04.2023 – 05.05.2023	
6.	Вибір компонентів виявлення електричної проводки	06.05.2023 – 24.05.2023	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми виявлення електричної проводки	24.05.2023 – 30.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	01.06.2023 – 08.06.2023	

Студент

Б.О. Кучерук

(підписав)

(підписав на електроні)

Керівник роботи

Ю.О. Подчашинський

(підписав на електроні)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку» містить 62 сторінки, 18 рисунків, 6 таблиць, 8 формул, 20 джерел.

В роботі проводиться аналіз літературних джерел та актуальність створення комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку.

Спроектовані структурна схема та принципова схема комп'ютеризованої системи контролю за станом електричної мережі будинку. Обрані складові елементи. На базі принципової схеми та складових елементів розроблена друкована плата. Була прорахована надійність та точність системи. Побудований алгоритм роботи системи та на базі нього написана програма.

ANNOTATION

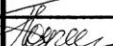
The bachelor's qualification work on the topic "Computerized system for measuring parameters and monitoring the state of the electrical network in a multi-story building" contains 62 pages, 18 figures, 6 tables, 8 formulas, 20 sources.

The work analyzes literary sources and the relevance of creating a computerized system for measuring parameters and monitoring the state of the electrical network in a multi-story building.

A structural diagram and a schematic diagram of a computerized system for monitoring the state of the house's electrical network were designed. Selected components. A printed circuit board was developed on the basis of the schematic diagram and glass elements. The reliability and accuracy of the system was calculated. The algorithm of the system is built and the program is written on its basis.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	9
1.3. Технічні параметри системи.....	10
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗИСНУЮЧИХ СИСТЕМ	11
2.1. Актуальність розробки.....	11
2.2. Огляд та аналіз існуючих технічних рішень.....	12
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ.....	19
3.1. Обґрунтування мікроконтролеру.....	19
3.2. Обґрунтування індикації.....	20
3.3. Обґрунтування кнопки.....	24
3.4.Обґрунтування датчика виявлення електромережі.....	25
3.5.Обґрунтування джерела живлення.....	27
3.6. Структурна схема.....	28
3.7. Функціональна схема.....	30
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	31
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	31
4.2.Вибір індикації.....	32
4.3. Вибір кнопки.....	35
4.4.Вибір датчика виявлення електромережі.....	36
4.5. Вибір джерела живлення.....	38
4.6. Побудова електрично принципової схеми.....	39
4.7. Розрахунок похибок визначення напруги.....	41
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	43
5.1. Розробка алгоритму	43
5.2. Розробка програми.....	45
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	48
6.1. Розрахунок надійності системи.....	53
7.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
7.1.Охорона праці.....	54
7.2.Охорона праці при проведенні електричних вимірювань та випробувань.....	55
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	63

					МММТ 480.002.002- ПЗ		
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Пат	Комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у		
Розробив		Кучерук Б.О.					
		Подчашинський			Літ.		
Рецензент					Арк.		
Н. контр.					5		
Затверд.		Подчашинський			Архивів		
					62		
					ДУ «Житомирська політехніка» МТК-2		

ВСТУП

Актуальність контролю за станом електричної мережі будинку є важливою у будь-яку годину, оскільки вона впливає на безпеку та зручність вашої життя. Особливо це стає актуальним в епоху швидкого технологічного розвитку, коли все більше пристроїв та систем у будинку працюють від електроенергії.

Основні причини контролю за станом електричної мережі в будинку:

1. Безпека: Поганий стан електричної мережі може призвести до короткого замикання, перевантаження, пожежі або ураження електричним струмом. Контроль за станом електричної мережі допоможе виявити проблеми, такі як обриви у проводах, недійсні контакти чи пошкодження обладнання, що можуть стати джерелом опасности.

2. Збереження електроенергії: Відсутність контролю за споживанням електроенергії може призводити до лишніх витрат. Можливість відстежувати споживання електроенергії дозволяє виявити енергозатратні пристрої, недієві електронні прилади або неправильну експлуатацію, що допоможе знизити витрати на електроенергію.

3. Діагностика проблем: Контроль за станом електричної мережі дозволяє виявити проблеми, такі як перенапруження, перебої в електропостачанні чи несправності в обладнанні. Це дозволяє вчасно вжити заходів для усунення проблем та уникнення серйозних поломок.

4. Зручність та автоматизація: Контроль за станом електричної мережі дозволяє автоматично керувати освітленням, системами опалення, кондиціонуванням повітря та іншими пристроями в будинку. Ви можете налаштувати розклад роботи пристроїв, знизити їх потужність або вимкнути їх за допомогою дистанційного керування або мобільного додатка.

5. Попередження аварій: Контрольні системи можуть надсилати повідомлення або сповіщення у разі виявлення проблем в електричній мережі, що дозволяє вам вжити відповідних заходів до приходу фахівців.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						6
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Загалом, контроль за станом електричної мережі будинку є важливим для забезпечення безпеки, зручності та ефективного використання електроенергії. Існують різні системи та пристрої, які допомагають здійснювати такий контроль, від простих вимикачів та автоматичних вимикачів до розумних систем управління будинком, які працюють на основі штучного інтелекту.

Метою роботи є створення комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку.

Завдання даного дипломної роботі є:

- Постанова технічного завдання;
- Аналіз аналогічних систем контролю за станом електричної мережі багатоповерхового будинку;
- Обґрунтування та вибір складових компонентів системи;
- Проектування структурної та принципової схем;
- Побудова алгоритму системи та написання коду програми;
- Проектування друкованої плати;
- Розрахунок надійності та точності системи.

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку призначена для:

1. Споживання електроенергії: Система повинна вимірювати та контролювати споживання електроенергії в окремих квартирах чи блоках будинку. Це дозволяє відстежувати споживання енергії та ідентифікувати можливі енергозатратні пристрої або несправності.

2. Напруга: Система повинна контролювати рівень напруги в електричній мережі та сповіщати про будь-які відхилення від нормального діапазону. Вона може виявляти проблеми, такі як низька або висока напруга, що може впливати на ефективність та безпеку електричних пристроїв.

3. Струм: Система повинна контролювати рівень струму, що протікає через електричну мережу. Вона може виявляти перевантаження або недостатню потужність, що може призвести до проблем з електричною мережею або пошкодження обладнання.

4. Короткі замикання: Система повинна виявляти короткі замикання в електричній мережі та автоматично вимикати постраждалі ділянки, щоб запобігти пожежам та пошкодженню обладнання.

5. Аварійні ситуації: Система повинна виявляти аварійні ситуації, такі як перебої в електропостачанні або відключення електрики, та надсилати повідомлення адміністраторам будинку або жителям для прийняття відповідних заходів.

Система контролю стану електричної мережі має широку сферу застосування, яка охоплює різні сфери, включаючи:

1. Житлові будинки: Система контролю може бути встановлена у житлових будинках, будинках з квартирами або приватних будинках. Вона допомагає мешканцям відстежувати своє споживання електроенергії, економити ресурси та забезпечувати безпеку електромережі.

2. Комерційні будівлі: Системи контролю стану електричної мережі

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		8

використовують у комерційних будівлях, таких як офісні приміщення, торгові центри, готелі, ресторани тощо. Вони дозволяють контролювати енергоспоживання, виявляти енергозатратні зони та ефективно керувати електропостачанням.

3. Промислові підприємства: У великих промислових підприємствах системи контролю стану електричної мережі використовуються для моніторингу та управління електропостачанням. Вони допомагають виявляти потужність, перевантаження, забезпечують безпеку та допомагають уникнути аварійних ситуацій.

4. Громадські споруди: Такі як школи, лікарні, аеропорти, стадіони, системи контролю стану електричної мережі використовуються для забезпечення безпеки електромережі та ефективного використання електроенергії.

5. Енергетичні мережі: Великі енергетичні системи та мережі вимагають систем контролю стану електричної мережі для нагляду за розподілом електроенергії, виявлення відхилень, діагностики проблем та управління.

Також системи контролю електромережі можуть бути корисними у будь-якому місці, де використовується електроенергія, для забезпечення безпеки, ефективності та оптимізації споживання електроенергії.

1.2. Умови експлуатації

- Температура навколишнього середовища від -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$.
- Відносна вологість до 80 % при температурі $+25^{\circ}\text{C}$;
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.
- Хімічно активні компоненти присутні.
- Вібрація, тряска, удари присутні;
- Характер роботи перевний.
- Напруга живлення –5В.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						9
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

1.3. Технічні параметри системи

Система повинна забезпечити рішення наступних завдань:

- Включення/виключення системи;
- Отримання сигналу з антени;
- Обробка сигналу з антени;
- Виявлення дрота електричної мережі;
- Вивід відстані до електричної мережі на дисплей;
- Світлова та звукова індикація в разі виявлення електричної мережі;
- Напрацювання на відмову складає не менше 14000;
- Допустима похибка $-0,3\% \leq f \leq +0,2\%$ (вхід 2 мА, резистор вибірки 100 Ом);
- Точність вимірювання до 1000В складає 1В.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						10
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1. Види систем контролювання електричних

Точне визначення місць розташування прихованої проводки у стінах є важливим з міркувань безпеки та ефективності. Ось кілька причин, чому це важливо:

Безпека: Визначення точного розташування прихованої проводки у стінах допомагає уникнути пошкоджень електропроводки при виконанні будівельних або ремонтних робіт. Неналежне оброблення стін або свідоме пошкодження може призвести до переривання проводки, короткого замикання або навіть пожежі.

Ефективність та планування: Знання місця розташування проводки у стінах допомагає планувати ефективні розташування електричних пристроїв, розеток, вимикачів та освітлення. Це дозволяє забезпечити оптимальне розміщення електроустановок у приміщенні та забезпечити зручний доступ до електропроводки в разі потреби ремонту або заміни.

Ремонт та обслуговування: Якщо сталася несправність в електричній мережі, точне визначення місця розташування прихованої проводки у стінах спрощує процес пошуку проблеми та ремонту. Це дозволяє зменшити години та зусилля, потрібні для виявлення та усунення несправностей.

Для точного визначення місця розташування прихованої проводки біля стін можна використовувати деякі методи, такі як використання металопрошукачів, електронних датчиків, теплового зображення або додатків для смартфонів, які працюють на основі радіохвиль або інших технологій.

Будь-які роботи, пов'язані зі свердлінням отворів у стінах або стелях, або з пристроєм каналів різного призначення вимагають граничної обережності, оскільки це може призвести не тільки до виходу з ладу електропроводки, але й травми внаслідок удару струмом.

Для визначення прокладки проводки у стінах існує кілька приладів та методів, які можуть бути використані. Ось деякі з них:

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						11
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

– Металошукач: Металошукачі є поширеними пристроями для виявлення металевих предметів у стінах. Вони можуть допомогти виявити металеві труби або дроти, які можуть бути частиною проводки. Як правило, металошукачі мають різні режими роботи, які можуть реагувати на металеві предмети під струмом або навіть на намагання провести електричний струм.

– Теплові камери: Теплові камери, також відомі як інфрачервоні камери, вимірюють теплове випромінювання. Вони можуть використовуватися для виявлення відмінностей у температурі на поверхні стіни, що може вказувати на наявність проводки, через яку протікає електричний струм.

– Електронні датчики: Існують спеціальні електронні датчики, які можуть виявляти електричний струм у стінах. Вони можуть сигналізувати, коли вони перетинають провідник або коли струм проходить через них. Ці датчики можуть бути в основному безконтактними та вимагати досить близького контакту з поверхнею стіни.

– Додатки для смартфонів: Існують додатки для смартфонів, які використовують різні технології, такі як радіочастотна ідентифікація (RFID) або радіохвилі, для виявлення проводки біля стін. Ці додатки використовують вбудовані сенсори смартфона для збору даних та відображення результатів.[1]

Отже, обираючи з існуючих видів систем для контролю за станом електричної мережі будинку оберемо вид в вигляді металошукача..

2.2.Огляд та аналіз існуючих технічних рішень

Сигналізатора Е-121 “Дятел” представлений на рис.2.1.

Сигналізатор Е-121 "Дятел" (Dyatel) – це пристрій, розроблений для виявлення проводки та інших металевих предметів у стінах. Цей пристрій використається для допомоги при проведенні будівельних робіт або ремонтів, коли необхідно точно визначити місцезнаходження прихованої проводки, або для забезпечення безпеки під час виконання робіт, щоб уникнути

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						12
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

пошкодження електропроводки.

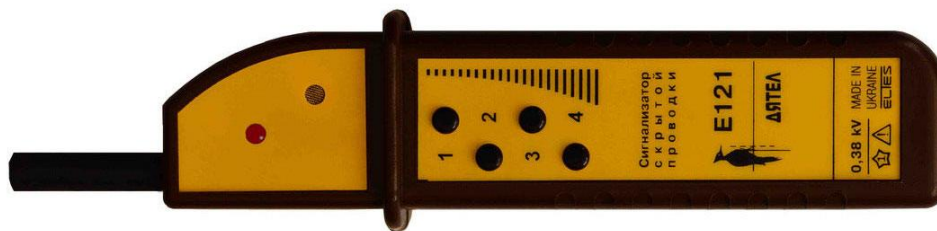


Рис 2.1.Сигнализатор Е–121 “Дятел”

Сигнализатор Е-121 "Дятел" працює на принципі радіолокації та має наступні основні функції:

1) Виявлення проводки: Пристрій може виявляти наявність електропроводки у стінах, підлозі чи стелі. Він реагує на металеві предмети, такі як проводи або металеві труби, і видаватиме звуковий сигнал або світлові індикатори, коли він наближається до проводки.

2) Вимірювання глибини: Простими маніпуляціями з пристроєм можна визначити орієнтовну глибину розташування проводки у стіні. Це допомагає зробити приблизну оцінку того, як глибоко знаходиться проводка.

3) Індикація сили сигналу: Сигнализатор Е-121 "Дятел" також може показувати силу сигналу, що допомагає знаходити максимально точне місцезнаходження проводки. Більш сильний сигнал вказує на ближче розташування металевих предметів.

4) Режим роботи: Пристрій має кілька режимів роботи, які можуть бути вибрані в залежності від конкретних потреб та умов роботи. Наприклад, можуть бути наявні режими для роботи з проводкою під напругою або для виявлення металевих предметів у будь-якому режимі.

5) Сигнализатор Е-121 "Дятел" є компактним та простим у використанні пристроєм, який може бути корисним інструментом для будівельників, електриків та всіх, хто займається ремонтними роботами та потребує точного виявлення металевих предметів у стінах.

Сигналізатор забезпечує перевірку наявності напруги в цепях змінного струму номінальним напругою 0,38 кВ промислової частоти без електричного контакту з провідником. Має чотири діапазони чутливості до електричного поля, що створюється провідником. Сигналізатор видає світловий і звуковий сигнали при розміщенні антен сигналізатора на відстані від проводника:

Сигналізатор має чотири діапазони чутливості до електричного поля, що створюється провідником.

Сигналізатор E121 Дятел видає світловий і звуковий сигнали при розташуванні антен сигналізатора на відстані від проводника згідно з таблицею 2.1:

Таблиця 2.1. Діапазони чутливості Сигналізатор E121 Дятел

Діапазон чутливості	Відстань кінчика антени до провідника, що знаходиться під напругою, мм
1	від 0 до (10±5)
2	від 0 до (100±50)
3	від 0 до (300±150)
4	від 0 до (700±350)

Технічні характеристики:

- Струм споживання детектора від джерела живлення не перевищує 10 мА.
- Габаритні розміри сигналізатора - 210 x 80 x 45 мм;
- Маса сигналізатора - 250 г;
- Термін служби сигналізатора - не менше 10 років;
- Сигналізатор не містить шкідливих домішок..[2]

Детектор MS-158 представлений на рис.2.2.

Детектор прихованих предметів (високочутливий) MS-158 (3) МЕЕТ (рис.2.2) призначений для виявлення металевих предметів у нейтральному або слабопровідному середовищі за рахунок їх провідності у ґрунті, воді, стінах, у деревині.



Рис. 2.2. Детектор MS-158

Детектор оснащений звуковою та світлодіодною індикацією – при виявленні металу світлодіод стане помаранчевим та пролунає гучний писк. Залежно від умов експлуатації, чутливість приладу можна змінювати від низької до високої. Це робиться як автоматично, так і за допомогою ручних налаштувань. Детектор прихованих предметів (високочутливий) MS-158 (З) МЕЕТ має зручний ремінець, за допомогою якого можна закріпити його на зап'ясті. Використовуються дані детектори найчастіше під час перевірки людей та поклажі на вокзалах, в аеропортах для пошуку металевих предметів. Також з його допомогою можна виявити метал у стінах: цвяхи, труби, арматура і т.д. Детектор має індикатор заряду акумулятора. Живлення проводиться від батареї 9В, яка в комплект не входить.

Технічні характеристики:

- Ширина, мм: 300;
- Висота, мм: 50;
- Вага кг: 0.18;
- Довжина, мм: 80;
- Ступінь захисту: IP31;
- Елементи живлення: Батарейки /6LR61/6F22/6KR61;
- Індикація: Світлозвукова;
- Час безперервної роботи, год: 8;
- Перевірка: Ні;
- Внесено до держреєстру: Ні;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		15

- Виявлені матеріали: Чорні та кольорові метали/Проведення;
- Мах глибина виявлення проводки, мм: 130;
- Мах глибина виявлення кольорових металів, мм: 130;
- Мах глибина виявлення чорних металів, мм 130.[3]

Детектор Bosch GSM 120 представлений на рис.2.3. Bosch GSM 120 (також відомий як Bosch Wallscanner D-tect 120) є детектором стін та детектором металу, розробленим компанією Bosch. Цей пристрій призначений для недеструктивного виявлення різних матеріалів у стінах, таких як метал, дерево, провідники та інші нерівномірності.



Рис. 2.3. Детектор Bosch GSM 120

Надійний універсальний детектор для виявлення глибоко прихованих об'єктів на глибині до 12 см. Точна індикація центру об'єкта здійснюється за допомогою шкали Center-Finder. Також є індикація властивостей матеріалу. Дисплей з підсвічуванням забезпечує променеву видимість результату. Є маркувальний отвір зі світловим кільцем.

Технічні характеристики:

- Виробник: Bosch;
- Виявлені матеріали: дерев'яні конструкції, чорні метали, кольорові метали, електропроводка;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		16

- Робота від акумулятора: немає;
- Особливості: кольорова індикація, підсвічування, звукова індикація, автоматичне вимкнення, дисплей;
- Глибина виявлення електропроводки: 50 мм;
- Глибина виявлення чорних металів: 120 мм;
- Глибина виявлення кольорових металів: 80 мм;
- Глибина виявлення дерев'яних конструкцій: 38 мм;
- автоматичне вимкнення, дисплей, звукова індикація, підсвічування, колірна індикація;
- Час роботи: 5 год;
- Вага пристрою: 270 г;
- Клас захисту (IP): IP54;
- Тип батарейок: крона (6LR61/6LF22)
- додаткова інформація;
- чохол та петля на руку в комплекті; автоматичне калібрування; робоча температура -20 °С ... +70 °С; автовідключення через 5 хвилин бездіяльності.[4]

Детектор прихованої проводки (труб, дерева, металу) TH210 рис.2.4. TH210 - високоефективний детектор металу, дерева, проводки (у тому числі під напругою), шукач прихованої проводки.



Рис.2.4. Детектор прихованої проводки TH210

Шукач прихованої проводки має три режими роботи: детектування деревини, детектування металу та прихованої проводки під напругою. Характерною відмінністю цього детектора є зручність використання, висока ефективність і великий РК-дисплей з яскравим підсвічуванням. У режимі пошуку металу, детектор здатний визначити не тільки метали, що містять ферру, але і мідь, алюміній на глибині до 76 мм.

Шукач TH210 оснащений великим РК-дисплеєм з підсвічуванням забезпечуючи зручність індикації та місцезнаходження мети. Додаткова звукова індикація сигналізує про знаходження металу, дерева або силових проводів у товщі стіни.

Детектор дерева TH210 оснащений зручною системою автоматичного калібрування для ефективного виявлення металу, проводів та дерева.

Характеристики детектора TH210:

- Матеріали, що виявляються: алюміній, медь, проводка під напругою, сталь Діапазон робочих температур, від: -7 °C ;
- Діапазон робочих температур, до: 40 °C ;
- Технічні особливості: звукова індикація, ЖК-дисплей ;
- Країна-виробник: Китай;
- Гарантія: міс. ;
- Глибина виявлення проводки під напругою: 50 мм;
- Джерело живлення: батарейка типу «крона»;
- Напруга: 9,0 В;
- Кількість батарей: 1 шт. [5]

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ

3.1. Обґрунтування мікроконтролера

Мікроконтролери мають різноманітні вимоги залежно від конкретної системи або проекту, в якому вони використовуються. Однак, основні вимоги до мікроконтролера можуть включати:

1. Продуктивність: Мікроконтролер повинен мати достатню продуктивність для виконання потрібних обчислень та завдань. Це включає швидкодію процесора, обсяг оперативної пам'яті та внутрішніх ресурсів.

2. Низьке споживання енергії: Для батарейно-живлених пристроїв або систем, ефективне використання енергії є важливою вимогою. Мікроконтролер повинен мати можливості для управління енергоспоживанням, такі як режими сну та швидкого вмикання/вимкнення.

3. Інтерфейси: Мікроконтролер повинен підтримувати необхідні інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями чи компонентами системи. Це можуть бути такі інтерфейси як UART, SPI, I2C, USB, Ethernet тощо.

4. Пам'ять: Мікроконтролер повинен мати достатню вбудовану флеш-пам'ять для зберігання програмного коду та даних. Крім того, можливість розширення пам'яті за допомогою зовнішньої пам'яті (наприклад, EEPROM або SD-карток) може бути важливою.

5. Надійність та стійкість: Мікроконтролер повинен бути надійним та стійким до шумів, перешкод та інших негативних факторів, які можуть вплинути на його роботу. Він повинен також мати захист від перенапруги, захист від перевантаження та інші заходи для забезпечення надійності.

6. Розмір та вартість: Залежно від застосування, розмір та вартість мікроконтролера можуть мати значення. Для вбудованих систем, де обмежені ресурси, компактний розмір та доступна ціна можуть бути важливими факторами.

7. Розробницькі інструменти: Наявність інтегрованої середовища розробки (IDE), сумісності з різними мовами програмування, документація та

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		19

підтримка виробником є важливими аспектами при виборі мікроконтролера.
[6]

На сьогоднішній день на ринку існує безліч сучасних мікроконтролерів, які задовольняють потреби різних проектів. Ось кілька з них:

Arduino: Arduino є популярною платформою мікроконтролерів, яка надає відкритий апаратний та програмний засіб для розробки прототипів та проектів IoT.

Raspberry Pi: Raspberry Pi не є чистим мікроконтролером, але це невелика одноплатна комп'ютерна платформа, яка також має можливості вбудованого програмування та зв'язку з різними периферійними пристроями.

STM32: Мікроконтролери STM32, вироблені компанією STMicroelectronics, є популярними серед розробників. Вони пропонують широкий спектр продуктів з різними можливостями та характеристиками.

PIC: Мікроконтролери PIC (Peripheral Interface Controller), вироблені компанією Microchip, також добре відомі в індустрії. Вони широко використовують у багатьох застосуваннях, включаючи автомобілі, побутову техніку, медичні пристрої тощо.

ESP8266 та ESP32: Ці мікроконтролери, вироблені компанією Espressif, широко використовують в Інтернеті промов (IoT) та проекти з бездротовими зв'язками.

Atmel AVR: Мікроконтролери AVR, такі як ATmega та ATtiny, виробляються компанією Microchip (раніше Atmel) і широко використовують у багатьох проектах.[7]

Враховуючі кількість елементів системи: антену, кнопку, індикатор, динамік та світлодіод достанько використати Atmega328P.

3.2. Обґрунтування індикації

Індикація, або відображення інформації за допомогою світлових, звукових або інших сигналів, є важливою складовою багатьох систем

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						20
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

контролю та моніторингу. Вісь кілька обґрунтувань використання індикації:

Візуалізація даних: Індикація дозволяє візуально відображати важливі дані, що сприяє легкому сприйняттю інформації. Людина легше сприймає та розуміє візуальні сигнали, такі як світлові індикатори, екрани, світлодіодні дисплеї тощо.

Статус та виявлення проблем: Індикація може показувати статус системи чи пристрою, допомагаючи оператору чи користувачеві виявити проблеми чи ненормальні стани. Наприклад, індикатор може сигналізувати про несправність, низький рівень заряду, перегрів чи інші аномалії.

Відображення даних у реальному часі: Індикація може допомагати відображати дані в реальному часі, такі як температура, вологість, рівень сигналу, швидкість тощо. Це дозволяє оператору або користувачеві миттєво спостерігати та аналізувати поточні значення.

Навігація та інтерфейс користувача: Індикація може служити як засіб навігації та взаємодії з системою або пристроєм. Кнопки, світлові показники або дисплеї можуть використовуватись для вибору опцій, регулювання параметрів або виконання дій.

Безпека та нагляд: Індикація може використовуватись для попередження про опасність або вказівок щодо безпекових процедур. Наприклад, світлові сигнали або звукові сигнали можуть вказувати на необхідність увімкнути/вимкнути пристрій, застерегти від потенційних опасностей або показувати стан системи безпеки.

Спрощення користування: Індикація може спрощувати використання системи чи пристрою, дозволяючи операторам чи користувачам швидко отримувати потрібну інформацію без необхідності глибокого розуміння роботи системи.

Загалом, індикація є важливою для забезпечення ефективного контролю, моніторингу та взаємодії з системою або пристроєм, спрощення користування та забезпечення безпеки.

Монтаж світлодіодного індикатора проводиться на друкованій платі в отвори за ТНТ технологією.

Найчастіше на ринку або в магазині можна зустріти індикатори із зеленим або червоним підсвічуванням. Їх розміри бувають різні, і для того, щоб семисегментний індикатор купити, необхідно знати виміри посадкових місць друкованої плати.

Також індикатори можна розділити на кілька видів:

- однорозрядні індикатори;
- дворозрядні індикатори;
- трирозрядні індикатори;
- чотирирозрядні індикатори.

Однорозрядні світлодіодні індикатори можуть відображати за допомогою семи сегментів лише одну числову комірку від 0 до 9. Інші вже здатні відобразити від двох до чотирьох сегментних груп.

На вигляд світлодіодний індикатор простий, і його установка на перший погляд не повинна викликати труднощів. Для того, щоб обрати світлодіодний індикатор, необхідно знати наступне:

- вибрати конструкцію: із загальним катодом або із загальним анодом;
- колір світіння, який вибирають для оформлення того чи іншого електронного пристрою;
- габарити.[8]

У радіосхемах семисегментні індикатори мають позначення. Кожен сегмент має власну назву та позначається літерами А, В, С, D, Е, F, G. Також, майже кожна панель відображення індикатора має точку, яка позначається як DP.

Для інформативності пропонується використати 10-сегментний індикатор.

Для звукового оповіщення пропонується обрати зумер.

Зумер – це електронний пристрій, який виконує роль перетворювача.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						22
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Його функція полягає в тому, щоб під час подачі живлення видавати гучний або гудкий звук. Зумер ідеально інтегрується з Arduino, тому що коли генерується подія, яку потрібно попередити або оповістити, то можна запрограмувати мікроконтролер, щоб надіслати сигнал зумеру, якщо така подія трапиться, і таким чином попередити цим звуком.

Для світлового оповіщення пропонується використати світло діод.

Світлодіод – це тип напівпровідника, який називається «світловипромінювальний діод».

Світлодіод (світловипромінюючі діоди) – це напівпровідникове джерело світла, в якому об'єднують напівпровідник Р-типу (велика концентрація дірок) з напівпровідником N-типу (велика концентрація електронів). Подача достатньої кількості прямої напруги змусить електрони і дірки рекомбінувати в PN-переході, випромінювати енергію у вигляді світла. У порівнянні зі звичайними джерелами світла, які спочатку перетворюють електричну енергію в тепло, а потім в світло, світлодіод (Light Emitting Diodes) перетворює електричну енергію безпосередньо в світло, забезпечуючи ефективне генерування світла з невеликими втратами електроенергії.

На ват світлодіод випромінює більше люменів (або кількості видимого світла), ніж звичайні лампи розжарювання. Світлодіоди мають більш високу, ніж лампи розжарювання – лампа розжарювання потужністю 60 Вт може генерувати від 750 до 900 люмен.

Класифікація світлодіодів. Можна визначити самий широкий спектр підстав для їх віднесення до тих чи інших категорій. Поширений в середовищі експертів підхід передбачає виділення наступних основних типів світлодіодів:

- DIP;
- SMD;
- COB;
- Filament.[9]

Для розроблюваної системи обираємо простий DIP світлодіод червоного кольору.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						23
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

3.3. Обґрунтування кнопки

Тактова кнопка (або тактовий перемикач) є електромеханічним компонентом, який використовується для введення короткочасних сигналів в електронну систему за допомогою натискання.

Тактова кнопка має наступний принцип роботи: при натисканні кнопки механічні контакти з'єднуються на дуже коротку годину, створюючи електричне замикання. Цей момент замикання сприймається як вхідний сигнал для електронної системи, і вона може реагувати на цей сигнал згідно з програмною логікою.

Основна причина використання тактових кнопок - надання можливості користувача взаємодіяти з електронною системою шляхом введення команд або запуску певних функцій. Ось деякі основні причини використання тактових кнопок:

Керування: Тактові кнопки можуть використовуватися для управління різними функціями системи, такими як увімкнення/вимкнення, зміна режимів, збільшення/зменшення значень тощо. Вони дозволяють користувачам взаємодіяти із системою за допомогою простих інтерфейсних команд.

Введення даних: Тактові кнопки можуть використовуватись для введення окремих даних або вибору параметрів. Наприклад, використовуючи комбінації натискань кнопок, користувач може вказати числове значення або змінити налаштування.

Меню та навігація: Тактові кнопки часто використовують для навігації по меню, переходу між різними опціями або підтвердження вибраних параметрів. Вони можуть служити як клавіші "Вгору", "Вниз", "Підтвердити" тощо.

Запуск дій: Тактові кнопки можуть бути використані для запуску певних дій або функцій, таких як відкриття програми, запуск процесу, збереження даних тощо.

Взаємодія з ігровими пристроями: Тактові кнопки широко використовують в ігрових пристроях, таких як геймпади або консолі, для

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		24

керування персонажами, виконання рухів, активації спеціальних функцій тощо. [9]

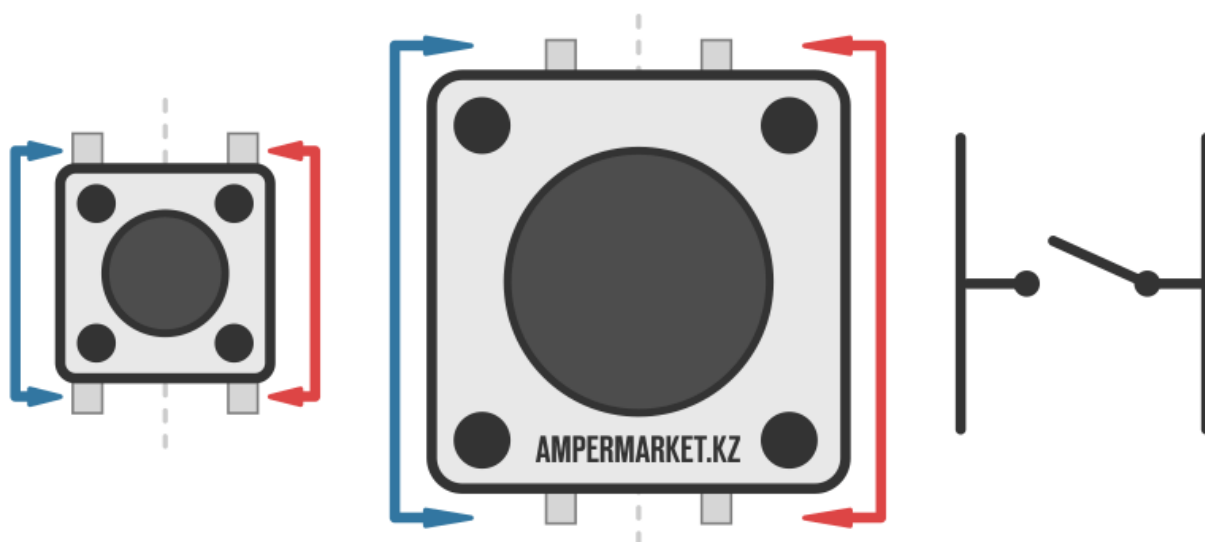


Рис.3.1. Будова тактової кнопки

Тактові кнопки є простим, надійним і ефективним способом введення команд або взаємодії з електронною системою. Вони широко застосовуються в різних пристроях і системах, де потрібне короткочасне введення сигналу. Для даної системи пропонується використати просту тактову кнопку рис.3.1.

3.4.Обґрунтування датчика виявлення електромережі

Для виявлення електромережі потрібно застосувати датчик електромережі. Датчик для виявлення наявності електричної мережі (електропостачання), то одним з найпоширеніших приладів є неперервний детектор напруги (NCV - Non-Contact Voltage Detector).

Технічні характеристики NCV можуть включати:

1) Наявність безконтактного засобу виявлення: NCV детектує наявність напруги в електричних проводках без необхідності прямого контакту з ними. Зазвичай він працює на принципі виявлення змін магнітного поля, що генерується під впливом електричної напруги.

2) Діапазон напруги: Важливо, щоб NCV підтримував вимірювання напруги в потрібному діапазоні. Наприклад, від 12 до 1000 ст.

3) Чутливість: Чутливість NCV вказує, наскільки добре він виявляє наявність напруги. Висока чутливість означає, що він може виявити слабкі сигнали напруги.

4) Аудіо- та візуальна індикація: Багато NCV пристроїв мають вбудовані світлові та звукові індикатори, що сповіщають про наявність напруги. Наприклад, світлові індикатори можуть світитися або миготіти, а звукові індикатори можуть відтворювати звуковий сигнал.

5) Функції безпеки: Деякі NCV пристрої можуть мати додаткові функції безпеки, такі як відображення індикації, коли виявляється сильне напруження або коли пристрій знаходиться у небезпеці неправильного підключення.

6) Питання: NCV пристрої можуть працювати від різних джерел живлення, таких як батарейки або акумулятори.

7) Розмір та портативність: Розмір і портативність NCV детектора можуть бути важливими, особливо якщо ви плануєте використовувати його у вузьких або важкодоступних місцях.

8) Додаткові функції: Деякі NCV пристрої можуть мати додаткові функції, такі як вимірювання частоти або виявлення дротів під напругою.

Важливо враховувати конкретні потреби та вимоги вашого застосування при виборі відповідного датчика виявлення електромережі. Так, як у нас буде виявлення наявності проводки та напруги, то застосуємо в якості датчика антену.

Дисплей – це пристрій, який використовується для відображення інформації, наприклад тексту, зображення або відео. Воно є поверхнею, де можна побачити графічну чи текстову інформацію.

Дисплеї можуть бути різних типів, включаючи:

Рідкокристалічні дисплеї (LCD): Це найпоширеніший тип дисплеїв, що використовуються у багатьох пристроях, включаючи монітори комп'ютерів, ноутбуки, смартфони та телевізори. LCD-дисплеї складаються із шарів

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						26
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

рідкокристалічного матеріалу, який змінює свою прозорість під дією електричного струму.

Органічні світлодіодні дисплеї (OLED): Цей тип дисплеїв використовує органічні світлодіоди для відображення зображень. Вони мають високий контрастом, насиченими квітами і широкими кутами огляду. OLED-дисплеї широко застосовуються у смартфонах, телевізорах та деяких моніторах.

Плазмові дисплеї (PDP): Ці дисплеї використовують газові розряди для створення зображення. Вони мають високу якість кольору і хороші кути огляду. Однак плазмові дисплеї стали менш популярними через розвиток LCD та OLED-технологій.

Проекційні дисплеї: це тип дисплеїв, який використовує проектування світла на екрані. Проекційні дисплеї можуть бути базовані на різних технологіях, таких як DLP (цифровий дзеркальний пристрій), LCD (рідкокристалічний пристрій) або лазерна проекція.

Електронні папери: це тип дисплеїв, які імітують текст або зображення, як на звичайному папері. Вони зазвичай використовуються в електронних книгах та інших пристроях для читання.

Для виводу інформації о виміряних даних обираємо LCD дисплей. Для звукової сигналізації бузер, для сигналізації роботи пристрою світло діод.

3.5.Обґрунтування датчика напруги

Є кілька типів датчиків для вимірювання напруги. Ось деякі з них:

Делітель напруги: Це простий метод вимірювання напруги з використанням резистора дільника напруги. Він складається з двох резисторів, підключених послідовно до джерела напруги. Вимірювання виробляється на точці між двома резисторами, а значення напруги розраховується на основі співвідношення опорів.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						27
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

Аналогові датчики напруги: Існують спеціальні аналогові датчики напруги, які забезпечують точне вимірювання напруги в заданому діапазоні. Вони мають аналоговий вихід, який пропорційний вхідному напруженню. Деякі з популярних аналогових датчиків напруги включають в себе датчики на основі операційних підсилювачів або спеціалізовані інтегральні схеми.

Цифрові датчики напруги: Існують також цифрові датчики напруги, які забезпечують цифровий вихід, кодуючий величину вимірюваного напруги. Ці датчики можуть бути інтерфейсними, такими як датчики з аналого-цифровим преобразователем (АЦП), або мікроконтроллерні модулі зі вбудованими функціями вимірювання напруги.

Вибір датчика напруги залежить від застосування і вимагається точності вимірювання. Отже, у нас потрібно вимірювати напруги в мережі, а це 220В та живлення датчика повинно бути таке як у всій платі, тобто 5В.

Тому пропонується обрати датчик напруги ZMPT101B.

3.6.Обґрунтування джерела живлення

Блок живлення (також відомий як блок живлення, джерело живлення або PSU - Power Supply Unit) - це пристрій, який перетворює електричну енергію з джерела живлення (зазвичай з мережі змінного струму або батареї) в стабільну напругу і струм, необхідні для живлення інших пристроїв .

Блок живлення відіграє важливу роль в електронних системах та пристроях, оскільки забезпечує енергію для роботи компонентів та підтримки їхньої стабільної роботи. Він забезпечує електричне живлення для різних компонентів, таких як комп'ютерні системи, електронні пристрої, освітлення.

При виборі джерела живлення для пристроїв повинні бути враховані кілька факторів. Ось деякі важливі кроки для вибору відповідного джерела живлення:

1) Напруга: Визначите потрібне живлення для вашого пристрою. Перевірте специфікації або керівництво по використанню, щоб дізнатися, яка

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						28
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

напруга потрібна для нормальної роботи пристрою. Переконайтеся, що обраний джерело живлення може забезпечити необхідну напругу.

2) Ток: Оцініть максимальний ток, потрібний вашим пристроєм. Переконайтеся, що обраний джерело живлення може забезпечити достатню потужність для пристрою. Рекомендується вибирати джерело живлення з запасом по потужності, щоб участвовати можливі піки потреблення току.

3) Тип джерела живлення: Доступні різні типи джерел живлення, включаючи батарейні блоки, адаптери змінного струму, безперебійні джерела живлення (БДЖ) та інші. Учитуйте вимоги вашого пристрою та умови експлуатації. Наприклад, якщо ваш пристрій портативний, батарейний блок може бути оптимальним вибором.

4) Електрична безпека: переконайтеся, що обраний джерело живлення відповідає стандартам безпеки, таким як сертифікація UL (Underwriters Laboratories) або іншим відповідним місцевим стандартам. Це важливо для забезпечення безпеки та захисту ваших пристроїв і користувачів.

5) Додаткові функції: іноді можуть бути необхідні додаткові функції, такі як фільтрація шуму, стабілізація напруги або захист від перевантаження. Учитуйте такі вимоги при виборі джерела живлення.

6) Сумісність: Переконайтеся, що вибраний джерело живлення сумісний з вашим пристроєм. Перевірте відповідні роз'єми, наприклад, тип роз'єму (наприклад, USB, DC-штекер і т. д.) і полярність.

7) Бюджет: врахуйте свій бюджет при виборі джерела живлення. Існує широкий спектр цін на джерела живлення, і вибір повинен бути в межах вашого фінансового плану.

Отже, прорахуємо та виберо джерело живлення після опису технічних характеристик всіх складових елементів системи.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						29
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

3.7. Структурна схема

На базі всіх вибраних компонентів створюємо структурну схему мікропроцесорної системи.

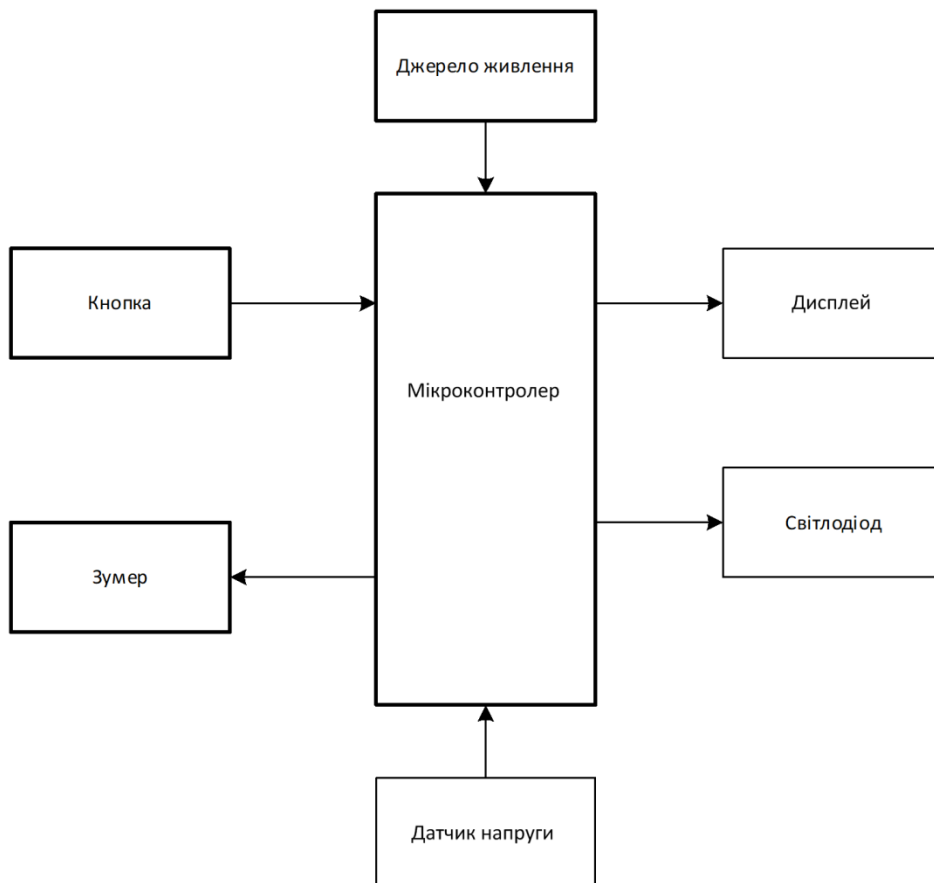


Рис. 3.3. Структурна схема системи

Блоками структурної схеми було обрано:

- Джерело живлення;
- Мікроконтролер;
- LED дисплей;
- Зумер;
- Датчик напруги;
- Світлодіод;
- Кнопка.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Вибір мікроконтролеру

АТmega328Р – це мікроконтролер, який є одним із найбільш популярних і широко використовуваних мікроконтролерів у сімействі AVR від Microchip Technology (раніше Atmel). Він є наступником АТmega328 і має безліч застосувань у різних проектах.

Зовнішній вигляд плати на рисунку 4.1.

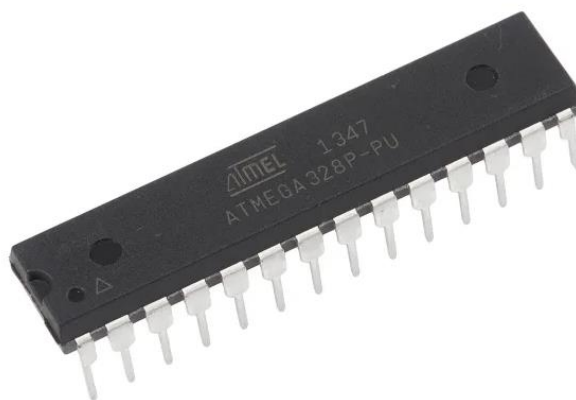


Рис. 4. 1 АТmega328Р

Розташування виводів АТmega328Р представлена на рис.4.2.

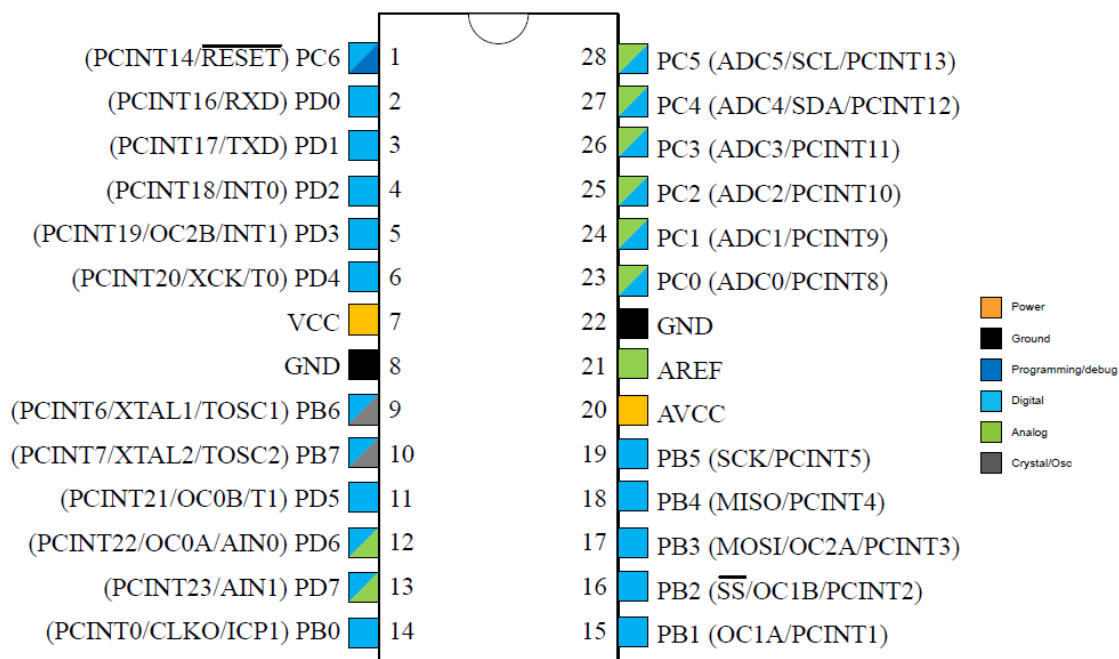


Рис.4.2. .Розташування АТmega328Р

Ось деякі основні характеристики ATmega328P:

1. Архітектура: ATmega328P заснований на 8-бітному AVR RISC ядрі. Він має вбудовану флеш-пам'ять для програмного коду, енергонезалежну EEPROM для зберігання даних та статичну оперативну пам'ять (SRAM) для тимчасового зберігання змінних.

2. Максимальна робоча частота мікроконтролера становить 20 МГц.

3. Пам'ять: ATmega328P зазвичай поставляється з 32 Кб внутрішньої флеш-пам'яті, 1 Кб EEPROM та 2 Кб SRAM.

4. Введення-виведення: Він має різні порти введення-виведення, включаючи цифрові та аналогові входи та виходи. Також доступні вбудовані периферійні пристрої, такі як таймери/лічильники, порівняння ШІМ, UART (серійний порт), SPI (послідовний периферійний інтерфейс) та I2C (шина даних).

5. Напруга живлення: Зазвичай ATmega328P працює від напруги живлення 1.8 В до 5.5 В.

6. Програмування: Мікроконтролер може бути програмований за допомогою стандартного програматора, такого як USBasp або Arduino ISP, а також може працювати з Arduino IDE для розробки та завантаження програмного коду. [11]

4.2.Вибір індикації

Для виводу напруги використовується дисплей LED 1602 рис.4.3.

LED 1602 дисплей (або 16x2 LED дисплей) - це тип дисплея, який використовує дві строчки по 16 символів у кожній строчці для відображення текстової інформації. Шкірний символ складається з 5x8 точок (LED-елементів), що відображаються у вигляді літер, цифр, символів або графіки.

LED 1602 дисплей має свою власну електроніку для управління відображенням та зв'язується з мікроконтролером або іншими пристроями за допомогою спеціального інтерфейсу, такого як I2C або паралельний.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		32

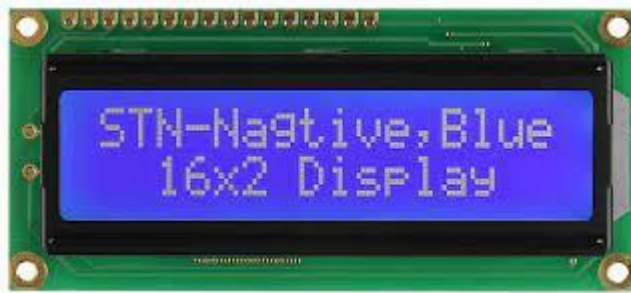


Рис. 4.3. LED дисплей 1602

Цей тип дисплея широко використовують у різних електронних проектах, особливо у галузі мікроконтролерних систем і розробки на Arduino. Він може бути використаний для відображення текстової інформації, значень сенсорів, стану системи та іншої важливої інформації.

LED 1602 дисплеї легкі у використанні, компактні та досить доступні з точки зору вартості. Вони забезпечують чітке та яскраве відображення, що робить їх популярними у багатьох електронних проектах.

Технічні характеристики:

- Контролер: КБ1013ВГ6;
- Підсвічування: Біле;
- Тип скла: STN Negative Blue;
- Дозвіл: 16x2;
- U_{пит.}: 5В;
- Розмір індикатора, мм: 84x44x13.0;
- Видима область, мм: 62x19;
- Символ мм: 2.95x5.55;
- Робоча температура: -20 +70 С;
- Температури зберігання: -30+80. [12]

Для відображення включення системи та виявлення електричного дрота використовується червоний світлодіод.

Світлодіод 10 мм червоний - це невеликий однобарвний ультраяскравий світлодіод червоного кольору свічення з непрозорою лінзою. RGB-світлодіоди застосовуються для індикації режимів роботи приладів, підсвічування РКІ

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		33

індикаторів та кнопок. Використовуються в іграшках та складній розважальній техніці.



Рис.4.4. Червоний LED світлодіод

Характеристики:

- Колір червоний;
- Робоча напруга (V): 3.2-3.4;
- Струм (mA): 20;
- Кут огляду: 30;
- Сила світла (MCD): 14,000 – 16,000;
- Діаметр: 10 мм;
- Довжина: 13,7 мм.[13]

В випадку виявлення електричного дрота в стіні застосовується також і звукова сигналізація. Для цього використовуємо зумер рис.4.5.



Рис 4.5. Зумер AC1407

Активний п'єзодинамік (іноді також називають активний п'єзоелемент або активний звуковий засіб) - це пристрій, який використовує п'єзоелектричний ефект для генерації звуку. Він складається з п'єзоелектричного елемента (зазвичай керамічного диска або п'єзокристала) та вбудованого підсилювача звуку.

При подачі електричного сигналу на п'єзодинамік п'єзоелектричний елемент зміщується механічно, що створює коливання або вібрації. Ці коливання відтворюються в звукові хвилі, які можуть бути сприйняті людиною. П'єзодинаміки зазвичай мають широкий діапазон частот, від низьких до високих, і можуть бути використані для відтворення різних типів звуків.

Активний п'єзодинамік відрізняється від пасивного п'єзоелементу тим, що має вбудований підсилювач звуку. Це означає, що для його роботи потрібно лише подати аудіосигнал на вхід підсилювача, і він самостійно підсилить сигнал і згенерує відповідний звук.

Активні п'єзодинаміки широко використовують у різних пристроях та системах, таких як електроніка споживчого призначення (наприклад, будильники, сигналізаційні пристрої), комунікаційні пристрої, медична техніка, автомобільна промисловість, електронні іграшки та багато іншого. Вони відомі своєю надійністю, ефективністю та простотою використання.[13]

4.3. Вибір кнопки

Для включення та виключення мікропроцесорної системи потрібно використати кнопку.

Кнопка тактова 12x12x4.3mm без фіксації – комутують ланцюги сигналізації, живлення та управління з номінальною напругою змінного струму 12 В, силою струму до 50 мА та потужністю, що комутується, до 0,5 Вт. Кнопки виконують функцію замикання ланцюга без фіксації положення комутації. Згідно з контактною групою складається з замикаючого контакту.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		35



Рис. 4.6. Тактова кнопка

Характеристики:

- Розміри корпусу 12 x 12 мм;
- Висота кнопки (вимірюється від рівня плати) 4,3 мм;
- Алгоритм роботи OFF - (ON);
- Кількість фіксованих положень 1;
- Матеріал контактів мідь;
- Максимальна напруга 12 В;
- Робочий максимальний струм 50 мА;
- Максимальне живлення 250 В змінного струму до 1 хв;
- Опір ізолятора 100 Мом;
- Опір контактів 0,1 Ом;
- Робоча температура -25...+70°C;
- Колір чорний клавiшi;
- Висновки прямі [14]

4.4.Вибір датчика визначення напруги

Для визначення напругив стiнi використовуємо датчик напруги ZMPT101В рис.4.7 та розташування виводiв представлена на рис.4.8.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						36
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

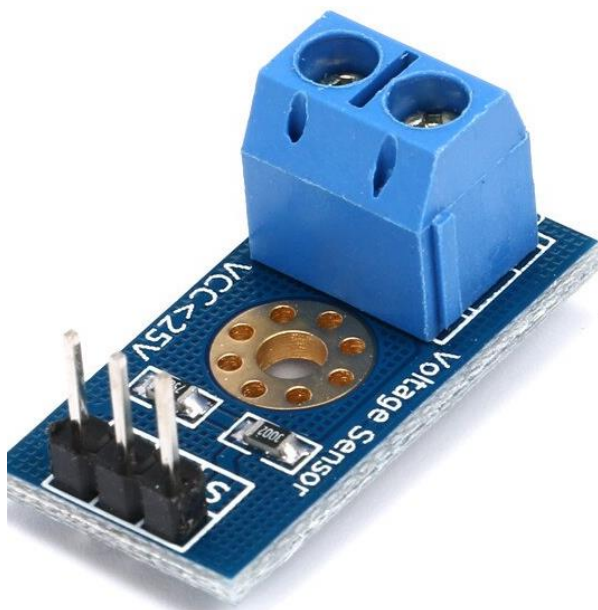


Рис.4.7. Датчик напруги ZMPT101B



4.8.Разпіновка датчика напруги ZMPT101B

За допомогою датчика ZMPT101B можна виміряти змінну напругу в побутовій мережі 220 В і безпечно передавати показання на вході будь-якого мікроконтролера з вбудованим АЦП. Arduino модуль вимірювання напруги, заснований на маломощному трансформаторі. За рахунок якого показання не виражаються і повністю повторюють форму сигналу на вихід сенсора. Датчик безпечний, так як має гальванічну розв'язку від високовольтного входу. Для калібрування показань вимірюваної напруги, на модулі є підстроєчний резистор, за допомогою якого можна досить точно побудувати показання. Учитываемая стоимость датчика, на сегодняшний день аналогов ему немає.

Технічні характеристики:

- Вимірюване напруга: 0 - 1000 В;
- Напруження ізоляції: 4000 В;
- Ток обмоток: 2 мА;
- Напряжение питания: 4 .. 12 В;
- Індикація живлення: світлодіод;
- Допустима похибка $-0,3\% \leq f \leq +0,2\%$ (вхід 2 мА, резистор вибірки 100 Ом);
- Точність вимірювання до 1000В складає 1В;
- Робоча температура: -40 .. +70°C;
- Розміри платів: 49,5 x 19,4 мм.[15]

4.5. Вибір джерела живлення

В якості джерела живлення необхідно застосувати акумулятор. Для вибору акумулятора необхідно врахувати робочі напруги всіх складових елементів, табл.4.2.

Таблиця 4.2

Робоча напруга складових схеми системи

Назва компоненту	Живлення
Atmega328P	3-5 В
Дисплей LCD	5В
Світлодіод led	5В
Зумер АС1407	5В
Кнопка	3,5-12В
Датчик напруги zmp101b	5В

Враховуючи те, що всі складові елементи мають напругу 5В та будуть живитися від Atmega328P, що має вихідну напругу до 5В. На вхід Vin Atmega328P можна подавати напругу до 12В, тому застосовуємо

акумулятор в вигляді батарейки крона на 9В. Застосуємо батарейку крона VIDEX CR-9V 6F22 9В рис.4.9.



Рис.4.9. Крона VIDEX CR-9V 6F22 9В

Технічні характеристики

- Виробник: VIDEX;
- Номінальна напруга: 9 В;
- Цей тип батарей також може називатися: 6F22, PP3, E-Block, 9V Brick Battery, AM6, 1604A, MN1604, Корунд, 522, 6AM6, CR-9V, ER9V.[16]

4.6. Побудова електрично принципової схеми

Враховуючи складові системи та побудовану структурну схему, побудуємо електрично принципову схему рис.4.10.

Мікропроцесорна система працює в двох режимах:

1. Режим металшукача;
2. Режим детектора прихованої проводки.

Сигнал поступає на антену. В випадку наявності на об'єкті напруги, мікроконтролер переключає систему в режим детектора прихованої проводки. Рівень сигналу відображається на LED дисплеї, шкала в індикатора заповняється в залежності від відстані до знайденого об'єкту.

В випадку, якщо на знайденому об'єкті немає напруги, то мікроконтролер переключає систему в режим метало шукача. Світлодіод буде одним із сигналізаторів сигналу. Частота мерехтіння залежить від рівня сигналу.

Зумер сигналізує про наявність сигналу, який поступає на антену в обох режимах.

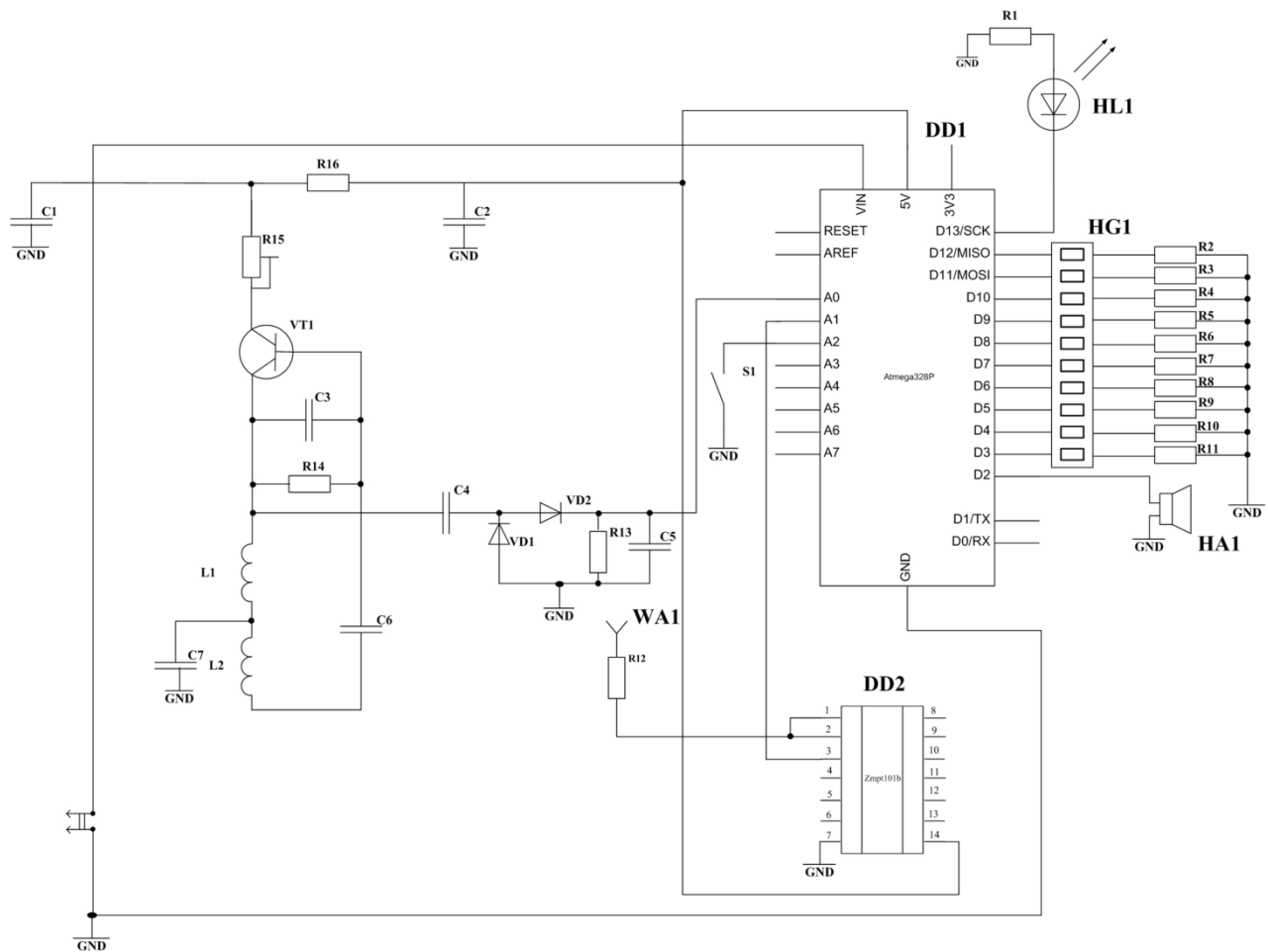


Рис. 410. Принципова схема

Перелік елементів принципової схеми:

- DD1 – мікроконтролер Atmega328P;
- DD2 – датчик напруги zmpt101b;
- S1 – тактова кнопка;
- HG1 – LCD дисплей 1602;
- HA1 – зумер AC1407;

- HL1– червоний smd світлодіод;
- VD1-VD2 – 1N4148;
- VT1 – 2N4403;
- WA1 – антена.

4.7. Розрахунок похибок визначення напруги

Проведено десять повторних тепловізійним інфрачервоним датчиком ZMPT101B, діапазон напруги виміру згідно технічних характеристик до 4000В, робочий діапазон 0~1000В.

Було отримано наступну вибірку:

$U = (220,05; 220,93; 220,95; 220,06; 220,07; 220,06; 220,06; 220,95; 220,96; 220,96) \text{ } ^\circ\text{C}$

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне T за (4.1):

$$\bar{U} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} U_i \cong 220,515\text{В} \quad (4.1)$$

2)похибки повторних вимірювань ΔU_i та ΔU_i^2 (4.2):

$$\Delta U = |\bar{U} - U_i| \text{ та } \Delta U_i^2 = (\bar{U} - U_i)^2, \quad (4.2)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

№ з. п.	U, В	ΔU_i , В	ΔU_i^2 , В ²
1	220,15	0,365	0,133225
2	220,23	0,285	0,081225
3	220,25	0,265	0,070225
4	220,96	0,445	0,198025
5	220,47	0,045	0,002025
6	220,36	0,155	0,024025
7	220,56	0,045	0,002025
8	220,95	0,435	0,189225
9	220,56	0,045	0,002025
10	220,66	0,145	0,021025
сер	220,515	0,223	0,072305

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (4.1). За даними табл. 4.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (4.2) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{U} - U_i)^2} \approx 0,008B$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B U = 2,26 * 0,088 = 0,18 B$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.)

1) похибку приладу за (4.3):

$$\Delta_{\text{пр}} U = \frac{1}{3000} t_p k U_{\text{гр}} \quad (4.3)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $U_{\text{гр}} = 1000B$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} U = \frac{1}{3000} 2,0 * 1000 * 1 \approx 0,66 B;$$

2) похибку заокруглення за (4.4):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (4.4)$$

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

$$\Delta T_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 B;$$

3) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{пр}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0,18^2 + 0,66^2 + 0,02^2} \approx \quad (4.5)$$

$$\approx 0,68 B$$

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						42
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Розробка алгоритму

Алгоритм програми – кінцева сукупність точно заданих правил розв'язання деякого класу завдань або набір інструкцій, що описують порядок дій виконавця для вирішення певного завдання. Для візуалізації алгоритмів часто використовують блок–схеми. (рис. 5.1).

Опишемо розроблений алгоритм:

1. Блок – початок роботи програми;
2. Блок – зчитується сигнал з антени;
3. Блок – перевірка на наявність об'єкта, якщо об'єкт знайдено виконується «4 Блок», якщо ні знову «2 Блок» ;
4. Блок – перевірка наявності струму на об'єкті, якщо струм є виконується «8 Блок», якщо ні виконується «5 Блок» ;
5. Блок – виконується зчитування сигналу з антени;
6. Блок – розрахунок відстані від антени до об'єкта;
7. Блок – індикація світлодіода в режимі метало детектора;
8. Блок – виконується зчитування сигналу з антени;
9. Блок – розрахунок відстані від антени до об'єкта;
10. Блок – індикація 10–сегментного LED індикатора в режимі сканера прихованої проводки;
11. Блок – звукова індикація зумера на знайдений об'єкт ;
12. Блок – зчитується сигнал з антени;
13. Блок – перевірка на наявність об'єкта, якщо об'єкт знайдено виконується «4 Блок», якщо ні знову «14 Блок»;
14. Блок – кінець роботи програми.

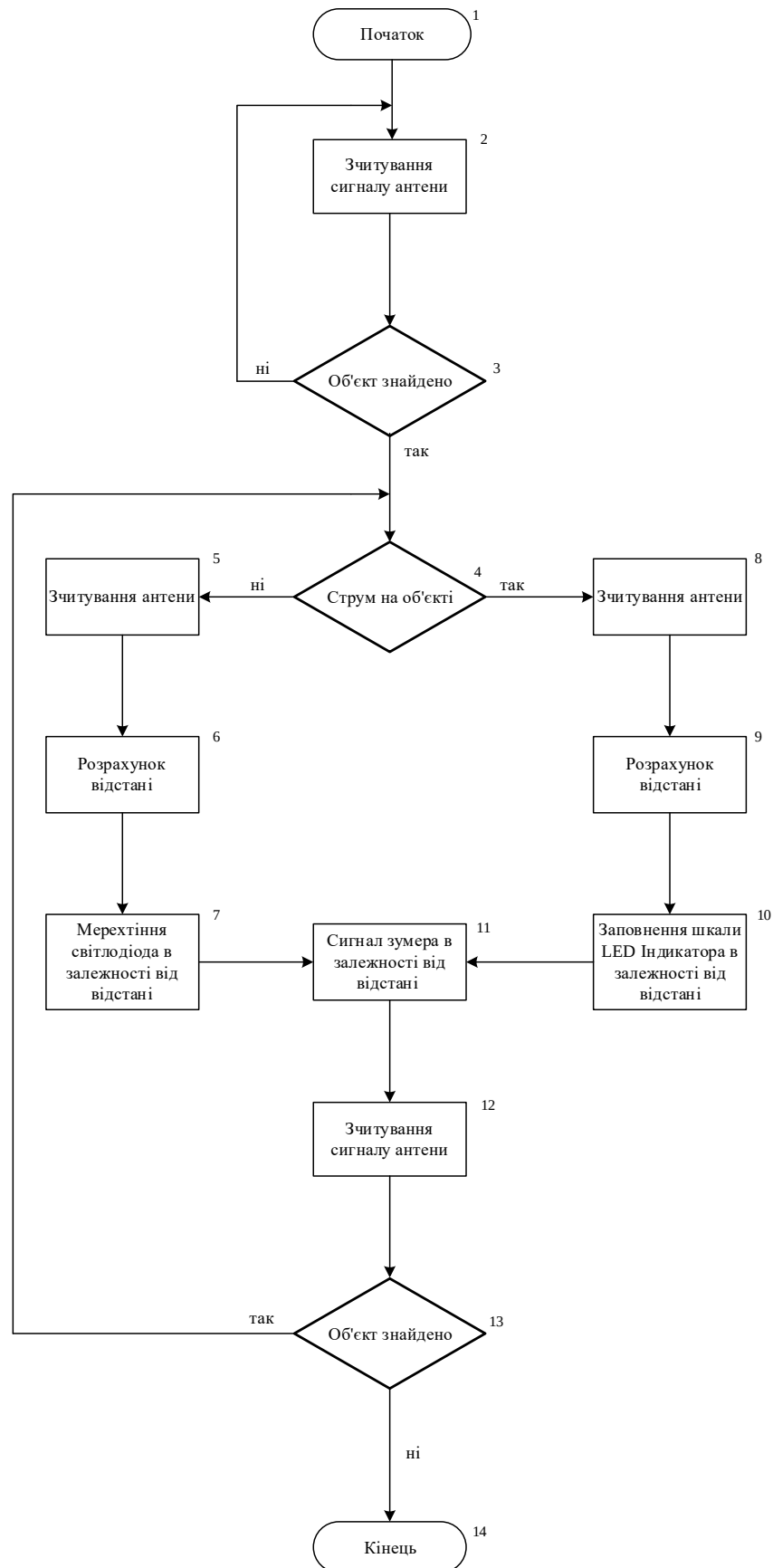


Рис. 5.1 Алгоритм роботи системи

5.2. Розробка програми

Мікроконтролер Atmega328, який використовується на платформі Arduino Uno, можна програмувати за допомогою мови програмування C/C++. Це основна мова програмування для Arduino та багатьох інших мікроконтролерів.

Мова програмування C/C++ має широкий спектр функцій та бібліотек, що дозволяє розробляти різноманітні проекти для мікроконтролерів. Arduino IDE (Integrated Development Environment) надає зручний інтерфейс для написання, компіляції та завантаження програми на мікроконтролер Atmega328.

За допомогою Arduino IDE і мови програмування C/C++ ви можете контролювати піни, зчитувати датчики, керувати актуаторами та реалізовувати різноманітні функції залежно від вашого проекту.

різні мови C/C++, ви також можете використовувати мови програмування, такі як Python або Java, для взаємодії з мікроконтролером Atmega328 за допомогою додаткових бібліотек та інтерфейсів, однак основною та рекомендованою мовою для програмування Atmega328 є C/C++.

Було обрано саме розповсюджене середовище Arduino IDE (рис.5.2), в якому програмування відбувається на мові C++.

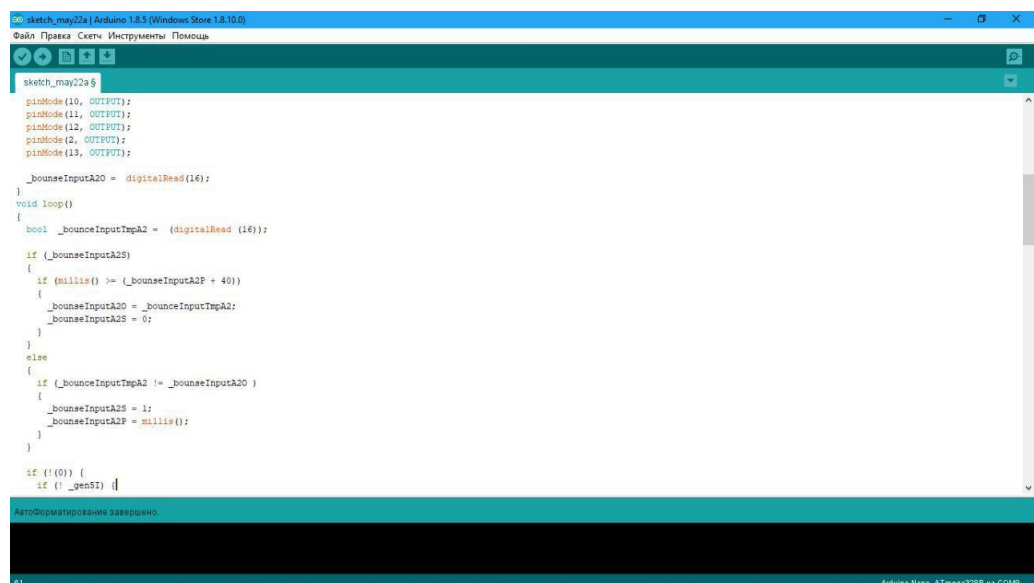


Рис. 5.2. Вікно програми Arduino IDE

При розробці програми були застосовані наступні функції:

Оператор `if()` слугує для того, щоб виконати будь-яку операцію в тому випадку, коли умова є вірною. Умовна конструкція в `C++` завжди записується в круглих дужках після оператора `if`.

У середині фігурних дужок вказується тіло умови. Якщо умова виконається, то почнеться виконання всіх команд, які знаходяться між фігурними дужками.

```
if (_bounceInputA2S)
{
    if (millis() >= (_bounceInputA2P + 40))
        {_bounceInputA2O= _bounceInputTmpA2; _bounceInputA2S=0;}
    }
else
{
    if (_bounceInputTmpA2 != _bounceInputA2O )
        {_bounceInputA2S=1; _bounceInputA2P = millis();}
    }
}
```

Кожному оператору `if()` відповідає тільки один оператор `else()`. Сукупність цих операторів – `else()` та `if()` означає, що якщо не виповнилося попереднє умова, то перевірити дане. Якщо жодна з умов не вірно, то виконується тіло оператора `else()`.

Якщо після оператора `if()`, `else()` або їх зв'язки `else()` `if()` повинна виконуватися тільки одна команда, то фігурні дужки можна не ставити.

Для зчитування та подачі сигналу на цифровий контакт використовуються функції `digitalWrite()` та `digitalRead()`.

Функція зчитує значення з заданого входу – HIGH (логічна одиниця) або LOW (логічний нуль). Функція має синтаксис:

`digitalRead(pin)`, де `pin` – це номер входу або виходу, який буде розраховуватись

```
pinMode(13, OUTPUT);
_bounceInputA2O = digitalRead(16);
}
void loop()
{
    bool _bounceInputTmpA2 = (digitalRead (16));
```

Якщо вхід не підключений, то `digitalRead()` може повертати значення HIGH або LOW випадковим чином.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		46

Функція подає HIGH або LOW значення на цифровий вхід / вихід (pin).

Якщо вхід / вихід (pin) був встановлений в режим вихід (OUTPUT) функцією pinMode (), то для значення HIGH напруга на відповідному вхід / вихід (pin) буде 5В (3.3В для 3.3V плат), і 0В (земля) для LOW.

Якщо вхід / вихід (pin) був встановлений в режим вхід (INPUT), то функція digitalWrite зі значенням HIGH буде активувати внутрішній 20К навантажувальний резистор. Подача LOW в свою чергу відключає цей резистор. Навантажувального резистора досить щоб світлодіод, підключений до входу, світив тьмяно. Якщо раптом світлодіод працює, але дуже тьмяно, можливо необхідно встановити режим вихід (OUTPUT) функцією pinMode ().

Синтаксис функції digitalWrite():

digitalWrite(pin, value), де pin - це номер входу/виходу (pin), а value: значення HIGH або LOW.

```
{  
  
pinMode(16, INPUT);  
digitalWrite(16, HIGH);  
pinMode(3, OUTPUT);  
pinMode(4, OUTPUT);  
digitalWrite(8, (_gtv1) > (500));  
digitalWrite(3, (_gtv1) > (50));  
digitalWrite(9, (_gtv1) > (600));  
digitalWrite(4, (_gtv1) > (100));  
digitalWrite(10, (_gtv1) > (700));  
digitalWrite(5, (_gtv1) > (200));  
digitalWrite(11, (_gtv1) > (850));  
digitalWrite(6, (_gtv1) > (300));  
digitalWrite(7, (_gtv1) > (400));  
digitalWrite(12, (_gtv1) > (1000));
```

Розроблена програма представлена в Додатку А.

6. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ

Одним із найважливіших показників якості складних технічних систем, які виконують важливі та відповідальні функції в житті сучасного цивілізованого суспільства, є надійність, без якої використання таких систем втрачає сенс. Тому фахівці – проектанти, виробники та експлуатаційники технічних систем різноманітного призначення повинні знати основи теорії надійності, методи її оцінки та способи технічної реалізації. Оволодіння цими знаннями потребує розуміння фізичних причин відмов елементів складних систем, визначення математичних закономірностей, яким підпорядковані відмови, на підставі обробки статистичних даних, а також розроблення методів прогнозування кількісної оцінки показників надійності складних систем. Технічний прогрес характеризується появою нових матеріалів, нових технологій, нової елементної бази технічних систем, що, з одного боку, спричиняє появу нових видів відмов, а з іншого – стимулює розроблення нових моделей та методів забезпечення необхідного рівня надійності, враховуючи можливості сучасної елементної бази. Зважаючи на це, спеціалісти, які займаються питаннями надійності, повинні постійно поповнювати знання з теорії і практики надійності технічних систем.

Інша особливість теорії надійності полягає в тому, що термін «надійність», як властивість об'єкта зберігати в часі значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування [17], свідчить про те, що надійність є складною фізичною характеристикою технічного об'єкта і тому її неможливо охарактеризувати лише одним узагальненим показником. Кожну конкретну систему потрібно характеризувати сукупністю показників, які уможливають повну кількісну оцінку надійності системи. Вибір показників в кожному конкретному випадку визначається характером системи, її призначенням, умовами експлуатації,

	технічним обслуговуванням.	МММТ 480.002.002 - ПЗ			Лист
					48
Зм	Дрк	№ докум	Підпи	Дат	

Основні показники надійності системи: безвідмовність, довговічність, збережуваність, ремнтнопридатність.

Безвідмовність – властивість об’єкта безперервно зберігати працездатність протягом певного проміжку часу.

Довговічність – властивість об’єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при існуючій системі технічного обслуговування.

Ремонтнопридатність – пристосування виробу до попередження і виявлення причин виникнення його відмов, поломок і їх усунення шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість – властивість виробу бути справним і працездатним під час зберігання, транспортування і після них.

Використовуються поняття, які характеризують властивості об’єкта (схеми) – це: справний і несправний, працездатний і непрацездатний.

Справний стан – це стан, при якому виріб відповідає всім вимогам, що встановлені нормативно-технічною документацією.

Несправний – стан, коли виріб не відповідає хоча б одній із вимог.

Працездатний і непрацездатний стан характеризується здатністю і нездатністю виробу виконувати задані функції з збереженням значень, параметрів відповідно до нормативно-технічної документації.

Граничний стан – такий, при якому наступна експлуатація повинна бути припинена через неможливість ліквідувати порушення вимог правил техніки безпеки, відхилення параметрів від норми, а також через необхідність проведення капітального ремонту.

Пошкодження – явище, яке полягає в порушенні справності виробу під дією зовнішніх факторів, які перевищують норми, встановлені в нормативно-технічній документації.

До кількісних показників надійності відносяться: ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, середній термін служби, середній термін зберігання.

Ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ – ймовірність того, що в заданому інтервалі часу при заданих режимах і умовах роботи не виникне відмова виробу в роботі:

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

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

Склад виробу – мікропроцесорна система контролю електрмережі.

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

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

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

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

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

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі 6.2:

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_1 \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_1 \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						50
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

також співвідношення видів відмовлень.

Величини значень визначилися по довідковим даним, з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

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

$$\lambda = 68.4911 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі:

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

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год)

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

Таблиця 6.1. Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,9830	0,9663	0,9499	0,9338	0,8720	0,7100	0,5781	0,5041

На графіку, приведеному на рисунку 5.1 приведена залежність надійності $P(t)$.

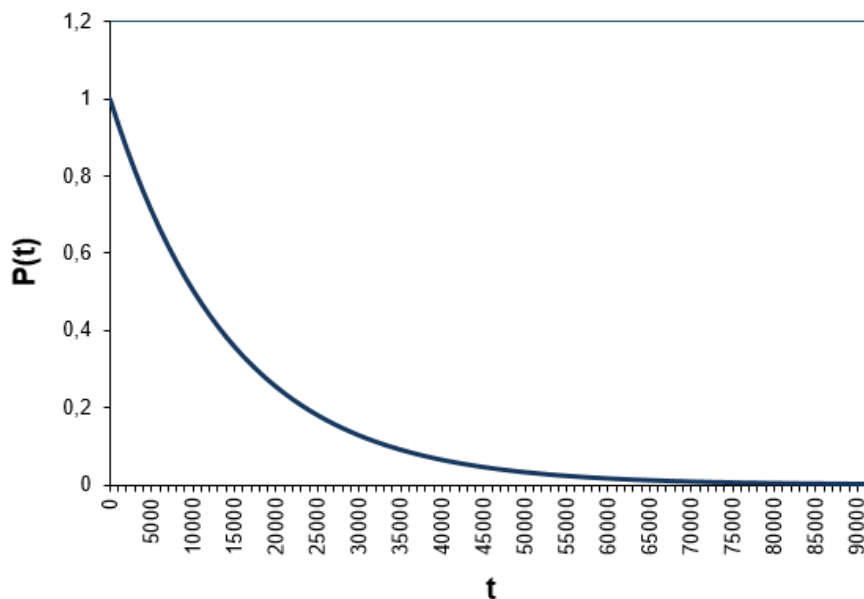


Рис. 6.1 Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Таблиця 6.2 Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Резистори				a_1	a_2	a_4		
	550Ом; 0,125Вт	10	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,1344
	1кОм; 0,125Вт	1	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,0134
	5кОм; 0,125Вт	1	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,0134
	10кОм; 0,125Вт	1	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,0134
	470кОм; 0,125Вт	1	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,0134
	1Ом; 0,25Вт	2	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,02688
2	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Atmega 328p	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	Zmpt101b			$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7	1	0,9	0,3969
3	Діод			$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	a_1	a_2	a_4	a_5	
	1N4148	2	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	0,273
4	Конденсатори				a_1	a_2	a_4		
	1М	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,9	1,2		0,2268
	100п	2	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,9	1,2		0,4536
	10п	2	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,9	1,2		0,4536
	0.68 мкф	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,9	1,2		0,2268
5	Катушка				a_1	a_2	a_4		
	200 об	1	0,4	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,6	0,8		0,4032
6	Транзистор				a_1	a_2	a_4		
	2N4403	1	0,22	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8	1		0,3696
7	Зумер				a_1	a_2	a_4		
	П'єзокерамічний	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,4	0,9		0,2268
8	Світлодіод				a_1	a_2	a_4		
	Червоний	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	1	1,3		0,273
9	Індикатор				a_1	a_2	a_4		
	10-сегм LED	1	0,7	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	1	1,4		2,058
10	Кнопка				a_1	a_2	a_4		
	Тактова	1	0,2	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7	1		0,294
11	Пайки	85	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,01785
12	Акумулятор 9В	1	30		2,1				63
12	Разом								68,4911

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

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

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (68.4911 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14\,600 \text{ год.}$$

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1.Охорона праці

Охорона праці - це комплекс заходів і правил, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Основна мета охорони праці у запобіганні нещасним випадкам, професійним захворюванням, а також у забезпеченні комфортних і безпечних умов праці.

Нижче наведені деякі ключові аспекти охорони праці:

1) Оцінка ризиків: Важливим етапом в охороні праці є оцінка ризиків на робочому місці. Це включає ідентифікацію потенційних небезпек, оцінку їх ймовірності та наслідків, а також розробку стратегій їх запобігання або зменшення.

2) Заходи безпеки: важливо встановити заходи безпеки на робочому місці, такі як використання захисного порядку, правила експлуатації обладнання, дотримання правил пожежної безпеки, організацію перерв для відпочинку тощо.

3) Навчання та підготовка: Працівники повинні отримувати необхідне навчання та підготовку з питань безпеки та охорони праці. Сюди входять інструкції з безпеки, навчання з правильного використання обладнання, профільні професійні захворювання та інші необхідні знання.

4) Медичний контроль: Деякі робочі умови можуть вимагати медичного контролю, наприклад, коротких медичних оглядів або досліджень для виявлення наявних проблем зі здоров'ям, пов'язаних з роботою.

5) Внутрішній контроль та аудит: Підприємства повинні проводити внутрішні контрольні перевірки аудиту для переконання у виконанні вимог охорони праці та виявлення можливих проблем.[19]

7.2.Охорона праці при проведенні електричних вимірювань та випробувань

1. Загальні вимоги охорони праці

1.1. Під об'єктом випробування (вимірювання) слід розуміти один або кілька однотипних об'єктів, які долають (вимірюваних) одночасно одним і тим же самим випробуванням (вимірюванням).

1.2. Під випробуваннями (вимірами) обладнання слід розуміти випробування (вимірювання) дії електроустановок, які знаходяться в експлуатації, а також випробування (вимірювання), які спостерігаються при монтажі або ремонті обладнання.

1.3. До проведення та випробування електрообладнання допуску, пройшов спеціальну підготовку і перевірку знань Правил охорони праці (правил безпеки) при експлуатації електроустановок (далі - Правил) комісією персоналу, у відповідності до якого включаються фахівці з випробувального обладнання, які мають V групу - в електроустановках напругою понад 1000 в і IV групі - в електроустановках напругою до 1000 В.

1.4. До проведення вимірювань та випробувань електрообладнання допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли попередній медичний огляд і не мають протипоказань до виконання робочої роботи.

1.5. Працівник при прийомі на роботу проходить вступний інструкцій. Перед допуском до самостійної роботи працівник повинен пройти:

- Навчання за програмами підготовки до професії;
- Первинний інструкцій на робочому місці;
- Перевірку знань інструкцій: з охорони праці, з надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві, з пожежної безпеки, щодо застосування засобів захисту, менше для безпечного виконання робіт.

.6. Для виробничого навчання працівнику має бути наданий термін, достатній для ознайомлення з обладнанням, апаратурою, оперативними схемами та одночасного вивчення необхідної для даної посади нормативної та

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		54

технічної літератури.

1.7. До роботи з електровимірювальними приладами повинні допускатися працівники, які пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил та інструкцій відповідно до зайнятої посади щодо виконання роботи з присвоєнням відповідної групи з електробезпеки і не мають медичних протипоказань.

1.8. Працівників, які суміщають професії, навчають та інструктують за правилами безпеки праці в повному обсязі з їх основною та сумісництвом професій (посад).

1.9. Допуск до самостійної роботи оформляється відповідним розпорядженням по структурному підрозділу підприємства.

1.10. Новоприйнятому працівникові видається кваліфікаційне посвідчення, в якому має бути зроблений відповідний запис про перевірку знань інструкцій і правил та про право на виконання спеціальних робіт.

1.11. Кваліфікаційне посвідчення для чергового персоналу під час виконання службових обов'язків може зберігатися у начальника зміни цього або при собі відповідно до місцевих умов.

1.12. Працівники, які не пройшли перевірку знань у встановлені терміни, до самостійної роботи не допускаються.

1.13. Працівник в процесі роботи зобов'язаний проходити:

- Повторні інструкції;
- Перевірку знань інструкцій з охорони праці та діючої інструкції за наданням першої допомоги потерпілим при нещасних випадках на виробництві один раз на рік;
- Медичний огляд один раз на рік;
- Перевірку знань Правила для працівників, які мають право на підготовку робочого місця, допуску, право бути виконавцем робіт, відвідувачами або членом бригади, один раз на рік.

1.14. Працівники, які отримали незадовільну оцінку при кваліфікаційній оцінці, до самостійної роботи не допускаються і не пізніше одного місяця

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		55

повинні пройти повторну перевірку.

1.15. При порушенні Правил охорони праці в залежності від характеру порушення позапланового інструктажу або позачергової перевірки знань.

1.16. Право на проведення вимірювань та випробувань підтверджується записом у рядку «Свідectво на право проведення спеціальних робіт» за підтвердженням перевірки знань норм і правил роботи в електроустановках.

1.17. Виконавець робіт, зайнятих випробуваннями електрообладнання, а також працівники, які здійснюють випробування окремо з використанням стаціонарних випробувальних установ, повинні проходити місячне стажування під контролем досвідченого працівника.

1.18. Кожен працівник зобов'язаний:

- виконувати вимоги цієї Інструкції;
- Негайно порушити свого сімейного керівника, а при його багатьох - керівника вищого рівня про нещасний випадок, і про всі помічені ним порушення Інструкції, а також про несправність споруд, обладнання та захисних пристроїв;
- Тримати в чистоті і робоче місце порядку і обладнання;
- Забезпечувати на своєму робочому місці засоби захисту, інструменту, пристосувань, засобів пожежогасіння та документації по охороні праці.

1.19. При нещасному випадку працівник зобов'язаний надати першу допомогу потерпілому до прийняття медичного персоналу.

1.20. При нещасному випадку з самим працівником, залежно від тяжкості травми, він звертається за медичною допомогою за допомогою медпункту або сам собі надає першу допомогу (самопомога). Про кожний нещасний випадок або аварію потерпілий або очевидець зобов'язаний зараз сповістити свого іншого керівника.

1.21. Кожен працівник повинен знати, де перебувають аптечки і вміти нею користуватися.

1.22. Працівник, який бере участь у проведенні вимірювань і випробуваннях електрообладнання, повинен працювати в спеціалізації та

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		56

застосуванні засобів захисту, що виконуються відповідно до чинних галузевих норм.

1.23. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що містяться в зоні вимірювань і випробувань, а також Перелік нормативних правових актів, що регламентують допустимі значення цих факторів, наведені нижче.

1.24. Небезпечний і шкідливий вплив на людей електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів проявляється у вигляді електротравм та професійних захворювань.

1.25. Ступінь небезпечного і шкідливого впливу на людину електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів залежить від:

- Роду і величини напруги і струму;
- частоти електричного струму;
- Шляхи струму через тіло людини;
- Тривалість впливу електричного струму або електромагнітного поля на організм людини;
- Умов зовнішнього середовища.

1.26. Електробезпека повинна забезпечуватися:

- Конструкцією електроустановок, вимірювальних і випробувальних стендів (ІС), пристроїв, приладів;
- Технічними способами і захистом;
- Організаційними та технічними заходами.

1.27. У таких діях електроустановках слід виконати організаційні та технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт при випробуваннях і вимірюваннях:

- Призначення осіб, відповідальних для організації та безпеки виробництва робіт;
- Оформлення наряду або розпорядження на проведення робіт;
- Організація нагляду за проведенням робіт;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						57
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

– Оформлення завершення роботи, перерви в роботу, перекладів на інші види робіт, встановлення оптимального режиму праці та відпочинку.

1.28. Технічні способи і засоби захисту, що забезпечують електробезпеку, повинні встановлюватися з урахуванням:

– номінальної напруги, роду і частоти струму електроустановки та вимірювального (випробувального) напруги ІС, пристроїв, приладу;

– Способу електропостачання (від стаціонарної мережі, автономного джерела живлення електроенергією);

– Режиму нейтралі (середньої точки) джерела живлення електроенергією (ізолювана, заземлена нейтраль);

– Види виконання випробувальної установки (стаціонарні, пересувні, переносні);

– Умов зовнішнього середовища;

– можливість зняття напруги з струмоведучих частин, на яких або поблизу яких проводиться робота;

– характеристику можливого дотику працівника до елементів ланцюга струму;

– ймовірність наближення до струмоведучих частин, що знаходяться під чинним або вимірювальним та випробувальним напругою, на відстань, меншу за допустимого, або пропускання в зону розтікання струму;

– Видів робіт.

1.29. В електроустановках не допускається наближення людей, механізмів і вантажопідіймальних машин до неогороджених струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

1.30. Під час проведення електричних вимірювань та випробувань в умовах впливу електромагнітних полів час перебування персоналу на робочих місцях встановлюється в залежності від рівня напруженості електричних полів.

1.31. Допустима напруга неспотвореного електричного поля становить 5 кВ/м. При напруженості електричного поля на робочих місцях вище 5 кВ/м

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						58
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

(робота в зоні впливу електричного поля) необхідні засоби захисту.

1.32. Допустима напруженість (H) або індукція (B) магнітного поля для умов загального (на все тіло) і локального (на кінці) впливу в залежності від тривалості перебування в магнітному полі відповідно до наведених нижче даних.

1.33. Допустимими рівнями магнітного поля в зовнішніх інтервалах відбудеться інтерполяція.

1.34. При необхідності перебування персоналу в зонах з різною напруженістю магнітного поля загальний час виконання робіт у цих зонах не потрібно перевищувати гранично допустимий для зони з максимальною напруженістю.

1.35. Допустимий час перебування в магнітному полі може бути реалізовано одноразово або дрібно протягом робочого дня. При зміні режиму праці та відпочинку (змінна робота) гранично допустимий рівень магнітного поля не повинен перевищувати встановлений на 8-річний робочий день.

1.36. Контроль рівнів електричного і магнітного полів повинен проводитися при:

- Приймання в експлуатацію нових і розширених дій електроустановок;
- Обладнання приміщень для постійного або тимчасового перебування персоналу, що знаходиться поблизу електроустановок (тільки для магнітного поля);
- Спеціальна оцінка робочих місць за умовами праці.[20]

ВИСНОВКИ

При виконанні роботи було розроблена комп'ютеризована система для вимірювання параметрів та контролю стану електричної мережі у багатоповерховому будинку.

В дипломній роботі було проаналізовано існуючі рішення для контролю за станом електричної мережі будинку, розглянуто їх переваги та недоліки.

Система розроблена на мікроконтролері Atmega328P, має два режими роботи: режим металашукача та детектора електричної напруги.

В розробленій системі є можливість пошуку металевих об'єктів та об'єктів по яким протікає напруга, при цьому для відображення чутливості використовується червоний світлодіод. Для виявлення електричних дротів також є звукова сигналізація, яка спрацьовує при виявленні. Для відображення виміряної напруги застосовується LED дисплей.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
						60
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Види приладів виявлення електричної мережі[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://radio-shop.com.ua/uk/prylady-dlia-vymiriuvannia-potuzhnosti-elektrychnoho-strumu>.
2. Сигналізатора Е–121 “Дятел”[Електронний ресурс]. – Режим доступу: vitox.com.ua/ua/p891691423-detektor-dlya-poiska.html
3. Детектор MS–158 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kvazar-kz.com/product562.html>.
4. Детектор Bosch GSM 120[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pricerunner.com/pl/345-3285319/Power-Tools/Bosch-GMS-120-Professional-Compare-Prices>.
5. Детектор прихованої проводки TH210 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cityset.com.ua/th210>.
6. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.
7. Мікропроцесорні пристрої: навч. посібник для студентів зі спец-ті «Електроніка» / Т. О. Терещенко, В. А. Тодоренко, Л. М. Батрак, Ю. С. Ямненко. – К.: Кафедра, 2017. – 244 с.
8. Семисегментний індикатор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ruselectronic.com/sjemisjegmjentnyj-indikator.
9. Що таке бузер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zkan.com.ua/chomy/shho-take-buzer.html>.
10. Що таке тактові кнопки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blackchip.com.ua/ru/knopki-i-pereklyuchateli/knopki-taktovye>.
11. ATmega328P [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://microcontrollerslab.com/atmega328p-microcontroller-pinout-programming-features-datasheet>.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дат		61

12. LED дисплей [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino-kit.ua/product/display-lcd-1602-blue-screen>.

13. Червоний LED світлодіод [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.robostore.com.ua/svetodiod-10-mm-krasnyy>.

14. Зумер АС1407 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://3v3.com.ua/category_5851.html.

15. Тактока кнопка [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://blackchip.com.ua/ru/knopki-i-pereklyuchateli/taktovaya-12h12x4-3mm>.

16. Датчик змінної напруги ZMPT101B [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://duino.ua/datchik-peremennogo-napryazheniya-zmpt101b>.

17. Крона VIDEX CR-9V 6F22 9B [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/331707049/p331707049>.

18. Бобало, Ю. Я. Математичні моделі та методи аналізу надійності радіoeлектронних, електротехнічних та програмних систем: монографія [Текст] / Ю.Я. Бобало, Б. Ю. Волочій, О. Ю. Лозинський, Б. А. Мандзій, Л. Д. Озірковський, Д. В. Федасюк, С. В. Щербаковських, В. С. Яковина. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. -300 с.

19. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О.О. В. Пожарова. – Одеса, 2022. – 86 с

20. Інструкція з охорони праці при проведенні електричних вимірювань та випробувань[Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://instruktor.ucoz.net/publ/instrukcija_z_okhoroni_praci_pri_provedenni_elektrichnikh_vimirjuvan_ta_viprobuvan/1-1-0-1299.