Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп’ютерної інженерії та кібербезпеки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Методи та технології побудови IoT-систем для моніторингу та оркестрації управління різними об'єктами промислової інфраструктури»

Виконав студент 2-го курсу групи КІм-23-1
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ К.І. Матвєєв

Керівник професор кафедри комп’ютерної інженерії та кібербезпеки, доктор технічних наук, доцент
_____ Ю.Б.Бродський

Рецензент професор кафедри комп’ютерної інженерії та кібербезпеки, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
_____ С.В. Ковбасюк

Житомир – 2024

Державний університет «Житомирська політехніка»

Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач
кафедри комп'ютерної
інженерії та кібербезпеки

_____ Андрій Єфіменко

17 вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на випускну кваліфікаційну роботу магістра

Студент: Матвєєв Костянтин Ігорович

Тема роботи: «**Методи та технології побудови IoT-систем для моніторингу та оркестрації управління різними об'єктами промислової інфраструктури**»

затверджена Наказом університету від 17 вересня 2024 р. № 478/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 19 грудня 2024 р.

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	А.А. Єфіменко	17.09.24	
2	А.А. Єфіменко	17.09.24	
3	А.А. Єфіменко	17.09.24	

Студент _____ К.І. Матвєєв

Керівник _____ Ю.Б. Бродський

Календарний план

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз теми технологічні засоби мережевого забезпечення для інтернету речей	25.10.2024	
2	Дослідження теми промислових системи як джерел даних для IoT	10.11.2024	
3	Побудова систем для тестування	30.11.2024	
4	Дослідження роботи реалізованих IoT-систем	10.12.2024	
5	Оформлення записки	15.12.2024	

Студент _____ К.І. Матвєєв

Керівник _____ Ю.Б. Бродський

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена проєктуванню систем моніторингу та оркестрації об'єктів промислової інфраструктури з використанням методів і технологій IoT-систем. Робота складається з пояснювальної записки обсягом 98 сторінок, що включає 65 ілюстрацій і 5 таблиць.

Метою роботи є розробка проєкту системи моніторингу та оркестрації об'єктів промислової інфраструктури та аналіз методів і технологій створення таких систем із застосуванням IoT.

У роботі досліджено теоретичні основи побудови IoT-систем для моніторингу та управління різними об'єктами, розглянуто інструменти й технології реалізації. Обрано й реалізовано підходи до створення прототипів систем із різними конфігураціями, продемонстровано технологічну зрілість і перспективи комерційного використання цих технологій.

Виконано пілотні проєкти, проведено аналіз надійності, масштабованості та безпеки розроблених рішень. Визначено напрямки для подальших досліджень. У рамках кваліфікаційної роботи розроблено концепцію та окремі елементи системи під назвою "DATA CONNECT HUB: IoT INTEGRATION & AI CONTROL" (DC-HUB).

Ключові слова: Програмований логічний контролер, автоматизація технологічних процесів, інтернет речей, промисловий інтернет речей, машина до машини, протокол Modbus, протокол MQTT, система диспетчерського управління і збору даних, мова програмування Python, хмарне середовище Google Colab, брокер Mosquitto, бібліотека Paho для MQTT, інструмент Node-Red, платформа Grafana для візуалізації, месенджер Telegram.

					КІм.КР.М-123-24-ПЗ		
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Матвєєв К. І.			Методи та технології побудови IoT-систем для моніторингу та оркестрації управління різними об'єктами промислової інфраструктури	Літ.	Арк. 5 / Аркушів 98
Керівник		Бродский Ю.Б				Державний університет «Житомирська політехніка» група . КІм 23-1	
Н. контр.							
Зав. каф.		Єфіменко А.А					

ANNOTATION

The qualification work is dedicated to the design of monitoring and orchestration systems for industrial infrastructure objects using IoT methods and technologies. The work consists of an explanatory note comprising 98 pages, including 65 illustrations and 5 tables.

The purpose of this work is to develop a project for monitoring and orchestrating industrial infrastructure objects and to present methods and technologies for building such systems based on IoT.

The work explores the theoretical foundations of IoT systems for monitoring and controlling various objects, as well as the tools and technologies used for implementation. Approaches for creating prototypes with various configurations have been selected and implemented, demonstrating technological maturity and the potential for commercial use of these technologies.

Pilot projects have been completed, analyzing the reliability, scalability, and security of the developed solutions. Future research directions have been identified. As part of the qualification work, a concept and certain elements of the system named "DATA CONNECT HUB: IoT INTEGRATION & AI CONTROL" (DC-HUB) were developed.

Keywords: Programmable Logic Controller, automation of technological processes, Internet of Things, Industrial Internet of Things, machine-to-machine, Modbus protocol, MQTT protocol, supervisory control and data acquisition system, Python programming language, Google Colab cloud environment, Mosquitto broker, Paho MQTT library, Node-Red tool, Grafana visualization platform, Telegram messenger.

ЗМІСТ

ВСТУП 9

1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ МЕРЕЖЕВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ. 11

1.1 Засоби та технології IoT 13

1.2 Огляд комунікаційних здібностей промислового обладнання 20

1.3 Огляд рішень для інтеграції промислового обладнання 24

1.4 Засоби для обробки даних сконцентрованих в MQTT 30

Висновки 34

2. ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ДАНИХ ДЛЯ IOT 35

2.1 Інтеграція промислових систем у IoT 35

2.2 Організація структур даних IoT системи 57

Висновки 67

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ РЕАЛЬНИХ IOT-СИСТЕМ **68**

3.1 Побудова тестових моделей IoT-систем 68

3.2 Оркестрація та керування об'єктами 81

3.3 Визначення обмежень та шляхів оптимізації роботи систем 89

Висновки 93

ВИСНОВКИ 94

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 95

ДОДАТКИ 98

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Скорочення/Термін	Розшифрування	Опис
IoT	Internet of Things	Мережа пристроїв із сенсорами, ПЗ та мережевим підключенням для обміну даними.
IIoT	Industrial Internet of Things	Промисловий інтернет речей, скерований на оптимізацію процесів у промисловості.
Master-Slave	-	Традиційна архітектура, де Master-контролер керує Slave-пристроями.
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	Протокол обміну повідомленнями, оптимізований для IoT.
PLC	Programmable Logic Controller	Програмований логічний контролер, що використовується у системах автоматизації.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Система диспетчерського управління та збору даних.
API	Application Programming Interface	Інтерфейс програмування, що забезпечує взаємодію між різними програмами.
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	Безпечний протокол передачі даних для вебзапитів.
REST	Representational State Transfer	Архітектурний стиль для створення вебсервісів.
JSON	JavaScript Object Notation	Формат обміну даними між клієнтом та сервером.
ML	Machine Learning	Машинне навчання, підгалузь штучного інтелекту для створення моделей на основі даних.
AI	Artificial Intelligence	Штучний інтелект, технології для автоматизації прийняття рішень і аналізу даних.
Modbus	-	Протокол обміну даними між електронними пристроями.
Colab	Google Colaboratory	Хмарне середовище для виконання Python-скриптів.
Mosquitto	-	MQTT-брокер з відкритим кодом для обміну повідомленнями.
Paho	-	Бібліотека для роботи з MQTT у Python.
Node-Red	-	Інструмент для візуального програмування автоматизації потоків даних.
Grafana	-	Платформа для візуалізації та моніторингу даних.
Telegram	-	Месенджер, який може використовуватись для створення ботів і передачі даних.
Data Scientist	-	Фахівець з аналізу та інтерпретації великих обсягів даних.
IoT MQTT Panel	-	Мобільний додаток для моніторингу MQTT-пристроїв.
ІТП	Індивідуальний тепловий пункт	Комплекс обладнання для автоматизації теплопостачання будівель.
КНС	Каналізаційно-насосна станція	Установки для перекачування стічних вод.

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні промислові системи автоматизації стикаються з низкою важливих викликів, що виникають через необхідність інтеграції новітніх технологій обробки даних та прийняття рішень управління зважаючи на зовнішні фактори та комунікаційні обмеження між обладнанням. Однією з таких проблем є обмеження традиційної архітектури Master-Slave, яка поширена в багатьох автоматизованих системах. У цій архітектурі підключення Slave-пристроїв вимагає ретельної послідовності комунікаційних операцій через Master-контролер, що призводить до значного навантаження на центральний контролер та ускладнює всю систему. Ситуація ускладнюється ще й відсутністю належної безпеки передачі даних у більшості промислових протоколів, що робить системи вразливими до несанкціонованого доступу та атак. Це створює серйозні перешкоди для ефективного функціонування таких систем, що потребує застосування новітніх підходів до архітектури комунікацій, а також удосконалення механізмів захисту інформації. Одним з таких новітніх рішень є Інтернет речей (IoT), що дозволяє реалізувати ефективніші методи передачі даних, а також забезпечує безпеку та зручність в управлінні даними. Однак впровадження IoT технологій у промислові процеси потребує розв'язання низки технічних проблем, серед яких — забезпечення безпеки передачі даних, інтеграція з іншими системами та енергоефективність.

Враховуючи зростання вартості ресурсів та обмеженої автоматизації промислових систем стає нагальна потреба в провадженні ефективних заходів, що без системи збору та аналітики не функціонують, зростає потреба в нових методах аналізу даних, таких як використання цифрових близнюків для моделювання і моніторингу промислових систем, що дозволяють значно покращити їх ефективність і зменшити час реагування на збої.

Метою роботи є розробка проєкту системи моніторингу та оркестрації об'єктів промислової інфраструктури та аналіз методів і технологій створення таких систем із застосуванням IoT.

Встановлена мета створює наступні завдання:

- Аналіз існуючих проблем у промислових автоматизованих системах та протоколах передачі даних.
- Оцінка можливостей використання Інтернету речей для вирішення виявлених проблем.
- Розробка моделей і алгоритмів для інтеграції класичних системи промислової автоматизації та впровадження їх на пілотних проектах.
- Вивчення аспектів безпеки та захисту даних у IoT-мережах.
- Тестування запропонованих рішень на реальних об'єктах.

Об'єктом дослідження є процес розробки, впровадження та експлуатації методів та технології побудови IoT-систем для моніторингу та оркестрації управління різними об'єктами промислової інфраструктури.

Предметом дослідження є методи інтеграції технологій IoT та класичних систем для забезпечення масштабованості, зняття обмежень технологій класичних систем та підвищення їх ефективності та безпеки.

Методи дослідження. Дослідження містить прикладний характер базується на розробці й впровадженні реальних IoT-систем для моніторингу та управління промисловими об'єктами. В процесі роботи здійснюватиметься аналіз функціонування цих систем, визначення їхніх можливостей і обмежень шляхом тестування в реальних умовах експлуатації. Отримані результати будуть використані для вдосконалення технологій, підвищення їхньої ефективності, масштабованості та безпеки.

Практичне значення. Результатом є застосування розроблених методів для оптимізації роботи промислових автоматизованих систем, підвищення їх надійності та безпеки. Забезпечення ефективного управління технологічними процесами, комунікації між пристроями, а також зменшити ризики, пов'язані з порушеннями в роботі обладнання, оптимізація процесів збору і обробки даних.

Список публікацій за результатами дослідження:

1. Матвєєв К. І., Бродський Ю. Б. Система моніторингу та управління теплопостачанням на основі концепції IoT. Тези VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення – 2023», 29-30 листопада 2023 року. Житомир: «Житомирська політехніка», 2023. С.92.
2. Yu. Brodsky, L. Mohelnytska, K. Matveiev, Monitoring and management system for heat supply based on the IoT concept. Current Trends in Young Scientists' Research: XI All Ukrainian Scientific and Practical Conference (April 25, 2024). Zhytomyr: «ZHYTOMYR», 2024. С.172-173
3. Матвєєв К. І. Використання EDGE пристроїв для інтеграції та оптимізації промислового обладнання у контексті IIOT. Тези XIV Міжнародної науково-технічної конференції Інформаційно-комп'ютерні технології - 2024 м. Житомир, 28-29 березня 2024 р. Житомир : «Житомирська політехніка», 2024. С.210-211.
4. Матвєєв К. І., Бродський Ю. Б. Стратегія використання технологій IIOT для цифрової трансформації існуючих АСУ. Тези доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2024», 28 – 29 березня 2024 року. Житомир: «Житомирська політехніка», 2024. С.47-48.

1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ МЕРЕЖЕВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ.

За останні кілька років спостерігається зростаючий інтерес до Інтернету речей (IoT) [1]. IoT є однією з найшвидше розвиваючихся технологій, яку все більше приймають та формують різні галузі та організації, щоб реалізувати свої цілі. В результаті очікується, що IoT стане основною складовою майбутнього Інтернету і залучить значну увагу як від промисловості, так і від академії через його великий потенціал надавати послуги для клієнтів у багатьох аспектах сучасного життя. IoT дозволяє взаємодію різних приладів і пристроїв з Інтернетом, що дозволяє їм комунікувати та обмінюватися даними. Ця взаємопов'язана мережа пристроїв повинна внести значні зміни у способи життя та роботи людей.

Основною перевагою IoT є можливість збирати, агрегувати та аналізувати великі обсяги даних, що дозволяє автоматизувати різні процеси або генерувати корисні інсайти, які допомагають в процесі прийняття рішень. IoT інтегрується в різні вертикалі застосування, включаючи розумну охорону здоров'я, розумну промисловість, автономні транспортні засоби, розумне сільське господарство та розумні міста.

Останні досягнення в галузі бездротового зв'язку та обчислювальних технологій інтегрують покращене з'єднання, збільшені пропускні здатності та швидкості передачі даних, а також комунікації з низькою затримкою. Це робить можливим з'єднання більш широкого спектру систем і пристроїв та сприяє реалізації застосунків наступного покоління IoT (NG-IoT) [2].

У цьому контексті дослідники визначили кілька ключових викликів, які потрібно вирішити:

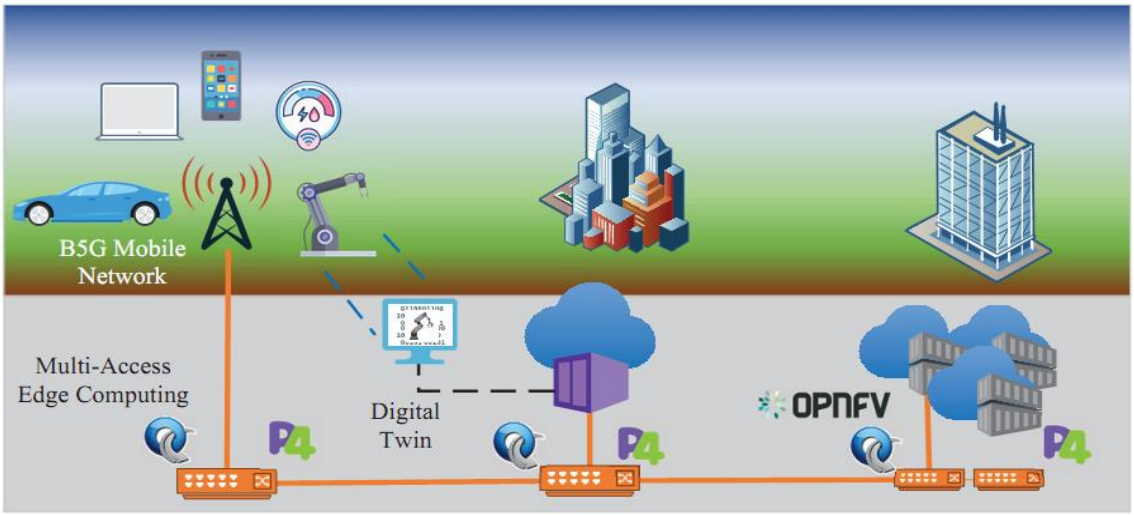
- Великі обсяги даних та кількість пристроїв: Видатною особливістю IoT є щільне розгортання великої кількості пристроїв. Ці пристрої генерують великий обсяг даних, які повинні бути ефективно передані та оброблені. Концепція Big Data стосується того, як ці дані збираються, зберігаються та обробляються.

- Всюди присутня бездротова мережа: Мобільні мережі забезпечують всюди присутню зв’язку, що дозволяє забезпечити надійний обмін даними, та є кандидатами для інфраструктури зв'язку. Однак трафік, генерований пристроями IoT, має певні особливості та значні відмінності порівняно з трафіком, генерованим людськими комунікаціями. Тому ці атрибути повинні бути враховані під час проектування та впровадження майбутніх мобільних мереж.
- Взаємодія: Вказує на можливість пристроїв та додатків різних виробників працювати разом безшовно. Це вважається однією з найважливіших аспектів IoT, оскільки вона дозволяє комунікацію та обмін даними між пристроями, незалежно від виробника чи використовуваної технології. Ключовими викликами в досягненні взаємодії в області IoT є різноманітність пристроїв і протоколів, а також відсутність стандартизації в цій галузі.
- Енергоефективність: Енергоефективність стосується мінімізації споживання енергії за забезпечення мінімального рівня якості обслуговування (QoS). Це є критичним фактором в IoT, оскільки більшість пристроїв мають обмежені запаси енергії. Тому зменшення витрат енергії допомагає продовжити їхній час роботи. Крім того, досягнення високого рівня енергоефективності може ефективно зменшити загальне енергоспоживання мережі.
- Безпека данних: Застереження щодо кібербезпеки включають заходи, призначені для захисту пристроїв, даних та мереж від несанкціонованого доступу та кібератак, таких як атаки типу "посередник", підроблення пристроїв та атаки типу "відмова в обслуговуванні". Кібербезпека стала серйозною проблемою через зростаючу кількість пристроїв IoT. Крім того, обмежені обчислювальні можливості пристроїв IoT роблять впровадження високотехнологічних кіберзаходів важким завданням.

Для вирішення зазначених викликів виникло кілька технологій.

1.1 ЗАСОБИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ IOT

1.1.1 Програмно-визначена мережа (SDN) та віртуалізація функцій мережі (NFV).



Рисунку 1.1 Засоби та технології NG-IoT

Програмно-визначена мережа (SDN) та віртуалізація функцій мережі (NFV) змінили підхід до проектування, розгортання та експлуатації мережі [3]. Традиційно механізми передачі даних та управління були сплетені в кожному пристрої для пересилання (наприклад, комутатор, маршрутизатор, брандмауер і т. д.), що призводило до обмеженої гнучкості щодо нових функцій та свободи вибору апаратних рішень. Кожен виробник пропонував конкретні інструменти та фреймворки, що ускладнювало задачу багатопостачальних розгортань для великих організацій (витрати на експлуатацію - OPEX). SDN, а зокрема OpenFlow [4], є перспективними технологіями, які можуть вирішити проблеми, пов'язані з управлінням та експлуатацією складних мереж. У результаті постачальники послуг можуть зосередитися на розробці новаторських та виробничих рішень.

Мережеві функціональності, такі як брандмауери та процеси балансування навантаження, реалізувалися за допомогою спеціалізованих та дорогих апаратних рішень. Крім того, масштабованість мережі особливо не враховувалася, що призводило до вищих капітальних витрат [5]. Більше того, підтримка нових вимог протоколів вимагала заміни існуючої інфраструктури та тривалих процесів.

Використовуючи досягнення технологій віртуалізації, NFV пропонує динамічне масштабування мережі та дозволяє розміщувати функціональності мережі в потрібному місці, зменшуючи таким чином час простою мережі. Комбінація SDN та NFV дозволяє реалізовувати динамічну, ефективну та налаштовану мережеву інфраструктуру. Мережеві служби можуть бути легко розгорнуті в будь-якій частині мережі та комбінуватися для формування ланцюга служб [6]. Крім того, SDN доповнює NFV, пропонуючи стандартизований механізм для маніпулювання поведінкою пристроїв для пересилання через визначені інтерфейси.

Незважаючи на те, що SDN та NFV виступили каталізаторами для багатьох мережевих служб, поточні рішення супроводжуються кількома обмеженнями. Наступне покоління комп'ютерних мереж, також відоме як мережі наступного покоління (NG-SDN), характеризується повністю програмованими комутаційними планами, що пропонують моніторинг на основі пакетів, тоді як SDN та NFV будуть ще тісніше пов'язані одне з одним. Мови програмування та фреймворки, такі як P4, eBPF/XDP та DPDK, дозволяють програмування та експериментування з новими протоколами за методикою неперервної інтеграції/неперервного розвитку (CI/CD) [7]. Розвиток штучного інтелекту та машинного навчання (AI/ML) також відображається в керуючому плані через інтелектуальні застосування, які використовують збагачену статистику, зібрану з плану даних [8], тоді як існуючі контролери SDN оновлюються або розробляються для повного використання того, що можуть пропонувати програмовані цілі [9]. Фреймворки, такі як відкрита програмована інфраструктура (OPI), мають на меті уніфікувати програмованість усіх компонентів інфраструктури (виробництво, AI/ML, мережі, зберігання та ін.), надаючи розробникам стандартизовані механізми програмування всієї інфраструктури [10].

1.1.2 Роль 5G мобільної мережі в розвитку IoT

Мобільні мережі 5G сприяють проектуванню та розробці застосунків з високо гетерогенними вимогами до зв'язку, визначаючи конкретні класи застосунків, такі як покращений мобільний широкосмуговий доступ (eMBB), надійний та низькозатримковий зв'язок (URLLC) та масовий машинний зв'язок (mMTC). Тим не менше, стрімкий ріст розумних та автономних мереж Інтернету речей може перевищити можливості мобільних мереж 5G.

В результаті дослідники з академії та промисловості зосереджуються на мобільних мережах поза 5G (B5G) та супутніх технологічних досягненнях, щоб підготувати шлях для розвитку NG-IoT [11]. Завдяки своїм перевагам перед попередніми поколіннями мереж, такими як надзвичайно велика пропускна здатність, ультранизькозатримковий зв'язок та інтелектуальні можливості мережі, очікується, що мережі B5G нададуть новий рівень сервісу та користувацького досвіду в мережах Інтернету речей.

• Підтримка масового Інтернету речей: Мережі B5G дозволять розгортання великої кількості пристроїв Інтернету речей, з можливістю розгортання мільйонів пристроїв на квадратний кілометр. Це дозволить розгортання застосунків Інтернету речей в областях, таких як розумні міста, промислова автоматизація та сільське господарство [12].

• Ультранидійності та низькозатримковий зв'язок: Мережі B5G сприяють реалізації сценаріїв застосунків Інтернету речей, які вимагають альтранадійного та низькозатримкового зв'язку. До таких сценаріїв відносяться віддалена хірургія, віртуальні та доповнені реальність, безпілотні транспортні засоби та інтелектуальні промислові роботи [13].

• Безперервна бездротова інтеграція протоколів: Інтеграція різних бездротових протоколів допоможе в досягненні жорстких вимог NG-IoT. Наприклад, інтеграція протоколів Wi-Fi та B5G дозволить використовувати високопропускні зв'язки Wi-Fi для покращення охоплення об’єктів мобільними мережами. Крім того, можна інтегрувати додаткові бездротові протоколи, кожен з яких вводить різні переваги, такі як Bluetooth Low Energy (BLE), LoRa і т. д.

• Високочастотний зв'язок: Високочастотний зв'язок вказує на використання вищих частотних діапазонів у бездротовому зв'язку, таких як міліметрові хвилі (mmWave) та терагерц (THz) [14], [15]. Діапазон mmWave включає частоти в діапазоні 30–300 ГГц, тоді як діапазон THz включає частоти від 100 ГГц до 10 ТГц. Ці частоти пропонують значно більшу ширину смуги порівняно з традиційними частотами мобільних мереж. В результаті можна розмістити більше пристроїв, а також досягти дуже великих швидкостей передачі даних. Тим не менше такі сигнали більше вразливі до перешкод, таких як дерева та будівлі, що робить розгортання таких мереж високочастотного зв'язку більш складним.

• Нові радіодоступові схеми: Радіодоступові схеми є ключовою складовою бездротових систем зв'язку, оскільки вони управляють використанням обмеженого радіочастотного (RF) спектру. Завдяки масовій зв'язаності та вимогам до низької затримки з'явилися різні радіодоступові схеми, такі як схеми неортогонального множинного доступу (NOMA) та схеми безплатного доступу (GF). Схеми NOMA спрямовані на розкладання кількох пристроїв на ті ж самі радіоресурси, тоді як схеми GF дозволяють пристроям передавати свої дані без запитання на радіодоступ наперед, що ефективно зменшує затримку [16].

• Перепрограмовані інтелектуальні поверхні: Перепрограмовані інтелектуальні поверхні (RIS) дозволяють маніпулювання електромагнітними сигналами за допомогою великої кількості пасивних, програмованих та низькоцінових елементів [17]. Ці елементи можуть контролювати поглинання та відбивання сигналів, тим самим зменшуючи затухання сигналу, знижуючи потрібну потужність передачі та підвищуючи використання просторового спектра. Крім того, RIS зменшують витрати на розширення мережі, оскільки вони знімають необхідність розгортання додаткових базових станцій для забезпечення покриття пристроїв, розташованих на краю мережі чи за перешкодами.

1.1.3 Цифровий близнюк

Концепція цифрового близнюка дозволяє цифрове представлення фізичного об'єкта чи системи. Цифровий близнюк створюється, накопичуючи дані від

датчиків на фізичному пристрої чи системі та використовуючи ці дані для створення віртуальної моделі реального пристрою чи системи [18]. Цифрова система існує поруч з фізичною, оскільки ці дві системи пов'язані надійними та швидкими зв'язками. Передача даних у реальному часі між фізичними та цифровими системами забезпечує синхронізовану та злагоджену роботу фізичних та віртуальних еквівалентів [19].

Це дозволяє реалізувати різноманітні сценарії моделювання та аналізу за допомогою цієї моделі для оцінки можливих результатів до їх фактичного застосування в реальному світі. З цього погляду цифрові близнюки можуть бути використані для створення цифрових представлень пристроїв та/або мереж Інтернету речей з метою моніторингу, управління та оцінки продуктивності пристрою/системи в реальному часі. Цифрові близнюки можуть бути використані в різноманітних застосунках та сценаріях, включаючи наступне:

• Віртуальне проектування: Цифровий близнюк пристрою може бути використаний для тестування та оцінки різних варіантів конструкції, що призводить до оптимального проекту фінального продукту перед його виготовленням. Це може ефективно скоротити час виробництва та пов'язані витрати на тестування.

• Прогнозування обслуговування: Спостерігаючи за роботою пристрою чи системи з плином часу, цифровий близнюк може бути використаний для прогнозування моменту потреби в обслуговуванні та для планування обслуговування в найоптимальніший час. Крім того, можна симулювати "що буде, якщо" сценарії, щоб знайти найкращий варіант дій щодо обслуговування об'єкта.

• Автоматизація будівель: Зазвичай будівлі складаються з різних компонентів з різних галузей, включаючи вентиляцію, опалення, енергетику, механіку та сантехніку. Цифровий близнюк будівлі, комплексу будівель або цілого міста може ефективно сприяти управлінню будівлею/містом та зменшити екологічний відбиток (тобто реалізацію "зеленої будівлі").

1.1.4 Обчислення на краю з кількома каналами доступу

Багатоканальне обчислення на краю (MEC) - це нова парадигма, яка спрямовується на зближення телекомунікаційних та IT-послуг, надаючи платформу

хмарного обчислення на краю мережі [20]. MEC надає засоби зберігання та обчислення на краю мережі, знижуючи затримку для мобільних кінцевих користувачів і максимізуючи використання мобільних ланок зв'язку та основних мереж. В результаті MEC дозволяє розробку широкого спектру нових застосунків і послуг, а також впровадження нових бізнес-моделей. Ключові застосунки, забезпечені MEC, включають наступне:

• Змішення обчислень: Обчислювально інтенсивні застосунки, такі як застосунки розширеної і віртуальної реальності, вимагають передачі та обробки великих обсягів даних в реальному часі. Традиційний підхід щодо передачі та маршрутизації даних до центрів обробки даних із великими обчислювальними ресурсами не може забезпечити вимог щодо реального часу. Знесення обчислень дозволяє пристроям з обмеженими ресурсами частково або повністю відсилати обчислювально інтенсивні завдання на ресурси обчислення, які надає MEC, тим самим скорочуючи час обробки, збільшуючи тривалість роботи батареї та підвищуючи енергоефективність мережі [21], [22]. Крім того, оскільки обробка відбувається на краю мережі, усуваються комунікаційні та затримки.

• Інтернет речей нового покоління: Традиційні сценарії застосування Інтернету речей передбачають агрегацію великих обсягів даних і їхню подальшу передачу в хмарне середовище для подальшої обробки. Однак нові застосунки Інтернету речей нового покоління мають зростаючі обмеження з точки зору затримки та надійності (наприклад, сценарії автономних транспортних засобів). MEC може полегшити розгортання засобів зберігання та обчислення в посередній близькості до пристроїв, забезпечуючи як резервування, так і швидкі відповіді на запити пристроїв [23]. Наприклад, MEC є ключовим засобом для зв'язку транспорту-інфраструктура та транспорту-транспорту. Підключені транспортні засоби через розподілені вузли MEC можуть надсилати та отримувати інформацію в реальному часі, таку як інформація про затори та попередження від інших транспортних засобів.

• Постачання контенту та кешування: Обмін зображеннями та відео становить велику частину мобільного трафіку. Такий контент зберігається в центрах

обробки даних і розподіляється користувачам через мережі доставки контенту (CDN). Отже відсутність контенту в безпосередній близькості до користувачів призводить до збільшеного часу буферизації та погіршення якості враження (QoE). У цьому відношенні MEC може ефективно допомагати в реалізації розподіленої мережі CDN, враховуючи інформацію та контекст щодо користувачів у безпосередній близькості [24],[25].

1.2. ВИКОРИСТАННЯ ІОТ ПІДХОДУ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ З ПРОМИСЛОВИМ ОБЛАДНАННЯМ.

Важливо зрозуміти, що використання IoT не перекреслює та не замінює існуючого обкладання та протоколів, ми отримуємо верхній рівень який слугує основою для всієї надбудови включаючи «озера даних», M2M, AI/ML.

Першочерговою задачею є забезпечення комунікації з промисловим обладнанням, що не розроблялося в парадигмі Інтернету речей.

Огляд комунікаційних здібностей промислового обладнання

Важко собі уявити обладнання яке не має засобів комунікації. Починаючи від релейних та аналогових всі сучасні ПЛК та контролери здобули можливість обмінюватися даними між собою за допомогою інтерфейсів та протоколів. При огляді протоколів потрібно розділити їх на два типи за інтерфейсом:

- Послідовні інтерфейси RS-232, RS-422 і RS-485…
- Мережеві інтерфейси які працюють поверх Ethernet .

Існує широкий спектр протоколів, що базуються на стандартах. До найпоширеніших відносяться:

- **Controller Area Network, (CAN)** (локальна мережа контролерів, він же CAN-Bus і Інтерфейс CAN) — стандарт, призначений для організації високонадійних та недорогих каналів зв'язку у розподілених системах керування.
- Modbus — комунікаційний протокол, заснований на технології master-slave. Широко застосовується в промисловості для організації зв'язку між електронними пристроями. Може використовувати для передачі даних через послідовні лінії зв'язку RS-485, RS-422, RS-232, а також мережі TCP/IP (Modbus TCP).
- PROFIBUS (англ. Process Field Bus) — незалежний від виробника відкритий стандарт польової шини для широкого спектра застосувань у

виробничій автоматизації.

- PROFINET (з англ. Process Field Net work — мережа польового рівня) — відкритий промисловий стандарт для автоматизації від асоціації Ethernet PROFIBUS & PROFINET International (PI). PROFINET використовує TCP / IP.

Розглянемо детально протокол Modbus - найбільш поширений промисловий протокол для M2M-взаємодії. Він є стандартом де-факто і підтримується майже всіма виробниками промислового обладнання.

Завдяки універсальності та відкритості, цей стандарт дозволяє інтегрувати обладнання різних виробників. Modbus використовується для збору показників з датчиків, управління реле та контролерами, моніторингу і т.д.

Modbus RTU:

У протоколі Modbus RTU дані кодуються в двійковому форматі, а розділь-никами пакетів служить часовий інтервал. Цей протокол критичний до затримок і не може працювати, наприклад, на модемних лініях. При цьому, накладні витрати на передачу даних менше, ніж в Modbus ASCII, оскільки довжина повідомлень менша.

Modbus TCP:

Структура пакетів схожа з Modbus RTU, дані також кодуються в двійковому форматі і упаковуються в звичайний TCP-пакет для передачі через IP-мережі. Перевірка цілісності, використовувана в Modbus RTU, не застосовується, оскільки TCP вже має власний механізм контролю цілісності.

Данні розділяються за такими типами:

Discrete Inputs — дискретні входи пристрою, доступні тільки для читання. Діапазон реєстрів адрес: від 10001 до 19999. Мають функцію "02" — читання групи реєстрів.

Coils — дискретні виходи пристрою або внутрішні значення. Доступні для читання та запису. Діапазон реєстрів адрес: від 20001 до 29999. Мають функції: "01" — читання групи реєстрів, "05" — запис одного регістра, "15" — запис групи реєстрів.

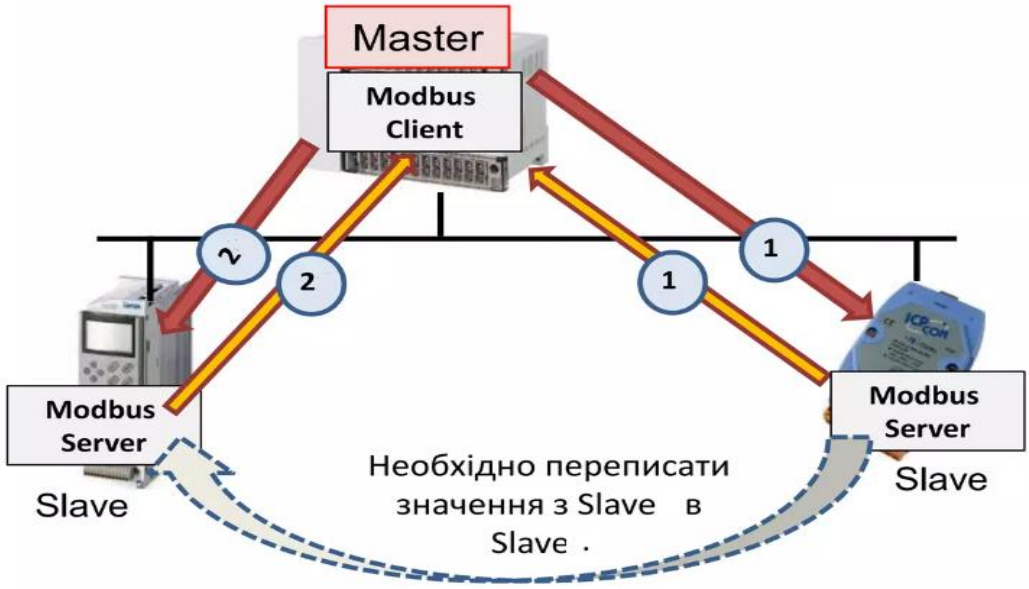
Input Registers — 16-бітні входи пристрою. Доступні тільки для читання. Діапазон реєстрів адрес: від 30001 до 39999. Мають функцію: "04" — читання групи реєстрів.

Holding Registers — 16-бітні виходи пристрою або внутрішні значення. Доступні для читання та запису. Діапазон реєстрів адрес: від 40001 до 49999.

Але на практиці при використанні адресного простору більшість виробників не дотримуються рекомендацій стандарту.

Недоліки протоколу Modbus (притаманні більшості стандартних протоколів що використовуються):

- Відсутність аутентифікації та шифрування: Протокол не передбачає аутентифікації та шифрування передаваних даних. Тому при використанні Modbus TCP необхідно використовувати додаткові VPN-тунелі для забезпечення безпеки.
- Передача даних не може були ініційовані Slave: пристрій не може ініціювати передачу даних, тому master повинен постійно опитувати пристрої.
- Нечутливість втрати зв'язку між Master та Slave: Slave-пристрій не може виявити втрату зв'язку з Master. Ця проблема безпосередньо випливає з попередньої.



Рисунку 1.2 Обмін даними між пристроями Slave

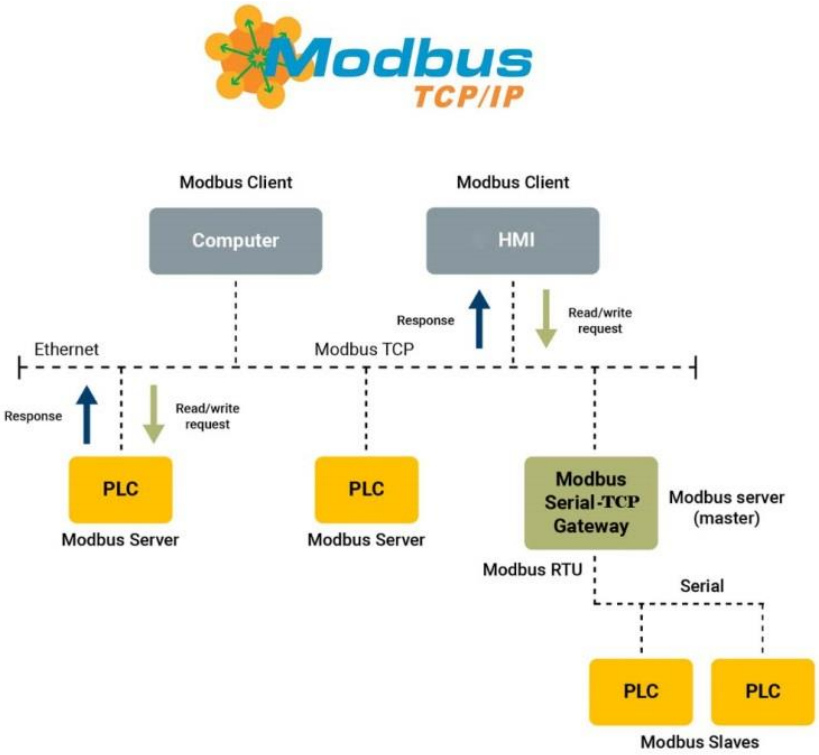
Незважаючи на ці недоліки, Modbus залишається найпоширенішим промисловим протоколом. Завдяки відкритості він дозволяє легко інтегрувати пристрої різних виробників. Низькі вимоги до ресурсів дозволяють використовувати протокол в найменш потужних пристроях.

Отже для використання IoT підходу для організації роботи з промисловим обладнанням необхідно розкрити ряд завдань:

- Вирішення проблеми з комунікацією між приладами рисунок 2.1, що не дозволяє Slave пристроям підтримувати самостійну комунікацію.
- Захисту та аутентифікації при передачі даних в промисловому протоколі існуючого обладнання.
- Використання системи для об’єднання даних та забезпечення принципів комунікації IoT речей.
- Демонстрація роботи системи на каналізаційній станції КНС.
- Демонстрація роботи системи ІТП, та побудови комплексної системи мережі РК з використанням застосунків для керування.

1.3 ОГЛЯД РІШЕНЬ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

1.3.1 Зв'язок між пристроями



Рисунку 1.3 Обмін даними між пристроями ModBus TCP

Вибір IoT-протоколу, який відповідає потребам клієнта

Виробники виявляють, що поєднання потужності промислового зв’язку Modbus з відкритим вихідним кодом і потужності MQTT, який більше підходить для випадків використання IIoT, є дуже ефективним.

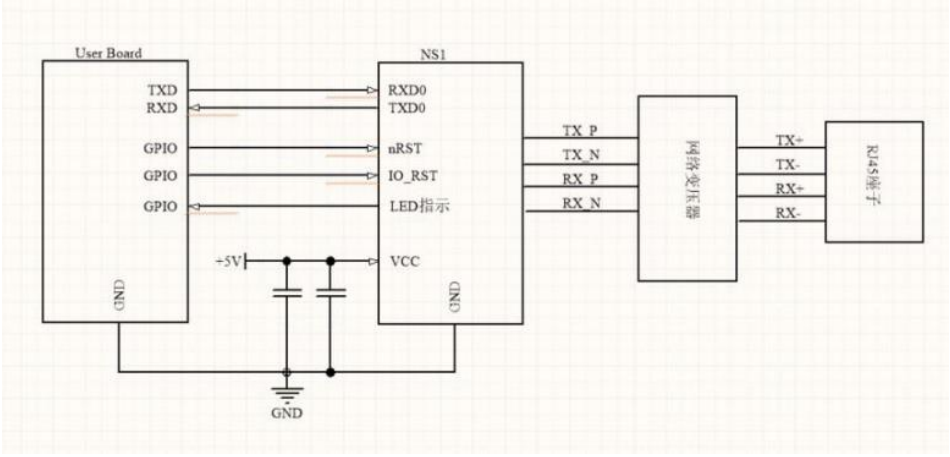
MQTT — це стандартний двійковий протокол обміну повідомленнями на основі публікації та підписки, розроблений для швидкого та надійного передавання даних між пристроями та підприємством, особливо за дуже обмежених умов. Обмеженнями можуть бути ненадійне підключення до мережі, обмежена пропускна здатність і низький заряд акумулятора тощо. MQTT побудовано на основі TCP/IP і ідеально підходить для випадків використання IIoT.

І Modbus TCP, і MQTT мають переваги та недоліки. Зважування цих відмінностей і конкретних потреб у розгортанні виробництва допоможе визначити, яку з них або комбінацію використовувати. У випадку, коли об’єднання цих даних має сенс, ви об’єднуєте дані між двома системами, щоб отримати найкраще з обох світів.

Як бачимо з рисунку 1.3. для реалізації потрібно розділяти пристрої яким доступні комунікаційні можливості за допомогою Ethernet та пристрої з послідовними інтерфейсами.

Для Ethernet пристроїв використовую VPN та програмний код (в даній роботі має назву «драйвер пристрою») задача якого опитувати пристрій формувати повідомлення до брокера та отримані повідомлення від брокера передати на пристрій.

Для пристроїв з послідовними інтерфейсами використовую перетворення до TCP (приклад представлений рисунку 1.4) та за допомогою VPN драйвер пристрою виконує опитування.



Рисунку 1.4 Типова схема перетворення ModBus RTU RS485 to TCP/IP

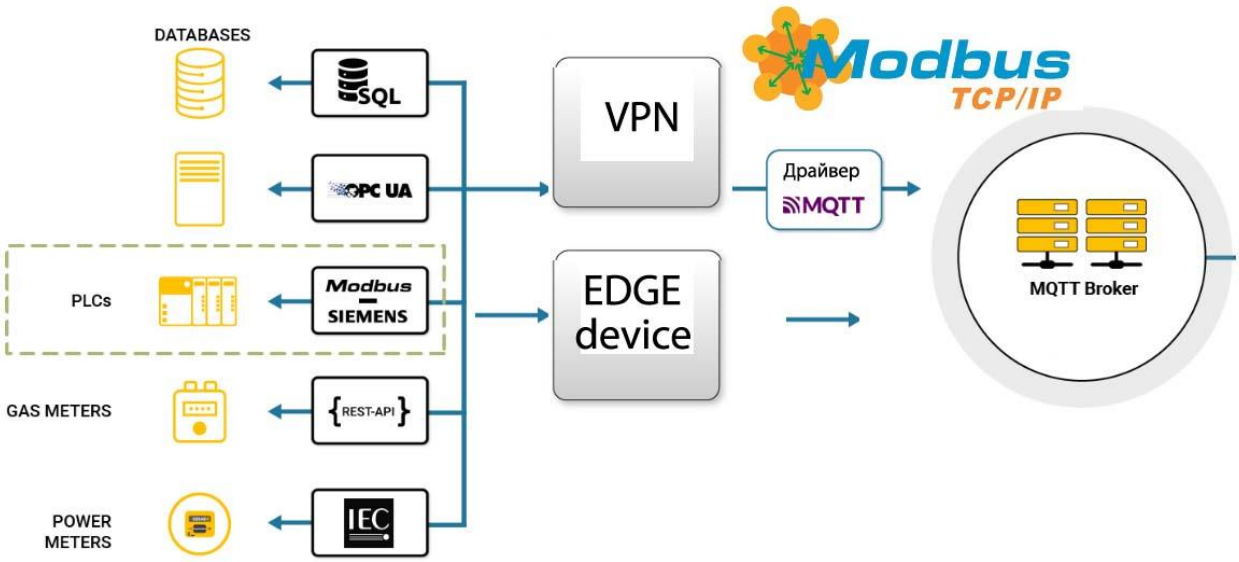
Існує два підходи до роботи з пристроями з точки зору виконання роботи драйверу:

Перший варіант драйвер є програмним кодом та знаходиться на стороні серверу обробки. Розглянемо переваги та недоліки підходу:

- Плюс даного підходу є відсутність додаткових периферійних пристроїв та необхідності їх обслуговувати, можливість заміни програмного забезпечення без потреби в оновленні пристроїв, легка модифікація, можливість використання децентралізації та хмарних сервісів.
- Мінусом даного підходу є великий обмін даними, наявність затримок, втрата даних при відсутності зв’язку з обладнанням.

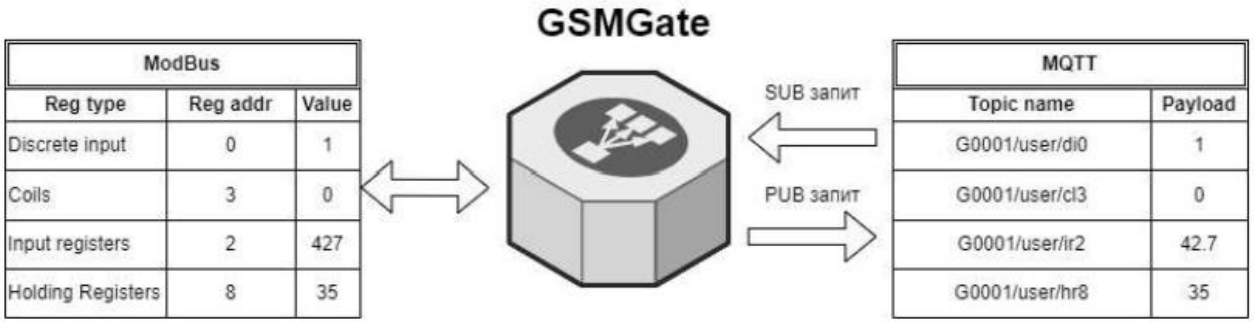
Другий варіант драйвер є програмно-апаратний та знаходиться на стороні обладнання . Розглянемо переваги та недоліки підходу:

- Мінусом даного підходу є наявність додаткового обладнання, необхідність його адміністрування та обслуговування, оновлення відбувається складніше та веде до більших економічних витрат.
- Плюсом даного підходу є мінімальний обмін даними, відсутність втрати даних(наявність буферизації на випадок зникнення зв'язку), можливість обробки даних на місці, що зменшує навантаження на систему в цілому і додає стабільності за рахунок певної автономності пристроїв.



Рисунку 1.5 Типова структурна схема опитування пристроїв

Брокери даних MQTT, відіграють життєво важливу роль у забезпеченні того, що дані збираються та доступні для розширених екземплярів, що дозволяє організаціям отримати повну вигоду від технологій Industry 4.0 та IIoT.



ModBus		
Reg type	Reg addr	Value
Discrete input	0	1
Coils	3	0
Input registers	2	427
Holding Registers	8	35

MQTT	
Topic name	Payload
G0001/user/di0	1
G0001/user/cl3	0
G0001/user/ir2	42.7
G0001/user/hr8	35

Рисунку 1.6 Принцип наскрізної конвертації Modbus- MQTT повідомлень

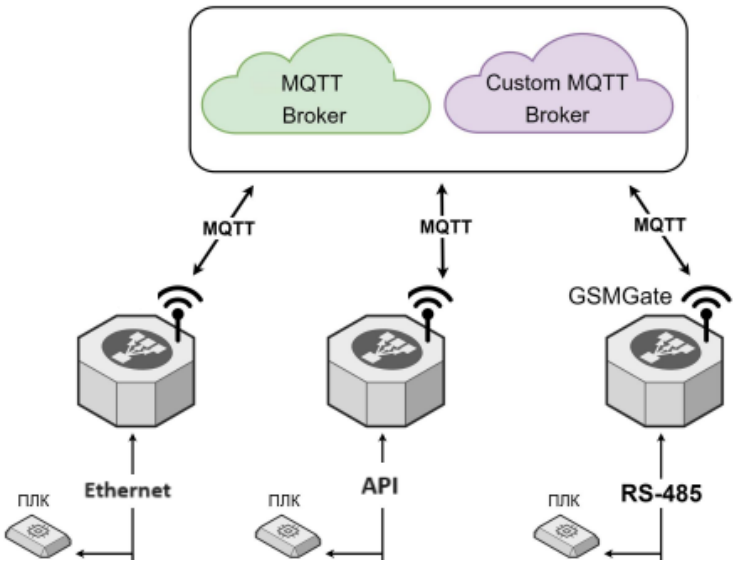
Не залежно чи виконується драйвер на апаратному Edge пристрої і туманній зоні на краю чи в програмному коді на сервері його задача узгодження рівню комунікації і перетворення пакетів як на рисунку 1.6.

1.3.2 Використання єдиного середовища для обміну данними та безпека комунікації.

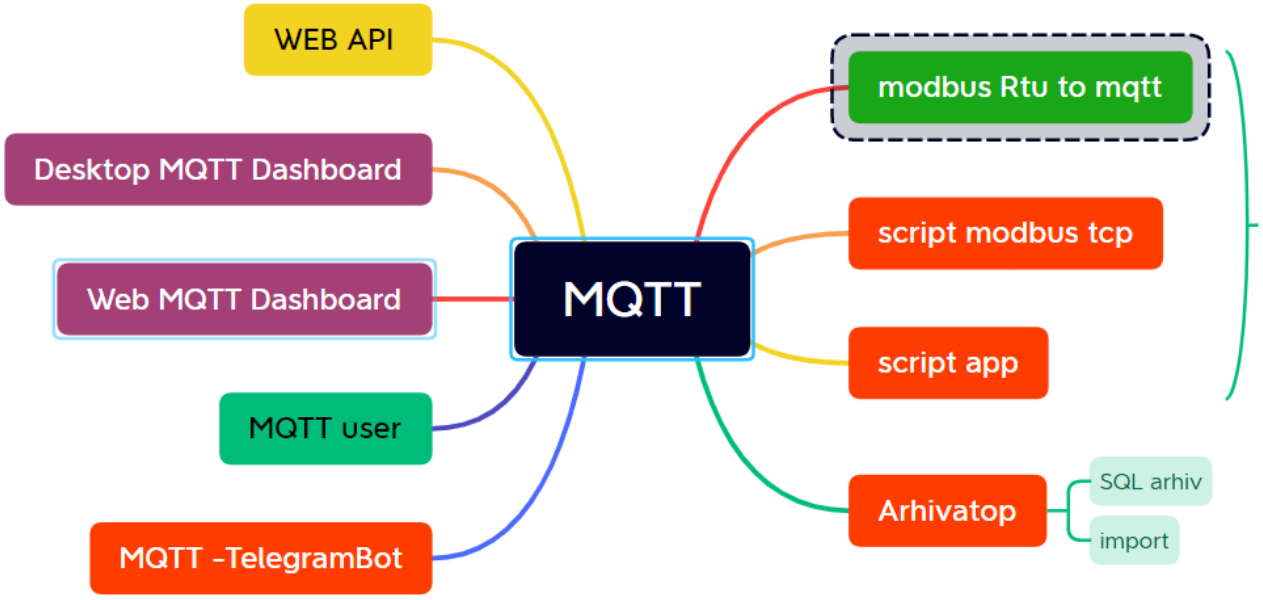
Забезпечення безпеки в Інтернеті речей (IoT) в сучасному світі стає дедалі важливішим завданням, оскільки зростає кількість підключених пристроїв. Для забезпечення конфіденційності та інтегрітету даних, два основні підходи використовуються у цьому контексті: використання віртуальної приватної мережі (VPN) та шифрування через MQTT брокера.

Перше, VPN, надає безпечне з'єднання між пристроями та серверами, використовуючи шифрування трафіку. Це дозволяє попереджати можливі атаки від третіх осіб та забезпечує конфіденційність даних під час їх передачі між пристроями та обліковими записами користувачів.

Друге, використання MQTT брокера для шифрування даних забезпечує додатковий рівень безпеки в IoT-системах. Використовуються різні протоколи шифрування для захисту, передачі інформації від несанкціонованого доступу та перехоплення. Цей підхід надає комплексний механізм захисту, що забезпечує високий ступінь безпеки та довіри в мережах IoT.



Рисунку 1.7 Схема обміну за допомогою MQTT використовуючи різні джерела даних та підходи до використання апаратних засобів

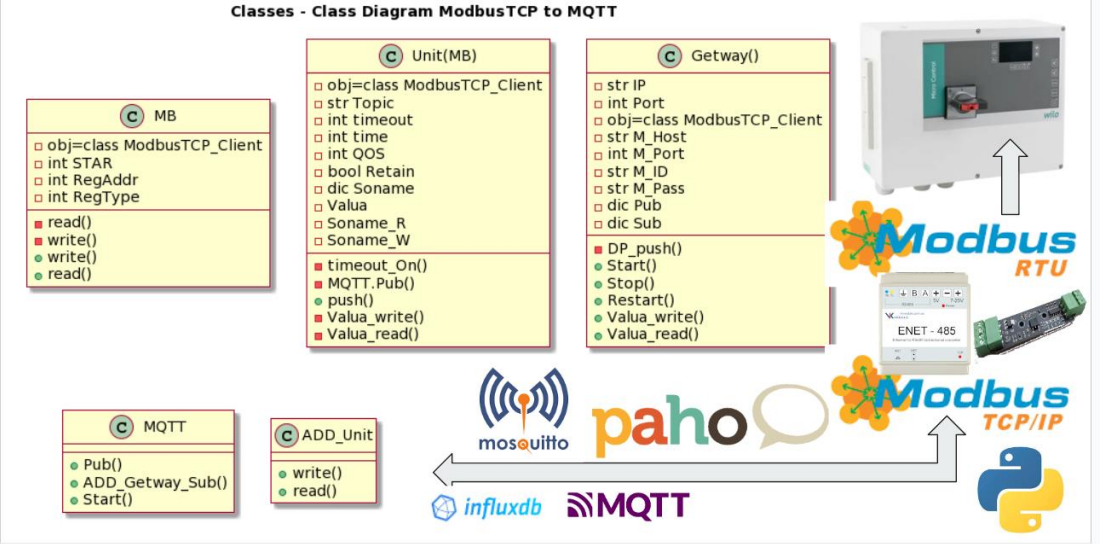


Рисунку 1.8 Принципова схема обміну між компонентами системи за допомогою MQTT .

Для організації програмно-апаратного комплексу використовують Edge пристрої побудовані на базі однопалатних комп'ютерів або контролерів зі спеціалізованим програмним забезпеченням. Приклад побудови представлено на рисунку 1.9.



Рисунку 1.9 Схема побудови інтеграції Modbus пристрою з MQTT за допомогою Edge пристрою.



Рисунку 1.10 Схема побудови інтеграції Modbus пристрою з MQTT за допомогою програмного модулю та перетворювача інтерфейсу.

Принцип закладений в схемі зображеної на рисунку 1.9 та 1,10 можна використовувати до різних протоколів та інтерфейсів тим самим поєднувати всі данні утворюючи озера даних.

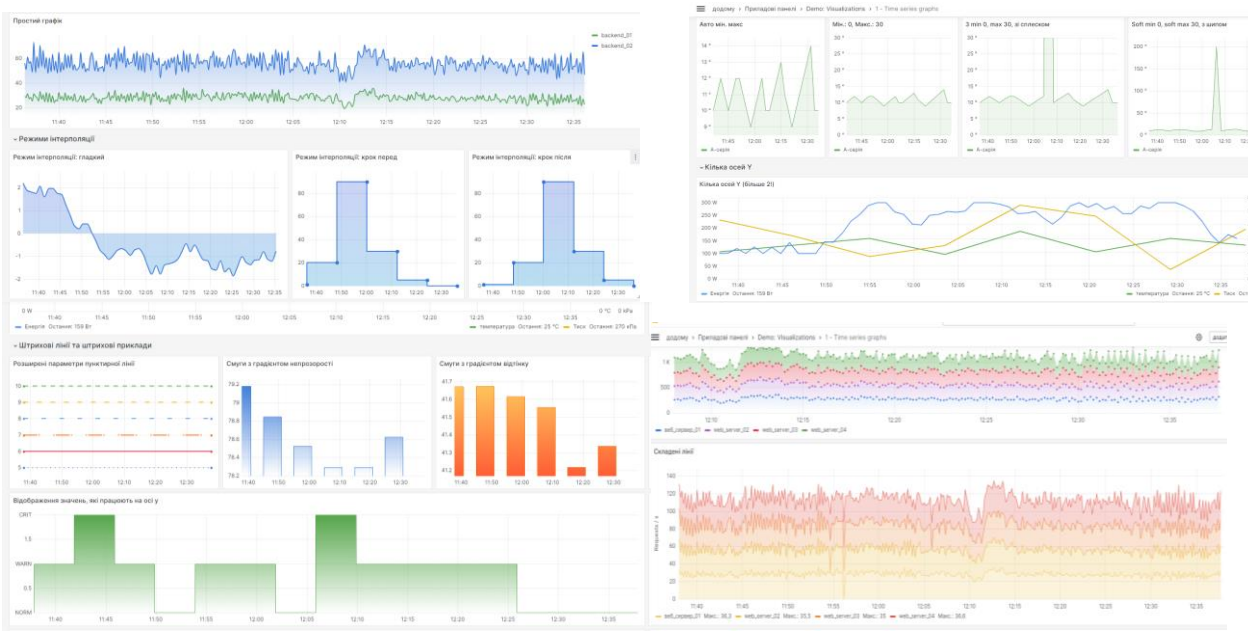
1.4 ЗАСОБИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ СКОНЦЕНТРОВАНИХ В MQTT

Обробку даних розділено засоби:

- відображення та операторське керування, що дозволяють використовуючи програми спостерігати за перебігом технологічного процесу та виконувати операторське втручання.
- автоматизація , що дозволяє виконувати сценарії за допомогою програмування, або блок діаграм для обробки потоків даних
- збереження архівів, що дозволяють побудову моделей AI з використанням ML(цифрового Близнюка , моделювання та прогнозування реакції системи)

1.4.1 Засоби відображення

Grafana — це мультиплатформенний веб-додаток для аналітики та інтерактивної візуалізації з відкритим кодом. Він надає діаграми, графіки та сповіщення для Інтернету при підключенні до підтримуваних джерел даних.



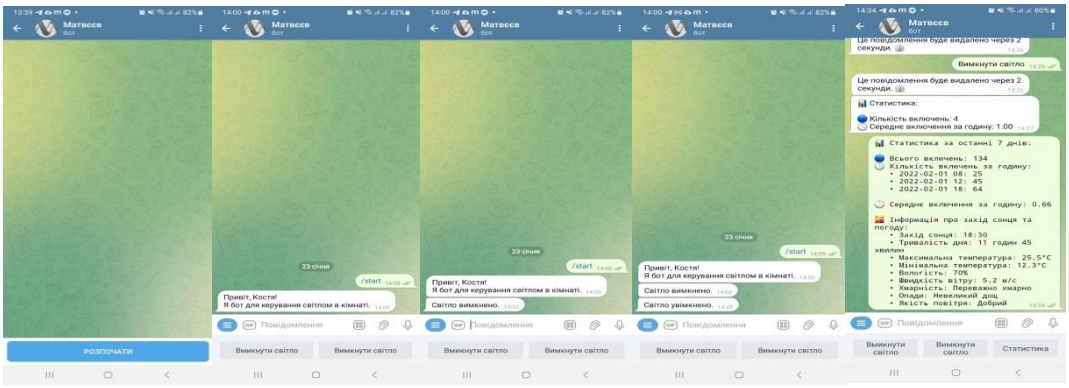
Рисунку 1.11 Приклад побудови інтерфейсів Grafana.

Використання bot Помічники в Telegram: корисна добірка ботів

Telegram Боти - це автоматичні акаунти, які можуть виконувати різні завдання. Вони можуть бути налаштовані на роботу в чаті або особистому повідомленні та пропонують різноманітні функції. Вони також можуть надавати користувачеві доступ до інформації та функцій, які не доступні у звичайному інтерфейсі Telegram.

Однією з головних особливостей ботів у Telegram є їхня гнучкість та адаптивність. Боти можуть бути налаштовані на роботу з будь-якими типами даних, включно з текстом, картинками та аудіофайлами. Вони можуть бути створені та використані як для індивідуальних користувачів, так і для бізнесу та організацій.

Взаємодія текстом та кнопками дозволяє керувати надсилаючи команду. Сам бот потребує драйверу та виглядає для системи так само як автоматизований пристрій.



Рисунку 1.12 Приклад побудови інтерфейсів за рахунок боту Telegram.

Використання доповнюється різноманітними клієнтами які використовують MQTT-dashboard. Подібні за стосунки є як на мобільні девайси так і у хмарному виконанні.



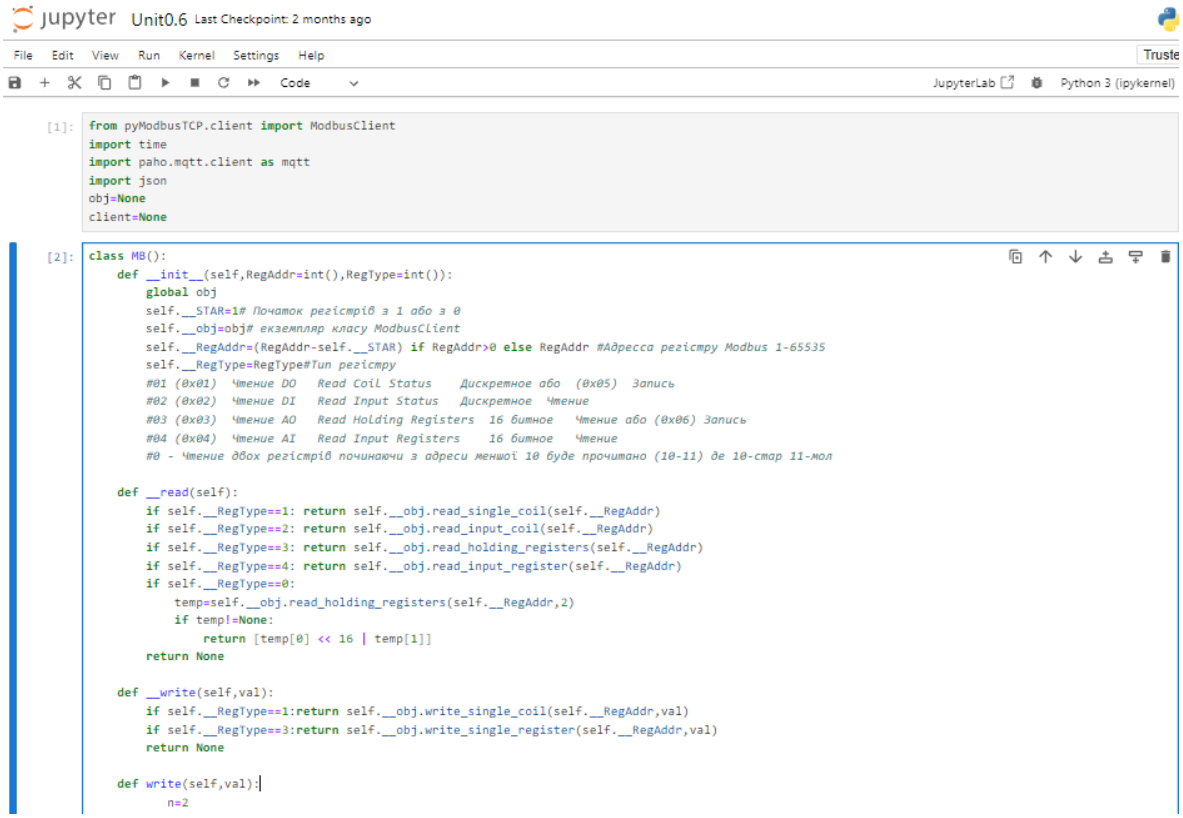
Рисунку 1.13 Mqtt Dashboard Застосунок для керування пристроями.



Рисунку 1.14 "Візуалізація значень датчиків за допомогою додатку JavaFX".

1.4.2 Засоби автоматизації

Для автоматизації я використовую мову Python за допомогою якої пишуться як драйвера, обробники так і сценарії на декілька дій використання не обмежуються IDE також використовуються Jupyter Notebook, Colab.



Рисунку 1.15 Візуалізація вікна Jupyter Notebook .

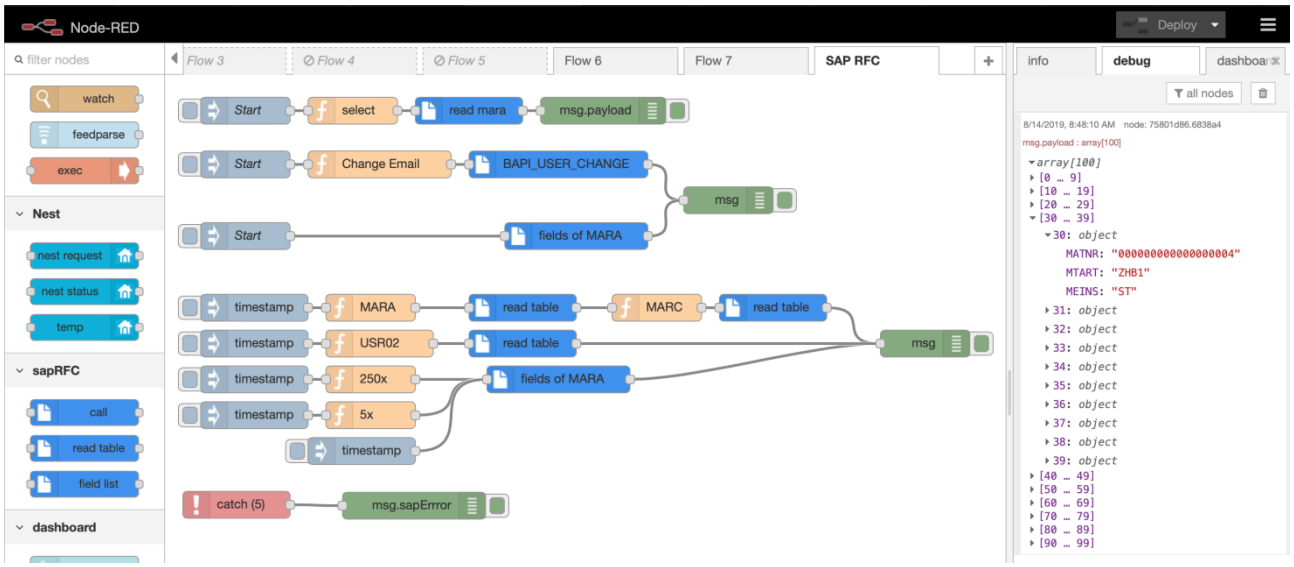
Для простих завдань (результатом недієздатності яких не будуть викликати збитків), можна застосовувати програмний продукт Noda-Red.

Редагування потоку в браузері

Node-RED надає редактор потоків на основі браузера, який дозволяє легко об’єднувати потоки за допомогою широкого діапазону вузлів у палітрі. Потім потоки можна розгорнути в середовищі виконання в один клік.

Функції JavaScript можна створювати в редакторі за допомогою форматованого текстового редактора.

Вбудована бібліотека дозволяє зберігати корисні функції, шаблони або потоки для повторного використання.



Рисунку 1.16 Візуалізація вікна Noda-Red

Отже поріг входження для отримання даних, їх зберігання та обробки низький, що дозволяє дану технологію використовувати як для управління автоматизацією в навчальних цілях та побудово так і на відповідальних ділянках.

ВИСНОВКИ

Виконано огляд технологічних засоби мережевого забезпечення для Інтернету речей, досліджено основні технології та інфраструктуру, необхідну для забезпечення зв'язку та обміну даними між пристроями в рамках Інтернету речей (IoT). Розглянуто засоби та технології IoT, різні технології, які використовуються для побудови IoT-систем, зокрема сенсори, акторами та платформи для збору та обробки даних. Оцінено різноманітні стандарти комунікацій, такі як Modbus та MQTT, які використовуються для забезпечення зв'язку між пристроями в промислових умовах. Також підкреслено необхідність адаптації традиційного обладнання до нових вимог комунікацій у рамках IoT. Виконано аналіз рішень для інтеграції промислового обладнання в сучасні IoT-екосистеми, зокрема на прикладі промислових шлюзів, адаптерів і програмного забезпечення, яке дозволяє з'єднати старі технології з новими IoT-платформами. Оглянуто засоби та методам обробки даних, які передаються за допомогою протоколу MQTT. Важливу роль у забезпеченні ефективної обробки відіграють платформи для збору та візуалізації даних, такі як Grafana. Розглянуто приклади використання MQTT у реальних промислових і комерційних IoT-системах для моніторингу та управління.

Загалом, дослідження показує важливість комплексного підходу до впровадження та інтеграції технологій Інтернету речей у промислові системи. Розглянуті засоби та технології IoT, а також комунікаційні можливості промислового обладнання, вказують на необхідність створення гнучких і ефективних рішень для збирання, обробки та передачі даних. Розвиток промислового інтернету речей передбачає інтеграцію старих та нових технологій, що дозволяє забезпечити більш високу ефективність, економічність і безпеку технологічних процесів. Важливою складовою успіху є правильний вибір комунікаційних протоколів і програмних засобів для обробки даних, таких як MQTT і відповідні платформи для візуалізації.

2. ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ДАНИХ ДЛЯ IOT

Джерела даних у контексті IoT охоплюють широкий спектр об'єктів, пристроїв та систем, які здатні генерувати, зберігати або передавати інформацію. Усе, що нас оточує, потенційно може стати джерелом даних для IoT-систем.

2.1 Інтеграція промислових систем у IoT

Розглянемо основні типи таких джерел:

- Контролери — це пристрої, які керують роботою різного обладнання. Наприклад, контролери в системах опалення, вентиляції, кондиціонування (HVAC), або в промислових установках. Вони постійно генерують дані про стан обладнання, поточні параметри роботи і споживання енергії.

- Прилади та сенсори, до цієї категорії належать датчики температури, тиску, вологості, рівня освітлення, руху, газів, вібрації тощо. Сенсори є одним із ключових джерел даних, адже вони безпосередньо взаємодіють із фізичним середовищем, вимірюючи його параметри.

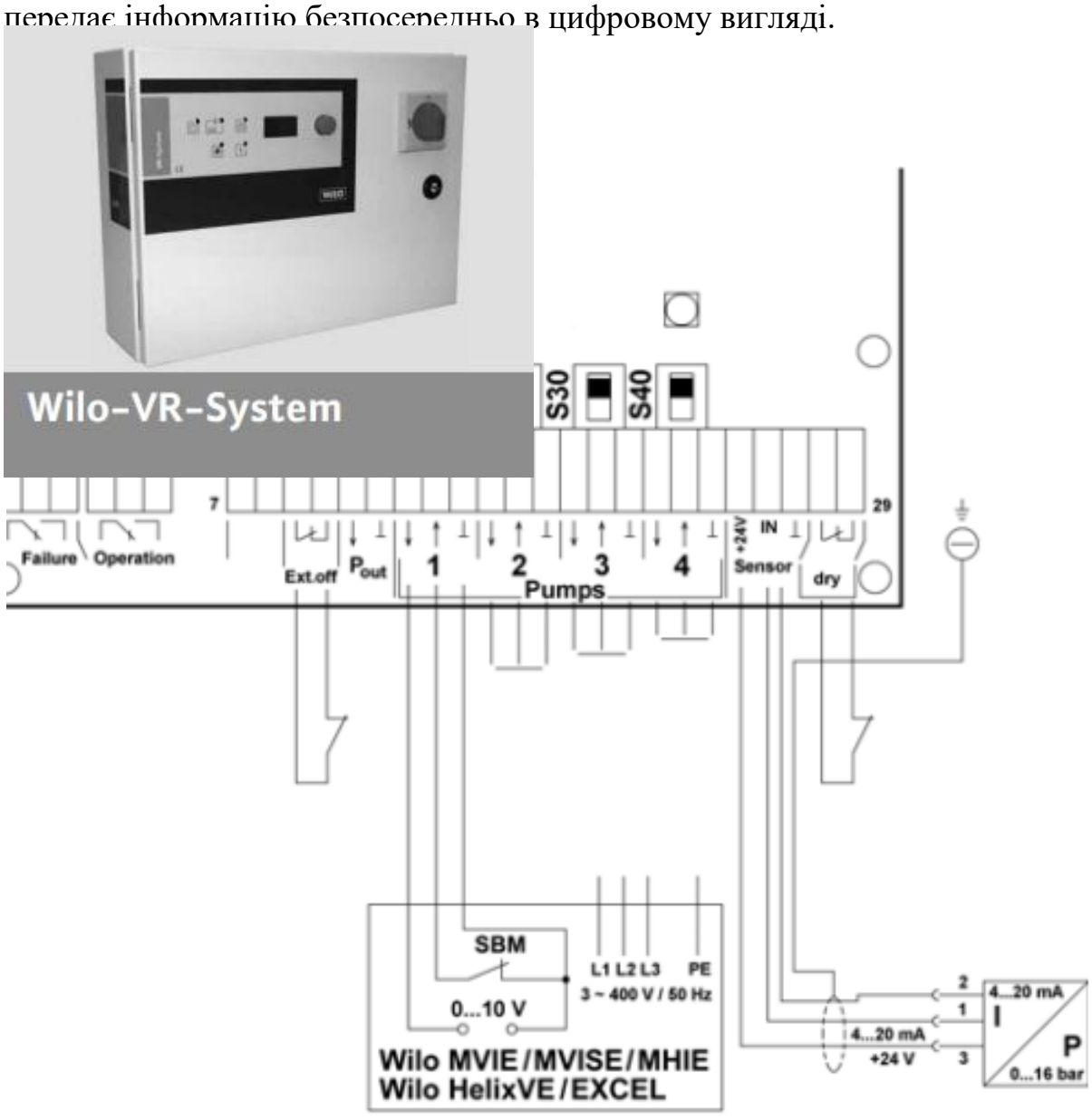
- Програмне забезпечення, програм генерують дані, які можуть бути інтегровані в IoT-системи. Наприклад, системи управління запасами, ERP-системи (Enterprise Resource Planning), CRM-системи (Customer Relationship Management), аналітичні платформи, або навіть мобільні додатки.

- Персональні пристрої, смартфони, планшети та персональні комп'ютери також є важливими джерелами даних. Вони не лише генерують інформацію, але й служать інтерфейсами для взаємодії користувачів із IoT-системами. Смартфон може збирати дані про геолокацію, стан здоров'я користувача або його активність у реальному часі.

- Інші джерела, до них можна віднести лічильники, камери відеоспостереження, системи контролю доступу, електронні ваги, банкомати, касові апарати та інші пристрої, які фіксують інформацію.

Існує три основні типи пристроїв, які можуть виступати джерелами даних для IoT-систем:

Прилади з дискретними або аналоговими виходами, це обладнання, яке оснащене базовими індикаторами станів чи механізмами керування, що працюють через аналогові сигнали (наприклад, змінна напруга чи струм) або дискретні виходи (наприклад, ввімкнення/вимкнення). Такий тип пристроїв вимагає додаткових перетворювачів чи контролерів для інтеграції в IoT-системи, оскільки він не передає інформацію безпосередньо в цифровому вигляді.

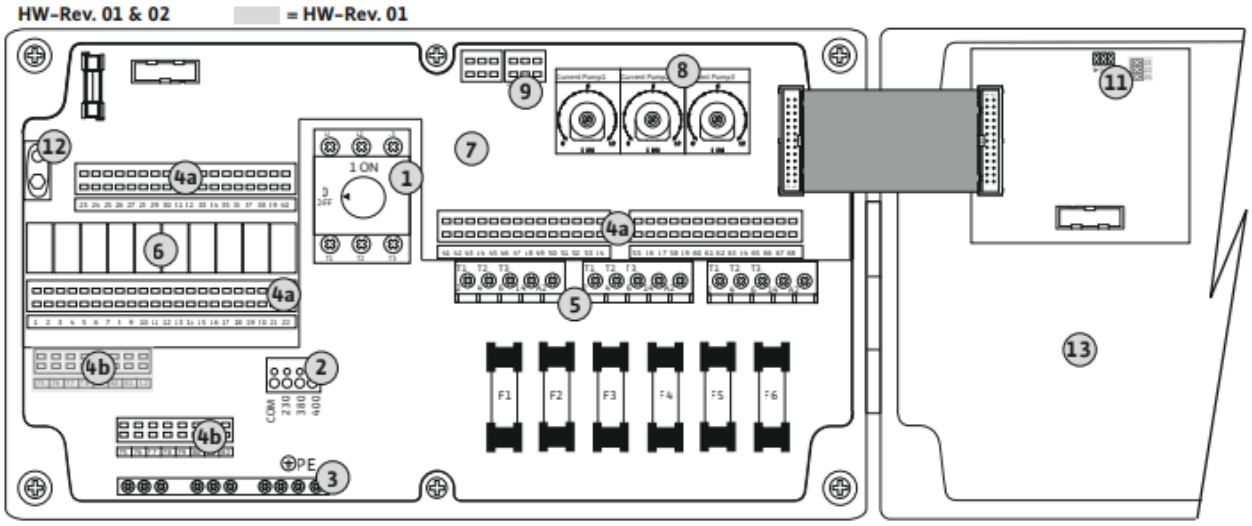


Рисунку 2.1 Прилади без цифрового інтерфейсу зв’язку

Такі прилади дозволяють отримати інформацію про стан, та виконати дистанційний запуск та зупинку функціонал дистанційного керування обмежений.

Прилади з комунікаційними цифровими інтерфейсами

До цього типу належить обладнання, яке оснащене цифровими протоколами для передачі даних, такими як Modbus, BACnet, CAN, або RS-485. Такі пристрої мають розвинутіші можливості для інтеграції у диспетчеризаційні системи. Вони дозволяють зчитувати дані про стан обладнання, параметри його роботи та здійснювати віддалене керування.



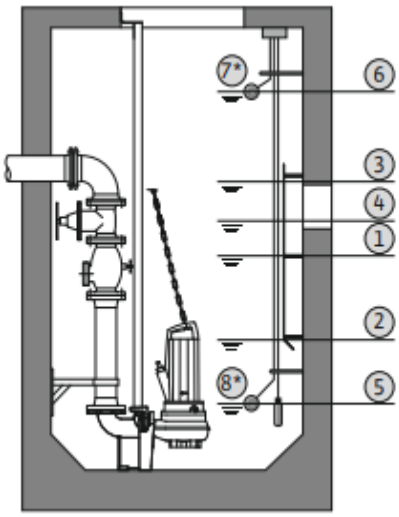


1	Головний вимикач/під'єднання до мережі
2	Налаштування мережевої напруги
3	Клемна панель: заземлення (PE)
4a	Клемна панель: давачі
4b	Клемна панель: давачі в активному режимі для вибухонебезпечної зони
5	Комбінації контакторів
6	Вихідне реле
7	Плата керування
8	Потенціометр для контролю струму двигуна
9	ModBus RTU: інтерфейс RS485
11	ModBus RTU: перемичка для концевого навантаження/поляризації
12	Гніздо для акумулятора 9 В
13	Кришка корпусу

Рисунку 2.2 Прилади з цифрового інтерфейсу зв'язку

Wilo-Control EC-L





ених	Опис
	Ціле число в діапазоні від –32 768 до 32 767 Фактичний діапазон чисел, які використовуються для точки даних, може відрізнятися
	Беззнакове ціле число в діапазоні від 0 до 65 535 Фактичний діапазон чисел, які використовуються для точки даних, може відрізнятися
	Це перелік. Можна встановити тільки одне зі значень, наведених у параметрах
	Логічне значення являє собою параметр з точно двома станами (0 — хиба/false та 1 — істина/true). Загалом усі значення більше нуля вважаються true
BITMAP*	Базова інформація складається з 16 логічних значень (біт). Значення індексуються від 0 до 15. Число, яке потрібно прочитати або записати до реєстру, утворюється із суми всіх бітів зі значенням 1 × 2 зі своїм показником степеня. • Біт 0: $2^0 = 1$ • Біт 1: $2^1 = 2$ • Біт 2: $2^2 = 4$ • Біт 3: $2^3 = 8$ • Біт 4: $2^4 = 16$ • Біт 5: $2^5 = 32$ • Біт 6: $2^6 = 64$ • Біт 7: $2^7 = 128$ • Біт 8: $2^8 = 256$ • Біт 9: $2^9 = 512$ • Біт 10: $2^{10} = 1024$ • Біт 11: $2^{11} = 2048$ • Біт 12: $2^{12} = 4096$ • Біт 13: $2^{13} = 8192$ • Біт 14: $2^{14} = 16\,384$ • Біт 15: $2^{15} = 32768$
BITMAP32	Базова інформація складається з 32 логічних значень (біт). Детальніше про розрахунок див. у Bitmap

Рисунку 2.3Типи даних, що використовує прилад Wilo-Control EC-L

Таблиця 2.1

Приклад використання Modbus регістрів для контролю та керування

Holding register (Protocol)	Name	Data type	Scale & unit	Elements	Access*	Added
40041 (40)	Pump 1 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40042 (41)	Pump 2 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40043 (42)	Pump 3 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40062 (61)	Switch box state	BITMAP		0: SBM 1: SSM	R	31.000
40139 – 40140 (138–139)	Error state	BITMAP32		0: Sensor error 1: P max 2: P min 3: FC 4: TLS 5: Pump 1 Alarm 6: Pump 2 Alarm 7: Pump 3 Alarm 8: Pump 4 Alarm 9: Pump 5 Alarm	R	31.000

Сучасне обладнання, спроектоване для IoT-систем

Це найновіший і найбільш адаптований тип пристроїв. Сюди входять як спеціалізовані IoT-пристрої, так і контролери подвійної архітектури. Такі пристрої розроблені з урахуванням сучасних потреб у диспетчеризації та автоматизації, мають вбудовану підтримку IoT-протоколів (наприклад, MQTT або CoAP) і часто оснащені можливостями для обробки та попередньої аналітики даних безпосередньо на пристрої.

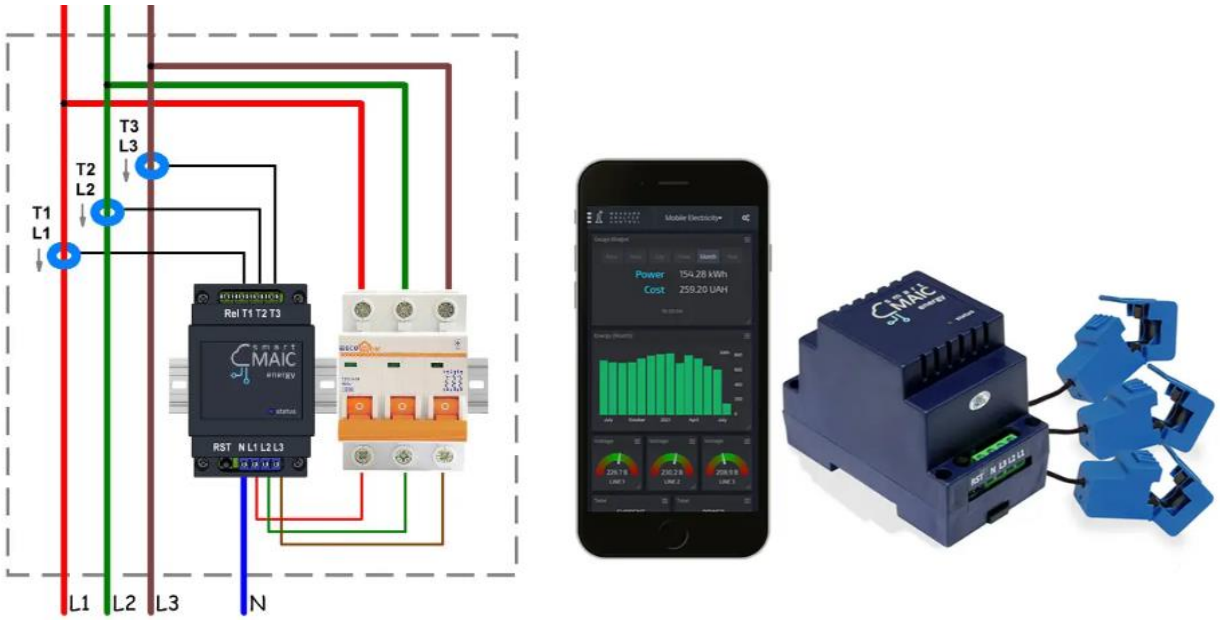
До даної категорії відносяться різного роду прилади та контролери , прикладом є контролер OPTO22 зображений на Рисунку. 2.4



Рисунку 2.4 Сучасний контролер спроектоване для IoT

Такі контролери крім можливості використовувати їх як традиційні програмовані контролери дозволяє запускати програмні за стосунки. Такий підхід дозволяє втілювати алгоритми високої складності, використовувати всі відомі протоколи, та інтегрувати їх в екосистему IOT як елемент без необхідності додатково перетворювати сигнали від контролера.

Крім контролерів є багато сучасних приладів які підтримують протоколи комунікації сумісні з IOT системами, до прикладу, розумні лічильники, та реле. Приклад такого пристрою зображено на Рисунку 2.5.



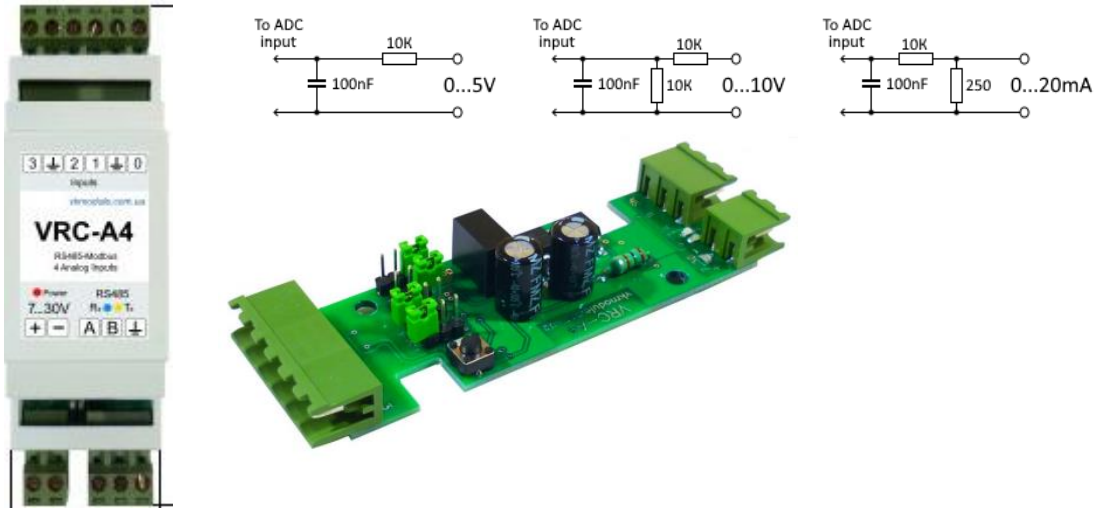
Рисунку 2.5 Сучасний прилад спроектований для IoT

Розумний енергомонітор smart-MAIC D103 – трифазний, використовує програмне забезпечення виробника та має розширення для підключення до MQTT. Такі рішення дозволяють використовувати обладнання в різних проектах з різним ступенем автоматизації.

Методи інтеграції обладнання без вбудованих можливостей передачі даних

Обладнання, яке не має вбудованих можливостей для передачі даних, часто зустрічається в промислових системах. Для його інтеграції у IoT використовують такі основні методи як оцифрування сигналів за допомогою перетворювачів інтерфейсів. Перетворювачі інтерфейсів забезпечують трансляцію сигналів або протоколів між різними типами обладнання. Вони дозволяють: перетворювати аналогові сигнали (наприклад, 4-20 мА) у цифровий формат, інтегрувати обладнання з протоколами типу RS-232 чи RS-485 у системи, які підтримують стандарти зв’язку, такі як Modbus TCP/IP чи BACnet, адаптувати обладнання до IoT-платформ через вбудовані сервери протоколів або спеціальні шлюзи.

Прикладом модуль аналогового вводу зображений на Рисунку 2.6



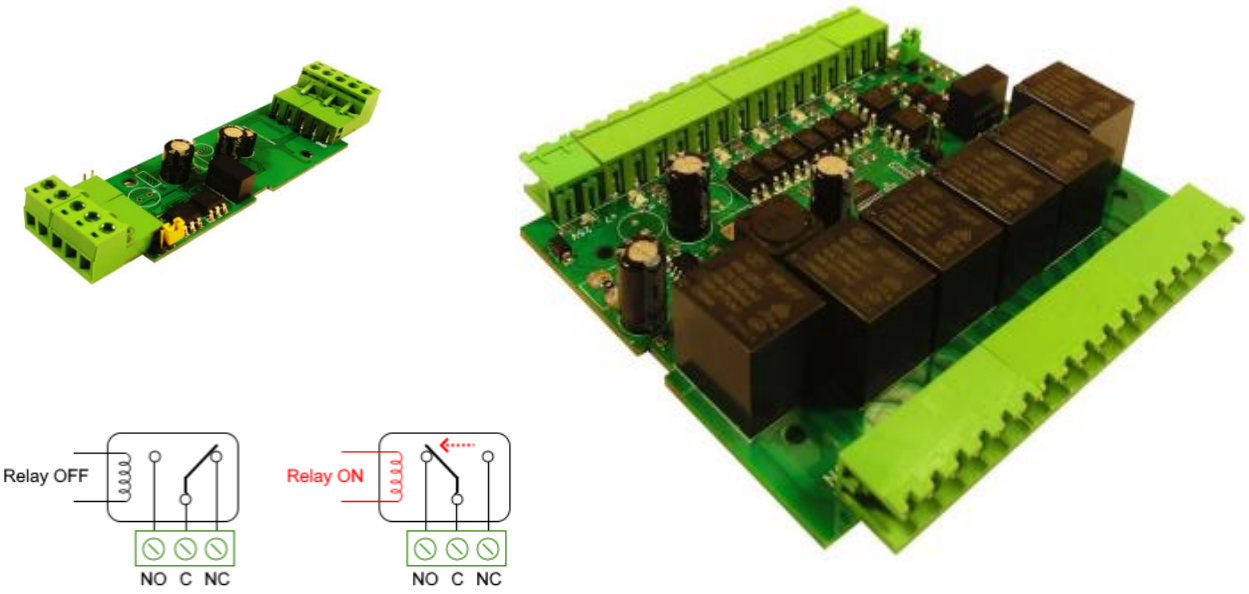
Рисунку 2.6 Модуль аналогового вводу RS485

Таблиця 2.2

Регістри для налаштування та зчитування даних з модуль аналогового вводу

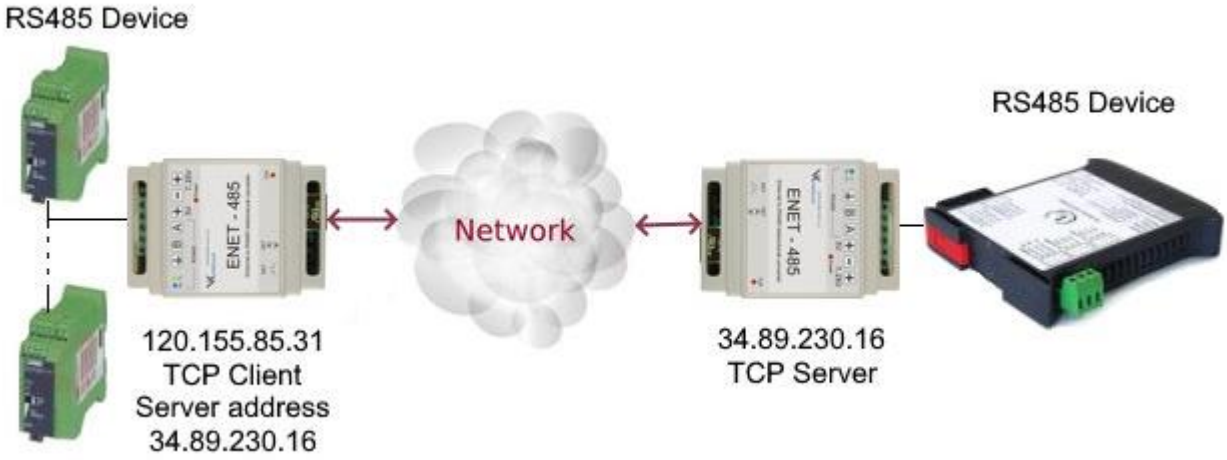
Адреса	**Байт**	**Значення за замовчуванням**	**Допустимі значення**	**Опис**
0x0000	Hi	0x01	0x00...0xFF	Адреса контролера
	Lo	0x02	0x00...0xFF	**Режим даних:** 0x0X – 8 даних + 1 стоп 0x1X – 8 даних + 1 парність 0x2X – 8 даних + 1 непарність **Швидкість обміну:** 0xX0 - 2400 біт/с I 0xX1 - 4800 біт/с 0xX2 - 9600 біт/с I 0xX3 - 19200 біт/с 0xX4 - 38400 біт/с I 0xX5 - 57600 біт/с
0x0001	Hi	0x00	0x00...0xFF	Значення входу АЦП 0 (12 біт) зі зміщенням вліво (використовуються старший байт та 4 старші біти молодшого байта)
	Lo	0x00	0x00...0xF0	
0x0002		0x0000	0x0000...0xFFF0	Значення входу АЦП 1 (12 біт) зі зміщенням вліво
0x0003		0x0000	0x0000...0xFFF0	Значення входу АЦП 2 (12 біт) зі зміщенням вліво
0x0004		0x0000	0x0000...0xFFF0	Значення входу АЦП 3 (12 біт) зі зміщенням вліво
0x0005	Hi	0x00	0x00...0x0F	Значення входу АЦП 0 (12 біт) зі зміщенням вправо (використовуються 4 молодших біти старшого байта та молодший байт)
	Lo	0x00	0x00...0xFF	

За допомогою таблиця модулів вводу можна цифрувати існуючі сигнали, та формувати вихідні як дискретні так і аналогові до прикладу модуль аналогового та дискретного виводу зображений на Рисунку 2.7



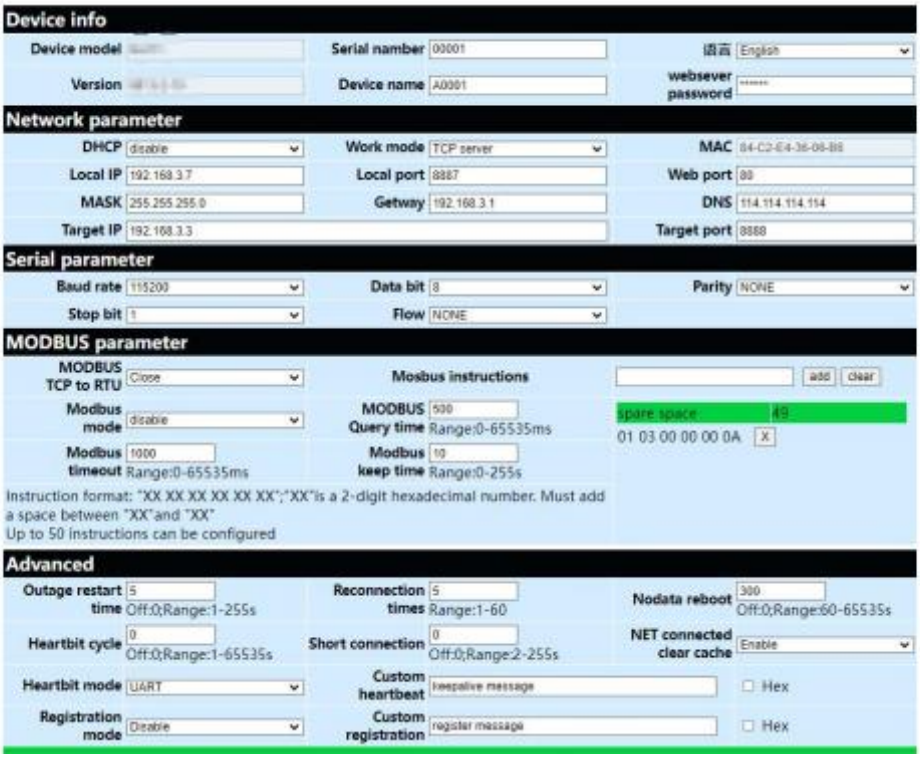
Рисунку 2.7 Модуль аналогового та дискретного виводу RS485

Таким чином прилади без цифрових інтерфейсів можуть їх здобути. Для інтеграції можна використати Edge-пристрої, або опитувати обладнання через мережу. Для мережевого опитування можна використати перетворення інтерфейсів як Modbus RTU - Modbus TCP приклад перетворювача зображений на Рисунку2.8.



Рисунку 2.8 Приклад передачі RS485 через мережу

Перетворювачі обладнані декількома протоколами та мають адмін. Панель для конфігурації та налаштування. Приклад панелі налаштування ENET-485 представлений на Рисунку 2.9



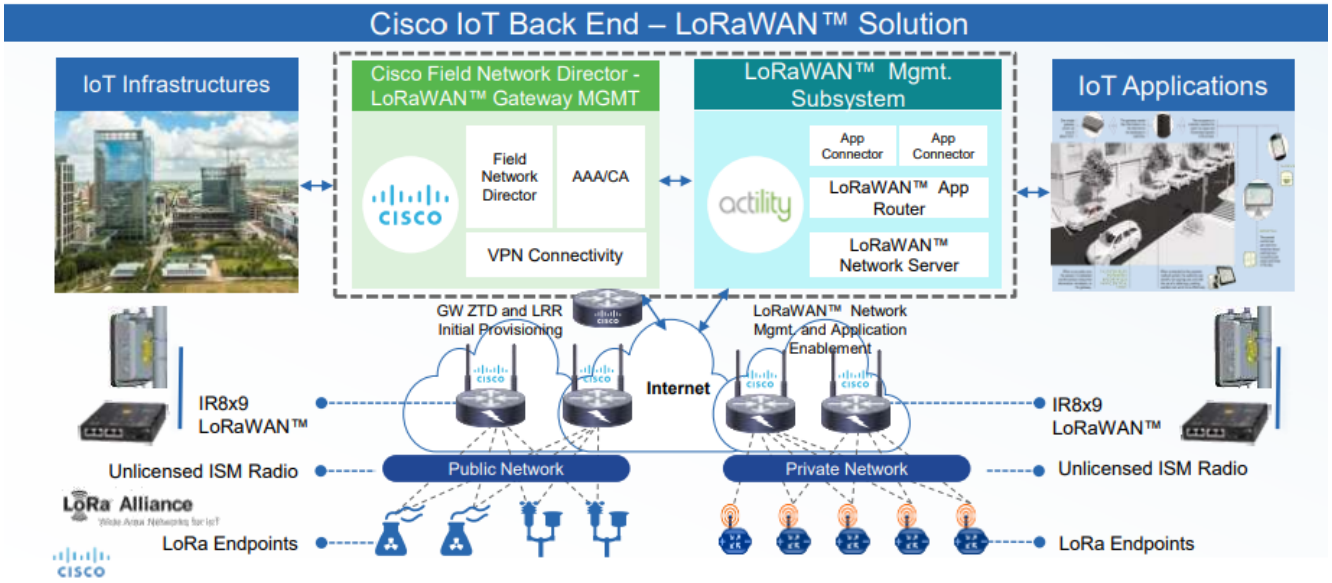
Рисунку 2.9 Приклад фрагменту панелі адміністратора ENET-485

Крім перетворювачів більшість сучасних виробників модемів обладнують їх всім необхідним для перетворення між протоколами та інтерфейсами до прикладу виробники TELTONIKA та MikroTik



Рисунку 2.10 Шлюзи для IoT

Більшість виробників комунікаційного обладнання долучилися до розробки систем для інфраструктури прикладом готового рішення від компанії Cisco для мереж LoRaWAN представлено на Рисунку 2.11.



Рисунку 2.11 Приклад рішення для мереж LoRaWAN від Cisco

Edge-пристрої і шлюзи мають спільну мету інтеграції обладнання у IoT-системи, однак їх функціонал суттєво відрізняється. Edge-пристрої підходять для випадків, коли потрібна локальна обробка даних або аналітика. Шлюзи доцільно використовувати для інтеграції різнорідного обладнання і протоколів в єдину систему. У багатьох випадках ці пристрої використовуються разом для створення ефективної та безпечної IoT-інфраструктури.

Edge-пристрої виконують роль проміжного рівня між обладнанням та IoT-системою. Вони можут, збирати дані з аналогових або цифрових виходів обладнання, попередньо обробляти, структурувати та фільтрувати дані. Забезпечувати масштабування та передачу даних до брокера IoT через MQTT або інші протоколи. Ці пристрої часто оснащені обчислювальними ресурсами, що дозволяє виконувати локальні аналітичні задачі.

Чудовим рішення для об’єктів без стаціонарного Інтернет зв’язку є приклад використання шлюзу GSMGate зображення приведено на Рисунку 2.12



Рисунку 2.12 Шлюзи для IoT GSMGate

Призначення GSMGate (далі шлюз) призначений для віддаленого моніторингу та керування приладами, які працюють в локальній мережі RS-485 згідно протоколу Modbus (ПЛК, датчики, генератори, розширювачі портів, частотники тощо). Це відбувається завдяки використанню сервера (MQTT брокера), або різноманітних хмарних систем, які використовують протокол MQTT. Передача даних здійснюється через мобільний інтернет (GPRS). В більшості випадків це необхідно, коли кабельні канали зв'язку не можуть бути використані, наприклад, коли необхідно передавати дані з віддалених об'єктів, або встановити зв'язок між ними і центральною системою моніторингу та керування. Використання шлюзу надає обладнанню доступ до сучасної IoT екосистеми, інтегруючи його до популярних онлайн сервісів та платформ розумного будинку.

Функції і особливості шлюзу:

- програмований конвертер протоколів Modbus <> MQTT на 256 запитів;
- одночасна робота з багатьма приладами в мережі RS-485;
- віддалені конфігурація та моніторинг роботи шлюзу за протоколом MQTT;
- закріплений за шлюзом безкоштовний обліковий запис на брокері компанії «Церта»;

• можливість використовувати власний брокер;

• функція оповіщення (дзвінок на вказаний номер користувача);

• цифровий вхід та напівпровідниковий вихід;

• світлодіодна індикація роботи;

• змінні модулі інтерфейсу RS-485 з (та без) гальванічною розв'язкою;

• Nano SIM карта;

• кріплення на DIN рейку.

Після встановлення з'єднання шлюз починає синхронізувати дані приладів, які підключені до мережі RS-485, з брокером, завдяки попередньо налаштованим pub та sub запитам. Pub запит (скорочення від publication) є сукупністю властивостей елементів протоколів Modbus (регістри) та MQTT (топіки) та напрямком конвертації даних - від Modbus регістра до MQTT топіка. Запит виконується у три етапи: на першому етапі опитується відповідний Modbus регістр, далі виконується перетворення 16-бітного числа в рядок та публікація отриманого рядка брокеру. Sub запит (скорочення від subscription) аналогічний pub, за винятком напрямку конвертації даних, а саме — вона відбувається від MQTT топіку до Modbus регістра. Запит теж виконується у три етапи: отримання топіком повідомлення, перетворення повідомлення у 16-бітне число та запис даного числа у відповідний Modbus регістр. При виконанні pub запиту публікація відбудеться лише при умові, коли поточне значення зчитаного Modbus регістра буде відрізнятися від попереднього на величину, в більшу або меншу сторони, від відповідного налаштування, що вказується при створені запиту. Таким чином передаються значення всіх чотирьох типів Modbus регістрів під'єднаного приладу. Даний механізм дає змогу зекономити мобільний трафік у випадку частої зміни значення Modbus регістра. При виконані sub запиту, отримане від брокера 16 - бітне значення одразу запишеться у Modbus регістр без аналізу його зміни. Налаштування запитів, як і загалом налаштування шлюзу, відбувається за протоколом MQTT. Для налаштування може бути використана довільна програма, яка дозволяє працювати за цим протоколом.

Разом з користувацькими топіками шлюз відправляє брокеру службову інформацію щодо стану своєї роботи, яка містить дані про наявність помилок, стан рахунку SIM карти, кількість тарифних мегабайт, часу безперервної роботи тощо. Системні топіки. За допомогою них також відбувається керування напівпровідниковим виходом (FDO), опитування цифрового входу (DI).

Світлодіодна індикація також використовується для відображення поточного стану шлюзу. Для індикації живлення шлюзу використовується світлодіод зображений на Рисунку 2.13.

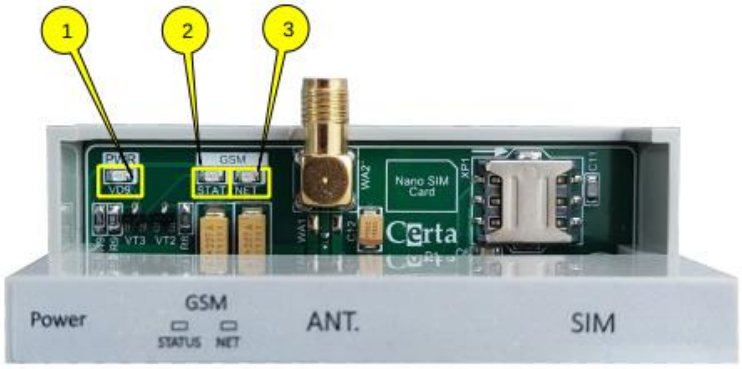
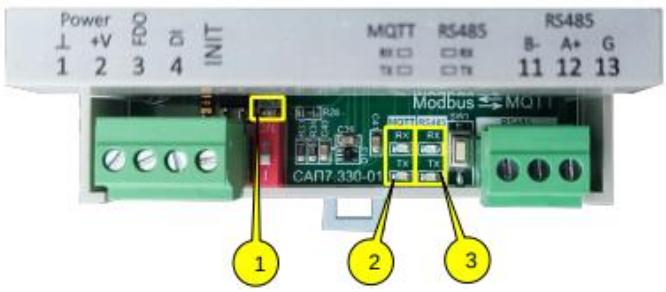


Рисунок 2.13 — Світлодіоди живлення та GSM модуля

Для індикації живлення GSM модуля використовується світлодіод “STAT”, збражений на Рисунку. 2.13-2. Якщо світлодіод світиться — на GSM модуль подана напруга живлення. Напруга живлення може бути тимчасово відсутня (світлодіод перестане світитися) після п'яти невдалих спроб підключення до брокера. Це відбувається під час комутації живлення GSM модуля. Для індикації статусу GSM модуля використовується світлодіод “NET”, зображений на Рисунку. 2.13-3. Для індикації режиму роботи шлюзу використовуються світлодіоди “Init”(Рисунку. 2.14-1) та світлодіоди “RX” та “TX”, які об’єднані в групи “MQTT” (Рисунку. 2.14-2) і “RS-485” (Рисунку. 2.14-3).Світлодіод “Init” вказує на перебування у режимі заводських налаштувань підключення до брокера, який описано в розділі 3.2 Режим Init. Можливі варіанти індикації груп світлодіодів “MQTT” та “RS-485”



Рисунку. 2.14— Світлодіоди режиму роботи шлюзу

Таблиця 2.3

Світлодіодна індикація GSMGate

Індикація				Опис
MQTT		RS-485		
RX	TX	RX	TX	
Постійно	Постійно	Постійно	Постійно	Ініціалізація шлюзу
Постійно	Постійно	*	*	Немає підключення до брокера
1000 мс 1000 мс	1000 мс 1000 мс	*	*	Скидання до заводських налаштувань
100 мс 100 мс	*	*	*	Отримання топіка по підписці
*	100 мс 100 мс	*	*	Публікація топіка
*	*	100 мс 100 мс	*	Успішне читання в мережі RS-485
*	*	*	100 мс 100 мс	Успішний запис в мережі RS-485
*	*	Постійно	*	Помилка читання в мережі RS-485
*	*	*	500 мс 500 мс	Помилка запису в мережі RS-485
500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	Помилка SIM картки

* - значення не враховується

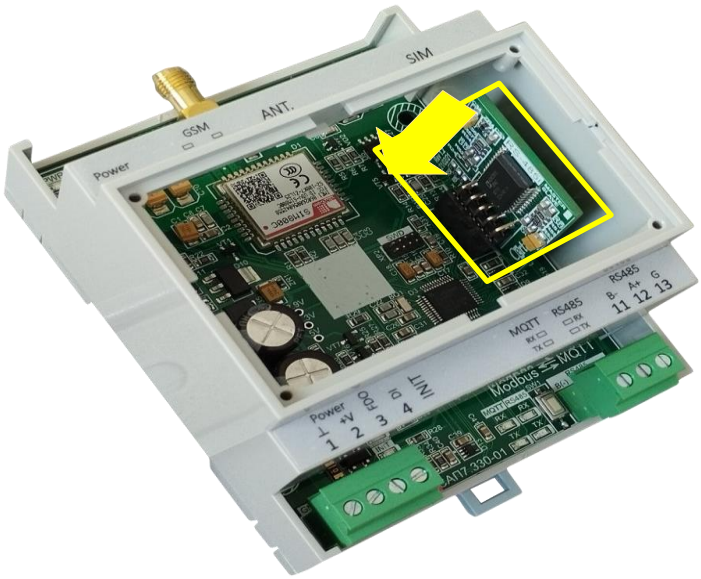


Рисунок 2.15 — Встановлення плати RS-485

Необхідною умовою для надійної роботи шлюзу є наявність стійкого сигналу GSM-мережі. Достатнім рівнем сигналу є значення в діапазоні від 15 до 30 , що вказується в системному топіку “/sys/mon/gsm/s_lvl” (більш детально можна ознайомитись у описі модему SIM800C). У випадку наявності сигналу низької якості, потрібно перевірити розташування та надійність підключення зовнішньої антени. Також необхідно контролювати залишок коштів на рахунку карти мобільного оператора та залишок доступного інтернет трафіку. Вищезгадані параметри можна контролювати відповідними системними топіками шлюзу (Таблиця 2.4 – Перелік системних топіків шлюзу).

При роботі шлюзу повинні бути відсутні помилки роботи в мережі RS-485, що також контролюється системним топіком, або світлодіодною індикацією. При наявності помилок необхідно впевнитися в правильності підключення усіх приладів до мережі RS-485 та параметрів налаштуванні їх зв’язку — для всіх приладів вони мають буди однаковими (за винятком адреси в мережі RS-485).

Весь час роботи шлюзу відбувається накопичення значень наступних параметрів: кількість помилок в роботі інтерфейсів RS-485 та MQTT, кількість прийнятих та переданих топіків, час роботи, кількість перепідключень до брокера та інші. Для скидання цих значень необхідно перезавантажити шлюз. Це можна зробити публікацією значення “1” в топік керування “/sys/ctrl/reset”.

В даній інструкції для налаштування шлюзу використовується мультиплатформний MQTT клієнт - “MQTT Explorer”. Освоєння даної програми не вимагає особливих умінь і досвіду в програмуванні. В інтернеті є багато прикладів її застосування, що є доступним будь-якому інженеру. Програму можна завантажити з сайту: http://mqtt-explorer.com/, вона підтримує ОС Windows, IOS, Ubuntu та Linux.

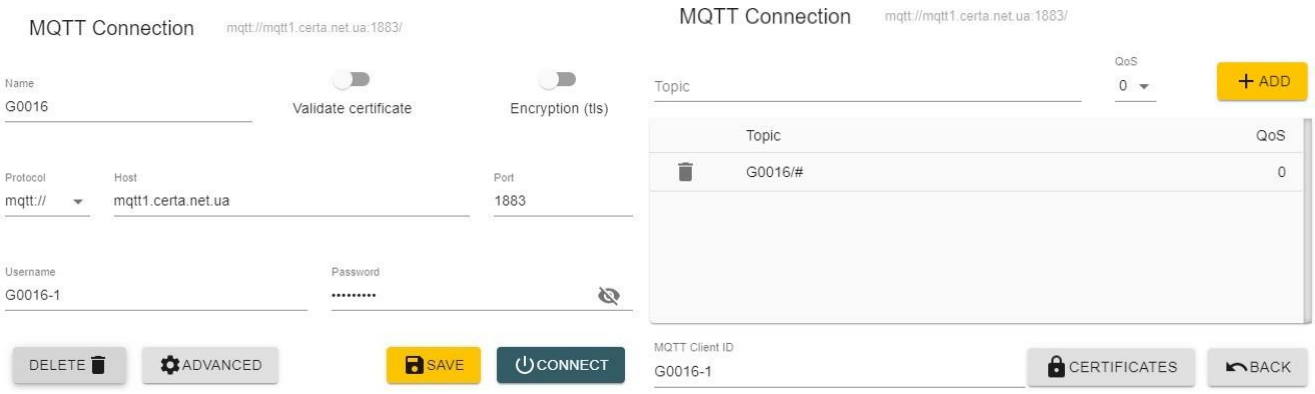


Рисунок 2.16 Клієнтське підключення до брокера

Після підключення, на екрані з'явиться вікно, в якому користувач може працювати з ієрархічною структурою топіків (див. Рисунок 2.17).



Рисунок 2.17 Ієрархічна структура топіків при роботі з «MQTT Explorer»

Першим в даній ієрархії є топік, який ідентифікує шлюз – “G0016” (для шлюзу з серійним номером 22), де:

• G – належність до сімейства шлюзів GSMGate;

• 0016 – серійний номер шлюзу в шістнадцятковій системі числення.

Перший рівень ієрархії “G0016” вказується шлюзом як клієнт ID при підключенні до брокера, тому його не можна використовувати в якості клієнт ID для клієнтського з'єднання.

Наступними рівнями ієрархії є:

- “/sys” - системні топіки;
- “/user” - користувацькі топіки;
- “/status” - статус підключення до брокера.

Системні топіки (“/sys”) є невід’ємною частиною шлюзу та використовуються для налаштування та моніторингу стану роботи. Також, за допомогою системних топіків відбувається конфігурація pub та sub запитів. Системні топіки не можуть буди змінені користувачем. Вони мають наступні рівні ієрархії:

- “/mon” - моніторинг роботи шлюзу;
- “/conf”- налаштування шлюзу;
- “/ctrl” - керування шлюзом;
- “/view” - перегляд налаштувань.

Таблиця 2.4

Перелік системних топіків шлюзу

Назва топіка	Опис	Публікація	Підписка
Моніторинг роботи шлюзу			
/sys/mon/gen/fw_ver	Версія прошивки шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/up_time	Час роботи з моменту ввімкнення	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/tx_byte	Переданий трафік (кБайт)1	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/rx_byte	Прийнятий трафік (кБайт)1	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/oper	Назва оператора мобільного зв'язку	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/ip	IP адреса шлюзу в мобільній мережі	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/grn	Стан рахунку (грн)	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/s_lvl	Рівень сигналу GSM модуля	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/imei	IMEI GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/s800c_fw	Версія прошивки GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/mb	Кількість доступного трафіку (Мб)	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gate_phone	Мобільний номер шлюзу	Одноразово	Відсутня

/sys/mon/user_phone	Мобільний номер телефону користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/fdo	Стан виходу FDO	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/di	Стан входу DI	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/init	Стан перемикача Init	Періодично	Відсутня
/sys/mon/broker/domain	Доменне ім'я брокера	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/port	Порт брокера	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/login	Ім'я користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/pass	Пароль користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/cid	Клієнт ID	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/baud	Швидкість мережі RS-485	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/par	Парність	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/stop	Кількість стопбіт	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/err	Кількість помилок MQTT	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/pow_cycl	Кількість комутацій живлення шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/r_pkt_sz	Розмір отриманого пакету	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/s_pkt_sz	Розмір надісланого пакету	Періодично	Відсутня
/sys/mon/rs485/err	Кількість помилок MODBUS	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/	Час повного циклу опитування Modbus	Періодично	Відсутня
rs485/cycle_time	регістрів (у мілісекундах)		
/sys/mon/gen/ fdo_delay_off	Час скидання виходу fdo (у сек), якщо зачення = 0, скидання не відбувається	Періодично	Відсутня
/sys/mon/mqtt/ id_pub_call	Номер користувацького pub запиту оповіщення	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/err	Кількість помилок MQTT	Періодично	Відсутня
/sys/mon/mqtt/tp_sent	Кількість надісланих топіків	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/tp_rcvd	Кількість отриманих топіків	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/mode	Режим роботи шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/reconn_numb	Кількість перепідключень до брокера	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/reconn_per	Час до повторного підключення до брокера (сек)	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/tnps	Кількість топіків у буфері GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/sys_pub_per	Період публікації системних топіків (сек)	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/pub_numb	Кількість користувацьких топіків pub	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/sub_numb	Кількість користувацьких топіків sub	Одноразово	Відсутня
/sys/conf/broker	Налаштування підключення до брокеру	Відсутня	Є
/sys/conf/rs485	Налаштування інтерфейсу RS485	Відсутня	Є
/sys/conf/reconn_per	Час до повторного підключення до брокера (сек)	Відсутня	Є
/sys/conf/id_pub_call	Номер користувацького pub запиту оповіщення	Відсутня	Є
/sys/conf/gen/ fdo_delay_off	Час скидання виходу fdo (у сек), якщо зачення = 0, скидання не відбувається	Відсутня	Є
/sys/conf/tnps	Кількість топіків у буфері GSM модуля	Відсутня	Є
/sys/conf/mode	Режим роботи шлюзу	Відсутня	Є

/sys/conf/user_phone	Мобільний номер телефону користувача	Відсутня	Є
/sys/conf/gate_phone	Мобільний номер шлюзу	Відсутня	Є
/sys/conf/sys_pub_per	Період публікації системних топіків (сек)	Відсутня	Є
/sys/conf/readout	Запис налаштувань на microSD карту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/add	Додавання pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/add	Додавання sub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/del	Видалення pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/del	Видалення sub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/view	Перегляд pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/view	Перегляд sub запиту	Відсутня	Є
Перегляд налаштувань			
/sys/view/pub	Перегляд налаштувань pub запиту	За запитом	Відсутня
/sys/view/sub	Перегляд налаштувань sub запиту	За запитом	Відсутня
/sys/view/broker	Перегляд параметрів підключення	За запитом	Відсутня
/sys/view/rs485	Перегляд налаштування інтерфейсу RS-485	За запитом	Відсутня
Керування шлюзом			
/sys/ctrl/fdo	Стан напівпровідникового виходу (0 або 1)	Відсутня	Є
/sys/ctrl/call	Дзвінок на номер користувача	Відсутня	Є
/sys/ctrl/reconn	Ініціалізація перепідключення до брокера	Відсутня	Є
/sys/ctrl/reset	Перезавантаження шлюзу	Відсутня	Є

Налаштування підключення до брокера

Для встановлення нових налаштувань брокера необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/broker” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “new_” є тими, які хоче встановити користувач) :

```
{
"domain":"new_domain",
"port":"new_port",
"login":"new_login",
"password":"new_passwod",
"client_id":"new_client_id"
}
```

Обмеження кількості символів у значенні параметру, що можна встановити:

- domain – 30;
- port – 6;

- login – 46;
- password – 78 ;
- client_id – 30.

Контролювати результат встановлення нових налаштувань можна переглядаючи топік “/sys/view/broker” — при успішному збережені в ньому одразу з'явиться відправлене JSON повідомлення.

Налаштування параметрів зв'язку RS-485

Для встановлення нових налаштувань зв'язку інтерфейсу RS-485 необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/rs485” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “new_” є тими, які хоче встановити користувач) :

```
{
"baud": "new_baud",
 "parity": "new_parity",
 "stop_bit": "new_stop_bit",
 "poll_ms": "new_poll_ms"
}
```

Таблиця 2.5

Можливі значення встановлюваних параметрів

Параметр		Значення
baud	Швидкість в мережі RS-485	9600, 19200, 38400, 115200
parity	Парність	0 — EVEN 1 — ODD 2 — NONE
stop_bit	Кількість стоп біт	1 —1 стоп біт 2 — 2 стоп біта
poll_ms	Значення затримки між надсиланнями запитів у мережу RS-485 (у мілісекундах)	1..500

Контролювати результат встановлення нових налаштувань можна переглядаючи системний топік “/sys/mon/rs485”.

У випадку встановлення некоректних параметрів з обладнанням втратиться зв'язок. Це відобразиться на світлодіодній індикації відсутніс-

тю блимання світлодіода “RX” групи “RS-485” - він буде світитись безперервно. Також, після десяти невдалих спроб вичитати

Modbus регістр, вказаний у pub запиту, значення користувацького топіку для нього встановиться у “8888”. Але після першої вдалої спроби вичитати регістр, воно зміниться на вичитане значення.

Додавання запиту. Для додавання нового запиту, в залежності від його типу, необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/pub/add“ або “/sys/conf/sub/add” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “new_” є тими, які хоче встановити користувач) :

```
{
"topic_name":"new_topic_name",
"qos":"new_qos",
"retain":"new_retain",
"slave":"new_slave",
"reg_addr":"new_reg_addr",
"reg_type":"new_reg_type",
"pld_type":"new_pld_type",
"pld_param":"new_pld_param",
"diff":"new_diff"
}
```

Новий запит додається в кінець загального переліку запитів. Якщо перелік запитів містить максимальну кількість (128 для pub або sub), новий запит не збережеться.

Контролювати результат додавання можна переглядаючи топіки “/sys/view/pub” або “/sys/view/sub” — при успішному збережені в ньому одразу з'явиться відправлене JSON повідомлення. Також, загальний лічильник запитів повинен збільшиться на одиницю (системні топіки “/sys/mon/mqtt/pub_numb” або “/sys/mon/mqtt/sub_numb”).

При додаванні pub запиту, шлюз одразу почне його відпрацьовувати. Необхідно враховувати, що до назви топіка, яку вказує користувач у pub запиті, при публікації його шлюзом, у вигляді префікса, додається перший рівень ієрархії та user рівень — “GXXXX/user/”. Рекомендується додавати запити зі встановленим прапорцем “Retain”. Це в подальшому дасть змогу отримати останні опубліковані

дані за цими топіками, одразу після підключення клієнта до брокера, навіть у випадку відсутності зв'язку зі шлюзом.

При додаванні sub запиту, в його назві необхідно вказати відповідний префікс “GXXXX/user/”. Якщо цього не зробити, то при використанні безкоштовного брокера компанії “Церта”, при спробі підписатись на цей топік, відбудеться від'єднання від брокера. Це пов'язано з налаштуванням брокера на ізоляцію клієнтів — кожний шлюз має свою зону видимості (починаючи з рівня, де вказано його серійний номер). При використані власного брокера такого обмеження не буде. Після додавання sub запитів, для їх застосування, потрібно зробити перепідключення до брокера за допомогою публікації “1” в топік керування “/sys/ctrl/reconn”, після чого відбудеться підписка на додані топіки.

Використання такого шлюзу дозволяє організувати стабільне отримання даних з об’єкту, данні структуровані, а отримання нових даних співпадає з фактом зміни параметра на вказану дельту, що дозволяє сприймати отримання даних як подію. Такий підхід максимально ефективний для обробки отриманих даних. подібно до EDGE пристроїв потік даних є мінімальний і не навантажує мережу. Пристрій сам ініціює підключення і обмін, за допомогою «Заповіту» можна контролювати стан відсутності зв’язку з приладаом і реагувати відповідним чином.

На відміну від опитування шлюзу чи перетворювача де потрібнор постійно тримати зв'язок (не знаючи коли зміниться параметр опитувати по мережі) підхід з GSMGate максимально вдалий і дає змогу працювати з даними не займаючись постійними опитуваннями, подібно до сучасних контролерів та EDGE пристроїв.

2.2 ОРГАНІЗАЦІЯ СТРУКТУР ДАНИХ IOT СИСТЕМИ

Організація структури даних в IoT-системах відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності їх роботи. Одним із найважливіших аспектів цієї організації є адресація. Вона визначає, як пристрої, сенсори та контролери ідентифікують себе в системі та взаємодіють між собою. Без належної структури адресації дані можуть бути нечитабельними або втрачати свою цінність для аналітики та автоматизації.

Адресація виконує кілька основних функцій:

- Ідентифікація пристроїв: кожен елемент системи повинен мати унікальну адресу, яка дозволяє розпізнавати його в мережі.
- Маршрутизація даних: правильна адресація забезпечує, що запити і відповіді досягають своїх цілей без втрат.
- Структурування інформації: адреси допомагають систематизувати дані, що надходять від різних пристроїв, і забезпечують їхню сумісність із програмними додатками.

Існує два основні виклики в організації структури даних IoT-систем:

- Різноманіття обладнання: сучасні системи включають пристрої різних поколінь і типів. Деякі з них мають вбудовані функції передачі даних, тоді як інші — ні.
- Обмеження обладнання: деякі пристрої можуть мати обмежену пам'ять, пропускну здатність чи функціонал, що ускладнює їхню інтеграцію в IoT-систему.

Щоб подолати ці виклики, доцільно використовувати підхід із застосуванням фасадної програми.

Перетворення величин: адаптація до уніфікованих форматів

У процесі роботи з IoT-системами часто виникає необхідність уніфікації даних, які надходять від різних пристроїв. Фасад виконує функцію трансформації значень, щоб:

- **Стандартизувати дані:** пристрої різних виробників можуть використовувати різні одиниці вимірювання, формати даних або структуру повідомлень.
- **Привести дані до спільної моделі:** це спрощує обробку, зберігання та аналіз.
- **Забезпечити сумісність із шаблонами:** пристрої взаємодіють за єдиним принципом, що дозволяє легко інтегрувати нові сценарії.

Приклад перетворення величин:

Вихідний сигнал від пристрою:

raw/device123/output/temperature

Значення: 75°F

Оброблений фасадом топік:

building1/floor2/room101/sensor/device123/status/temperature

Значення: 23.9°C

Формат: значення перетворене з °F у °C, забезпечено узгодженість з іншими пристроями.

Контроль дельти змін (Delta Tracking)

Для уникнення зайвих реакцій на незначні коливання значень використовується механізм **дельта-контролю**. Цей метод дозволяє визначити, чи є зміна параметра суттєвою, і запобігти надмірній реакції системи на незначні відхилення.

Принцип роботи дельта-контролю:

- **Порівняння з попереднім значенням:**
  - Розраховується різниця (Δ) між поточним та попереднім значенням

- **Поріг реакції:**
  - Якщо Δ ≤ порогового значення, зміна ігнорується.
  - Якщо Δ> порогового значення, сигнал передається до системи обробки.
- **Приклад застосування:**
  - Температура: якщо поріг встановлено на 0.5°C, система реагує лише на зміни, що перевищують цей рівень.

Переваги дельта-контролю:

- Зменшує кількість повідомлень у мережі, оптимізуючи трафік.
- Запобігає помилковим спрацюванням систем через незначні коливання.
- Забезпечує стабільність роботи автоматичних сценаріїв.

Мітка часу (Timestamping)

Кожне повідомлення або сигнал, що передається у системі, має бути прив'язане до часу його генерації. Це дозволяє синхронізувати дані, аналізувати їх у хронологічному порядку та виявляти відхилення в реальному часі.

Роль мітки часу:

- **Хронологія:**
  - Встановлюється точний момент надходження даних.
  - Дає змогу аналізувати тренди, виявляти аномалії.
- **Відстеження подій:**
  - Зміни налаштувань фіксуються з датою та часом, що важливо для аудиту.
  - У разі аварії точна мітка допомагає визначити причину.
- **Синхронізація:**
  - Забезпечує коректну обробку даних, що надходять від кількох пристроїв.

Формат мітки часу:

- Використовується стандарт ISO 8601: 2024-12-10T12:34:56Z
- Дата і час передаються у форматі UTC, що забезпечує узгодженість у глобальних системах.

Інтеграція дельти, математичних операцій та міток часу

У процесі обробки даних фасад:

1. Приймає дані від пристроїв, додаючи мітку часу.
2. Перевіряє зміни на відповідність порогу дельти.
3. Перетворює значення у стандартний формат, використовуючи математичні операції.
4. Передає дані у структурованому вигляді до брокера.

Приклад обробки:

device123/raw/temperature

Значення: 298.15 K

Час: 2024-12-10T12:34:56Z

Перетворення:

- Температура: C=298.15−273.15= 25°C
- Дельта: якщо зміна > 0.5°C, дані передаються.

Вихідний топік:

building1/floor2/room101/sensor/device123/status/temperature

Значення: 25°C

Час: 2024-12-10T12:34:56Z

Переваги впровадження такого підходу

- **Оптимізація трафіку:** мінімізація зайвих повідомлень.
- **Якість даних:** уніфіковані значення з мітками часу легко аналізувати.
- **Надійність:** система захищена від помилкових реакцій через незначні коливання.
- **Уніфікація:** універсальний підхід забезпечує інтеграцію нових пристроїв без значних змін архітектури.

Цей підхід забезпечує стабільну, надійну та ефективну роботу IoT-системи з урахуванням вимог до точності й безпеки даних.

Розділення сигналів за типами: SET, STATE, ALARM

Для чіткої організації та логічної обробки даних фасад структурує сигнали за трьома основними категоріями:

SET (Встановлене значення)

Це параметри, які задаються користувачем або системою для керування пристроєм. Вони визначають поточний режим роботи або цільове значення, до якого має прагнути пристрій.

Характеристики:

- Передаються на пристрій як команда.
- Фіксується у логах при зміні.
- Мають підтвердження від пристрою після застосування.

Приклад топіка:

building1/floor2/room101/controller/controller01/settings/temperature_setpoint

- **Значення:** 22°C
- **Дія:** Фасад приймає запит, передає пристрою, фіксує лог.

STATE (Стан пристрою)

Це поточний стан або фактичні значення параметрів, що передаються пристроєм для моніторингу. Вони можуть оновлюватися регулярно або на запит.

Характеристики:

- Динамічні дані, що оновлюються постійно.
- Відображають поточний стан обладнання.
- Можуть використовуватися для побудови графіків або аналізу роботи.

Приклад топіка:

building1/floor2/room101/sensor/sensor01/status/temperature

- **Значення:** 21.8°C
- **Дія:** Використовується для моніторингу поточних умов.

Особливості STATE:

- Включає поточні показники (наприклад, температура, вологість, швидкість обертання).
- Логуються для аналізу історичних даних і побудови трендів.

ALARM (Сигнали тривоги)

Це критичні сповіщення, які інформують про аварійні ситуації, відхилення від норми або збої у роботі обладнання.

Характеристики:

- Мають пріоритет у системі обробки повідомлень.
- Негайно повідомляють відповідальних осіб або диспетчерську службу.
- Додатково можуть запускати автоматичні сценарії (наприклад, перемикання на резервне обладнання).

Приклад топіка:

building1/floor2/room101/sensor/sensor01/alerts/overheat

- **Значення:** true
- **Дія:** Інформує диспетчера про перегрів, записує подію в лог.

Особливості ALARM:

- Включають такі події, як перевищення температури, відсутність сигналу, аварійні вимкнення.
- Обов'язково логуються із зазначенням часу, дати та користувача (за дистанційного втручання).
- Запускають механізми відновлення або інформування.

Інтеграція SET, STATE та ALARM у єдину систему

Фасад забезпечує:

- **Структурування:** кожен пристрій має чітко визначений набір топіків для передачі команд, станів і тривог.
- **Відстеження змін:** зміни в SET фіксуються в логах із прив'язкою до користувача.
- **Узгодженість:** STATE підтверджує відповідність поточного стану SET.
- **Оповіщення:** ALARM активує тривожні сценарії та сповіщення.

Приклад взаємодії:

Користувач задає параметр (SET):

building1/floor2/room101/controller/controller01/settings/temperature_setpoint

Значення: 25°C

Пристрій змінює стан (STATE):

building1/floor2/room101/sensor/sensor01/status/temperature

Значення: 25°C

У разі збою активується ALARM:

building1/floor2/room101/sensor/sensor01/alerts/overheat

Значення: true

Переваги підходу із розділенням сигналів

Легкість аналізу: чітке розділення дозволяє швидко ідентифікувати проблему.

Уніфікація: стандартизовані топіки дозволяють працювати з пристроями різних типів.

Гнучкість: легко інтегруються нові пристрої та сценарії автоматизації.

Безпека: розділення сигналів мінімізує ризик змішування критичних даних із інформаційними.

Цей підхід створює зрозумілу та ефективну систему для моніторингу, керування та аналізу даних у IoT-середовищі.

Запропонована структура топіків та роль фасаду забезпечують ефективну організацію даних у IoT-системах. Вона сприяє уніфікації, гнучкості та безпеці, дозволяючи легко масштабувати систему, інтегрувати нове обладнання та реалізовувати складні сценарії автоматизації.

Фасад виконує ключову роль у системах IoT, забезпечуючи стандартизацію, структурування і керування об'єктами, параметрами та користувачами. Його функціонал охоплює створення об'єктів для приладів, уніфікацію параметрів згідно з типовими шаблонами пристроїв, а також адміністрування прав доступу й моніторинг активності користувачів.

Створення об'єктів

Фасад автоматично генерує об'єкти на основі підключених пристроїв і їхніх характеристик.

Принципи створення об'єктів:

- **Ідентифікація пристрою:**
  - На основі переданих MQTT-топіків або інших даних (серійний номер, тип пристрою) фасад створює унікальний об'єкт у системі.
- **Прив’язка до ієрархії:**
  - Об’єкт інтегрується в загальну ієрархічну структуру (будівля → поверх → кімната → пристрій).
- **Шаблонізація:**
  - Використовуються типові шаблони для конкретного типу пристрою (наприклад, термостат, датчик вологості, контролер). Шаблон містить стандартний набір параметрів і властивостей.
    - Приклад:
  - Тип пристрою: Датчик температури
  - Властивості:
    - Виміряна температура (°C)
    - Стан (активний/неактивний)
    - Аварія (є/немає)
- **Автоматичне налаштування зв’язків:**
  - Об'єкт автоматично підключається до відповідних топіків брокера MQTT і генерує нові структуровані топіки для передачі даних.

Готовий об'єкт включає всі необхідні параметри, структурується відповідно до системи, а також підтримує оновлення при додаванні нових функцій або параметрів.

Щоб забезпечити уніфікацію даних і полегшити обробку, фасад стандартизує властивості параметрів пристроїв.

Типи параметрів:

- **Set (встановлення).** Значення, що передаються на пристрій для зміни його стану.
  - Наприклад, встановлення температури на термостаті:
    - topic: /building1/floor2/room1/thermostat/set/temperature

        - value: 22°C
- **State (стан).** Поточні значення параметрів, що передаються від пристрою до системи.
        - topic: /building1/floor2/room1/thermostat/state/temperature
        - value: 22.5°C
- **Alarm (аварія).** Сигнали про несправності або аномальні стани.
        - topic: /building1/floor2/room1/thermostat/alarm/overheat
        - value: True

Стандартизація параметрів:

Фасад додає до кожного параметра уніфіковані властивості:

- **Тип даних:** (число, рядок, булеве значення).
- **Діапазон:** мінімальне й максимальне значення.
- **Одиниці вимірювання:** °C, %RH, Па, тощо.
- **Час оновлення:** періодичність надсилання даних.

Приклад стандартизації:

Об'єкт: Датчик температури

Параметри:

- temperature: {type: float, unit: "°C", range: [0, 100], update: 10 s}

- alarm_overheat: {type: boolean}

Адміністрування користувачів

Фасад виконує роль адміністратора для управління доступом до даних і функцій системи.

Функції адміністрування:

- **Розподіл прав доступу:**
    - Визначаються ролі користувачів (адміністратор, оператор, гість).
    - Наприклад:
    - Роль: Адміністратор
    - Права: Повний доступ до налаштувань і даних.

- **Аудит дій користувачів:**
  - Фіксація змін, які виконують користувачі (час, дія, хто вніс зміни).
- **Контроль доступу до критичних операцій:**
  - При дистанційній зміні налаштувань система фіксує, хто виконав дію, і інформує відповідальних осіб.
- **Моніторинг активності:**
  - Відстеження входів до системи, часу виконання операцій і обсягів переданих даних.

Приклад повідомлення про зміну:

Користувач: admin

Зміна: температура встановлена на 25°C

Час: 2024-12-10T12:45:30Z

Джерело: дистанційне керування

Переваги впровадження фасаду:

1. **Уніфікація даних:** стандартизація параметрів дозволяє інтегрувати різнотипні пристрої в єдину систему.
2. **Гнучкість:** автоматичне створення об'єктів і прив’язка до структури спрощує масштабування системи.
3. **Безпека:** розподіл прав доступу й аудит дій забезпечують захист системи від несанкціонованих змін.
4. **Аналітика:** стандартизація ієрархії параметрів та їхнє структурування дозволяють легше аналізувати дані.

Фасад стає ключовим елементом IoT-архітектури, забезпечуючи ефективне управління даними, об'єктами і користувачами.

ВИСНОВКИ

У цьому розділі розглянуто роль промислових систем як джерел даних для Інтернету речей. Досліджено, як традиційні промислові системи можуть бути адаптовані до нових вимог, що виникають в умовах IoT, зокрема через інтеграцію з сучасними технологіями збору та обробки даних. Підкреслено важливість забезпечення надійності і точності даних, що надходять від таких систем, та їхньої подальшої обробки для прийняття оптимальних управлінських рішень. Розглянуто методи та підходи до інтеграції традиційних промислових систем у мережі Інтернету речей. Оцінено використання шлюзів, промислових протоколів зв'язку, таких як Modbus, для підключення старого обладнання до IoT-платформ. Розглянуто приклади реальних кейсів інтеграції, що дозволяють підвищити ефективність промислових процесів, забезпечуючи більш гнучке управління та доступ до даних в реальному часі.

Приділено особливу увагу важливості та підходам до організації структур даних в системах IoT. Розглянуто підходи до збору, зберігання і аналізу даних, які генеруються промисловими системами. Акцент зроблено на важливості правильного проектування архітектури даних для забезпечення ефективної обробки і візуалізації інформації, а також для інтеграції з іншими системами та платформами.

У загальному висновку можна відзначити, що інтеграція промислових систем у екосистему Інтернету речей є ключовим етапом у розвитку сучасних промислових підприємств. Завдяки ефективній організації збору та обробки даних, а також використанню передових технологій для інтеграції, компанії можуть значно покращити управління технологічними процесами, забезпечити оперативність прийняття рішень і підвищити ефективність виробництва. Розвиток структур даних та їхнє правильне використання дозволяють інтегрувати різні джерела даних і забезпечити їхнє ефективне застосування для аналізу та оптимізації роботи підприємств.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ РЕАЛЬНИХ IOT-СИСТЕМ

У цьому розділі буде представлено реалізовані проекти, які демонструють практичне впровадження IoT-рішень, зокрема в промисловій автоматизації, моніторингу енергетичних систем і управлінні інженерними об’єктами. Планується описати досвід, отриманий під час роботи над цими проектами, зокрема труднощі, що виникали на різних етапах, і підходи до їхнього вирішення. Особливу увагу буде приділено аналізу недоліків, обмежень і специфічних проблем IoT-систем, таких як безпека даних, стабільність зв’язку, інтеграція різнорідного обладнання та ефективність збирання й обробки великих обсягів даних. У фінальній частині розділу будуть сформульовані завдання для подальших досліджень і вдосконалення, зокрема оптимізація архітектури систем, розробка нових алгоритмів обробки даних та сценаріїв використання IoT-рішень у різних галузях.

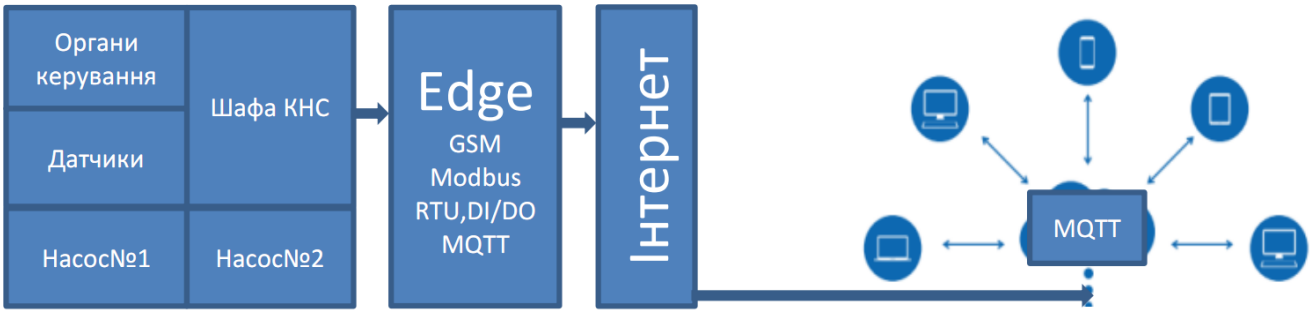
3.1 Побудова тестових моделей IoT-систем

Демонстрація роботи системи на каналізаційній станції КНС.



Рисунку 3.1 КНС заглибленого типу та шафи керування.

На даному об’єкті застосовано Edge пристрій з вбудованим GSM модемом що дозволяє опитувати пристрій та забезпечувати обмін інформації з брокером.



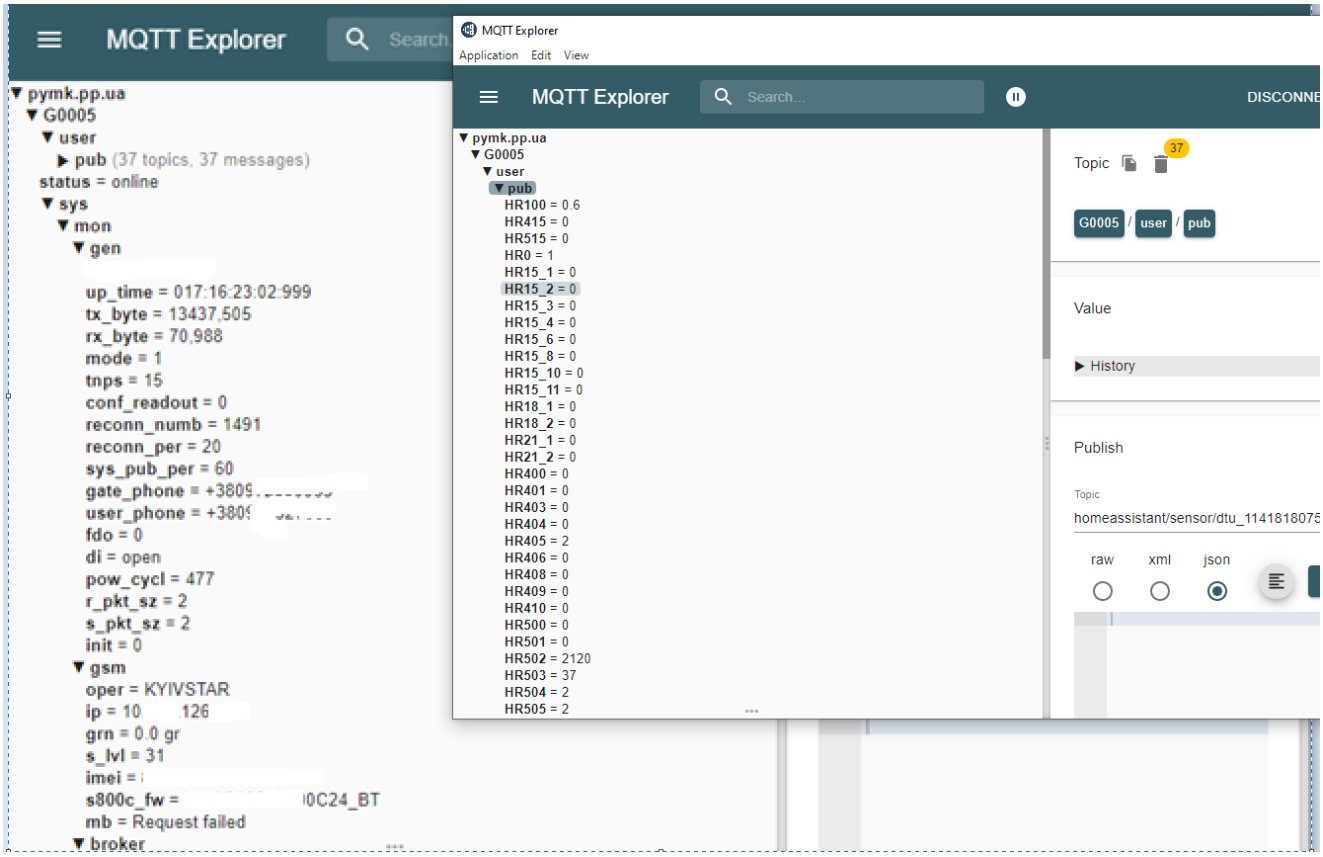
Рисунку 3.2 Блок схема побудови системи диспетчеризації та дистанційного керування КНС.

Данні по роботі КНС були отримані MQTT broker Eclipse Mosquitto — це брокер повідомлень з відкритим кодом (з ліцензією EPL/EDL), який реалізує протокол MQTT версій 5.0, 3.1.1 і 3.1. Mosquitto легкий і підходить для використання на всіх пристроях від одноплатних комп’ютерів з низькою потужністю до повноцінних серверів.

Даний об’єкт завдяки використанню Edge пристрою та отримує такі переваги:

- Відслідковує, масштабує значення параметрів, зпівставляє їх з попередньо переданими та при відхиленнях менших дельти коливань(визначається для кожного значення індивідуально) не дублює значення(економить трафік);
- Дозволяє виконувати віддалені керування (відкриття шлагбауму на в’їзд на об’єкт), має додатковий релейний вихід яким дозволяє вимкнути зовнішній оповіщувач за бажанням;
- Формує сигнали повідомлення та виконує їх розсилання;
- Формує статистику роботи системи та каналів зв’язку (кількість отриманих та переданих даних, помилок та реконектів).

Налаштування Edge пристрою відбувається шляхом публікації в брокер певним чином сформованих топіків, що дозволяє керувати об’єктом без необхідності відвідування для налаштувань.



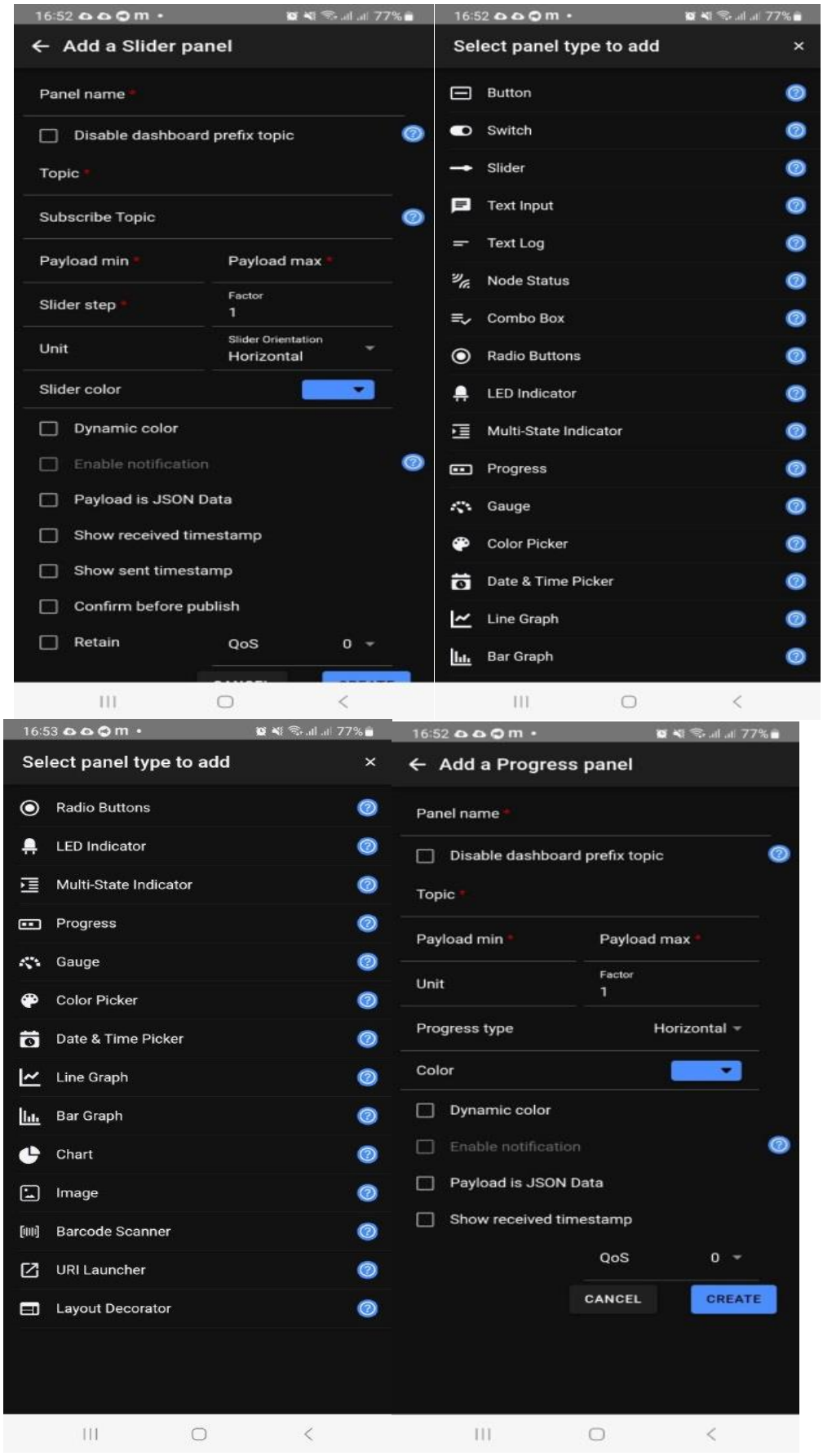
Рисунку 3.3 Вигляд системних topic Edge пристрою керування КНС.

Так як дане обладнання обслуговують спеціалісти, що розуміють наслідки вчинених дій управління використовується за допомогою Панель IoT MQTT.



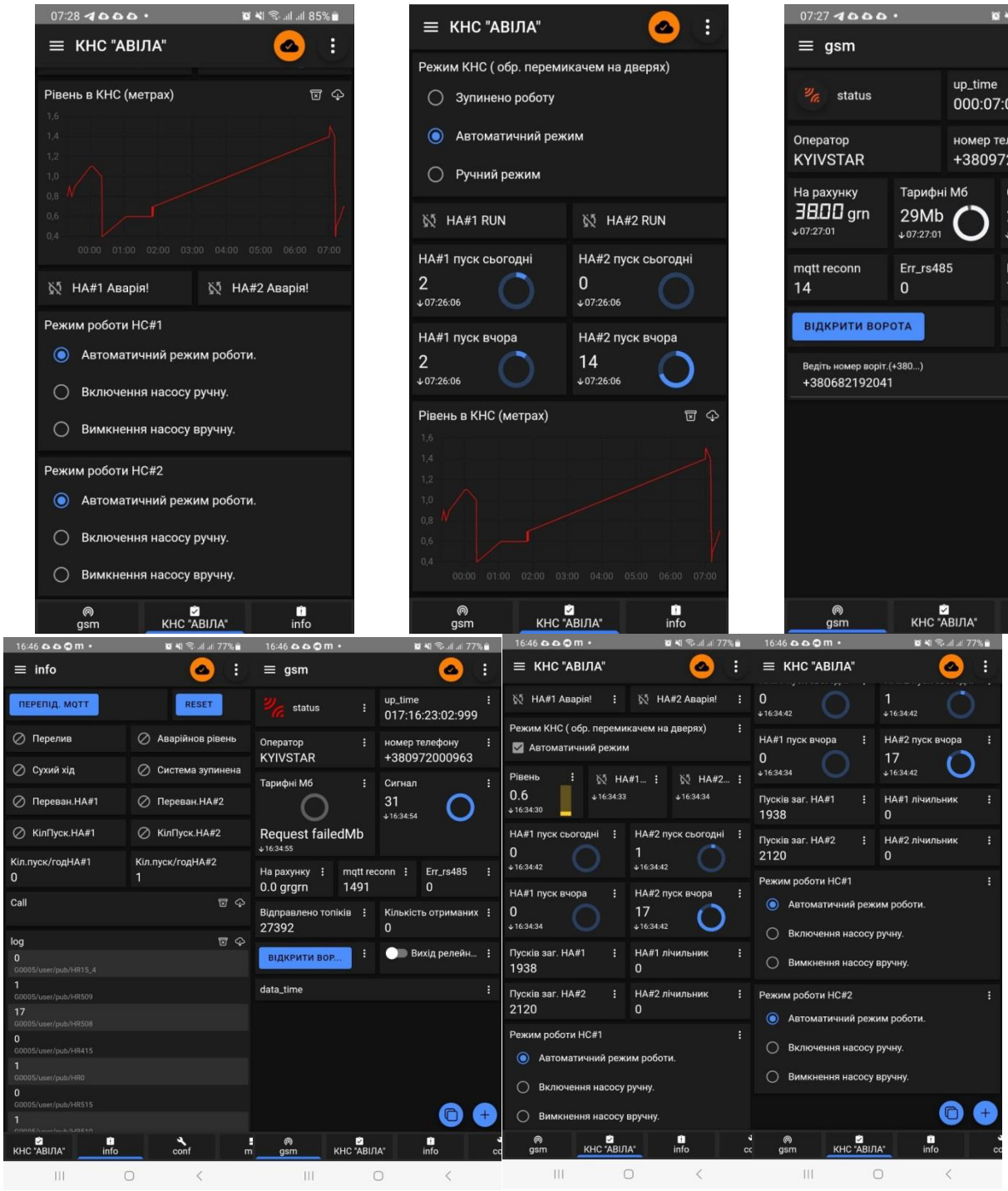
Рисунку 3.4 Вигляд App застосунку Панель IoT MQTT.

За допомогою вбудованих інструментів легко сформувати робоче середовище для керування. Набір інструментів дозволяє працювати з різного роду маніпуляторами і під лаштуватися під необхідний функціонал.



Рисунку 3.5 Вигляд конфігурації застосунку Панель IoT MQTT.

За допомогою запропонованих елементів було обрано необхідний функціонал, сформовано покажчики та кнопки. Після дизайну необхідного функціоналу додаються відповідні topic та префікси і шкала для відображення.



Рисунку 3.6 Вигляд сконфігурованої панелі застосунку Панель IoT MQTT.

Для сигналізації несправностей задіяна яка регує на втрату зв’язку та аварії, попереджуючи обслуговуючий персонал.

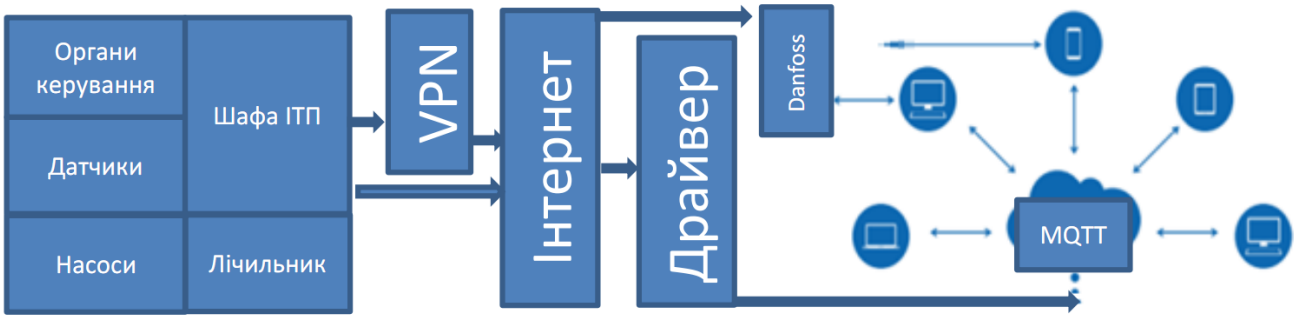
Для дослідження цього об’єкту показники архівуються в csv файл та аналізуються для подальших розрахунків за допомогою певних макросів, що дозволяють вирахувати аномалію в роботі та попередити передчасний вихід з ладу обладнання.

Демонстрація роботи системи на каналізаційній станції КНС.



Рисунку 3.7 ІТП багатоквартирного будинку.

На даному об’єкті застосовано контролер ECL310 з вбудованим Modbus TCP, що дозволяє опитувати пристрій та за допомогою драйверу забезпечувати обмін інформації з брокером.



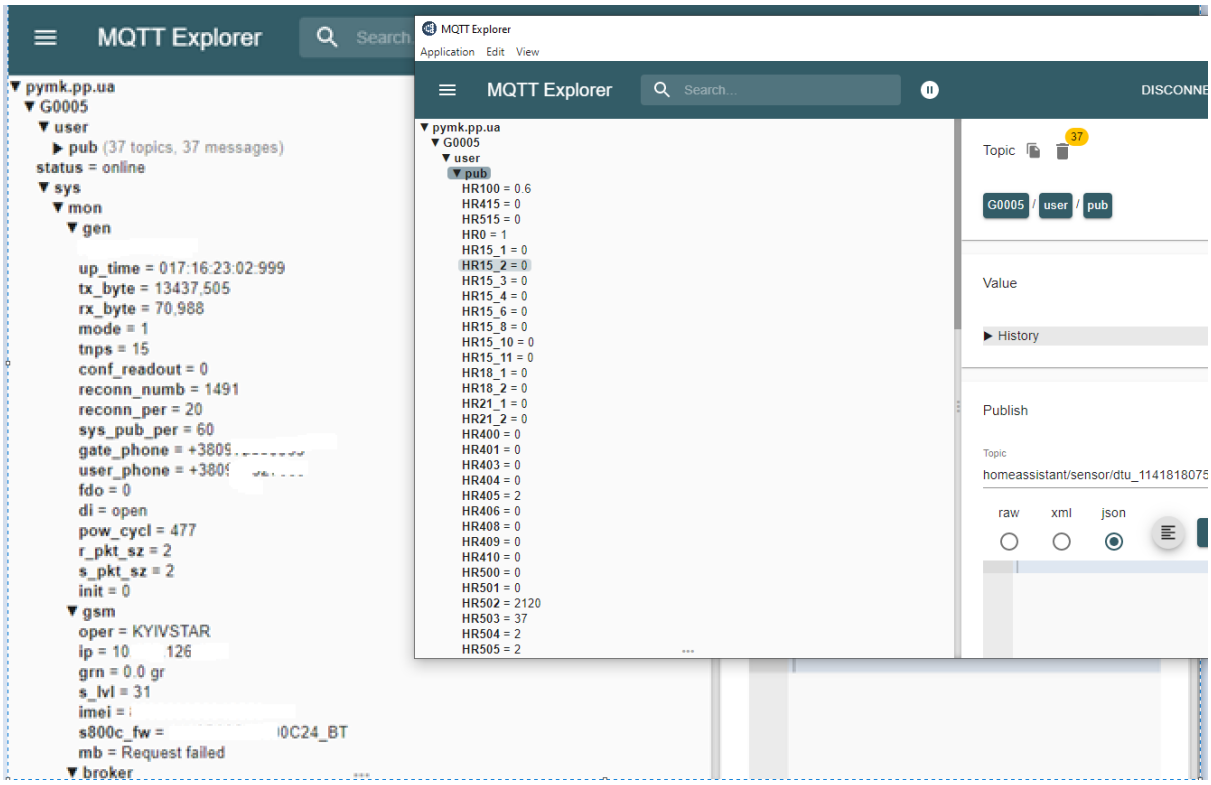
Рисунку 3.8 Блок схема побудови системи диспетчеризації та дистанційного керування ІТП.

Данні по роботі ІТР були отримані MQTT broker Eclipse Mosquitto — це брокер повідомлень з відкритим кодом (з ліцензією EPL/EDL), який реалізує протокол MQTT версій 5.0, 3.1.1 і 3.1. Mosquitto легкий і підходить для використання на всіх пристроях від одноплатних комп’ютерів з низькою потужністю до повноцінних серверів.

Даний об’єкт завдяки використанню ECL310 дозволяє керувати через веб портал та має дуже широкий функціонал:

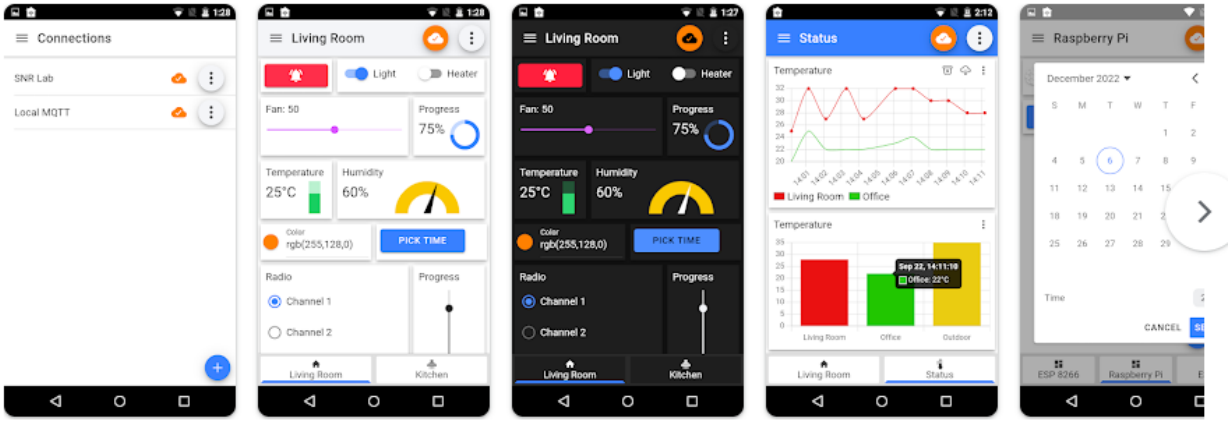
- Відслідковує, масштабує значення параметрів, зпівставляє їх з попередньо переданими та при відхиленнях менших дельти коливань(визначається для кожного значення індивідуально) не дублює значення(економить трафік);
- Дозволяє виконувати віддалені керування (відкриття шлагбауму на в’їзд на об’єкт), має додатковий релейний вихід яким дозволяє вимкнути зовнішній оповіщувач за бажанням;
- Формує сигнали повідомлення та виконує їх розсилання;
- Формує статистику роботи системи та каналів зв’язку (кількість отриманих та переданих даних, помилок та реконектів).

Налаштування Edge пристрою відбувається шляхом публікації в брокер певним чином сформованих топіків, що дозволяє керувати об’єктом без необхідності відвідування для налаштувань.



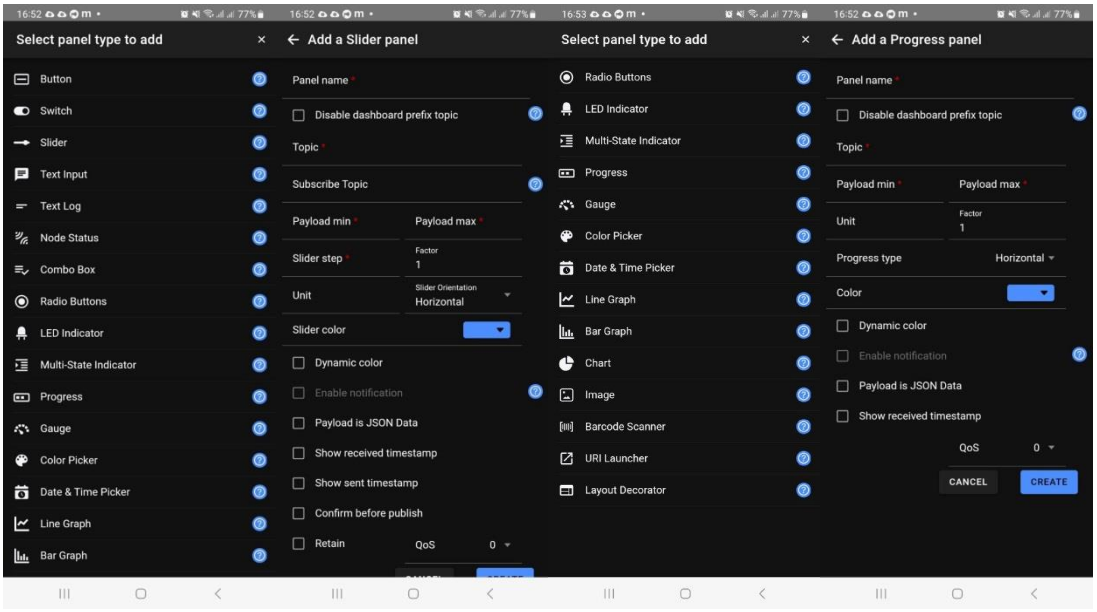
Рисунку 3.3 Вигляд системних topic Edge пристрою керування КНС.

Так як дане обладнання обслуговують спеціалісти, що розуміють наслідки вчинених дій управління використовується за допомогою Панель IoT MQTT.



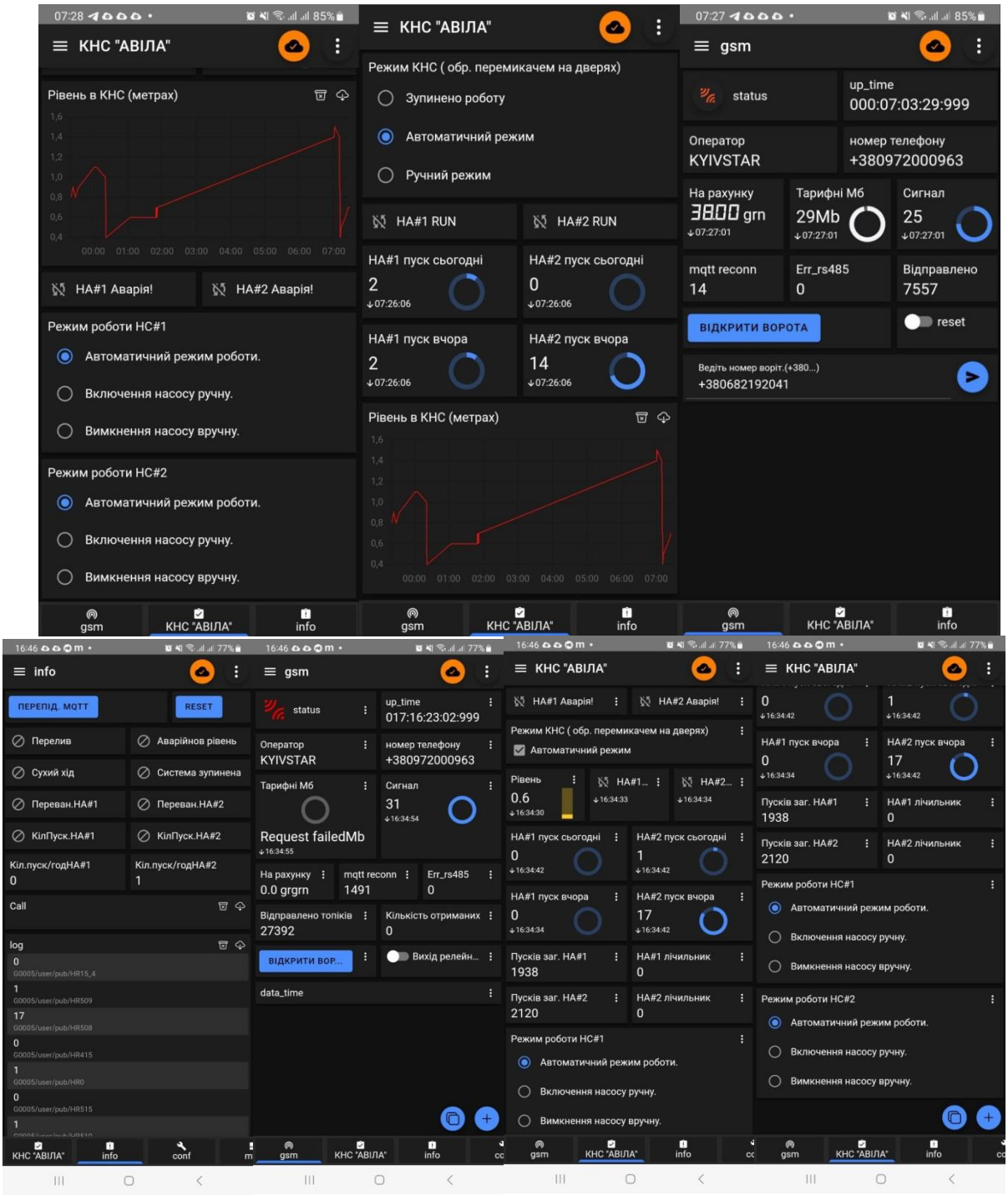
Рисунку 3.4 Вигляд App застосунку Панель IoT MQTT.

За допомогою вбудованих інструментів легко сформувати робоче середовище для керування. Набір інструментів дозволяє працювати з різного роду маніпуляторами і під лаштуватися під необхідний функціонал.



Рисунку 3.5 Вигляд конфігурації застосунку Панель IoT MQTT.

За допомогою запропонованих елементів було обрано необхідний функціонал, сформовано покажчики та кнопки. Після дизайну необхідного функціоналу додаються відповідні topic та префікси і шкала для відображення.



Рисунку 3.6 Вигляд сконфігурованої панелі застосунку Панель IoT MQTT.

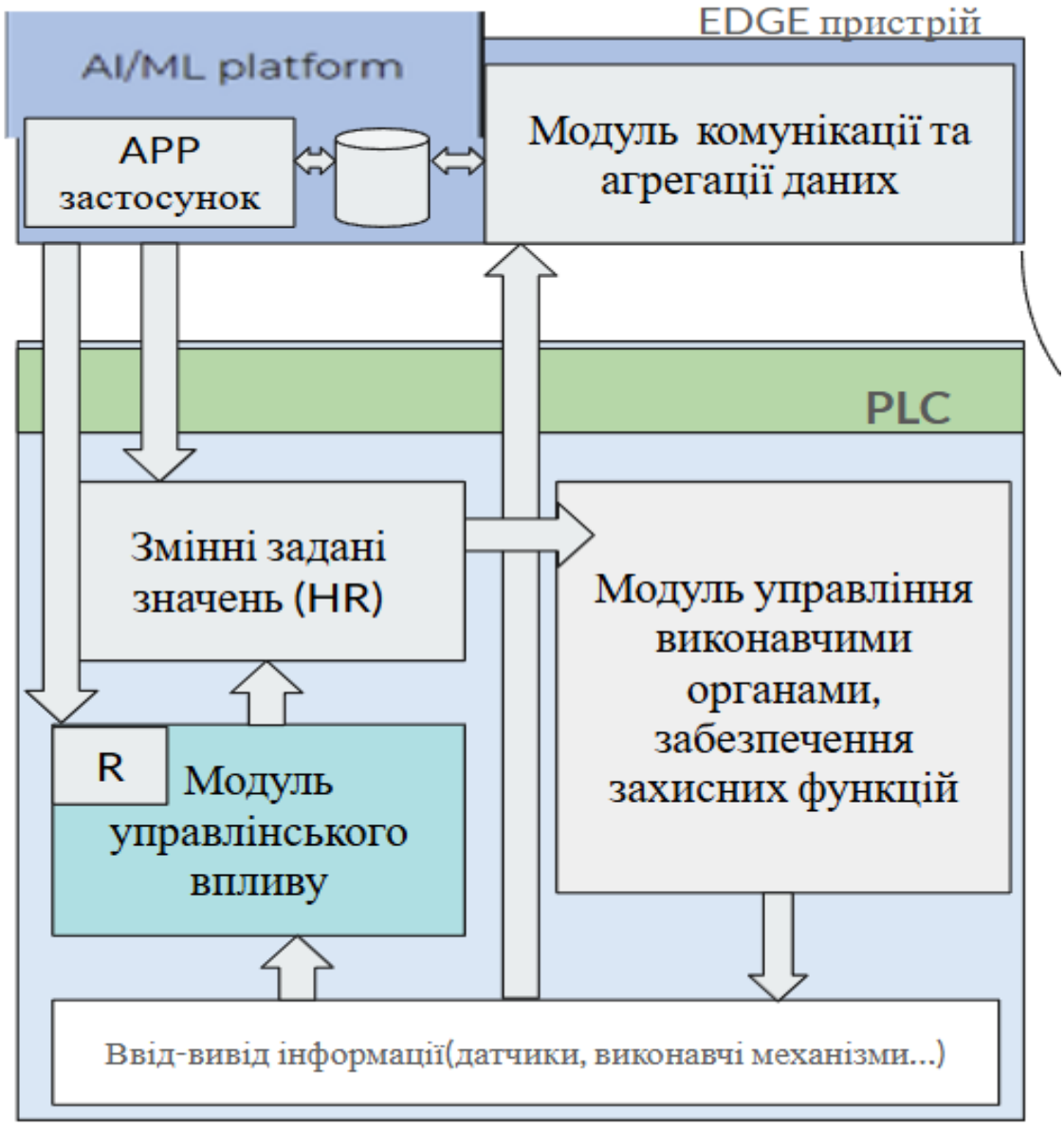
Для сигналізації несправностей задіяна яка регує на втрату зв’язку та аварії, попереджуючи обслуговуючий персонал.

Для дослідження цього об’єкту показники архівуються в csv файл та аналізуються для подальших розрахунків за допомогою певних макросів, що дозво-

ляють вирахувати аномалію в роботі та попередити передчасний вихід з ладу обладнання.

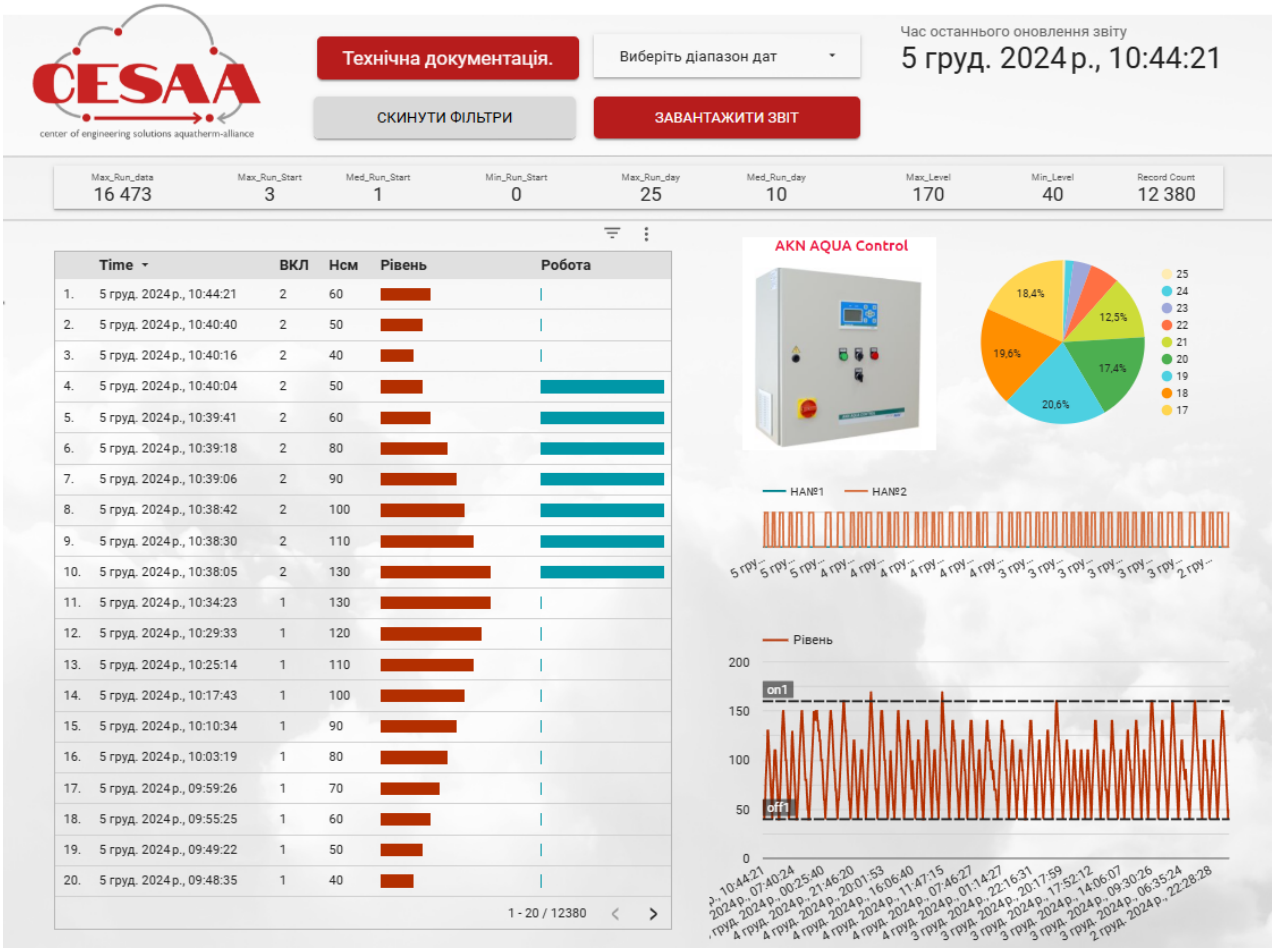
Використовуючи метод з використанням шлюзів програмних та апаратних реалізовано 9 проектів частина яких не може бути представлена з міркувань безпеки.

Для поєднання з існуючими системами та проектуванні нових традиційним способом використовуючи PLC на досвіді вдалим є при тримання концепції зображеної на Рисунку 3.7



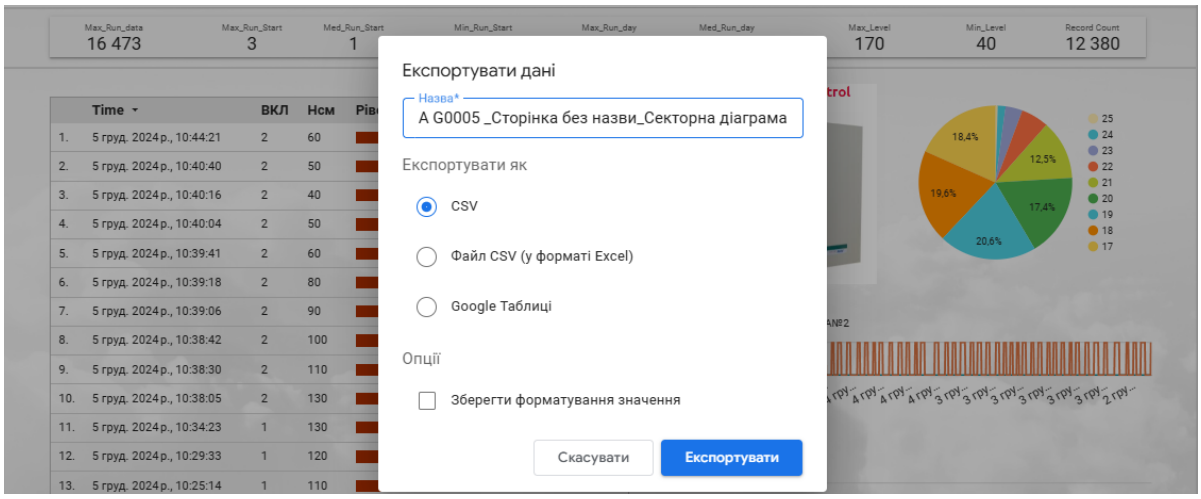
Рисунку 3.7 Схема зв’язків PLC програми з IoTза допомогою EDGE пристрою.

Інтеграція з сервісами аналітики надала механізми візуалізації процесів та створення інтерактивних дашбордів з можливістю фільтрації даних.



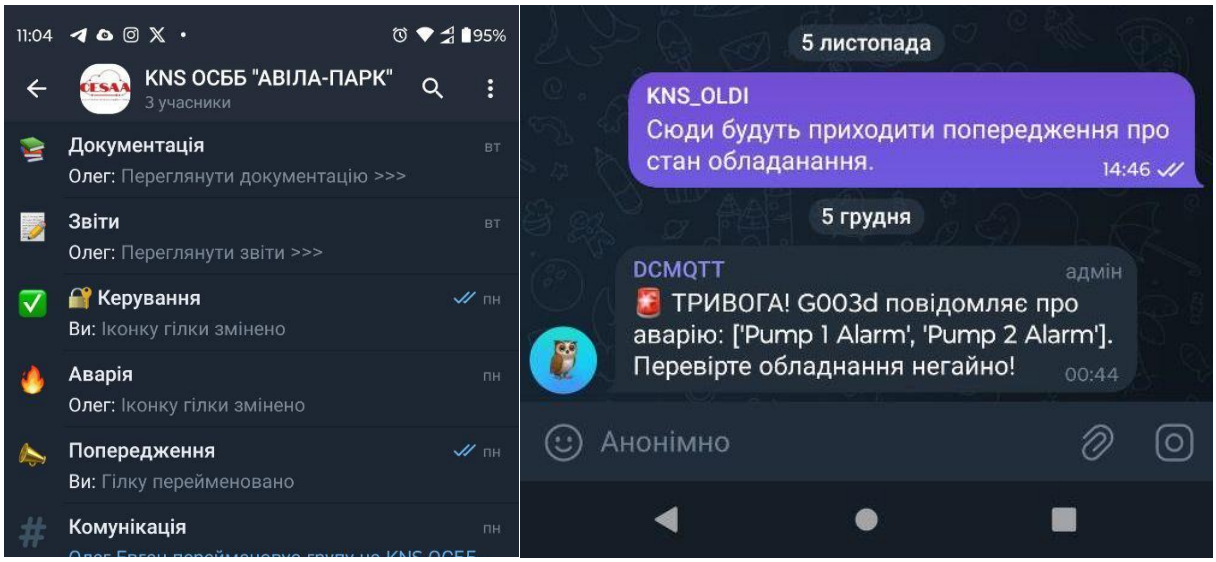
Рисунку 3.8 Інтерактивних дашбордів з можливістю фільтрації даних.

При необхідності можна зробити експорт безпосередньо з графіків



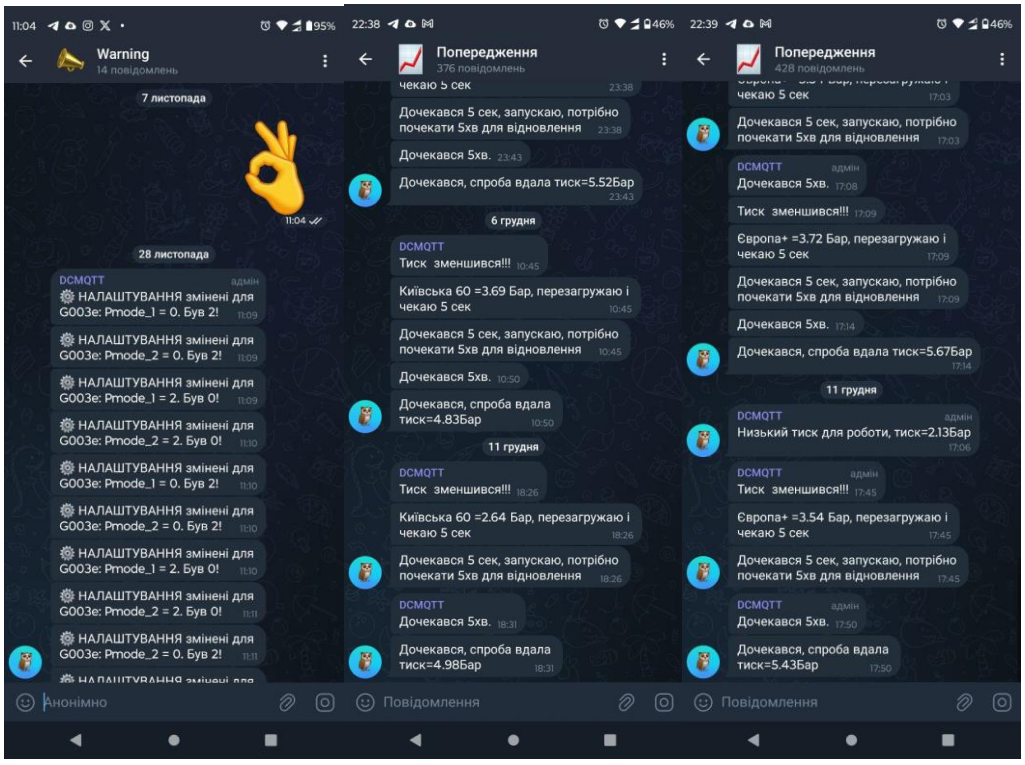
Рисунку 3.9 Експорт данних з дашбордів.

Для оперативного контролю за обладнанням використовується система оповіщення в телеграм.

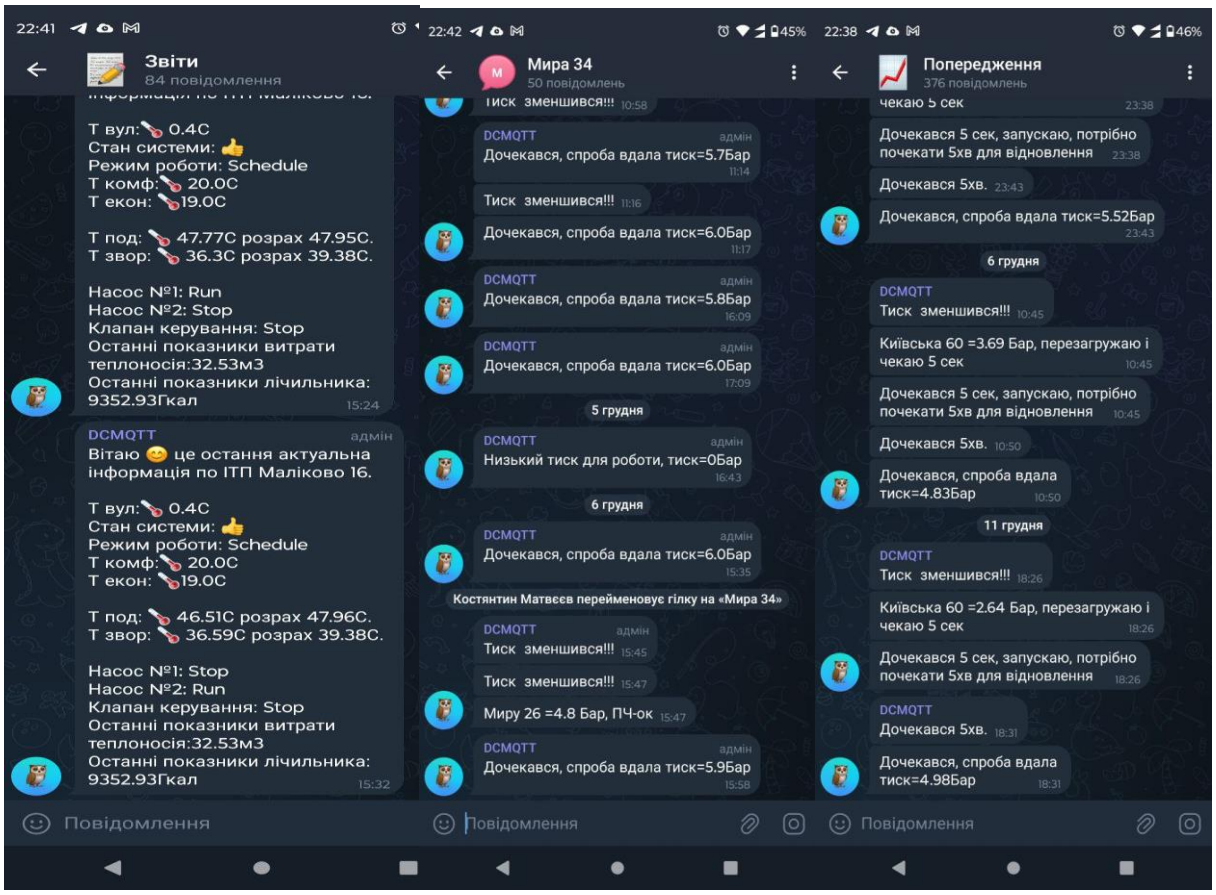


Рисунку 3.10 Вигляд групи для оперативного отримання про стан об’єкту.

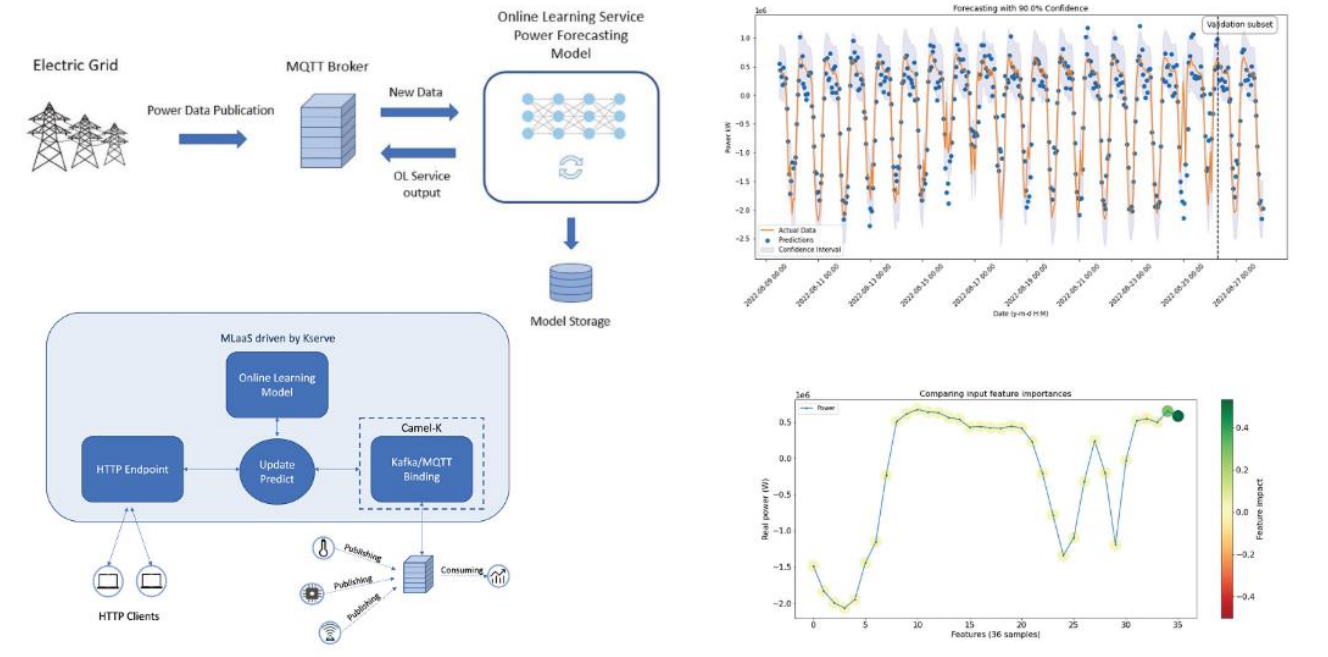
Зміни в налаштуванні є важливими як і оперативна інформація про аварії та параметри тому при зміні параметрів отримуємо повідомлення приклад якого приведено на Рисунку 3.11



Рисунку 3.11 Вигляд оперативних повідомлень про стан об’єкту.



Рисунку 3.12 Вигляд оперативних повідомлень про стан об’єкту.



Рисунку 3.13 Варіант використовувати підходу IoT для ML і AI.

3.2 ОРКЕСТРАЦІЯ ТА КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ

Загальна концепція архітектури програмного забезпечення в даному проекті передбачає створення мультисервісної архітектури, яка оптимізує процеси збору, обробки та аналізу даних. В основі системи буде використовуватися MQTT брокер як осередок даних, який обслуговує централізоване збирання та обробку інформації. Для збору даних будуть використовуватися існуючі індивідуальні теплові пункти, а також нові Edge пристрої, встановлені на кожному об'єкті. Проект передбачає місце для систем Digital Twins, Stream Analytics, Reporting Service, Machine Learning, Data Explorer, Data storage. Для інтеграцій передбачається можливість використання технологій API Management, Web apps & Mobile apps, Google Analytics, Bot Telegram, Search, Docs Flow & Logic apps.

Edge пристрої забезпечать комунікацію з віддаленими об'єктами і оптимізують передачу даних. Це дозволить зменшити обсяг трафіку і підвищити ефективність обробки інформації. Дані з пристроїв будуть надходити в MQTT брокер, де вони будуть накопичуватися та передаватися відповідним сервісам для подальшої обробки та використання.

IoT Hub буде відповідати за політики управління даними, а MQTT брокер забезпечить організацію даних і їх надання за запитом. Система дозволяє підключення не тільки типових теплових пунктів, котелень та бойлерних, але й інших ресурсів і обладнання, що забезпечують інтеграцію з різними системами.

Крім того, концептуально передбачаємо створення цифрових двійників (Digital Twins), що дозволяє моделювати реальні об'єкти для їх віртуального моніторингу. Зібрані дані будуть використовуватися для створення холодних, гарячих і середніх патчів. Холодні патчі будуть застосовуватися для машинного навчання та збереження даних, тоді як середні патчі будуть передаватися веб-додаткам та інтерфейсам для подальшої роботи з даними.

Гарячі патчі забезпечать швидке формування логіки, генерацію звітів та інтеграцію з Google Analytics, Telegram Bot та іншими сервісами. Вони також відповідатимуть за архівацію даних, що дозволить експортувати інформацію до різних систем.

В даному проекту буде реалізована частина архітектури згідно технічного завдання, що включатиме організацію збору даних через GSM мережу, їх транспортування до брокера, функціонування брокера і створення взаємодій між компонентами системи.

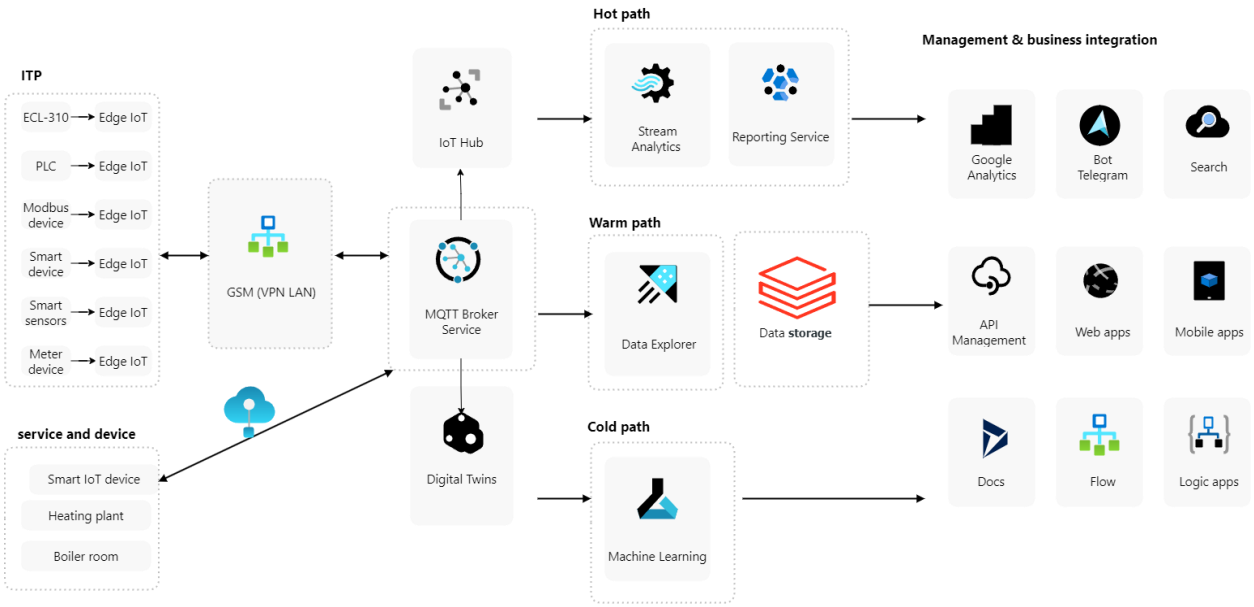


Рисунок 3.12: Обрана архітектура для використання в якості основи для розгортання проекту.

Перевагою такого підходу до архітектури є ряд аспектів, а саме:

1. Ефективність збору і обробки даних, завдяки використанню Edge пристроїв для збору і попередньої обробки даних, а також оптимізації передачі інформації, зменшується обсяг трафіку і підвищується швидкість обробки даних. Це дозволяє знижувати затримки і покращувати загальну продуктивність системи.

2. Централізоване управління даними, MQTT брокер забезпечує централізоване зберігання і управління даними, що спрощує доступ до інформації, її аналіз та обробку. Це також спрощує адміністрування системи та забезпечує її масштабованість.

3. Масштабованість і інтеграція, система дозволяє підключення різних типів ресурсів і обладнання, що забезпечує гнучкість і можливість розширення функціоналу. Це дозволяє інтегрувати нові пристрої та системи без значних змін в існуючій архітектурі.

4. Віртуальне моделювання та моніторинг створення цифрових двійників дозволяє віртуально моделювати фізичні об'єкти, що спрощує їх моніторинг і управління. Це допомагає в прогнозуванні і виявленні проблем на ранніх стадіях.

5. Аналіз даних в реальному часі, застосування холодних та гарячих патчів для обробки даних забезпечує можливість оперативного аналізу і реагування на зміни в реальному часі. Це покращує можливості для швидкого прийняття рішень і підвищує ефективність управління системою.

6. Інтеграція з аналітичними сервісами, інтеграція з Google Analytics, Telegram Bot та іншими сервісами забезпечує доступ до статистики, автоматизацію комунікацій і створення звітів. Це полегшує управління інформацією і покращує взаємодію з користувачами.

7. Архівація і експорт даних, система передбачає архівацію даних і їх експорт до різних систем, що забезпечує довгострокове зберігання інформації та її доступність для подальшого використання або аналізу.

Цей підхід забезпечує високу ефективність, масштабованість і гнучкість системи, що дозволяє ефективно управляти даними і оптимізувати процеси обробки та аналізу інформації.

Програмне забезпечення та серверна частина.

В якості операційної системи обрано серверну системи Ubuntu Server, переваги:

- Відкритий вихідний код: Ubuntu Server є безкоштовною операційною системою з відкритим кодом, що дозволяє користувачам адаптувати та змінювати її відповідно до своїх потреб.
- Стабільність та безпека: Ubuntu Server пропонує регулярні оновлення та патчі безпеки, що робить його надійним для серверного використання.
- Широка підтримка: Велика спільнота користувачів та розробників надає підтримку та широкий спектр ресурсів для вирішення проблем.
- Підтримка різноманітних архітектур: Підтримка різних апаратних архітектур, включаючи x86, ARM, та PowerPC, що робить Ubuntu Server універсальним вибором для різних серверних середовищ.

- Екосистема програмного забезпечення: Величезний репозиторій програмного забезпечення та пакетів, що дозволяє легко встановлювати та налаштовувати необхідні серверні додатки.
- Контейнеризація та віртуалізація: Підтримка Docker, LXD, KVM та інших технологій для створення контейнерів та віртуальних машин, що спрощує розгортання та управління додатками.

Mosquitto як брокера для MQTT на Ubuntu Server має кілька переваг:

- Легкість у налаштуванні: Mosquitto є легким у встановленні та конфігурації, що робить його зручним для початківців і досвідчених адміністраторів.
- Малий розмір: Mosquitto займає мало місця і ресурсів, що дозволяє використовувати його на малопотужних пристроях.
- Широка підтримка протоколів: Mosquitto повністю підтримує протокол MQTT, що забезпечує надійне та ефективне обмін повідомленнями.
- Гнучкість та масштабованість: Можливість налаштування для різних навантажень і інтеграції з іншими системами.
- Безпека: Підтримка SSL/TLS для захищеного з'єднання та аутентифікації.
- Спільнота та підтримка: Велику спільноту користувачів і розробників, що дозволяє швидко знаходити рішення на питання.

Обрана технологія не вимагає використання жорство визначених мов програмування та є універсальною технологією.

Обрана мова програмування Python для реалізації IoT-системи має такі переваги:

- Простота та зручність: Python має простий синтаксис, що робить його легким у вивченні та використанні, навіть для початківців.
- Широка екосистема бібліотек: Python має безліч бібліотек для роботи з мережею, обробки даних, машинного навчання, включаючи paho-mqtt для роботи з протоколом MQTT.
- Портативність: Python може працювати на різних платформах, що робить його гнучким для різноманітних пристроїв у IoT-системах.

- Активна спільнота: Велика спільнота розробників, що надає підтримку та ресурси для вирішення проблем.
- Інтеграція з іншими технологіями: Легко інтегрується з іншими мовами та технологіями, що робить його універсальним для розробки складних систем.

Використання мультисервісної архітектури дозволяє інтегрувати різні технологічні стеки у проєкт. Це означає, що кожен сервіс може бути розроблений з використанням оптимальних для нього мов програмування, бібліотек та інструментів. Такий підхід підвищує гнучкість системи, спрощує її масштабування та обслуговування. Наприклад, можна використовувати Python для обробки даних, Node.js для роботи з реальним часом, а C++ або C# для сервісів, які потребують високої продуктивності, таких як обробка запитів або робота з базами даних. що потребують високої продуктивності. Це також сприяє зменшенню ризиків, пов'язаних із залежностями від одного технологічного стеку.

Розподіл бази даних на шари підвищити продуктивність та ефективність доступу до даних. Використання файлового шару як першого рівня зберігання має такі переваги:

- Швидкодія: Зберігання часто використовуваних або тимчасових даних у файловій системі може зменшити навантаження на основну базу даних та забезпечити швидший доступ до них.
- Зменшення навантаження на основну базу даних: Це дозволяє основній базі даних концентруватися на більш складних запитах та операціях, оптимізуючи ресурси.
- Простота реалізації: Файлова система часто простіша у налаштуванні та може бути використана для кешування або зберігання великих об’єктів, таких як зображення чи лог-файли.

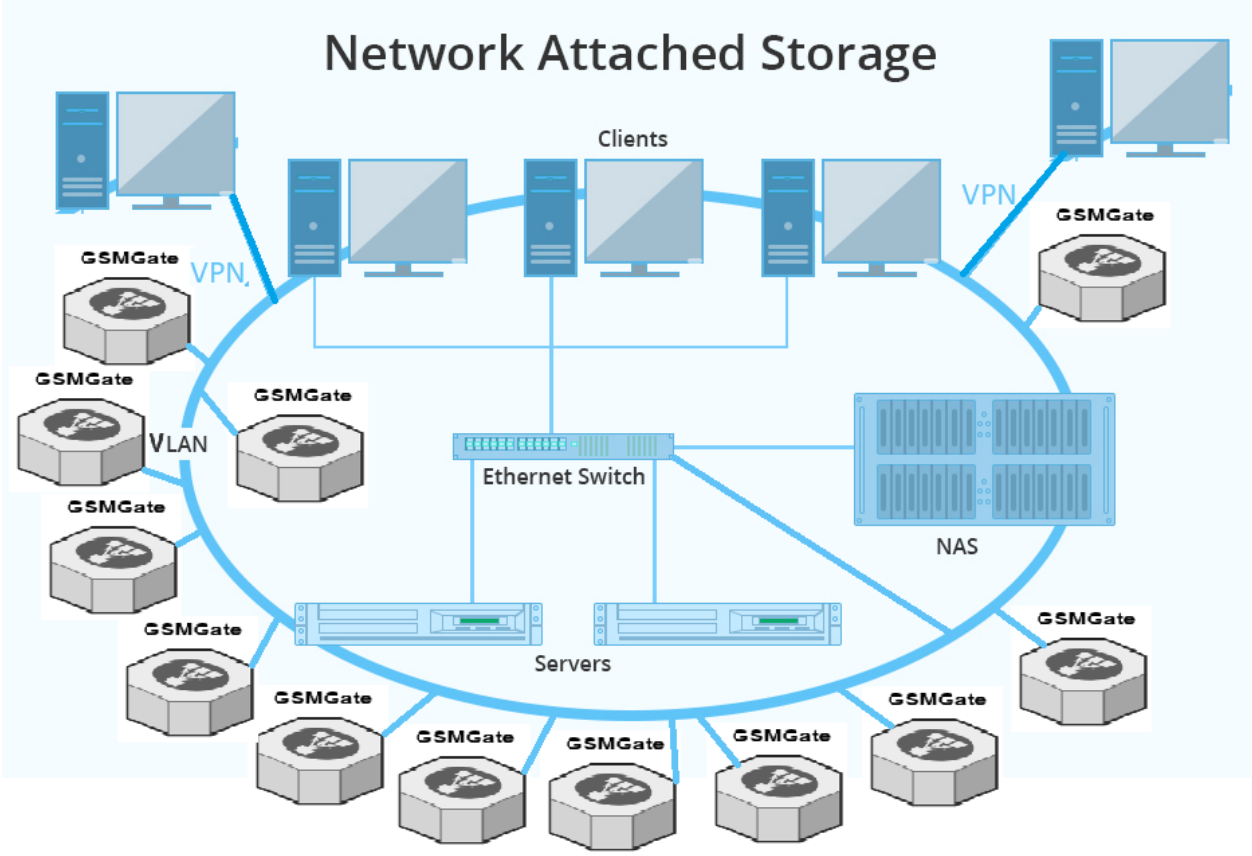


Рисунок 3.13 Обрана структура мережі проекту.

Для полегшення розгортання та використання буде використано віртуалізацію. Віртуалізація для розгортання та використання серверного програмного забезпечення.

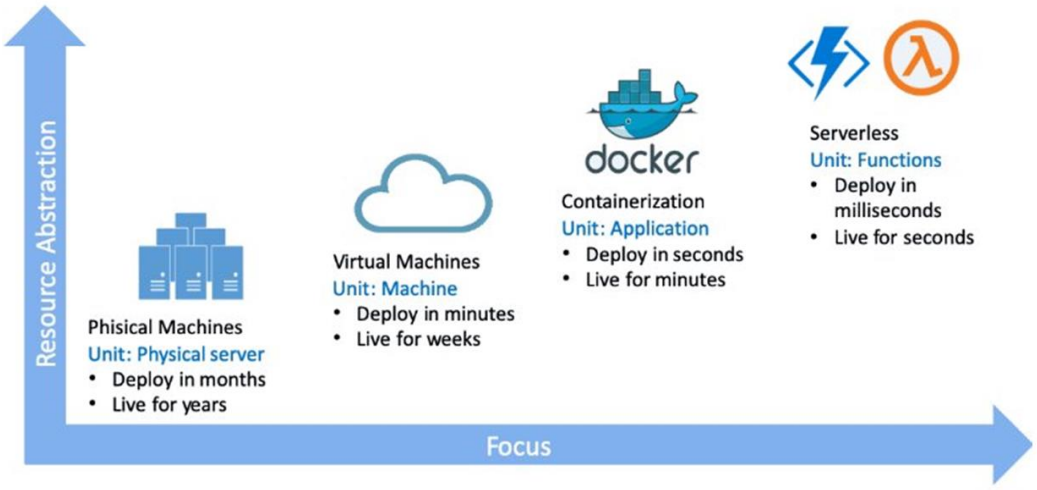


Рисунок 3.14 Обрана структура розгортання проєкту.

Для ефективного розгортання та управління серверним програмним забезпеченням для збору та збереження даних ми використовуємо віртуалізацію. Одним із найбільш зручних і поширених рішень для віртуалізації є VirtualBox — програма, що дозволяє створювати віртуальні машини на хостовій операційній системі.

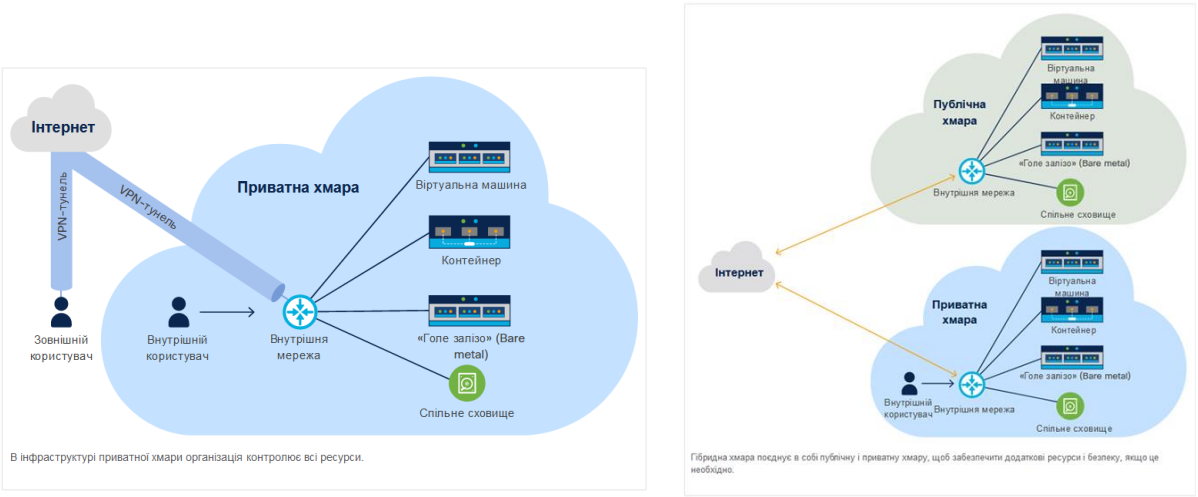


Рисунок 3.15 Запропонований підхід до функціонування проєкту.

VirtualBox розроблена німецькою компанією Innotek, а згодом була придбана Oracle Corporation. Це програмне забезпечення встановлюється на наявну операційну систему, яка називається хостовою, і дозволяє створювати та запускати іншу операційну систему всередині віртуального середовища, яка називається гостьовою операційною системою

Ось опис структури проекту, яка включає хостову операційну систему, віртуальну машину, контейнери, програми гостьової ОС і хмарну резервну копію на окремому сервері:

Опис структури проекту

- Хостова операційна система (Хост), Хостова операційна система — це основна операційна система, на якій встановлено VirtualBox. Вона керує апаратними ресурсами сервера (ЦП, оперативною пам'яттю, дисковим простором) і забезпечує платформу для запуску віртуальних машин.

- Віртуальна машина (Гостьова ОС). Віртуальна машина працює на VirtualBox і містить гостьову операційну систему, наприклад, Ubuntu. Ця ОС налаштована для виконання серверних програм і обробки даних.
- Контейнери (Docker), віртуальна машина використовує Docker для запуску контейнерів. Контейнери дозволяють ізолювати різні сервіси, такі як бази даних, веб-сервери або спеціалізовані обробники даних. Кожен контейнер працює незалежно, що забезпечує гнучкість і безпеку.
- Хмарна резервна копія (Cloud Backup), окремий сервер або хмарний сервіс використовується для резервного копіювання даних з віртуальної машини. Дані автоматично копіюються з серверної системи на хмарний сервер, забезпечуючи додатковий рівень безпеки та захисту від втрат.

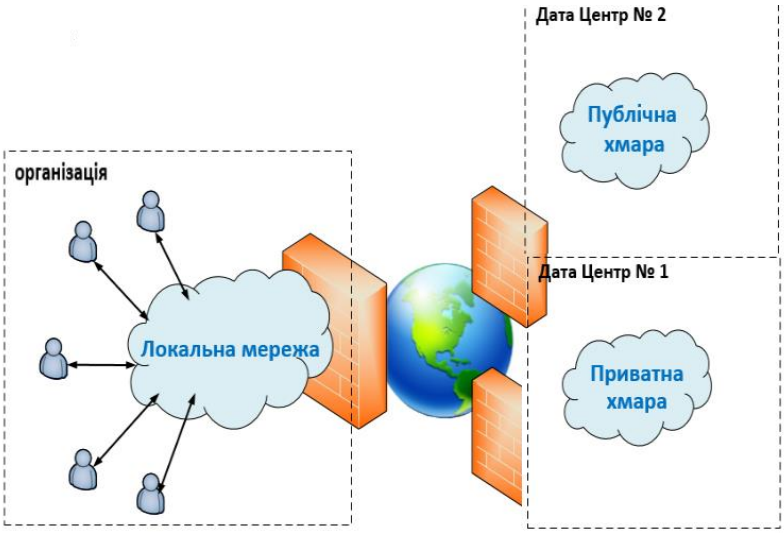


Рисунок 3.16 Обрана структура для розгортання проєкту.

Проєкт серверного програмного забезпечення покликаний забезпечити ефективний збір, збереження та обробку даних. Це дозволить розгорнути систему як на об'єкті, так і мати її хмарну копію для забезпечення додаткової безперебійності. Віртуальна машина може бути розгорнута на виділеному сервері або сервері підприємства.

3.3 ВИЗНАЧЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ ТА ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ СИСТЕМ

Важливим обмеженням впровадження IoT і IIoT систем є забезпечення безпеки даних на всіх рівнях їх роботи. Ось основні аспекти, які необхідно враховувати:

1. **Захист переданих даних**, використання шифрування (наприклад, TLS) для захисту інформації, що передається між пристроями через мережу.
2. **Ідентифікація та аутентифікація**, забезпечення лише авторизованого доступу до системи через використання сертифікатів, паролів або токенів.
3. **Цілісність даних**, перевірка, що дані не були змінені під час передачі чи зберігання, за допомогою хешування або цифрових підписів.
4. **Захист фізичних пристроїв**, гарантія безпеки обладнання, щоб уникнути несанкціонованого доступу чи маніпуляцій.
5. **Захист на рівні протоколів**, наприклад, впровадження захищених версій протоколів (як MQTT з підтримкою TLS) для уникнення перехоплення або модифікації трафіку.
6. **Сегментація мережі**, відокремлення IoT-пристроїв від критично важливих компонентів системи для обмеження потенційного впливу атак.
7. **Моніторинг і виявлення аномалій**, використання систем аналізу для ідентифікації підозрілої поведінки, яка може вказувати на спробу злому.

Крім вбудованих механізмів до прикладу Mosquitto ACL наалштування приведено на Рисунку 3.17, потрібно передбачати додаткову автентифікацію користувачів через неможливість визначення джерела даних в брокері штатними засобами.

acl_file *<шлях до файлу aclfile.example>*

Після цього в файл aclfile.example необхідно внести записи обмеження.

*aclfile.example – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

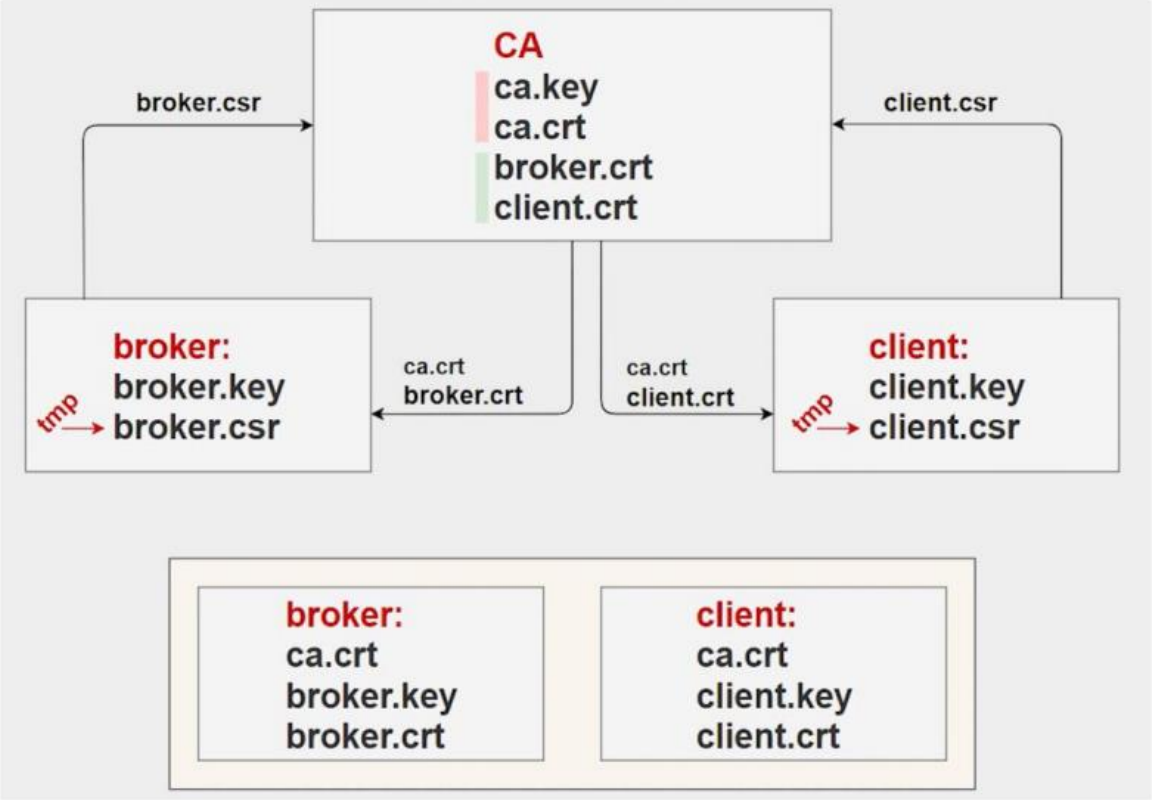
```
user admin
topic readwrite #

user user1
topic readwrite topic1
```

Рисунку 3.17. Приклад обмеження користувачів

Налаштування SSL TLSv1.2 для MQTT broker Mosquitto.

Для використання SSL/TLS з Mosquitto потрібні будуть сертифікати та ключі. CA генерує ключ та сертифікат. Брокер генерує ключ та робить запит до CA для підписання сертифікату. І аналогічно клієнт генерує ключ та запит до CA. Файли запитів (.csr) тимчасові, тому після підписання сертифікатів їх можна видалити.



Рисунку 3.18. Ключі та сертифікати SSL TLSv1.2 для MQTT broker Mosquitto

```
C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>openssl genrsa -des3 -out ca.key 4096
Enter PEM pass phrase:
Verifying - Enter PEM pass phrase:

C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>openssl req -new -x509 -days 1825 -key ca.key -out ca.crt
Enter pass phrase for ca.key:
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:Ua
State or Province Name (full name) [Some-State]:Zt
Locality Name (eg, city) []:Zt
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:Rbm
Organizational Unit Name (eg, section) []:Rbm
Common Name (e.g. server FQDN or YOUR name) []:localhost
Email Address []:123@gmail.com

C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>
```

Рисунку 3.19. Приклад генерування приватного ключа та сертифікату для Certificate Authority (CA)

Створюється ключ брокера, запит на сертифікат і підписання запиту сертифіката, використовуючи наступні команди:

openssl genrsa -out broker.key 4096

openssl req -out broker.csr -key broker.key -new

openssl x509 -req -in broker.csr -CA ca.crt -CAkey ca.key -CAcreateserial -out broker.crt -days 365

```
C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>openssl genrsa -out broker.key 4096

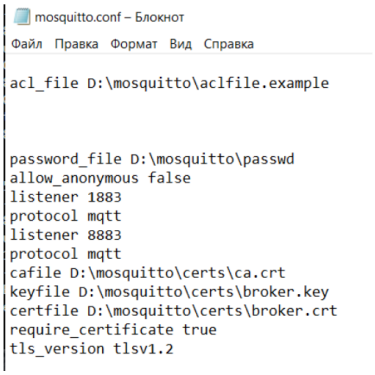
C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>openssl req -out broker.csr -key broker.key -new
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:UA
State or Province Name (full name) [Some-State]:Zt
Locality Name (eg, city) []:Zt
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:Rbm
Organizational Unit Name (eg, section) []:Rbm
Common Name (e.g. server FQDN or YOUR name) []:localhost
Email Address []:123@gmail.com

Please enter the following 'extra' attributes
to be sent with your certificate request
A challenge password []:123456
An optional company name []:rbm

C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>openssl x509 -req -in broker.csr -CA ca.crt -CAkey ca.key -CAcreateserial
-out broker.crt -days 365
Certificate request self-signature ok
subject=C=UA, ST=Zt, L=Zt, O=Rbm, OU=Rbm, CN=localhost, emailAddress=123@gmail.com
Enter pass phrase for ca.key:

C:\Program Files\OpenSSL-Win64\bin>
```

Рисунку 3.20. Приклад генерування ключа брокера, запиту на сертифікат і підписання запиту сертифіката



Рисунку 3.21 Вміст файлу mosquito.conf



Рисунку 3.22. Вміст файлу passwd

Використання EDGE-пристрою значно ефективніше за опитування по мережі, оскільки забезпечує локальну обробку даних прямо на місці їх збору. Це зменшує затримки в передачі інформації, знижує навантаження на мережу та підвищує надійність системи, оскільки пристрій може працювати автономно навіть за відсутності зв’язку. EDGE-пристрої дозволяють виконувати попередню фільтрацію, агрегацію та аналіз даних, надсилаючи лише релевантну інформацію до центрального вузла чи хмари, що оптимізує використання ресурсів. Такий підхід є критично важливим для систем реального часу, де швидкість і автономність відіграють ключову роль.

У разі обмеженого фінансування або невисокого навантаження ESP32 виступає чудовою альтернативою професійним приладам. Завдяки своїй низькій вартості, енергоефективності та багатофункціональності цей контролер дозволяє створювати надійні рішення для збору, обробки та передачі даних. ESP32 забезпечує підключення через Wi-Fi, Bluetooth або протоколи MQTT, Modbus, що дозволяє інтегрувати його навіть у складні системи. Попри свою простоту, контролер має потужний процесор і достатню пам'ять для локального виконання алгоритмів, забезпечуючи автономність і зниження залежності від зовнішніх ресурсів.

ВИСНОВКИ

У цьому розділі виконано побудову, дослідження та тестування реальних IoT-систем. Розглянуто різні підходи інтеграції промислового обладнання та надійності та ефективності рішень. Підкреслено важливість тестування на різних етапах розробки для забезпечення високої якості системи, а також для виявлення потенційних проблем, що можуть виникнути в реальних умовах експлуатації. Для цього було побудовано тестові моделей IoT-систем та представлено процес побудови тестових моделей. Визначено ключові параметри, які повинні враховуватися при моделюванні для максимально точної перевірки роботи IoT-систем.

Розглянуто заходи необхідні для виконання оркестрації та керування об'єктами. Представлео різні підходи до інтеграції та автоматизації управління пристроями, включаючи використання програмних рішень для централізованого керування та налаштування пристроїв. Підкреслено важливість оркестрації для забезпечення ефективної взаємодії між різними компонентами системи, що дозволяє зменшити затримки, підвищити надійність і зручність управління.

Розглянуто основні обмеженя та шляхи оптимізації роботи систем, що можуть виникнути під час експлуатації IoT-систем, а також розглянуто можливі шляхи їх оптимізації. Зокрема, йдеться про обмеження в обробці великих обсягів даних, проблеми з безпекою та з'єднанням між різними пристроями.

Дослідження та тестування реальних IoT-систем є важливим етапом на шляху до впровадження ефективних технологій у промисловість та інші галузі. Під час роботи над тестуванням моделей IoT-систем та оркестрацією об'єктів виявлено, що правильно побудовані систем на різних моделях, що дозволяє ефективно перевірити працездатність та обрати шлях для впровадження. Крім того, оркестрація та керування об'єктами є ключовими для інтеграції різних компонентів системи та забезпечення їх взаємодії. Застосування оптимізаційних стратегій дозволяє знизити вплив обмежень на роботу системи, що є важливим для забезпечення високої ефективності та надійності IoT-рішень в умовах реального використання.

ВИСНОВКИ

Розвиток промислових систем автоматизації вимагає використання новітніх технологій, зокрема IoT. В ході роботи було розроблено проект та втілено декілька різних підходів до системи моніторингу та оркестрації об'єктів промислової інфраструктури та на основі експлуатації виконано аналіз методів і технологій створення таких систем із застосуванням IoT. У ході виконання роботи поставлені завдання були досягнуті, а саме:

1. Проведено аналіз існуючих проблем у промислових автоматизованих системах, зокрема в аспекті протоколів передачі даних, що дозволило визначити ключові обмеження та слабкі місця традиційних підходів.
2. Оцінено можливості використання технологій IoT для вирішення виявлених проблем. Встановлено, що використання IoT забезпечує підвищення ефективності, масштабованості та безпеки систем промислової автоматизації.
3. Розроблено моделі та алгоритми інтеграції класичних систем автоматизації з сучасними IoT-рішеннями, що дозволяють забезпечити плавний перехід до нових стандартів у промисловій інфраструктурі.
4. Розглянуто аспекти безпеки в IoT-мережах та запропоновано методи захисту даних, які знижують ризики кібератак на всіх етапах передачі інформації.
5. Виконано тестування запропонованих рішень на реальних об'єктах, що підтвердило їх ефективність і доцільність для практичного впровадження.

Результатом роботи стала розробка проєкту системи моніторингу та оркестрації об'єктів промислової інфраструктури, а також аналіз методів і технологій створення таких систем із застосуванням IoT. У ході дослідження було створено практично придатні проєкти, які підтверджують актуальність запропонованих рішень. Запропоновані рішення також сприяють інтеграції сучасних інструментів, таких як машинне навчання (ML), штучний інтелект (AI) та аналіз даних, у класичні системи, розширюючи їх функціональні можливості та ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] H. Cao, M. Wachowicz, C. Renso, and E. Carlini, “Analytics every-where: Generating insights from the internet of things,” IEEE Access, vol. 7, pp. 71749–71769, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2919514.

[2] NG-IoT Consortium, “Building a roadmap for the next generation internet of things: Research, innovation and implementation 2021-2027.” Sep. 2019.

[3] D. Kreutz, F. M. V. Ramos, P. E. Veríssimo, C. E. Rothenberg, S. Azodolmolky, and S. Uhlig, “Software-defined networking: A comprehensive survey,” Proceedings of the IEEE, vol. 103, no. 1, pp. 14–76, 2015, doi: 10.1109/JPROC.2014.2371999.

[4] N. McKeown et al., “OpenFlow: Enabling innovation in campus networks,” SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 38, no. 2, pp. 69–74, Mar. 2008, doi: 10.1145/1355734.1355746.

[5] Z. Latif, K. Sharif, F. Li, M. M. Karim, S. Biswas, and Y. Wang, “A comprehensive survey of interface protocols for software defined networks,” Journal of Network and Computer Applications, vol. 156, p. 102563, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102563.

[6] K. Kaur, V. Mangat, and K. Kumar, “A comprehensive survey of service function chain provisioning approaches in SDN and NFV architecture,” Computer Science Review, vol. 38, p. 100298, 2020, doi: https://doi.or g/10.1016/j.cosrev.2020.100298.

[7] A. Liatifis, P. Sarigiannidis, V. Argyriou, and T. Lagkas, “Advancing SDN: From OpenFlow to P4, a survey,” ACM Computing Surveys, Aug. 2022, doi: 10.1145/3556973.

[8] R. Amin, E. Rojas, A. Aqdus, S. Ramzan, D. Casillas-Perez, and J. M. Arco, “A survey on machine learning techniques for routing optimization in SDN,” IEEE Access, vol. 9, pp. 104582–104611, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3099092.

[9] R. Vilalta et al., “Cloud-native SDN network management for beyond 5G networks with TeraFlow.” virtual event, Jun. 2021. Available: https: //zenodo.org/record/5089908

[10] Linux Foundation, “Open programmable infrastructure project.” Sep. 2022. [Online]. Available: http://www.opiproject.org/

[11] Z. Zhang et al., “6G wireless networks: Vision, requirements, architec-ture, and key technologies,” IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 14, no. 3, pp. 28–41, 2019, doi: 10.1109/MVT.2019.2921208.

[12] X. Chen, D. W. K. Ng, W. Yu, E. G. Larsson, N. Al-Dhahir, and R. Schober, “Massive access for 5G and beyond,” IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 39, no. 3, pp. 615–637, 2021, doi: 10.1109/JSAC.2020.3019724.

[13] B. S. Khan, S. Jangsher, A. Ahmed, and A. Al-Dweik, “URLLC and eMBB in 5G industrial IoT: A survey,” IEEE Open Journalof the Communications Society, vol. 3, pp. 1134–1163, 2022, doi: 10.1109/OJCOMS.2022.3189013.

[14] L. Zhang et al., “A survey on 5G millimeter wave communicationsfor UAV-assisted wireless networks,” IEEE Access, vol. 7, pp.117460117504, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2929241.

[15] K. M. S. Huq, S. A. Busari, J. Rodriguez, V. Frascolla, W. Bazzi, and D. C. Sicker, “Terahertz-enabled wireless system for beyond-5G ultrafast networks: A brief survey,” IEEE Network, vol. 33, no. 4, pp. 89–95,2019, doi: 10.1109/MNET.2019.1800430.

[16] D. Pliatsios, A.-A. A. Boulogeorgos, T. Lagkas, V. Argyriou, I. D.Moscholios, and P. Sarigiannidis, “Semi-grant-free non-orthogonalmultiple access for tactile internet of things,” in 2021 IEEE32nd annual international symposium on personal, indoor andmobile radio communications (PIMRC), 2021, pp. 1389–1394. doi:10.1109/PIMRC50174.2021.9569640.

[17] M. A. ElMossallamy, H. Zhang, L. Song, K. G. Seddik, Z. Han, andG. Y. Li, “Reconfigurable intelligent surfaces for wireless communica-tions: Principles, challenges, and opportunities,” IEEE Transactions onCognitive Communications and Networking, vol. 6, no. 3, pp. 990–1002, 2020, doi: 10.1109/TCCN.2020.2992604.

[18] R. Minerva, G. M. Lee, and N. Crespi, “Digital twin in the IoT context:A survey on technical features, scenarios, and architectural models,”Proceedings of the IEEE, vol. 108, no. 10, pp. 1785–1824, 2020, doi:10.1109/JPROC.2020.2998530.

[19] S. Mihai et al., “Digital twins: A survey on enabling technologies, challenges, trends and future prospects,” IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 24, no. 4, pp. 2255–2291, 2022, doi:10.1109/COMST.2022.3208773.

[20] T. Taleb, K. Samdanis, B. Mada, H. Flinck, S. Dutta, and D. Sabella,“On multi-access edge computing: A survey of the emerging 5Gnetwork edge cloud architecture and orchestration,” IEEE Communica-tions Surveys & Tutorials, vol. 19, no. 3, pp. 1657–1681, 2017, doi:10.1109/COMST.2017.2705720.

[21] S. Thananjeyan, C. A. Chan, E. Wong, and A. Nirmalathas,“Mobility-aware energy optimization in hosts selection for computa-tion offloading in multi-access edge computing,” IEEE Open Journalof the Communications Society, vol. 1, pp. 1056–1065, 2020, doi:10.1109/OJCOMS.2020.3008485.

[22] D. Pliatsios, P. Sarigiannidis, T. D. Lagkas, V. Argyriou, A.-A. A. Boulogeorgos, and P. Baziana, “Joint wireless resource and computation offloading optimization for energy efficient internet of vehicles,” IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 3, pp. 1468–1480, 2022, doi: 10.1109/TGCN.2022.3189413.

[23] S. Hamdan, M. Ayyash, and S. Almajali, “Edge-computing architectures for internet of things applications: A survey,” Sensors, vol. 20, no. 22, p. 6441, Nov. 2020, doi: 10.3390/s20226441.

[24] E. F. Maleki, W. Ma, L. Mashayekhy, and H. La Roche, “QoS-aware 5G component selection for content delivery in multi-access edge computing,” 2021. doi: 10.1145/3468737.3494101.

[25] X. Jiang, F. R. Yu, T. Song, and V. C. M. Leung, “A survey on multiaccess edge computing applied to video streaming: Some research issues and challenges,” IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 23, no. 2, pp. 871–903, 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3065237.

ДОДАТКИ

Додаток А

Certa

Шлюз

GSMGate



Технічне керівництво

Для версії програмного забезпечення 2.0.10

ТОВ «Церта», Київ

2024-03-04

Зміст

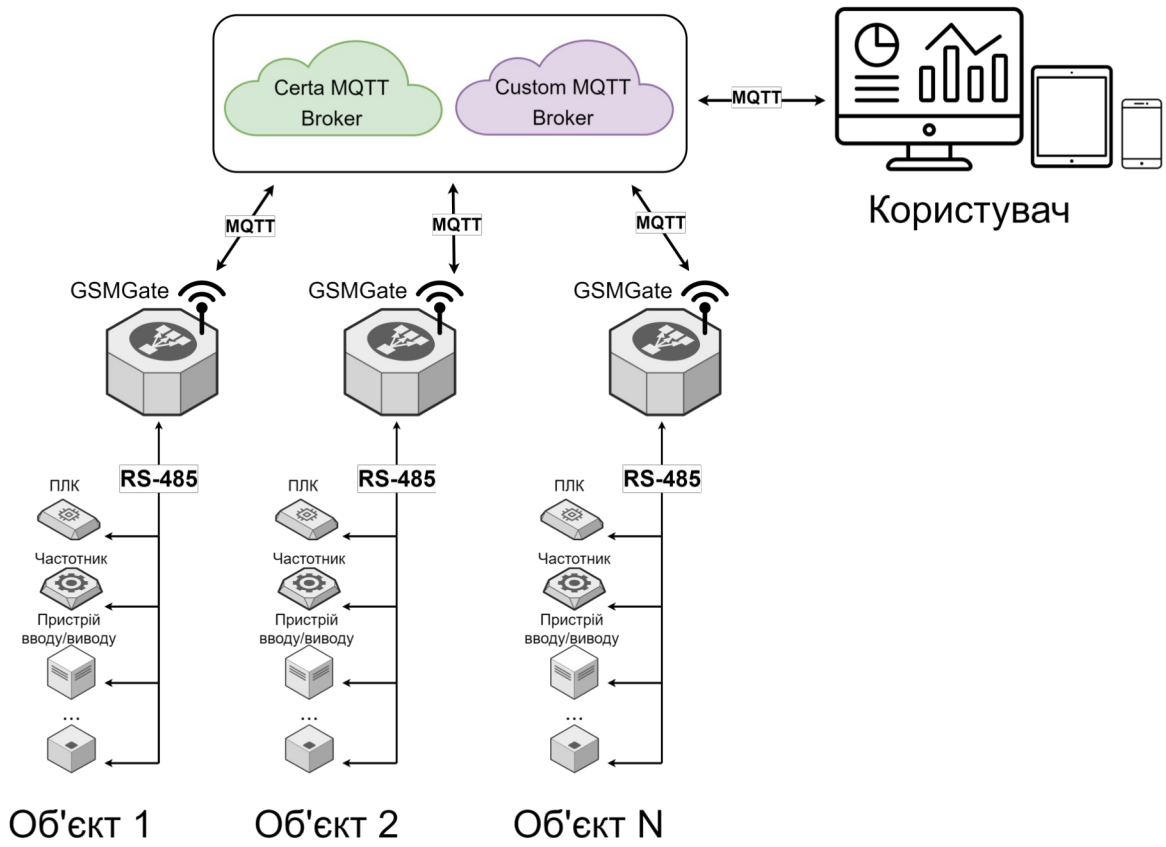
1. Призначення....3
2. Основні технічні характеристики....5
3. Будова приладу та принцип його роботи....7
3.1 Світлодіодна індикація....11
3.2 Режим Init....13
3.3 Вхід DI....14
3.4 Вихід FDO....14
3.5 Інтерфейс RS-485....15
4 Підготовка до роботи....16
5 Робота та налаштування....18
5.1 Підключення до брокера....18
5.2 Системні топіки....21
5.3 Користувацькі топіки....24
5.4 Налаштування шлюзу....25
5.4.1 Налаштування підключення до брокера....25
5.4.2 Налаштування параметрів зв'язку RS-485....26
5.4.3 Налаштування запитів....26
5.4.4 Додаткові налаштування....29
5.4.5 Скидання до заводських налаштувань....30
5.5 Оповіщення користувача....31
6. Монтаж шлюзу....32
6.1 Вимоги до місця встановлення....32
6.2 Розміщення шлюзу в шафі....32
6.3 Загальні вимоги до монтажу....32
6.4 Організація живлення шлюзу....32
6.5 Підключення інтерфейсу RS-485....33
Додаток А. Розташування клем і приклад зовнішніх підключень....34
Додаток Б. Габаритні розміри....35

1. Призначення

GSMGate (далі шлюз) призначений для віддаленого моніторингу та керування приладами, які працюють в локальній мережі RS-485 згідно протоколу Modbus (ПЛК, датчики, генератори, розширювачі портів, частотники тощо). Це відбувається завдяки використанню сервера (MQTT брокера), або різноманітних хмарних систем, які використовують протокол MQTT. Передача даних здійснюється через мобільний інтернет (GPRS). В більшості випадків це необхідно, коли кабельні канали зв’язку не можуть бути використані, наприклад, коли необхідно передавати дані з віддалених об’єктів, або встановити зв’язок між ними і центральною системою моніторингу та керування.

Використання шлюзу надає обладнанню доступ до сучасної IoT екосистеми, інтегруючи його до популярних онлайн сервісів та платформ розумного будинку.

Рисунок 1 - Дистанційний моніторинг/керування обладнанням



Функції і особливості шлюзу:

- програмований конвертер протоколів Modbus <> MQTT на 256 запитів;
- одночасна робота з багатьма приладами в мережі RS-485;
- віддалені конфігурація та моніторинг роботи шлюзу за протоколом MQTT;
- закріплений за шлюзом безкоштовний обліковий запис на брокері компанії «Церта»;
- можливість використовувати власний брокер;
- функція оповіщення (дзвінок на вказаний номер користувача);
- цифровий вхід та напівпровідниковий вихід;
- світлодіодна індикація роботи;
- змінні модулі інтерфейсу RS-485 з (та без) гальванічною розв'язкою;
- Nano SIM карта;
- кріплення на DIN рейку.

2. Основні технічні характеристики

Клас захисту	IP20
Габаритні розміри (див. Додаток Б), ШхВхГ	68x90x58 мм, DIN-рейка
Допустимі умови експлуатації	+0 до +45 °С, вологість до 80%
Напруга живлення	Змінний струм: 10..24 В ±10%, Постійний струм: 10..24 В ±5%
Максимальна споживча потужність	< 2 Вт

Інтерфейс RS-485	Кількість інтерфейсів	1
	Гальванічна розв’язка	На вибір (змінні модулі)
	Підтримуваний протокол	Modbus RTU
	Режим роботи	Master
	Пауза між запитами налаштовується	1..500 мс
	Підтримувані швидкості зв’язку	9600, 19200, 38400, 115200 біт/сек
	Формат передачі даних	8 біт; EVEN, ODD, NONE; 1 або 2 стоп біти
GSM	Технологія бездротового телефонного зв'язку	2G
	Підтримуваний протокол	HSDPA+
	Швидкість зв’язку	9,4-384 кБіт/с
	Оператор	KYIVSTAR
	Рекомендований тарифний план	“Пристрій”
	Розмір SIM карти	Nano
	Антенний роз'єм	SMA
Інтерфейс MQTT	Підтримувана версія протоколу	3.1.1
	Шифрування	Немає
	Кількість програмованих запитів	128/128 (публікація/підписка)
	QoS	0, 1, 2
	Збереження повідомлення (Retain)	Підтримує
Вхід DI	Напруга логічного стану «open»	5 В
	Напруга логічної «closed»	< 1 В
	Струм спрацювання (замикання на мінусову клему)	0,5 мА

Вихід FDO	Номінальний струм навантаження	100 мА
	Максимальний опір у замкнутому стані	16 Ом
	Максимальне комутоване навантаження	Змінний струм: 24 В, Постійний струм: 50 В

Додатково	Світлодіодна індикація	RS-485, MQTT, GSM, живлення
	Елементи керування	Перемикач “Init”, сервісна кнопка

3. Будова приладу та принцип його роботи

Шлюз випускається в сірому корпусі з розмірами 68x90x58 мм (Рисунок 2). На задній кришці шлюзу є пластикове кріплення на DIN-рейку. Підключення зовнішніх кіл відбувається через роз'ємні гвинтові з'єднання (клеми), що розташовані в нижній частині корпусу. Позначення клем наведено в Додаток А. Розташування клем і приклад зовнішніх підключень .



Рисунок 2 — Зовнішня будова

На нижній частині плати розміщено:

1. роз'єм, на якому знаходяться лінії живлення, цифровий вхід (DI) та напівпровідниковий вихід (FDO);
2. перемикач "Init";
3. світлодіодна індикація роботи шлюзу;
4. сервісна кнопка;
5. роз'єм інтерфейсу RS-485.

На верхній частині плати розміщено:

6. світлодіодна індикація живлення шлюзу;
7. світлодіодна індикація роботи GSM модуля;
8. роз'єм SMA для підключення антени;
9. тримач SIM карти.

⚠ **Modbus і MQTT є протоколами зв'язку, які шлюз використовує для обміну даними між пристроями (в мережі RS-485) та брокером, тому користувачу необхідно детально ознайомитись з цими протоколами для ефективного використання приладу.**

Після подачі на підготовлений та налаштований шлюз (дані процеси описані в розділах 4 Підготовка до роботи та 5 Робота та налаштування) напруги живлення, починається запуск всіх робочих процесів та завантаження налаштувань. При цьому засвічуються всі світлодіоди в нижній частині шлюзу. Якщо протягом трьох секунд світлодіодна індикація не зміниться, це означає, що шлюз має певні технічні проблеми, для вирішення яких необхідно звернутись до виробника. При відсутності проблем з шлюзом розпочнеться процес циклічного зчитування даних з під'єднаного до мережі RS-485 обладнання. Разом з цим розпочинається процес реєстрації GSM модуля у стільниковій мережі. Це займає близько 10-15 секунд. Результат успішної реєстрація та активація GPRS з'єднання зобразиться на світлодіодній індикації GSM модуля. Далі розпочнеться процес підключення до брокера, який може займати до 3-5 секунд. Якщо цього не відбулось, необхідно перевірити під'єднання антени, встановлення SIM карти та наявність коштів на рахунку.

⚠ **За кожним шлюзом резервується відповідний обліковий запис на брокері компанії «Церта» (закріплений за серійним номером шлюзу), а сам шлюз після продажу налаштований на ці параметри, які є параметрами за замовчуванням. Якщо в процесі роботи дані параметри будуть змінені користувачем, до них можна буде повернутись, встановивши перемикач «Init» у верхнє положення.**

Якщо користувач не використовує наданий компанією «Церта» брокер, необхідно провести налаштування параметрів підключення до власного брокера, що описано в розділі 5.1 Підключення до брокера.

Після встановлення з'єднання шлюз починає синхронізувати дані приладів, які підключені до мережі RS-485, з брокером, завдяки попередньо налаштованим **pub** та **sub** запитам.

Pub запит (скорочення від publication) є сукупністю властивостей елементів протоколів Modbus (регістри) та MQTT (топіки) та напрямком конвертації даних - від Modbus регістра до MQTT топіка. Запит виконується у три етапи: на першому етапі опитується відповідний Modbus регістр, далі виконується перетворення 16-бітного числа в рядок та публікація отриманого рядка брокеру.

Sub запит (скорочення від subscription) аналогічний **pub**, за винятком напрямку конвертації даних, а саме — вона відбувається від MQTT топіку до Modbus регістра. Запит теж виконується у три етапи: отримання топіком повідомлення, перетворення повідомлення у 16-бітне число та запис даного числа у відповідний Modbus регістр.

При виконанні **pub** запиту публікація відбудеться лише при умові, коли поточне значення зчитаного Modbus регістра буде відрізнятися від попереднього на величину, в більшу або меншу сторони, від відповідного налаштування, що вказується при створені запиту. Таким чином передаються значення всіх чотирьох типів Modbus регістрів під'єднаного приладу. Даний механізм дає змогу зекономити мобільний трафік у випадку частої зміни значення Modbus регістра. При виконані **sub** запиту, отримане від брокера 16 - бітне значення одразу запишеться у Modbus регістр без аналізу його зміни. Схему маршрутизації даних зображено на рисунку 3.

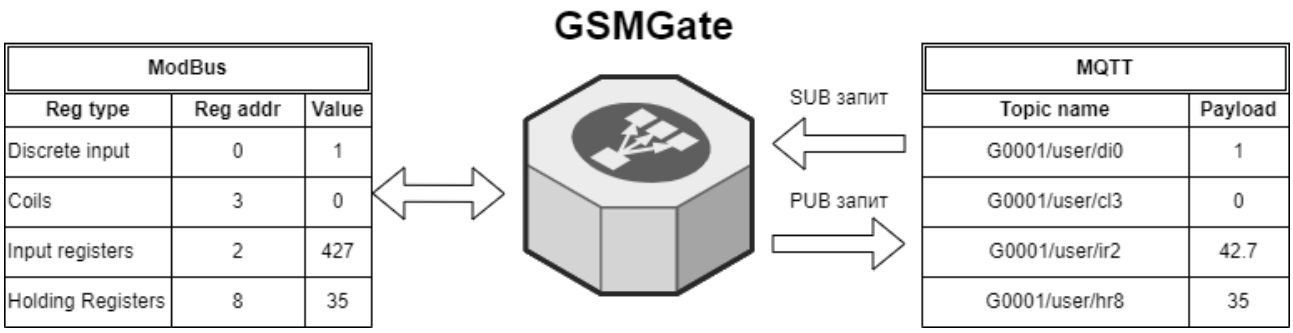


Рисунок 3 — Маршрутизація даних

⚠ **Перша публікація значень Modbus регістрів (виконання pub запитів), після встановлення з'єднання, відбувається без врахування необхідної їх зміни — шлюз публікує значення всіх регістрів, налаштованих у pub запитах.**

Pub та **sub** запити налаштовуються згідно вимог користувача, процес налаштування описано в розділі 5.4.3 Налаштування запитів.

При налаштуванні запиту, крім назви топіка та Modbus регістра, необхідно вказувати ще ряд додаткових параметрів (описані в 5.4.3 Налаштування запитів). Топіки, вказані у цих запитах, називаються користувацькими. Ознайомитись з ними можна в розділі

5.3 Користувацькі топіки.

Налаштування запитів, як і загалом налаштування шлюзу, відбувається за протоколом MQTT. Для налаштування може бути використана довільна програма, яка дозволяє працювати за цим протоколом. У даній інструкції, в розділі 5 Робота та налаштування, описано процес налаштування із використанням програми “MQTT Explorer”. Також рекомендується використовувати розроблену компанією “Церта” програму “GSMGate configurator”, яку можна завантажити на сайті компанії.

Разом з користувацькими топіками шлюз відправляє брокеру службову інформацію щодо стану своєї роботи, яка містить дані про наявність помилок, стан рахунку SIM карти, кількість тарифних мегабайт, часу безперервної роботи тощо. Дані відправляються за допомогою системних топіків, які описані в розділі 5.2 Системні топіки. За допомогою них також відбувається керування напівпровідниковим виходом (FDO), опитування цифрового входу (DI) та здійснення шлюзом виклику на попередньо налаштований номер телефону користувача.

Процес обміну даними в мережі RS-485, а також обмін даними з брокером, відображається на світлодіодній індикації. Світлодіодна індикація також використовується для відображення поточного стану шлюзу (описано в розділі 3.1 Світлодіодна індикація).

В процесі роботи можливі періодичні відключення шлюзу від брокера. Причинами цього можуть бути:

- періодичне розірвання, встановленого GSM модулем, з'єднання оператором мобільного зв'язку (приблизно 3 рази на день);
- слабкий стільниковий сигнал;
- помилки при роботі за протоколом MQTT;
- розірвання з'єднання зі сторони брокера;
- підключення до брокера різних клієнтів з однаковим параметром клієнт ID;
- некоректні назви топіків у **sub** запитах при використанні облікових даних підключення до брокера за замовчуванням.

Після кожного такого відключення, через попередньо налаштований інтервал часу (за замовчуванням 20 сек.), відбувається автоматичне підключення до брокера. У разі неможливості підключення до брокера (після п'ятої спроби) виконується комутація живлення GSM модуля, після чого процедура підключення повторюється. Кількість комутацій живлення GSM модуля, а також кількість перепідключень до брокера, можна подивитись в відповідних системних топіках шлюзу. Ці дані характеризують якість та надійність зв'язку з брокером.

3.1 Світлодіодна індикація

Світлодіодна індикація використовується для відображення стану роботи шлюзу та розділена на три групи — індикація живлення, індикація статусу GSM модуля та індикація режиму роботи.

Для індикації живлення шлюзу використовується світлодіод “PWR”, зображений на рис. 4-1. Якщо на шлюз подана напруга живлення і внутрішні кола живлення знаходяться в справному стані, то даний світлодіод починає світитися.

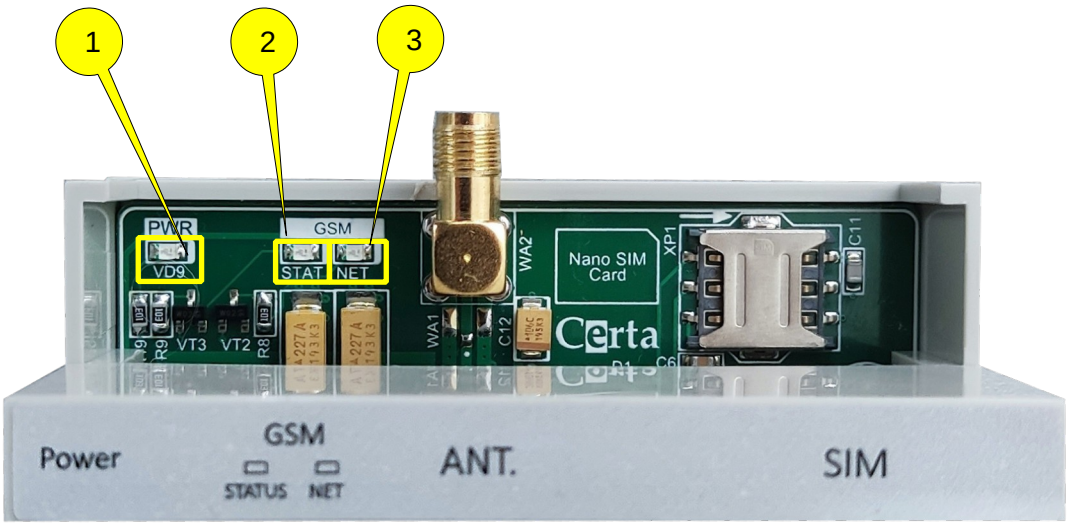


Рисунок 4 — Світлодіоди живлення та GSM модуля

Для індикації живлення GSM модуля використовується світлодіод “STAT”, зображений на рис. 4-2. Якщо світлодіод світиться — на GSM модуль подана напруга живлення. Напруга живлення може бути тимчасово відсутня (світлодіод перестане світитися) після п'яти невдалих спроб підключення до брокера. Це відбувається під час комутації живлення GSM модуля.

Для індикації статусу GSM модуля використовується світлодіод “NET”, зображений на рис. 4-3. Можливі варіанти свічення даного світлодіода описані в .Таблиця 1 — Можливі режими роботи світлодіода “NET”

Таблиця 1 — Можливі режими роботи світлодіода “NET”

Індикації	Опис
Не світиться	Вимкнене живлення
64 мс увім./ 800 мс вимк.	Немає реєстрації в GSM мережі
64 мс увім/ 3000 мс вимк.	Є реєстрації в GSM мережі
64 мс увім/ 300 мс вимк.	Встановлено з'єднання GPRS

Для індикації режиму роботи шлюзу використовуються світлодіоди “Init”(рис. 5-1) та світлодіоди “RX” та “TX”, які об’єднані в групи “MQTT” (рис. 5-2) і “RS-485” (рис. 5-3). Світлодіод “Init” вказує на перебування у режимі заводських налаштувань підключення до брокера, який описано в розділі 3.2 Режим Init. Можливі варіанти індикації груп світлодіодів “MQTT” та “RS-485” описані в Таблиця 2 — Світлодіодна індикація.

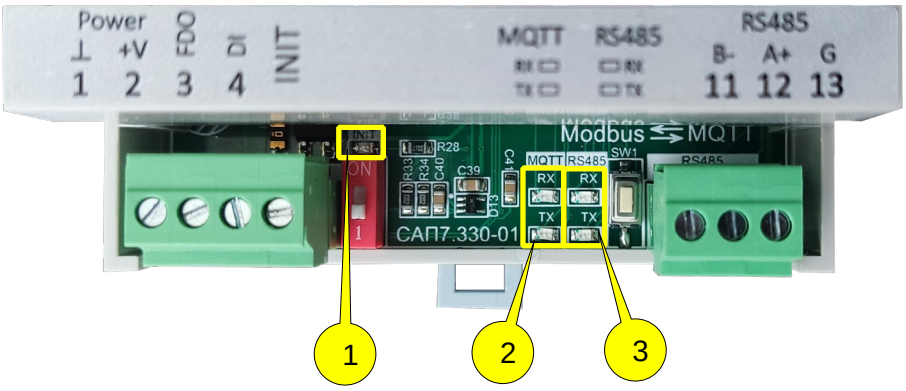


Рисунок 5 — Світлодіоди режиму роботи шлюзу

Таблиця 2 — Світлодіодна індикація

Індикація				Опис
MQTT		RS-485		
RX	TX	RX	TX	
Постійно	Постійно	Постійно	Постійно	Ініціалізація шлюзу
Постійно	Постійно	*	*	Немає підключення до брокера
1000 мс 1000 мс	1000 мс 1000 мс	*	*	Скидання до заводських налаштувань
100 мс 100 мс	*	*	*	Отримання топіка по підписці
*	100 мс 100 мс	*	*	Публікація топіка
*	*	100 мс 100 мс	*	Успішне читання в мережі RS-485
*	*	*	100 мс 100 мс	Успішний запис в мережі RS-485
*	*	Постійно	*	Помилка читання в мережі RS-485
*	*	*	500 мс 500 мс	Помилка запису в мережі RS-485
500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	500 мс 500 мс	Помилка SIM картки

* - значення не враховується

При наявності в шлюзі налаштованих **pub** запитів, світлодіод “RX” групи “RS-485” буде безперервно блимати, що відображає процес циклічного зчитування даних з мережі RS-485.

3.2 Режим Init

Режим «Init» використовується для встановлення заводських налаштувань підключення до брокера компанії «Церта». Це необхідно у випадку втрати налаштувань для доступу до власного брокера.

В режимі «Init» не виконуються pub та sub запити.

Для активації режиму необхідно встановити перемикач «Init» (*Рисунок 1-3*) у верхнє положення, після чого засвітиться світлодіод «Init». Шлюз автоматично перепідключиться до брокера компанії “Церта”, після чого користувач, за допомогою системних топіків (описані в розділі 5.2 Системні топіки), зможе переглянути актуальні налаштування та, за необхідності, змінити їх. Заводські налаштування підключення застосовуються тільки на час знаходження у

даному стані, та не перезаписують налаштування брокера користувача. Зробивши необхідні зміни налаштувань, користувач повинен встановити перемикач у нижнє положення, після чого світлодіод «Init» перестане світитись, шлюз перепідключиться та почне працювати у звичайному режимі. Перевірити знаходження в цьому режимі можна за допомогою системного топіка "/*sys/mon/gen/init*".

Даний режим також може використовуватися у випадках, коли встановлено неоптимальний параметр TNPS (описано у розділі нижче 5.4.4 Додаткові налаштування) чи шлюз має некоректні назви топіків у **sub** запитах. У цих випадках будуть відбуватися постійні періодичні відключення від брокера. При переході в режим «Init» відбувається наступне:

- параметр TNPS автоматично приймає значення 15;
- не відбуваються підписки на користувацькі топіки, налаштовані у **sub** запитах;
- не виконуються **pub** запити;
- не відбувається обмін даними за інтерфейсом RS-485;
- час періодичної публікації системних топіків приймає значення 20 сек.

Все це дасть змогу підключитись до брокера та провести корекцію налаштувань.

3.3 Вхід DI

Вхід DI (клема Din) є дискретним (цифровим), він сприймає сигнал типу замкнуто/розімкнуто (розімкнуто = 0, замкнуто = 1). Зміна стану даного входу публікується в системний топік «/sys/*mon/gen/di*».

Вхід може бути використаний користувачем для довільних цілей, наприклад, контроль доступу до обладнання.

3.4 Вихід FDO

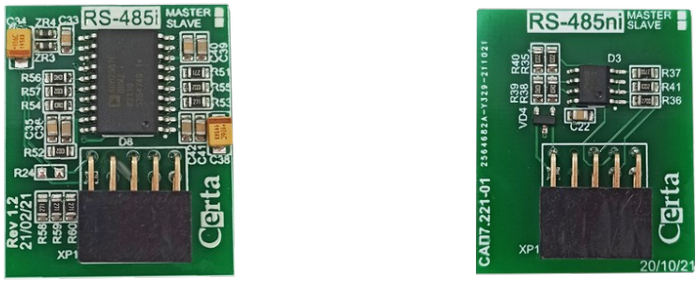
Вихід FDO (клема FDO) – напівпровідниковий ключ для комутації слабострумних сигналів постійного або змінного струму. Вихід FDO працює в режимі дискретного виходу (замкнуто/розімкнуто) та комутує вхідний сигнал на мінусову клему. Керування станом даного виходу виконується через системний топік «/sys/ctrl/fdo» - при записі в нього «1», вихід вмикається, а при записі «0» - вимикається. Зміна стану даного виходу публікується в системний топік «/sys/*mon/gen/fdo*».

Вихід може бути використаний користувачем для довільних цілей, наприклад, для комутації напруги живлення зовнішніх кіл. При роботі з даним виходом користувач не повинен перевищувати допустимі межі навантаження, вказані в таблиці з характеристиками.

Для даного виходу може бути використана функція автоматичного вимикання. Щоб її активувати, необхідно записати значення часу до вимикання у системний топік "/*sys/conf/gen/fdo_delay_off*" (у секундах). За замовчуванням цей параметр дорівнює 0 (автоматичне вимикання не відбувається). Діапазон допустимих значень 0..300 сек. Отже, після встановлення значення виходу FDO у "1" запуститься таймер, який через встановлений час вимкне його (встановить значення "0").

3.5 Інтерфейс RS-485

Шлюз підтримує інтерфейс RS-485, який встановлюється у вигляді окремої плати. Плати є двох типів — гальванічно ізольовані (див. Рисунок 6а) або неізольовані (див. Рисунок 6б). Встановлення такої плати дає змогу використовувати порт шлюзу для обміну даними по протоколу Modbus RTU в режимі Master.



а) *б)*

Рисунок 6

4 Підготовка до роботи

⚠ Всі підготовчі роботи треба виконувати з вимкненою напругою живлення!

1. **Встановити SIM карту.** Шлюз підтримує карти формфактору Nano SIM. Встановлення виконується, як зображено на Рисунку 7.

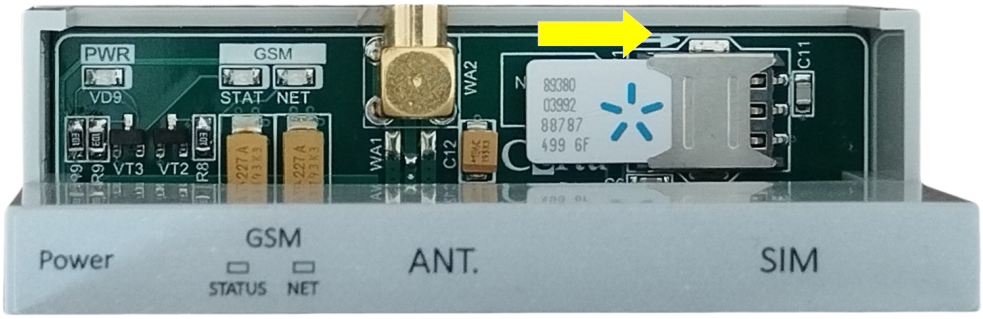


Рисунок 7 — Встановлення Nano SIM

2. **Встановити плату RS-485**. Для роботи шлюзу по інтерфейсу RS-485 необхідно встановити фізичний інтерфейс, який поставляється у вигляді окремої плати, описаної в 3.5 Інтерфейс RS-485. Для встановлення плати RS-485 потрібно лише зняти верхню кришку шлюзу. Встановлення виконується, як зображено на рисунку 8.



Рисунок 8 — Встановлення плати RS-485

3. **Підключити антену**. В верхній частині шлюзу розташований роз’єм SMA, до якого може бути під'єднана антена 2G мережі, що входить у комплект (або антена користувача). Комплектована антена (Рисунок 9), завдяки коаксіальному фідеру, дозволить встановити шлюз в місці, де немає якісного стільникового сигналу (підвальне приміщення, тощо).



Рисунок 9 — Комплектована антена

⚠ **Використання неякісної/невідповідної антени, встановлення її у неналежному місці (з низьким рівнем сигналу), або пошкодження антени чи фідера можуть викликати значну затримку публікації топіків та часті перепідключення до брокера.**

5 Робота та налаштування

Необхідною умовою для надійної роботи шлюзу є наявність стійкого сигналу GSM-мережі. Достатнім рівнем сигналу є значення в діапазоні від 15 до 30 , що вказується в системному топіку “/*sys/mon/gsm/s_lvl”* (більш детально можна ознайомитись у описі модему SIM800C). У випадку наявності сигналу низької якості, потрібно перевірити розташування та надійність підключення зовнішньої антени. Також необхідно контролювати залишок коштів на рахунку карти мобільного оператора та залишок доступного інтернет трафіку. Вищезгадані параметри можна контролювати відповідними системними топіками шлюзу (Таблиця 3 – Перелік системних топіків шлюзу).

При роботі шлюзу повинні бути відсутні помилки роботи в мережі RS-485, що також контролюється системним топіком, або світлодіодною індикацією. При наявності помилок необхідно впевнитися в правильності підключення усіх приладів до мережі RS-485 та параметрів налаштуванні їх зв’язку — для всіх приладів вони мають буди однаковими (за винятком адреси в мережі RS-485).

Весь час роботи шлюзу відбувається накопичення значень наступних параметрів: кількість помилок в роботі інтерфейсів RS-485 та MQTT, кількість прийнятих та переданих топіків, час роботи, кількість перепідключень до брокера та інші. Для скидання цих значень необхідно перезавантажити шлюз. Це можна зробити публікацією значення “1” в топік керування “/*sys/ctrl/reset”*.

В даній інструкції для налаштування шлюзу використовується мультиплатформний MQTT клієнт - “MQTT Explorer”. Освоєння даної програми не вимагає особливих умінь і досвіду в програмуванні. В інтернеті є багато прикладів її застосування, що є доступним будь-якому інженеру. Програму можна завантажити з сайту: http://mqtt-explorer.com/, вона підтримує ОС Windows, IOS, Ubuntu та Linux.

5.1 Підключення до брокера

Після подачі напруги живлення та реєстрації шлюзу в стільниковій мережі, він автоматично під'єднується до брокера компанії «Церта». Використання даного брокера є безкоштовним, але воно має деякі обмеження, що полягають в наступному:

- крім самого шлюзу, до брокера може бути здійснено 2 додаткових підключення, наприклад, підключення мобільним телефоном та комп'ютером одночасно;
- виданий обліковий запис забезпечує обмін даними між користувачем та відповідним шлюзом, за ним не може бути здійснено обміну між двома шлюзами.

Дані обмеження можуть бути зняті при укладанні угоди про додаткові послуги на платній основі (згідно чинних тарифів). З тарифами можна ознайомиться на сайті компанії «Церта».

Безкоштовний аккаунт, наданий клієнту, не є єдиним можливим шляхом підключення шлюзу до брокера. Кожен клієнт має можливість підключитись до свого власного брокера, або до того, який представляють різноманітні хмарні сервіси. Для цього необхідно налаштувати параметри підключення до брокера. Цей процес описано в розділі 5.4.1 Налаштування підключення до брокера. В даному випадку клієнт буде позбавлений будь-яких обмежень на підключення.

⚠ **У разі втрати доступу до власного брокера, користувач завжди може підключитись до брокера, виданого компанією «Церта» як до резервного, та переналаштувати шлюз. Це можна зробити встановивши перемикач “Init” у верхнє положення.**

Після встановлення з'єднання з брокером, шлюз передає йому список топіків, на які він має бути підписаний (необхідно для виконання **sub** запитів). Також брокеру відправляється Last Will and Testament (LWT) топік “/status”, в який відразу публікується повідомлення “online”. При незапланованому від'єднані, в нього буде записано повідомлення “offline”. Саме цей топік використовується для інформування про наявність з'єднання шлюзу з брокером. Процес визначення з'єднання відбувається за допомогою періодичних PING запитів шлюзу до брокера, на які він повинен відповісти. Якщо за час більший ніж 1,5 значення параметра Keep Alive (дорівнює 50 сек) брокер не отримав цей запит, він автоматично розірве з'єднання.

Для здійснення клієнтського підключення до брокера комп'ютером, планшетом або мобільним телефоном необхідно ввести наступну інформацію:

- домен — **mqtt1.certa.net.ua**;
- порт — **1883**;
- ім'я користувача — вказано на етикетці шлюзу (QR код);
- пароль користувача — вказано на етикетці шлюзу(QR код).
- клієнт ID — вказано на етикетці шлюзу(QR код).

Приклад підключення до брокера комп'ютером з використанням програми “MQTT Explorer” зображено на рис. 10 (головне вікно та вікно “Advanced”) .

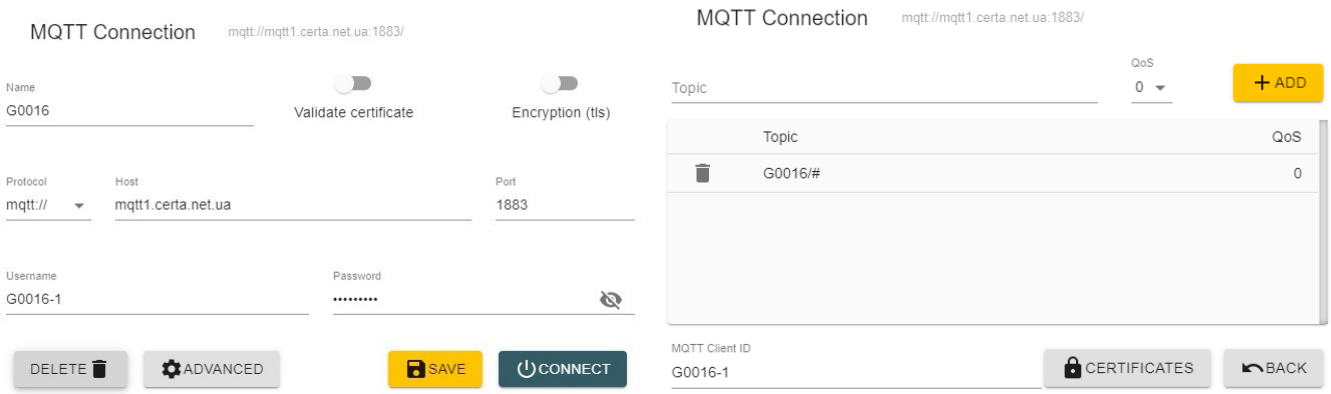


Рисунок 10 — Клієнтське підключення до брокера

Після підключення, на екрані з'явиться вікно, в якому користувач може працювати з ієрархічною структурою топіків (див. рис.11).



Рисунок 11 — Ієрархічна структура топіків при роботі з «MQTT Explorer»

Першим в даній ієрархії є топік, який ідентифікує шлюз – "**G0016**" (для шлюзу з серійним номером 22), де:

- G – належність до сімейства шлюзів GSMGate;
- 0016 – серійний номер шлюзу в шістнадцятковій системі числення.

Перший рівень ієрархії **"G0016"** вказується шлюзом як клієнт ID при підключенні до брокера, тому його не можна використовувати в якості клієнт ID для клієнтського з'єднання.

⚠ **При спробі зробити два підключення до брокера вказавши однакові клієнт ID, одне з них буде автоматично від'єднано.**

Наступними рівнями ієрархії є:

- “**/sys**” - системні топіки;
- “**/user**” - користувацькі топіки;
- “**/status**” - статус підключення до брокера.

⚠ **Всі нижче наведені назви топіків, які вказуються у даній інструкції, не включають перший рівень ієрархії, оскільки він індивідуальний для кожного шлюзу. Необхідно це враховувати при роботі.**

5.2 Системні топіки

Системні топіки (“**/sys**”) є невід’ємною частиною шлюзу та використовуються для налаштування та моніторингу стану роботи. Також, за допомогою системних топіків відбувається конфігурація **pub** та **sub** запитів. Системні топіки не можуть буди змінені користувачем. Вони мають наступні рівні ієрархії:

- “**/mon**” - моніторинг роботи шлюзу;
- “**/conf**”- налаштування шлюзу;
- “**/ctrl**” - керування шлюзом;
- “**/view**” - перегляд налаштувань.

Всі системні топіки публікуються шлюзом зі встановленим прапорцем “Retain”. Це означає, що при виконані клієнтського з'єднання клієнт отримає останні опубліковані дані за цими топіками одразу після підключення до брокера.

⚠ **Публікація системних топіків має пріоритет вищий за публікацію користувацьких топіків.**

Публікація системних топіків може бути одноразовою (після підключення до брокера) або періодичною. Одноразова публікація системного топіка відбувається відразу після підключення до брокера. Отже, при наявності перепідключень, публікації будуть повторюватись. Також одноразові публікації можуть виконуватись при змінах параметрів, які відображають ці топіки. Наприклад, при додаванні чи видаленні **pub** або **sub** запитів,

відбудеться публікація топіків *“/sys/mon/mqtt/pub_numb”* чи *“/sys/mon/mqtt/sub_numb”* відповідно.

Періодичність публікацій відбувається через вказаний користувачем проміжок часу (від 5 до 3600 сек).

Таблиця 3 – Перелік системних топіків шлюзу

Назва топіка	Опис	Публікація	Підписка
Моніторинг роботи шлюзу			
/sys/mon/gen/fw_ver	Версія прошивки шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/up_time	Час роботи з моменту ввімкнення	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/tx_byte	Переданий трафік (кБайт)[1]	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/rx_byte	Прийнятий трафік (кБайт)[1]	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/oper	Назва оператора мобільного зв'язку	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/ip	IP адреса шлюзу в мобільній мережі	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/grn	Стан рахунку (грн)	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/s_lvl	Рівень сигналу GSM модуля	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gsm/imei	IMEI GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/s800c_fw	Версія прошивки GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gsm/mb	Кількість доступного трафіку (Мб)	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gate_phone	Мобільний номер шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/user_phone	Мобільний номер телефону користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/fdo	Стан виходу FDO	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/di	Стан входу DI	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/init	Стан перемикача Init	Періодично	Відсутня
/sys/mon/broker/domain	Доменне ім'я брокера	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/port	Порт брокера	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/login	Ім'я користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/pass	Пароль користувача	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/broker/cid	Клієнт ID	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/baud	Швидкість мережі RS-485	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/par	Парність	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/rs485/stop	Кількість стопбіт	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/err	Кількість помилок MQTT	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/pow_cycl	Кількість комутацій живлення шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/r_pkt_sz	Розмір отриманого пакету	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/s_pkt_sz	Розмір надісланого пакету	Періодично	Відсутня
/sys/mon/rs485/err	Кількість помилок MODBUS	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/	Час повного циклу опитування Modbus	Періодично	Відсутня

1 - статистика не враховує додатковий трафік при передачі в GSM мережі.

rs485/cycle_time	регістрів (у мілісекундах)		
/sys/mon/gen/ fdo_delay_off	Час скидання виходу *fdo* (у сек), якщо зачення = 0, скидання не відбувається	Періодично	Відсутня
/sys/mon/mqtt/ id_pub_call	Номер користувацького pub запиту оповіщення	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/err	Кількість помилок MQTT	Періодично	Відсутня
/sys/mon/mqtt/tp_sent	Кількість надісланих топіків	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/tp_rcvd	Кількість отриманих топіків	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/mode	Режим роботи шлюзу	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/ reconn_numb	Кількість перепідключень до брокера	Періодично	Відсутня
/sys/mon/gen/ reconn_per	Час до повторного підключення до брокера (сек)	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/gen/tnps	Кількість топіків у буфері GSM модуля	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/sys_pub_per	Період публікації системних топіків (сек)	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/ pub_numb	Кількість користувацьких топіків pub	Одноразово	Відсутня
/sys/mon/mqtt/ sub_numb	Кількість користувацьких топіків sub	Одноразово	Відсутня
Налаштування шлюзу			
/sys/conf/broker	Налаштування підключення до брокеру	Відсутня	Є
/sys/conf/rs485	Налаштування інтерфейсу RS485	Відсутня	Є
/sys/conf/reconn_per	Час до повторного підключення до брокера (сек)	Відсутня	Є
/sys/conf/id_pub_call	Номер користувацького pub запиту оповіщення	Відсутня	Є
/sys/conf/gen/ fdo_delay_off	Час скидання виходу *fdo* (у сек), якщо зачення = 0, скидання не відбувається	Відсутня	Є
/sys/conf/tnps	Кількість топіків у буфері GSM модуля	Відсутня	Є
/sys/conf/mode	Режим роботи шлюзу	Відсутня	Є
/sys/conf/user_phone	Мобільний номер телефону користувача	Відсутня	Є
/sys/conf/gate_phone	Мобільний номер шлюзу	Відсутня	Є
/sys/conf/sys_pub_per	Період публікації системних топіків (сек)	Відсутня	Є
/sys/conf/readout	Запис налаштувань на microSD карту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/add	Додавання pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/add	Додавання sub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/del	Видалення pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/del	Видалення sub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/pub/view	Перегляд pub запиту	Відсутня	Є
/sys/conf/sub/view	Перегляд sub запиту	Відсутня	Є

Перегляд налаштувань			
/sys/view/pub	Перегляд налаштувань pub запиту	За запитом	Відсутня
/sys/view/sub	Перегляд налаштувань sub запиту	За запитом	Відсутня
/sys/view/broker	Перегляд параметрів підключення	За запитом	Відсутня
/sys/view/rs485	Перегляд налаштування інтерфейсу RS-485	За запитом	Відсутня
Керування шлюзом			
/sys/ctrl/fdo	Стан напівпровідникового виходу (0 або 1)	Відсутня	Є
/sys/ctrl/call	Дзвінок на номер користувача	Відсутня	Є
/sys/ctrl/reconn	Ініціалізація перепідключення до брокера	Відсутня	Є
/sys/ctrl/reset	Перезавантаження шлюзу	Відсутня	Є

5.3 Користувацькі топіки

Користувацькі топіки (“/user”) є результатом виконання **pub** і **sub** запитів та створюються користувачем при їх налаштуванні (описано в розділі 5.4.3 Налаштування запитів). Через дані топіки відбувається моніторинг та керування, під'єднаним до мережі RS-485, обладнанням.

При відсутності підключення до брокера (наприклад, у разі перепідключення) публікація у користувацькі топіки не відбувається, але весь цей час опитуються Modbus регістри, закріпленні за цими топіками. Після встановлення з'єднання, в топіки будуть опубліковані останні опитані значення регістрів, а попередні значення будуть втрачені.

Загальна кількість топіків - 256 (128 для **pub** запитів та 128 для **sub** запитів). При створені у **pub** та **sub** запитах назв топіків, користувачу рекомендується керуватися наступними правилами:

- назви топіків мають починатися з літер, написаних латиницею в нижньому регістрі;
- необхідно розділяти гілки топіків для **pub** та **sub** запитів, так як вони не повинні мати однакових назв. Це можна зробити додавши додаткові рівні ієрархії: “**pub**/butt/state” та “**sub**/butt/state”. В першому випадку в топік буде опубліковане (шлюзом) значення стану кнопки, а в другому, користувач може змінити стан кнопки, опублікувавши в топік (з комп’ютера чи телефона) необхідне значення;
- назву топіка краще зіставляти з функціональним призначенням або типом Modbus регістра, наприклад, “*/pub/plc/out/0_10v/ch_1*” або “*/pub/ir/ir_20*;
- всі топіки повинні мати чітку та зрозумілу ієрархічну структуру, наприклад, “*/pub/home/rooms/living/sens/air/temp*” або;

- для економії мобільного трафіку необхідно використовувати якомога коротші назви топіків, наприклад, для топіків в яких публікуються температура і вологість, краще використати скорочені назви — “/*pub/temp*” та “/*pub/hum*”, замість “*pub/temperature*” та “*pub/humidity*”.

5.4 Налаштування шлюзу

В залежності від поставленою перед шлюзом задачею, він має бути певним чином налаштований. Перелік налаштувань, що можуть бути змінені та методика їх зміни описано нижче. Загалом, всі налаштування можуть бути змінені тільки через системні топіки, які ієрархічно знаходяться на рівні “/sys/conf”.

 **При виконанні налаштування, за допомогою публікацій повідомлень у відповідні системні топіки, забороняється встановлювати прапорець “Retain”.**

5.4.1 Налаштування підключення до брокера

Для встановлення нових налаштувань брокера необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/broker” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “*new_*” є тими, які хоче встановити користувач) :

{
"domain":"*new_domain*",
"port":"*new_port*",
"login":"*new_login*",
"password":"*new_password*",
"client_id":"*new_client_id*"
}

Обмеження кількості символів у значенні параметру, що можна встановити:

- domain – 30;
- port – 6;
- login – 46;
- password – 78 ;
- client_id – 30.

Контролювати результат встановлення нових налаштувань можна переглядаючи топік “*/sys/view/broker”* — при успішному збережені в ньому одразу з'явиться відправлене JSON повідомлення.

5.4.2 Налаштування параметрів зв'язку RS-485

Для встановлення нових налаштувань зв'язку інтерфейсу RS-485 необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/rs485” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “*new_*” є тими, які хоче встановити користувач) :

{
"baud": "*new_baud*",
"parity": "*new_parity*",
"stop_bit": "*new_stop_bit*"
"poll_ms": "*new_poll_ms*"
}

Таблиця 4 - Можливі значення встановлюваних параметрів

Параметр		Значення
baud	Швидкість в мережі RS-485	9600, 19200, 38400, 115200
parity	Парність	0 — EVEN 1 — ODD 2 — NONE
stop_bit	Кількість стоп біт	1 —1 стоп біт 2 — 2 стоп біта
poll_ms	Значення затримки між надсиланнями запитів у мережу RS-485 (у мілісекундах)	1..500

Контролювати результат встановлення нових налаштувань можна переглядаючи системний топік “/*sys/mon/rs485”*.

У випадку встановлення некоректних параметрів з обладнанням втратиться зв'язок. Це відобразиться на світлодіодній індикації відсутністю блимання світлодіода “RX” групи “RS-485” - він буде світитись безперервно. Також, після десяти невдалих спроб вичитати Modbus регістр, вказаний у **pub** запиту, значення користувацького топіку для нього встановиться у “8888”. Але після першої вдалої спроби вичитати регістр, воно зміниться на вичитане значення.

5.4.3 Налаштування запитів

За допомогою системних топіків “*/sys/conf/pub*” та “*/sys/conf/sub*”, відбувається додавання, видалення та перегляд **pub** та **sub** запитів.

1. ***Додавання запиту.*** Для додавання нового запиту, в залежності від його типу, необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/pub/add“ або “/sys/conf/sub/add” повідомлення в форматі JSON з наступним вмістом (де значення з префіксом “*new_*” є тими, які хоче встановити користувач) :

{
"topic_name":"*new_topic_name*",
"qos":"*new_qos*",
"retain":"*new_retain*",
"slave":"*new_slave*",
"reg_addr":"*new_reg_addr*",
"reg_type":"*new_reg_type*",
"pld_type":"*new_pld_type*",
"pld_param":"*new_pld_param*",
"diff":"*new_diff*"
}

Новий запит додається в кінець загального переліку запитів. Якщо перелік запитів містить максимальну кількість (128 для **pub** або **sub**), новий запит не збережеться.

Контролювати результат додавання можна переглядаючи топіки *“/sys/view/pub” або* “*/sys/view/sub”* — при успішному збережені в ньому одразу з'явиться відправлене JSON повідомлення. Також, загальний лічильник запитів повинен збільшиться на одиницю (системні топіки “*/sys/mon/mqtt/pub_numb” або* “*/sys/mon/mqtt/sub_numb”*).

При додаванні **pub** запиту, шлюз одразу почне його відпрацьовувати. Необхідно враховувати, що до назви топіка, яку вказує користувач у **pub** запиті, при публікації його шлюзом, у вигляді префікса, додається перший рівень ієрархії та user рівень — “**GXXXX/user/**”. Рекомендується додавати запити зі встановленим прапорцем “Retain”. Це в подальшому дасть змогу отримати останні опубліковані дані за цими топіками, одразу після підключення клієнта до брокера, навіть у випадку відсутності зв'язку зі шлюзом.

При додаванні **sub** запиту, в його назві необхідно вказати відповідний префікс “**GXXXX/user/***”*. Якщо цього не зробити, то при використанні безкоштовного брокера компанії “Церта”, при спробі підписатись на цей топік, відбудеться від'єднання від брокера. Це пов'язано з налаштуванням брокера на ізоляцію клієнтів — кожний шлюз має свою зону видимості (починаючи з рівня, де вказано його серійний номер). При використані власного брокера такого обмеження не буде. Після додавання **sub** запитів, для їх застосування, потрібно зробити перепідключення до брокера за допомогою публікації “1” в топік керування “*/sys/ctrl/reconn”,* після чого відбудеться підписка на додані топіки.

Таблиця 5 – Перелік налаштувань запиту

Параметр	Опис	Значення
topic_name	Назва топіку	не більше 47 символів
qos	Рівень якості обслуговування	0, 1, 2
retain	Прапорець збереження останнього повідомлення брокером	0 – не зберігається 1 – зберігається
slave	Адреса пристрою в мережі RS-485	1..247
reg_addr	Адреса Modbus регістру	0..65535
reg_type	Тип Modbus регістру	1 – input 2 – coil 3 – input register 4 – holding register
pld_type	Тип даних, який використовується у MQTT повідомлені (див. Таблиця 6 – Діапазон значень)	0 - ціле 1 – з десятими 2– з сотими 3– з тисячними 4 – бітова маска 5 – 32 бітне значення
pld_param	Додатковий параметр для переданого типу даних (див. Таблиця 6 – Діапазон значень)	0..16
diff	Порогове значення параметра, перевищення або зменшення якого викличе публікацію топіка брокеру. Якщо він дорівнює 0, публікуються всі нові значення, які відрізняються від попередніх. Для **sub** запитів даний параметр не враховується.	0..65535

Таблиця 6 – Діапазон значень

Тип даних (*pld_type*)	Додатковий параметр (*pld_param*)	Точність	Діапазон знакових значень	Діапазон беззнакових значень	Дільник
0	0 – беззнакове число 1 – знакове число	1	-32767…32767	0…65535	-
1		0.1	-3276,7…3276,7	0…6553,5	10
2		0.01	-327,67…327,67	0…655,35	100
3		0.001	-32,767…32,767	0…65,535	1000
4	0..16 – номер біта Modbus регістру	1	-	0..1	-
5	0 – MSB (16-31) | LSB (0-15) 1 – LSB (0-15) | MSB (16-31)	1	-	0..4 294 967 295	-

2. **Видалення запиту**. Для видалення запиту, в залежності від його типу, необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/pub/del” або “/sys/conf/sub/del” номер необхідного запиту. Після видалення можна переглянути оновлений список запитів, який повинен зменшитись на одиницю.

3. **Перегляд запиту.** Для перегляду налаштування запиту, в залежності від його типу, необхідно опублікувати в топік “/sys/conf/pub/view” або “/sys/conf/sub/view” номер запиту. Після цього шлюз опублікує всі налаштування даного запиту у топік “/sys/view/pub” або “/sys/view/sub”.

5.4.4 Додаткові налаштування

Для гнучкого налаштування шлюзу необхідно виконати додаткові налаштування. Всі ці налаштування мають значення за замовчуванням. Зміна налаштувань відбувається публікацією у відповідні системні топіки нових значень. Перелік налаштувань та механізм їх зміни наведено нижче.

1. **Час очікування повторного підключення до брокера**. Використовується для затримки, яка відбувається після відключення від брокера. По завершенню цієї затримки відбувається повторне підключення (вказується в секундах). Допустимі значення від 5 до 120 сек. За замовчування має значення 20 сек. Для зміни цього значення необхідно зробити публікацію в топік “/sys/conf/reconn_per” нового значення. Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/mon/gen/reconn_per”.

2. **Кількість топіків у буфері GSM модуля (TNPS).** Виходячи з обмеженості оперативної пам'яті шлюзу, необхідно контролювати розмір заповнення буфера GSM модуля. Збільшення цього параметри збільшить швидкість обміну шлюзу з брокером, але може виникнути переповнення буфера, в результаті чого виникне помилка відправлення топіка (помилка MQTT) з подальшим відключенням від брокера. Для уникнення такої ситуації необхідно притримуватися двох речей — тримати цей параметр в діапазоні від 5 до 15 та використовувати скорочені назви користувацьких топіків. Допустимі значення від 5 до 25 символів. Значення за замовчуванням — 5. Щоб змінити це значення необхідно зробити публікацію в топік “/sys/conf/tnps” (topics number per send) нового значення. Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/mon/gen/tnps”.

3. **Мобільний номер користувача.** Значення за замовчуванням — +380001234567. Щоб змінити це значення необхідно зробити публікацію в топік “/sys/conf/user_phone”

нового значення номеру у форматі +38 [код оператора][номер телефону]. Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/mon/gen/user_phone”.

4. **Мобільний номер шлюзу.** Номер встановленої у шлюз SIM карти. Вказується користувачем шлюзу з метою контролю. Цей параметр зручно використовувати, коли необхідно поповнити рахунок. Значення за замовчуванням — +380001234567. Щоб змінити це значення, необхідно зробити публікацію в топік “/sys/c*onf*/gate_phone” нового значення номера у форматі +38 [код оператора][номер телефону]. Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/*mon/gen/gate_phone”*.

5. **Користувацький pub запит оповіщення.** Використовується у якості номера **pub** запиту. Значення за замовчуванням — 0 (оповіщення не відбувається). Допустимі значення від 1 до 64. Щоб змінити це значення, необхідно зробити публікацію в топік *“/sys/conf/id_pub_call” нового значення.* Подивитись поточне значення можна в топіку *“/sys/mon/mqtt/id_pub_call”*.

6. **Режим роботи**. Використовується для встановлення режиму роботи. На даний момент основним і єдиним режимом є шлюз Modbus <> MQTT. В наступних релізах прошивки планується підтримка різноманітних хмарних сервісів. Щоб змінити це значення необхідно зробити публікацію в топік “/sys/conf/mode” нового (в даній версії прошивки не змінюється). Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/mon/gen/mode”.

7. **Період публікації системних топіків**. Використовується як проміжок часу перед наступною публікацією системних топіків (тільки для топіків з періодичною публікацією). Вказується в секундах. Допустимі значення від 20 до 3600 сек. За замовчування має значення 60 сек. Щоб змінити це значення необхідно зробити публікацію в топік “/sys/conf/sys_pub_per” нового значення. Подивитись поточне значення можна в топіку “/sys/mon/gen/sys_pub_per ”.

   Зменшення цього часу може привести до втрати публікацій користувацьких топіків, а значне збільшення — затримку в оновленні інформації про роботу шлюзу. Рекомендується встановлювати час в діапазоні 60 — 300 секунд.

5.4.5 Скидання до заводських налаштувань.

У випадку, коли у користувача виникне необхідність зробити скидання шлюзу до заводських налаштувань, це можна виконати наступним чином:

- вимкнути живлення шлюзу;

- натиснути й утримувати сервісну кнопку (див. *Рисунок 2 — Зовнішня будова, сервісна кнопка*) ;
- подати напругу живлення на шлюз;
- дочекатися блимання світлодіодів (див. Таблиця 2 — Світлодіодна індикація) та відпустити сервісну кнопку.

При виконанні скидання налаштувань відбувається повне стирання всіх **pub** та **sub** запитів, встановлюються параметри підключення налаштовані на брокер компанії “Церта”, а всі інші налаштування приймають значення за замовчуванням.

5.5 Оповіщення користувача

В деяких випадках є необхідність сповістити користувача про виникнення аварійної чи позаштатної ситуації в роботі, під'єднаного до мережі RS-485, обладнання. Шлюз дозволяє це зробити за допомогою виконання дзвінка на телефон користувача. Побачивши виклик зі збереженого номеру шлюзу, користувачу рекомендується під'єднатися до брокера та перевірити стан роботи обладнання.

Необхідною умовою такого оповіщення є наявність відповідного налаштування. Для цього необхідно зробити наступне:

- створити **pub** запит;
- записати в налаштування оповіщення (системний топік*“/sys/conf/id_pub_call”*) номер створеного **pub** запиту;
- вказати мобільний номер користувача.

Після внесення вказаних налаштувань, шлюз циклічно перевірятиме значення Modbus регістра, закріпленого за створеним **pub** запитом. Якщо значення змінилось з довільного на «1», відбудеться одноразове оповіщення. Для повторного оповіщення треба записати в Modbus регістр значення відмінне від одиниці, та знову записати в нього одиницю.

На час виконання оповіщення не передається інформації через GPRS з'єднання – pub та sub не виконуються, а системні топіки не публікуються. Тривалість виклику 30 сек.

За бажанням користувач може виконати оповіщення в ручному режимі, для цього потрібно опублікувати в топік “/sys/ctrl/call” значення «1». Це можна зробити програмою “MQTT Explorer”, мобільним телефоном, або довільною IoT платформою.

6. Монтаж шлюзу

6.1 Вимоги до місця встановлення

Шлюз повинен встановлюватися у закритому, вибухобезпечному та пожежобезпечному приміщенні з робочими умовами експлуатації:

- температура навколишнього середовища від +0 °С до +45 °С;
- відносна вологість до 80%;
- вібрація місць кріплення з частотою не вище 25 Гц та з амплітудою не більше 0,1 мм;
- навколишнє середовище не повинно містити агресивних парів та газів.

6.2 Розміщення шлюзу в шафі

Конструкція шафи повинна забезпечувати захист шлюзу від попадання в нього вологи, бруду та сторонніх предметів.

Закріпити шлюз на DIN-рейці защіпкою вниз. При розміщенні шлюзу слід пам'ятати, що при експлуатації відкриті струмопровідні елементи можуть бути під напругою, небезпечною для людського життя. Доступ до таких шаф дозволено лише кваліфікованим фахівцям.

При розміщенні шлюзу в шафі для забезпечення вільної циркуляції повітря відстань верхньої, нижньої та бічних поверхонь шафи від пристроїв живлення контролера повинна становити не менше 50 мм.

6.3 Загальні вимоги до монтажу

1. Сигнальні лінії підключати екранованим кабелем. Обплетення кабелю заземлювати в одній точці;
2. Використовувати кабель відповідного перерізу та типу.

Приклади підключення зовнішніх кіл наведено в Додаток А. Розташування клем і приклад зовнішніх підключень .

6.4 Організація живлення шлюзу

Електричне живлення шлюзу здійснюється від джерела змінної або постійної напруги 10..24 В.

6.5 Підключення інтерфейсу RS-485

Підключення інтерфейсу RS-485 проводити екранованою витою парою з хвильовим опором 120 Ом. Дозволяється використовувати стандартний екранований кабель STP.

Обплетення кабелю заземлювати в одній точці (на одному кінці кабелю). Обплетення всіх сегментів кабелю з'єднати між собою.

Не прокладайте інтерфейсний кабель в одному лотку або каналі з силовими кабелями.

Нульові точки всіх пристроїв (клема G) з'єднувати за допомогою окремого провідника в кабелі (окремої пари в кабелі STP).

⚠ **Забороняється з'єднувати нульові точки з обплетенням кабелю.**

Термінальні резистори 120 Ом для швидкості 9600 біт/с допускається не використовувати. При такій швидкості їх наявність не має сенсу, оскільки явище відображення сигналу не проявляє себе на довжині лінії до 2 км.

Приклад підключення кабелю RS-485 показаний рисунку 12.

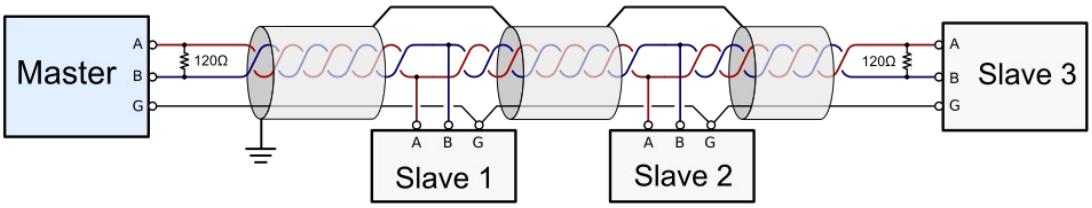
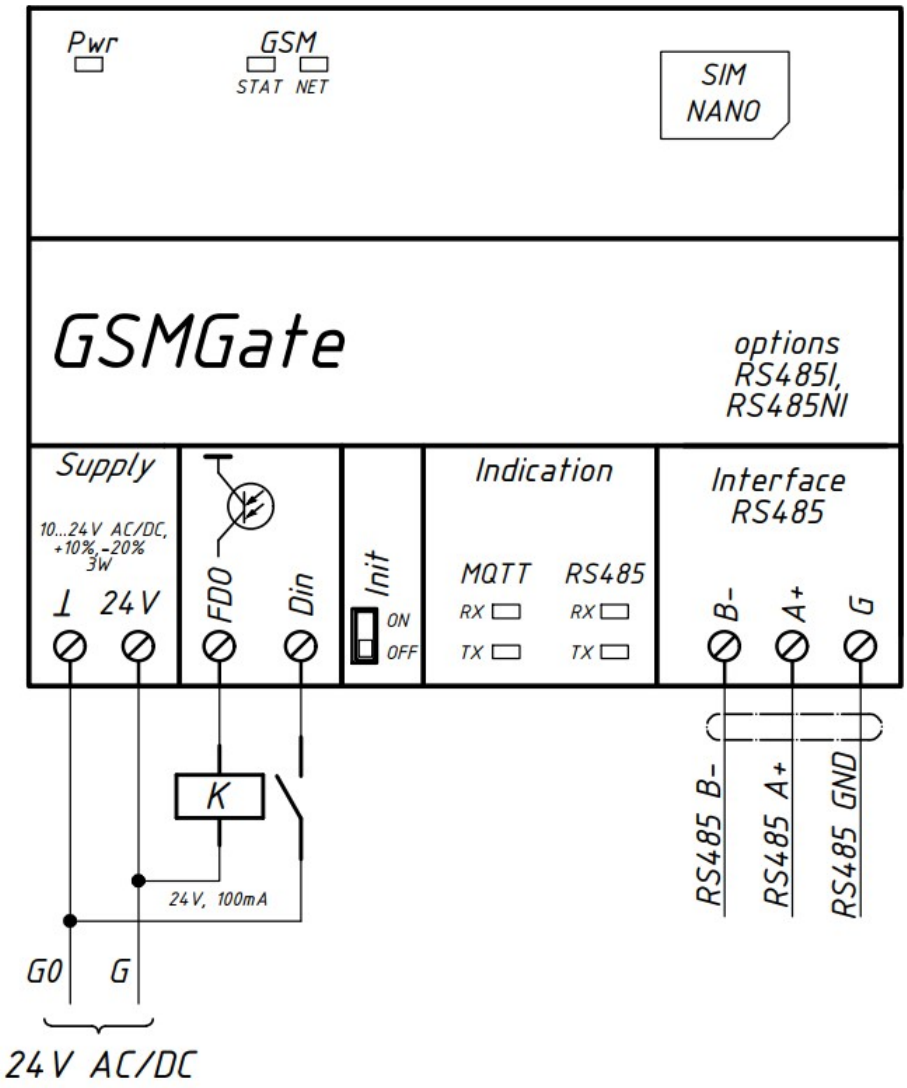


Рисунок 12

Додаток А. Розташування клем і приклад зовнішніх підключень

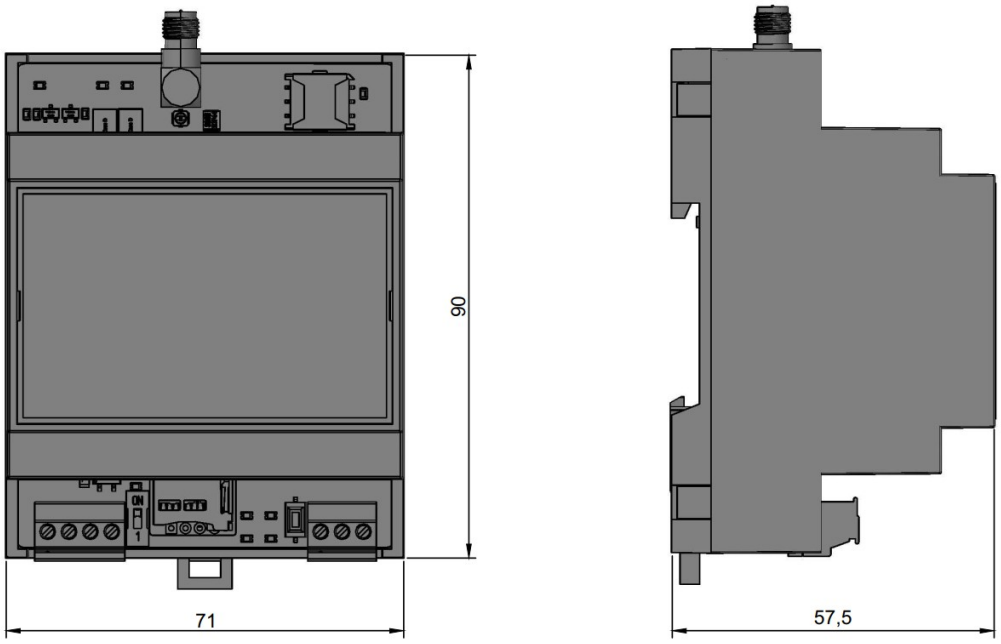
УВАГА! *Усі маніпуляції з клемами контролера проводити при відключеному живленні.*



Додаток Б. Габаритні розміри

Прилад призначений для монтажу на DIN-рейку. Розмір: 4 модулі.

Габаритні розміри вказані в міліметрах.



Додаток Б

Pioneering for You

Wilo-Control EC-L



uk Інструкція з монтажу та експлуатації

2543252 • Ed.04/2022-09 [HW: 1&2 / SW: 2.x]



Control EC-L
https://qr.wilo.com/1401

Зміст

1 Загальні положення 4
- 1.1 Про цю інструкцію 4
- 1.2 Авторське право 4
- 1.3 Право на внесення змін 4
- 1.4 Відмова від гарантійних зобов'язань та відповідальності 4

2 Заходи безпеки 4
- 2.1 Позначення правил техніки безпеки 4
- 2.2 Кваліфікація персоналу 5
- 2.3 Електричні роботи 6
- 2.4 Контрольні прилади 6
- 2.5 Роботи з монтажу/демонтажу 6
- 2.6 Під час експлуатації 6
- 2.7 Роботи з технічного обслуговування 6
- 2.8 Обов'язки керівника 7

3 Застосування/використання 7
- 3.1 Використання за призначенням 7
- 3.2 Застосування не за призначенням 7

4 Опис виробу 7
- 4.1 Конструкція 7
- 4.2 Принцип роботи 8
- 4.3 Режими роботи 8
- 4.4 Технічні характеристики 8
- 4.5 Входи та виходи 8
- 4.6 Типовий код 9
- 4.7 Експлуатація з електронним керуванням пуском 9
- 4.8 Установка у вибухонебезпечних зонах 9
- 4.9 Комплект постачання 10
- 4.10 Додаткове приладдя 10

5 Транспортування та зберігання 10
- 5.1 Поставка 10
- 5.2 Транспортування 10
- 5.3 Зберігання 10

6 Встановлення 10
- 6.1 Кваліфікація персоналу 10
- 6.2 Види встановлення 10
- 6.3 Обов'язки керівника 10
- 6.4 Монтаж 11
- 6.5 Електричне під'єднання 13

7 Обслуговування 26
- 7.1 Принцип роботи 27
- 7.2 Режими роботи 28
- 7.3 Керування меню 30
- 7.4 Тип меню: головне меню або меню Easy Actions 30
- 7.5 Виклик меню 30
- 7.6 Швидкий доступ Easy Actions 30
- 7.7 Заводські налаштування 31

8 Введення в експлуатацію 31
- 8.1 Обов'язки керуючого 31
- 8.2 Введення в експлуатацію у вибухонебезпечних зонах 31
- 8.3 Під'єднання сигнальних датчиків і насосів у вибухонебезпечних зонах 32
- 8.4 Увімкнення пристрою 32
- 8.5 Запустити початкову конфігурацію 33
- 8.6 Запуск автоматичного режиму 47
- 8.7 Під час експлуатації 48

9 Виведення з експлуатації 50
- 9.1 Кваліфікація персоналу 50
- 9.2 Обов'язки керівника 50
- 9.3 Виведення з експлуатації 50
- 9.4 Демонтаж 50

10 Утримання в справному стані 51
- 10.1 Інтервали техобслуговування 51
- 10.2 Роботи з технічного обслуговування 51
- 10.3 Індикація для інтервалу технічного обслуговування 52

11 Несправності, їх причини та усунення 52
- 11.1 Обов'язки керівника 53
- 11.2 Індикація несправності 53
- 11.3 Підтвердження помилок 53
- 11.4 Накопичувач помилок 54
- 11.5 Коди помилок 54
- 11.6 Подальші дії з усунення несправностей 55

12 Видалення відходів 55
- 12.1 Акумулятор 55
- 12.2 Інформація про збирання відпрацьованих електричних та електронних виробів 55

13 Додаток 56
- 13.1 Вибухонебезпечні зони: під'єднання датчиків сигналів і насосів 56
- 13.2 Повний опір системи 57
- 13.3 Огляд символів 58
- 13.4 Огляд схеми з'єднань 59
- 13.5 ModBus: Типи даних 60
- 13.6 ModBus: огляд параметрів 61

1 Загальні положення

1.1 Про цю інструкцію

Ця інструкція є складовою виробу. Дотримання інструкції є передумовою для правильного поводження та використання:

- Перед виконанням будь-яких робіт ретельно прочитати інструкцію.
- Інструкція завжди має бути доступною.
- Дотримуватися всіх вказівок щодо виробу.
- Дотримуватися позначень на виробі.

Мова оригінальної інструкції з експлуатації — німецька. Усі інші мови цієї інструкції є перекладами оригінальної інструкції з експлуатації.

1.2 Авторське право

WILO SE © 2022

Передавання, а також розмноження цього документа, перероблення та розголошення його змісту заборонено, якщо немає чітко висловленої згоди. Порушення авторського права переслідується законом. Усі права застережено.

1.3 Право на внесення змін

Wilo залишає за собою право змінювати наведені дані без попередження та не несе відповідальності за технічні неточності та/або пропускання. Використовувані малюнки можуть відрізнятися від оригіналу та призначені виключно для схематичного представлення виробу.

1.4 Відмова від гарантійних зобов'язань та відповідальності

Wilo не несе гарантійних зобов'язань або відповідальності у таких випадках:

- неякісний розрахунок параметрів через помилкові або неправильні дані від керуючого або замовника;
- недотримання цієї інструкції;
- застосування не за призначенням;
- неналежне зберігання або транспортування;
- помилки монтажу або демонтажу;
- неналежне технічне обслуговування;
- недозволений ремонт;
- неналежна основа для встановлення;
- хімічний, електричний або електромеханічний впливи;
- зношення.

2 Заходи безпеки

Ця глава містить основні вказівки щодо окремих етапів життєвого циклу виробу. Нехтування цими вказівками тягне за собою зазначені далі небезпеки.

- Небезпека для людей через електричні, електромагнітні та механічні впливи.
- Небезпека для навколишнього середовища через витік небезпечних матеріалів.
- Матеріальні збитки.
- Порушення важливих функцій.

Недотримання вказівок призводить до втрати права на відшкодування збитків.

Додатково дотримуйтесь інструкцій та правил техніки безпеки, наведених у наступних главах!

2.1 Позначення правил техніки безпеки

У цій інструкції з монтажу та експлуатації використовуються правила техніки безпеки для уникнення пошкоджень майна та травмування персоналу, які представлені по-різному.

- Вказівки з техніки безпеки для уникнення шкоди для людей починаються з сигнального слова та мають попереду відповідний **символ**.

НЕБЕЗПЕКА

Вид та джерело небезпеки

Наслідки небезпеки та інструкції щодо її уникнення.

- Правила техніки безпеки для уникнення пошкоджень майна починаються з сигнального слова та наводяться **без** символу.

ОБЕРЕЖНО

Вид та джерело небезпеки

Наслідки або інформація.

Сигнальні слова

- **Небезпека!**
  Нехтування призводить до смерті або тяжких травм!
- **Попередження!**
  Нехтування може призвести до (дуже тяжких) травм!
- **Обережно!**
  Нехтування може призвести до матеріальних збитків, можливий повне пошкодження.
- **Вказівка!**
  Корисна вказівка щодо використання виробу.

Розмітки тексту

✓ Передумова

1. Робочий етап / перелік

⇒ Вказівка/інструкція

▶ Результат

Символи

У цій інструкції використовуються наведені нижче символи.



Небезпека через електричну напругу



Небезпека через вибухонебезпечну атмосферу



Корисна вказівка

2.2 Кваліфікація персоналу

- Персонал пройшов інструктаж із чинних місцевих правил запобігання нещасним випадкам.
- Персонал прочитав і зрозумів інструкцію з монтажу та експлуатації.
- Роботи з електрообладнанням: кваліфікований електрик. Особа, яка має відповідну спеціальну освіту, знання та досвід і може розпізнавати пов'язані з електрикою небезпеки й уникати їх.
- Роботи з монтажу/демонтажу: кваліфікований електрик

Знання про інструменти та матеріали для кріплення для різних конструкцій

- Обслуговування/керування: Обслуговуючий персонал, проінструктований щодо принципу функціонування усієї установки.

2.3 Електричні роботи

- Проведення робіт на електроустаткуванні доручайте тільки електрику.
- Перед початком будь-яких робіт від'єднайте виріб від електромережі й захистіть від повторного увімкнення.
- Під час приєднання до електромережі дотримуйтеся місцевих приписів.
- Дотримуйтеся вимог місцевої енергетичної компанії.
- Заземліть виріб.
- Дотримуйтесь технічних характеристик.
- Негайно замініть несправний під'єднувальний кабель.

2.4 Контрольні прилади

Запобіжний вимикач

Розмір і комутаційна характеристика запобіжних вимикачів залежать від номінального струму під'єднаних споживачів.

Дотримуйтеся місцевих приписів.

2.5 Роботи з монтажу/демонтажу

- На місці застосування дотримуйтесь чинного законодавства і приписів щодо безпеки праці й запобігання нещасним випадкам.
- Від'єднайте виріб від електромережі й захистіть від повторного увімкнення.
- Використовуйте відповідний матеріал для кріплення до наявної основи.
- Виріб не захищений від проникнення вологи. Виберіть відповідне місце для монтажу!
- Під час монтажу не деформуйте корпус. Ущільнення можуть стати негерметичними, що впливає на вказаний клас захисту IP.
- **Не** встановлюйте виріб у вибухонебезпечних зонах.

2.6 Під час експлуатації

- Виріб не захищений від проникнення вологи. Дотримуйтеся класу захисту IP54.
- Температура навколишнього середовища: –30 °C ... +50 °C.
- Максимальна вологість повітря: 90 %, без конденсації.
- Не відкривайте прилад керування.
- Про будь-які несправності або неполадки оператор повинен негайно повідомляти відповідальній особі.
- У разі пошкодження виробу або під'єднувального кабелю негайно вимкніть виріб.

2.7 Роботи з технічного обслуговування

- Не застосовуйте агресивних або абразивних очищувачів.

- Виріб не захищений від проникнення вологи. Не занурюйте його в рідину.
- Виконуйте лише роботи з технічного обслуговування, зазначені в цій інструкції з монтажу та експлуатації.
- Для технічного обслуговування та ремонту дозволяється використовувати лише оригінальні запчастини виробника. Застосування інших запчастин, відмінних від оригінальних, звільняє виробника від будь-якої відповідальності.

2.8 Обов'язки керівника

- Надати персоналу інструкцію з монтажу та експлуатації відповідною мовою.
- Забезпечити необхідне навчання персоналу для виконання зазначених робіт.
- Установлені на виробі таблички із заходами безпеки та вказівками утримувати постійно в придатному для читання стані.
- Провести інструктаж персоналу щодо принципу функціонування установки.
- Виключити ризик ураження електричним струмом.
- Задля безпеки робочого процесу визначити розподіл обов'язків персоналу.

Дітям та особам віком до 16 років або з обмеженими фізичними, сенсорними чи психічними можливостями забороняється працювати з виробом. Особи віком до 18 років повинні знаходитися під наглядом фахівця.

3 Застосування/використання

3.1 Використання за призначенням

Прилад керування призначений керування щонайбільше трьома насосами залежно від рівня.

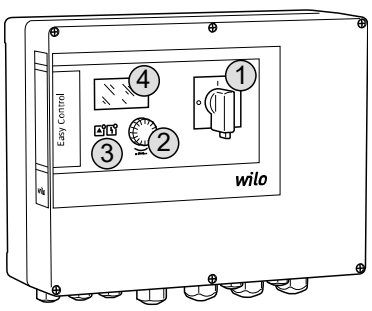
Застосування за призначенням передбачає також дотримання цієї інструкції. Будь-яке застосування, крім вищезазначеного, уважається таким, що не відповідає призначенню.

3.2 Застосування не за призначенням

- Установка у вибухонебезпечних зонах.
- Затоплення приладу керування.

4 Опис виробу

4.1 Конструкція



1	Головний вимикач
2	Кнопка керування
3	Світлодіодні індикатори
4	РК-дисплей

На передній частині комутаційного пристрою розташовані такі основні компоненти:

- Головний вимикач вмикає та вимикає прилад керування (не у виконанні EMS).
- кнопка керування для вибору пунктів меню та введення параметрів;
- світлодіоди для індикації фактичного робочого стану;
- РК-дисплей для індикації фактичних експлуатаційних даних, а також для відображення окремих пунктів меню.

Fig. 1: Передня частина приладу керування

4.2 Принцип роботи

Контроль рівня відбувається як регулювання за принципом «увімкнено–вимкнено» для кожного насоса. Залежно від рівня наповнення насоси окремо автоматично вмикаються і вимикаються. При досягненні рівня сухого ходу або підвищеного рівня води активується візуальна сигналізація. Додатково примусово вимикаються всі насоси. Несправності реєструються та зберігаються в накопичувачі помилок.

Індикація фактичних експлуатаційних даних і станів відображується на РК–дисплеї та за допомогою світлодіодів. Обслуговування та введення робочих параметрів здійснюються за допомогою поворотної ручки.

ВКАЗІВКА! Control EC–L3 ...: У разі здійснення контролю рівня за допомогою поплавкових вимикачів можна керувати максимум двома насосами!

4.3 Режими роботи

Прилад керування можна використовувати для двох різних режимів роботи:

- Спорожнення (drain)
- Заповнення (fill)

Вибір цих режимів здійснюється за допомогою меню.

Режим роботи «Спорожнення»

Резервуар або колодязь спорожнюються. Під'єднані насоси під час підвищення рівня вмикаються, а коли рівень падає, вимикаються.

Режим роботи «Заповнення»

Резервуар заповнюється. Коли рівень падає, під'єднані насоси вмикаються, а коли зростає, вимикаються.

4.4 Технічні характеристики

Дата виготовлення*	Див. заводську табличку
Під'єднання до мережі	1~220/230 В, 3~380/400 В
Частота мережі	50/60 Гц
Макс. споживання енергії на кожний насос	12 А
Макс. номінальна потужність на кожний насос	4 кВт
Тип увімкнення насоса	Пряме
Температура навколишнього середовища/робоча температура	–30 °C ... +50 °C
Температура зберігання	–30 °C ... +60 °C
Максимальна відносна вологість повітря	90 %, без конденсації
Клас захисту	IP54
Електрична безпека	Ступінь забруднення II
Напруга керування	24 В=/~
Матеріал корпусу	Полікарбонат, стійкий до УФ–випромінювання

Дані версій Hardware (HW) і Software (SW) зазначені на заводській табличці!

* Дата виготовлення вказується відповідно до ISO 8601: JJJJWww

- JJJJ — рік.
- W — скорочення для тижня.
- ww — календарний тиждень.

4.5 Входи та виходи

Входи	Версія Hardware	Кількість входів		
		EC–L1 ...	EC–L2 ...	EC–L3 ...
Контроль рівня				
Давач рівня	усі	1	1	1
Поплавковий вимикач	усі	2	3	3
Електрод	Від HW 2	2	3	–
Занурювальний дзвін	усі	1	1	1
Підвищений рівень води				

Входи	Версія Hardware	Кількість входів		
		EC-L1 ...	EC-L2 ...	EC-L3 ...
Поплавковий вимикач	усі	1	1	1
Електрод	Від HW 2	1	1	–
Рівень сухого ходу/визначення нестачі води				
Поплавковий вимикач	усі	1	1	1
Електрод	Від HW 2	1	1	–
Контроль насоса				
Термічний контроль обмотки (біметал)	усі	1	2	3
Термічний контроль обмотки (PTC)	усі	–	–	–
Контроль герметичності (електрод)	усі	1	2	3
Інші входи				
Extern OFF: для дистанційного вимкнення всіх насосів У режимі роботи «Заповнення» через цей вхід здійснюється захист від сухого ходу.	усі	1	1	1

Виходи	Версія Hardware	Кількість входів		
		EC-L1 ...	EC-L2 ...	EC-L3 ...
Безпотенційні контакти				
Узагальнений сигнал про несправності (перемикальний контакт)	усі	1	1	1
Узагальнений сигнал про роботу (перемикальний контакт)	усі	1	1	1
Роздільний сигнал про несправність (нормальнозамкнутий контакт (NC))	усі	1	2	3
Роздільна сигналізація про роботу (нормальнорозімкнутий контакт (NO))	усі	1	2	3
Інші виходи				
Вихід потужності (значення під'єднання: 24 В=, макс. 4 ВА) Наприклад: для під'єднання зовнішньої аварійної сигналізації (лампочка або гудок)	усі	1	1	1
Індикація фактичного значення рівня (0...10 В=)	усі	1	1	1

4.6 Типовий код

Приклад: Wilo-Control EC-L 2x12A-MT34-DOL-WM-X	
EC	Прилад керування Easy Control для насосів із фіксованою кількістю обертів
L	Виконання Lift для підняття води
2x	Макс. кількість приєднуваних насосів
12A	Макс. номінальний струм в амперах на кожен насос
MT34	Під'єднання до мережі: • M — однофазний струм (1~220/230 В) • T34 — трифазний струм (3~380/400 В)
DOL	Тип увімкнення насоса: прямий
WM	Настінний монтаж
X	Виконання: • EMS — без головного вимикача (мережевий розмикач встановлюється на місці!) • IPS — із вбудованим датчиком тиску для під'єднання занурювального дзвону

4.7 Експлуатація з електронним керуванням пуском

Комутаційний пристрій під'єднується безпосередньо до насоса й до електромережі. Проміжне ввімкнення інших електронних органів керування пуском, наприклад частотного перетворювача, заборонене!

4.8 Установка у вибухонебезпечних зонах

Прилад керування не має власного класу захисту для використання у вибухонебезпечних зонах. **Не** встановлюйте комутаційний пристрій у вибухонебезпечних зонах!

4.9 Комплект постачання

- Прилад керування
- Інструкція з монтажу та експлуатації

4.10 Додаткове приладдя

- Поплавковий вимикач для забруднених/стічних вод
- Давач рівня 4...20 мА
- Датчик рівня
- Занурювальний дзвін і система барботажної аерації
- Сигнальна лампа 24 В=
- Проблисковий світловий сигнал 230 В~
- Гудок 230 В~
- Акумулятор для аварійної сигналізації незалежно від мережі
- Вибухозахисне роздільне реле
- Бар'єр Зенера

5 Транспортування та зберігання

5.1 Поставка

Після надходження виробу його потрібно негайно перевірити на наявність недоліків (пошкодження, комплектність). Всі наявні недоліки слід зазначити в транспортних документах й вказати на них транспортному підприємству або виробнику ще в день отримання. Скарги на недоліки, подані пізніше, не мають сили.

5.2 Транспортування

ОБЕРЕЖНО

Намочені упаковки можуть розірватися!

Незафіксований виріб може впасти на землю та пошкодитися. Слід обережно підняти намочене пакування та негайно його замінити!

- Очистіть прилад керування.
- Герметично закрийте отвори корпусу.
- Слід використовувати ударостійку й водонепроникну упаковку.

5.3 Зберігання

- Упакуйте комутаційний пристрій в пило- та водонепроникну упаковку.
- Температура зберігання: –30 °C ... +60 °C, макс. відносна вологість повітря: 90 %, без конденсації.
- Рекомендується зберігання в захищеному від морозу приміщенні за температури від 10 °C до 25 °C з відносною вологістю 40 ... 50 %.
- Обов'язково уникайте утворення конденсату!
- Щоб вода не потрапила до корпусу, закрийте всі відкриті кабельні нарізні з'єднання.
- Установлені кабелі потрібно захищати від перегинання, пошкодження та потрапляння вологи.
- Щоб уникнути пошкодження компонентів, прилад керування слід захищати від прямих сонячних променів та спеки.
- Після зберігання очистіть прилад керування.
- У разі проникнення води або утворення конденсату всі електронні компоненти перевіряються на правильне функціонування. Зверніться за консультацією до сервісного центру!

6 Встановлення

- Перевірте прилад керування на наявність пошкоджень при транспортуванні. **Не** встановлюйте несправний прилад керування!
- Під час проектування та експлуатації електронної системи керування дотримуйтесь місцевих приписів.

6.1 Кваліфікація персоналу

- Роботи з електрообладнанням: кваліфікований електрик.
  Особа, яка має відповідну спеціальну освіту, знання та досвід і може розпізнавати пов'язані з електрикою небезпеки й уникати їх.
- Роботи з монтажу/демонтажу: кваліфікований електрик
  Знання про інструменти та матеріали для кріплення для різних конструкцій

6.2 Види встановлення

- Настінний монтаж.

6.3 Обов'язки керівника

- Монтажне приміщення повинне бути чистим, сухим і вільним від вібрації.
- Монтажне приміщення захищене від затоплення.

- Запобігати впливу на прилад керування прямих сонячних променів.
- Монтажне приміщення має бути поза вибухонебезпечними зонами.

6.4 Монтаж



НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху при установці приладу керування у вибухонебезпечних зонах!

Прилад керування не має власного клас захисту для експлуатації у вибухонебезпечних зонах, а тому його завжди необхідно монтувати поза цими зонами! Електричне підключення має виконувати електрик.

- Датчик рівня й під'єднувальний кабель підготувати на місці встановлення.
- Під час прокладання кабелів переконайтеся, що жодні натяги, перегини або стиснення не пошкодять кабель.
- Перевірте поперечний переріз, довжину й обраний спосіб прокладення кабелю.
- Закрийте кабельні вводи, які не використовуються.
- Рекомендовані умови навколишнього середовища:
  - температура навколишнього середовища / робоча температура: –30 °C ... +50 °C;
  - відносна вологість повітря: 40 ... 50 %;
  - макс. відносна вологість повітря: 90 %, без конденсації.

6.4.1 Основні вказівки щодо кріплення приладу керування

Монтаж приладу керування може виконуватися на різних конструкціях (бетонна стіна, монтажний профіль тощо). Тому на місці встановлення повинна забезпечуватися наявність відповідного матеріалу для кріплення з урахуванням відповідної конструкції, слід дотримуватися наведених далі вказівок.

- Щоб уникнути тріщин у конструкції й відшаровування будівельного матеріалу, тримайтеся на достатній відстані від краю конструкції.
- Глибина нарізних отворів визначається довжиною гвинта. Просвердліть отвір приблизно на 5 мм глибше довжини гвинта.
- Пил від свердління впливає на утримувальну силу. З нарізного отвору потрібно завжди видувати або висмоктувати пил.
- Під час монтажу не пошкодьте корпус.

6.4.2 Монтаж приладу керування

До стіни прилад керування кріпиться 4 гвинтами й дюбелями.

- Макс. діаметр гвинта:
  - Control EC-L 1x.../EC-L 2x...: 4 мм;
  - Control EC-L 3x...: 6 мм.
- Макс. діаметр голівки гвинта:
  - Control EC-L 1x.../EC-L 2x...: 7 мм;
  - Control EC-L 3x...: 11 мм.

✓ Прилад керування має бути відключений від електромережі й знеструмлений.

1. Вирівняйте й закріпіть шаблон для свердління на місці монтажу.
2. Просвердліть і очистіть кріпильні отвори відповідно до специфікацій матеріалу для кріплення.
3. Видаліть шаблон для свердління.
4. Відгвинтіть гвинти на кришці й відкрийте кришку збоку.
5. Закріпіть нижню частину матеріалом для кріплення на стіні.
   Перевірте нижню частину на наявність деформації! Щоб переконатися, що кришка корпуса закрита рівно, знову вирівняйте деформовані корпуси (наприклад, підкладіть вирівнювальну плиту).**ВКАЗІВКА! Якщо кришка закрита неправильно, клас захисту буде порушений!**
6. Закрийте кришку та закріпіть за допомогою гвинтів.

   ► Прилад керування встановлений. Тепер підключіть електромережу, насоси і сигнальний датчик.

6.4.3 Керування за рівнем

Для автоматичного керування насосом потрібно встановити відповідну систему керування за рівнем. Для цього можна підключити такі сигнальні датчики:

- Давач рівня
  Налаштуйте точки перемикання через меню.
- Занурювальний дзвін
  Тільки виконання IPS! Налаштуйте точки перемикання через меню.
- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
- Датчик рівня

Монтаж відповідних сигнальних датчиків виконується відповідно до монтажної схеми установки. Зверніть увагу на зазначені далі моменти.

- Поплавковий вимикач: у разі використання поплавкових вимикачів слід простежити, щоб вони могли вільно рухатися в робочій зоні (шахті, резервуарі)!
- Занурювальний дзвін: щоб оптимально подавати повітря до занурювального дзвона, установіть систему барботажної аерації.
- Рівень води в насосах **не має опускатися** нижче за мінімальний!
- **Не перевищуйте** частоту ввімкнень насосів!

6.4.4 Захист від сухого ходу

Контроль рівня можна виконувати через зазначені далі сигнальні датчики:

- Давач рівня
  Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Занурювальний дзвін
  Тільки виконання IPS! Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Окремий поплавковий вимикач
- Окремий електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2

У разі аварійного випадку завжди відбувається **примусове вимкнення** всіх насосів, незалежно від обраного сигнального датчика!

Монтаж відповідних сигнальних датчиків виконується відповідно до монтажної схеми установки. Зверніть увагу на зазначені далі моменти.

- Поплавковий вимикач: у разі використання поплавкових вимикачів слід простежити, щоб вони могли вільно рухатися в робочій зоні (шахті, резервуарі)!
- Занурювальний дзвін: щоб оптимально подавати повітря до занурювального дзвона, установіть систему барботажної аерації.

Для режиму роботи «Заповнення» дійсне зазначене нижче.

- Захист від сухого ходу має здійснюватися через вхід «Extern OFF»!
- Встановіть сигнальний датчик у резервуар подачі (наприклад, колодязь)!

6.4.5 Знижений рівень води (тільки при роботі в режимі «Заповнення»)

Контроль рівня можна виконувати через зазначені далі сигнальні датчики:

- Давач рівня
  Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Занурювальний дзвін
  Тільки виконання IPS! Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Окремий поплавковий вимикач
- Окремий електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2

У разі аварійного випадку завжди відбувається **примусове ввімкнення** всіх насосів, незалежно від обраного сигнального датчика!

Монтаж відповідних сигнальних датчиків виконується відповідно до монтажної схеми установки. Зверніть увагу на зазначені далі моменти.

- Поплавковий вимикач: у разі використання поплавкових вимикачів слід простежити, щоб вони могли вільно рухатися в робочій зоні (шахті, резервуарі)!
- Занурювальний дзвін: щоб оптимально подавати повітря до занурювального дзвона, установіть систему барботажної аерації.

6.4.6 Сигнал тривоги про підняття води

Контроль рівня можна виконувати через зазначені далі сигнальні датчики:

- Давач рівня
  Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Занурювальний дзвін
  Тільки виконання IPS! Налаштуйте точку перемикання через меню.
- Окремий поплавковий вимикач
- Окремий електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2

Монтаж відповідних сигнальних датчиків виконується відповідно до монтажної схеми установки. Зверніть увагу на зазначені далі моменти.

- Поплавковий вимикач: у разі використання поплавкових вимикачів слід простежити, щоб вони могли вільно рухатися в робочій зоні (шахті, резервуарі)!
- Занурювальний дзвін: щоб оптимально подавати повітря до занурювального дзвона, установіть систему барботажної аерації.

Робота в аварійній ситуації

- **Режим роботи «Спорожнення»:** У разі аварійного випадку завжди відбувається **примусове ввімкнення** всіх насосів, незалежно від обраного сигнального датчика!
- **Режим роботи «Заповнення»:** У разі аварійного випадку завжди відбувається **примусове вимкнення** всіх насосів, незалежно від обраного сигнального датчика!

Для **примусового ввімкнення** насоси мають бути активовані.

- Меню 3.01: насоси деблоковано.
- Extern OFF: функція неактивна.

6.5 Електричне під'єднання

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування через електричний струм.

Неправильні дії під час виконання електричних робіт призводять до смерті через ураження струмом.

- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

ВКАЗІВКА

- Залежно від повного опору системи й максимальної кількості перемикань на годину під'єднаних споживачів може відбуватися коливання та/або падіння напруги.
- У разі використання екранованих кабелів екранування у приладі керування слід розміщувати з одного боку на шині заземлення!
- Підключення повинен виконувати електрик!
- Дотримуйтеся інструкції з монтажу та експлуатації під'єднаних насосів і сигнальних датчиків

- Струм і напруга під'єднання до мережі мають відповідати параметрам на заводській табличці.
- Виконуйте захист запобіжником зі сторони мережі живлення відповідно до місцевих приписів.
- Якщо використовуються запобіжні вимикачі, виберіть характеристику перемикання відповідно до під'єднаного насоса.
- Якщо встановлюються запобіжні вимикачі в електромережі (RCD, тип A, синусоїдний струм, чутливий до всіх видів струму), дотримуйтеся місцевих директив.
- Прокладіть під'єднувальний кабель відповідно до місцевих приписів.
- Не пошкодьте під'єднувальний кабель під час прокладання!
- Прилад керування та всі електричні споживачі треба належним чином заземлити.

6.5.1 Огляд компонентів

Огляд Control EC-L 1 ... /EC-L 2 ...

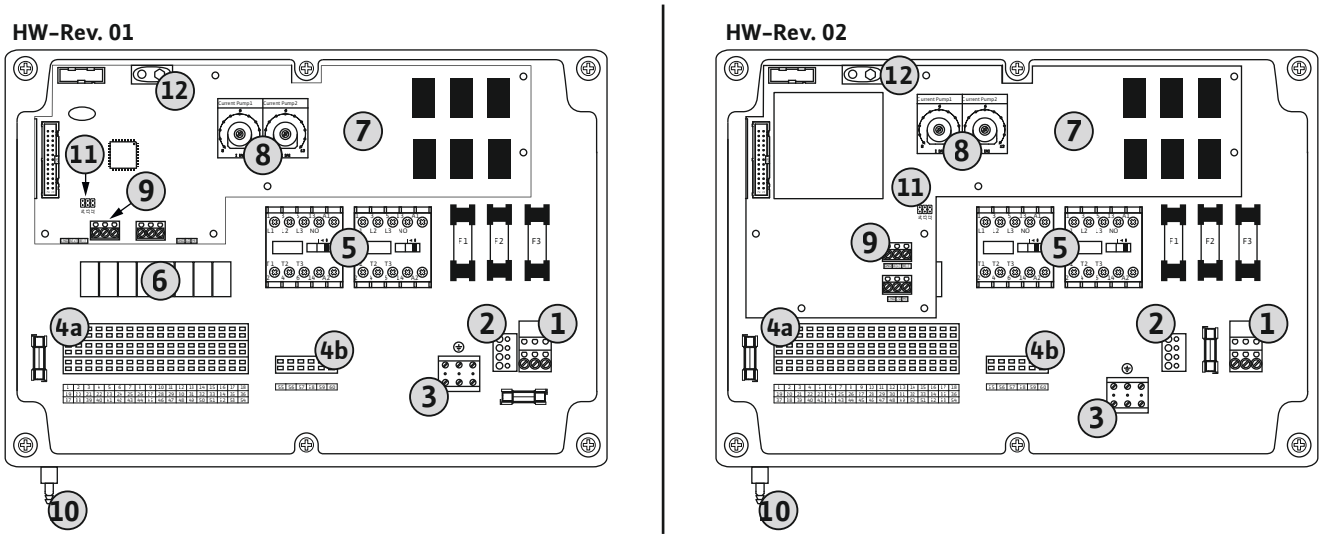


Fig. 2: Control EC-L 1 ... /EC-L 2 ...

1	Клемна панель: під'єднання до мережі
2	Налаштування мережевої напруги
3	Клемна панель: заземлення (PE)
4a	Клемна панель: давачі
4b	Клемна панель: давачі в активному режимі для вибухонебезпечної зони
5	Комбінації контакторів
6	Вихідне реле
7	Плата керування
8	Потенціометр для контролю струму двигуна
9	ModBus RTU: інтерфейс RS485
10	Під'єднання занурювального дзвона до напірного патрубка (лише у виконанні IPS)
11	ModBus RTU: перемичка для концевого навантаження/поляризації
12	Гніздо для акумулятора 9 В

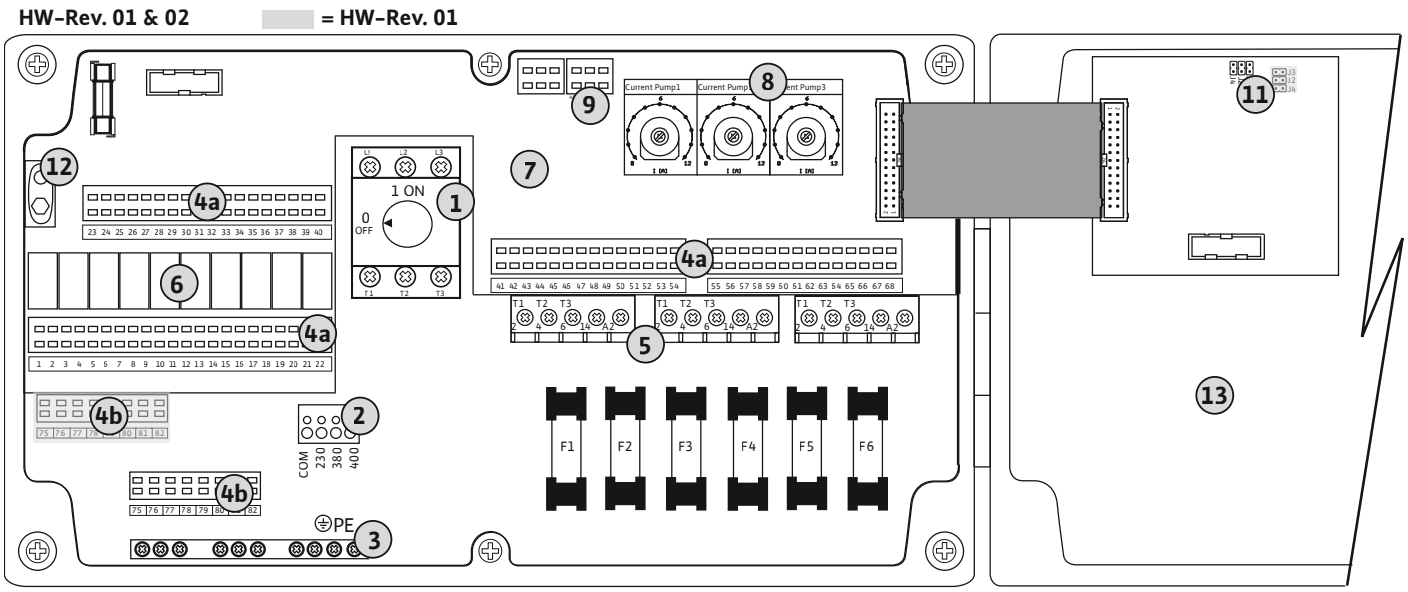


Fig. 3: Control EC-L 3 ...

1	Головний вимикач/під'єднання до мережі
2	Налаштування мережевої напруги
3	Клемна панель: заземлення (PE)
4a	Клемна панель: давачі
4b	Клемна панель: давачі в активному режимі для вибухонебезпечної зони
5	Комбінації контакторів
6	Вихідне реле
7	Плата керування
8	Потенціометр для контролю струму двигуна
9	ModBus RTU: інтерфейс RS485
11	ModBus RTU: перемичка для концевого навантаження/поляризації
12	Гніздо для акумулятора 9 В
13	Кришка корпусу

6.5.2 Під'єднання приладу керування до мережі

ОБЕРЕЖНО

Матеріальні збитки через неправильну мережеву напругу!

Прилад керування може працювати при різних мережевих напругах. Заводське налаштування мережевої напруги становить 400 В. Для іншої мережевої напруги перед під'єднанням змініть кабельну перемичку. Якщо мережева напруга встановлена неправильно, прилад керування буде знищений!

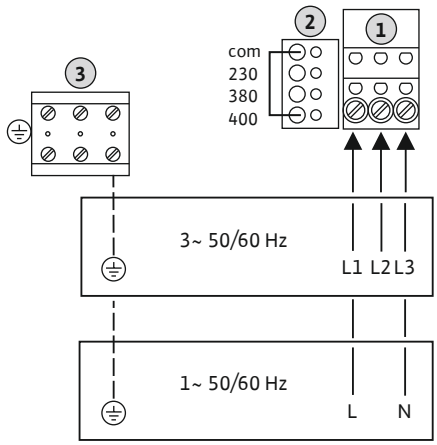


Fig. 4: Під'єднання до мережі Wilo-Control EC-L 1 .../EC-L 2 ...

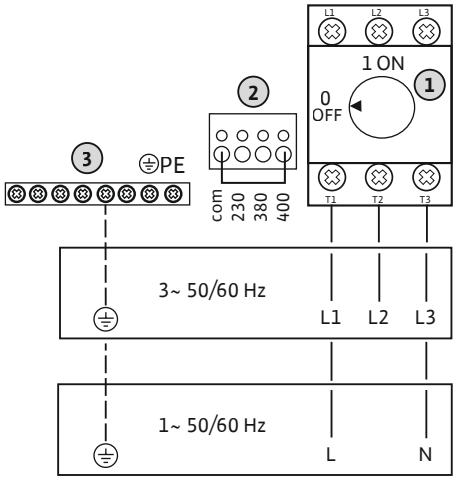


Fig. 5: Під'єднання до мережі Wilo-Control EC-L 3 ...

6.5.3 Під'єднання насоса до мережі

Під'єднання до мережі Wilo-Control EC-L 1 .../EC-L 2 ...

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань.

1	Клемна панель: під'єднання до мережі
2	Налаштування мережевої напруги
3	Клемна панель: заземлення (PE)

Під'єднання до мережі **1~230 В**

- Кабель: 3-жильний
- Жила: L, N, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 230/COM

Під'єднання до мережі **3~380 В**

- Кабель: 4-жильний
- Жила: L1, L2, L3, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 380/COM

Під'єднання до мережі **3~400 В**

- Кабель: 4-жильний
- Жила: L1, L2, L3, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 400/COM **(заводські налаштування)**

Під'єднання до мережі Wilo-Control EC-L 3 ...

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднайте жили відповідно до схеми підключення головного вимикача.

1	Головний вимикач
2	Налаштування мережевої напруги
3	Клемна панель: заземлення (PE)

Під'єднання до мережі **1~230 В**

- Кабель: 3-жильний
- Жила: L, N, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 230/COM

Під'єднання до мережі **3~380 В**

- Кабель: 4-жильний
- Жила: L1, L2, L3, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 380/COM

Під'єднання до мережі **3~400 В**

- Кабель: 4-жильний
- Жила: L1, L2, L3, PE
- Налаштування мережевої напруги: перемичка 400/COM **(заводські налаштування)**

ВКАЗІВКА

Обертове поле під'єднання до мережі та насоса

Обертове поле під'єднання до мережі передається безпосередньо до під'єднання насоса. Перевірте необхідне обертове поле під'єднаних насосів (за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки)! Дотримуватися інструкцій з монтажу експлуатації насосів.

6.5.3.1 Під'єднання насоса(-ів)

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані насоси встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання:

- Увімкніть вибухозахисний режим (меню 5.64)!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

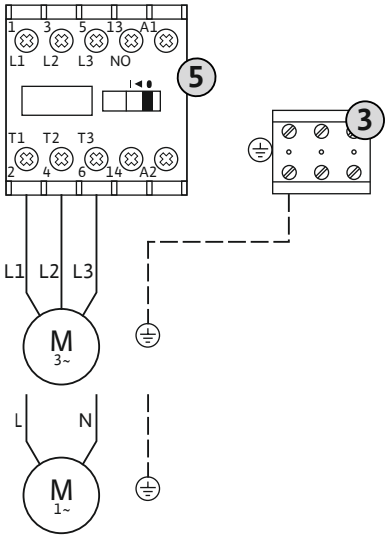


Fig. 6: Під'єднання насоса

3	Клемна панель: заземлення (PE)
5	Контактор

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель провести через кабельні вводи та закріпити. Під'єднайте жили відповідно до схеми підключення контактора.

ВКАЗІВКА! Після під'єднання всіх насосів налаштуйте контроль струму двигуна!

6.5.3.2 Налаштування контролю струму двигуна

Після під'єднання насосів налаштуйте допустимий номінальний струм.

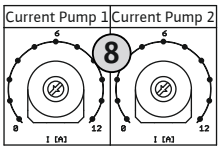


Fig. 7: Налаштування контролю струму двигуна

8	Потенціометр для контролю струму двигуна

За допомогою викрутки відрегулюйте струм двигуна на відповідному потенціометрі:

- За повного навантаження налаштуйте номінальний струм згідно із заводською табличкою.
- У разі часткового навантаження налаштуйте номінальний струм на 5 % вище від струму, виміряного в робочій точці.

Контроль струму двигуна точно налаштовується під час введення в експлуатацію. Під час введення в експлуатацію можна відобразити поточний струм двигуна:

- поточно **налаштований** номінальний струм контролю двигуна (меню 4.25...4.27);
- поточно **виміряний** робочий струм насоса (меню 4.29...4.31).

6.5.4 Підключення термічного контролю двигуна

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані насоси встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання:

- Увімкніть вибухозахисний режим (меню 5.64)!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

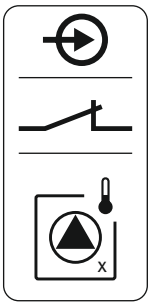


Fig. 8: Символ огляду під'єднання

До кожного насоса можна під'єднати термічний контроль двигуна з біметалевими давачами. Уникайте використання давачів PTC!

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.** «x» у символі вказує на відповідний насос:

- 1 = насос 1;
- 2 = насос 2;
- 3 = насос 3.

6.5.5 Під'єднання пристрою контролю герметичності

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані насоси встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання:

- Увімкніть вибухозахисний режим (меню 5.64)!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

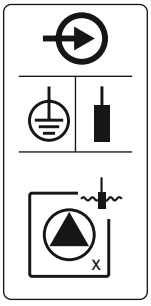


Fig. 9: Символ огляду під'єднання

До кожного насоса можна під'єднати контроль герметичності з електродами вологості. Порогове значення (< 30 кОм) для вимкнення постійно зберігається в приладі керування. Не під'єднуйте поплавкові вимикачі!

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.** «x» у символі вказує на відповідний насос:

- 1 = насос 1;
- 2 = насос 2;
- 3 = насос 3.

6.5.6 Під'єднання сигнальних датчиків для керування за рівнем

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані сигнальні датчики встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання.

- **Не** встановлюйте електроди у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах)!
- Під'єднуйте поплавковий вимикач через вибухозахисне роздільне реле!
- Під'єднуйте давач рівня через зенерівський бар'єр!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

Контроль рівня можна виконувати через зазначені далі сигнальні датчики:

- Давач рівня
- Занурювальний дзвін
  Тільки виконання IPS!
- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
  - Під'єднання має захист від помилкового повертання полюсів!
- Датчик рівня

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

Поплавковий вимикач або електрод

ВКАЗІВКА! Коли застосовані поплавковий вимикач або електроди, керувати можна щонайбільше двома насосами.

off 1+2	Рівень «Всі насоси ВИМК.»
on 1	Рівень «Насос 1 УВІМК.»
on 2	Рівень «Насос 2 УВІМК.»

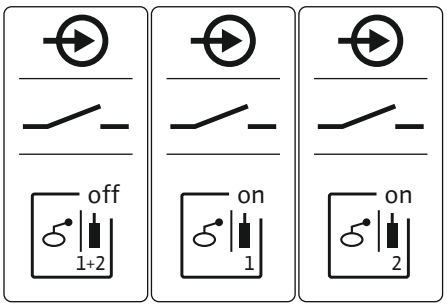


Fig. 10: Символ огляду під'єднання

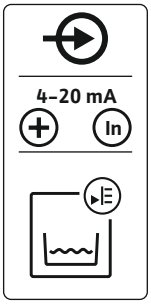


Fig. 11: Символ огляду під'єднання

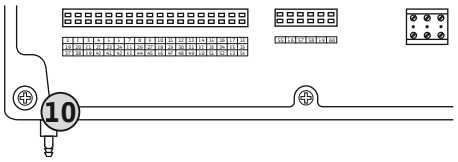


Fig. 12: Напірний патрубок

Давач рівня

- Підвідна потужність: 4 – 20 мА;
- **Не** під'єднуйте активний давач рівня.
- **ВКАЗІВКА! Під час під'єднання звертайте увагу на полярність!**

Занурювальний дзвін

10	Під'єднання занурювального дзвона до напірного патрубка

- Підвідна потужність: 0...250 мбар
- Провітрюйте занурювальний дзвін після кожного процесу викачування. За відсутності вентиляції занурювального дзвону провітріть його за допомогою компресора (системи барботажної аерації). Вентиляція може бути постійною або періодичною.

1. Послабте та відкрутіть накидні гайки від напірного патрубка.
2. Насадіть накидну гайку на напірний шланг занурювального дзвона
3. Насадіть напірний шланг на напірний патрубок до упору.
4. Вкрутіть накидну гайку на напірний патрубок та міцно затягніть, щоб зафіксувати напірний шланг.

6.5.7 Під'єднання датчика рівня NW16

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху в разі монтажу датчика рівня у вибухонебезпечних зонах!

Датчик рівня NW16 не має власного класу захисту для застосування у вибухонебезпечних зонах.

- Датчик рівня NW16 завжди слід установлювати поза вибухонебезпечними зонами!

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

Контроль рівня **двох** насосів можна виконувати за допомогою датчика рівня NW16. Датчик рівня має такі точки перемикання:

- Насос 1 УВІМК./ВИМК.;
- Насос 2 УВІМК./ВИМК.;
- Сигнал тривоги про підняття води

Контроль рівня відповідає роботі з окремими поплавковими вимикачами. Внутрішня конструкція датчика рівня забезпечує гістерезис між рівнем увімкнення та вимкнення відповідного насоса.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань.

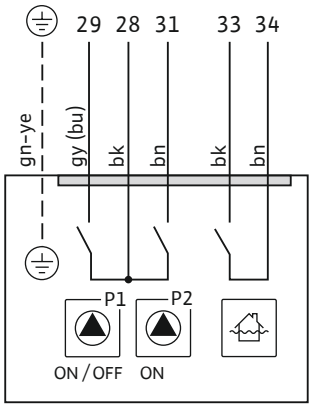


Fig. 13: Схема підключення NW16 на Control EC-L 2x...

6.5.8 Під'єднання захисту від сухого ходу/мін. рівень води з окремим поплавковим вимикачем

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані сигнальні датчики встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання.

- **Не** встановлюйте електроди у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах)!
- Під'єднуйте поплавковий вимикач через вибухозахисне роздільне реле!
- Під'єднуйте давач рівня через зенерівський бар'єр!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

Захист від сухого ходу (режим роботи «Спорожнення»)

Рівень сухого ходу також можна контролювати за допомогою зазначених далі сигнальних датчиків:

- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
  - Під'єднання має захист від помилкового повертання полюсів!

Вхід працює як нормальнозамкнутий контакт (NO):

- Поплавковий вимикач відкритий/електрод у незануреному стані: сухий хід.
- Поплавковий вимикач закритий/електрод у зануреному стані: сухий хід відсутній.

На заводі клеми обладнано перемичкою.

ВКАЗІВКА! У ролі додаткового запобіжника установки рекомендується завжди використовувати окремий захист від сухого ходу.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Видалити перемичку та під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

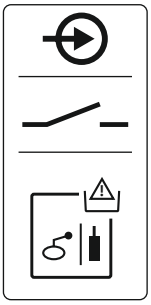


Fig. 14: Символ огляду під'єднання

Мін. рівень води (режим роботи «Заповнення»)

Мінімальний рівень води також можна контролювати за допомогою зазначених далі сигнальних датчиків:

- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
  - Під'єднання має захист від помилкового повертання полюсів!

Вхід працює як нормальнозамкнутий контакт (NO):

- Поплавковий вимикач відкритий/електрод у незануреному стані: рівень води мінімальний.
- Поплавковий вимикач закритий/електрод у зануреному стані: рівень води достатній.

На заводі клеми обладнано перемичкою.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель провести через кабельні вводи та закріпити. Видалити перемичку та під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

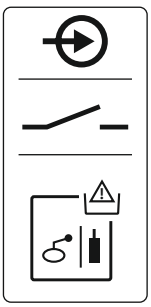


Fig. 15: Символ огляду під'єднання

6.5.9 Під'єднання сигналізації підвищеного рівня води за допомогою окремого поплавкового вимикача

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані сигнальні датчики встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання.

- **Не** встановлюйте електроди у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах)!
- Під'єднуйте поплавковий вимикач через вибухозахисне роздільне реле!
- Під'єднуйте давач рівня через зенерівський бар'єр!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

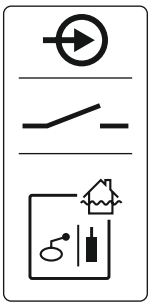


Fig. 16: Символ огляду під'єднання

Підвищений рівень води також можна контролювати за допомогою зазначених далі сигнальних датчиків:

- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
  - Під'єднання має захист від помилкового повертання полюсів!

Вхід працює як нормальнозамкнутий контакт (NO):

- Поплавковий вимикач відкритий/електрод у незануреному стані: сигнал тривоги про підняття води.
- Поплавковий вимикач закритий/електрод у зануреному стані: Сигнал тривоги про підняття води

ВКАЗІВКА! У ролі додаткового захисту установки рекомендується завжди використовувати окремий сигнальний датчик підвищеного рівня води.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

6.5.10 Під'єднання «Extern OFF»: дистанційне вимкнення

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

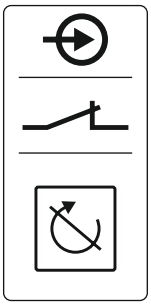


Fig. 17: Символ огляду під'єднання

Дистанційне вимкнення всіх насосів може здійснюватися через окремий сигнальний датчик:

- Поплавковий вимикач
- Електрод
  - **Тільки** Control EC-L1 ... і EC-L2 ...
  - **Починаючи з** версії Hardware 2
  - Під'єднання має захист від помилкового повертання полюсів!

Вхід працює як нормальнозамкнутий контакт (NC):

- Поплавковий вимикач закритий/електрод у зануреному стані: насоси увімкнені.
- Поплавковий вимикач відкритий/електрод у незануреному стані: усі насоси вимкнені — на дисплеї з'являється символ Extern OFF.
  Якщо сигнал тривоги активований в меню 5.39, на додаток до символу в режимі «Заповнення» звучить акустичний сигнал тривоги.

У заводському налаштуванні клеми обладнано перемичкою.

ВКАЗІВКА! Дистанційне вимкнення має пріоритет. Усі насоси вимикаються незалежно від контролю рівня. Ручний режим відсутній та примусове вмикання насосів неможливе!

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Видалити перемичку та під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

6.5.11 Під'єднання індикатора фактичного значення рівня

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

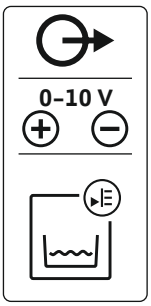


Fig. 18: Символ огляду під'єднання

Фактичне значення рівня виводиться через окремий вихід. З цією метою на виході виводиться напруга 0...10 В=:

- 0 В — значення давача рівня «0»;
- 10 В — кінцеве значення давача рівня.
  Приклад:
  - діапазон вимірювання давачем рівня: 0...2,5 м
  - діапазон індикації: 0...2,5 м
  - шкала: 1 В — 0,25 м.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**
Щоб вивести фактичне значення рівня, активуйте функцію в меню 5.07.

6.5.12 Підключення узагальненого сигналу про роботу (SBM)

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом від зовнішнього джерела живлення!

Напруга від зовнішнього джерела живлення залишається на клемах навіть після вимкнення головного вимикача! Існує ризик смертельного травмування!

- Перед проведенням будь-яких робіт від'єднайте клеми зовнішнього джерела живлення!
- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

Узагальнений сигнал про роботу всіх насосів (SBM) виводиться через окремий вихід.

- Тип контакту: безпотенційний перемикальний контакт.
- Навантаження на контакт:
  - Мінімальне: 12 В=, 10 мА
  - максимальне: 250 В~, 1 А

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

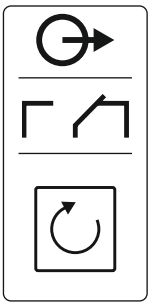


Fig. 19: Символ огляду під'єднання

6.5.13 Підключення узагальненого сигналу про несправності (SSM)

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом від зовнішнього джерела живлення!

Напруга від зовнішнього джерела живлення залишається на клемах навіть після вимкнення головного вимикача! Існує ризик смертельного травмування!

- Перед проведенням будь-яких робіт від'єднайте клеми зовнішнього джерела живлення!
- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

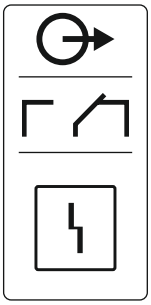


Fig. 20: Символ огляду під'єднання

Узагальнений сигнал про несправності всіх насосів (SSM) виводиться через окремий вихід.

- Тип контакту: безпотенційний перемикальний контакт.
- Навантаження на контакт:
  - Мінімальне: 12 В=, 10 мА
  - максимальне: 250 В~, 1 А

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

6.5.14 Підключення роздільної сигналізації про роботу (EBM)

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом від зовнішнього джерела живлення!

Напруга від зовнішнього джерела живлення залишається на клемах навіть після вимкнення головного вимикача! Існує ризик смертельного травмування!

- Перед проведенням будь-яких робіт від'єднайте клеми зовнішнього джерела живлення!
- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

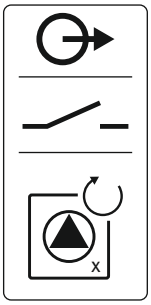


Fig. 21: Символ огляду під'єднання

Сигнал про роботу кожного насоса (EBM) виводиться через окремий вихід.

- Тип контакту: безпотенційний нормальнорозімкнутий контакт.
- Навантаження на контакт:
  - Мінімальне: 12 В=, 10 мА
  - максимальне: 250 В~, 1 А

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.** «x» у символі вказує на відповідний насос:

- 1 = насос 1;
- 2 = насос 2;
- 3 = насос 3.

6.5.15 Підключення роздільної сигналізації про несправність (ESM)

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом від зовнішнього джерела живлення!

Напруга від зовнішнього джерела живлення залишається на клемах навіть після вимкнення головного вимикача! Існує ризик смертельного травмування!

- Перед проведенням будь-яких робіт від'єднайте клеми зовнішнього джерела живлення!
- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

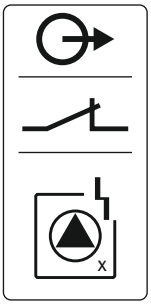


Fig. 22: Символ огляду під'єднання

Сигнал про несправність кожного насоса (ESM) виводиться через окремий вихід:

- Тип контакту: безпотенційний нормальнозамкнутий контакт.
- Навантаження на контакт:
  - Мінімальне: 12 В=, 10 мА
  - максимальне: 250 В~, 1 А

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.** «x» у символі вказує на відповідний насос:

- 1 = насос 1;
- 2 = насос 2;
- 3 = насос 3.

6.5.16 Під'єднання зовнішньої аварійної сигналізації

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

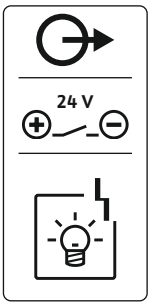


Fig. 23: Символ огляду під'єднання

Можна під'єднати зовнішню аварійну сигналізацію (гудок, світло, що блимає, і т. ін.). Вихід підключається паралельно узагальненому сигналу про несправності (SSM).

- Аварійна сигналізація придатна для живлення від джерела постійної напруги.
- Підвідна потужність: 24 В=, макс. 4 ВА
- **ВКАЗІВКА! Під час під'єднання звертайте увагу на полярність!**
- Активуйте вихід у меню 5.67.

Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель проведіть через кабельні вводи й закріпіть. Під'єднати жили до клемної панелі відповідно до схеми під'єднань. **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

6.5.17 Встановлення акумулятора

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом!

Під час робіт на відкритому приладі керування існує ризик смертельного травмування! Компоненти перебувають під струмом!

- Доручайте виконувати роботи електрику.
- Уникайте контакту з заземленими металевими частинами (труби, рами тощо).

ВКАЗІВКА

Незалежна від мережі аварійна сигналізація

Відразу після під'єднання акумулятора лунає сигнал тривоги. Сигнал тривоги можна вимкнути тільки шляхом повторного від'єднання акумулятора або відключення від енергопостачання.

Завдяки встановленню акумулятора в разі відмови системи електроживлення аварійне повідомлення може видаватися незалежно від мережі. Сигнал тривоги подається як звуковий тривалий сигнал. Зверніть увагу на наведені нижче вказівки.

- Тип акумулятора: E-Block, 9 В, Ni-MH.
- Для забезпечення належного функціонування акумулятор слід заряджати перед установленням. Також він може заряджатись у приладі керування протягом 24 год.
- Якщо температура навколишнього середовища падає, ємність акумулятора знижується. Тривалість сигналу тривоги скорочується.

✓ Електроживлення під'єднано.

✓ Головний вимикач у позиції 0/OFF.
ВКАЗІВКА! Прилад керування без головного вимикача: від'єднайте електроживлення через мережевий розмикач.

1. Уставте акумулятор у передбачене для цього кріплення, див. «Огляд компонентів».
ПОПЕРЕДЖЕННЯ! Не використовуйте акумуляторні батареї! Виникає небезпека вибуху!
ОБЕРЕЖНО! Забезпечте правильну полярність!
2. Приєднайте під'єднувальний кабель.
⇒ Лунає сигнал тривоги!
3. Поверніть головний вимикач у позицію 1/ON.
ВКАЗІВКА! Прилад керування без головного вимикача: забезпечте електроживлення через мережевий розмикач.
⇒ Сигнал тривоги вимкнено!

► Акумулятор встановлено.

6.5.18 Під'єднання ModBus RTU

ОБЕРЕЖНО

Не подавайте сторонню напругу!

Подана стороння напруга руйнує компонент.

Див. номери позицій Огляд компонентів [▶ 14]	
9	ModBus: інтерфейс RS485
11	ModBus: перемичка для концевого навантаження/поляризації

Для під'єднання до системи керування будівлею використовується протокол ModBus. Прокладений на місці встановлення під'єднувальний кабель провести через кабельні вводи та закріпити. Під'єднайте жили до клемної панелі відповідно до схеми розташування контактів.

Враховуйте наведені нижче вказівки.

- Інтерфейс: RS485.
- Налаштування протоколу польової шини: меню 2.01–2.05.
- Переривання приладу керування: прикріпіть перемичку J2.
- Якщо ModBus потребує поляризації, установіть перемички J3 і J4.

7 Обслуговування



НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування через електричний струм!

Прилад керування обслуговується тільки закритим. При відкритому приладі керування існує ризик смертельного травмування! Проведення робіт з внутрішніми компонентами доручайте тільки електрику.

7.1 Принцип роботи

В автоматичному режимі насоси вмикаються й вимикаються залежно від рівня води. Коли перша точка ввімкнення досягнута, вмикається насос 1. Коли друга точка ввімкнення досягнута, насос 2 вмикається по закінченні часу затримки ввімкнення. Під час роботи на РК-дисплеї з'являється індикація, і загоряється зелений світлодіод. Коли точка вимкнення досягнута, обидва насоси вимикаються по закінченні часу затримки вимкнення. Для оптимізації часу напрацювання насосів після кожного вимкнення функції насосів змінюються.

У разі несправності на РК-дисплеї відображується аварійне повідомлення. Якщо під'єднано більше одного насоса, установка автоматично перемикається на робочий насос. Крім того, через внутрішню звукову сигналізацію можна подавати звуковий аварійний сигнал. Далі активуються виходи для узагальненого сигнала про несправності (SSM) та роздільного сигнала про несправність (ESM).

У разі досягання рівня сухого ходу чи підвищеного рівня води залежно від режиму роботи відбувається:

- примусове **вимкнення** всіх насосів;
- примусове **увімкнення** всіх насосів.

Додатково на РК-дисплеї відображається аварійне повідомлення. Крім того, через внутрішню звукову сигналізацію можна подавати звуковий аварійний сигнал. Далі активується вихід для узагальненого сигналу про несправності (SSM).

7.1.1 Пріоритет при одночасній наявності сигналів «сухий хід» і «підвищений рівень води»

У разі виходу з ладу установки можуть одночасно подаватися обидва сигнали. У цьому випадку пріоритет залежить від обраного режиму роботи і, таким чином, від реакції приладу керування.

- Режим роботи «Спорожнення»
  1. Захист від сухого ходу
  2. Підвищений рівень води
- Режим роботи «Заповнення»
  1. Захист від сухого ходу/знижений рівень води (через вхід «Extern OFF»)
  2. Підвищений рівень води
  3. Мін. рівень води

7.1.2 Зміна насосів

Щоб уникнути нерівномірного часу напрацювання окремих насосів, можна здійснювати загальну зміну насосів. Це означає, що всі насоси працюють по черзі.

7.1.3 Примусове ввімкнення при сухому ході, мін. рівень води або підвищений рівень води

Примусове ввімкнення залежить від обраного режиму роботи:

- Підвищений рівень води
  Режим роботи «Спорожнення». Завжди відбувається **примусове ввімкнення*** всіх насосів, незалежно від використовуваного сигнального датчика.
  Режим роботи «Заповнення». Завжди відбувається **примусове вимкнення** всіх насосів, незалежно від використовуваного сигнального датчика.
- Рівень сухого ходу
  Режим роботи «Спорожнення». Завжди відбувається примусове вимкнення всіх насосів, незалежно від використовуваного сигнального датчика.
  Режим роботи «Заповнення». Захист від сухого ходу має здійснюватися через вхід «Extern OFF».
- Мін. рівень води
  Режим роботи «Заповнення». Завжди відбувається **примусове ввімкнення*** всіх насосів, незалежно від використовуваного сигнального датчика.

ВКАЗІВКА! Примусове ввімкнення

Для примусового ввімкнення мають бути виконані такі передумови.

- Насоси деблоковано (меню 3.01 – 3.04)!
- Вхід «Extern OFF» не активний!

7.1.4 Робота з несправним давачем рівня

Якщо давач рівня не передає виміряне значення (наприклад, через обрив проводу, несправний давач), всі насоси вимикаються. Крім того, засвічується світлодіод несправності та активується узагальнений сигнал про несправності.

Аварійний режим роботи

- Режим роботи «Спорожнення». Підвищений рівень води
  Якщо контроль підвищеного рівня води здійснюється через окремий поплавковий вимикач, установка може продовжити роботу в аварійному режимі. Точки увімкнення та вимкнення визначаються гістерезисом поплавкового вимикача.
- Режим роботи «Заповнення». Мін. рівень води
  Якщо контроль мін. рівня води здійснюється через окремий поплавковий вимикач, установка може продовжити роботу в аварійному режимі. Точки увімкнення та вимкнення визначаються гістерезисом поплавкового вимикача.

7.2 Режими роботи

ВКАЗІВКА

Зміна режиму роботи

Щоб змінити режим роботи, вимкніть усі насоси: налаштуйте значення „OFF“ в меню 3.01.

ВКАЗІВКА

Режим роботи після збою електроживлення

Після збою електроживлення прилад керування запускається автоматично на попередньо встановленому режимі роботи!

Можливі такі режими роботи:

- Спорожнення (drain)
- Заповнення (fill)

7.2.1 Режим роботи «Спорожнення»

Резервуар або колодязь спорожнюються. Коли рівень зростає, насоси вмикаються, а коли рівень падає, вони вимикаються. Цей тип регулювання переважно застосовується для **водовідведення**.

Керування за рівнем за допомогою поплавкового вимикача або електрода

1	Насос 1 УВІМК.
2	Насос 2 УВІМК.
3	Насос 1 і 2 ВИМК.
4	Рівень сухого ходу
5	Підвищений рівень води

Можна під’єднати макс. п’ять поплавкових вимикачів чи електродів. Це дозволяє контролювати два насоси:

- Насос 1 УВІМК.
- Насос 2 УВІМК.
- Насос 1 і 2 ВИМК.
- Рівень сухого ходу
- Підвищений рівень води

Поплавкові вимикачі мають бути оснащені замикальним контактом: коли точка перемикання досягнута, контакт замикається.

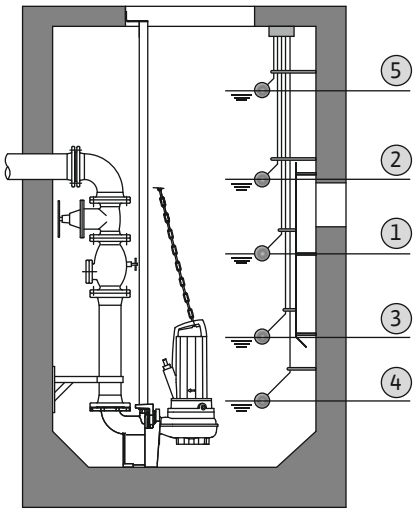


Fig. 24: Зображення точок перемикання під час застосування поплавкового вимикача чи електрода в режимі роботи «Спорожнення» на прикладі двох насосів

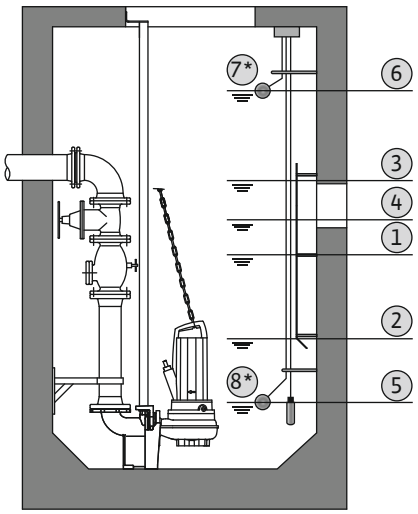


Fig. 25: Зображення точок перемикання під час застосування давача рівня в режимі роботи «Спорожнення» на прикладі двох насосів

Керування за рівнем за допомогою давача рівня або занурювального дзвона

1	Насос 1 УВІМК.
2	Насос 1 ВИМК.
3	Насос 2 УВІМК.
4	Насос 2 ВИМК.
5	Рівень сухого ходу
6	Підвищений рівень води
7	Підвищений рівень води*
8	Рівень сухого ходу*

* Для підвищення експлуатаційної безпеки додатково застосовується окремий поплавковий вимикач.

Він може бути під'єднаний до давача рівня або до занурювального дзвона. Таким чином можна керувати трьома насосами:

- Насос 1 УВІМК./ВИМК.;
- Насос 2 УВІМК./ВИМК.;
- Насос 3 УВІМК./ВИМК.
- Рівень сухого ходу
- Підвищений рівень води

7.2.2 Режим роботи «Заповнення»

Резервуар заповнюється, наприклад, щоб перекачати воду в цистерну. Коли рівень падає, насоси вмикаються, а коли рівень зростає, вони вимикаються. Цей тип регулювання переважно застосовується для **водопостачання**.

Керування за рівнем за допомогою поплавкового вимикача чи електродів

1	Насос УВІМК.
2	Насос ВИМК.
3	Підвищений рівень води
4	Мін. рівень води
5	Рівень сухого ходу в колодязі

Можна під'єднати макс. шість поплавкових вимикачів чи електродів. Це дозволяє контролювати два насоси:

- Насос 1 УВІМК.
- Насос 2 УВІМК.
- Насос 1 і 2 ВИМК.
- Мін. рівень води в резервуарі, який підлягає заповненню
- Підвищений рівень води
- Рівень сухого ходу в свердловині (окремий поплавковий вимикач на вході «Extern OFF»)

Поплавкові вимикачі мають бути оснащені замикальним контактом: коли точка перемикання досягнута, контакт замикається.

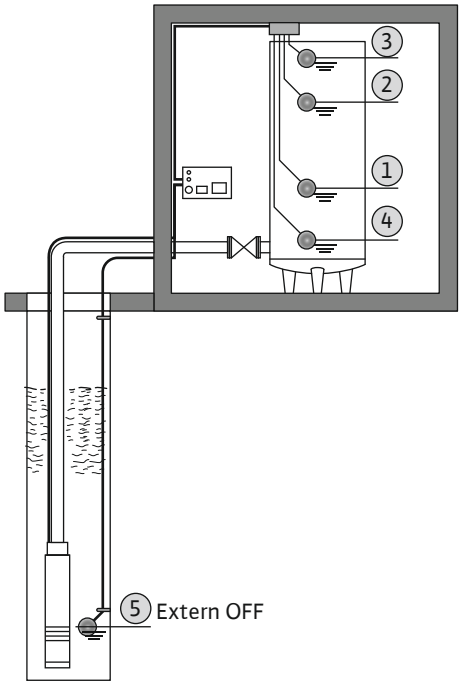


Fig. 26: Зображення точок перемикання під час застосування поплавкового вимикача чи електродів у режимі роботи «Заповнення» на прикладі одного насоса

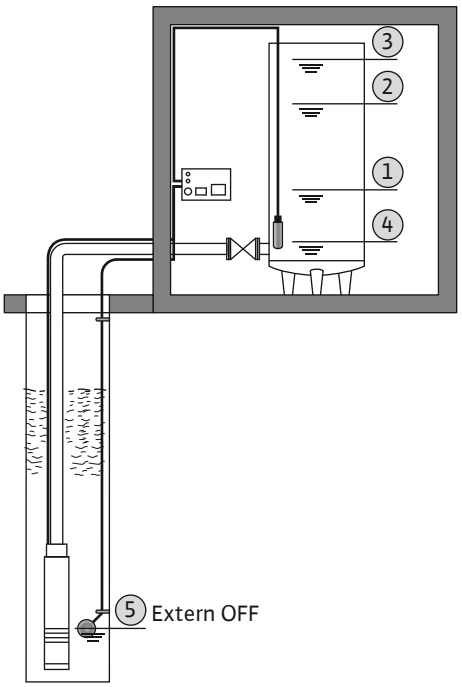


Fig. 27: Зображення точок перемикання під час застосування давача рівня в режимі роботи «Заповнення» на прикладі насосів

Керування за рівнем за допомогою давача рівня або занурювального дзвона

1	Насос УВІМК.
2	Насос ВИМК.
3	Підвищений рівень води
4	Мін. рівень води
5	Рівень сухого ходу в колодязі

Він може бути під'єднаний до давача рівня або до занурювального дзвона. Таким чином можна керувати трьома насосами:

- Насос 1 УВІМК./ВИМК.;
- Насос 2 УВІМК./ВИМК.;
- Насос 3 УВІМК./ВИМК.
- Мін. рівень води в резервуарі, який підлягає заповненню
- Підвищений рівень води
- Рівень сухого ходу в свердловині (окремий поплавковий вимикач на вході «Extern OFF»)

7.3 Керування меню

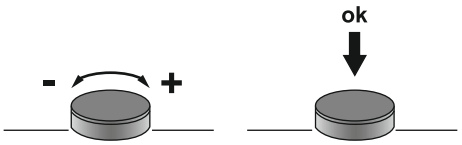


Fig. 28: Функції кнопки керування

Керування меню відбувається за допомогою кнопки керування.

- **Повертання:** налаштуйте вибір меню або параметри.
- **Натискання:** перехід між рівнями меню, номер помилки або підтвердження параметра.

7.4 Тип меню: головне меню або меню Easy Actions

Є два різних меню.

- Головне меню: доступ до всіх налаштувань для повної конфігурації.
- Меню Easy Actions: швидкий доступ до певних функцій.
  При використанні меню Easy Actions зверніть увагу на наведені нижче пункти.
  - Меню Easy Actions забезпечує доступ тільки до обраних функцій. Повна конфігурація у цьому випадку неможлива.
  - Щоб використовувати меню Easy Actions, виконайте початкову конфігурацію.
  - Меню Easy Actions було увімкнено на заводі. Меню Easy Actions можна **відключити в меню 7.06**.

7.5 Виклик меню

Виклик головного меню

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ► З'явиться пункт меню 1.00.

Виклик меню Easy Actions

1. Поверніть кнопку керування на 180°.
   ⇒ З'явиться функція «Скинути повідомлення про помилки» або «Ручне керування насосом 1»
2. Поверніть кнопку керування ще на 180°.
   ► Відображаються інші функції. У кінці з'явиться головний екран.

7.6 Швидкий доступ Easy Actions

Доступ до таких функцій здійснюється через меню Easy Actions.

	Скидання поточного повідомлення про несправність **ВКАЗІВКА! Пункт меню відображується лише в разі наявності повідомлення про несправність!**
	**Ручне керування насосом 1** Коли натиснута кнопка керування, працює насос 1. Коли кнопка керування відпущена, насос вимикається. Останній заданий режим роботи знову активний.
	**Ручне керування насосом 2** Коли натиснута кнопка керування, працює насос 2. Коли кнопка керування відпущена, насос вимикається. Останній заданий режим роботи знову активний.
	**Ручне керування насосом 3** Коли натиснута кнопка керування, працює насос 3. Коли кнопка керування відпущена, насос вимикається. Останній заданий режим роботи знову активний.
	**Вимкніть насос 1.** Відповідає значенню «off» в меню 3.02.
	**Вимкніть насос 2.** Відповідає значенню «off» в меню 3.03.
	**Вимкніть насос 3.** Відповідає значенню «off» в меню 3.04.
	**Автоматичний режим насоса 1** Відповідає значенню «Auto» в меню 3.02.
	**Автоматичний режим насоса 2** Відповідає значенню «Auto» в меню 3.03.
	**Автоматичний режим насоса 3** Відповідає значенню «Auto» в меню 3.04.

7.7 Заводські налаштування

Щоб скинути прилад керування до заводських налаштувань, зверніться до сервісного центру.

8 Введення в експлуатацію

8.1 Обов'язки керуючого

- Зберігання інструкції з монтажу та експлуатації біля приладу керування або у спеціально передбаченому для цього місці.
- Надати персоналу інструкцію з монтажу та експлуатації на відповідній мові.
- Забезпечити, щоб весь персонал прочитав та зрозумів інструкцію з монтажу та експлуатації.
- Місце встановлення приладу керування захищене від затоплення.
- Прилад керування належним чином захищено та заземлено.
- Сигнальний датчик встановлюється й налаштовується відповідно до специфікацій документації на установку.
- Забезпечте мінімальний рівень перекриття водою під'єднаних насосів.
- Запобіжні пристрої (у тому числі аварійне вимкнення) всієї установки активовані й перевірені на безаварійну роботу.
- Прилад керування придатний до застосування в заданих умовах експлуатації.

8.2 Введення в експлуатацію у вибухонебезпечних зонах

Прилад керування **не** може бути введений в експлуатацію у вибухонебезпечних зонах!

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху при установці приладу керування у вибухонебезпечних зонах!

Прилад керування не має власного клас захисту для експлуатації у вибухонебезпечних зонах, а тому його завжди необхідно монтувати поза цими зонами! Електричне підключення має виконувати електрик.

8.3 Під'єднання сигнальних датчиків і насосів у вибухонебезпечних зонах

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неправильне під'єднання!

Якщо під'єднані насоси та сигнальні датчики встановлені у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах), існує небезпека вибуху через неправильне під'єднання.

- **Не** встановлюйте електроди у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах)!
- Під'єднуйте поплавковий вимикач через вибухозахисне роздільне реле!
- Під'єднуйте давач рівня через зенерівський бар'єр!
- Увімкніть вибухозахисний режим (меню 5.64)!
- Дотримуйтеся глави про вибухонебезпечні зони, наведеної у додатку.
- Підключення повинен виконати спеціаліст-електрик.

8.4 Увімкнення пристрою

8.4.1 Можливі повідомлення про несправність під час увімкнення

Залежно від під'єднання до мережі та основних налаштувань під час увімкнення можливі наступні повідомлення про несправність. Представлені коди помилки та їхній опис стосуються лише введення в експлуатацію. Повний огляд наведений в главі «Коди помилок [▶ 54]».

Код*	Несправність	Інформація про програмне забезпечення	Причина	Усунення
E006	Помилка поля обертання	усі	• Неправильне обертове поле • Робота з під'єднанням до мережі однофазного струму.	• Забезпечте обертове поле за годинниковою стрілкою в місці під'єднання до мережі. • Деактивуйте контроль обертового поля (меню 5.68)!
E080.x	Несправність насоса	**До 2.01.x**	Робота з під'єднанням до мережі однофазного струму.	Деактивуйте контроль струму двигуна (меню 5.69)!
E080.x	Несправність насоса	**Починаючи з 2.02.x**	• Насос не під'єднано. • Контроль струму двигуна не налаштовано.	• Під'єднайте насос або деактивуйте мінімальний контроль струму (меню 5.69)! • Налаштуйте контроль струму двигуна на номінальний струм насоса.

Умовні позначення:

***x** — параметри насоса, якого стосується відображувана помилка!

8.4.2 Вмикання приладу

ВКАЗІВКА

Зверніть увагу на код помилки на дисплеї.

Якщо загоряється або блимає червоний світлодіод несправності, зверніть увагу на код помилки на дисплеї! Якщо помилка була підтверджена, остання помилка збереглася в меню 6.02.

ВКАЗІВКА

Режим роботи після збою електроживлення

Після збою електроживлення прилад керування запускається автоматично на попередньо встановленому режимі роботи!

- ✓ Комутаційний пристрій заблокований.
- ✓ Монтаж виконаний правильно.
- ✓ Усі сигнальні датчики й споживачі під'єднані та вбудовані в робочій зоні.
- ✓ Якщо використовуються поплавкові вимикачі, правильно налаштуйте точки перемикання.
- ✓ Захист двигуна налаштовується відповідно до технічних характеристик насоса.

1. Поверніть головний вимикач у позицію ON.
2. Прилад керування запускається.
   – Усі світлодіоди горять протягом 2 с.
   – Дисплей засвічується та з'являється головний екран.
   – На дисплеї з'являється символ режиму очікування.
   ► Прилад керування готовий до роботи, запустіть початкову конфігурацію або автоматичний режим.

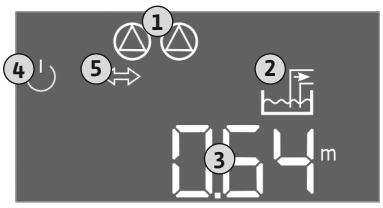


Fig. 29: Головний екран: давач рівня/ занурювальний дзвін

Індикація дисплея за допомогою давача рівня або занурювального дзвону

1	Фактичний стан насоса: – кількість зареєстрованих насосів; – насос активований/деактивований; – насоси Увімк./Вимк.
2	Налаштований режим роботи (наприклад, спорожнення)
3	Поточний рівень води в м
4	Режим очікування: прилад керування готовий до роботи.
5	Магістральна шина активна

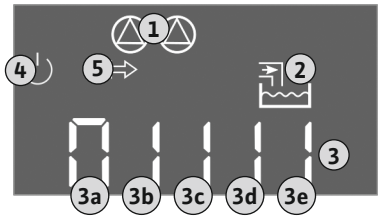


Fig. 30: Головний екран: поплавковий вимикач/електрод

Індикація дисплея з поплавковим вимикачем або електродами

1	Фактичний стан насоса: – кількість зареєстрованих насосів; – насос активований/деактивований; – насоси Увімк./Вимк.
2	Налаштований режим роботи (наприклад заповнення)
3	Комутаційне положення поплавкових вимикачів/електродів • 0 — поплавковий вимикач відкритий/електрод у незануреному стані • 1 — поплавковий вимикач закритий/електрод у зануреному стані
4	Режим очікування: прилад керування готовий до роботи.
5	Магістральна шина активна

Позначення поплавкових вимикачів/електродів залежно від режиму роботи

№	Спорожнення (drain)	Заповнення (fill)
3a	Підвищений рівень води	Підвищений рівень води
3b	Насос 2 УВІМК.	Насос 1 і 2 ВИМК.
3c	Насос 1 УВІМК.	Насос 1 УВІМК.
3d	Насос 1 і 2 ВИМК.	Насос 2 УВІМК.
3e	Рівень сухого ходу	Мін. рівень (нестача води)

8.5 Запустити початкову конфігурацію

Під час початкової конфігурації налаштуйте наступні параметри:

- Деблокування введення параметрів
- Меню 5: основні налаштування
- Меню 1: значення УВІМК./ВИМК.
- Меню 2: під'єднання магістральної шини (за наявності)

- Меню 3: деблокування насосів
- Налаштуйте контроль струму двигуна.
- Перевірте напрямок обертання під'єднаних насосів.

Під час налаштування зверніть увагу на наведені нижче пункти.

- Якщо протягом 6 хвилин не виконується ні введення, ні обслуговування:
  - підсвічування дисплея вимикається;
  - на дисплеї знову відобразиться головний екран;
  - введення параметрів блокується.
- Деякі налаштування можна змінювати, лише коли не експлуатується жодний насос.
- Меню підлаштовується автоматично відповідно до налаштувань. Приклад: меню 5.41... 5.43 можна тільки бачити, якщо активована функція «Пробний пуск» (меню 5.40).
- Структура меню дійсна для всіх приладів керування EC (наприклад, HVAC, Booster, Lift, Fire тощо). Отже, у структурі меню можуть бути прогалини.

8.5.1 Деблокування введення параметрів

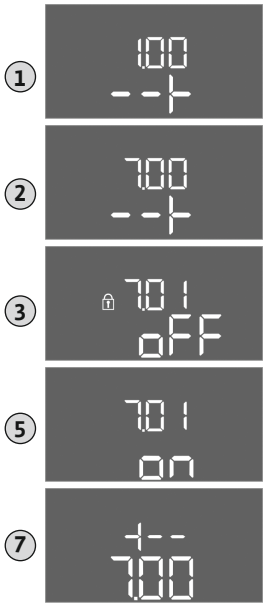


Fig. 31: Деблокування введення параметрів

За замовчуванням значення тільки відображаються. Щоб змінити значення, розблокуйте введення параметрів у меню 7.01.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 7.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 7.01.
4. Натиснути кнопку керування.
5. Змініть значення на on: поверніть кнопку керування.
6. Зберегти значення: натиснути кнопку керування.
   ⇒ Меню розблоковано для зміни.
7. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться кінець меню 7.
8. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ Поверніться на рівень головного меню.
   ► Запустіть початкову конфігурацію.

8.5.2 Меню 5: основні налаштування



Fig. 32: Меню 5.01

№ меню	5.01
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Режим роботи
Діапазон значень	fill, drain
Заводські налаштування	drain
Пояснення	• Режим роботи «Спорожнення» (drain): Коли рівень зростає, насоси вмикаються, а коли рівень падає, вони вимикаються. • Режим роботи «Заповнення» (fill): коли рівень падає, насоси вмикаються, коли рівень зростає, вони вимикаються.



Fig. 33: Меню 5.02

№ меню	5.02
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Кількість під'єднаних насосів
Діапазон значень	1...3
Заводські налаштування	2



Fig. 34: Меню 5.03

№ меню	5.03
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Резервний насос
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	off
Пояснення	Один насос може використовуватися як резервний насос. Цей насос під час нормальної експлуатації не вмикається. Резервний насос активується тільки в тому випадку, якщо певний насос виходить з ладу через несправність. Резервний насос підлягає контролю стану спокою. При цьому резервний насос спрацьовує під час заміни насосів і пробного пуску. • on — резервний насос активовано. • off — резервний насос деактивовано.



Fig. 35: Меню 5.07

№ меню	5.07
Версія програмного забезпечення: До 2.01.x	
Опис	Сигнальний датчик для контролю рівня
Діапазон значень	Float, Level, Bell, Opt01
Заводські налаштування	Level
Пояснення	Визначення сигнального датчика для контролю рівня: • Float — поплавковий вимикач • Level — давач рівня • Bell — занурювальний дзвін • Opt01 — датчик рівня NW16
Версія програмного забезпечення: починаючи з 2.02.x і версія апаратного забезпечення: 2	
Опис	Сигнальний датчик для контролю рівня
Діапазон значень	Float, Level, Bell, Opt01
Заводські налаштування	Level
Пояснення	Визначення сигнального датчика для контролю рівня: • Float — поплавковий вимикач/електрод • Level — давач рівня • Bell — занурювальний дзвін • Opt01 — датчик рівня NW16



Fig. 36: Меню 5.09

№ меню	5.09
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Діапазон вимірювання давача
Діапазон значень	0,25...12,5 м
Заводські налаштування	1,0 м
Пояснення	Максимальне значення вимірювання давача



Fig. 37: Меню 5.39

№ меню	5.39
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Аварійне повідомлення при активному вході «Extern OFF»
Діапазон значень	off, on
Заводські налаштування	off
Пояснення	Через вхід «Extern OFF» насоси можна вимкнути за допомогою окремого сигнального датчика. Ця функція має перевагу над усіма іншими, усі насоси вимикаються. • Режим роботи «Заповнення» — визначення, як виникає аварійне повідомлення, коли вхід активний: «off»: на РК-дисплеї відображується символ «Extern OFF»; «on»: на РК-дисплеї відображується символ «Extern OFF» і код помилки «E068». • Режим роботи «Спорожнення» — змінити заводські налаштування неможливо!



Fig. 38: Меню 5.40

№ меню	5.40
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Функція «Пробний пуск» увімк./вимк.
Діапазон значень	off, on
Заводські налаштування	off
Пояснення	Щоб уникнути тривалих простоїв під'єднаних насосів, можна виконати циклічний пробний пуск (ударний пуск насоса): • off — пробний пуск деактивовано. • on — пробний пуск активовано. Коли активована функція пробного пуску, налаштуйте такі пункти меню: • Меню 5.41: пробний пуск у разі Extern OFF дозволено. • Меню 5.42: інтервал часу для пробного пуску • Меню 5.43: тривалість пробного пуску насоса



Fig. 39: Меню 5.41

№ меню	5.41
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	«Пробний пуск» у разі Extern OFF дозволено
Діапазон значень	off, on
Заводські налаштування	on
Пояснення	Визначення про дозвіл виконувати пробний пуск, коли активний вхід встановлений на Extern OFF: • off — пробний пуск деактивовано, коли активовано Extern OFF. • on — пробний пуск активовано, коли активовано Extern OFF.



Fig. 40: Меню 5.42

№ меню	5.42
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	«Інтервал часу для пробного пуску»
Діапазон значень	1…336 год
Заводські налаштування	24 год
Пояснення	Час, який спливає після пробного пуску



Fig. 41: Меню 5.43

№ меню	5.43
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	«Тривалість пробного пуску насоса»
Діапазон значень	0…60 с
Заводські налаштування	5 с
Пояснення	Час, протягом якого відбувається пробний пуск насоса



Fig. 42: Меню 5.44

№ меню	5.44
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Час затримки ввімкнення після збою електроживлення
Діапазон значень	0…180 с
Заводські налаштування	3 с
Пояснення	Час для автоматичного вимкнення комутаційного пристрою після збою електроживлення



Fig. 43: Меню 5.50

№ меню	5.50
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень сухого ходу (спорожнення)/мін. рівень води (заповнення)
Діапазон значень	0…12,5 м
Заводські налаштування	0,15 м
Пояснення	Уведення рівня заповнення Якщо рівень контролюється окремим поплавковим вимикачем, **вимкніть** контроль рівня через давач рівня: **введіть значення «0,00 м».**



Fig. 44: Меню 5.51

№ меню	5.51
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Підвищений рівень води
Діапазон значень	0…12,5 м
Заводські налаштування	0,46 м
Пояснення	Уведення рівня заповнення



Fig. 45: Меню 5.57

№ меню	5.57
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Макс. тривалість роботи кожного насоса
Діапазон значень	0…60 хв
Заводські налаштування	0 хв
Пояснення	Максимально допустима тривалість роботи насоса. Після перевищення часу відбувається перемикання на наступний насос. Після трьох циклів зміни активується узагальнений сигнал про несправності (SSM). Налаштування «0 хв» вимикає контроль тривалості роботи.



Fig. 46: Меню 5.58

№ меню	5.58
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Функція узагальненого сигналу про роботу (SBM)
Діапазон значень	on, run
Заводські налаштування	run
Пояснення	Сигналізація про роботу комутаційного пристрою або під'єднаних насосів може здійснюватися через окремий вихід: • «on»: комутаційний пристрій готовий до роботи. • «run»: працює щонайменше один насос.



Fig. 47: Меню 5.59

№ меню	5.59
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Функція узагальненого сигналу про несправність (SSM)
Діапазон значень	fall, raise
Заводські налаштування	raise
Пояснення	У разі помилки через окремий вихід може здійснюватися загальна сигналізацію про несправність: • fall: реле вимикається. Ця функція може використовуватися для контролю мережевої напруги. • «raise»: реле спрацьовує.



Fig. 48: Меню 5.62

№ меню	5.62
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Затримка захисту від сухого ходу
Діапазон значень	0...180 с
Заводські налаштування	0 с
Пояснення	Час для вимкнення насосів у разі досягнення рівня сухого ходу



Fig. 49: Меню 5.64

№ меню	5.64
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Режим роботи у вибухонебезпечних зонах УВІМК./ВИМК. (доступний тільки в режимі роботи «Спорожнення»!)
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	off
Пояснення	У разі активації режиму роботи у вибухонебезпечних зонах (on) коригуються наступні функції: • Час роботи за інерцією. Всі часи роботи за інерцією ігноруються, та насоси негайно вимикаються! • Рівень сухого ходу (за допомогою давача рівня або занурювального дзвона). Наступні дії виконуються, лише коли рівень заповнення перевищить «Усі насоси ВИМК.»: – повторне ввімкнення насосів; – скидання повідомлень про несправність. • Аварійна сигналізація захисту від сухого ходу (за допомогою поплавкового вимикача). Скинути аварійну сигналізацію вручну (блокування повторного ввімкнення)! • Аварійна сигналізація термічного контролю двигуна. Скинути аварійну сигналізацію вручну (блокування повторного ввімкнення)! Дотримуйтеся додаткових вимог, наведених у главі про вибухонебезпечні зони в додатку!



Fig. 50: Меню 5.65

№ меню	5.65
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Автоматичне скидання помилки «сухий хід»
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	on
Пояснення	Якщо заповнення знову перевищить рівень сухого ходу, повідомлення про несправність «Сухий хід» буде скинуте автоматично. • on — функція активована. • off — функція деактивована.



Fig. 51: Меню 5.66

№ меню	5.66
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Вбудований зумер УВІМК./ВИМК.
Діапазон значень	off, error
Заводські налаштування	off
Пояснення	Увімкнення або вимкнення вбудованої звукової сигналізації: • off — звукова сигналізація ВИМК. • error — звукова сигналізація УВІМК. **ВКАЗІВКА! Сигнал тривоги при перериванні енергопостачання: щоб вимкнути внутрішній зумер із вбудованим акумулятором, вийміть акумулятор!**



Fig. 52: Меню 5.67

№ меню	5.67
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Вихід (24 В=, макс. 4 ВА) для зовнішнього сигнального пристрою УВІМК./ВИМК.
Діапазон значень	off, error
Заводські налаштування	off
Пояснення	Окремий вихід для керування зовнішньою аварійною сигналізацією, її вмикання та вимкнення: • off — вихід деактивовано. • error — вихід активовано.



Fig. 53: Меню 5.68

№ меню	5.68
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Під'єднання до мережі контролю обертового поля увімк./вимк.
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	on
Пояснення	Інтегрований контроль обертового поля для під'єднання до мережі. Якщо поля правого обертання немає, виникає повідомлення про несправність. • off — контроль обертового поля деактивовано. • on — контроль обертового поля активовано. **ВКАЗІВКА! Вимкніть функцію в разі роботи комутаційного пристрою від мережі однофазного струму!**



Fig. 54: Меню 5.69

№ меню	5.69
Версія програмного забезпечення: До 2.01.x	
Опис	Вмикання/вимкнення контролю струму двигуна
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	on
Пояснення	Якщо налаштований номінальний струм перевищується, інтегрований контроль струму двигуна сповіщає про помилку. • off — контроль струму двигуна деактивовано. • on — контроль струму двигуна активовано. **ВКАЗІВКА! Вимкніть функцію, якщо комутаційний пристрій під'єднано до мережі однофазного струму!**
Версія програмного забезпечення: Починаючи з 2.02.x	
Опис	Вмикання/вимкнення контролю струму двигуна
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	on
Пояснення	Інтегрований контроль струму двигуна контролює мінімальний та максимальний номінальний струм насоса. • Контроль мінімального номінального струму Якщо під час увімкнення насоса струм не вимірюється, інтегрований контроль струму двигуна сповіщає про помилку. • Контроль максимального номінального струму Якщо налаштований номінальний струм перевищується, інтегрований контроль струму двигуна сповіщає про помилку. Функцію можна налаштувати як наведено далі: • on — контроль мінімального номінального струму активовано. • off — контроль мінімального номінального струму деактивовано. • Контроль максимального номінального струму деактивувати **неможливо**.



Fig. 55: Меню 5.70

№ меню	5.70
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Макс. частота перемикань на кожний насос за годину
Діапазон значень	0…60
Заводські налаштування	0
Пояснення	Якщо макс. кількість запусків перевищена, активується узагальнений сигнал про несправності (SSM). Щоб деактивувати функцію, установіть **значення «0»**.

8.5.3 Меню 1: значення УВІМК./ВИМК.



Fig. 56: Меню 1.09



Fig. 57: Меню 1.10



Fig. 58: Меню 1.11



Fig. 59: Меню 1.12



Fig. 60: Меню 1.13

№ меню	1.09
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Час затримки вимкнення насоса основного навантаження
Діапазон значень	0…60 с
Заводські налаштування	0 с
Пояснення	Зазначений час, через який вимикається основний насос у разі досягнення рівня заповнення.

№ меню	1.10
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Час затримки вмикання насоса пікового навантаження
Діапазон значень	0…30 с
Заводські налаштування	3 с
Пояснення	Зазначений час, через який вмикається насос пікового навантаження в разі досягнення рівня заповнення.

№ меню	1.11
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Час затримки вимкнення насосів пікового навантаження
Діапазон значень	0…30 с
Заводські налаштування	1 с
Пояснення	Зазначений час, через який вимикається насос пікового навантаження в разі досягнення рівня заповнення.

№ меню	1.12
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса основного навантаження УВІМК.
Діапазон значень	0,06…12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,40 м
Пояснення	Режим роботи «Спорожнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень основного насоса ВИМК.» (меню 1.13). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень основного насоса ВИМК.» (меню 1.13). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**

№ меню	1.13
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса основного навантаження ВИМК
Діапазон значень	0,06…12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,23 м
Пояснення	Режим роботи «Випорожнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень основного насоса УВІМК.» (меню 1.12). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень основного насоса УВІМК.» (меню 1.12). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**



Fig. 61: Меню 1.14

№ меню	1.14
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса пікового навантаження 1 Увімк.
Діапазон значень	0,06...12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,42 м
Пояснення	Режим роботи «Спорожнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 1 УВІМК.» (меню 1.15). Рівень ввімкнення має **бути більшим/ дорівнювати** рівню ввімкнення насоса основного навантаження (меню 1.12). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 1 ВИМК.» (меню 1.15). Рівень ввімкнення має бути **меншим або дорівнювати** рівню ввімкнення насоса основного навантаження (меню 1.12). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**



Fig. 62: Меню 1.15

№ меню	1.15
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса пікового навантаження 1 ВИМК
Діапазон значень	0,06...12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,25 м
Пояснення	Режим роботи «Спорожнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 1 УВІМК.» (меню 1.14). Рівень вимкнення має **бути більшим/ дорівнювати** рівню вимкнення насоса основного навантаження (меню 1.13). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 1 УВІМК.» (меню 1.14). Рівень вимкнення має **бути меншим/ дорівнювати** рівню вимкнення насоса основного навантаження (меню 1.13). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**



Fig. 63: Меню 1.16

№ меню	1.16
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса пікового навантаження 2 УВІМК.
Діапазон значень	0,06...12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,42 м
Пояснення	Режим роботи «Спорожнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 2 ВИМК.» (меню 1.17). Рівень ввімкнення має **бути більшим/ дорівнювати** рівню ввімкнення насоса пікового навантаження (меню 1.14). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 2 ВИМК.» (меню 1.17). Рівень ввімкнення має **бути меншим/ дорівнювати** рівню ввімкнення насоса пікового навантаження (меню 1.14). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**



Fig. 64: Меню 1.17

№ меню	1.17
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Рівень насоса пікового навантаження 2 ВИМК
Діапазон значень	0,06...12,5 м (**ВКАЗІВКА! Фактичний діапазон значень залежить від налаштування в меню 5.09.**)
Заводські налаштування	0,25 м
Пояснення	Режим роботи «Спорожнення»: значення має бути на 0,03 м **нижче**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 2 УВІМК.» (меню 1.16). Рівень вимкнення має **бути більшим/ дорівнювати** рівню вимкнення насоса пікового навантаження (меню 1.15). Режим роботи «Заповнення»: значення має бути на 0,03 м **вище**, ніж «Рівень насоса пікового навантаження 2 УВІМК.» (меню 1.16). Рівень вимкнення має **бути меншим/ дорівнювати** рівню вимкнення насоса пікового навантаження (меню 1.15). **ВКАЗІВКА! Пункт меню видний тільки в тому випадку, якщо в меню 5.07 було налаштоване значення Level або Bell.**

8.5.4 Меню 2: Під'єднання магістральної шини ModBus RTU

Для під'єднання через ModBus RTU прилад керування оснащений інтерфейсом RS485. Різні параметри можуть бути прочитані й частково змінені через інтерфейс. Прилад керування працює як підпорядкований прилад Modbus. Огляд окремих параметрів і опис використовуваних типів даних представлені в додатку.

Щоб використовувати інтерфейс ModBus, виконайте налаштування в наведених далі меню.



Fig. 65: Меню 2.01

№ меню	2.01
Опис	Інтерфейс ModBus RTU УВІМК./ВИМК.
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	off



Fig. 66: Меню 2.02

№ меню	2.02
Опис	Швидкість передачі даних
Діапазон значень	9600; 19200; 38400; 76800
Заводські налаштування	19200



Fig. 67: Меню 2.03

№ меню	2.03
Опис	Адреса підпорядкованого пристрою
Діапазон значень	1...254
Заводські налаштування	10



Fig. 68: Меню 2.04

№ меню	2.04
Опис	Парність
Діапазон значень	none, even, odd
Заводські налаштування	even



Fig. 69: Меню 2.05

№ меню	2.05
Опис	Кількість стопових біт
Діапазон значень	1; 2
Заводські налаштування	1

8.5.5 Меню 3: деблокування насосів



Для роботи установки встановлено робочий режим для кожного насоса, і насоси деблоковані.

- Заводським налаштуванням для кожного насоса є режим роботи auto.
- У разі деблокування насосів у меню 3.01 запускається автоматичний режим.

ВКАЗІВКА! Необхідні налаштування для початкової конфігурації.

Під час початкової конфігурації слід перевірити контроль напрямку обертання насосів і точно налаштувати контроль струму двигуна. Щоб виконати цю роботу, зробіть такі налаштування.

- Вимкніть насоси: налаштуйте меню 3.02–3.04 на «off».



Fig. 70: Меню 3.02



Fig. 71: Меню 3.01

- Деблокуйте насоси: налаштуйте меню 3.01 на «on».

№ меню	3.02...3.04
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	Режим роботи насоса 1...насоса 3
Діапазон значень	off, Hand, Auto
Заводські налаштування	Auto
Пояснення	• off — насос вимкнено. • Hand— ручне керування насосом, доки кнопка натиснута. • Auto — автоматичне керування насосом в залежності від керування за рівнем. **ВКАЗІВКА! Для початкової конфігурації змініть значення на «off»!**

№ меню	3.01
Версія програмного забезпечення: усі	
Опис	деблокування насосів
Діапазон значень	on, off
Заводські налаштування	off
Пояснення	• off = насоси заблоковані та не можуть бути запущені. **ВКАЗІВКА! Ручне керування або примусове ввімкнення також неможливе!** • on — насоси вмикаються/вимикаються відповідно до налаштованого режиму роботи.

8.5.6 Налаштування контролю струму двигуна



НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування електричним струмом!

Під час робіт на відкритому приладі керування існує ризик смертельного травмування! Компоненти перебувають під струмом!

- Доручайте виконувати роботи електрику.
- Уникайте контакту з заземленими металевими частинами (труби, рами тощо).

Відображення поточного значення контролю струму двигуна

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 4.00.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 4.01.
4. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 4.25–4.27.
   ⇒ Меню 4.25: показує налаштований струм двигуна для насоса 1.
   ⇒ Меню 4.26: показує налаштований струм двигуна для насоса 2.
   ⇒ Меню 4.27: показує налаштований струм двигуна для насоса 3.
   ▶ Поточне значення контролю струму двигуна перевірене. Порівняйте налаштоване значення з даними на заводській табличці. Якщо встановлене значення відхиляється від заводської таблички, налаштуйте значення.

Налаштуйте значення контролю струму двигуна.

✓ Налаштування контролю струму двигуна перевірені.

1. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 4.25–4.27.
   ⇒ Меню 4.25: показує налаштований струм двигуна для насоса 1.
   ⇒ Меню 4.26: показує налаштований струм двигуна для насоса 2.
   ⇒ Меню 4.27: показує налаштований струм двигуна для насоса 3.

2. Відкрийте прилад керування.
НЕБЕЗПЕКА! Ризик смертельного травмування через електричний струм! Під час робіт на відкритому приладі керування існує ризик смертельного травмування! Ці роботи повинен виконувати тільки електрик!
3. За допомогою викрутки відрегулюйте струм двигуна на потенціометрі (див. Огляд компонентів [▶ 14]). Ознайомтеся зі змінами безпосередньо на дисплеї.
4. Коли всі струми двигуна будуть виправлені, закрийте прилад керування.
   ► Контроль струму двигуна налаштовано. Перевірте напрямок обертання.

8.5.7 Перевірте напрямок обертання під'єднаних насосів

ВКАЗІВКА

Обертове поле під'єднання до мережі та насоса

Обертове поле під'єднання до мережі передається безпосередньо до під'єднання насоса. Перевірте необхідне обертове поле під'єднаних насосів (за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки)! Дотримуватися інструкцій з монтажу експлуатації насосів.

Перевірте напрямок обертання насосів за допомогою пробного пуску.
ОБЕРЕЖНО! Матеріальні збитки! Проведіть пробний пуск у заданих умовах експлуатації.

✓ Прилад керування закритий.
✓ Конфігурування меню 5 і меню 1 завершені.
✓ У меню з 3.02 по 3.04 всі насоси вимкнені: значення off.
✓ У меню 3.01 насоси розблоковані: значення on.

1. Запустіть меню Easy Actions: поверніть кнопку керування на 180°.
2. Виберіть ручний режим роботи насоса: повертайте кнопку керування, доки не відобразиться пункт меню:
   – насос 1: P1 Hand;
   – насос 2: P2 Hand;
   – насос 3: P3 Hand.
3. Запустити пробний пуск: натиснути кнопку керування. Насос працює, доки кнопка керування натиснута.
4. Перевірте напрямок обертання.
   ⇒ **Неправильний напрямок обертання:** поміняйте місцями дві фази під час під'єднання насоса.
   ► Напрямок обертання перевіряється та за необхідності виправляється. Початкове конфігурування завершене.

8.6 Запуск автоматичного режиму

Автоматичний режим після початкового конфігурування

✓ Прилад керування закритий.
✓ Конфігурування завершене.
✓ Напрямок обертання правильний.
✓ Контроль струму двигуна встановлено вірно.

1. Запустіть меню Easy Actions: поверніть кнопку керування на 180°.
2. Виберіть насос для автоматичного режиму: повертайте кнопку керування, доки не відобразиться пункт меню:
   – насос 1: P1 Auto;
   – насос 2: P2 Auto;
   – насос 3: P3 Auto.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ Для обраного насоса налаштований автоматичний режим. Крім того, налаштування можна також виконати в меню з 3.02 по 3.04.
   ► Автоматичний режим увімкнено.

Автоматичний режим після виведення з експлуатації

✓ Прилад керування закритий.

✓ Конфігурація перевірена.

✓ Розблокуйте введення параметрів: меню 7.01 стоїть на on.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 3.00.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 3.01.
4. Натиснути кнопку керування.
5. Змініть значення на on.
6. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ Значення збережене, насоси розблоковані.
   ► Автоматичний режим увімкнено.

8.7 Під час експлуатації

Під час експлуатації переконайтеся в наведеному нижче.

- Прилад керування закритий та захищений від несанкціонованого відкриття.
- Прилад керування захищений від затоплення (клас захисту IP54).
- Немає впливу прямих сонячних променів.
- Температура навколишнього середовища: –30 °C ... +50 °C.

На головному екрані відображується наведена нижче інформація.

- Стан насосів:
  - кількість зареєстрованих насосів;
  - насос активовано/деактивовано;
  - насос увімк./вимк.
- Експлуатація з резервним насосом.
- Режим роботи: заповнення або спорожнення.
- Поточний рівень води або комутаційне положення поплавкових вимикачів.
- Активна робота магістральної шини.

Крім того, наведена нижче інформація доступна через меню 4.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 4.
3. Натиснути кнопку керування.
   ► З'явиться меню 4.xx.

	Поточний рівень води в м
	Поточне комутаційне положення поплавкових вимикачів
	Тривалість роботи приладу керування Час* вказується в хвилинах (min), годинах (h) або днях (d) в залежності від тривалості.

	Тривалість роботи: насос 1 Час вказується у хвилинах (min), годинах (h) або днях (d) залежно від величини. Залежно від відрізка часу відображення може змінюватися. • 1 година: відображується в хвилинах від 0 до 59 хвилин; одиниця вимірювання — хвилина. • Від 2 годин до 24 годин: відображується в годинах і хвилинах, між якими ставиться крапка, наприклад 10.59, одиниця вимірювання — h. • Від 2 днів до 999 днів: відображується в днях і годинах, між якими ставиться крапка, наприклад 123.7, одиниця вимірювання — d. • Від 1000 днів: відображується в днях, одиниця вимірювання — d.
	Тривалість роботи: насос 2 Час вказується у хвилинах (min), годинах (h) або днях (d) залежно від величини.
	Тривалість роботи: насос 3 Час вказується у хвилинах (min), годинах (h) або днях (d) залежно від величини.
	Цикли перемикання приладу керування
	Цикл перемикань: насос 1
	Цикл перемикань: насос 2
	Цикл перемикань: насос 3
	Серійний номер Індикація чергується між 1-м та 2-м із чотирьох знаків.
	Тип приладу керування
	Версія програмного забезпечення
	Налаштоване значення контролю струму двигуна: Насос 1 Макс. номінальний струм в A
	Налаштоване значення контролю струму двигуна: Насос 2 Макс. номінальний струм в A
	Налаштоване значення контролю струму двигуна: Насос 3 Макс. номінальний струм в A
	Поточний номінальний струм в A для насоса 1 Індикація перемикається між L1, L2 і L3 Натисніть і утримуйте кнопку керування. Насос запускається через 2 с. Перекачування здійснюється, доки кнопка керування натиснута.

	Поточний номінальний струм в A для насоса 2 Індикація перемикається між L1, L2 і L3 Натисніть і утримуйте кнопку керування. Насос запускається через 2 с. Перекачування здійснюється, доки кнопка керування натиснута.
	Поточний номінальний струм в A для насоса 3 Індикація перемикається між L1, L2 і L3 Натисніть і утримуйте кнопку керування. Насос запускається через 2 с. Перекачування здійснюється, доки кнопка керування натиснута.

9 Виведення з експлуатації

9.1 Кваліфікація персоналу

- Роботи з електрообладнанням: кваліфікований електрик.
  Особа, яка має відповідну спеціальну освіту, знання та досвід і може розпізнавати пов'язані з електрикою небезпеки й уникати їх.
- Роботи з монтажу/демонтажу: кваліфікований електрик
  Знання про інструменти та матеріали для кріплення для різних конструкцій

9.2 Обов'язки керівника

- Дотримуйтеся чинних місцевих правил щодо запобігання нещасним випадкам і приписів з техніки безпеки професійних галузевих об'єднань.
- Забезпечити необхідне навчання персоналу для виконання зазначених робіт.
- Провести інструктаж персоналу щодо принципу функціонування установки.
- Під час виконання робіт у закритих приміщеннях необхідна присутність другого робітника для підстрахування.
- Забезпечуйте достатню вентиляцію закритих приміщень.
- При скупченні отруйних або задушливих газів слід негайно вжити контрзаходів!

9.3 Виведення з експлуатації

Для виведення з експлуатації вимкніть насоси і прилад керування на головному вимикачі. Налаштування, захищені від нульової напруги, зберігаються в приладі керування й нікуди не зникають. Отже, прилад керування готовий до роботи в будь-який час. Під час простою дотримуйтесь наведених нижче пунктів.

- Температура навколишнього середовища: –30 °C ... +50 °C.
- Макс. вологість повітря: 90 %, без конденсації.

✓ Розблокуйте введення параметрів: меню 7.01 стоїть на on.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 3.00.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 3.01.
4. Натиснути кнопку керування.
5. Змініть значення на off.
6. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ Значення збережене, насоси вимкнені.
7. Поверніть головний вимикач у положення OFF.
8. Захистіть головний вимикач від несанкціонованого ввімкнення (наприклад заблокуйте)
   ► Прилад керування вимкнено.

9.4 Демонтаж



НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування через електричний струм.

Неправильні дії під час виконання електричних робіт призводять до смерті через ураження струмом.

- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

✓ Виведення з експлуатації виконане.

✓ Під'єднання до мережі вимкнене й захищене від несанкціонованого ввімкнення.

✓ Під'єднання до мережі повідомлень про помилки та роботу вимкнене й захищене від несанкціонованого ввімкнення.

1. Відкрийте прилад керування.
2. Відключіть усі під'єднувальні кабелі та витягніть їх через послаблені кабельні нарізні з'єднання.
3. Ущільніть кінці під'єднувальних кабелів водонепроникним матеріалом.
4. Герметично закрийте кабельні нарізні з'єднання.
5. Зафіксуйте прилад керування (наприклад за допомогою другої особи).
6. Відгвинтіть гвинти кріплення приладу керування та зніміть прилад керування зі споруди.

► Прилад керування демонтовано. Дотримуйтесь вказівок щодо зберігання!

10 Утримання в справному стані

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування через електричний струм.

Неправильні дії під час виконання електричних робіт призводять до смерті через ураження струмом.

- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

ВКАЗІВКА

Несанкціоновані роботи або конструктивні зміни заборонені!

Виконувати можна лише зазначені роботи з технічного обслуговування та ремонту. Усі інші роботи, а також конструктивні зміни можуть виконуватися лише виробником.

10.1 Інтервали техобслуговування

Регулярно

- Очистіть прилад керування.

Щорічно

- Перевірте електромеханічні компоненти на предмет зношення.

Через 10 років

- Капітальний ремонт.

10.2 Роботи з технічного обслуговування

Очищення приладу керування

✓ Вимкніть прилад керування.

1. Очистіть прилад керування вологою бавовняною тканиною.
   Не застосовуйте агресивних або абразивних очищувачів і рідин!

Перевірте електромеханічні компоненти на предмет зношення

Перевіряти електромеханічні компоненти на предмет зношення має електрик. Якщо виявлено сильне зношення, доручіть заміну пошкоджених компонентів електрику або фахівцю сервісного центру.

Капітальний ремонт

Під час капітального ремонту всі компоненти, проводка та корпус перевіряються на зношення. Пошкоджені або зношені компоненти замінюються.

10.3 Індикація для інтервалу технічного обслуговування



Fig. 72: Індикація інтервалу технічного обслуговування

Прилад керування має вбудовану індикацію для інтервалу технічного обслуговування. Після закінчення заданого інтервалу на головному екрані блимає «SER». Наступний інтервал починається автоматично за допомогою скидання поточного інтервалу. Функція вимкнена на заводі.

10.3.1 Інтервал техобслуговування — увімкнення індикації інтервалів



Fig. 73: Увімкнення інтервалу техобслуговування

✓ Розблокуйте введення параметрів: меню 7.01 стоїть на on.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 7.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 7.01.
4. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 7.07.
5. Натисніть кнопку керування.
6. Встановіть необхідний інтервал:
   — 0 — індикація інтервалу вимкнена;
   — 0,25 — щокварталу;
   — 0,5 — раз на півроку;
   1 — щорічно;
   2 — кожні два роки.
7. Натисніть кнопку керування.
   ⇒ Значення зберігається.
   ► Індикація інтервалів увімкнена.

10.3.2 Інтервал техобслуговування — скидання інтервалу техобслуговування



Fig. 74: Скидання інтервалу техобслуговування

✓ На дисплеї блимає «SER».
✓ Розблокуйте введення параметрів: меню 7.01 стоїть на on.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 7.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 7.01.
4. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 7.08.
5. Натисніть кнопку керування.
6. Змініть значення на on.
7. Натисніть кнопку керування.
   ⇒ Індикацію скинуто.
   ► Скидання поточного інтервалу технічного обслуговування, почався новий інтервал технічного обслуговування.

11 Несправності, їх причини та усунення

НЕБЕЗПЕКА

Ризик смертельного травмування через електричний струм.

Неправильні дії під час виконання електричних робіт призводять до смерті через ураження струмом.

- Роботи з електрообладнанням доручати тільки електрику.
- Дотримуйтеся місцевих приписів.

11.1 Обов'язки керівника

- Дотримуйтеся чинних місцевих правил щодо запобігання нещасним випадкам і приписів з техніки безпеки професійних галузевих об'єднань.
- Забезпечити необхідне навчання персоналу для виконання зазначених робіт.
- Провести інструктаж персоналу щодо принципу функціонування установки.
- Під час виконання робіт у закритих приміщеннях необхідна присутність другого робітника для підстрахування.
- Забезпечуйте достатню вентиляцію закритих приміщень.
- При скупченні отруйних або задушливих газів слід негайно вжити контрзаходів!

11.2 Індикація несправності

Можливі помилки відображаються на дисплеї світлодіодом несправності й у вигляді літерно-цифрових кодів. Перевірте установку відповідно до відображеної помилки та замініть несправні компоненти. Індикація несправності відбувається по-різному.

- Помилка в керуванні/у приладі керування
  - **Горить** червоний світлодіод несправності.
  - Код помилки відображується поперемінно з головним екраном і зберігається в пам'яті помилок.
  - Активується узагальнений сигнал про несправності.
  - Якщо активується внутрішній зумер, лунає звукове аварійне повідомлення.
- Несправність насоса
  Символ стану відповідного насоса **блимає** на дисплеї.

11.3 Підтвердження помилок

Вимкніть індикацію сигналу тривоги, натиснувши кнопку керування. Підтвердьте несправність через головне меню або меню Easy Actions.

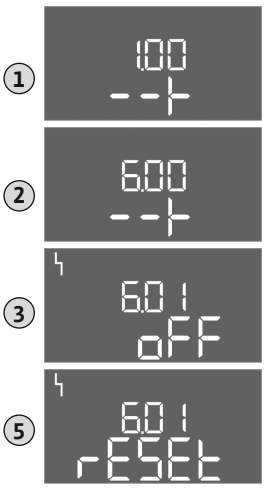


Fig. 75: Підтвердження помилок

Головне меню

✓ Усі несправності усунено.

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 6.
3. Натиснути кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 6.01.
4. Натиснути кнопку керування.
5. Змініть значення на reset: поверніть кнопку керування.
6. Натиснути кнопку керування.
   ► Індикацію несправності скинуто.

Меню Easy Actions

✓ Усі несправності усунено.

1. Запустити меню Easy Actions: поверніть кнопку керування на 180°.
2. Виберіть пункт меню Err reset.
3. Натиснути кнопку керування.
   ► Індикацію несправності скинуто.

Підтвердження помилок не вдалося

Якщо є інші помилки, вони відображаються так, як наведено далі.

- Світлодіод несправності горить.
- На дисплей виводиться код останньої помилки.
  Всі інші помилки можуть бути викликані з накопичувача помилок.

Коли всі несправності було усунено, знову підтвердьте помилки.

11.4 Накопичувач помилок

У приладі керування є накопичувач для останніх 10 помилок. Накопичувач помилок працює за принципом First in/First out. Помилки відображаються в порядку спадання в пунктах меню з 6.02 по 6.11:

- 6.02: остання/нова помилка
- 6.11: найдавніша помилка

11.5 Коди помилок

Функції можуть працювати по-іншому залежно від версії програмного забезпечення. Тому для кожного коду помилки зазначана версія програмного забезпечення.

Застосовувана версія програмного забезпечення зазначена на заводській табличці або відображується в меню 4.24.

Код*	Несправність	Версія програмного забезпечення	Причина	Усунення
E006	Помилка поля обертання	усі	• Неправильне обертове поле • Робота з під'єднанням до мережі однофазного струму	• Забезпечте обертове поле за годинниковою стрілкою в місці під'єднання до мережі. • Деактивуйте контроль обертового поля (меню 5.68)!
E014.x	Контроль герметичності	усі	Спрацював електрод вологості під'єднаного насоса	Див. інструкцію з монтажу та експлуатації під'єднаного насоса
E040	Несправність давача рівня	усі	Відсутнє з'єднання з давачем	Перевірити під'єднувальний кабель і давач, замінити дефектний компонент
E062	Захист від сухого ходу активний **/Мін. рівень води активний **	усі	• Режим роботи **«Спорожнення»**: Досягнуто сухого ходу • Режим роботи **«Заповнення»**: Мін. рівень води нижче мінімального значення	• Перевірити впуск і параметри установки. • Перевірити поплавковий вимикач на справну роботу, замінити дефектний компонент
E066	Сигнал тривоги про підняття води активний	усі	Досягнуто підвищеного рівня води	• Перевірити впуск і параметри установки. • Перевірити поплавковий вимикач на справну роботу, замінити дефектний компонент
E068	Extern OFF активний	усі	Контакт «Extern OFF» активний, активний контакт визначається як сигнал тривоги.	Перевірте під'єднання контакту «Extern OFF» відповідно до наявної схеми під'єднання.
E080.x	Несправність насоса**	До 2.01.x	• Робота з під'єднанням до мережі однофазного струму • Відсутній сигнал підтвердження відповідного контактора. • Спрацював біметалевий давач. • Спрацював контроль струму двигуна.	• Деактивуйте контроль струму двигуна (меню 5.69)! • Перевірити функціонування насоса. • Перевірити, чи достатньо охолоджений двигун. • Перевірте налаштований номінальний струм і за потреби відкоригуйте. • Зверніться до сервісного центру
E080.x	Несправність насоса**	Починаючи з 2.02.x	• Насос не під'єднано. • Контроль струму двигуна не налаштовано (потенціометр встановлений на 0). • Відсутній сигнал підтвердження відповідного контактора. • Спрацював біметалевий давач. • Спрацював контроль струму двигуна.	• Під'єднайте насос або деактивуйте мінімальний контроль струму (меню 5.69)! • Налаштуйте контроль струму двигуна на номінальний струм насоса. • Перевірити функціонування насоса. • Перевірити, чи достатньо охолоджений двигун. • Перевірте налаштований номінальний струм і за потреби відкоригуйте. • Зверніться до сервісного центру

Код*	Несправність	Версія програмного забезпечення	Причина	Усунення
E085.x	Контроль тривалості роботи насоса***	До 1.xx.x	Максимальний час напрацювання насоса перевищений	• Перевірити робочий параметр (впуск, точки перемикання). • Перевірити функціонування інших насосів
E090	Помилка достовірності	усі	Поплавковий вимикач у неправильному порядку	Перевірити установку та під'єднання поплавкових вимикачів
E140.x	Перевищений запуск насосів***	усі	Кількість макс. запусків насоса перевищено	• Перевірити робочий параметр (впуск, точки перемикання). • Перевірити функціонування інших насосів
E141.x	Контроль тривалості роботи насоса***	Починаючи з 2.xx.x	Максимальний час напрацювання насоса перевищений	• Перевірити робочий параметр (впуск, точки перемикання). • Перевірити функціонування інших насосів

Умовні позначення:
*__«x»__ — параметри насоса, якого стосується відображувана помилка!
** Помилку потрібно підтвердити **вручну** у вибухонебезпечному режимі!
*** Помилка підтверджується **зазвичай вручну**.

11.6 Подальші дії з усунення несправностей

Якщо несправність не вдалось усунути за допомогою вищеописаних дій, зверніться до сервісного центру. За користування додатковими послугами може стягуватися додаткова плата! Точні відомості про це можна дізнатися в сервісному центрі.

12 Видалення відходів

12.1 Акумулятор

Акумулятори не можна видаляти разом із побутовим сміттям, перед видаленням відходів їх слід демонтувати з виробу. Кінцеві користувачі за законом зобов'язані повертати всі відпрацьовані акумулятори. Для цього акумулятори можна безкоштовно здавати в місцеві пункти збору або в спеціалізовані магазини.



ВКАЗІВКА

Видалення відходів із побутовим сміттям заборонено!

Відповідні акумулятори марковані цим символом. Під малюнком знаходиться позначення важкого метала, що міститься в них:

- **Hg** (ртуть);
- **Pb** (свинець);
- **Cd** (кадмій).

12.2 Інформація про збирання відпрацьованих електричних та електронних виробів

Правильне видалення відходів та належна вторинна переробка цього виробу запобігають шкоді довкіллю та небезпеці для здоров'я людей.



ВКАЗІВКА

Видалення відходів із побутовим сміттям заборонено!

В Європейському Союзі цей символ може бути на виробі, на упаковці або в супровідних документах. Він означає, що відповідні електричні та електронні вироби не можна утилізувати разом із побутовим сміттям.

Для правильної переробки, вторинного використання та видалення відходів відповідних відпрацьованих виробів необхідно брати до уваги такі положення:

- ці вироби можна здавати лише до передбачених для цього сертифікованих пунктів збору;

- дотримуйтесь чинних місцевих приписів!

Інформацію про видалення відходів згідно з правилами можна отримати в органах місцевого самоврядування, найближчому пункті утилізації відходів або у дилера, у якого був придбаний виріб. Більш докладна інформація про видалення відходів міститься на сайті www.wilo-recycling.com.

Можливі технічні зміни!

13 Додаток

13.1 Вибухонебезпечні зони: під'єднання датчиків сигналів і насосів

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху при установці приладу керування у вибухонебезпечних зонах!

Прилад керування не має власного клас захисту для експлуатації у вибухонебезпечних зонах, а тому його завжди необхідно монтувати поза цими зонами! Електричне підключення має виконувати електрик.

13.1.1 Вибухонебезпечна зона

Під'єднані насоси та датчики сигналів можуть використовуватися тільки у вибухонебезпечних зонах 1 і 2. **Застосування у вибухонебезпечній зоні 0 заборонено!**

13.1.2 Насоси

- Насоси відповідають типу вибухозахисту «Оболонка, розрахована на сприйняття тиску».
- Під'єднайте насоси безпосередньо до приладу керування. Заборонено використовувати електронне керування пуском!
- Під'єднуйте контрольні прилади поза оболонкою, розрахованою на сприйняття тиску, через розділове реле (вибухонебезпечна зона-i, іскробезпечне електричне коло).

13.1.3 Сигнальний датчик

НЕБЕЗПЕКА

Небезпека вибуху через неналежну роботу сигнальних датчиків!

Категорично забороняється встановлювати електроди у вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах)! Небезпека вибуху!
У вибухонебезпечних середовищах (вибухонебезпечних зонах) завжди застосовуйте поплавковий вимикач або давач рівня.

У вибухонебезпечних зонах під'єднуйте сигнальний датчик через іскрозахищений електричний контур.

- Під'єднуйте поплавковий вимикач через вибухозахисне роздільне реле!
- Під'єднуйте давачі рівня через зенерівський бар'єр!

13.1.4 Підключення термічного контролю двигуна

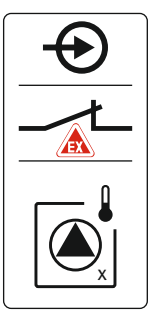


Fig. 76: Огляд під'єднання клемм

Під'єднайте біметалевий давач до клемної панелі для активації вибухозахисного режиму (див. Огляд компонентів [▸ 14], пункт 4b). **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.** «X» у символі вказує на відповідний насос.

Для цього див. також

- ▸ Огляд компонентів [▸ 14]

13.1.5 Під'єднання захисту від сухого ходу



Fig. 77: Огляд під'єднання клемм

НЕБЕЗПЕКА! Небезпека вибуху внаслідок неправильного виконання! Контроль рівня сухого ходу має виконуватися за допомогою окремого поплавкового вимикача!

Під'єднайте поплавковий вимикач до клемної панелі для активації вибухозахисного режиму (див. Огляд компонентів [▸ 14], пункт 4b). **Номер клеми видно в огляді під'єднань на кришці.**

Для цього див. також

- ▶ Огляд компонентів [▸ 14]

13.1.6 Конфігурація комутаційного приладу: вмикання вибухозахисного режиму

Функції для користувачів

Вибухозахисний режим регулює наведені далі функції.

- Час роботи за інерцією.
  Всі часи роботи за інерцією ігноруються, та насоси негайно вимикаються!
- Рівень сухого ходу (за допомогою давача рівня або занурювального дзвона).
  Наступні дії виконуються, лише коли рівень заповнення перевищить «Усі насоси ВИМК.»:
  - повторне ввімкнення насосів;
  - скидання повідомлень про несправність.
- Аварійна сигналізація захисту від сухого ходу (за допомогою поплавкового вимикача).
  Скинути аварійну сигналізацію вручну (блокування повторного ввімкнення)!
- Аварійна сигналізація термічного контролю двигуна.
  Скинути аварійну сигналізацію вручну (блокування повторного ввімкнення)!

Активація вибухозахисного режиму

1. Натиснути й утримувати кнопку керування протягом 3 с.
   ⇒ З'явиться меню 1.00.
2. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 5.
3. Натисніть кнопку керування.
   ⇒ З'явиться меню 5.01.
4. Повертайте кнопку керування, доки не з'явиться меню 5.64.
5. Натисніть кнопку керування.
6. Змініть значення на on: Поверніть кнопку керування.
7. Натисніть кнопку керування.
   ▶ Вибухозахисний режим увімкнено.

13.2 Повний опір системи

ВКАЗІВКА

Макс. частота ввімкнень за годину

Максимальну частоту ввімкнень за годину визначає під'єднаний двигун. Зважайте на технічні характеристики під'єднаного двигуна! Забороняється перевищення максимальної частоти ввімкнень двигуна.

ВКАЗІВКА

- Залежно від повного опору системи й максимальної кількості перемикань на годину під'єднаних споживачів може відбуватися коливання та/або падіння напруги.
- У разі використання екранованих кабелів екранування у приладі керування слід розміщувати з одного боку на шині заземлення!
- Підключення повинен виконувати електрик!
- Дотримуйтеся інструкції з монтажу та експлуатації під'єднаних насосів і сигнальних датчиків

3~400 В, 2 полюси, прямий пуск		
Потужність, кВт	**Повний опір системи, Ом**	**Кількість перемикань на годину**
2,2	0,257	12
2,2	0,212	18
2,2	0,186	24
2,2	0,167	30
3,0	0,204	6
3,0	0,148	12
3,0	0,122	18
3,0	0,107	24
4,0	0,130	6
4,0	0,094	12
4,0	0,077	18

13.3 Огляд символів



Режим очікування
Символ горить: прилад керування ввімкнений та готовий до роботи.
Символ блимає: час роботи за інерцією насоса 1 активний



Введення значень неможливе
1. Введення заблоковане.
2. Викликане меню — це лише індикація значень.



Насоси готові до роботи/деактивовані
Символ горить: насос доступний та готовий до роботи.
Символ блимає: насос деактивовано



Насоси працюють/несправність
Символ горить: відбувається експлуатація насоса.
Символ блимає: несправність насоса



Насос був установлений в ролі резервного насоса.



Вхід Extern OFF активний: усі насоси вимкнені.



Режим роботи: «Спорожнення»



Режим роботи: «Заповнення»



Перевищення підвищеного рівня води



Режим роботи «Спорожнення»: рівень сухого ходу нижче мінімального

Режим роботи «Заповнення»: рівень води нижче мінімально допустимого



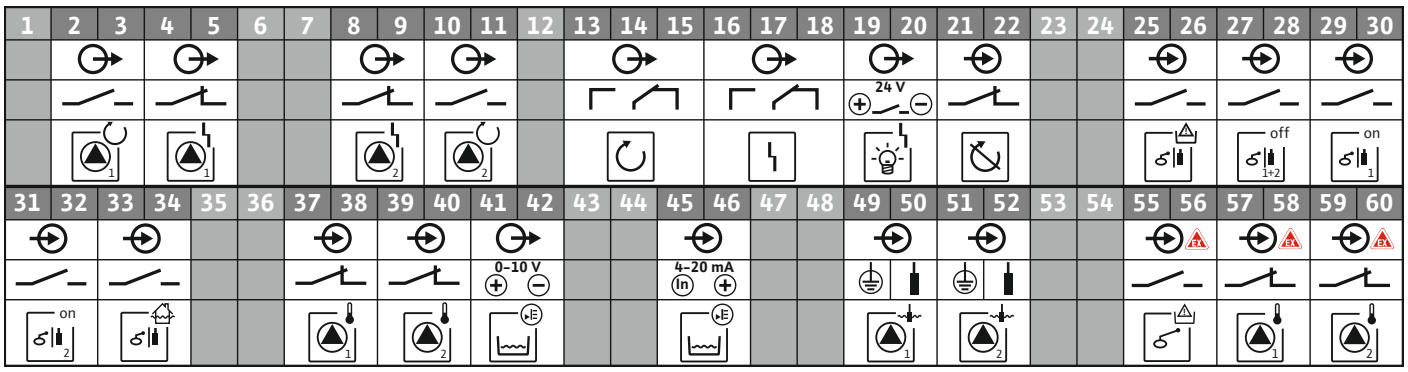
Наявне принаймні одне актуальне повідомлення про несправність (не підтверджене).



Прилад взаємодіє із системою магістральних шин.

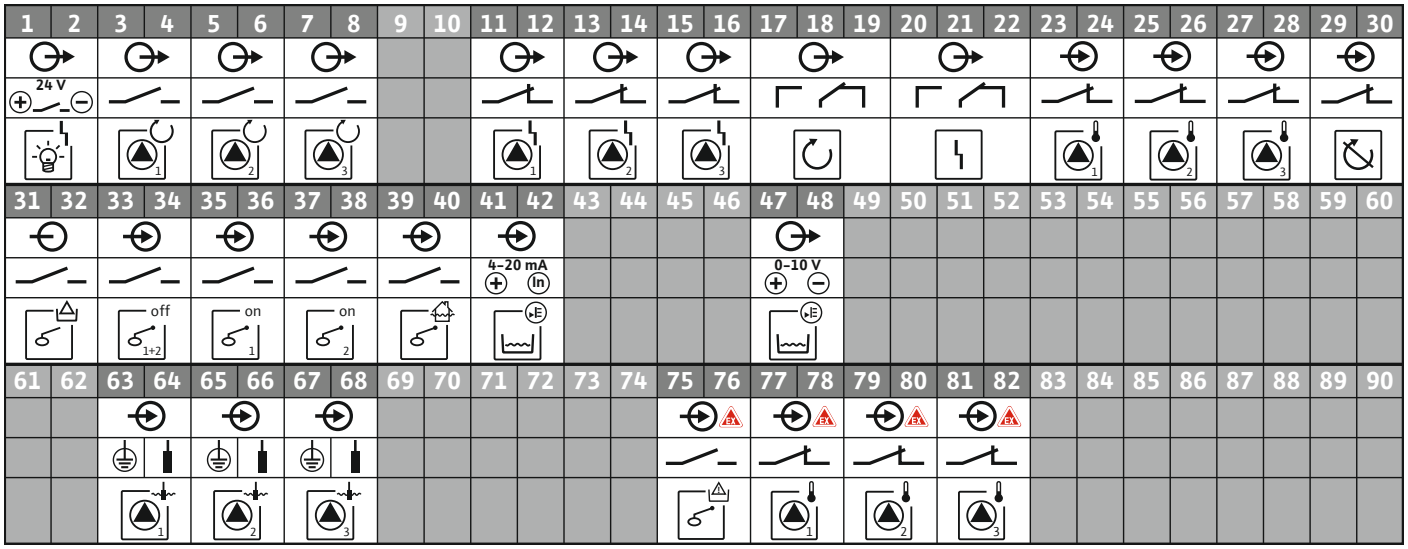
13.4 Огляд схеми з'єднань

Схема з'єднань EC-L1... і EC-L2...



Клема	Функція	Клема	Функція
2/3	Вихід: індивідуальний сигнал про роботу насоса 1	31/32	Вхід: поплавковий вимикач або електрод «Насос 2 УВІМК.»
4/5	Вихід: роздільний сигнал про несправність насоса 1	33/34	Вхід: поплавковий вимикач або електрод «Підвищений рівень води»
8/9	Вихід: роздільний сигнал про несправність насоса 2	37/38	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 1
10/11	Вихід: індивідуальний сигнал про роботу насоса 2	39/40	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 2
13/14/15	Вихід: узагальнений сигнал про роботу	41/42	Вихід: аналоговий вихід для індикації фактичного значення рівня
16/17/18	Вихід: узагальнений сигнал про несправності	45/46	Вхід: давач рівня 4 – 20 мА
19/20	Вихід: вихід потужності	49/50	Вхід: контроль герметичності насоса 1
21/22	Вхід: Extern OFF	51/52	Вхід: контроль герметичності насоса 2
25/26	Вхід: поплавковий вимикач або електрод «Захист від сухого ходу»	55/56	Вхід: поплавковий вимикач «Захист від сухого ходу» (вибухозахисний режим)
27/28	Вхід: поплавковий вимикач або електрод «Усі насоси ВИМК.»	57/58	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 1 (вибухозахисний режим)
29/30	Вхід: поплавковий вимикач або електрод «Насос 1 УВІМК.»	59/60	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 2 (вибухозахисний режим)

Схема з'єднань EC-L3...



Клема	Функція	Клема	Функція
1/2	Вихід: вихід потужності	33/34	Вхід: поплавковий вимикач «Всі насоси ВИМК.»
3/4	Вихід: індивідуальний сигнал про роботу насоса 1	35/36	Вхід: поплавковий вимикач «Насос 1 УВІМК.»
5/6	Вихід: індивідуальний сигнал про роботу насоса 2	37/38	Вхід: поплавковий вимикач «Насос 2 УВІМК.»
7/8	Вихід: індивідуальний сигнал про роботу насоса 3	39/40	Вхід: поплавковий вимикач «Підвищений рівень води»
11/12	Вихід: роздільний сигнал про несправність насоса 1	41/42	Вхід: давач рівня 4 – 20 мА

Клема	Функція	Клема	Функція
13/14	Вихід: роздільний сигнал про несправність насоса 2	47/48	Вихід: аналоговий вихід для індикації фактичного значення рівня
15/16	Вихід: роздільний сигнал про несправність насоса 3	63/64	Вхід: контроль герметичності насоса 1
17/18/19	Вихід: узагальнений сигнал про роботу	65/66	Вхід: контроль герметичності насоса 2
20/21/22	Вихід: узагальнений сигнал про несправності	67/68	Вхід: контроль герметичності насоса 3
23/24	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 1	75/76	Вхід: поплавковий вимикач «Захист від сухого ходу» (вибухозахисний режим)
25/26	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 2	77/78	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 1 (вибухозахисний режим)
27/28	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 3	79/80	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 2 (вибухозахисний режим)
29/30	Вхід: Extern OFF	81/82	Вхід: термічний контроль обмотки насоса 3 (вибухозахисний режим)
31/32	Вхід: поплавковий вимикач «Захист від сухого ходу»		

13.5 ModBus: Типи даних

Тип даних	Опис
INT16	Ціле число в діапазоні від –32 768 до 32 767 Фактичний діапазон чисел, які використовуються для точки даних, може відрізнятися
UINT16	Беззнакове ціле число в діапазоні від 0 до 65 535 Фактичний діапазон чисел, які використовуються для точки даних, може відрізнятися
ENUM	Це перелік. Можна встановити тільки одне зі значень, наведених у параметрах
BOOL	Логічне значення являє собою параметр з точно двома станами (0 — хиба/false та 1 — істина/true). Загалом усі значення більше нуля вважаються true
BITMAP*	Базова інформація складається з 16 логічних значень (біт). Значення індексуються від 0 до 15. Число, яке потрібно прочитати або записати до реєстру, утворюється із суми всіх бітів зі значенням 1 × 2 зі своїм показником степеня. • Біт 0: $2^0 = 1$ • Біт 1: $2^1 = 2$ • Біт 2: $2^2 = 4$ • Біт 3: $2^3 = 8$ • Біт 4: $2^4 = 16$ • Біт 5: $2^5 = 32$ • Біт 6: $2^6 = 64$ • Біт 7: $2^7 = 128$ • Біт 8: $2^8 = 256$ • Біт 9: $2^9 = 512$ • Біт 10: $2^{10} = 1024$ • Біт 11: $2^{11} = 2048$ • Біт 12: $2^{12} = 4096$ • Біт 13: $2^{13} = 8192$ • Біт 14: $2^{14} = 16\,384$ • Біт 15: $2^{15} = 32768$
BITMAP32	Базова інформація складається з 32 логічних значень (біт). Детальніше про розрахунок див. у Bitmap

* Приклад для пояснення:
біти 3, 6, 8, 15 дорівнюють 1, решта — 0. Тоді сума дорівнює
$2^3 + 2^6 + 2^8 + 2^{15} = 8 + 64 + 256 + 32\,768 = 33\,096$. Також можливий зворотний порядок. У цьому випадку перевіряється, починаючи з біта з показником найвищої степені, якщо прочитане число більше або дорівнює степені два. Якщо це так, біт 1 установлений, та степінь двох віднімається від числа. Після цього перевірка повторюється з бітом з наступним меншим показником степеня, а число, що

залишилося, розраховується, доки не буде досягнутий біт 0, або число не стане дорівнювати нулю. Приклад для пояснення: прочитане число — 1416. Біт 15 стає 0, тому що 1416 < 32 768. Біти від 14 до 11 також стають 0. Біт 10 стає 1, тому що 1416 > 1024. Число, що залишилося, буде 1416 – 1024 = 392. Біт 9 стає 0, тому що 392 < 512. Біт 8 стає 1, тому що 392 > 256. Число, що залишилося, буде 392 – 256 = 136. Біт 7 стає 1, тому що 136 > 128. Число, що залишилося, буде 136 – 128 = 8. Біти з 6 по 4 будуть 0. Біт 3 стає 1, тому що 8 = 8. Число, що залишилося, буде 0. Отже, біти, які залишилися, від 2 до всіх 0.

13.6 ModBus: огляд параметрів

Holding register (Protocol)	Name	Data type	Scale & unit	Elements	Access*	Added
40001 (0)	Version communication profile	UINT16	0.001		R	31.000
40002 (1)	Wink service	BOOL			RW	31.000
40003 (2)	Switch box type	ENUM		0. SC 1. SC...FC 2. SCe 3. CC 4. CC...FC 5. CCe 6. SCe NWB 7. CCe NWB 8. EC 9. ECe 10. ECe NWB	R	31.000
40014 (13)	Bus command timer	ENUM		0. – 1. Off 2. Set 3. Active 4. Reset 5. Manual	RW	31.000
40015 (14)	Drives on/off	BOOL			RW	31.000
40025 (24)	Control mode	ENUM		0. p-c 1. dp-c 2. dp-v 3. dT-c 4. dT-v 5. n(TV) 6. n(TR) 7. n(TP) 8. n(TA) 9. n-c 10. fill 11. empty/drain 12. FTS 13. cleans/day 14. cleans/ month	R	31.000
40026 (25)	Current value	INT16	0.1 bar 0.1 m 0.1 K 0.1 °C 1 cm 1 min 0.1 h 0.1 psi		R	31.000

Holding register (Protocol)	Name	Data type	Scale & unit	Elements	Access*	Added
40041 (40)	Pump 1 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40042 (41)	Pump 2 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40043 (42)	Pump 3 mode	ENUM		0. Off 1. Hand 2. Auto	RW	31.000
40062 (61)	Switch box state	BITMAP		0: SBM 1: SSM	R	31.000
40139 – 40140 (138–139)	Error state	BITMAP32		0: Sensor error 1: P max 2: P min 3: FC 4: TLS 5: Pump 1 Alarm 6: Pump 2 Alarm 7: Pump 3 Alarm 8: Pump 4 Alarm 9: Pump 5 Alarm 10: Pump 6 Alarm 11: – 12: – 13: Frost 14: Battery Low 15: High water 16: Priority off 17: Redundancy 18: Plausibility 19: Slave communication 20: Net supply 21: Leakage	R	31.000
40141 (140)	Acknowledge	BOOL			W	31.000
40142 (141)	Alarm history index	UINT16			RW	31.000
40143 (142)	Alarm history error code	UINT16	0.1		R	31.000
40198 (197)	State float swiches	BITMAP		0: DR 1: Ps off 2: P1 on 3: P2 on 4: HW	R	31.102
40204 (203)	Set points water level 1	UNIT16	1 см		RW	31.102
40205 (204)	Set points water level 2	UNIT16	1 см		RW	31.102
40206 (205)	Set points water level 3	UNIT16	1 см		RW	31.102
40212 (211)	Set points water level 1	UNIT16	1 см		RW	31.102
40213 (212)	Set points water level 2	UNIT16	1 см		RW	31.102

Holding register (Protocol)	Name	Data type	Scale & unit	Elements	Access*	Added
40214 (213)	Set points water level 3	UNIT16	1 см		RW	31.102
40220 (219)	Dry run level	UNIT16	1 см		RW	31.102
40222 (221)	High water level	UNIT16	1 см		RW	31.102

Умовні позначення

* R = лише доступ для читання; RW = доступ для читання та запису.