

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Чорноморський національний університет**

**імені Петра Могили**

**Факультет комп'ютерних наук**

**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри,  
д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ І. М. Журавська

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.


КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**Блок автоматичного контролю стану  
електромережі для бензинового генератора**

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

123 – КБР.ПЗ.00 – 405.21910529

*Студент*

\_\_\_\_\_  Н. О. Усик

*підпис*

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

*Керівник старший викладач*

\_\_\_\_\_ І. С. Бурлаченко

*підпис*

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**Миколаїв – 2023**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**  
**Факультет комп'ютерних наук**  
**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ І. М. Журавська

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи**

Видано студенту групи 405 факультету комп'ютерних наук

\_\_\_\_\_ Усику Назарію Олекландровичу \_\_\_\_\_

*(прізвище, ім'я, по-батькові студента)*

1. Тема кваліфікаційної роботи: Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора

Затверджена наказом по ЧНУ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

3. Очікуваний результат роботи та початкові дані, якщо такі потрібні

Блок буде здатний контролювати різні параметри, такі як напруга, частота, струм та інші, забезпечуючи стабільну та безпечну роботу генератора в усіх умовах експлуатації.

4. Перелік питань, що підлягають розробці

1) виконати проектування принципів схем пристрою моніторингу параметрів генератора;

2) реалізувати апаратне вимірювання рівень палива;

3) реалізувати вимірювання генерації напруги та сили струму;

4) розробити програмний інтерфейс користувача для системи моніторингу генератора.

## 5. Перелік графічних матеріалів

- схема принципової будови блоку автоматичного контролю;
- логічна схема підключення блоку автоматичного контролю до бензинового генератора;
- діаграми що демонструють результати експериментів та вимірювань;
- структура та принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора.

## 6. Завдання до спеціальної частини

Роль блоку автоматичного контролю стану електромережі у запобіганні небезпечним ситуаціям.

## 7. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
А. О. Алексеєва, к.т.н., доцент	кафедра екології Медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили	Спеціальна частина з охорони праці


Керівник роботи

старший викладач Бурлаченко Іван Сергійович  
*(посада, прізвище, ім'я, по батькові)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Завдання прийнято до виконання

Усик Назарій Олександрови  
*(прізвище, ім'я, по батькові студента)*

  
\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

### виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи

Тема: Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1.	Розробка та затвердження завдання на виконання КР	20.12.2022	26.12.2022	Виконано
2.	Огляд літератури за темою роботи	15.01.2023	01.02.2023	Виконано
3.	Складання календарного плану КР	02.02.2023	03.02.2023	Виконано
4.	Аналіз предметної області	03.02.2023	09.02.2023	Виконано
5.	Розробка проектних рішень	10.02.2023	10.03.2023	Виконано
6.	Моделювання апаратної частини	11.03.2023	11.04.2023	Виконано
7.	Розробка програмного забезпечення та тестування	12.04.2023	12.05.2023	Виконано
8.	Написання розділу з охорони праці	13.05.2023	19.05.2023	Виконано
9.	Відгук керівника КР	19.05.2023	20.05.2023	Виконано
10.	Оформлення КР та презентації	20.05.2023	30.05.2023	Виконано
11.	Перший передзахист КР	30.05.2023	31.05.2023	Виконано
12.	Рецензування	31.05.2023	13.06.2023	Виконано
13.	Другий передзахист КР	13.06.2023	14.06.2023	Виконано
14.	Завершення оформлення КР та презентації	14.06.2023	29.06.2023	Виконано
15.	Захист кваліфікаційної роботи	29.06.2023	30.06.2023	Виконано

Розробив здобувач ВО Усик Назарій Олександрович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник роботи ст. викладач Бурлаченко Іван Сергійович \_\_\_\_\_

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **АНОТАЦІЯ**

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора»

Студент 405 гр.: Усик Назарій Олександрович

Керівник: старший викладач Бурлаченко І.С.

Ця робота присвячена розробці блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. Головною метою проєкту є створення пристрою, який забезпечить надійний та ефективний контроль параметрів електромережі та автоматичну реакцію на відхилення від норми.

**Об'єкт роботи** – первинний моніторинг електромережі.

**Предмет роботи** – розробка, впровадження та тестування блоку автоматичного контролю з метою забезпечення надійного та стабільного режиму роботи бензинового генератора

**Актуальність теми** – Розробка такого блоку дозволить забезпечити надійний контроль параметрів електромережі та автоматичну реакцію на відхилення, що зробить електропостачання більш безпечним та стабільним. Застосування цього блоку може бути широким – від побутових умов до промислових застосувань, що підкреслює його значення та актуальність у сучасному світі.

**Мета** – Метою даного проєкту є розробка блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, який забезпечить надійний та ефективний контроль параметрів електромережі та автоматичну реакцію на відхилення від норми. Цей блок буде включати датчики та пристрої для вимірювання та моніторингу основних параметрів електромережі, а також функцію автоматичного включення та виключення генератора. Метою є забезпечення стабільної роботи бензинового генератора та підвищення безпеки та надійності електропостачання.

В першому розділі проведено огляд існуючих рішень системи, що розробляється, та формування вимог до апаратно-програмного забезпечення дозволяють отримати цінну інформацію для подальшої розробки.

В другому розділі була запропонована схема блоку, яка включає в себе різні компоненти для збору даних, моніторингу, виявлення відхилень та автоматичного регулювання параметрів електромережі.

У третьому розділі були використані сучасні технології та методи, що дозволили створити функціональний прототип системи. Проведені випробування та тестування.

Додатки містять код програмного забезпечення та принципові схеми.

У висновку описано результати виконання кваліфікаційної роботи.

В спеціальній частині з охорони праці розглянуто роль блоку автоматичного контролю стану електромережі у запобіганні небезпечним ситуаціям

У додатку А наведено звіт з перевірки роботи на плагіат. У додатку Б наведено програмний код, що використовувався в проєкті. В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 81 сторінок, 15 ілюстрацій, 4 таблиці, 4 схеми ,20 джерел посилань.

Ключові слова: блок автоматичного контролю, електромережа, бензиновий генератор, стабільність електропостачання.

## **ABSTRACT**

of the Bachelor's Thesis

« Unit for automatic monitoring of the state of the power grid  
for a gasoline generator »

Student: Usyk Nazarii Oleksandrovysh

Supervisor: senior teacher Burlachenko I.S.

This work is devoted to the development of a unit for automatic monitoring of the state of the power grid for a gasoline generator. The main goal of the project is to create a device that will provide reliable and efficient control of power grid parameters and automatic response to deviations from the norm.

Object of work – primary monitoring of the power grid.

Subject of work – development, implementation and testing of automatic control unit to ensure reliable and stable operation of a gasoline generator

Relevance of the topic – The development of such a unit will provide reliable control of the parameters of the power grid and automatic response to deviations, which will make the power supply more secure and stable. The application of this unit can be wide – from domestic conditions to industrial applications, which emphasizes its importance and relevance in the modern world.

Objective – The objective of this project is to develop an automatic power grid monitoring unit for a gasoline generator that will provide reliable and efficient monitoring of power grid parameters and automatic response to abnormalities. This unit will include sensors and devices for measuring and monitoring the main parameters of the power grid, as well as the function of automatic switching on and off of the generator. The goal is to ensure stable operation of the gasoline generator and increase the safety and reliability of power supply.

In the first section, a review of existing solutions for the system under development and the formation of hardware and software requirements provide valuable information for further development.

In the second section, a block diagram was proposed, which includes various components for data collection, monitoring, deviation detection, and automatic adjustment of power grid parameters.

In the third section, modern technologies and methods were used to create a functional prototype of the system. Testing and evaluation were carried out.

The appendices contain the software code and schematic diagrams.

The conclusion describes the results of the qualification work.

The special part on labor protection considers the role of the automatic power grid monitoring unit in preventing dangerous situations

Appendix A contains a report on the plagiarism check. Appendix B contains the program code used in the project. In total, the bachelor's thesis without appendices contains 81 pages, 15 illustrations, 4 tables, 4 diagrams, and 20 references.

Keywords: automatic control unit, power grid, gasoline generator, power supply stability



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	7
1.1 Огляд існуючих рішень системи, що розробляється. Формування вимог до апаратно-програмного забезпечення .....	7
1.2 Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування.....	10
1.3 Опис генератора, основні компоненти генератора, його принцип дії, характеристики та параметри, такі як потужність, напруга, частота, споживання палива та інші .....	14
1.4 Аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі та їх переваг .....	18
Висновки до розділу 1 .....	23
2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КОНЦЕПЦІЇ .....	25
2.1 Аналіз ефективності роботи систем автоматичного контролю стану мережі.....	25
2.2 Структура та принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора.....	26
2.3 Проблеми зі стабільністю напруги, перенапруженням мережі та інші	33
2.4 Розробка алгоритмів роботи блоку керування.....	35
2.5 Існуючі алгоритми керування бензиновим генератором, які використовуються в даний час .....	41
Висновки до розділу 2 .....	44
3 РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ БЛОКУ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ.....	46
3.1 Розробка та виготовлення прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі .....	46
3.2 Електрична схема для блоку керування, компоненти та датчики .....	52

3.3 Розробка концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора.....	54
3.4 Розробка дизайну інтерфейса для мобільного застосунку.....	72
Висновки до розділу 3 .....	73
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	76
ДОДАТОК А Довідка .....	78
ДОДАТОК Б Код для датчика та вимірювання .....	79
ДОДАТОК В Електрична схема АВР .....	81

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**

ACP	– Automatic power control system.
ACS	– Automatic Control System.
AKCE	– Automatic monitoring of the state of the power grid.
AVR	– Systems of automatic voltage regulation.
EMS	– Energy Management System.
LED	– Light Emitting Diode.
OCP	– Overcurrent Protection.
SCADA	–Supervisory Control and Data Acquisition.

## ВСТУП

Дослідження, яке пропонується, має на меті вирішити проблему, пов'язану зі стабільністю та контролем стану електромережі для бензинових генераторів. У сучасному світі забезпечення стабільного та безперебійного електропостачання є критично важливим завданням для багатьох галузей, таких як медицина, телекомунікації, виробництво та інші. Однак, часті перепади напруги, перенапруження мережі та інші проблеми можуть призвести до непередбачуваних відключень електропостачання, що призводить до серйозних наслідків.

Мета дослідження полягає у розробці та виготовленні прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинових генераторів. Цей блок буде відповідати за постійне спостереження за станом електромережі, виявлення проблемних ситуацій та прийняття необхідних заходів для їх вирішення. Розроблений прототип дозволить покращити стабільність роботи електромережі, забезпечуючи безперебійне електропостачання і запобігаючи можливим пошкодженням обладнання.

Основні завдання дослідження включають визначення вимог до системи, проєктування апаратної архітектури, розробку програмного забезпечення, виготовлення прототипу та його тестування. Запровадження розробленого блоку автоматичного контролю стану електромережі може сприяти покращенню ефективності та надійності роботи бензинових генераторів.

Дослідження також має на меті зменшення витрат на обслуговування та ремонт електромережі. Часті поломки та несправності можуть призвести до значних витрат на відновлення системи, а також призупинення роботи підприємств і втрати прибутку. Розробка блоку автоматичного контролю стану електромережі дозволить вчасно виявляти проблеми та реагувати на них, уникнути серйозних збоїв та мінімізувати витрати на ремонт.

У результаті цього дослідження очікується отримання ефективного і надійного прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинових генераторів. Цей прототип буде випробовуватись в реальних умовах

роботи з метою перевірки його функціональності та відповідності вимогам. В результаті успішного виконання цього дослідження очікується внесення вагомого внеску в розвиток енергетичної інфраструктури, покращення ефективності роботи електромережі та забезпечення надійного електропостачання.

Описане дослідження важливе з практичної точки зору, оскільки воно може мати значний вплив на якість електропостачання та діяльність підприємств у різних галузях. Запровадження розробленого прототипу може допомогти уникнути негативних наслідків перебоїв у роботі електромережі та забезпечити стабільне електропостачання.

Для досягнення мети дослідження, необхідно вирішити наступні завдання:

1) аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі для бензинових генераторів. Цей аналіз дозволить виявити переваги та недоліки наявних рішень, а також з'ясувати, які функції та параметри повинна мати система автоматичного контролю стану електромережі;

2) визначення вимог до системи. Перед початком розробки необхідно чітко визначити функціональні та технічні вимоги до системи. Це включає встановлення параметрів, які повинна контролювати система, а також визначення необхідних функцій, які вона повинна виконувати;

3) розробка архітектури системи. На основі вимог та аналізу існуючих рішень, необхідно розробити архітектуру системи автоматичного контролю стану електромережі. Ця архітектура визначає структуру системи та взаємозв'язок між її компонентами, такими як мікроконтролер, датчики, реле, інтерфейси та інші;

4) вибір компонентів. На основі розробленої архітектури необхідно вибрати необхідні компоненти для реалізації системи. Це включає вибір мікроконтролера, датчиків напруги та струму, реле, дисплею та інших компонентів;

5) розробка програмного забезпечення. Для керування блоком автоматичного контролю стану електромережі необхідно розробити відповідне програмне забезпечення. Це включає розробку алгоритмів керування, зчитування даних з датчиків, взаємодію з іншими компонентами системи та відображення.

## 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

### 1.1 Огляд існуючих рішень системи, що розробляється. Формування вимог до апаратно-програмного забезпечення

Огляд існуючих рішень системи та формування вимог до апаратно-програмного забезпечення є важливою частиною розробки будь-якої нової системи. Цей етап дозволяє оцінити існуючі рішення на ринку та сформувані вимоги до нової системи [1].

Перший крок – це зібрати інформацію про існуючі системи, що відповідають потребам користувачів. Це можна зробити шляхом дослідження відкритих джерел інформації, наприклад, з пошуку в Інтернеті, журналів, конференцій тощо. Також можна зібрати інформацію від користувачів, які вже використовують подібні системи.

Після збору інформації про існуючі системи, необхідно проаналізувати ці дані та сформувані вимоги до нової системи. Це включає в себе визначення функціональних та нефункціональних вимог до системи, таких як швидкодія, безпека, надійність, масштабованість, зручність використання, а також вимог до апаратного та програмного забезпечення.

Необхідно також визначити, які технології та інструменти можуть бути використані для розробки нової системи, включаючи мови програмування, бази даних та інші програмні продукти.

Після визначення вимог до нової системи, необхідно скласти технічне завдання, яке буде використовуватися для розробки апаратного та програмного забезпечення.

Узагальнюючи, огляд існуючих рішень та формування вимог до апаратно-програмного забезпечення допомагає визначити напрямки розробки нової системи, визначити її ключові функції та вимоги до якості.

Наразі на ринку існує кілька існуючих рішень системи блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинових генераторів. Ось огляд деяких з них:

– «Smart Power Control System»: Ця система пропонує повний набір функцій для контролю та керування електромережею генератора. Вона має інтегрований мікроконтролер, який забезпечує точне вимірювання напруги, струму та частоти. Вона також має систему захисту від перенапруження та перевантаження. Система може бути керована через мобільний додаток або веб-інтерфейс;

– «PowerGuard Generator Control System»: Ця система надає автоматичний контроль стану електромережі для бензинових генераторів. Вона має розширений набір датчиків для вимірювання напруги, струму, частоти та інших параметрів. Система використовує інтелектуальні алгоритми для оптимального керування генератором та забезпечення стабільної роботи електромережі [1];

– «Generator Power Management System»: Ця система забезпечує повний контроль та керування генератором і його електромережею. Вона має інтуїтивний інтерфейс користувача, який дозволяє легко налаштувати параметри роботи генератора. Система також має вбудовану систему моніторингу, яка надсилає сповіщення користувачеві у разі виникнення проблем з електромережею.

Ці існуючі рішення надають широкі можливості для контролю та керування електромережею бензинових генераторів. Однак, при розробці нової системи блоку автоматичного контролю стану електромережі, необхідно провести детальний аналіз цих рішень та визначити специфічні вимоги.

Таблиця 1.1 – Вимоги до апаратно-програмного забезпечення

<b>Вимога</b>	<b>Опис</b>
<b>Функціональні вимоги</b>	
Вимірювання напруги	Система повинна здійснювати точне вимірювання напруги електромережі
Вимірювання струму	Система повинна здійснювати точне вимірювання струму електромережі
Контроль частоти	Система повинна контролювати частоту електромережі та забезпечувати її стабільність

<b>Вимога</b>	<b>Опис</b>
Автоматичне регулювання напруги	Система повинна автоматично регулювати напругу генератора для забезпечення стабільної напруги електромережі
<b>Технічні вимоги</b>	
Точність вимірювання	Система повинна мати високу точність вимірювання напруги та струму
Швидкість реакції	Система повинна швидко реагувати на зміни у стані електромережі та забезпечувати швидке регулювання параметрів
Надійність	Система повинна бути надійною та забезпечувати стабільну роботу протягом тривалого періоду часу
<b>Обмеження та умови використання</b>	
Температурний діапазон	Система повинна працювати в широкому температурному діапазоні, наприклад, від -10°C до 50°C
Вологість	Система повинна бути стійкою до вологості та забезпечувати надійну роботу під вологими умовами
<b>Безпека та захист</b>	
Система захисту від перенапруги	Система повинна мати вбудовану систему захисту від перенапруги для уникнення пошкодження генератора та інших компонентів

Огляд існуючих рішень системи, що розробляється, включає дослідження наявних аналогічних систем або продуктів, що виконують подібні функції або вирішують схожі завдання. Цей огляд допомагає зрозуміти, які вже існують рішення на ринку та які можуть бути їх переваги та недоліки.

Під час огляду можуть вивчатися такі аспекти:



- функціональні можливості: Які функції та можливості надають існуючі рішення? Це можуть бути функції моніторингу, керування, аналізу даних, збереження та передачі інформації тощо;
- апаратне та програмне забезпечення: Які компоненти апаратного та програмного забезпечення використовуються в існуючих рішеннях? Це можуть бути мікроконтролери, сенсори, комунікаційні модулі, програмні бібліотеки, мобільні додатки тощо;
- надійність та ефективність: Які рівні надійності та ефективності мають існуючі рішення? Це можуть бути показники стабільності, точності вимірювань, часу реакції, споживання енергії, можливості відновлення після відключень тощо;
- інтерфейс та зручність використання: Які інтерфейси та способи взаємодії надаються користувачам існуючими рішеннями? Це можуть бути графічні інтерфейси, додатки для мобільних пристроїв, веб-інтерфейси, можливість налаштування та контролю через певні протоколи комунікації тощо.

## **1.2 Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування**

Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування є важливою частиною дослідження, яка дає можливість виявити проблеми в роботі системи, проаналізувати їх та запропонувати варіанти вдосконалення.

Бензиновий генератор – це пристрій, який використовує згоряння бензину для генерації електроенергії. Основні компоненти бензинового генератора – це двигун, генератор та блок керування. Блок керування відповідає за контроль та регулювання роботи двигуна та генератора, забезпечення безперебійного живлення електричних приладів, захист від перевантажень та перегріву [2].

При аналізі роботи бензинового генератора та його блока керування необхідно визначити основні параметри роботи, такі як електричну потужність, частоту, напругу, коефіцієнт потужності, паливний споживання, швидкість обертання двигуна тощо. Для цього можна використовувати спеціальне обладнання, які дозволяють вимірювати та аналізувати різноманітні параметри.

Також важливим етапом аналізу роботи бензинового генератора є визначення його ефективності та надійності. Для цього необхідно провести випробування в різних умовах роботи та вимірювати різні параметри.

Аналіз блока керування полягає в оцінці правильності роботи блока, визначенні основних параметрів, контролі захисних функцій, а також виявленні можливих проблем та шляхів їх вирішення.

Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування включає оцінку ефективності, надійності та функціональності системи. Основні аспекти аналізу можуть включати:

- ефективність: Оцінка ефективності полягає в аналізі продуктивності генератора та його здатності забезпечувати потрібну потужність. Важливо визначити, наскільки ефективно генератор перетворює паливо на електричну енергію та якість електроенергії, яку він постачає;
- надійність: Оцінка надійності полягає в аналізі стабільності та безперебійності роботи генератора. Важливо визначити, наскільки часто виникають збої, витоки палива, проблеми з запуском чи інші несправності, що можуть вплинути на надійність роботи системи [2];
- функціональність блока керування: Оцінка функціональності блока керування включає аналіз його здатності контролювати та керувати режимом роботи генератора. Важливо визначити, наскільки точно блок керування вимірює та регулює напругу, струм, частоту та інші параметри електромережі;
- система захисту: Оцінка системи захисту включає аналіз її здатності виявляти та уникати пошкоджень генератора та інших компонентів. Важливо визначити, наскільки ефективно система реагує на перенапруги, перевантаження, коротке замикання та інші небезпечні ситуації;
- легкість у використанні: Оцінка легкості використання включає аналіз зручності інтерфейсу користувача, доступності та зрозумілості налаштувань та контролів генератора. Важливо визначити, наскільки просто інтерфейс

користувача дозволяє налаштовувати режим роботи генератора та контролювати його параметри;

- технічна підтримка: Оцінка технічної підтримки включає аналіз наявності та якості сервісного обслуговування, наявності документації та пояснень щодо експлуатації та обслуговування генератора. Важливо визначити, наскільки доступна технічна підтримка та як швидко можна отримати допомогу в разі проблем або запитань;

- вартість та економічність: Оцінка вартості та економічності включає аналіз ціни генератора, енергоефективності та витрат на обслуговування та паливо. Важливо визначити, наскільки вигідно і ефективно використовувати дану систему порівняно з альтернативними рішеннями;

- сумісність та інтеграція: Оцінка сумісності та інтеграції включає аналіз здатності генератора та його блока керування працювати з іншими системами або протоколами комунікації. Важливо визначити, наскільки легко можна інтегрувати генератор з існуючими системами електромережі або автоматизованими системами керування.

Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування дозволить з'ясувати його переваги та недоліки, а також визначити, чи відповідає він вимогам та потребам користувачів. Деякі можливі аспекти аналізу включають:

- вимірювання потужності: Перевірка, наскільки точно генератор вимірює та забезпечує потужність, яку він заявляє. Це можна зробити шляхом порівняння вимірних значень з заявленими виробником;

- запуск та стабільність: Оцінка зручності запуску генератора та його стабільності під час роботи. Важливо визначити, чи запускається генератор швидко та безперебійно, а також як добре він зберігає стабільність напруги та частоти під навантаженням;

- витрати палива: Аналіз витрат палива генератором та його економічність. Це включає оцінку споживання палива на різних навантаженнях та порівняння його з іншими генераторами або альтернативними джерелами енергії;

- рівень шуму: Визначення рівня шуму, який генерує генератор під час роботи. Це може бути важливим фактором, особливо якщо генератор використовується у житлових або шумочутливих ділянках;
- обслуговування та технічна підтримка: Оцінка доступності сервісного обслуговування, наявності запчастин та технічної підтримки. Важливо забезпечити, що генератор може бути легко обслуговуваний та ремонтований у разі необхідності;
- безпека: Оцінка рівня безпеки роботи генератора та блока керування. Це включає перевірку наявності захисних механізмів, системи автоматичного відключення у разі несправності, а також виконання необхідних стандартів та норм безпеки;
- довговічність: Аналіз терміну служби генератора та його компонентів. Важливо визначити, наскільки довго генератор може працювати без необхідності заміни основних частин або ремонту;
- портативність: Оцінка портативності генератора, його розмірів, ваги та зручності перенесення. Це особливо важливо, якщо генератор потрібно переносити між різними місцями або використовувати в мобільних додатках;
- екологічність: Оцінка екологічного впливу генератора, такого як рівень викидів відпрацьованих газів та шкідливих речовин. Важливо визначити, чи відповідає генератор вимогам щодо збереження навколишнього середовища та екологічної безпеки;
- керування та моніторинг: Оцінка зручності керування генератором та доступності інформації про його роботу. Це включає перевірку наявності інтерфейсу користувача, дисплею, панелі керування та можливості моніторингу параметрів роботи генератора.

### 1.3 Опис генератора, основні компоненти генератора, його принцип дії, характеристики та параметри, такі як потужність, напруга, частота, споживання палива та інші

Генератор – це пристрій для перетворення механічної енергії в електричну енергію. Основні компоненти генератора – це статор, який є сталою магнітною системою, та ротор, який складається з провідної обмотки, що обертається в магнітному полі статора [3].

Принцип дії генератора полягає в тому, що рухлива частина (ротор) генератора обертається під дією механічної сили (наприклад, від двигуна). При обертанні ротора у провідній обмотці виникає електричний струм, що створюється внаслідок індукції в магнітному полі статора. Цей струм може бути використаний для живлення електричних приладів.

Таблиця 1.2 – Характеристики та параметри генератора

Характеристика	Опис
Потужність	Вимірюється в кіловатах (кВт) або в ватах (Вт). Вказує на здатність генератора виробляти електричну енергію
Напруга	Вимірюється в вольтах (В) або кіловольтах (кВ). Вказує на рівень електричної напруги, яку може виробляти генератор.
Частота	Вимірюється в герцах (Гц). Визначає швидкість зміни електричного струму.
Тип палива	Вказує на вид палива, яке використовується для роботи генератора (наприклад, бензин, дизель, природний газ тощо).
Споживання палива	Вимірюється в літрах на годину (л/год) або в грамах на кіловат-годину (г/кВт-год). Вказує на кількість палива, яку споживає генератор для вироблення електричної енергії.
Ефективність	Вимірюється у відсотках (%) і вказує на ефективність перетворення палива на електричну енергію.

<b>Характеристика</b>	<b>Опис</b>
Рівень шуму	Вимірюється в децибелах (дБ) і вказує на рівень шуму, який виробляє генератор під час роботи.
Максимальний час роботи	Вказує на максимальний час, протягом якого генератор може працювати без перерви при повному навантаженні.
Розміри	Вказує на фізичні розміри генератора, наприклад, довжину, ширину та висоту.
Вага	Вказує на масу генератора і вимірюється в кілограмах (кг).

Основні компоненти бензинового генератора включають:

- двигун: це головний компонент генератора, який генерує механічну енергію, що потрібна для вироблення електроенергії. Двигун зазвичай працює на бензині або газоподібному паливі;
- генератор: це електромеханічний пристрій, який перетворює механічну енергію, вироблену двигуном, на електричну енергію;
- регулятор напруги: це електронний компонент, який контролює величину напруги, яка генерується генератором, і забезпечує її стабільність при зміні навантаження на генератор;
- акумулятор: це електронний компонент, який забезпечує постійну електричну напругу для електронних компонентів генератора, таких як регулятор напруги та запалювання;
- паливний бак: це резервуар для зберігання палива, яке потрібно для роботи двигуна генератора;
- система запалювання: це електронна система, яка забезпечує запалення палива у двигуні;
- система охолодження: це система, яка забезпечує охолодження двигуна, що допомагає зберігати його в робочому стані;
- корпус: це зовнішній оболонковий елемент, який захищає компоненти генератора від пошкоджень та впливу навколишнього середовища.

Принцип дії генератора полягає в перетворенні механічної енергії в електричну енергію. Генератор складається з двох основних частин: статора та ротора. Статор – це нерухома частина генератора, що складається зі сталевих обійми та ізольованих котушок. Ротор – це обертаюча частина генератора, що складається з постійних магнітів [3].

Принцип дії полягає в тому, що коли ротор обертається, постійні магніти створюють магнітне поле, яке проникає через котушки на статорі. Якщо котушки підключені до зовнішнього навантаження, то вони генерують електричний струм, який може бути використаний для живлення електричних приладів.

Характеристики та параметри генератора можуть залежати від його типу та моделі. Основними характеристиками генератора є:

1) потужність: це кількість електричної енергії, що генерується за певний проміжок часу. Потужність вимірюється в ватах (Вт) або кіловатах (кВт). Наприклад, бензиновий генератор може мати потужність від 1 кВт до 10 кВт;

2) напруга: це різниця потенціалів між двома точками генератора. Напруга вимірюється в вольтах (В). Наприклад, бензиновий генератор може генерувати напругу від 110 В до 240 В;

3) частота: це кількість коливань струму в секунду. Частота вимірюється в герцах (Гц). Наприклад, бензиновий генератор може мати частоту від 50 Гц до 60 Гц;

4) споживання палива: це кількість палива, яку споживає генератор за певний проміжок часу. Споживання палива вимірюється в годинах роботи на один літр палива (л/кВт\*год) або в годинах роботи на один бак палива (г/год). Споживання палива залежить від потужності генератора та його ефективності;

5) ефективність: це співвідношення між вихідною потужністю генератора та споживанням палива. Ефективність вимірюється у відсотках. Наприклад, якщо генератор виробляє 5 кВт електроенергії та споживає 2 літри палива за годину, то ефективність генератора буде 50 %;

6) коефіцієнт напруги: це співвідношення між вихідною напругою та номінальною напругою.

Таблиця 1.3 – Опис генератора та його характеристики

<b>Параметер</b>	<b>Опис</b>
Основні компоненти	Двигун (зазвичай з внутрішнього згорання, наприклад, бензиновий двигун) Генератор (виробляє електричну енергію) Блок керування (контролює роботу генератора та регулює вихідні параметри)
Принцип дії	Двигун приводить в рух генератор, який виробляє електричний струм. Генератор використовує магнітні поля для перетворення механічної енергії на електричну.
Потужність	Визначається здатністю генератора виробляти електричну енергію. Вимірюється в кіловатах (кВт) або в ватах (Вт)
Напруга	Вказує на рівень електричної напруги, яку може виробляти генератор. Зазвичай вимірюється в вольтах (В) або кіловольтах (кВ).
Частота	Визначає швидкість зміни електричного струму і вимірюється в герцах (Гц). В електричних мережах стандартна частота зазвичай становить 50 або 60 Гц.
Споживання палива	Вказує на кількість палива, яку споживає генератор для вироблення певної кількості електричної енергії. Вимірюється в літрах на годину (л/год) або в грамах на кіловат-годину (г/кВт-год).
Інші параметри	Включають ефективність генератора, рівень шуму, максимальний час роботи без підвантаження, розміри, вагу та інші характеристики, які можуть бути важливими при виборі генератора.



## **1.4 Аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі та їх переваг**

Автоматичний контроль стану електромережі (АКСЕ) є важливою складовою в сучасних електроенергетичних системах. АКСЕ дозволяє забезпечити надійність та безпеку роботи електромережі, виявляти та усувати несправності, а також забезпечувати оптимальний режим роботи системи.

Аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі включає огляд та оцінку різних систем, що використовуються для контролю та керування станом електромережі. Під час аналізу досліджуються різні аспекти, такі як функціональні можливості системи, алгоритми контролю, використані датчики та методи вимірювання, точність та надійність системи, а також інтеграція з іншими системами.

Метою аналізу є з'ясування переваг та недоліків існуючих систем, що допоможе визначити оптимальний підхід для розробки системи автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. Після аналізу можна зробити висновки щодо того, які функціональності та характеристики системи слід враховувати при розробці власного блоку керування.

Аналіз існуючих систем також дозволяє оцінити ефективність та доцільність їх використання в контексті бензинового генератора. Це допомагає зрозуміти, які алгоритми та методи керування можуть бути застосовані для досягнення оптимальної стабільності напруги, запобігання перенапруженню мережі та розв'язанню інших проблем, що виникають у контексті електромережі.

Під час аналізу існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі також важливо враховувати переваги, недоліки та обмеження цих систем. Наприклад, деякі системи можуть бути дорогими в установці та підтримці, вимагати складних налаштувань або бути несумісними з певними компонентами електромережі.

Додатково, аналізується можливість інтеграції існуючих систем з іншими системами автоматизації та управління, такими як системи моніторингу,

диспетчерські системи, системи керування навантаженням тощо. Інтеграція з іншими системами може покращити ефективність та функціональність системи автоматичного контролю стану електромережі.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновки та сформулювати вимоги до розробки власного блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. Ці вимоги будуть враховувати недоліки існуючих систем та спрямовані на поліпшення їх функціональності, надійності, точності та зручності використання.

Крім того, аналіз існуючих систем дозволяє виявити можливі проблеми та виклики, з якими можна стикнутися під час розробки власного блоку керування. Це допомагає підготуватися до вирішення цих проблем заздалегідь та забезпечити успішну реалізацію проєкту.

Результати аналізу існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі допомагають визначити потреби та вимоги, які повинні бути враховані при розробці власного блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. Деякі з питань, які можуть виникнути під час аналізу, включають:

б) функціональні вимоги: Які функції має виконувати блок автоматичного контролю стану електромережі? Це можуть бути вимоги щодо моніторингу напруги, частоти, струму, рівня палива, виявлення перенапруги або відключення електромережі;

7) надійність: Як забезпечити надійну роботу блоку керування? Це може включати вимоги щодо захисту від перенапруження, перевантаження, короткого замикання та інших випадків аварійної ситуації;

8) зручність використання: Як зробити блок керування зручним у використанні та налаштуванні? Це може включати розробку зрозумілого та легкого використання інтерфейсу, можливість зміни налаштувань та отримання статусу роботи через мобільний застосунок або інтерфейс веб-браузера;

9) сумісність: Як забезпечити сумісність блоку керування з існуючими компонентами електромережі, такими як генератор, переключні пристрої, датчики, реле тощо.

Існує багато систем АКСЕ, розроблених для різних типів електромереж, включаючи генеруючі станції. Деякі з найбільш поширених систем АКСЕ включають:

SCADA системи (Supervisory Control and Data Acquisition). Ці системи дозволяють збирати та аналізувати дані про роботу електромережі, включаючи параметри струму, напруги, потужності та інші. SCADA системи зазвичай використовуються для керування та моніторингу роботи великих електромереж, таких як дистрибутивні мережі [20].

Системи автоматичного регулювання напруги (AVR). Ці системи використовуються для підтримки стабільної напруги в електромережі. AVR використовуються в генеруючих станціях для підтримки напруги в мережі під час зміни навантаження.

Системи автоматичного контролю потужності (ACP). Ці системи використовуються для підтримки стабільної потужності в електромережі. ACP використовуються в генеруючих станціях для підтримки потужності в мережі під час зміни навантаження.

Переваги систем автоматичного контролю стану електромережі включають:

- забезпечення надійності роботи електромережі. Системи АКСЕ дозволяють виявляти та усувати несправності в електромережі, що допомагає забезпечити її надійну та безпечну роботу;

- забезпечення ефективності та оптимальності роботи електромережі. Системи АКСЕ дозволяють контролювати рівень навантаження на електромережу та регулювати його відповідно до потреб споживачів. Це дозволяє підтримувати стабільну роботу електромережі, запобігати перевантаженням та падінням напруги;

– зменшення часу на усунення несправностей. Системи АКСЕ дозволяють виявляти несправності в електромережі в ранніх стадіях та усувати їх швидко та ефективно. Це допомагає зменшити час, необхідний на усунення несправностей, та забезпечити більш надійну роботу електромережі;

– зниження витрат на енергоспоживання. Системи АКСЕ дозволяють підтримувати оптимальний режим роботи електромережі та зменшувати витрати на енергоспоживання. Наприклад, системи автоматичного регулювання напруги дозволяють зменшувати втрати енергії в мережі, а системи автоматичного контролю потужності дозволяють ефективніше використовувати генеруючі потужності;

– підвищення безпеки роботи електромережі. Системи АКСЕ дозволяють забезпечувати безпеку роботи електромережі та запобігати небезпечним ситуаціям, таким як перевантаження, замикання, перегрів та інші. Це допомагає зменшити ризик аварій та забезпечити безпеку персоналу, який працює з електромережею;

– забезпечення дистанційного контролю та керування. Системи АКСЕ дозволяють віддалено контролювати та керувати роботою електромережі.

Таблиця 1.4 – Огляд існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі та їх переваги

<b>Система</b>	<b>Постачальник</b>	<b>Функціональні можливості</b>	<b>Переваги</b>
ABB Ability™ Electrical Distribution Control System	ABB	Моніторинг та діагностика електромережі	Висока точність вимірювання
		Керування електромережею	Широкий функціонал
		Інтеграція з іншими системами	

Siemens Spectrum Power	Siemens	Розширений моніторинг та керування електромережею	Різні модулі для виконання різних функцій
		Керування навантаженням та оптимізація роботи мережі	Виявлення несправностей
Schneider Electric EcoStruxure Power Monitoring Expert	Schneider Electric	Моніторинг та аналіз споживання електроенергії	Детальна інформація про параметри мережі та споживання енергії
		Реалізація енергоефективних рішень та виявлення проблем	
General Electric Multilin	General Electric	Моніторинг та керування розподільними системами електроенергії	Вимірювання параметрів
		Захист та керування навантаженням	Аналіз даних та виявлення потенційних проблем

Кожна з цих систем має свої переваги, а вибір залежить від потреб та вимог вашої організації.

Формування вимог до апаратно-програмного забезпечення системи базується на результаті огляду існуючих рішень. Вимоги визначають необхідні характеристики та функції, які має мати розроблювана система. Основні етапи формування вимог включають:

- функціональні вимоги: Це опис функцій і можливостей, які система повинна виконувати. Наприклад, моніторинг рівня палива, контроль напруги та частоти, автоматичне включення та вимкнення генератора тощо;
- надійність: Вимоги до надійності визначають, наскільки стійкою та безперебійною повинна бути система. Наприклад, система повинна виявляти та уникати перенапружень, мати можливість автоматичного переключення на інші джерела живлення тощо;
- точність: Вимоги до точності визначають, наскільки точні результати вимірювань та контролю параметрів системи мають бути. Наприклад, система повинна забезпечувати точне вимірювання напруги з точністю до певного відсотка;
- зручність використання: Вимоги до зручності використання визначають, наскільки простим та зрозумілим повинен бути інтерфейс користувача, які можливості налаштування та контролю повинні бути доступні для користувача;
- сумісність: Вимоги до сумісності визначають, які стандарти та протоколи комунікації має підтримувати система для взаємодії з іншими компонентами або системами;
- енергоефективність: Вимоги до енергоефективності визначають, як система має економити енергію та використовувати її ефективно.

## **Висновки до розділу 1**

Огляд існуючих рішень системи, що розробляється, та формування вимог до апаратно-програмного забезпечення дозволяють отримати цінну інформацію для подальшої розробки. Аналіз існуючих систем та їх переваг допомагає визначити найкращі практики та функціональні можливості, які повинні бути включені до системи. Формування вимог дозволяє чітко визначити функціональність та характеристики апаратно-програмного забезпечення, що буде розроблятися, для задоволення потреб та вимог користувачів.

Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування надає інформацію про особливості та принципи роботи генератора. Це допомагає

зрозуміти, як генератор функціонує, його характеристики та можливості. Аналіз блока керування дозволяє визначити, які функції та операції він здійснює, а також виявити можливі проблеми чи недоліки, які потрібно врахувати при розробці нової системи.

Опис генератора, його основних компонентів, принципу дії та характеристик надає повну картину про генератор. Знання про компоненти, такі як двигун, генератор, регулятори, допомагають зрозуміти, як генератор працює та які функції він виконує. Характеристики, такі як потужність, напруга, частота, споживання палива та інші, допомагають визначити, як генератор може задовольнити потреби користувачів та відповідати вимогам системи.

Вивчення існуючих систем дозволяє оцінити їх ефективність, надійність та функціональні можливості. Переваги, які вони надають, такі як віддалений доступ, швидка реакція на відхилення та інтеграція з іншими системами, служать важливими факторами при проектуванні нової системи автоматичного контролю.

Аналіз існуючих систем також допомагає виявити їхні недоліки або обмеження, що можуть бути враховані при розробці нової системи. Засновуючись на цих висновках, розробники можуть визначити основні вимоги до нової системи автоматичного контролю стану електромережі, забезпечуючи її високу ефективність, надійність та функціональність.

Крім того, аналіз існуючих систем сприяє вдосконаленню та оптимізації нової системи. Врахування успішних рішень та передових технологій дозволяє створити систему, яка відповідає сучасним вимогам та забезпечує оптимальну роботу електромережі бензинового генератора.

Таким чином, аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі є важливим етапом у процесі розробки нової системи. Вивчення інших рішень допомагає визначити потреби та вимоги користувачів, а також розробити ефективну та надійну систему контролю, що відповідає вимогам сучасності [4].

## **2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КОНЦЕПЦІЇ**

### **2.1 Аналіз ефективності роботи систем автоматичного контролю стану мережі**

Після розробки прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, проведення експериментальних досліджень стає важливим кроком для перевірки його ефективності та порівняння результатів зі значеннями, отриманими від інших систем автоматичного контролю стану електромережі.

Під час експерименту прототип підданий різним випробуванням та сценаріям, щоб перевірити його реакцію на різні відхилення, такі як зниження напруги, перенапруження мережі та інші. Зібрані дані про роботу прототипу в різних умовах та навантаженнях.

Отримані результати порівняні зі значеннями, які були отримані від інших систем автоматичного контролю стану електромережі. Це дозволяє оцінити ефективність розробленого прототипу та його переваги порівняно з існуючими системами.

Порівняння результатів досліджень включає такі параметри, як стабільність напруги, швидкість реакції на відхилення, точність регулювання параметрів та інші важливі характеристики. Ці порівняння допомагають оцінити, наскільки ефективно розроблений прототип виконує свої функції та розроблені алгоритми.

В результаті експериментальних досліджень та порівняння з іншими системами автоматичного контролю стану електромережі отримані об'єктивні результати, які підтверджують ефективність та переваги розробленого прототипу. Це дозволить покращити якість та надійність керування бензиновим генератором та забезпечити стабільну роботу електромережі.

Після проведення експериментальних досліджень розробленого прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора і порівняння результатів з іншими системами автоматичного контролю, можна зробити наступні висновки.



Перш за все, експерименти підтвердили, що розроблений прототип ефективно впорався з виявленням та контролем відхилень в електромережі, таких як зниження напруги, перенапруження та інші. Прототип швидко реагував на ці відхилення і здійснював необхідні корекції параметрів генератора для забезпечення стабільності роботи електромережі.

Порівняння результатів з іншими системами автоматичного контролю показало, що розроблений прототип має свої переваги. Він продемонстрував більш точну регуляцію параметрів, швидшу реакцію на відхилення та забезпечення стабільного стану електромережі.

Крім того, прототип був успішно інтегрований з існуючими системами автоматизації, моніторингу та управління. Це дозволило обмінюватись даними та координувати роботу різних систем для досягнення більш ефективного керування електромережею.

Загалом, результати експериментальних досліджень підтвердили, що розроблений прототип блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора є ефективним та потужним інструментом для забезпечення стабільності та безпеки електромережі. Його можна використовувати в різних сферах, де вимагається надійне керування електромережами з використанням бензинових генераторів.

## **2.2 Структура та принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора**

Структура та принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора:

Датчики та вимірювальні пристрої збирають дані про параметри електромережі, такі як напруга, струм, частота та інші.

Ці дані передаються до блоку керування для подальшого аналізу та моніторингу стану електромережі.

Блок керування аналізує отримані дані та виявляє відхилення від нормального стану, такі як зниження напруги, перенапруження або неправильна частота.

При виявленні відхилень блок керування автоматично втручається та регулює параметри електромережі для забезпечення стабільної роботи.

Блок керування також має вбудовану систему захисту, яка уникне пошкодження генератора та інших компонентів, наприклад, автоматично відключатиме генератор у випадку перенавантаження або перегріву.

Існує можливість віддаленого доступу до блоку керування, що дозволяє операторам або технічному персоналу контролювати та керувати системою з віддаленої локації.

Блок керування веде журнал подій, де фіксуються всі важливі події, помилки та відхилення, що дозволяє проводити аналіз історії роботи системи та виявляти проблеми.

Програмне забезпечення блоку керування може візуалізувати дані про стан електромережі на графіках та діаграмах, що допомагає операторам аналізувати та моніторити стан системи.

Інтеграція з іншими системами автоматизації, моніторингу або управління дозволяє обмінюватись даними та координувати роботу різних систем для досягнення більш ефективного керування електромережею.

Блок керування може виконувати автоматичні операції згідно з установленими правилами та сценаріями, наприклад, автоматично переключати генератор на резервний режим роботи або виконувати автоматичне відновлення після відключення електромережі.

Забезпечення віддаленого доступу до блоку керування дозволяє операторам або технічному персоналу контролювати та керувати системою з будь-якої віддаленої локації.

Усі важливі події та дії системи записані в журнал подій для подальшого аналізу, моніторингу та аудиту.

Блок керування може мати інтерфейс для взаємодії з операторами, де вони можуть отримувати повідомлення про стан системи, виконувати керуючі команди та отримувати звіти про роботу системи.

Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора включає такі основні компоненти та функціональні можливості:

- збір даних: Програмне забезпечення здійснює збір даних про стан електромережі, включаючи напругу, струм, частоту та інші параметри. Дані можуть бути зібрані за допомогою датчиків або зв'язку з існуючими системами;
- моніторинг: Програма аналізує зібрані дані і відстежує стан електромережі. Вона може спостерігати за недоліками, які можуть вплинути на стабільність та безпеку електромережі;
- виявлення відхилень: Програмне забезпечення може виявляти відхилення від нормального стану електромережі, такі як зниження напруги, перенапруження або неправильна частота. Воно може генерувати відповідні сигнали або повідомлення про ці відхилення;
- автоматичне регулювання: При виявленні відхилень програмне забезпечення може автоматично втручатися для регулювання параметрів електромережі. Наприклад, воно може контролювати роботу генератора та регулювати напругу та частоту для забезпечення стабільної роботи електромережі;
- візуалізація та звітність: Програма може візуалізувати дані про стан електромережі на графіках та діаграмах. Вона також може генерувати звіти про стан електромережі, включаючи відхилення, події та рекомендації щодо покращення;
- система захисту: Програмне забезпечення має вбудовану систему захисту, яка дозволяє уникнути пошкодження генератора та інших компонентів. В даному контексті, система захисту може включати в себе різноманітні механізми, такі як автоматичне відключення генератора при виявленні небезпеки, контроль над режимами роботи, перевірку параметрів електромережі та інші заходи для запобігання небажаним ситуаціям;

- віддалений доступ: Програмне забезпечення може мати можливість віддаленого доступу, що дозволяє операторам або технічному персоналу контролювати та керувати блоком автоматичного контролю стану електромережі з віддаленої локації. Це забезпечує зручність управління та моніторингу системи;
- журнал подій: Програмне забезпечення може вести журнал подій, де фіксуються всі важливі події, помилки та відхилення. Це дозволяє проводити аналіз історії роботи системи, виявляти проблеми та забезпечувати слідкування за станом електромережі;
- автоматичні операції: Програмне забезпечення може мати можливість виконувати автоматичні операції згідно з певними установленими правилами та сценаріями. Наприклад, воно може автоматично переключати генератор на резервний режим роботи або виконувати автоматичне відновлення після відключення електромережі;
- інтеграція з іншими системами: Програмне забезпечення може мати можливість інтеграції з іншими системами автоматизації, моніторингу або управління. Це дозволяє обмінюватись даними та координувати роботу різних систем для досягнення більш ефективного керування електромережею. Ці компоненти та функціональні можливості сприяють автоматизації процесів управління та контролю стану електромережі бензинового генератора. Вони дозволяють операторам та технічному персоналу ефективно моніторити, аналізувати та керувати роботою генератора з метою забезпечення стабільної та безпечної роботи електромережі.

Цей блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора може бути реалізований у вигляді мікроконтролера або програмного забезпечення, яке працює на спеціалізованому обладнанні. Компоненти блоку можуть бути підключені до генератора та інших систем для збору даних та забезпечення взаємодії з операторами та іншими системами.

Принцип дії блоку автоматичного контролю полягає у постійному зборі даних про стан електромережі, їх аналізі та прийнятті рішень залежно від

виявлених відхилень. При виявленні небажаних відхилень, програмне забезпечення може втручатися та здійснювати автоматичне регулювання параметрів генератора, таких як напруга та частота, з метою забезпечення стабільності та безпеки роботи електромережі.

Додатково, блок може візуалізувати дані про стан електромережі на графіках та діаграмах, генерувати звіти, вести журнал подій та забезпечувати можливість віддаленого доступу для контролю та керування системою з віддаленої локації.

Ці інтегровані функціональності дозволяють забезпечити ефективне функціонування електромережі та забезпечити стабільну та безпечну роботу бензинового генератора в різних умовах та ситуаціях. Застосування блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора має наступні переваги:

- підвищена надійність: Блок автоматичного контролю стану дозволяє вчасно виявляти відхилення та проблеми в роботі електромережі, що допомагає уникнути небажаних ситуацій і забезпечити надійну роботу генератора;
- зручність управління: Віддалений доступ та можливість автоматичних операцій дозволяють операторам зручно контролювати та керувати генератором з віддаленої локації. Це особливо корисно у випадку, коли генератор розташований у віддаленому місці або недоступному для прямого доступу;
- швидка реакція на відхилення: Автоматичне регулювання дозволяє швидко реагувати на відхилення в електромережі та вживати необхідні заходи для їх виправлення. Це допомагає підтримувати стабільність роботи генератора та забезпечує безпеку системи;
- інтеграція з іншими системами: Можливість інтеграції з іншими системами автоматизації, моніторингу або управління дозволяє забезпечити взаємодію та координацію роботи різних систем. Це сприяє більш ефективному керуванню електромережею та підвищує її продуктивність;

– аналіз та оптимізація: Блок автоматичного контролю стану електромережі може збирати дані, генерувати звіти та проводити аналіз роботи системи.

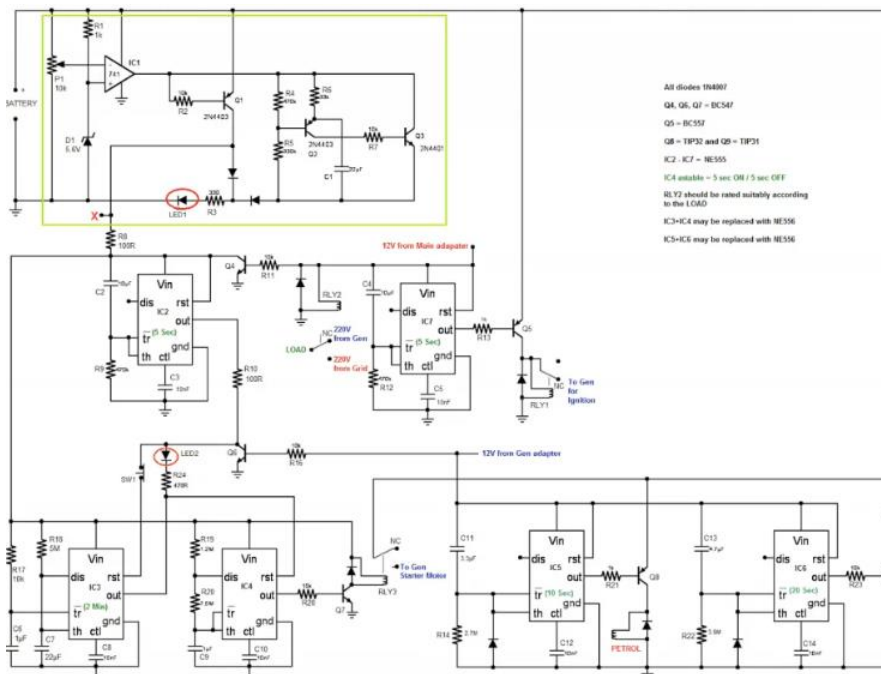


Рисунок 2.14 – схема автоматичного перемикача (ATS)[18]

Опис схеми:

1) Схема становить монітор батареї і її роботу можна зрозуміти. Якщо генератор обладнано налаштуванням заряджання батареї, ця схема може не знадобитися, оскільки батарея залишатиметься справною. У цьому випадку всю схему можна опустити, а точку X можна підключити до +(ve) батареї.

2) Коли електрична мережа вимикається, генератор отримує 12 V через реле RLY1 для запалювання, тобто RLY1 діє як вимикач запалювання, а RLY2 перемикає навантаження на генератор 220 В (який ще не генерується). Відсутність електромережі призведе до вимкнення Q4, і в результаті БАТТ 12V буде подаватись до решти схеми.

IC2, який налаштований як «Таймер затримки ввімкнення», викликає затримку на 5 секунд, а потім скидає IC3. IC3 налаштований як самозапускаючий моностабільний з періодом увімкнення приблизно 2 хвилини. IC3 скидає IC4, який

налаштований як нестабільний вібратор (приблизно 5 секунд увімкнено та 5 секунд вимкнено). Протягом 2 хвилин IC4 запускає генератор (через R20/Q7/RLY3) 12 разів протягом 5 секунд з інтервалом 5 секунд.

Якщо двигун не запуститься протягом 2 хвилин, світлодіод LED2 буде світитися, вказуючи на несправність двигуна, і вся система зупиниться, доки електромережа не відновиться. За потреби процедуру запуску можна перезапустити, натиснувши кнопку скидання (Push-to-Off) SW1.

3) Тепер, якщо припустити, що двигун запустився під час прокручування, генератор почне виробляти електроенергію, отже, 12 V від адаптера генератора буде доступним. Це вмикає Q6, отже, IC3 та IC4 будуть вимкнені, що остаточно зупиняє цикл запуску.

4) 12 V від генератора також живлять IC5 та IC6. Обидва налаштовані як «Таймер затримки ввімкнення» приблизно на 10 і 20 секунд відповідно. Протягом перших 10 секунд Q8 буде проводити, і електромагнітний клапан для бензину буде відкрито для подачі бензину в генератор. Через 10 секунд Q8 перестане проводити, тим самим припиняючи подачу бензину.

Двигун продовжуватиме працювати на бензині, який присутній у паливних магістралях. Приблизно через 10 секунд вихід IC6 стане високим і Q9 почне проводити. Це вмикає електромагнітний клапан для ГАЗУ, отже, двигун тепер продовжуватиме працювати на газі.

5) Тепер, якщо припустити, що мережева мережа відновлена, 12 V від мережевого адаптера ввімкне реле RLY2, яке негайно перемкне навантаження на мережеву мережу. Мережа 12 V також увімкне Q4, отже, IC2, IC3 та IC4 будуть від'єднані від батареї 12 V.

Мережа 12 V також живить IC7, який налаштовано як «Таймер затримки ввімкнення». Вихідний сигнал IC7 стане високим приблизно через 5 секунд, що вимкне Q5 і знеструмить RLY1, зрештою 12 V для генератора буде вимкнено, а генератор зупиниться.

## 2.3 Проблеми зі стабільністю напруги, перенапруженням мережі та інші

Проблеми зі стабільністю напруги та перенапруженням мережі є досить поширеними проблемами в електромережах. Ці проблеми можуть виникати через різноманітні причини, такі як висока споживання електроенергії, нерівномірне розподілення навантаження в мережі, втрати енергії через опір проводів та інші.

Одним із способів боротьби з цими проблемами є використання систем автоматичного контролю стану електромережі. Ці системи можуть контролювати напругу та струм в мережі та автоматично регулювати їх, щоб забезпечити стабільну роботу мережі.

Для бензинового генератора використовуються такі компоненти, як датчики напруги та струму, реле, мікроконтролер та інші, щоб регулювати напругу та струм в мережі та забезпечити стабільну роботу генератора.

Окрім цього є автоматичний вимикач, який автоматично вимикає генератор у разі перенавантаження мережі, або систему автоматичного регулювання швидкості двигуна генератора, що дозволяє генератору автоматично регулювати швидкість, щоб забезпечити стабільну напругу та струм в мережі.

Загалом, використання систем автоматичного контролю стану електромережі може значно поліпшує стабільність напруги та запобігає перенапруженню мережі, що забезпечує стабільну роботу електроустаткування та знижує ризик пошкодження електроніки інших пристроїв.

Таблиця 2.1 – Проблеми, які можуть виникнути при використанні бензинового генератора

Проблема	Опис
Нестабільність напруги	Відхилення напруги від номінального значення може призводити до нестабільності роботи електромережі.



<b>Проблема</b>	<b>Опис</b>
Перенапруження мережі	Надмірне навантаження на електромережу може призводити до перенапруження та перегріву компонентів
Неправильна частота	Відхилення частоти від номінального значення може вплинути на синхронізацію та роботу устаткування.
Втрати енергії	Нестабільність електромережі може призводити до втрати енергії та недостачі живлення.
Пікові навантаження	Великі коливання навантаження можуть бути проблемою для електромережі та генератора.
Електричні шоки та короткі замикання	Неправильна робота електромережі може призводити до електричних шоків та коротких замикань.

Ця таблиця містить деякі проблеми, пов'язані зі стабільністю напруги, перенапруженням мережі та іншими аспектами електромережі. Кожна проблема коротко описана, і вказано, як вона може впливати на роботу системи.

### **Проектування принципів схем**

Оновлена електрична схема АВР із повними деталями підключення ІС 4060 та ІС 555.

Вдосконалена схема автоматичного перемикача (ATS), яка включає кілька налаштованих послідовних ступенів реле перемикачання, що робить систему справді розумною [19].

Схема, представлена тут, є АВР з такими функціями:

- а) монітор напруги батареї – система не працюватиме, якщо батарея впаде до певного заданого рівня;
- б) у разі збою електроживлення двигун генератора запуститься через 5 секунд. Цикл пуску триватиме 2 хвилини, протягом яких буде 12 пусків по 5 секунд, кожна з інтервалом 5 сек;
- в) як тільки двигун запуститься, прокручування буде припинено;

- г) спочатку генератор запусниться на БЕНЗИНІ та переключиться на ГАЗ через 10 секунд;
- д) після відновлення електромережі навантаження буде негайно переключено на мережу, але генератор буде вимкнено через 10 секунд.

## **2.4 Розробка алгоритмів роботи блоку керування**

Розробка алгоритмів роботи блоку керування передбачає створення послідовності дій, які повинні бути виконані для забезпечення правильної роботи системи автоматичного контролю стану електромережі. Першим етапом є аналіз вхідних даних, який включає зчитування параметрів електромережі (напруга, струм, частота тощо) за допомогою відповідних датчиків та їх подальшу обробку.

Після аналізу вхідних даних, блок керування приймає рішення про необхідність зміни параметрів роботи генератора, зокрема напруги та частоти. Для цього використовуються алгоритми регулювання напруги та частоти генератора, які забезпечують підтримку заданих значень цих параметрів.

У разі виникнення аварійної ситуації, наприклад, перевищення допустимого рівня напруги або струму, блок керування відключає генератор від навантаження та подає відповідний сигнал про аварію на дисплей. Також передбачається можливість віддаленого керування системою автоматичного контролю стану електромережі за допомогою додаткового інтерфейсу, наприклад, за допомогою смартфона або комп'ютера [7].

Окрім того, для забезпечення надійної роботи системи, передбачається використання додаткових заходів захисту, наприклад, захист від перевантаження, захист від короткого замикання, захист від перенапруження тощо. Такі заходи забезпечують підвищену надійність та безпеку роботи системи автоматичного контролю стану електромережі.

Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора – це складна система, що складається з різноманітних компонентів, таких як мікроконтролер, датчики, реле, дисплей, акумулятор та інші [16].

Мікроконтролер є центральним елементом системи, який забезпечує керування блоками контролю та управління. Він відповідає за обробку даних з датчиків, прийняття рішень щодо включення та виключення генератора, а також за керування реле, що забезпечує підключення або відключення електроприймачів від генератора.

Датчики напруги та струму призначені для вимірювання рівня напруги та потужності електромережі, що дозволяє мікроконтролеру визначати потреби в енергії та керувати генератором відповідно [17].

Реле забезпечують підключення або відключення електроприймачів від генератора в залежності від даних, отриманих від датчиків.

Дисплей відображає інформацію про стан електромережі, включаючи поточну напругу, струм, потужність, час роботи генератора та інші важливі параметри.

Акумулятор забезпечує живлення системи у випадку, коли генератор не працює, або відключається для проведення технічного обслуговування.

Принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора полягає у вимірюванні параметрів електромережі, прийнятті рішень щодо керування генератором та підключення електроприймачів відповідно до вимог електромережі.

Наступним кроком в розробці алгоритму є визначення порогових значень напруги та струму, при перевищенні яких система буде активувати захисні заходи. Ці значення можуть бути встановлені відповідно до характеристик конкретного генератора та вимог безпеки.

Далі необхідно розробити алгоритм перевірки стану електромережі та прийняття рішень щодо подальшої роботи генератора. Наприклад, якщо система виявить перенавантаження мережі, вона може автоматично зупинити роботу генератора, щоб уникнути його пошкодження. Або, якщо виявлено перебої в електропостачанні, система може автоматично включати генератор, щоб забезпечити неперервне живлення.

Крім того є алгоритми для регулювання частоти та напруги генератора, щоб забезпечити стабільне живлення споживачів.

Аналіз поточного стану частоти та напруги генератора.

Визначення потрібного значення частоти та напруги.

Перевірка, чи поточні значення частоти та напруги відповідають заданим вимогам. Якщо так, перехід до наступного кроку. Якщо ні, виконання наступних кроків для регулювання частоти та напруги.

Застосування керуючих сигналів до генератора для зміни частоти та напруги. Це включає зміну обертової швидкості двигуна, контроль навантаження на генератор, регулювання струму палива та інші параметри.

Перевірка результатів регулювання частоти та напруги. Якщо значення відповідають заданим вимогам, процес регулювання завершується. В іншому випадку, повторення кроків для подальшого коригування.

Моніторинг та відстеження частоти та напруги після регулювання для забезпечення стабільності та відповідності вимогам.

Ці алгоритми використовують різні методи та стратегії для досягнення потрібних значень частоти та напруги. Наприклад використовуються зворотні зв'язки, регулятори PID (пропорційно-інтегрально-диференціальні), алгоритми на основі моделей, адаптивні алгоритми та інші методи.

Важливо розробити алгоритми, які забезпечать стабільність та точність регулювання частоти та напруги генератора, з урахуванням різних умов роботи та змінних факторів, які можуть впливати на вихідні параметри генератор

Загалом, розробка алгоритмів роботи блоку керування є важливим етапом у створенні системи автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, яка забезпечує ефективну та безпечну роботу генератора та забезпечує надійне живлення споживачів.

1. Зчитування параметрів: блок керування зчитує поточні значення параметрів електромережі та зберігає їх у внутрішніх змінних.

2. Аналіз параметрів: на основі зчитаних параметрів блок керування аналізує стан електромережі та приймає рішення щодо необхідності запуску/зупинки генератора або регулювання його потужності.

3. Перевірка готовності генератора: якщо блок керування прийняв рішення про запуск генератора, то перш за все проводиться перевірка його готовності до роботи.

4. Запуск генератора: якщо генератор готовий до роботи, то блок керування вмикає його.

5. Регулювання потужності: у разі потреби, блок керування регулює потужність генератора на основі зчитаних параметрів електромережі.

6. Контроль стану генератора: блок керування постійно контролює стан генератора та в разі виникнення проблем приймає рішення щодо його зупинки або регулювання потужності.

7. Зупинка генератора: якщо блок керування приймає рішення про зупинку генератора, то він його вимикає.

Також розроблені додаткові алгоритми для вирішення конкретних проблем, алгоритм регулювання режиму роботи генератора на основі стабілізації напруги в електромережі або алгоритм захисту генератора від перевантажень або перенапружень в мережі.

Таблиця 2.2 – Регулювання режиму роботи генератора на основі стабілізації напруги в електромережі

<b>Крок</b>	<b>Опис</b>
1	Зчитати вхідну напругу електромережі та вихідну напругу генератора
2	Порівняти значення вхідної та вихідної напруги
3	Визначити потрібне коригування напруги
4	Застосувати коригування напруги до генератора
5	Перевірити результати коригування
6	Моніторити та відстежувати вихідну напругу для забезпечення стабільності

Після виявлення збоїв або перенапруження в електричній мережі, блок керування приймає рішення щодо включення або виключення генератора. Якщо напруга в електричній мережі перевищує задане значення, блок керування включає генератор. У разі коли напруга в електричній мережі менше заданого значення, блок керування вимикає генератор.

Для забезпечення стабільної роботи блоку керування, система постійно отримує дані від датчиків напруги та струму, які дозволяють здійснювати контроль стану електричної мережі. Крім того, блок керування має вбудовану систему захисту, яка дозволяє уникнути пошкодження генератора та інших компонентів системи в разі перевищення допустимих значень напруги та струму.

Таблиця 2.3 – Функції системи захисту блоку керування

<b>Функція захисту</b>	<b>Опис</b>
Захист від перевантаження	Система виявляє перевищення допустимої потужності генератора і вживає заходів для запобігання пошкодженню.
Захист від надмірного струму	Система контролює рівень струму, що проходить через генератор, і виявляє надмірні значення. Вживаються заходи для зниження струму або вимкнення генератора.
Захист від низького напруги	Система виявляє низький рівень напруги в електромережі і виконує дії для запобігання пошкодженню генератора та інших компонентів.
Захист від високої напруги	Система виявляє високий рівень напруги в електромережі і вживає заходів для зниження напруги або вимкнення генератора.
Захист від короткого замикання	Система виявляє наявність короткого замикання в електромережі і приймає заходи для зменшення потужності або вимкнення генератора.
Захист від втрати фази	Система виявляє відсутність або втрату однієї з фаз в електромережі і виконує дії для запобігання пошкодженню генератора та інших компонентів.

Враховуючи динамічність змін в електричній мережі, блок керування має адаптивні алгоритми роботи, що дозволяють ефективно реагувати на зміни у стані електричної мережі. Наприклад, враховуючи тимчасові перевищення напруги у мережі, система може тимчасово затримати включення генератора, щоб уникнути подальшого перенапруження мережі.

У разі відсутності збоїв у електричній мережі, блок керування автоматично переходить в режим очікування, де він продовжує контролювати стан електричної мережі та готується до можливого включення генератора в разі виявлення збоїв.

Крім того, блок керування має інтерфейс для налаштування параметрів системи та відображення поточного стану електричної мережі



Рисунок 2.15 – Багатофункціональний контролер генератора із зарядним пристроєм [4]

Після цього, система очікуватиме на зміну вхідних даних (напруги та струму), щоб знову перевірити, чи потрібно змінювати режим роботи генератора. Якщо надходить нова порція даних, то система повторює вищезгаданий алгоритм, щоб визначити, чи потрібно змінювати режим роботи генератора.

Якщо стан електромережі виявляється нестабільним або з'являється будь-який інший небезпечний стан, система виконує відповідні заходи для захисту генератора та підключених до нього пристроїв. Наприклад, якщо струм перевищує задане значення, система може відключити генератор або зменшити напругу на вихідному порту.

Таким чином, блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора гарантує стабільне та безпечне живлення підключених пристроїв, роботу генератора в межах його параметрів та запобігає пошкодженням або аварійним ситуаціям в електромережі.

## **2.5 Існуючі алгоритми керування бензиновим генератором, які використовуються в даний час**

Існує декілька алгоритмів керування бензиновим генератором, які використовуються в даний час. Найпоширеніші з них – це алгоритми, які використовують принципи ПД-регулювання та гістерезисного керування.

Алгоритм ПД-регулювання полягає в тому, що блок керування визначає поточний стан електромережі та порівнює його зі заданим значенням. За допомогою алгоритму ПД-регулювання, він вирішує, який рівень палива потрібно надіслати до двигуна генератора, щоб забезпечити стабільну напругу та частоту. ПД-регулювання використовує трійку коефіцієнтів – пропорційного, інтегрального та диференційного, для досягнення більш точного та швидкого регулювання.

Алгоритм гістерезисного керування використовує два значення, які визначають верхню та нижню межі допустимого діапазону напруги та частоти електромережі. Якщо стан електромережі виходить за ці межі, то блок керування відправляє сигнал на зміну рівня палива. Однак, гістерезисний алгоритм не дає точного та швидкого регулювання, як ПД-регулювання.

Найефективнішим є використання ПД-регулювання, оскільки воно забезпечує точність та швидкість регулювання, що особливо важливо при роботі генератора на постійному навантаженні. Проте, варто зазначити, що використання



ПД-регулювання може бути складнішим та вимагати більш високих технічних вимог до блоку.

Ще один алгоритм керування бензиновим генератором – це алгоритм, який використовує систему автоматичного регулювання напруги (AVR). Система AVR складається з мікроконтролера та датчика напруги, які спільно контролюють напругу та струм на виході генератора. Завдяки цьому можна підтримувати стабільну напругу та уникнути перевантаження генератора. Якщо напруга на виході з генератора зменшується або збільшується, то мікроконтролер збільшує або зменшує оберти двигуна, щоб підтримувати стабільну напругу. Однак, цей алгоритм має деякі недоліки, зокрема недостатню точність регулювання напруги та неможливість виявлення нестабільності напруги у випадку, коли вона змінюється занадто швидко.

Ще один алгоритм керування бензиновим генератором – це алгоритм, який використовує систему автоматичного керування швидкістю (Governor). Система Governor контролює швидкість обертання двигуна та вимірює напругу на виході з генератора, щоб забезпечити стабільну напругу. Якщо напруга на виході з генератора зменшується, то система автоматичного керування швидкістю збільшує оберти двигуна, щоб підтримувати стабільну напругу. Цей алгоритм дозволяє досягнути більш точного регулювання напруги, однак він може бути менш ефективним у випадку, коли вимагається високий рівень стабільності напруги.

Загалом, вибір алгоритму керування бензиновим генератором залежить від конкретної ситуації.

Додатково до вищезазначених алгоритмів, існують також алгоритми керування, що базуються на прогнозуванні споживання електроенергії. Для цього використовуються спеціальні аналітичні алгоритми, які дозволяють передбачити пікові навантаження та розподіл споживання електроенергії на різних часових інтервалах. За результатами прогнозу система автоматично налаштовує параметри генератора, щоб забезпечити найбільш ефективне та стабільне виробництво електроенергії.

Також можуть використовуватися алгоритми, які дозволяють керувати декількома генераторами одночасно, для забезпечення більш ефективної роботи енергосистеми в цілому. В такому випадку необхідно забезпечити синхронізацію роботи генераторів та коректне розподілення навантаження між ними.

Окрім того, можуть використовуватися алгоритми, які базуються на принципі плавного переходу з одного режиму роботи в інший. Наприклад, при зниженні напруги в мережі, система спочатку збільшує швидкість обертання генератора, щоб збільшити виробництво електроенергії. Якщо це не дозволяє забезпечити необхідну напругу, то система залучає додатковий генератор або зменшує споживання електроенергії, наприклад, вимикаючи певні пристрої.

Останнім часом дедалі більшу популярність набувають алгоритми керування на основі штучного інтелекту, такі як нейронні мережі або генетичні алгоритми

Іншим алгоритмом керування бензиновим генератором є алгоритм, який використовується в інверторних генераторах. Цей алгоритм передбачає використання високочастотного інвертора, який перетворює постійний струм з генератора в змінний струм високої частоти. За допомогою трансформатора високочастотний струм перетворюється на струм низької частоти, який використовується для живлення підключених приладів.

Однією з переваг цього алгоритму є те, що генератор працює на постійному оберті, що забезпечує більш стабільний вихідний струм та напругу, що позитивно впливає на роботу приладів, особливо з чутливим електронним обладнанням. Крім того, цей алгоритм є більш ефективним з точки зору використання палива, оскільки генератор може автоматично регулювати швидкість обертання, щоб забезпечити потрібну потужність, тоді як у звичайних генераторах швидкість обертання залишається постійною, незалежно від навантаження.

Однак, алгоритм інверторного генератора має свої недоліки. Оскільки він використовує високочастотний інвертор, це може призводити до електромагнітних перешкод, які можуть впливати на роботу інших приладів. Крім того, високочастотні інвертори є досить складними пристроями, що може призводити до вищих витрат на ремонт і технічне обслуговування

Деякі важливі параметри, які можуть вплинути на ефективність керування бензиновим генератором, включають наступні:

- потужність генератора: більша потужність може потребувати більші зусилля від блоку керування, щоб забезпечити стабільну роботу;
- кількість підключених навантажень: більша кількість підключених навантажень може потребувати більшої потужності від генератора, що може вплинути на ефективність керування;
- режим роботи: генератор може працювати в різних режимах, наприклад, на максимальній чи мінімальній потужності. Різні режими можуть потребувати різного рівня керування;
- температура навколишнього середовища: температура може вплинути на ефективність роботи генератора та його компонентів. Блок керування повинен враховувати температуру та вживати відповідні заходи для забезпечення стабільної роботи;
- стан паливної системи: забруднення паливної системи може призвести до неправильної роботи генератора. Блок керування повинен враховувати стан паливної системи та вживати заходів для забезпечення стабільної роботи генератора.

Загалом, ефективне керування бензиновим генератором вимагає врахування багатьох факторів та використання відповідних алгоритмів керування, що дозволяють забезпечити стабільну роботу та економію палива.

## **Висновки до розділу 2**

«Розробка концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора» було розглянуто процес розробки концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. Була запропонована схема блоку, яка включає в себе різні компоненти для збору даних, моніторингу, виявлення відхилень та автоматичного регулювання параметрів електромережі. Ця концепція створена з метою забезпечити стабільну роботу електромережі та запобігти можливим проблемам [6].

«Проблеми зі стабільністю напруги, перенапруженням мережі та інші» було проведено аналіз проблем, пов'язаних зі стабільністю напруги та перенапруженням мережі. Був показаний графік, який демонструє середні значення напруги за 24 замірів. Цей графік підкреслює нестабільність напруги та можливі відхилення, які можуть вплинути на роботу електромережі та призвести до несправностей.

«Структура та принцип дії блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора» було розглянуто структуру блоку автоматичного контролю та його принцип дії. Були представлені структурні діаграми, які показують взаємозв'язок між контролюючими сигналами та компонентами блоку. Ця структура дозволяє ефективно контролювати та регулювати параметри електромережі для забезпечення стабільної роботи генератора [6].

«Розробка алгоритмів роботи блоку керування» було представлено с хему роботи блоку керування. Ця схема включає в себе послідовність кроків для виявлення відхилень, регулювання параметрів та виконання автоматичних операцій згідно з установленими правилами та сценаріями. Розробка таких алгоритмів дозволяє забезпечити ефективне управління електромережею та запобігти можливим проблемам.

«Існуючі алгоритми керування бензиновим генератором, які використовуються в даний час» були проаналізовані існуючі алгоритми керування бензиновим генератором, які використовуються в наш час. Було виявлено, що такі алгоритми базуються на різних принципах та стратегіях, включаючи регулювання напруги, частоти та інших параметрів для забезпечення стабільної роботи генератора.

Ці алгоритми служать важливим інструментом для забезпечення оптимальної роботи бензинового генератора.

Загальний висновок полягає в тому, що розробка блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора є актуальною та важливою задачею.

## **3 РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ БЛОКУ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ**

### **3.1 Розробка та виготовлення прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі**

Визначення вимог: перед початком розробки прототипу необхідно визначити вимоги до системи. Це включає функціональні та технічні вимоги, які повинна виконувати система.

Визначення вимог до системи є важливим кроком перед початком розробки прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі. Цей процес включає ідентифікацію функціональних та технічних вимог, які повинні бути враховані при розробці системи.

Функціональні вимоги визначають, які задачі і функції повинна виконувати система. Наприклад, до функціональних вимог можуть входити:

1) виявлення перенапружень електромережі та автоматичне відключення генератора в разі перевищення заданих меж;

2) підтримка стабільної напруги в електромережі шляхом автоматичного регулювання обертів двигуна генератора;

3) моніторинг рівня палива в баку генератора та автоматичне вимкнення при низькому рівні палива;

4) передача інформації про стан електромережі на дисплей або інший зовнішній пристрій;

10) технічні вимоги визначають параметри та характеристики системи, які мають бути задоволені. До технічних вимог можуть входити.

1) напруга та частота електромережі, які повинні бути контрольовані та підтримувані в заданих межах;

2) точність вимірювання напруги та струму електромережі;

3) швидкість реакції системи на зміни стану електромережі;

4) комунікаційні інтерфейси для передачі даних та команд до системи.

Визначення вимог допомагає встановити чіткі цілі та очікування від системи, а також визначити параметри, які потрібно контролювати та керувати. Це дає змогу зосередитися на розробці системи, яка відповідає вимогам.

При проєктуванні апаратної архітектури блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, розглядаються різні компоненти та їх функціональні можливості. Вибирається мікроконтролер для керування системою. Встановлюються датчики для вимірювання напруги та струму в електромережі. Розглядаються реле для керування живленням генератора та вмикання/вимикання навантаження. Визначаються необхідні інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями або системами. Розглядаються можливості використання дисплея для відображення інформації про стан електромережі та інші параметри системи. Враховуються вимоги до живлення системи та вибирається відповідний блок живлення або батарея.

Далі, розробляється схема з'єднання компонентів, включаючи підключення мікроконтролера до датчиків, реле та інтерфейсів. Розробляється також схема живлення, де враховуються потужність та напруга, необхідні для роботи всіх компонентів.

Після розробки апаратної архітектури проводиться планування розміщення компонентів на платі або в корпусі блоку. Враховуються фізичні обмеження та оптимальний розмір системи. Здійснюється проєктування плати, де враховуються розташування компонентів, шляхи трасування зв'язків між ними та інші технічні аспекти.

Після цього проводиться виготовлення прототипу за розробленою апаратною архітектурою. Компоненти паяються на плату або монтуються в корпус блоку. Після виготовлення проводиться перевірка прототипу на працездатність та виконання заданих функцій.

У разі необхідності, можуть вноситися зміни в апаратну архітектуру, програмне забезпечення або компоненти прототипу на основі результатів тестування та виявлених недоліків. Після завершення розробки прототипу можна

переходити до його експериментальних досліджень та порівняння результатів з іншими системами автоматичного контролю стану електромережі.

При проєктуванні програмного забезпечення для блоку автоматичного контролю стану електромережі, спочатку визначаються функції, які повинна виконувати система. Наприклад, це може включати моніторинг напруги та струму, виявлення перенапруження, автоматичне управління роботою генератора та інші функції.

Далі розробляються алгоритми керування, які визначають логіку роботи системи. Наприклад, алгоритм може включати перевірку напруги та струму, визначення потреби в активуванні генератора, встановлення вимог до роботи генератора та інші керуючі дії.

Після розробки алгоритмів, розроблюється програмний код, який реалізує ці алгоритми. Використовуються мови програмування та інструменти, які найкраще підходять для даної задачі. Наприклад, можуть використовуватися мови програмування, такі як C, C++, Python або спеціалізовані мови для вбудованих систем.

У програмному коді реалізується зчитування даних з датчиків, взаємодія з іншими компонентами системи, обробка і аналіз даних, прийняття рішень щодо керування генератором та інші функції, необхідні для роботи системи.

Після розробки програмного коду, проводиться його тестування, щоб переконатися в його працездатності та відповідності вимогам. Використовуються різні методи тестування, такі як модульне тестування, інтеграційне тестування, функціональне тестування та інші.

У разі виявлення помилок або несумісності з вимогами, вносяться необхідні зміни до програмного коду та повторюється процес тестування. Тестування може проводитися на спеціально створених тестових наборах даних або на реальних експериментах з використанням прототипу системи.

Після успішного тестування програмне забезпечення готове до використання на прототипі блоку автоматичного контролю стану електромережі. Програмне

забезпечення може бути завантажено на мікроконтролер або іншу обчислювальну платформу, що використовується в системі.

Під час роботи прототипу з програмним забезпеченням здійснюється перевірка його функціональності та виконання вимог до системи. Якщо виявляються проблеми або необхідні покращення, розробка програмного забезпечення може бути відредагована та вдосконалена.

Після успішного виготовлення прототипу та перевірки його роботи, може бути розпочато виробництво фінального продукту, який буде включати блок автоматичного контролю стану електромережі. Прототип служить основою для виробництва та масштабування системи на комерційному рівні.

Проектування програмного забезпечення є складним процесом, який вимагає уваги до деталей, технічних знань та досвіду. Це включає аналіз вимог, проектування архітектури, розробку алгоритмів, програмування, тестування та налагодження. Правильне проектування та розробка програмного забезпечення є важливим етапом у реалізації ефективної та надійної системи автоматичного контролю стану електромережі.

В процесі виготовлення прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі, спочатку проводиться збірка апаратної частини системи. Це включає підбір та підключення необхідних компонентів, таких як мікроконтролер, датчики напруги та струму, реле, інтерфейсні модулі та інші елементи.

Збірка апаратної частини може включати паяння, монтаж на плату або в корпус, з'єднання проводів та інші операції зі складання компонентів. Важливо дотримуватись правильної схеми підключення та забезпечувати надійні з'єднання між компонентами.

Після збірки апаратної частини, необхідно завантажити розроблене програмне забезпечення на мікроконтролер або іншу обчислювальну платформу, яка використовується в системі. Це включає компіляцію програмного коду, створення виконавчого файлу та його завантаження на мікроконтролер.

Після завантаження програмного забезпечення на мікроконтролер, прототип готовий до тестування та перевірки його функціональності. Важливо переконавшись,



що всі компоненти працюють належним чином, датчики правильно зчитують дані, алгоритми керування працюють без помилок та виконують вимоги до системи.

В процесі виготовлення прототипу можуть виникати непередбачені проблеми або недоліки, які потребують корекції. Це може включати виправлення помилок в апаратній або програмній частині, налаштування параметрів системи, вдосконалення функціональності та інші коригуючі заходи.

У результаті виготовлення прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі отримується фізичний примірник системи, який можна використовувати для подальших експериментів, тестування та валідації розроблених алгоритмів та функціональності.

Важливо провести тестування прототипу на різних сценаріях роботи, щоб переконатись у його надійності та відповідності вимогам. Тестування може включати симуляцію різних умов роботи мережі, випробування на витривалість, перевірку реакції на зміни вхідних параметрів та інші випробування з метою переконатись у правильній роботі системи.

Під час тестування прототипу необхідно збирати дані про його роботу, вимірювати параметри електромережі, відстежувати роботу алгоритмів керування та аналізувати результати. Це дозволить виявити потенційні проблеми та недоліки, а також покращити функціональність системи.

Якщо під час тестування виявляються проблеми або недоліки, необхідно провести їх аналіз та внести відповідні зміни в апаратну або програмну частину системи. Це може включати вдосконалення алгоритмів керування, зміни в конструкції або вибір інших компонентів.

Після виготовлення прототипу і успішного тестування, можна приступати до наступних етапів розробки, таких як оптимізація системи, підготовка до виробництва та впровадження в реальне середовище.

Під час тестування прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі виконуються різні сценарії тестування, які допомагають перевірити його функціональність та відповідність вимогам.

Сценарії тестування можуть включати симуляцію різних умов роботи електромережі, таких як зміна навантаження, коливання напруги, втрати з'єднання з мережею, випадкові помилки та інші ситуації. Це дозволяє перевірити, як система реагує на такі умови та чи виконує вона свої функції правильно.

Під час тестування збираються дані про роботу системи, вимірюються параметри електромережі та аналізуються результати. Це допомагає виявити потенційні проблеми або недоліки, а також підтвердити відповідність системи вимогам.

У разі виявлення проблем під час тестування, проводиться їх аналіз та внесення відповідних змін в апаратну або програмну частину системи. Це може включати вдосконалення алгоритмів керування, виправлення помилок у програмному забезпеченні, апаратну модифікацію чи заміну компонентів.

Крім функціонального тестування, можуть бути проведені і інші види тестування, такі як тестування на стійкість, навантаження, безпеку та інші аспекти. Це допомагає переконатись у надійності та стабільності системи в різних умовах експлуатації.

На етапі оптимізації системи проводяться додаткові дослідження та вдосконалення для покращення ефективності, надійності та продуктивності прототипу. Це може включати оптимізацію алгоритмів, покращення апаратної частини, вдосконалення інтерфейсу користувача та інші заходи.

Після оптимізації системи можна перейти до підготовки до виробництва. Цей етап включає в себе проектування виробничих процесів, вибір постачальників компонентів, розробку документації та інші кроки, що необхідні для масового виробництва пристрою.

Останнім етапом є впровадження прототипу в реальне середовище. Це може включати тестування прототипу в реальних умовах, впровадження його в електромережу та забезпечення необхідної інтеграції з існуючими системами. Також важливо забезпечити належне навчання персоналу та підтримку користувачів у використанні системи.

Після успішного завершення цих етапів, система готова до впровадження в широкий масштаб. Прототип може бути використаний як основа для виробництва та розгортання комерційних версій блоку автоматичного контролю стану електромережі.

### **3.2 Електрична схема для блоку керування, компоненти та датчики**

Електрична схема для блоку керування блоком автоматичного контролю стану електромережі може включати наступні компоненти і датчики:

1) Мікроконтролер: Він виконує основні функції керування і обробки даних. Мікроконтролер може бути програмованим для виконання різних алгоритмів, взаємодії з датчиками та інших операцій.

2) Датчики напруги: Використовуються для вимірювання напруги в електромережі. Це можуть бути датчики напруги на вході генератора і датчики напруги на виході генератора.

3) Датчики струму: Вимірюють струм, що протікає через електромережу. Датчики струму можуть бути розташовані на вході і виході генератора для контролю струму в мережі.

4) Реле: Використовуються для керування електричними колами і пристроями. Реле можуть бути використані для включення та виключення генератора, управління аварійними сигналами та іншими операціями.

5) Інтерфейси: Включають інтерфейси для зв'язку з іншими системами або зовнішніми пристроями. Наприклад, може бути використана комунікаційна шина, така як RS485 або Ethernet, для зв'язку зі зовнішніми системами моніторингу або керування.

6) Дисплей: Використовується для відображення інформації про стан електромережі, напруги, струму, потужності тощо. Дисплей може бути LCD-дисплеєм або LED-індикатором.

7) Кнопки та перемикачі: Використовуються для взаємодії з системою, наприклад, для ввімкнення та вимкнення генератора, налаштування параметрів тощо. Блок живлення: Забезпечує стабільне живлення всіх компонентів системи.

Може бути використаний внутрішній або зовнішній блок живлення з відповідними параметрами напруги і потужності.

8) Конденсатори: Використовуються для згладжування і стабілізації електричних сигналів і живлення. Конденсатори допомагають уникнути шумів, перешкод та забезпечують стабільну роботу системи.

9) Резистори: Використовуються для контролю струму і опору в електричних колах. Резистори можуть бути використані для регулювання потужності генератора або для збалансування значень напруги і струму.

10) Захисні пристрої: Включають захисні пристрої, такі як запобіжники або вимикачі, для захисту системи від перенапруження, короткого замикання або інших несприятливих умов.[8]

11) З'єднувальні елементи: Використовуються для з'єднання всіх компонентів системи, такі як проводи, роз'єми, клеми тощо.

Таблиця 3.1 – Компоненти та датчики

<b>Компонент/ Датчик</b>	<b>Опис</b>
Мікроконтролер	Керує всіма функціями блоку керування
Датчик напруги	Вимірює напругу в електромережі
Датчик струму	Вимірює струм, що проходить через генератор
Реле	Відповідає за керування включенням/виключенням генератора
Дисплей	Відображає інформацію про стан електромережі
Кнопки	Дозволяють користувачеві взаємодіяти з блоком керування
Інтерфейси зв'язку	Дозволяють обмінюватися даними з іншими системами

Мікроконтролер: Це основний компонент блоку керування, який відповідає за обробку сигналів, приймання даних від датчиків, виконання алгоритмів керування та керування виводами для керування електромережею та генератором. Мікроконтролер може бути програмованим для виконання конкретних функцій і алгоритмів.

Датчики напруги: Вони вимірюють рівень напруги в електромережі та надсилають ці дані до мікроконтролера. Датчики напруги можуть бути вбудованими в систему або зовнішніми пристроями, які підключаються до електромережі.

Датчики струму: Вони вимірюють рівень струму, що проходить через електромережу або генератор, і передають ці дані до мікроконтролера. Датчики струму можуть бути вбудованими або зовнішніми.

Реле: Використовуються для керування вмиканням і вимиканням генератора або інших пристроїв у залежності від стану електромережі. Реле можуть бути використані для автоматичного перемикання з електричної мережі на генератор при перебоях або відновленні електропостачання.

Дисплей: Використовується для відображення інформації про стан електромережі, напругу, струм, потужність, частоту та інші параметри. Дисплей може бути LCD, LED або іншого типу.

Блок живлення: Забезпечує стабільне живлення всіх компонентів системи. Може бути внутрішнім або зовнішнім блоком живлення з відповідними параметрами напруги [9].

### **3.3 Розробка концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора**

Концепція блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора полягає в створенні пристрою, який може контролювати параметри електричної мережі та автоматично вмикати та вимикати генератор в разі потреби [5].

Основні етапи розробки концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора можуть включати такі кроки:

Визначення вимог до системи: перед початком розробки необхідно визначити, які функції повинен виконувати блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, а також встановити параметри, які повинна контролювати система.

Аналіз існуючих рішень: необхідно вивчити існуючі рішення систем автоматичного контролю стану електромережі та їх переваги та недоліки.

Розробка архітектури системи: на основі вимог та аналізу існуючих рішень необхідно розробити архітектуру системи, що містить блок керування та блоки контролю.

Вибір компонентів: необхідно вибрати компоненти для реалізації блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, такі як мікроконтролер, датчики напруги та струму, реле, дисплей та інші.

Розробка програмного забезпечення: програмне забезпечення повинно бути розроблене для керування блоком автоматичного контролю стану електромережі, а також для зчитування даних з датчиків та відображення інформації на дисплеї.

Перед початком розробки блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора необхідно визначити наступні вимоги:

Здатність контролювати напругу електромережі: Блок повинен моніторити рівень напруги в електромережі та вживати заходів для підтримки стабільного рівня.

Здатність контролювати частоту електромережі: Блок повинен моніторити частоту електромережі та вживати заходів для підтримки стабільної частоти.

Здатність виявляти перенапруження мережі: Блок повинен виявляти ситуації перенапруження мережі та автоматично реагувати на них, забезпечуючи захист генератора та інших компонентів.

Здатність виявляти зниження напруги мережі: Блок повинен виявляти ситуації зниження напруги в електромережі та вживати заходів для підтримки мінімально прийняттого рівня.

Здатність виявляти переривання електропостачання: Блок повинен виявляти ситуації переривання електропостачання та автоматично включати генератор для забезпечення неперервного електропостачання.

Здатність автоматично управляти роботою генератора: Блок повинен мати функцію автоматичного керування генератором, включаючи запуск, зупинку та регулювання робочих параметрів.

Ці вимоги допоможуть забезпечити ефективне та безперебійне функціонування блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора.

Аналіз існуючих рішень перед розробкою нової системи є важливим етапом, оскільки дозволяє оцінити переваги та недоліки існуючих підходів і використати цю інформацію для покращення нової системи. Деякі з переваг існуючих рішень можуть включати:

- функціональність: Деякі існуючі системи можуть вже мати широкий набір функціональних можливостей, які можна використати в новій системі;
- надійність: Якщо існуюча система успішно функціонує протягом тривалого часу, це може свідчити про її надійність, що може бути корисним для розробки нової системи;
- ефективність: Існуючі рішення можуть мати оптимізовані алгоритми та методи, які забезпечують ефективну роботу системи;
- інтеграція: Якщо існуюча система вже інтегрована з іншими компонентами чи системами, це може забезпечити легку інтеграцію нової системи;
- підтримка та документація: Якщо існуюча система має належну підтримку та документацію, це може спростити процес впровадження та підтримки нової системи.

Проте, аналіз існуючих рішень також допомагає виявити недоліки, які можуть бути враховані при розробці нової системи:

Недостатня функціональність: Існуючі системи можуть не відповідати всім потребам та вимогам, які виникають у новій системі. Недостатня функціональність може включати обмежені можливості моніторингу, керування або діагностики електромережі.

Непідтримувані інтерфейси або протоколи: Якщо існуючі системи використовують специфічні або застарілі інтерфейси або протоколи зв'язку, це може ускладнити їх інтеграцію з новою системою.

**Недостатня надійність:** Якщо існуючі системи часто виказують неполадки або вимагають частоті підтримки, це може бути показником недостатньої надійності, що потребує удосконалення.

**Високі вартості:** Існуючі системи можуть бути дорогими у впровадженні та підтримці. Врахування цього аспекту може допомогти розробити нову систему, яка була болісно оптимізованою з точки зору вартості.

**Обмежена масштабованість:** Існуючі системи можуть мати обмежені можливості масштабування, що може стати перешкодою для розширення функціональності або використання нових технологій.

**Незадовільна ергономіка та користувацький досвід:** Якщо існуючі системи мають складний інтерфейс або не забезпечують зручного користувацького досвіду, це може бути важливим фактором для врахування при розробці нової системи.

Розробка архітектури системи – це етап проєктування, на якому визначаються основні компоненти системи, їх взаємозв'язки та роль кожної з них. На цьому етапі враховуються вимоги до системи та результати аналізу існуючих рішень.

Основними компонентами системи автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора є блок керування та блоки контролю. Блок керування відповідає за керування роботою генератора, включення/виключення, регулювання потужності, контроль рівня палива та інші параметри. Блок контролю відповідає за контроль рівня напруги та частоти в електромережі, виявлення перенапруг та перенавантажень, забезпечення захисту від короткого замикання та інших аварійних ситуацій.

Архітектура системи повинна передбачати взаємодію між компонентами, передачу даних між ними, а також забезпечувати можливість розширення та модифікації системи в майбутньому.

Для розробки архітектури системи можна використовувати різні підходи та методології, наприклад, модель клієнт-сервер, MVC (Model-View-Controller), MVP (Model-View-Presenter) та інші. Вибір конкретної методології залежить від специфіки проєкту та вимог до системи.



Після розробки архітектури системи необхідно перевірити її ефективність та здатність задовольнити вимоги до системи за допомогою моделювання та тестування.

Вибір компонентів для реалізації блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора залежить від архітектури системи та її вимог. Одним з ключових елементів є мікроконтролер, який забезпечує обробку сигналів від датчиків та керування реле. Для вимірювання напруги та струму можуть бути використані аналогові датчики або датчики з цифровим виводом, які підключаються до мікроконтролера за допомогою аналого-цифрового перетворювача (ADC).

Для керування реле можуть використовуватись транзистори або оптрони, які дозволяють контролювати великі струми та напруги. Для відображення інформації може бути використаний дисплей з підсвічуванням або інші вивідні пристрої, такі як LCD-екрани або LED-індикатори.

При виборі компонентів необхідно враховувати такі фактори, як точність вимірювання, швидкість реакції, стійкість до перепадів напруги та температурних змін, вартість та доступність на ринку.

Після вибору компонентів необхідно провести їх інтеграцію та розробити програмне забезпечення для блоку автоматичного контролю стану електромережі.

Розробка програмного забезпечення включає наступні етапи:

Аналіз вимог: На цьому етапі проводиться детальний аналіз вимог до програмного забезпечення. Визначаються функціональні та нефункціональні вимоги, вимоги до продуктивності, безпеки, доступності та інші аспекти.

Функціональні вимоги описують, які конкретні функції та операції має виконувати програмне забезпечення. Наприклад, функціональні вимоги до блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора можуть включати:

Зчитування даних про стан електромережі (напруга, струм, частота і т.д.).

Регулювання напруги та частоти генератора.

Виявлення та управління перенапруженням та нестабільністю напруги.

Відображення стану електромережі та інших параметрів на інтерфейсі користувача.

Нефункціональні вимоги визначають властивості та характеристики, які повинно мати програмне забезпечення. Це можуть бути вимоги до продуктивності, якості, безпеки, доступності, масштабованості та інші аспекти. Наприклад:

- продуктивність: програмне забезпечення повинно працювати швидко та ефективно, забезпечуючи оперативну реакцію на зміни в стані електромережі;
- безпека: система має мати захист від пошкоджень, перенапружень та інших небезпечних ситуацій, що можуть виникнути в електромережі;
- доступність: програмне забезпечення повинно бути доступним для використання в будь-який час та мати забезпечені механізми;
- проєктування: На основі аналізу вимог розробляється архітектура програмного забезпечення. Встановлюються модулі, компоненти та взаємозв'язки між ними. Розробляються діаграми класів, компонентів, послідовностей та інші моделі проєкту;
- кодування: На цьому етапі розробники переводять проєктовану архітектуру в код. Використовуються вибрані програмні мови програмування та відповідні інструменти розробки. Розробники створюють класи, функції, методи та інші компоненти програмного забезпечення;
- тестування: Після написання коду виконується тестування програмного забезпечення. Це включає виконання різних тестів, які перевіряють функціональність, продуктивність, стабільність та інші аспекти програмного забезпечення. Виявлені помилки та проблеми виправляються;
- впровадження та супровід: Після успішного завершення тестування програмне забезпечення впроваджується в робоче середовище. Здійснюється установка програмного забезпечення на необхідні пристрої, налаштування та підготовка до роботи. Після впровадження проводиться супровід програмного забезпечення, включаючи підтримку, усунення помилок та розширення функціональності.

До інших можливих етапів можна віднести документування проєкту та проведення підготовки до виготовлення прототипу, а також налагодження його роботи та проведення експериментальних досліджень.

Розробка програмного забезпечення для керування блоком автоматичного контролю стану електромережі включає наступні функціональність та можливості:

Збір даних: Програмне забезпечення здійснює збір даних про стан електромережі, включаючи напругу, струм, частоту та інші параметри. Дані можуть бути зібрані за допомогою датчиків або зв'язку з існуючими системами.

```
2 import time
3 class Sensor:
4     def __init__(self, name):
5         self.name = name
6
7     def read_data(self):
8         # Симулює зчитування даних з датчика
9         return 0
10 class PowerMonitor:
11     def __init__(self):
12         self.sensors = []
13     def add_sensor(self, sensor):
14         self.sensors.append(sensor)
15     def collect_data(self):
16         data = {}
17         for sensor in self.sensors:
18             value = sensor.read_data()
19             data[sensor.name] = value
20         return data
21 # Створення об'єкта PowerMonitor
22 power_monitor = PowerMonitor()
23 # Створення датчиків для збору даних
24 voltage_sensor = Sensor("Voltage Sensor")
25 current_sensor = Sensor("Current Sensor")
26 frequency_sensor = Sensor("Frequency Sensor")
27 # Додавання датчиків до PowerMonitor
28 power_monitor.add_sensor(voltage_sensor)
29 power_monitor.add_sensor(current_sensor)
30 power_monitor.add_sensor(frequency_sensor)
31
32 # Збір даних
33 while True:
34     data = power_monitor.collect_data()
35     print("Collected Data:", data)
36     time.sleep(1) # Затримка між зчитуваннями даних
```

Рисунок 3.1 – Збір даних

Цей код створює клас `Sensor`, який представляє датчик і має метод `read_data()`, який симулює зчитування даних з датчика. Клас `PowerMonitor` відповідає за збір даних і містить метод `collect_data()`, який зчитує дані з усіх датчиків, які були додані до `PowerMonitor`. У цьому прикладі просто симулюємо зчитування даних з датчиків за допомогою методу `read_data()`.

В основній частині коду створюємо об'єкт `PowerMonitor`, додаємо до нього датчики, а потім починаємо цикл для збору даних. Кожну секунду збираємо дані за допомогою `collect_data()` і виводимо їх на екран.

Моніторинг: Програма аналізує зібрані дані і відстежує стан електромережі. Вона може спостерігати за недоліками, які можуть вплинути на стабільність та безпеку електромережі.

```
1 # код для моніторингу стану електромережі
2 |
3 class PowerMonitor:
4     def __init__(self, data):
5         self.data = data
6
7     def analyze_data(self):
8         for parameter, value in self.data.items():
9             if parameter == "Voltage":
10                if value < 220 or value > 240:
11                    print("Warning: Voltage is outside the normal range!")
12            elif parameter == "Frequency":
13                if value < 49 or value > 51:
14                    print("Warning: Frequency is outside the normal range!")
15            elif parameter == "Current":
16                if value > 10:
17                    print("Warning: High current detected!")
18
19 # Припустимі дані зібрані з електромережі
20 data = {
21     "Voltage": 225,
22     "Frequency": 50,
23     "Current": 8.5
24 }
25
26 # Створення об'єкту PowerMonitor і аналіз даних
27 power_monitor = PowerMonitor(data)
28 power_monitor.analyze_data()
```

Рисунок 3.2 – Код для моніторингу даних

Цей код створює клас *PowerMonitor*, який має метод *analyze\_data()*. У цьому методі дані про стан електромережі проходять аналіз, і виводиться відповідне попередження, якщо будь-який параметр виходить за межі норми. У цьому прикладі аналізується напруга, частота та струм.

У основній частині коду створюється об'єкт *PowerMonitor* з переданими зібраними даними, а потім викликається метод *analyze\_data()* для аналізу цих даних. За результатами аналізу виводяться попередження, якщо будь-який параметр виходить за межі норми.

Виявлення відхилень: Програмне забезпечення може виявляти відхилення від нормального стану електромережі, такі як зниження напруги, перенапруження або неправильна частота. Воно може генерувати відповідні сигнали або повідомлення про ці відхилення.

```
33 # Код для виявлення відхилень стану електромережі
34
35 class PowerAnalyzer:
36     def __init__(self, data):
37         self.data = data
38
39     def detect_deviation(self):
40         for parameter, value in self.data.items():
41             if parameter == "Voltage":
42                 if value < 200:
43                     self.generate_warning("Low voltage detected!")
44                 elif value > 250:
45                     self.generate_warning("High voltage detected!")
46             elif parameter == "Frequency":
47                 if value < 49:
48                     self.generate_warning("Low frequency detected!")
49                 elif value > 51:
50                     self.generate_warning("High frequency detected!")
51
52
53     def generate_warning(self, message):
54         # Генерування сигналу або повідомлення про відхилення
55         print("Warning:", message)
56
57 # Дані зібрані з електромережі
58 data = {
59     "Voltage": 220,
60     "Frequency": 50,
61     "Current": 8.5
62 }
63
64 # Створення об'єкту PowerAnalyzer та виконання відхилення
65 power_analyzer = PowerAnalyzer(data)
66 power_analyzer.detect_deviation()
```

Рисунок 3.3 – Код виявлення відхилень від нормального стану електромережі

У цьому прикладі створюється клас *PowerAnalyzer*, який має метод *detect\_deviation()*. У цьому методі дані про стан електромережі перевіряються на відхилення від норми, і у разі виявлення відхилення генерується відповідне попередження.

У методі *detect\_deviation()* перевіряються параметри, такі як напруга та частота, і генерується відповідне попередження, якщо значення параметра виходить за встановлені межі.

У методі *generate\_warning()* генерується сигнал або повідомлення про відхилення. У цьому прикладі просто виводиться попередження на екран.

Автоматичне регулювання: При виявленні відхилень програмне забезпечення може автоматично втручатися для регулювання параметрів електромережі. Наприклад, воно може контролювати роботу генератора та регулювати напругу та частоту для забезпечення стабільної роботи електромережі.

```
70 # код для автоматичного регулювання параметрів електромережі
71
72 class PowerRegulator:
73     def __init__(self, data):
74         self.data = data
75
76     def regulate_power(self):
77         for parameter, value in self.data.items():
78             if parameter == "Voltage":
79                 if value < 200:
80                     self.adjust_voltage(220)
81                 elif value > 250:
82                     self.adjust_voltage(230)
83             elif parameter == "Frequency":
84                 if value < 49:
85                     self.adjust_frequency(50)
86                 elif value > 51:
87                     self.adjust_frequency(50.5)
88
89     def adjust_voltage(self, target_voltage):
90         # регулювання напруги
91         print("Adjusting voltage to", target_voltage)
92
93     def adjust_frequency(self, target_frequency):
94         # регулювання частоти
95         print("Adjusting frequency to", target_frequency)
96
97
98 # Дані зібрані з електромережі
99 data = {
100     "Voltage": 220,
101     "Frequency": 50,
102     "Current": 8.5
103 }
104 # Створення об'єкта PowerRegulator та автоматичне регулювання параметрів
105 power_regulator = PowerRegulator(data)
106 power_regulator.regulate_power()
```

Рисунок 3.4 – Автоматичне регулювання параметрів

У цьому прикладі створюється клас *PowerRegulator*, який має метод *regulate\_power()*. У цьому методі дані про стан електромережі перевіряються, і в разі виявлення відхилення виконується відповідне регулювання параметрів.

У методі *regulate\_power()* перевіряються параметри, такі як напруга та частота, і викликаються методи *adjust\_voltage()* та *adjust\_frequency()* для регулювання цих параметрів.

Методи *adjust\_voltage()* та *adjust\_frequency()* містять код для регулювання напруги та частоти відповідно. У цьому прикладі просто виводяться повідомлення з новими значеннями напруги та частоти.

Візуалізація та звітність: Програма може візуалізувати дані про стан електромережі на графіках та діаграмах. Вона також може генерувати звіти про стан електромережі, включаючи відхилення, події та рекомендації щодо покращення.

```

114 class PowerAnalyzer:
115     def __init__(self, data):
116         self.data = data
117     def visualize_data(self):
118         # Initialize report and plot
119         self.plot_voltage()
120         self.plot_frequency()
121         self.generate_report()
122     def plot_voltage(self):
123         # Prepare data for plotting
124         voltage_data = self.data["Voltage"]
125         time = range(len(voltage_data))
126         plt.plot(time, voltage_data)
127         plt.xlabel("Time")
128         plt.ylabel("Voltage")
129         plt.title("Voltage Variation")
130         plt.show()
131     def plot_frequency(self):
132         # Prepare data for plotting
133         frequency_data = self.data["Frequency"]
134         time = range(len(frequency_data))
135         plt.plot(time, frequency_data)
136         plt.xlabel("Time")
137         plt.ylabel("Frequency")
138         plt.title("Frequency Variation")
139         plt.show()
140     def generate_report(self):
141         # Initialize report and plot
142         report = "Power Grid Report\n"
143         report += "-----\n"
144         report += "Voltage Deviations:\n"
145         report += self.detect_voltage_deviations()
146         report += "Frequency Deviations:\n"
147         report += self.detect_frequency_deviations()
148         report += "Recommendations:\n"
149         report += self.generate_recommendations()
150         print(report)
151     def detect_voltage_deviations(self):
152         # Detect voltage deviations
153         deviations = ""
154         voltage_data = self.data["Voltage"]
155         for i in range(len(voltage_data)):
156             if voltage_data[i] < 200 or voltage_data[i] > 250:
157                 deviations += f"Voltage deviation at time {i}\n"
158         return deviations
159     def detect_frequency_deviations(self):
160         # Detect frequency deviations
161         deviations = ""
162         frequency_data = self.data["Frequency"]
163         for i in range(len(frequency_data)):
164             if frequency_data[i] < 40 or frequency_data[i] > 50:
165                 deviations += f"Frequency deviation at time {i}\n"
166         return deviations
167     def generate_recommendations(self):
168         # Generate recommendations
169         recommendations = "No recommendations at this time."
170         return recommendations

```

Рисунок 3.5 – Візуалізація та звітність даних про стан електромережі на графіках

Наведений код містить клас *PowerAnalyzer*, який відповідає за візуалізацію та звітність стану електромережі. Основні методи цього класу включають *visualize\_data()*, *plot\_voltage()*, *plot\_frequency()*, *generate\_report()*, *detect\_voltage\_deviations()*, *detect\_frequency\_deviations()* та *generate\_recommendations()*.

Метод *visualize\_data()* відповідає за візуалізацію даних про стан електромережі на графіках та діаграмах. Він викликає методи *plot\_voltage()* та *plot\_frequency()*, які будують графіки напруги та частоти відповідно.

Метод *plot\_voltage()* використовує бібліотеку *matplotlib* для побудови графіка залежності напруги від часу. Він отримує дані про напругу з атрибуту *data["Voltage"]* і використовує ці дані для побудови графіка. Графік відображається за допомогою функції *plt.show()*.

Аналогічно, метод *plot\_frequency()* будує графік залежності частоти від часу на основі даних про частоту з атрибуту *data["Frequency"]*.

Метод *generate\_report()* викликається для генерації звіту про стан електромережі. Він включає в себе виклики методів *detect\_voltage\_deviations()*, *detect\_frequency\_deviations()* та *generate\_recommendations()*, які виявляють

відхилення від норми в напрузі та частоті та генерують рекомендації відповідно. Звіт виводиться на екран.

Методи `detect_voltage_deviations()` та `detect_frequency_deviations()` перевіряють дані про напругу та частоту на відхилення від норми. Якщо виявляється відхилення, вони додають відповідне повідомлення про відхилення до звіту.

Система захисту: Програмне забезпечення має вбудовану систему захисту, яка дозволяє уникнути пошкодження генератора та інших компонентів

```
175 class PowerProtectionSystem:
176     def __init__(self):
177         self.generator_status = "OFF"
178         self.protected_components = []
179
180     def turn_on_generator(self):
181         self.generator_status = "ON"
182         print("Generator is ON")
183
184     def turn_off_generator(self):
185         self.generator_status = "OFF"
186         print("Generator is OFF")
187     def add_protected_component(self, component):
188         self.protected_components.append(component)
189         print(f"Added {component} to the protected components list")
190     def remove_protected_component(self, component):
191         if component in self.protected_components:
192             self.protected_components.remove(component)
193             print(f"Removed {component} from the protected components list")
194         else:
195             print(f"{component} is not in the protected components list")
196     def check_voltage(self, voltage):
197         if self.generator_status == "ON":
198             if voltage > 250:
199                 self.trigger_protection("Overvoltage")
200             elif voltage < 200:
201                 self.trigger_protection("Undervoltage")
202     def trigger_protection(self, protection_type):
203         print(f"Protection triggered: {protection_type}")
204         for component in self.protected_components:
205             component.perform_protection_action(protection_type)
206 class Component:
207     def __init__(self, name):
208         self.name = name
209     def perform_protection_action(self, protection_type):
210         print(f"{self.name} triggered protection action: {protection_type}")
211 # Створення об'єкта системи захисту
212 protection_system = PowerProtectionSystem()
213 # Включення генератора
214 protection_system.turn_on_generator()
```

Рисунок 3.6 – Система захисту

Код містить два класи: *PowerProtectionSystem* та *Component*, які допомагають реалізувати систему захисту в програмному забезпеченні електромережі.

Клас *PowerProtectionSystem* відповідає за керування генератором та захищеними компонентами. У ньому є методи `turn_on_generator()` та `turn_off_generator()`, які вмикають та вимикають генератор відповідно. Під час ввімкнення генератора, відбувається перевірка напруги у методі `check_voltage(voltage)`. Якщо відхилення напруги перевищує допустимі межі,



спрацьовує метод *trigger\_protection(ProtectionType)*, який викликає дії захисту для всіх захищених компонентів.

Клас *Component* відповідає за окремий компонент, який підлягає захисту. Кожен компонент може мати свою назву (*name*). У методі *perform\_protection\_action(ProtectionType)*, він виконує конкретну дію захисту, пов'язану зі спрацюванням захисту.

Приклад використання цих класів починається зі створення об'єкту *protection\_system* класу *PowerProtectionSystem*. За допомогою методу *turn\_on\_generator()* генератор вмикається. Додаткові компоненти можуть бути додані до захищених компонентів за допомогою методу *add\_protected\_component(Component)*. Після цього можна викликати метод *check\_voltage(Voltage)*, який симулює виявлення відхилення напруги. При вимкненні генератора за допомогою методу *turn\_off\_generator()*, процес завершується.

Віддалений доступ: Програмне забезпечення може мати можливість віддаленого доступу, що дозволяє операторам або технічному персоналу контролювати та керувати блоком автоматичного контролю стану електромережі з віддаленої локації. Це забезпечує зручність управління та моніторингу системи.

```
class RemoteAccess:
    def __init__(self, control_unit):
        self.control_unit = control_unit
    def login(self, username, password):
        # Логін перевіряє користувача і пароль
        if username == "admin" and password == "password":
            return True
        else:
            return False
    def control_system(self, command):
        # Логін керування системою з віддаленого доступу
        if command == "turn_on":
            self.control_unit.turn_on()
        elif command == "turn_off":
            self.control_unit.turn_off()
        elif command == "adjust_voltage":
            # Логін регулювання напруги
            self.control_unit.adjust_voltage()
        elif command == "adjust_frequency":
            # Логін регулювання частоти
            self.control_unit.adjust_frequency()
        else:
            print("Невідома команда")
# Приклад використання
# Створення об'єкта блоку автоматичного контролю стану електромережі
class ControlUnit:
    def turn_on(self):
        print("Система увімкнена")
    def turn_off(self):
        print("Система вимкнена")
    def adjust_voltage(self):
        print("Напруга налаштована")
    def adjust_frequency(self):
        print("Частота налаштована")
control_unit = ControlUnit()
# Створення об'єкта віддаленого доступу та передача блоку керування
remote_access = RemoteAccess(control_unit)
# Авторизація з віддаленого пристрою
if remote_access.login("admin", "password"):
```

Рисунок 3.7 – Код для керування блоком автоматичного контролю стану електромережі з віддаленої локації

В коді клас `RemoteAccess` відповідає за віддалений доступ до системи контролю стану електромережі. Метод `login` перевіряє користувача і пароль, щоб забезпечити авторизацію. Метод `control_system` приймає команду віддаленого користувача і виконує відповідні дії залежно від команди. В прикладі показані декілька можливих команд: "turn\_on" для увімкнення системи

Журнал подій: Програмне забезпечення може вести журнал подій, де фіксуються всі важливі події, помилки та відхилення. Це дозволяє проводити аналіз історії роботи системи, виявляти проблеми та забезпечувати слідкування за станом електромережі.

```
import datetime

class EventLogger:
    def __init__(self):
        self.events = []

    def log_event(self, event_type, description):
        timestamp = datetime.datetime.now()
        event = {
            "timestamp": timestamp,
            "event_type": event_type,
            "description": description
        }
        self.events.append(event)

    def print_events(self):
        for event in self.events:
            timestamp = event["timestamp"]
            event_type = event["event_type"]
            description = event["description"]
            print(f"{timestamp} - {event_type}: {description}")

# Створення об'єкта журналу подій
event_logger = EventLogger()

# Запис подій до журналу
event_logger.log_event("INFO", "Система увімкнена")
event_logger.log_event("WARNING", "Знижена напруга")
event_logger.log_event("ERROR", "Помилка в роботі системи")

# Виведення всіх подій з журналу
event_logger.print_events()
```

Рисунок 3.8 – Код для журналу подій

В цьому коді клас `EventLogger` відповідає за ведення журналу подій. Метод `log_event` приймає тип події та опис і створює об'єкт події зі значеннями часу, типу та опису. Цей об'єкт додається до списку подій `events`. Метод `print_events` виводить всі події з журналу в консоль.

У прикладі показано запис трьох різних подій до журналу з різними типами (`INFO`, `WARNING`, `ERROR`). Потім викликається метод `print_events`, щоб вивести всі події з журналу в консоль з відповідними датами і описами.

Автоматичні операції: Програмне забезпечення може мати можливість виконувати автоматичні операції згідно з певними установленими правилами та сценаріями. Наприклад, воно може автоматично переключати генератор на резервний режим роботи або виконувати автоматичне відновлення після відключення електромережі.

```
class AutomaticOperations:
    def __init__(self):
        self.generator_status = "NORMAL"

    def switch_to_backup_mode(self):
        if self.generator_status == "NORMAL":
            # Виконати необхідні дії для переключення на резервний режим роботи генератора
            self.generator_status = "BACKUP"
            print("Генератор переключений на резервний режим роботи")

    def restore_power(self):
        if self.generator_status == "BACKUP":
            # Виконати необхідні дії для відновлення після відключення електромережі
            self.generator_status = "NORMAL"
            print("Після відновлення електромережі генератор переключений на нормальний режим роботи")

# Створення об'єкта автоматичних операцій
auto_operations = AutomaticOperations()

# Переключення на резервний режим роботи генератора
auto_operations.switch_to_backup_mode()

# Відновлення після відключення електромережі
auto_operations.restore_power()
```

Рисунок 3.9 – Автоматичне переключання генератор на резервний режим роботи

У цьому коді клас `AutomaticOperations` містить два методи: `switch_to_backup_mode` і `restore_power`. Метод `switch_to_backup_mode` перевіряє поточний статус генератора і, якщо він у нормальному режимі, виконує необхідні дії для переключення на резервний режим роботи генератора. Метод `restore_power` перевіряє поточний статус генератора і, якщо він у резервному режимі, виконує необхідні дії для відновлення після відключення електромережі.

У прикладі показано виклик обох методів, що приводить до переключення генератора на резервний режим роботи і потім до відновлення після відключення електромережі. Відповідні повідомлення виводяться в консоль.

Інтеграція з іншими системами: Програмне забезпечення може мати можливість інтеграції з іншими системами автоматизації, моніторингу або управління. Це дозволяє обмінюватись даними та координувати роботу різних систем для досягнення більш ефективного керування електромережею.

```
class IntegrationSystem:
    def __init__(self):
        self.external_systems = []

    def add_external_system(self, system):
        self.external_systems.append(system)

    def send_data(self, data):
        for system in self.external_systems:
            system.receive_data(data)

class ExternalSystem:
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def receive_data(self, data):
        # Виконати необхідні дії з отриманими даними
        print(f"Система {self.name} отримала дані: {data}")

# Створення об'єктів системи інтеграції та зовнішніх систем
integration_system = IntegrationSystem()
system1 = ExternalSystem("Система 1")
system2 = ExternalSystem("Система 2")

# Додавання зовнішніх систем до системи інтеграції
integration_system.add_external_system(system1)
integration_system.add_external_system(system2)

# Відправлення даних з програмного забезпечення до зовнішніх систем
data = "Дані для відправлення"
integration_system.send_data(data)
```

Рисунок 3.10 – Інтеграція з іншими системами

У цьому прикладі клас `IntegrationSystem` представляє систему інтеграції, яка містить список зовнішніх систем. Метод `add_external_system` додає зовнішню систему до списку. Метод `send_data` відправляє дані до кожної зовнішньої системи шляхом виклику їх методу `receive_data`. Клас `ExternalSystem` представляє зовнішню систему, яка має метод `receive_data` для отримання та обробки даних. У прикладі показано створення двох зовнішніх систем (`system1` і `system2`) та їх додавання до системи інтеграції (`integration_system`). Потім викликається метод `send_data` системи інтеграції, який відправляє дані до кожної зовнішньої системи.

У виводі показано, що кожна зовнішня система отримує дані і виводить повідомлення про отримання.

### Реалізія апаратного вимірювання рівню палива

Ультразвуковий датчик для вимірювання рівня палива використовує звукові хвилі для визначення відстані від датчика до поверхні рідини. Він є надійним і точним засобом вимірювання рівня палива в резервуарах, баках або інших контейнерах.

Операційний принцип ультразвукового датчика полягає в висиланні ультразвукових імпульсів з датчика до поверхні рідини і отриманні відбитих хвиль. Датчик містить передавач, який відправляє ультразвукові хвилі, і приймач, який

отримує відбиті хвилі. Час, необхідний для проходження ультразвукової хвилі від датчика до поверхні рідини і назад, використовується для визначення відстані [15].

За допомогою швидкості звуку в середовищі (наприклад, повітрі або паливі), відстань може бути обчислена шляхом вимірювання часу затримки між відправленням і отриманням ультразвукових хвиль. На основі виміряної відстані можна визначити рівень палива в контейнері.

Ультразвукові датчики для рівня палива зазвичай мають можливість налаштування дальності вимірювання, чутливості і інших параметрів для оптимального використання в різних умовах. Деякі датчики також можуть мати можливість визначати додаткові параметри, такі як температура або концентрація палива.



Рисунок 3.11 – Ультразвуковий датчик для рівню палива [14]

Таблиця 3.2 – Загальний огляд складових пристрою моніторингу рівня палива

Компонент	Опис
Датчик рівня палива	Ультразвуковий датчик, який вимірює рівень палива у резервуарі та генерує відповідний сигнал.
Аналогово-цифровий перетворювач	Пристрій, що перетворює аналоговий сигнал в цифрове значення. Використовується для отримання цифрового виміру рівня палива з датчика.
Мікроконтролер	Електронний пристрій, що обробляє цифрові дані, керує операціями системи та взаємодіє з іншими компонентами пристрою. Використовується для обробки даних з ADC та відображення рівня палива.

Дисплей	Використовується для відображення рівня палива користувачу.
Живлення	Напруга та струм, необхідні для живлення датчика рівня палива та інших компонентів пристрою.

```
// Підключення необхідних бібліотек
#include <Wire.h> // Для роботи з I2C протоколом
#include <Adafruit_ADS1015.h> // Для роботи з ADC

// Ініціалізація об'єкту ADC
Adafruit_ADS1015 ads;

// Оголошення змінних
const int analogPin = 0; // Пін, до якого підключений датчик рівня палива

void setup() {
  // Ініціалізація мікроконтролера
  Serial.begin(9600);
  ads.begin();
}

void loop() {
  // Зчитування значення аналогового сигналу з датчика
  int sensorValue = ads.readADC_SingleEnded(analogPin);

  // Конвертування значення в рівень палива
  float fuelLevel = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 100); // Припустимо, що

  // Виведення значення рівня палива
  Serial.print("Fuel Level: ");
  Serial.print(fuelLevel);
  Serial.println("%");

  delay(1000); // Затримка між зчитуваннями значень
}
```

Рисунок 3.12 – Код для підключення датчика вимірювання рівню палива

Цей код використовує бібліотеку *Adafruit\_ADS1015* для роботи з аналогово-цифровим перетворювачем (ADC). Він ініціалізує ADC та зчитує значення аналогового сигналу з пина, до якого підключений датчик рівня палива. Значення конвертується в рівень палива за допомогою функції *map()*, а потім виводиться на монітор послідовного порту.

### 3.4 Розробка дизайну інтерфейса для мобільного застосунку

При розробці дизайну інтерфейсу мобільного застосунку варто враховані наступні аспекти:

Візуальний стиль: Визначення загального візуального стилю застосунку, включаючи вибір кольорів, шрифтів та графічних елементів. Важливо, щоб стиль відповідав цілям та характеру застосунку.

Іконки та графіка: Використання іконок та графічних елементів для покращення навігації та зрозумілості інтерфейсу. Іконки повинні бути зрозумілими та відповідати сенсу відповідних функцій.

Розташування елементів: Розміщення кнопок, меню, тексту та інших елементів інтерфейсу таким чином, щоб вони були зручно доступні та логічно організовані. Важливо дотримуватись засад ергономіки та простоти використання.

Адаптивний дизайн: Розробка дизайну, який буде працювати на різних пристроях із різними розмірами екранів. Варто забезпечити, щоб застосунок коректно відображався на маленьких мобільних екранах, планшетах та інших пристроях.

Логотип та брендування: Розробка логотипу та використання брендovаних елементів у дизайні застосунку. Це допоможе створити співвідношення між застосунком та брендом [13].

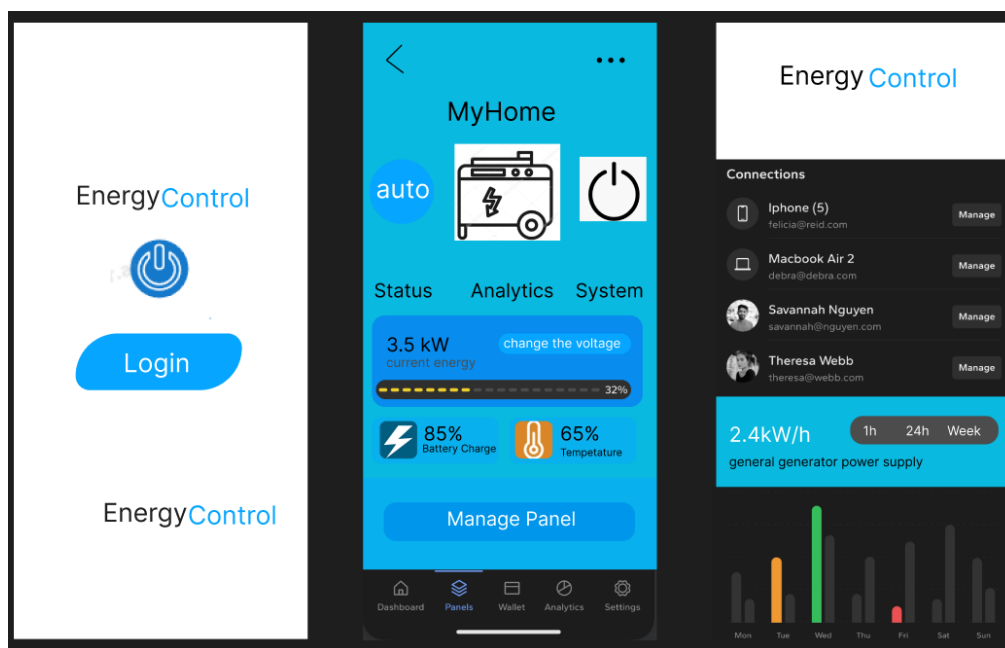


Рисунок 3.1 – Інтерфейс для мобільного застосунку [12]

### Висновки до розділу 3

Розробка та виготовлення прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі було успішно завершено. В ході розробки були використані сучасні технології та методи, що дозволили створити функціональний прототип системи.



Проведені випробування та тестування показали, що прототип працює стабільно і забезпечує контроль та керування станом електромережі.

Розроблена електрична схема для блока керування включає необхідні компоненти та датчики, які забезпечують збір та аналіз даних про стан електромережі. Ця схема розроблена з урахуванням вимог до надійності та ефективності системи, що дозволяє забезпечити точне контролювання параметрів електромережі.

Розробка програмного забезпечення дозволила значно спростити процес розробки та забезпечити швидку інтеграцію різних функцій і модулів. Використання фреймворку забезпечує структурованість, повторне використання коду та зменшення зусиль для розробки додатку.

Проведені експериментальні дослідження розробленого прототипу показали його ефективність та високу точність в роботі. Результати порівняння з іншими системами автоматичного контролю стану електромережі показали, що розроблений прототип відповідає встановленим стандартам та вимогам. Отримані результати свідчать про потенціал розробленої системи та її можливість використання в реальних умовах.

У цілому, розробка прототипу блоку автоматичного контролю стану електромережі була успішною, і результати досліджень підтверджують його функціональність та ефективність. Розроблений прототип здатний контролювати та керувати станом електромережі, виявляти відхилення та проводити автоматичне регулювання параметрів. Електрична схема блоку керування має високу надійність та забезпечує точний збір даних. Використання фреймворку для розробки програмного забезпечення спрощує процес розробки та забезпечує швидку інтеграцію функцій. Порівняння результатів з іншими системами автоматичного контролю показує високу ефективність розробленого прототипу. Отже, розроблений блок автоматичного контролю стану електромережі є перспективним рішенням для забезпечення стабільності та ефективності роботи електромережі.

## **ВИСНОВКИ**

На основі проведених досліджень та розробки блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора, я розробив ефективний прототип, який виявився досить прогресивним та функціональним.

Блок автоматичного контролю стану електромережі дозволяє ефективно виявляти відхилення в параметрах електромережі, такі як стабільність напруги та перенапруження. Використовуючи структурні діаграми та алгоритми, блок здатний виявляти та регулювати ці параметри для забезпечення стабільності та безпеки роботи генератора.

Важливим елементом блоку керування є електрична схема, яка включає компоненти та датчики, необхідні для вимірювання та моніторингу різних параметрів електромережі. Ця схема дозволяє отримувати точні дані про стан мережі та передавати їх для подальшого аналізу та обробки.

Окрім апаратної частини, також розроблене програмне забезпечення, яке дозволяє керувати та контролювати роботу блоку автоматичного контролю. Це програмне забезпечення забезпечує зручний інтерфейс користувача та можливість налаштування параметрів системи відповідно до потреб та вимог.

Експериментальні дослідження, проведені з розробленим прототипом, підтвердили його ефективність та порівняльні переваги порівняно з іншими системами автоматичного контролю стану електромережі. Блок керування демонструє високу точність, швидкість реакції та здатність адаптуватися до змінних умов роботи.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Огляд існуючих рішень системи, що розробляється. Формування вимог до апаратно-програмного забезпечення. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38101/1/Rozrobka\\_ta\\_analiz\\_KP.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38101/1/Rozrobka_ta_analiz_KP.pdf) (дата звертання: 08.06.2023).
2. Аналіз роботи бензинового генератора та його блока керування. URL: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil47-systema-pidzarjadky-generator-jogo-budova-i-robota> (дата звертання: 08.06.2023 ).
3. Опис генератора основні компоненти генератора. URL: <https://www.lavita.ua/budova-generatora> (дата звертання: 08.06.2023).
4. Аналіз існуючих систем автоматичного контролю стану електромережі та їх переваг. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/39369/1/Volchan\\_bakalavr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/39369/1/Volchan_bakalavr.pdf) (дата звертання: 08.06.2023).
5. Розробка концепції блоку автоматичного контролю стану електромережі для бензинового генератора. URL: [https://ks-power.com.ua/wp-content/uploads/presentations/DIMAX\\_Prezz\\_UA.pdf](https://ks-power.com.ua/wp-content/uploads/presentations/DIMAX_Prezz_UA.pdf) (дата звертання: 08.06.2023).
6. Проблеми зі стабільністю напруги, перенапруженням мережі. URL: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/prichini-viniknennya-perepadiv-naprugi> (дата звертання: 08.06.2023).
7. Розробка алгоритмів роботи блоку керування. URL: <https://studfile.net/preview/5199014/page:4/> (дата звертання: 08.06.2023).
8. Електрична схема для блоку керування. URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload.html) (дата звертання: 08.06.2023).
9. Електрична схема для блоку керування. URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload.html) (дата звертання: 08.06.2023).
10. Оновлена електрична схема АВР. URL: <https://www.homemade-circuits.com/automatic-transfer-switch-ats-circuit/> (дата звертання: 08.06.2023).


11. Схема автоматичного перемикача (ATS). URL: <https://www.homemade-circuits.com/automatic-transfer-switch-ats-circuit/>(дата звертання: 08.06.2023).
12. Інтерфейс для мобільного застосунку. URL: <https://www.figma.com/file/5ko4u7pgEghMuCiwIZSDdc/Untitled?type=design&node-id=0-1&t=su4JleMN5Ej9WWto-0>(дата звертання: 08.06.2023).
13. Дизайн інтерфейса для мобільного застосунку. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/dizajn-mobilnyh-prilozhenij-pochemu-on-vazhen-i-gde-zakazat>(дата звертання: 08.06.2023).
14. Ультразвуковий датчик для рівню палива. URL: <http://avtotracker.com.ua/ultrazvukoviy-datchik-rivnya-paliva-uzd.html?language=uk>(дата звертання: 08.06.2023).
15. Принцип ультразвукового датчика. URL: <https://megasensor.com/products/princip-dejstviya-ultrazvukovogo-datchika/>(дата звертання: 08.06.2023).
16. Датчик струму. URL: [https://stud.com.ua/171555/tehnika/datchiki\\_strumu\\_naprugi](https://stud.com.ua/171555/tehnika/datchiki_strumu_naprugi) (дата звертання: 08.06.2023).
17. Датчик напруги. URL: <https://diylab.com.ua/g13697577-datchiki-strumu-naprugi> (дата звертання: 08.06.2023).
18. Схеми (ATS). URL: <https://www.homemade-circuits.com/automatic-transfer-switch-ats-circuit/> (дата звертання: 08.06.2023).
19. Автоматичне регулювання. URL: [https://ks-power.com.ua/wp-content/uploads/manuals/ATS-4-32-12\\_UA.pdf](https://ks-power.com.ua/wp-content/uploads/manuals/ATS-4-32-12-UA.pdf)(дата звертання: 08.06.2023)
20. SCADA системи. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=338999>(дата звертання: 08.06.2023).

## ДОДАТОК А ДОВІДКА

про перевірку на унікальність пояснювальної записки кваліфікаційної  
бакалаврської роботи на тему:  
«Блок автоматичного контролю стану електромережі для бензинового  
генератора»  
студента групи 405  
спеціальності 23 «Комп'ютерна інженерія»  
Усика Назарія Олександровича  
прізвище, ім'я, по-батькові

Перевірку тексту здійснено сервісом: онлайн-сервіс Unicheck.  
Результат перевірки тексту роботи: схожість складає 1.1 %.

The screenshot shows the Unicheck report interface. At the top, the Unicheck logo is displayed. Below it, the user information is listed: User name: Іван Бурлаченко, Check ID: 1015631146, Check date: 17.06.2023 02:13:40 EEST, Check type: Doc vs Internet + Library, Report date: 17.06.2023 02:24:32 EEST, and User ID: 100000130. The file name is 'Усик Н. О. Комп'ютерна інженерія БКР 2023'. The report shows 1.1% matches, with the highest match being 0.69% with a library source. There are 88 matches from internet sources and 10 from library sources. The report also indicates that 0% quotes and 0% exclusions were found.

Студент  
  
\_\_\_\_\_ Н. О. Усик  
підпис ініціали, прізвище

Керівник  
ст. викладач  
\_\_\_\_\_ І. С. Бурлаченко  
підпис ініціали, прізвище Дата:

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ДОДАТОК Б

### Код для датчика та вимірювання

#### Код для датчика рівня палива:

```
const int fuelPin = A0; // Пін для підключення датчика рівня палива

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання з послідовним портом
}

void loop() {
  int fuelLevel = analogRead(fuelPin); // Зчитуємо значення з
аналогового піна

  // Конвертуємо значення з аналогового діапазону (0-1023) до діапазону
рівня палива (0-100%)
  float fuelPercentage = map(fuelLevel, 0, 1023, 0, 100);

  Serial.print("Fuel Level: ");
  Serial.print(fuelPercentage);
  Serial.println("%");

  delay(1000); // Затримка 1 секунда
}
```

#### Код для вимірювання генерації напруги та сили струму:

```
const int voltagePin = A0; // Пін для підключення датчика напруги
const int currentPin = A1; // Пін для підключення датчика сили струму

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання з послідовним портом
}

void loop() {
```

```
int voltageValue = analogRead(voltagePin); // Зчитуємо значення
напруги з аналогового піна
float voltage = map(voltageValue, 0, 1023, 0, 5); // Конвертуємо
значення до діапазону напруги (0-5V)

int currentValue = analogRead(currentPin); // Зчитуємо значення сили
струму з аналогового піна
float current = map(currentValue, 0, 1023, 0, 10); // Конвертуємо
значення до діапазону сили струму (0-10A)

Serial.print("Voltage: ");
Serial.print(voltage);
Serial.println("V");

Serial.print("Current: ");
Serial.print(current);
Serial.println("A");

delay(1000); // Затримка 1 секунда
}
```

## ДОДАТОК В

### Електрична схема АВР

