

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем  
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій  
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      Форсюк А.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)                      Ельперін І.В.  
(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » червня 2020 р.

« \_\_\_\_ » червня 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації офісу з використанням IoT рішень Advantech

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 2

Міркевич Олексій Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Пупена Олександр Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові)                      \_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультанти

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)                      \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)                      \_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент

Горлова Тетяна Михайлівна  
(прізвище та ініціали)                      \_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2020 р.

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

\_\_\_\_\_ І.В.Ельперін

« 27 » квітня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Міркевич Олексій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи автоматизації офісу з використанням IoT рішень Advantech»

керівник роботи доцент, кандидат техніч. наук Пупена Олександр Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. №269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 9 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка

людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<b>№</b>	<b>Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи</b>	<b>Строк виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Міркевич О.М.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи Пупена О.М.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

## Анотація

В кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації розумного офісу.

Під час роботи розроблено опис функціонування системи розумного офісу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – датчика вібрації Advantech Wise-2410, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів. Розроблено програму для управління температурою в приміщеннях за допомогою програмного забезпечення Multiprog для ПЛК Advantech Adam-3600.

Інтерфейс контролю за показниками в приміщеннях розроблений в програмному забезпеченні Webaccess від компанії Advantech.

**Ключові слова:** IoT, MQTT, розумний офіс.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Annotation

The qualification work considers the development of a smart office automation system.

During the work the description of functioning of system of smart office, tasks on automation system, scheme of automation, specification of technical means of automation, assembly scheme of technical means of automation - vibration sensor Advantech Wise-2410, scheme of connection of sensors and actuators to PLC and expanded schemes of connection of technical means . Developed a program for indoor temperature control using Multiprog software for Advantech Adam-3600 PLC.

The indoor performance monitoring interface is developed in the Webaccess software from Advantech.

**Keywords:** IoT, MQTT, smart office.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зміст

Вступ .....	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації .....	9
1.1 Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації .....	9
1.1.1. Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій .....	10
1.1.2. Вибір контрольованих величин .....	10
1.1.3. Вибір сигналізованих величин .....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	11
Розділ 2. Опис системи автоматизації .....	13
2.1. Вибір технічних засобів .....	13
2.2 Схема автоматизації.....	13
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	25
2.4 Проектне компонування мікропроцесорного контролера.....	27
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера.....	31
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу .....	33
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для МПК) .....	35
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога).....	41
Розділ 7. Використання протоколу MQTT в рішеннях Advantech.....	46
Як працює MQTT? .....	47
MQTT в IoT.....	50
Завдання MQTT: безпека, сумісність та автентифікація .....	52
Advantech MQTT-рішення для збору даних IoT.....	55
Висновок .....	59
Список використаної літератури .....	60

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

Автоматизація будівлі - це управління енерго- та ресурсокористуючими пристроями в будівлі для оптимізації їх роботи. Автоматизація будівлі використовує датчики для вимірювання змінних в будівельних системах та надання вимірюваних значень контролеру. Контролер приймає рішення щодо оптимізації системи на основі вхідної інформації. Найпоширенішими сучасними системами є електронні системи управління в комерційних будівлях, таких як офіси, школи, лікарні, склади та торгові заклади. Ці системи автоматизації будівель роблять найбільший вплив на підвищення енергоефективності, управління системою та зручність. Це може призвести до значної економії витрат та покращення безпеки та продуктивності праці.

З появою IoT рішень для автоматизації офіса, керувати офісом стало ще простіше, адже ми можемо керувати мікрокліматом, освітленням в офісі навіть по дорозі до офісу. А система може сама вимикати непотрібні системи у відсутності людей в офісі.

Інтернет речей (IoT) відноситься до великої кількості "речей", які підключені до Інтернету, щоб вони могли обмінюватися даними з іншими речами - програмами IoT, підключеними пристроями, промисловими машинами тощо. Пристрої, підключені до Інтернету, використовують вбудовані датчики для збору даних і, в деяких випадках, діють на них. Пристрої та машини, підключені до IoT, можуть покращити умови для праці і проживання. Інтернет речей в промисловості називається промисловим інтернетом речей.

Однією з проблем автоматизації офісу без IoT рішень це неможливість керувати системою через Інтернет і це не дає можливість аналізувати дані віддалено, що важливо для ефективного контролю за офісом.

В даній кваліфікаційній роботі розглядається побудова системи розумний офіс за допомогою IoT рішень від компанії Advantech. Використання приладів від цієї компанії полегшує створення системи, адже всі прилади легко налаштовуються із-за того, що використовується протокол MQTT, як основне з'єднання між датчиком і SCADA системою. Однією з цілей в майбутньому є впровадження системи в офісі компанії Проксис.

Основними функціями в демо проекті системи розумного офісу є:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Керування температурою в кімнатах офісу;
- Контроль вологості в кімнатах офісу;
- Контроль енергоспоживання в офісі;
- Керування освітленості в кімнаті конференц-залу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

## 1.1 Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

Розумний офіс - це інтегрована автоматизована система керування життєзабезпечення офісної будівлі. Використання в розумному офісі IoT рішень допомагає створити автоматизовану систему для керування офісом віддалено, керувати за різними операціями та умовами праці. Також розробка системи розумного офісу дає можливість створити максимально комфортні умови для роботи і забезпечити ефективне використання матеріальних ресурсів. В даній роботі по розробці розумного офісу треба забезпечити комфортні умови для таких приміщень:

В даному проєкті по розробці розумного офісу треба забезпечити комфортні умови для таких приміщень:

- Складське приміщення;

Складське приміщення використовується для зберігання продукції компанії, тому потрібно в ньому підтримувати комфортну температуру та вологість для зберігання продукції.

- Конференц-зал.

Конференц-зал використовується для проведення зустрічей з покупцями і проведення засідань персоналу офісу, тому підтримання комфортних умов є важливим чинником для прийняття важливих рішень, а в відсутності людей в приміщенні можна заощаджувати енергоресурси за рахунок зменшення витрат на обігрів чи охолодження кімнати.

Об'єктами керування в системі автоматизації даного проєкту є:

- Система електричного обігріву офісних кімнат;
- Система кондиюнування офісних кімнат;
- Система електроспоживання офісних кімнат;
- Система освітленості конференц-залу.

Щоб оцінити цей об'єкт потрібно спостерігати за такими величинами:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура;
- Вологість;
- Енергоспоживання;

### **1.1.1. Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій**

До регульованих параметрів даної системи можна віднести:

- Температура в приміщеннях – регулюється за допомогою включення електричного обігріву або кондиціонера.
- Регулювання освітленості в конференц-залі – регулюється за допомогою закриття або відкриття жалюзів на вікнах.
- Споживання електроенергії в будівлі – регулюється відключенням системи кондиціонування і встановлення мінімальної потужності електричного опалення у відсутності в приміщеннях робітників.

### **1.1.2. Вибір контрольованих величин**

До параметрів даної системи, які потрібно контролювати можна віднести:

- Вологість в приміщеннях;
- Споживання електроенергії кондиціонерів;
- Температура навколишнього середовища;
- Покази датчиків вібрації кондиціонерів;
- Споживання електричної енергії системи обігріву приміщення.

### **1.1.3. Вибір сигналізованих величин**

До параметрів сигналізації даної системи відносимо:

- Після увімкнення кондиціонера відсутнє споживання електроенергії на ньому або датчик вібрації кондиціонера не відображує значення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура в конференц-залі під час роботи не відповідає нормам.
- Після увімкнення електричного опалення відсутнє споживання електроенергії на ньому.
- Вологість в приміщеннях не відповідає нормам.
- Температура в складському приміщенні не відповідає нормам.
- Стан електроприводу жалюзів.

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

### Завдання на розробку системи автоматизації

Таблиця № 1

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізація управляючої дії	Додаткові умови
1	Конференц-зал	Температура	22-25°C	регулювання	Стабілізація, відображення, реєстрація	Вплив на вкл/викл електричного обігріву/кондиціонера	
		Вологість	40-60%	контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Споживання електроенергії в приміщенні		управління	Контроль/керування станом, відображення, реєстрація	Перехід системи обігріву і кондиціонерів в режим енергозбереження в запланований час	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізація управляючої дії	Додаткові умови
		Споживання електроенергії кондиціонера		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Покази датчика вібрації кондиціонера		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Споживання електричної енергії обігріву		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Покази освітленості		регулювання	Стабілізація, відображення, реєстрація	Вплив на електропривід закриття/відкриття жалюзів	
2	Складське приміщення	Температура	22-25°C	регулювання	Стабілізація, відображення, реєстрація	Вплив на вкл/викл електричного обігріву/кондиціонера	
		Вологість	40-60%	контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Споживання електроенергії в приміщенні		управління	Контроль/керування станом, відображення, реєстрація	Перехід системи обігріву і кондиціонерів в режим енергозбереження в запланований час	
		Споживання електроенергії кондиціонера		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Покази датчика вібрації кондиціонера		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Споживання електричної енергії обігріву		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
3		Температура навколишнього середовища		контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

## Розділ 2. Опис системи автоматизації

### 2.1. Вибір технічних засобів

#### Датчик температури та вологості Advantech Wise-4210

Датчик Advantech Wise-4210(рис.2.1) призначений для контролю температури та вологості в приміщеннях. Бездротові вузли датчиків та точка доступу забезпечує необхідні функції інтеграції пристрою в хмару для звичайної автоматизації та нових програм IoT. Це дозволяє розробникам інформаційних технологій та хмарних платформ легко реалізовувати приватну широкопотужну мережу малої потужності (LPWAN), отримувати дані на місцях та досягати безпроблемної інтеграції як із загальнодоступною хмарою (наприклад, Microsoft Azure), так і з приватними хмарами підприємств . Компоненти WISE-4210 використовують фірмовий бездротовий інтерфейс LPWAN, який забезпечує кращий зв'язок, ніж традиційний 2.4G Wi-Fi® та виключає мережеві перешкоди, маючи кілометрову відстань зв'язку та потужність акумулятора.



Рис.2.1

Технічні характеристики сенсора вологості:

1. Точність:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- $\pm 4\%$  RH в межах діапазону 0%-50% RH;
- $\pm 6\%$  RH в межах діапазону 50%-60% RH;
- $\pm 10\%$  RH в межах діапазону 60%-90% RH.

2. Діапазон вимірювання: 10 - 90% RH.

3. Чутливість сенсора: 0.1% RH.

Технічні характеристики сенсора температури:

1. Точність:  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ .

2. Діапазон вимірювання:  $-25^{\circ}\text{C}$  -  $70^{\circ}\text{C}$

3. Чутливість сенсора: 0.1  $^{\circ}\text{C}$ .

Технічні характеристики бездротового інтерфейсу:

1. Швидкість передачі даних: 625bps, 50kbps.

2. Діапазон частот:

- 923MHz (920.60-924.60), BW: 400kHz;
- 868MHz (865.00-869.00), BW: 400kHz;
- 433MHz (433.05-434.55), BW: 300kHz.

3. IEEE Standard:

- 625bps: IEEE 802.15.4g FSK Modulation;
- 50kbps: IEEE 802.15.4g GFSK Modulation.

4. Ємність мережі: до 64 клієнтів.

5. Відкритий діапазон:

- 625bps: 5 км з лінією зору (з антеною 2 dBi);
- 50 bps: 2 км з лінією зору (з антеною 2 dBi)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

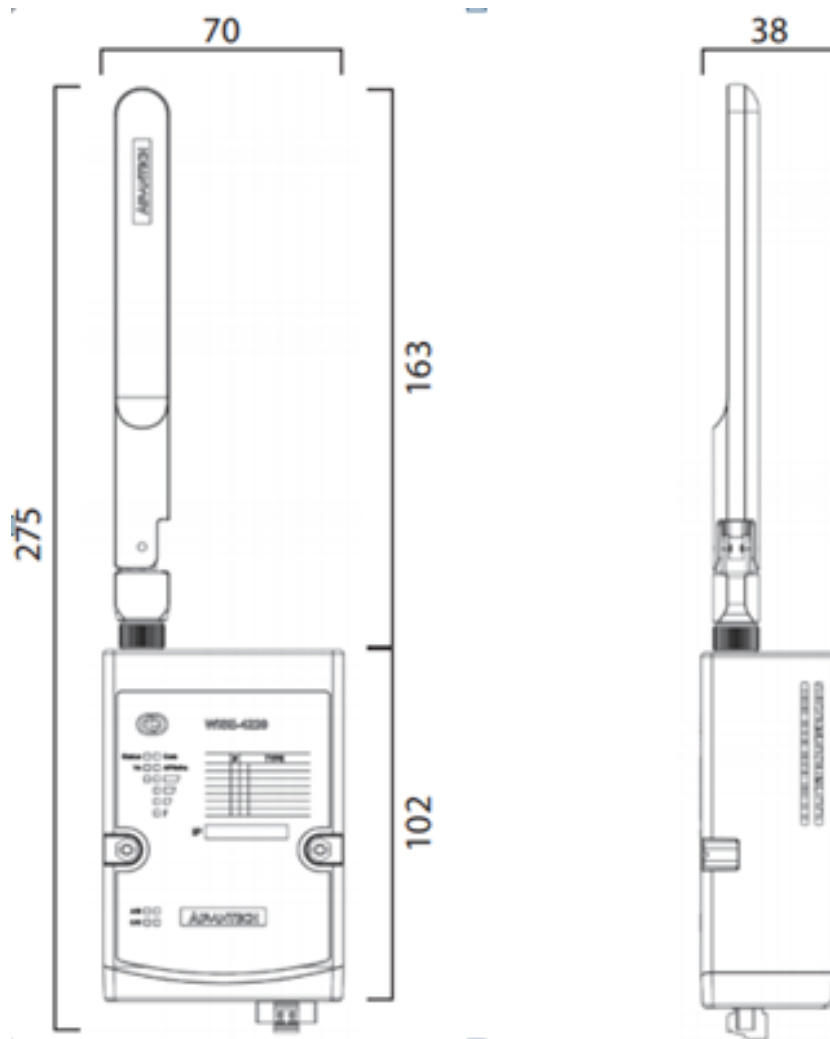


Рис. 2.2. Габаритні розміри датчика Wise-4210

### Датчик температури та вібрації Advantech Wise-2410

Датчик Advantech Wise-2410(рис.2.3) призначений для контролю температури поверхні двигунів і автономно обчислює їх вібраційні характеристики. Це допомагає аналізувати дані та планувати обслуговування або вживати запобіжних заходів, які передбачають події до того, як вони відбудуться. WISE-2410 оснащений найновішим процесором ARM Cortex-M4, який використовується для перетворення вихідних даних вібрації в спектральну інформацію за допомогою функцій перетворення Фур'є для обчислення значень вібрації. Користувачі можуть оцінити робочий стан будь-якого механічного обладнання, що працює на двигунах, таких як насоси, повітряні компресори та вентилятори шляхом перехресного порівняння швидкостей RMS та власних значень відповідно до стандартів ISO 10816-3. Advantech також надає свою утиліту WISE Studio, за допомогою якої користувачі можуть встановлювати параметри роботи через зручний графічний інтерфейс користувача, будь то читання звітів,

отримання температурних значень, інформації про вібрацію, встановлення сигналів тривоги тощо. Все це можна зробити за допомогою утиліти WISE Studio. WISE-2410 простий у налаштуванні та підтримує функцію "plug and play". Виріб може витримувати широкотемпературні діапазони від -20 °C до 85 °C і має рейтинг IP-66 щодо стійкості до попадання пилу та води. Навіть у жорстких умовах збирання, обчислення та передача даних все ще безперешкодно. Що стосується конструкції блоку живлення, то WISE-2410 використовує рішення IC з низьким споживанням енергії та керується двома літійовими батареями AAA 3,6 В. За регулярних умов роботи (повертаючи пакет даних кожні 15 хвилин), час роботи акумулятора може становити до двох років. Навіть за умови попередження про низьку потужність джерело живлення може працювати до трьох місяців.



Рис.2.3

Загальна специфікація датчика WISE-2410:

1. Бездротовий зв'язок:

- 1) Діапазон частот: ЄС 863-870 (МГц)
- 2) Коефіцієнт поширення: 7-12
- 3) Потужність передачі: До 20 дБм
- 4) Чутливість: -148dB
- 5) Швидкість передачі даних: 50 kbps у FSK режимі EU868.

2. Загальні:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) Живлення: Акумулятор 3,6 В АА \* 2шт.
  - 2) Розмір (В x Ш): 84,7 x 48,3 мм
3. Сенсор вібрації:
- 1) Вісь: X-Y-Z
  - 2) Діапазон частот: 10-1000 Гц
  - 3) Діапазон амплітуди:  $\pm 16g$
  - 4) Тип виявлення: Швидкість RMS, прискорення.
  - 5) Вихідна швидкість передачі даних: 3200 Гц
4. Температурний сенсор:
- 1) Діапазон роботи:  $-20 - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - 2) Чутливість сенсора: 12 біт.
  - 3) Точність:  $\pm 2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

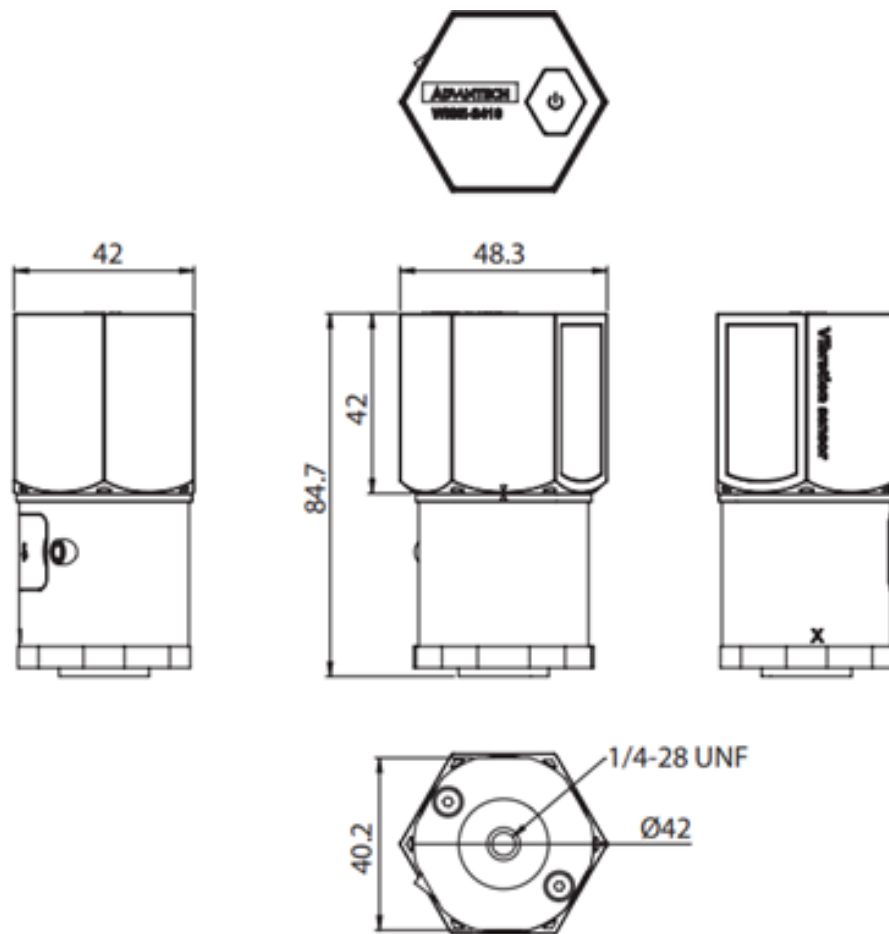


Рис. 2.4. Габаритні розміри датчика Wise-4210

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

## Датчик змінного струму SCT-013-000

Датчик змінного струму SCT-013-000 (рис.2.5) використовується для моніторингу електроспоживання в системах без втручання в електромережу.



Рис.2.5

Технічні характеристики:

1. Номінальний вхід: 0-40 А.
2. Номінальний вихід: 4-20 мА.
3. Точність:  $\pm 1\%$ .
4. Лінійність:  $\pm 3\%$ .
5. Коефіцієнт оборотів: 1:1800.
6. Фазовий зсув:  $\leq 180'$
7. Максимальний опір: 10 $\Omega$ .
8. Робоча напруга: 660 В
9. Частота роботи: 50-1 кГц.
10. Робоча температура: -25..+70°C.
11. Температура зберігання: 40..+85°C.
12. Діелектрична сила, 50 Гц, 1 хв: 3KV.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

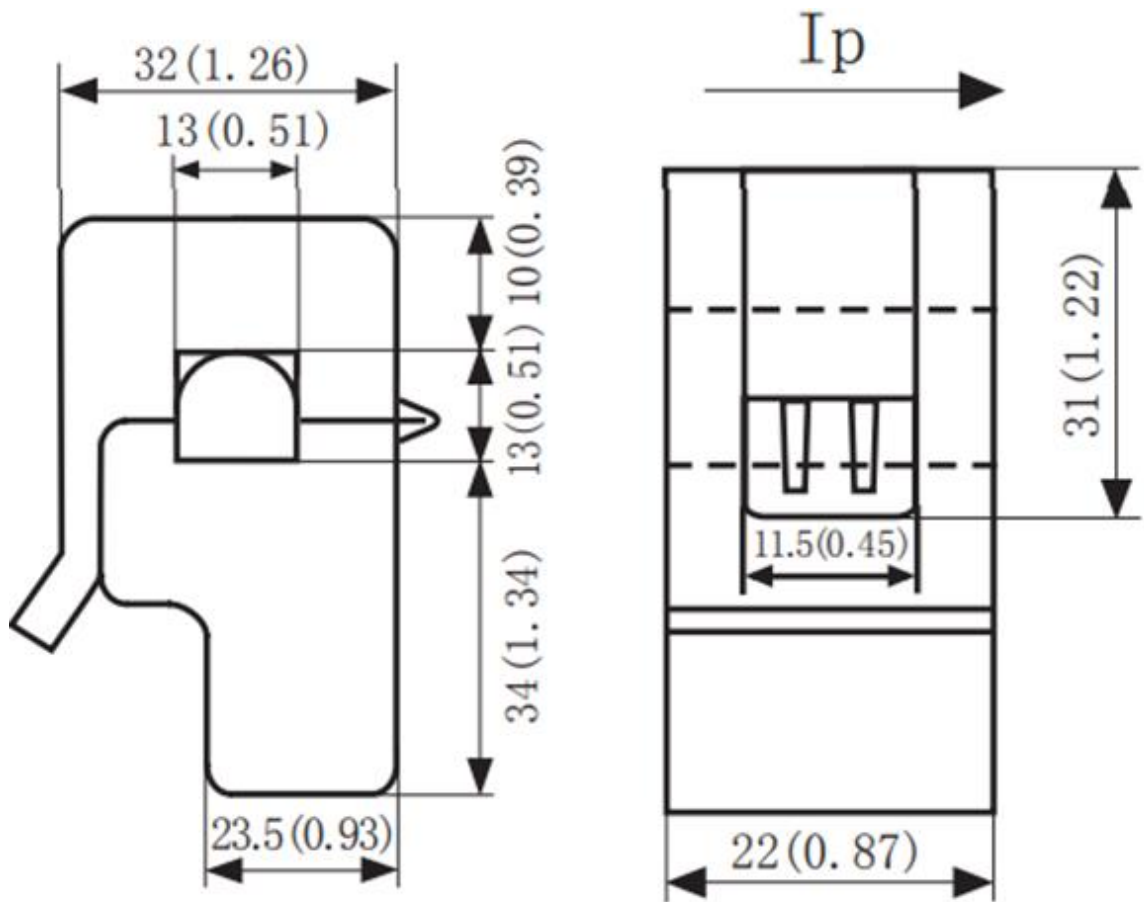


Рис.2.6. Габаритні розміри датчика SCT-013-000

### Розумний пульт BroadLink RM4 Pro

За допомогою даного пульта (рис.2.7) можна дистанційно керувати побутовими приладами по радіо частоті (наприклад радіореле, радіо вимикачі освітлення), і на інфрачервоній частоті (наприклад телевізор, кондиціонер).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Рис.2.7

Технічні характеристики:

1. Вхідна напруга: 100-250 В;
2. Робоча вологість: до 80%;
3. Температура роботи: від 0 до +50 С;
4. Wi-Fi стандарт: 2.4 ГГц 802.11b / g / n;
5. Працює на радіо і інфрачервоному сигналі в 360 градусів;
6. Інфрачервоний діапазон управління до 10 м;
7. Радіочастотний діапазон управління до 50 м;
8. Радіо частота 433МГц / 315мгц;
9. Розмір: 8,4x8,4x3,1 см.

### Wi-fi реле з вимірюванням енергоспоживання Sonoff Pow R2

Sonoff Pow R2 (рис. 2.8) - це інтелектуальне реле 16А з функцією дистанційного керування через Wi-Fi, яке дозволяє дистанційно керувати і контролювати ваші прилади і контролювати споживання електроенергії. Комутатор бездротової мережі працює як монітор потужності, який дозволяє відстежувати точний струм, напруга і потужність в реальному часі.



Рис. 2.8

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

1. Напруга: 90 - 250 В (50/60 Гц).
2. Сила струму підключається навантаження: 16 А.
3. Потужність навантаження: 3.5 кВт.
4. Управління: через Wi-Fi, 2.4 ГГц, b\ g\n.
5. Температура експлуатації: 0... + 40 градусів.
6. Розміри: 114 x 52 x 32 мм.

### Електропривід Somfy Glydea-60e DCT

Цей електропривід (рис.2.9) використовується для керування карнизом.



Рис.2.9

Технічні характеристики:

1. Номінальний крутний момент: 1 Н\*м.
2. Номінальна частота обертання: 100 об / хв.
3. Номінальна напруга: АС100-240V.
4. Номінальна потужність: 96 Вт.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Клас захисту: IP30.

6. Тип керування: 3 NO сухих контактів.

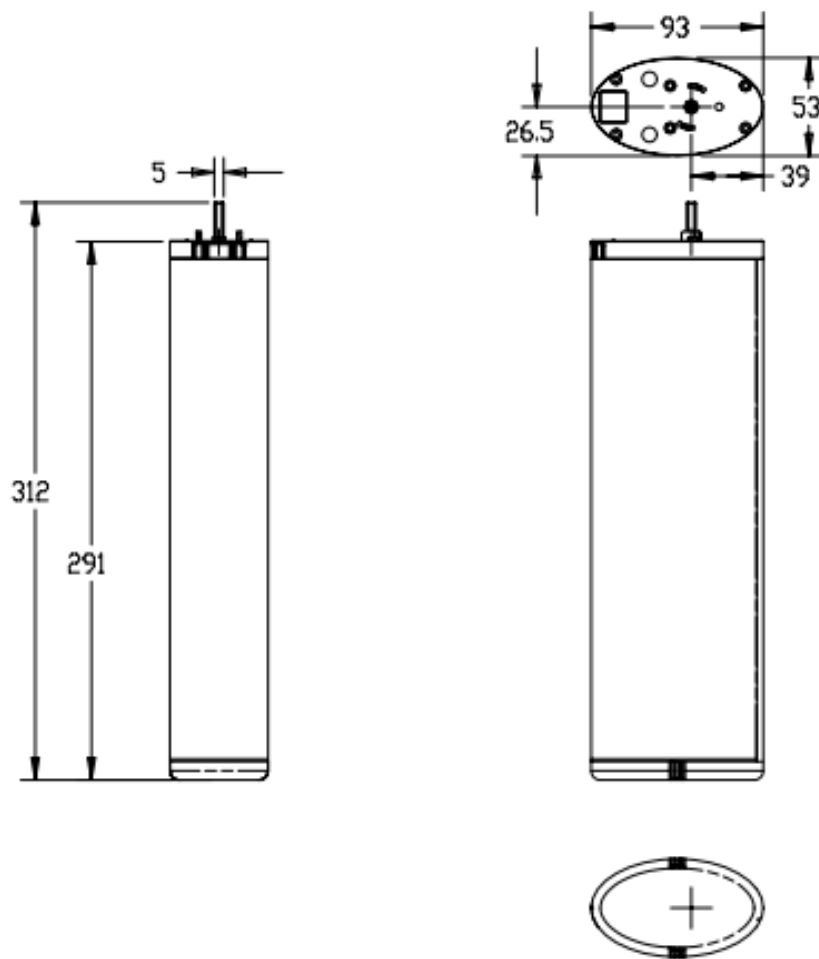


Рис.2.10 Габаритні розміри електропривіда Somfy Glydea-60e DCT

### Датчик освітленості House-Sensor LP02

Датчик освітленості LP02 (рис.2.11) відноситься до класу вбудованих датчиків і призначені для контролю рівня природного або штучного освітлення в області спектра видимого світла 400 ... 700нм при роботі в складі різних автоматизованих систем управління освітлювальним обладнанням.



Рис. 2.11

Технічні характеристики:

1. Живлення: 24 В.
2. Діапазон роботи: 0-1000 Люкс
3. Точність при температурі 20°C:  $\pm 5\%$ .
4. Вихідний сигнал: 4-20 мА.
5. Спектральна характеристика: 400-700нм.
6. Температура при експлуатації: -40 ... + 60°C

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

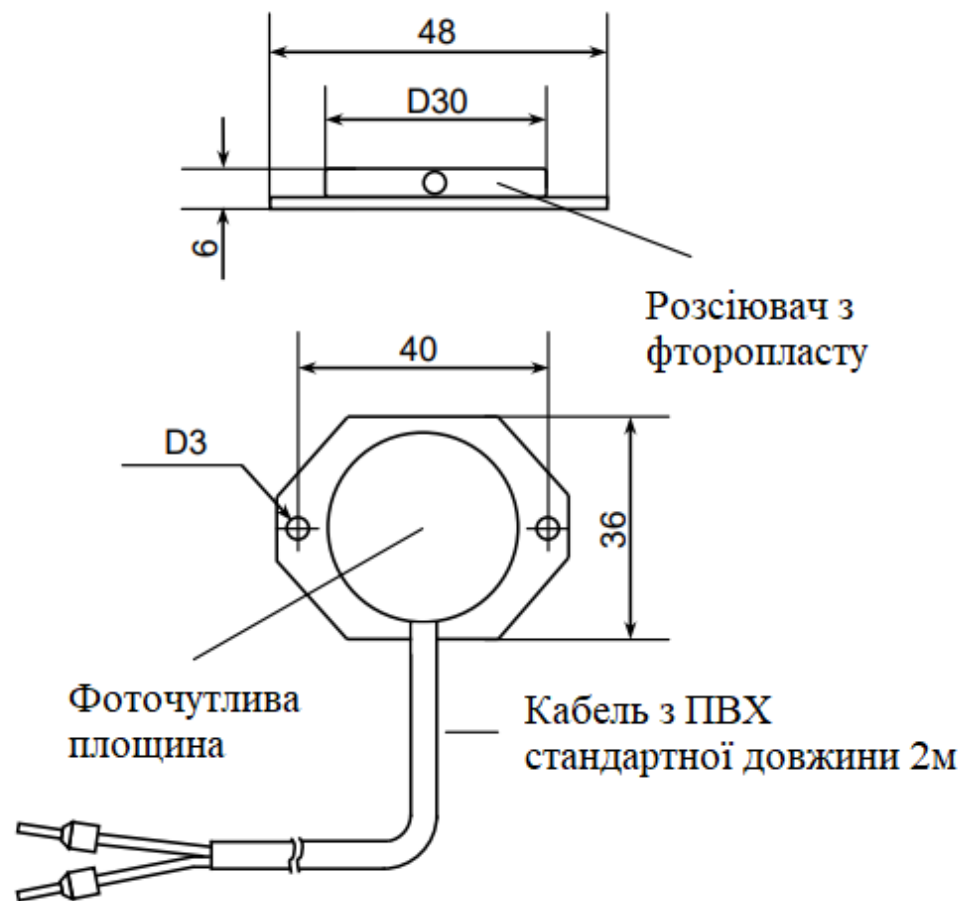


Рис. 2.12. Габаритні розміри датчика освітленості

Вибір саме цих технічних засобів автоматизації обумовлений використанням їх під час майбутнього впровадження.

## 2.2 Схема автоматизації

На схемі автоматизації системи розумного офісу представлено регулювання температурою в приміщенні, регулювання освітленості в приміщенні, контроль вібраційних характеристик кондиціонера, температура навколишнього середовища, електроспоживання кондиціонера і електричного обігріву, вологості в приміщенні.

Температура приміщення вимірюється за допомогою датчика температури і вологості Wise-4210 (поз.1а, 2а), який передає дані по протоколу Modbus на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає, реєструє і сигналізує (якщо температура не в межах заданого). Управління температурою відбувається через подачу сигналу з ПЛК на включення кондиціонера через дистанційний пульт Broadlink RM4 Pro(поз.1б, 2б), який по ІК-порту вмикає кондиціонер, якщо температура вище заданої. Якщо температура нижче заданої то ПЛК подає сигнал на розумне реле Sonoff Pow R2(поз. 5а, 7а), яке вмикає обігрівач.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль вібраційних характеристик кондиціонера відбувається за допомогою датчика вібрації і температури Wise-2410 (поз. 3а, 4а), який передає дані по протоколу Modbus на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає, реєструє і сигналізує.

Температури навколишнього середовища вимірюється за допомогою датчика датчика вібрації і температури Wise-2410 (поз. 3а, 4а),(датчик розташований на зовнішньому блоці кондиціонера), який передає дані по протоколу Modbus на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає, реєструє і сигналізує.

Електроспоживання кондиціонера вимірюється за допомогою датчика змінного струму SCT-013-000(поз. 6а, 8а), який передає дані на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає і реєструє.

Електроспоживання електричного обігріву вимірюється за допомогою розумного реле Sonoff Pow R2(поз. 5а, 7а), яке передає дані на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає і реєструє.

Вологість в приміщенні вимірюється за допомогою датчика температури і вологості Wise-4210 (поз.1а, 2а), який передає дані по протоколу Modbus на ПЛК, а ПЛК на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає, реєструє і сигналізує.

Освітленість в приміщенні вимірюється за допомогою датчика освітленості House-Sensor LP02 (поз. 9а), сигнал 4-20 мА надходить на аналоговий вхід ПЛК, а ПЛК передає дані на MQTT брокер, з якого дані збирає SCADA, які відображає, реєструє і сигналізує. Вихідний сигнал подається на дискретний вихід електропривіда (на закриття жалюзів), якщо освітленість в кімнаті більше заданого або на дискретний вихід електропривіда (відкриття жалюзів), якщо освітленість в кімнаті менша заданого.

### 2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця №2.1

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№/п	Позиція на схемі автоматизації	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К – ь	Виробник
1	1а,2а	по місцю	<p>Датчик температури та вологості</p> <p>Чутливість сенсора: 0.1°C</p> <p>Діапазон роботи: -25°C - 70°C</p> <p>Точність: ±1.0°C</p> <p>Чутливість сенсора: 0.1% RH</p> <p>Діапазон роботи: 10 - 90% RH</p> <p>ТочністьЖ</p> <p>±4% КР “ 0%-50% КРБ</p> <p>±6% КР “ 50%Ї60% КРБ</p> <p>±10% RH @ 60%~90% RH</p> <p>Вихідний сигнал:</p> <p>Wi-Fi з протоколом Modbus</p>	Wise-4210	2	Advantech
2	16,2б	по місцю	<p>Універсальний пульт управління</p> <p>Стандарт зв'язку: Wi-Fi (2.4 ГГц)</p> <p>Радіочастота передачі: 433 МГц</p> <p>Стандарт Wi-Fi: 802.11 b/g/n</p> <p>Живлення: 220 В</p> <p>Вихідний сигнал:</p> <p>ІК сигнал керування</p> <p>Діапазон амплітуди: ±2/4/8/16g</p> <p>Діапазон роботи: -20°C - 50°C</p> <p>Точність: ± 2,0°C</p> <p>Живлення: Акумулятор 3,6В АА</p> <p>2шт</p> <p>Вихідний сигнал: Wi-Fi з протоколом Modbus</p>	BROADLINK RM-PRO	2	BROADLINK
3	3а,4а	По місцю	<p>Бездротовий датчик з 3-осевим акселерометром і датчиком температури</p> <p>Чутливі вісі – X-Y-Z</p> <p>Діапазон частот – 10~1000Hz</p> <p>Діапазон амплітуди: ±2/4/8/16g</p> <p>Діапазон роботи: -20°C - 50°C</p> <p>Точність: ± 2,0°C</p> <p>Живлення: Акумулятор 3,6В АА</p> <p>2шт</p> <p>Вихідний сигнал:Wi-Fi з протоколом Modbus</p>	Wise-2410	2	Advantech

					Кваліфікаційна робота		Арк.
							26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

№/п	Позиція на схемі автоматизації	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К – ть	Виробник
4	5а,7а	по місцю	Wi-fi реле з вимірюванням енергоспоживання Вхідна напруга: 90-250В Макс. струм: 16А Макс. потужність: 3,5 кВт Частота Wi-Fi:2.4Ghz Вихідний сигнал: Цш-Аш з протоколом Їщвигы	SONOFF POWR2	2	SONOFF
5	6а,8а	по місцю	Датчик змінного струму Робоча температура:-25-+70 °С Вхідний струм: 0 - 40А Уніфікований сигнал: 4-20 мА	SCT-013-000	2	
6	9а	по місцю	Датчик освітленості Живлення: 24 В. Діапазон роботи: 0-1000 Люкс Точність:±5%. Вихідний сигнал: 4-20 мА. Спектральна характеристика: 400-700нм.	LP02	1	House-Sensor
7	9б	по місцю	Електропривід Номінальний крутний момент: 1 Н*м. Номінальна частота обертання: 100 об / хв Номінальна напруга: АС100-240V. Номінальна потужність: 96 Вт. Клас захисту: IP30. Тип керування: 3 NO сухих контактів.	Glyde a-60e DCT	1	Somfy

#### 2.4 Проектне компонування мікропроцесорного контролера

В кваліфікаційній роботі був використаний ПЛК від фірми Advantech – Adam-3600.

Adam-3600 (рис.2.13) реалізований на базі процесора Cortex A8, працює під

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управлінням операційної системи реального часу Linux RT 3.12. Функціональність у поєднанні з модульною структурою роблять ПЛК ADAM-3600 пристроєм з високою економічною ефективністю. Компактний контролер має широкі можливості збору і передачі даних. Модель оснащена великою кількістю вбудованих входів і виходів, а також дозволяє підключати додаткові модулі введення-виведення. Для зв'язку з іншими пристроями в промисловій мережі контролер використовує протоколи Modbus, DNP3 і ін. За допомогою плат mPCIe реалізована підтримка популярних бездротових технологій передачі даних (Wi-Fi, GPRS, 3G, 4G, Zigbee).



Рис.2.13

Технічні характеристики:

1. Центральний процесор: Cortex-A8 AM3352.
2. Оперативна пам'ять: 256 Мб
3. Резервна пам'ять акумулятора: 32 Кб
4. ОС: Linux RT V3.12.
5. Програмування: IEC-61131-3.
6. Watchdog: присутній.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Живлення: 10-30 В постійного струму.

8. Споживання енергії: 5 Вт.

Зв'язок з іншими пристроями відбувається через:

1. Протоколи: Modbus/TCP, DNP3 L2, TCP/IP, DHCP, IEC104, MQTT.

2. Послідовний порт: 1 x RS232 / 485- DB9, 2 x RS485 - клемний блок.

3. Ethernet порт: 2 x RJ-45 10/100 Мбіт / с.

4. Підтримка драйверів: ПЛК Siemens / Mitsubishi / Omron / Allen-Bradley, Delta і інші.

Характеристика дискретних входів:

1. Кількість каналів: 8 каналів.

2. Тип входу: мокрі контакти.

3. Гальванічна розв'язка : 2000 В постійного струму.

Характеристика дискретних виходів:

1. Кількість каналів: 4 канали.

2. Тип виходу : відкритий колектор (мийка).

3. Гальванічна розв'язка: 2000 В постійного струму

Характеристика аналогових входів:

1. Кількість каналів: 8 каналів.

2. Роздільна здатність: 16-бітна.

3. Уніфікований сигнал входу:  $\pm 10$  В,  $\pm 2,5$  В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА.

4. Ізоляція: 200 В постійного струму

Бездротовий зв'язок (на вибір):

1. Інтерфейс – Mini-PCIe (1 x напіврозмір / 1 x повнорозмірний)

2. UART-сигнал Wi-Fi / 3G / GPRS- USB-сигнал.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

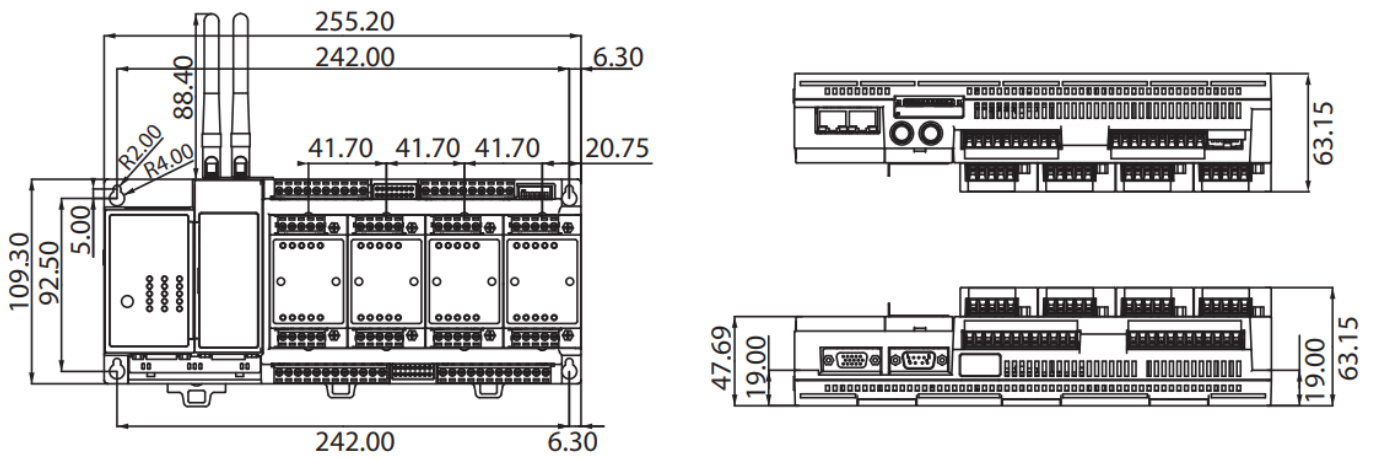


Рис 2.14. Габаритні розміри контролера Adam-3600

Таблиця № 2.2. Вибір модулів для ПЛК

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
ADAM-3600	1	ПЛК
MDR-60-24	1	Блок живлення.

### Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера

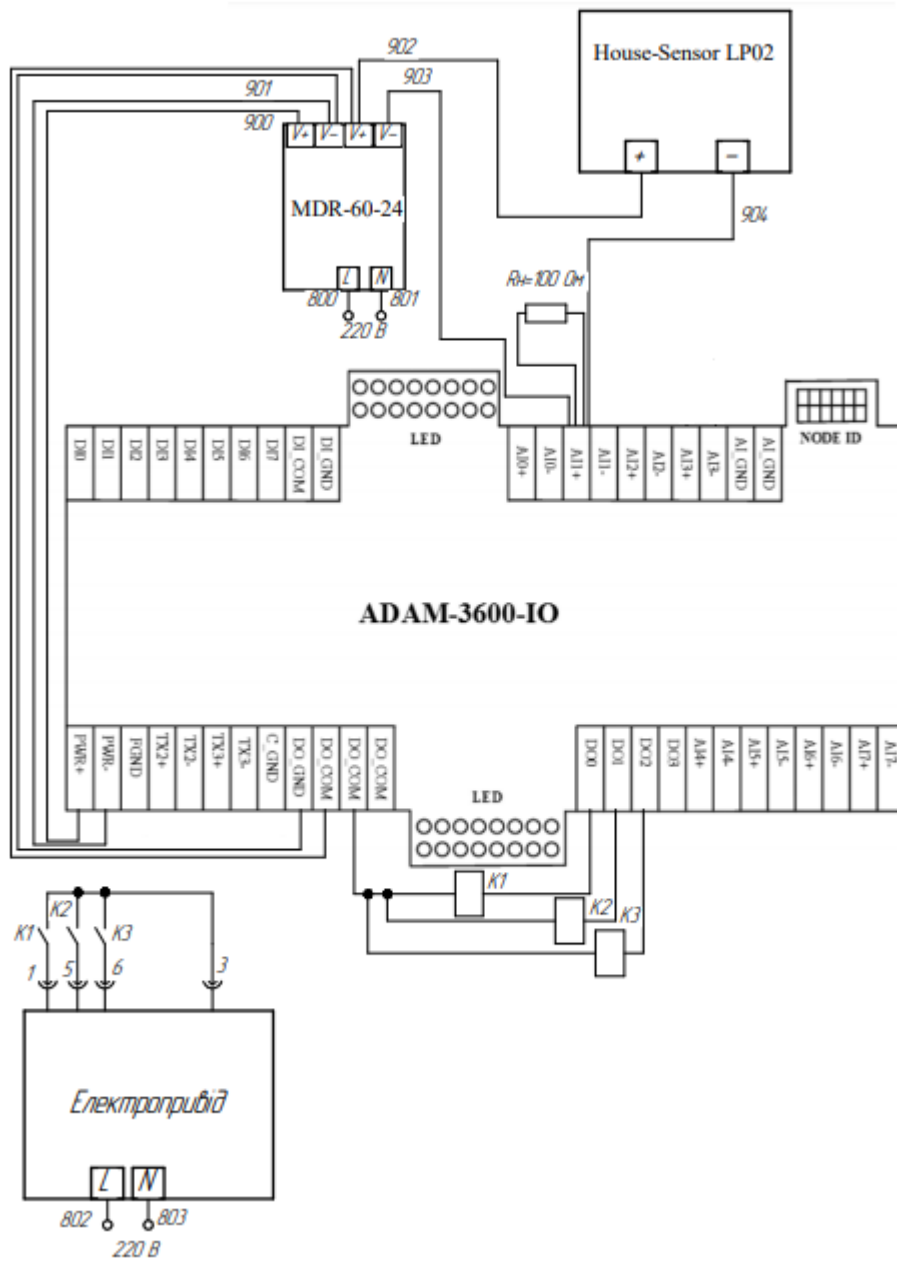


Рис. 3.1. Розширена схема підключення датчика освітленості та двигуна до ПЛК Adam-3600.

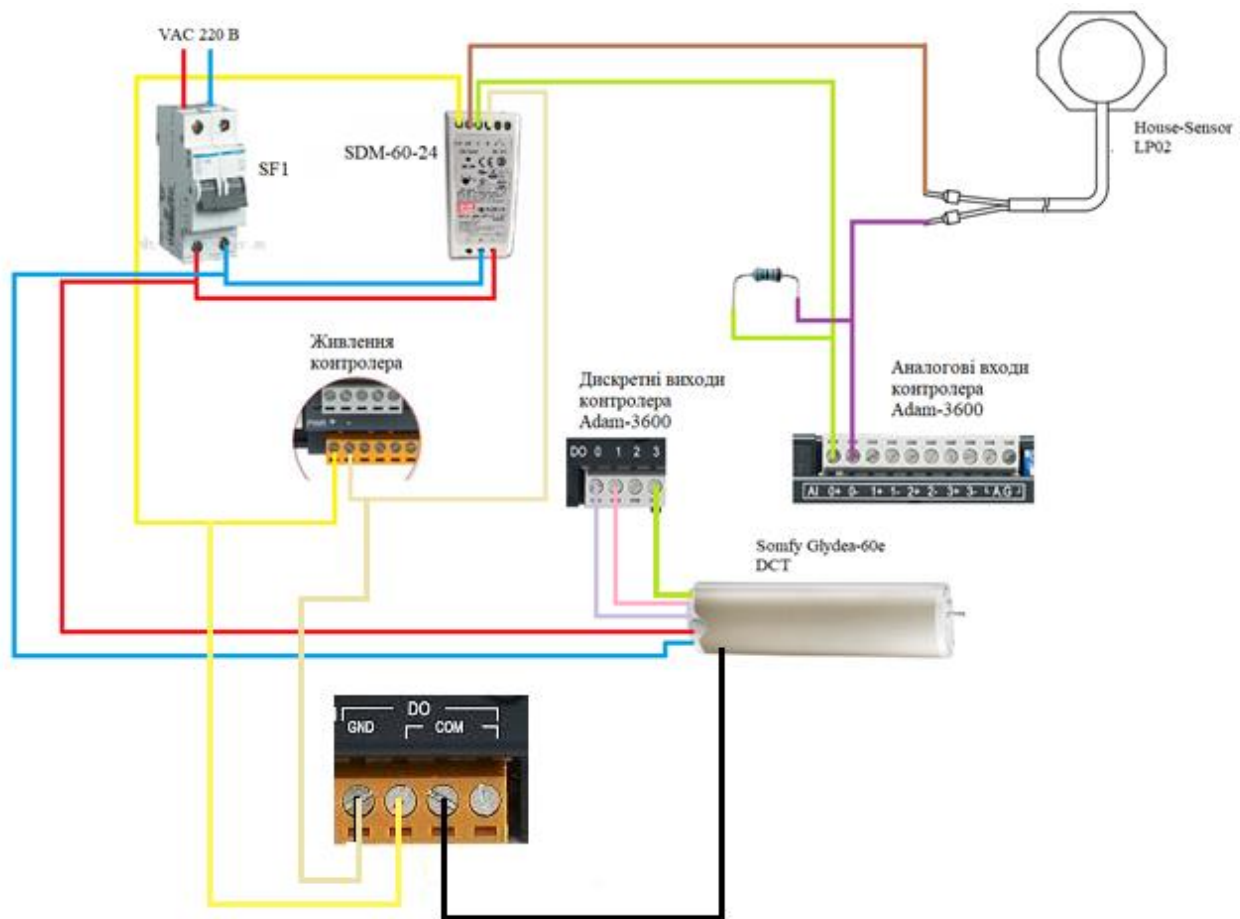


Рис. 3.2. Графічна схема підключення датчика освітленості та двигуна до ПЛК Adam-3600.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Датчик Advantech Wise-2410 призначений для контролю температури поверхні двигунів і автономно обчислює їх вібраційні характеристики. В даному проекті він буде використовуватись для контролю за параметрами кондиціонера і буде монтуватися на зовнішній блок кондиціонера за допомогою магніта.

Для монтажу датчика вібрації на двигун використовується спеціальний магніт який закручується в корпус датчика і монтується по середині двигуна (рис.4.2). Також можна встановлювати датчик на бічній частині двигуна, але використовується магніт іншої форми(рис.4.3).

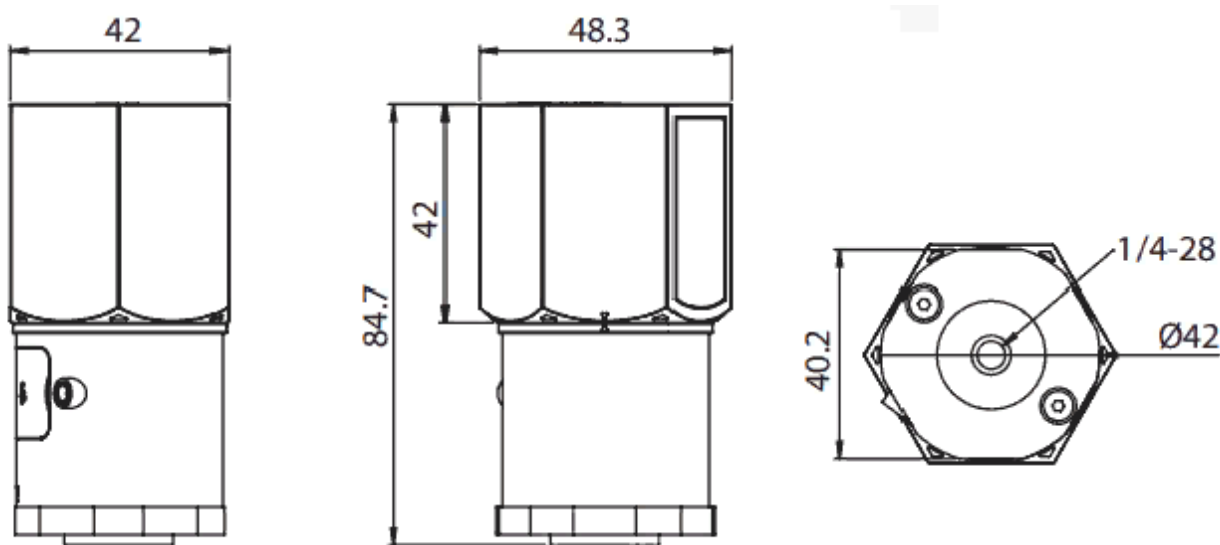


Рис.4.1 Габаритні розміри датчика

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

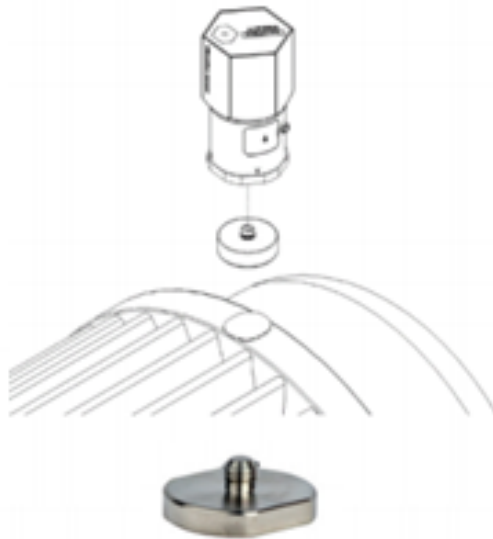


Рис. 4.2. Встановлення датчика на двигун за допомогою спеціального магніта по середині двигуна

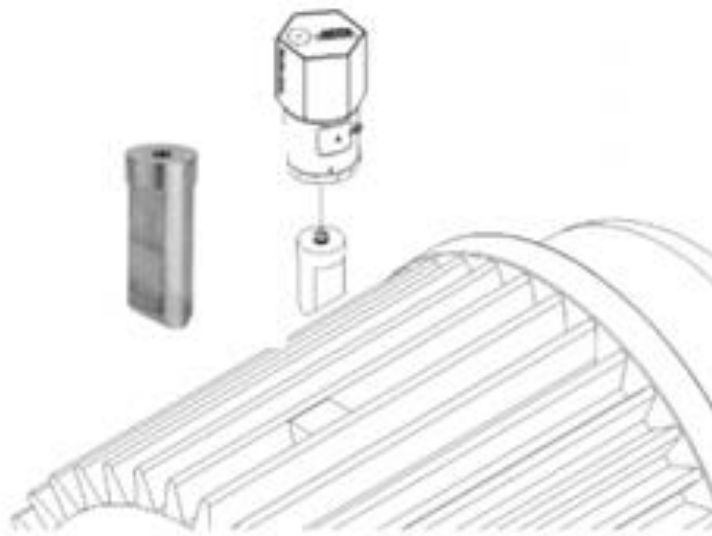


Рис. 4.3. Встановлення датчика на двигун за допомогою спеціального магніта на бічній частині двигуна

## Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для МПК)

Для конфігурування і налаштування контролера Advantech ADAM-3600 використовується спеціальне програмне забезпечення Advantech EdgeLink Studio.

Для початку створюємо проект, обираємо контролер ADAM-3600:

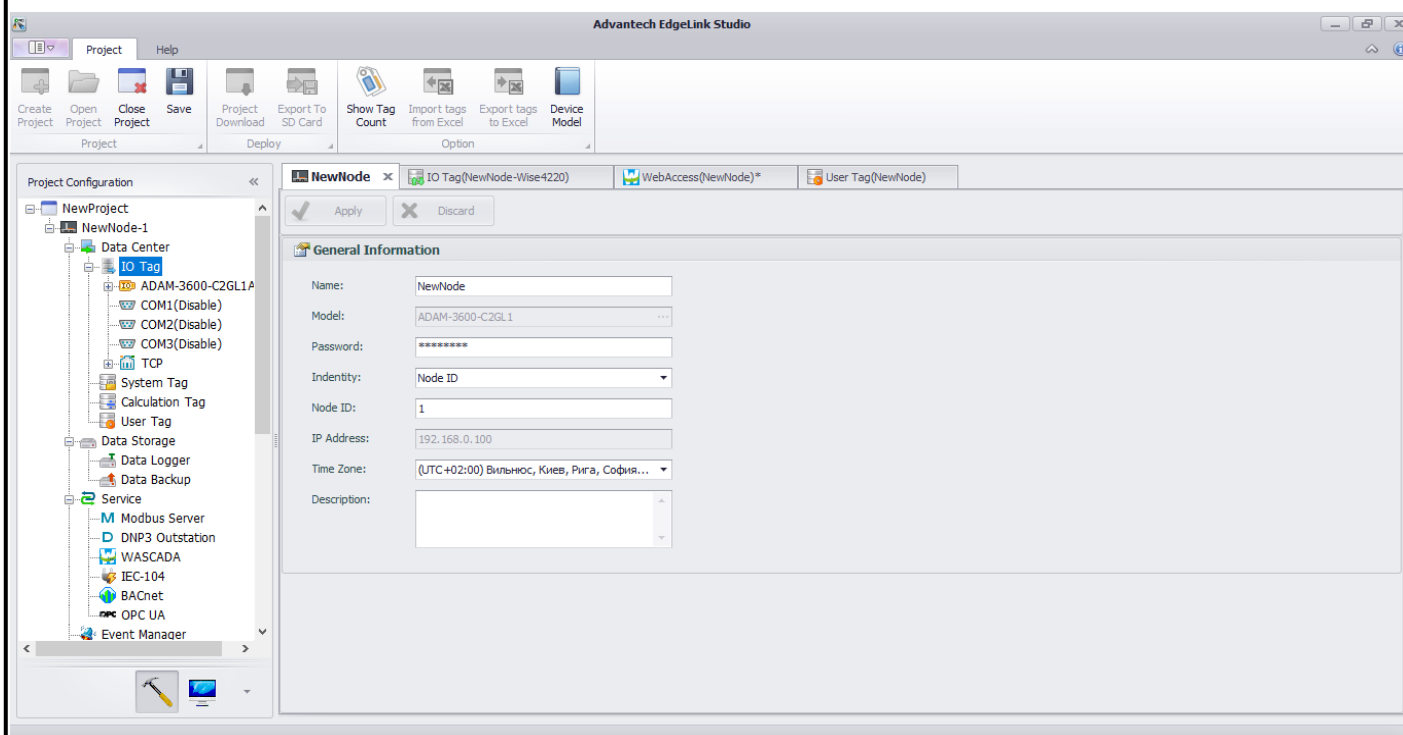


Рис. 5.1

Налаштування підключення по Ethernet порту (LAN1) за допомогою вкладки Network Setting налаштовується підключення ПЛК до інтернету:

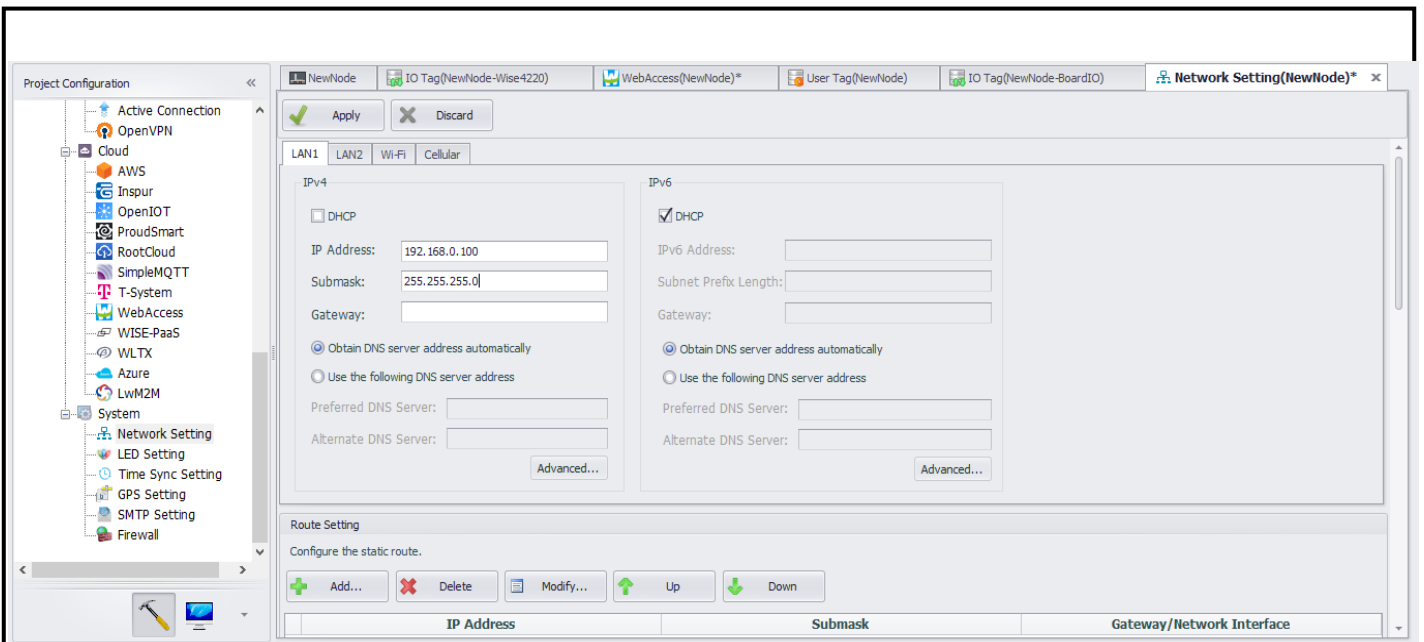


Рис. 5.2

Налаштування підключення контролера до MQTT брокера:

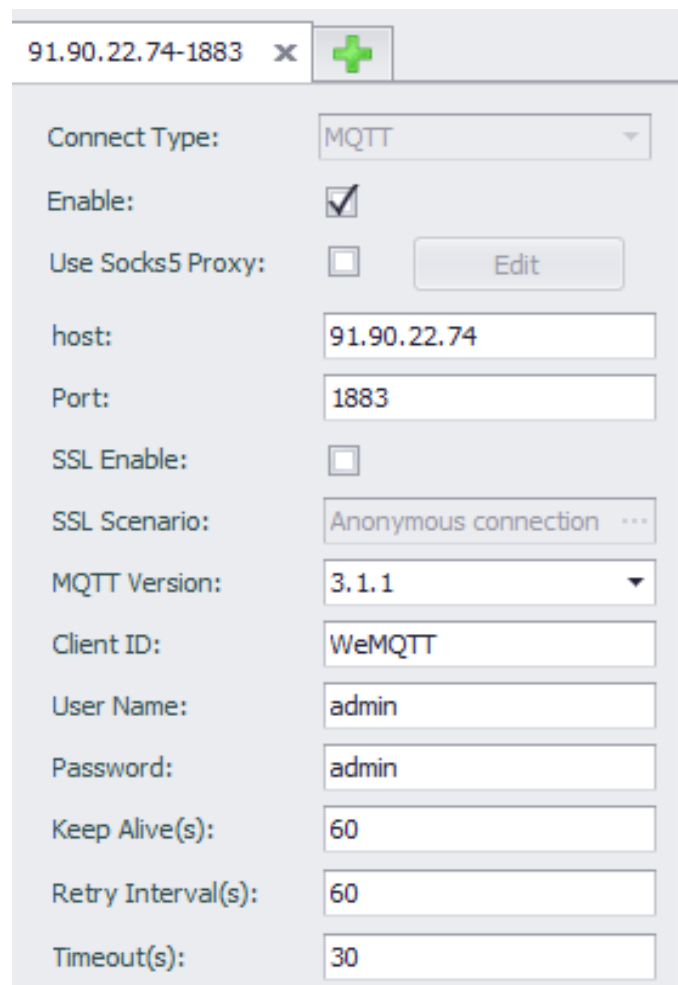


Рис. 5.3

Periodic Publish:  Check

Publish Period(s):

Diff Publish:  Check

Detection Cycle(s):

Diff Type:  Value Change  
 Quality Change  
 Timestamp Change

Topic/Payload Schema:

Group ID:

Device ID:

Heart Beat Period(s):

Publish Ctrl:

Timestamp:

Рис. 5.4

В налаштуваннях конфігурування використовуються такі символічні позначення:

Name	Data Type	Initial Value	Retain	Read Write	Description
vibration_conference_hall	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Датчик вібрації кондиціонера в конференц-залі
temp_conference_hall	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Температура в конференц-залі
humidity_conference_hall	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Вологість в конференц-залі
temp_environment	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Температура навколишнього середовища
temp_warehouse	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Температура на складі
humidity_warehouse	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Вологість на складі
energy_consumption_ch	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання в конференц-залі
energy_consumption_cond...	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання кондиціонера в конференц-залі
energy_consum_heating_ch	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання опалення в конф.залі
energy_consumption_wh	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання в конференц-залі
energy_consumption_cond...	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання кондиціонера в конференц-залі
energy_consum_heating_wh	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Енергоспоживання опалення в конф.залі
vibration_warehouse	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Датчик вібрації кондиціонера на складі
heating_ON_ch	Discrete	0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Включення опалення в конференц залі
heating_ON_wh	Discrete	0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Включення опалення на складі
cond_ON_ch	Discrete	0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Включення кондиціонера в конференц-залі
cond_ON_wh	Discrete	0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Включення кондиціонера на складі
temp_norma_ch	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Задана температура в конференц-залі
temp_norma_wh	Analog	0.0	<input type="checkbox"/>	Read/Write	Задана температура на складі

Рис. 5.5

Змінні які за допомогою контролера передаються на MQTT брокер:

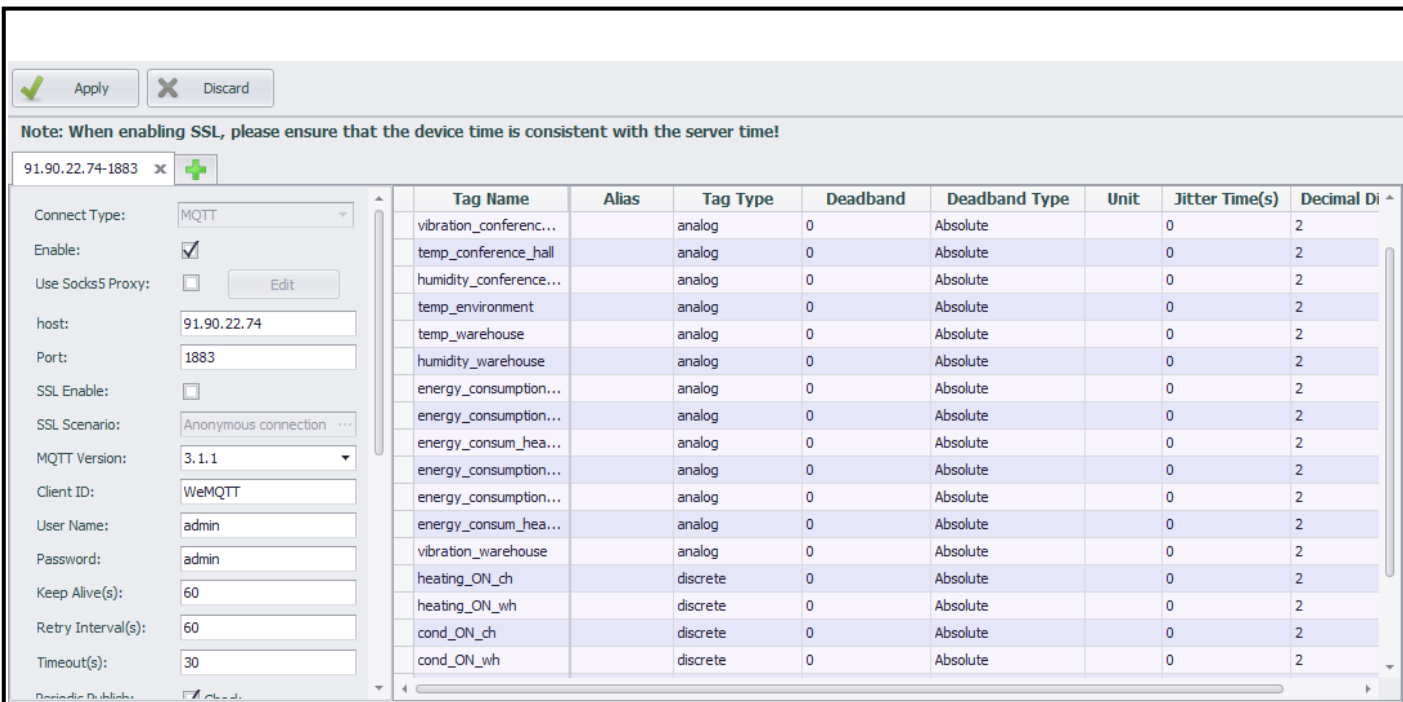


Рис. 5.6

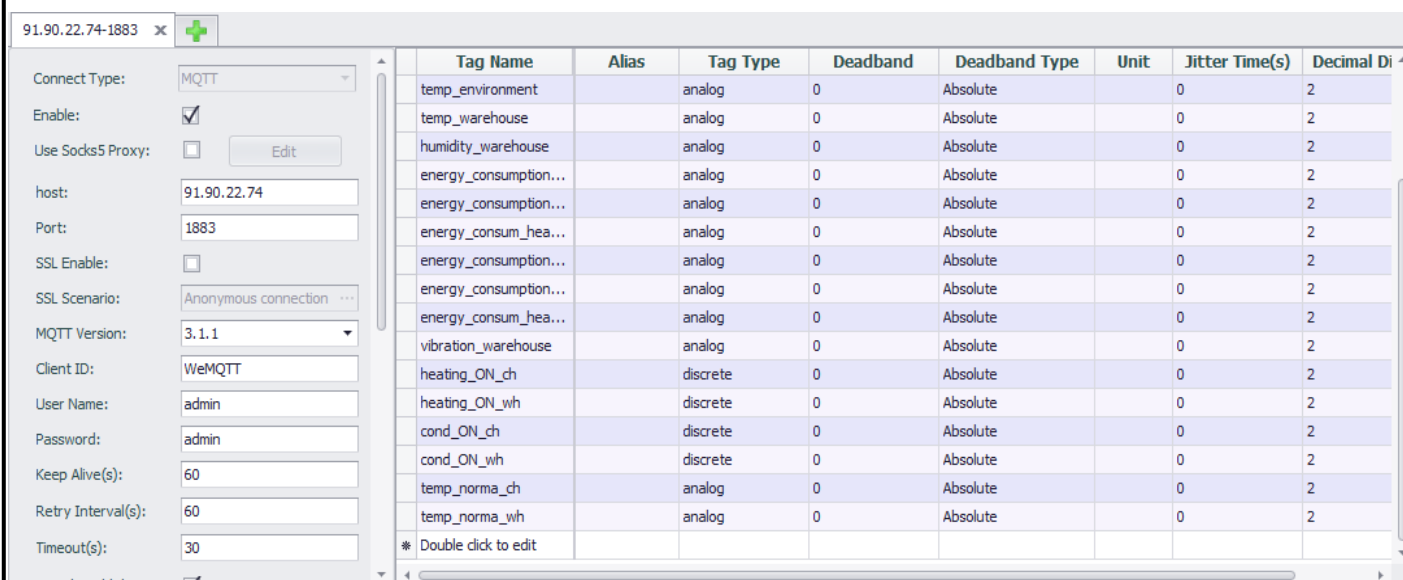


Рис. 5.7

Підключення і налаштування датчика температури і вологості Wise-4210 по Modbus протоколу:

Рис. 5.8

Рис. 5.9

Для написання алгоритму керування температурою використовується програмне забезпечення Multiprog 3.55:

```

1  if temp_conference_hall =< temp_norma_ch then
2  heating_ON_ch:=true;
3  cond_ON_ch:=false;
4      if energy_consum_heating_ch:=0.0 then
5          heating_ON_ch:=true;
6          end_if;
7  end_if;
8
9  if temp_conference_hall >= temp_norma_ch then
10 heating_ON_ch:=false;
11 cond_ON_ch:=true;
12     if energy_consumption_cond_ch:=0.0 then
13         cond_ON_ch:=true;
14         end_if;
15 end_if;
16
17 if temp_warehouse >= temp_norma_wh then
18 cond_ON_wh:=true;
19 heating_ON_wh:=false;
20     if energy_consumption_cond_wh:=0.0 then
21         cond_ON_wh:=true;
22         end_if;
23 end_if;
24
25 if temp_warehouse <= temp_norma_wh then
26 cond_ON_wh:=false;
27 heating_ON_wh:=true;
28     if energy_consum_heating_wh:=0.0 then
29         cond_ON_wh:=true;
30         heating_ON_wh:=true;
31         end_if;
32 end_if;
33
34

```

Рис. 5.10

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога)

SCADA є аббревіатурою Supervisory Control And Data Acquisition, комп'ютерна система для збору та аналізу в реальному масштабі часу даних. SCADA - це центральна система управління, яка складається з мережевих інтерфейсів контролерів, вводу / виводу, комунікаційного обладнання та програмного забезпечення. Системи SCADA використовуються для контролю обладнання в промисловому процесі.

Advantech WebAccess - це програмний пакет на базі веб-браузерів для людино-машинних інтерфейсів (HMI) та диспетчерського контролю та збору даних (SCADA). Усі функції, знайдені у звичайному програмному забезпеченні HMI та SCADA, включають анімовані графічні дисплеї, дані в режимі реального часу, контроль, тренди, сигнали тривоги та журнали, доступні у стандартному веб-браузері. WebAccess побудований на основі новітніх інтернет технологій. Основними компонентами є:

1. SCADA Node: він спілкується в режимі реального часу з обладнанням для автоматизації та керує обладнанням через Serial, Ethernet або фірмовий зв'язок через кілька вбудованих драйверів пристроїв. Він не тільки запускає локальний контроль та моніторинг, але й надає дані в реальному часі всім віддаленим клієнтам.

2. Project Node: це платформа розробки для WebAccess і є веб-сервером для всіх клієнтів для підключення до проекту розробки або віддаленого моніторингу та управління системою. Тут зберігаються всі налаштування системи, файли баз даних та графіки.

3. Client Node: через управління ActiveX всередині Microsoft Internet Explorer він контролює і керує вузлом SCADA. Клієнт підключається до Project Node і отримує адресу SCADA Node, а потім спілкується безпосередньо з Вузлом SCADA, використовуючи власні комунікації через TCP / IP-з'єднання. Дані відображаються в режимі реального часу з динамічно анімованою графікою, а також інформацією про тренди в режимі реального часу та про тривоги. Користувачі можуть визнати тривогу та змінити задані значення, стан та інші дані.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Мобільний клієнт(Mobile Client): інтерфейс мобільного клієнта призначений для використання зі мобільними пристроями, такими як iOS, Android та мобільними пристроями Windows. У мобільному клієнті користувачі можуть переглядати тренди, журнали даних та тегувати інформацію в режимі реального часу. Встановлене значення для тегів або підтвердження сигналів тривоги також може підтримуватися через інтуїтивний інтерфейс. WebAccess 8.0 випускає нове покоління HMI WebAccess. Інформаційна панель Business Intelligence, надає користувачам крос-платформний, крос-браузерний аналіз даних та інтерфейс користувача на основі технології HTML5. WebAccess 8.0 також може виступати в якості платформи IoT, надаючи партнерам відкритий інтерфейс для розробки IoT-додатків для різних вертикальних ринків.

#### Перелік змінних та даних SCADA:

Advantech WebAccess Project Manager				
Delete				
Device: wa • widget • ADAM-3600				
Project/Node	Tagname	Description	Address	
Port2 (TCP/IP)				
ADAM-3600				
cond_ON_ch	energy_consum_cond_ch	A AI	energy_consum_cond_ch	<input type="checkbox"/>
cond_ON_wh	energy_consum_cond_wh	A AI	energy_consum_cond_wh	<input type="checkbox"/>
energy_consum_cond_ch	energy_consum_heat_ch	A AI	energy_consum_heating_ch	<input type="checkbox"/>
energy_consum_cond_wh	energy_consum_heat_wh	A AI	energy_consum_heating_wh	<input type="checkbox"/>
energy_consum_heat_ch	energy_consumption_ch	A AI	energy_consumption_ch	<input type="checkbox"/>
energy_consum_heat_wh	energy_consumption_wh	A AI	energy_consumption_wh	<input type="checkbox"/>
energy_consumption_ch	humidity_conference_h	A AI	humidity_conference_h	<input type="checkbox"/>
energy_consumption_wh	humidity_warehouse	A AI	humidity_warehouse	<input type="checkbox"/>
heating_ON_ch	temp_conference_hall	A AI	temp_conference_hall	<input type="checkbox"/>
heating_ON_wh	temp_environment	A AI	temp_environment	<input type="checkbox"/>
humidity_conference_h	temp_norma_ch	A AI	temp_norma_ch	<input type="checkbox"/>
humidity_warehouse	temp_norma_wh	A AI	temp_norma_wh	<input type="checkbox"/>
temp_conference_hall	temp_warehouse	A AI	temp_warehouse	<input type="checkbox"/>
temp_environment	vibration_confer_hall	A AI	vibration_confer_hall	<input type="checkbox"/>
temp_norma_ch	vibration_warehouse	A AI	vibration_warehouse	<input type="checkbox"/>
temp_norma_wh	cond_ON_ch	D DI	cond_ON_ch	<input type="checkbox"/>
temp_warehouse	cond_ON_wh	D DI	cond_ON_wh	<input type="checkbox"/>
vibration_confer_hall	heating_ON_ch	D DI	heating_ON_ch	<input type="checkbox"/>
vibration_warehouse	heating_ON_wh	D DI	heating_ON_wh	<input type="checkbox"/>
Device Driver				
A101				
ABMLGX				
ABPLCS				
ABPLCEIP				
ABSLCS				
AceFAM3				
ADAMDK				
ADAM4K				
ADAM5360				

Рис.6.1

#### Налаштування порта TCP/IP:

Comport Property Delete Add Device	
Comport : wa • widget • 1	
Interface Name	TCPIP
Comport Number	1
Description	Description
Scan Time	1 Second
Timeout	1000 MilliSecond
Retry Count	3
Auto Recover Time	60 Second
Backup Port Number	0
Scan Devices in Parallel	No

Рис.6.2

Налаштування підключення по MQTT брокеру контролера:

Delete Add Tag Add Block		
Device Property [Cancel] Submit		
Device Name	ADAM_3600	
Description		
Unit Number	0	
Device Type	WAMQTT	
Primary	IP Address	91.90.22.74
	Port Number	1883
Secondary	Device Address	<small>if other than Unit Number</small>
	IP Address	
	Port Number	
	Device Address	
Heartbeat frequency (second) =	60	
Device ID:	topic_ADAM3600	
Backup Device ID:		
User Name:		
Password:		
[Cancel] Submit		

Рис.6.3

Налаштування в планувальнику робочого дня:

Time Period	Normal Hours				Extra Hours I				Extra Hours II				Default Cycle	
	Start	Stop	Cycle On	Cycle Off	Start	Stop	Cycle On	Cycle Off	Start	Stop	Cycle On	Cycle Off	Cycle On	Cycle Off
Monday	10:00	18:00	44	2	18:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Tuesday	10:00	18:00	46	2	18:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Wednesday	10:10	18:00	46	2	18:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Thursday	10:00	18:00	46	2	18:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Friday	10:00	18:00	46	2	18:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Saturday	12:00	16:00	0	46	16:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Sunday	10:00	15:00	0	46	10:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0
Holiday	12:00	15:00	2	46	10:00	22:00	1	1	00:00	00:00	0	0	0	0

Рис.6.4

Налаштування вихідних днів в планувальнику:



Рис.6.5

Операторське меню для приміщення конференц-залу:

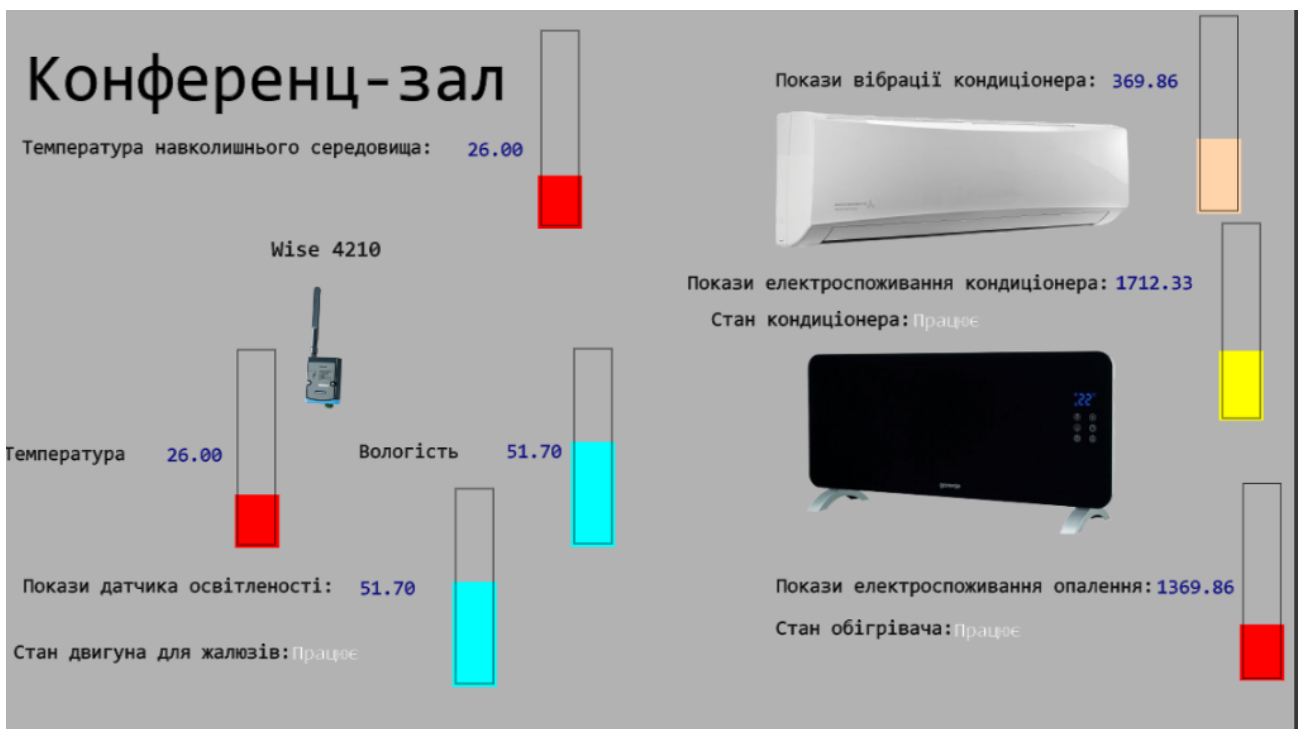


Рис.6.6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Операторське меню для приміщення складу:

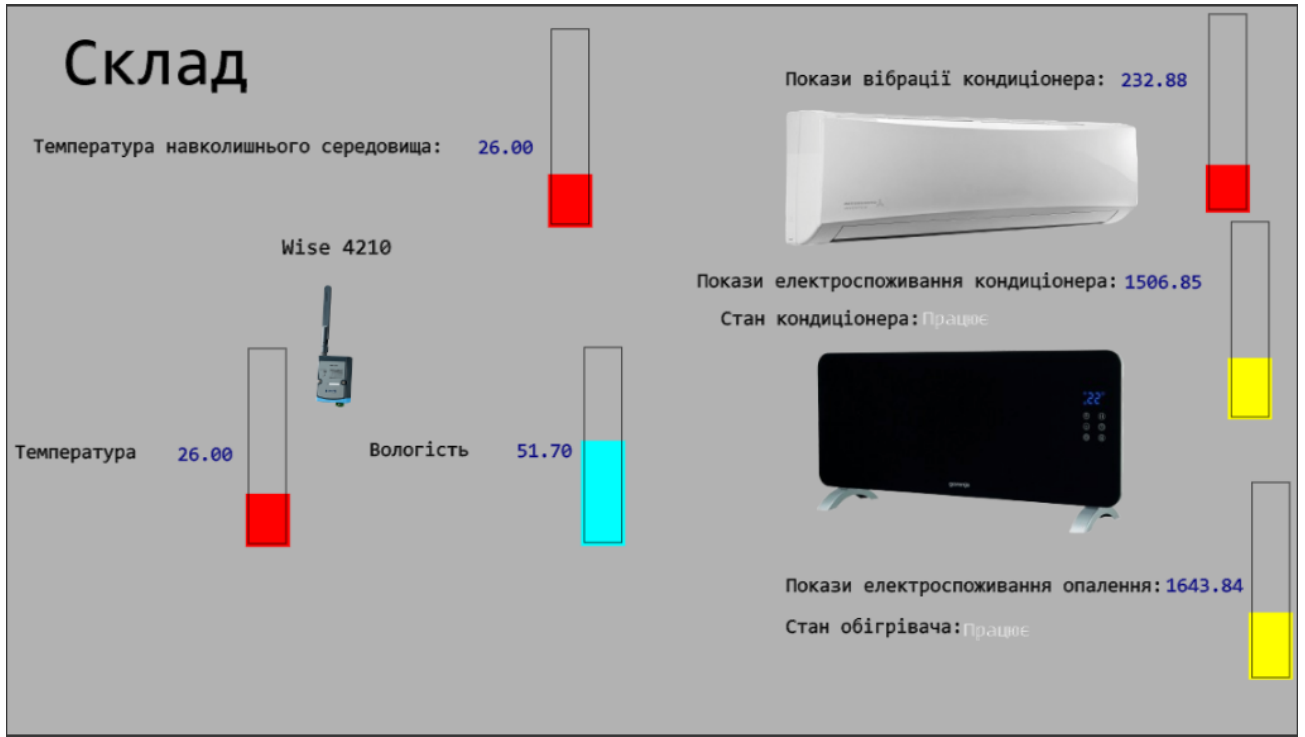


Рис.6.7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Розділ 7. Використання протоколу MQTT в рішеннях Advantech

MQTT (MQ Telemetry Transport) - це відкритий протокол обміну повідомленнями, який надає мережевим клієнтам з обмеженими ресурсами простий спосіб розподілу телеметричної інформації. MQTT забезпечує простоту та масштабованість, які не зустрічаються в традиційних протоколах Інтернету чи промисловості. Швидкість та ефективність протоколу роблять його популярним вибором для програм, починаючи від вимірювання та виявлення до контролю. Протокол, який використовує схему зв'язку "публікувати / підписатися", використовується для зв'язку "машина-машина" ( M2M ) і відіграє важливу роль в Інтернеті речей (IoT).

На відміну від традиційних протоколів типу запити-відповіді, таких як http або Modbus, MQTT заснований на простому принципі публікації повідомлень та підписки на теми. Кілька клієнтів підключаються до брокера, підписавшись та / або публікуючи теми та отримуючи доступ до інформації. Брокер і MQTT виступають загальним інтерфейсом для всього іншого, до якого можна підключитися. Брокер MQTT - це сервер, а клієнтами є підключені пристрої. Коли пристрій або клієнт хоче надіслати дані серверу - або брокеру, це називається публікацією . Коли операція повернена, вона називається підпискою. Якщо з'єднання від клієнта, що підписався, до брокера розірвано, то брокер буде буферувати повідомлення та виштовхувати їх перед підписником, коли він знову в мережі. Якщо з'єднання від клієнта-видавця до брокера відключено без повідомлення, то брокер може закрити з'єднання та надіслати абонентам кешоване повідомлення з інструкціями видавця.

Повідомлення в MQTT публікуються за темами. Теми розглядаються як ієрархія, використовуючи «/» як роздільник. Це забезпечує логічну структуру загальних тем, які потрібно створити, як і в будь-якій файловій системі, яку ви використовували. Так, наприклад, кілька комп'ютерів можуть публікувати інформацію про температуру жорсткого диска на наступну єдину тему, вставивши своє унікальне ім'я комп'ютера та жорсткого диска: `sensors / COMPUTER_NAME / temperature / HARDDRIVE_NAME`.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

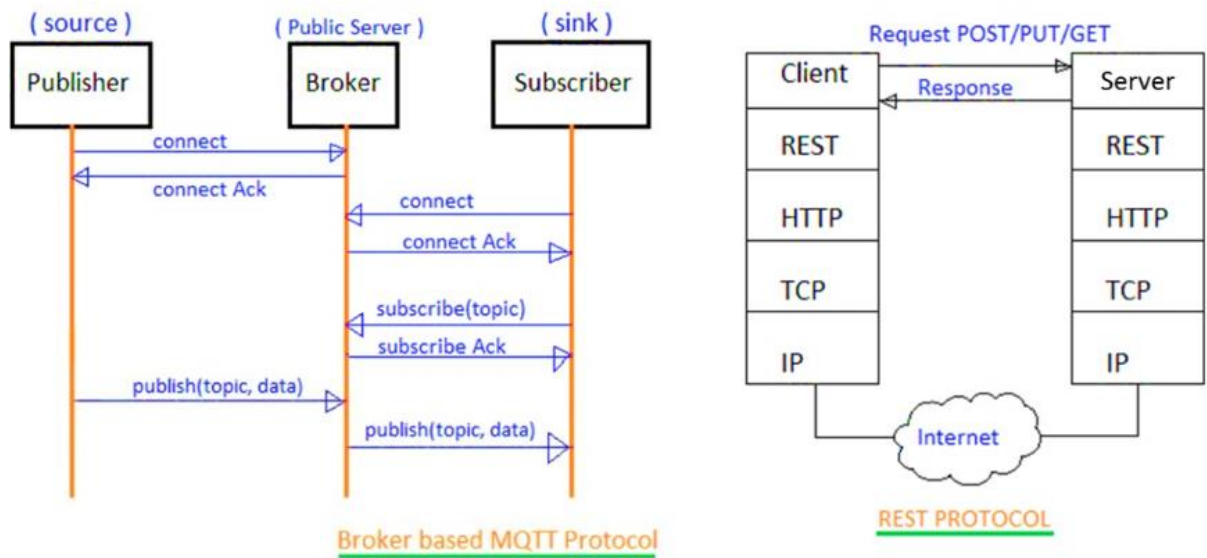
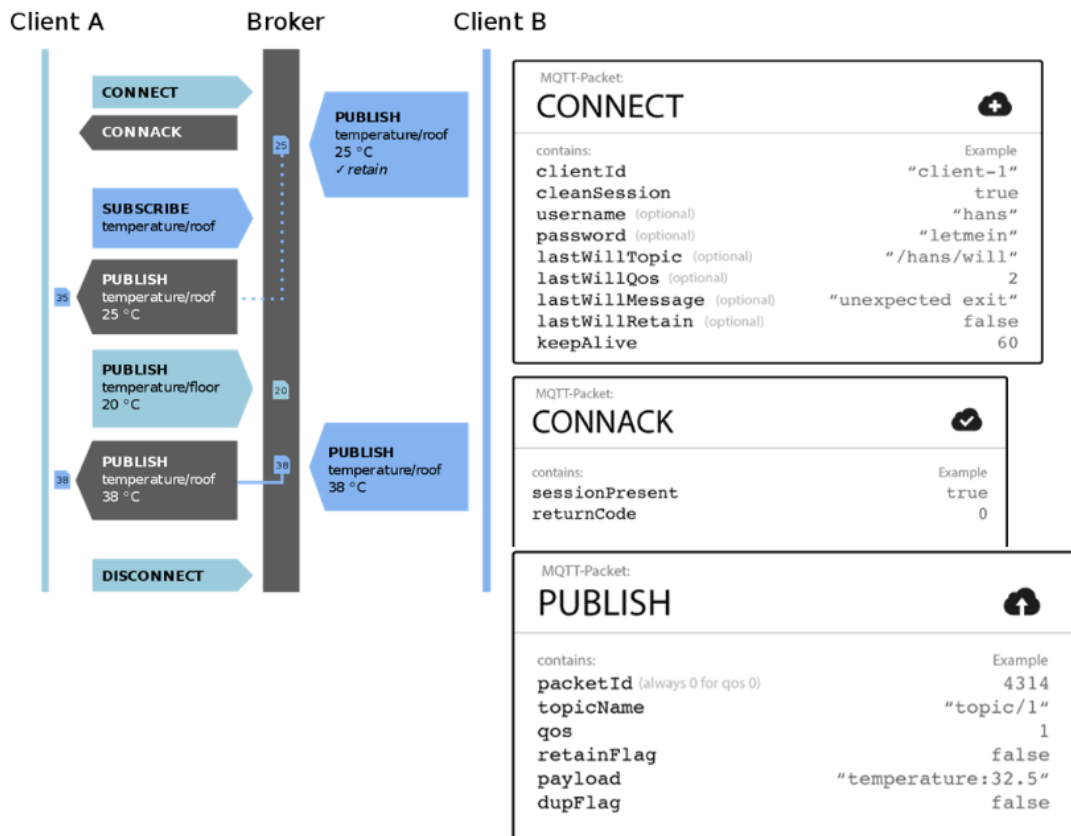


Рис.7.1 Приклад обміну повідомлення через протокол MQTT

### Як працює MQTT?

Сеанс MQTT розділений на чотири етапи: з'єднання, аутентифікація, зв'язок та припинення. Клієнт починає зі створення протоколу управління передачею / протоколу Інтернету ( TCP / IP ) до брокера, використовуючи стандартний порт або користувацький порт, визначений операторами брокера. Під час створення з'єднання важливо визнати, що сервер може продовжувати старий сеанс, якщо він надає повторно використану ідентифікацію клієнта.



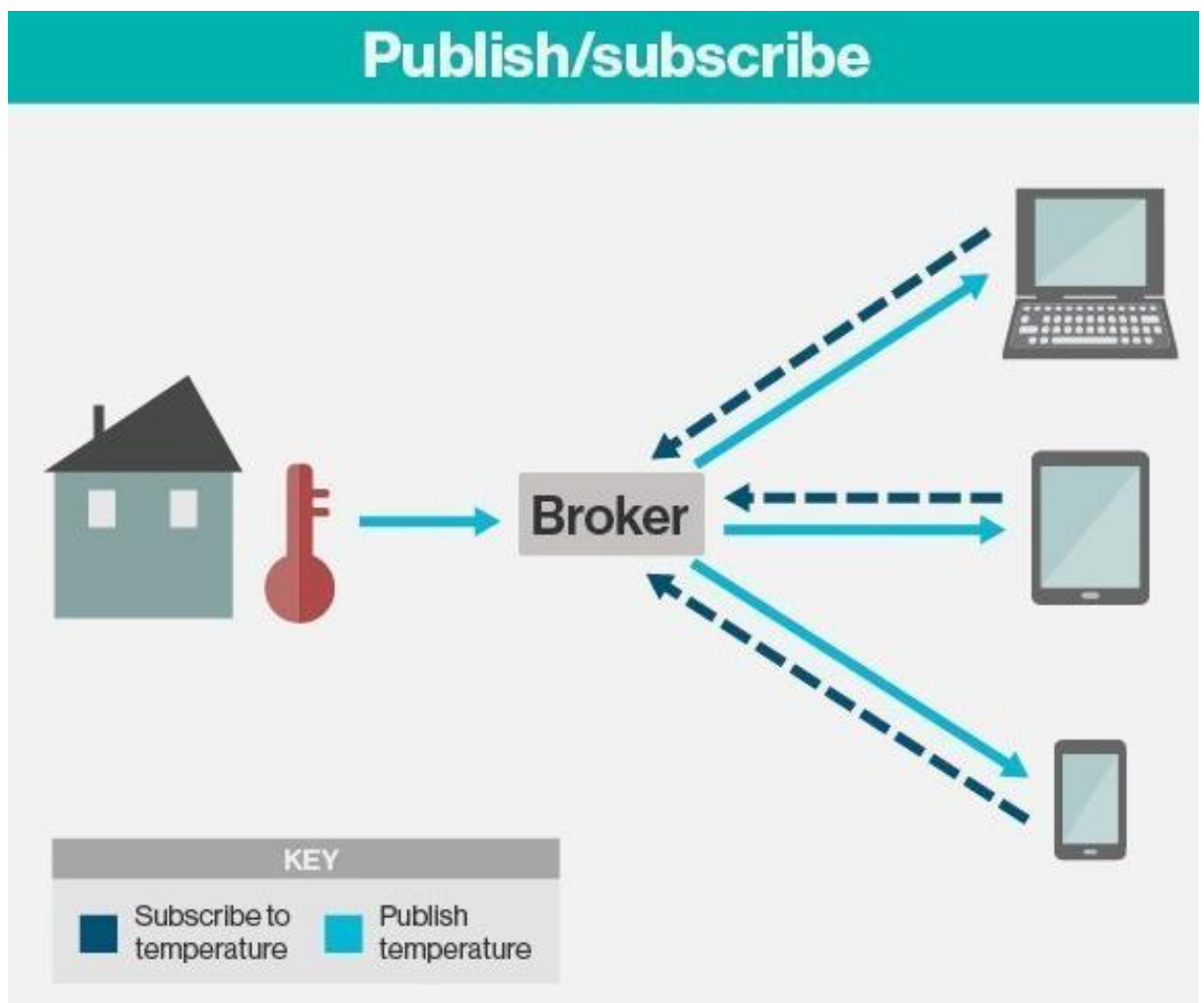
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Рис.7.2 Процедура підключення і підписки на видавця в протоколі MQTT

Оскільки протокол MQTT має на меті бути протоколом для обмежених ресурсів та IoT пристроїв, SSL / TLS не завжди може бути варіантом, а в деяких випадках може бути і не бажаним. У таких випадках аутентифікація представляється як ім'я користувача та пароль із чітким текстом, які клієнт надсилає серверу - це як частина послідовності пакетів CONNECT / CONNACK. Крім того, деякі брокери, особливо відкриті брокери, опубліковані в Інтернеті, прийматимуть анонімних клієнтів. У таких випадках ім'я користувача та пароль просто залишаються порожніми.

MQTT називається полегшеним протоколом, оскільки всі його повідомлення мають невеликий слід коду. Кожне повідомлення складається з фіксованого заголовка - 2 байти - необов'язковий заголовок змінної, корисне навантаження повідомлення, яке обмежено 256 мегабайт інформації та рівень якості обслуговування ( QoS ).

Під час фази спілкування(рис.7.3) клієнт може виконувати операції публікації, підписки, скасування підписки. Операція публікації надсилає двійковий блок даних - вмісту - до теми, визначеної видавцем.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### Рис.7.3 Спілкування між клієнтами-підписниками і видавцем

MQTT підтримує бінарні великі об'єкти повідомлення ( BLOB ) розміром до 256 Мб. Формат вмісту буде залежним від програми. Підписки на тему здійснюються за допомогою пари пакетів SUBSCRIBE / SUBACK, а також відмінюється підписка аналогічно, використовуючи пару пакетів UNSUBSCRIBE / UNSUBACK.

Ще одна операція, яку клієнт може виконати під час фази спілкування, - це пінг-сервер брокера за допомогою послідовності пакетів PINGREQ / PINGRESP. Ця послідовність пакетів приблизно відповідає «Ви вже / Так я вже». Ця операція не має іншої функції, ніж підтримувати пряме з'єднання та переконатися, що з'єднання TCP не було вимкнено шлюзом або маршрутизатором.

Коли видавець або підписник хоче припинити сеанс MQTT, він надсилає брокеру DISCONNECT та закриває з'єднання. Це називається а витонченим відключенням, оскільки воно дає клієнту можливість легко підключитися, надавши ідентифікацію клієнта та відновивши місце, де він зупинився.

Якщо відключення станеться раптово без часу, коли видавець надішле повідомлення DISCONNECT, брокер може надіслати підписникам повідомлення від видавця, яке брокер раніше кешував. Повідомлення, яке називається останнім заповітом, надає підписникам інструкції, що робити, якщо видавець раптово відключиться.

MQTT Message	Description
CONNECT	Client request to connect to server
CONNACK	Connect acknowledgement
PUBLISH	Publish message
PUBACK	Publish acknowledgement
PUBREC	Publish received
PUBREL	Publish release
PUBCOMP	Publish complete
SUBSCRIBE	Client subscribe request
SUBACK	Subscribe acknowledgement
UNSUBSCRIBE	Unsubscribe request
UNSUBACK	Unsubscribe acknowledgement
PINGREQ	PING request
PINGRESP	PING response
DISCONNECT	Client is disconnecting

Рис.7.4 Повідомлення протоколу MQTT

### MQTT в IoT

MQTT - один з найбільш часто використовуваних протоколів щодо IoT. MQTT дозволяє пристроям IoT з обмеженими ресурсами надсилати або публікувати інформацію про певну тему на сервер, який функціонує як брокер повідомлень MQTT. Потім брокер висилає інформацію тим клієнтам, які раніше підписалися на тему. Для людини тема схожа на ієрархічний шлях до файлу. Клієнти можуть підписатися на певний рівень ієрархії теми або використати символ підключення для підписки на кілька рівнів.

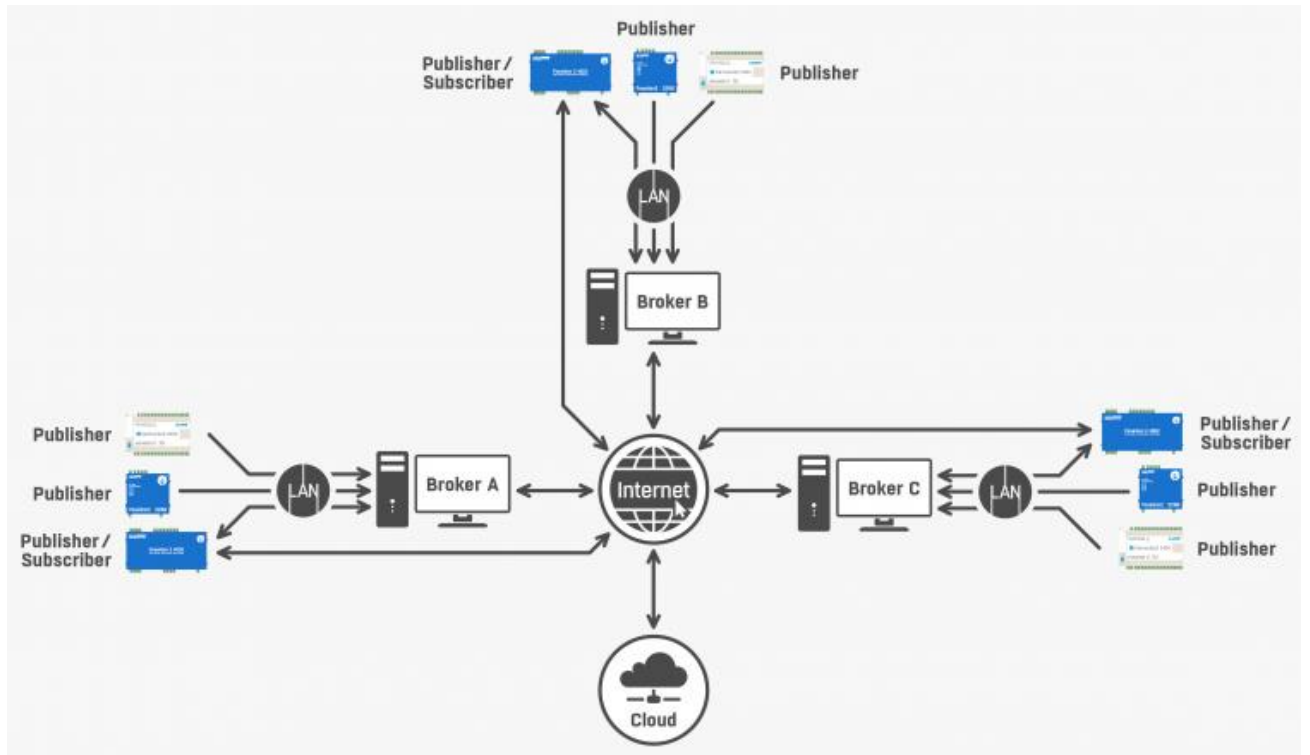


Рис. 7.5 Приклад IoT рішення з використання протоколу MQTT

### Конкуруючі протоколи

Протоколи передачі, що конкурують з MQTT, включають наступне:

- Протокол обмеженого застосування (CoAP) - ще один протокол, добре підходить для IoT. CoAP також використовує схему зв'язку запит / відповідь.
- Протокол черги розширених повідомлень (AMQP), як і MQTT, використовує схему зв'язку публікації / підписки.
- Простий / потоковий протокол текстово-орієнтованого повідомлення (STOMP) - це текстовий протокол. Однак STOMP не займається чергами та темами; для цього використовується смислове відправлення з рядком призначення.
- Mosquitto - брокер з відкритим кодом MQTT.
- Простий протокол управління медіа (SMCP) - це стек CoAP, який використовується у вбудованих середовищах. SMCP також базується на CoAP.
- SSI (Simple Sensor Interface) - протокол зв'язку для передачі даних між комбінацією комп'ютерів та датчиків.
- Служба розподілу даних (DDS) для систем реального часу - це програмне забезпечення середнього програмного забезпечення, яке може безпосередньо публікувати або передплачувати зв'язок у режимі реального часу у вбудованих

## Плюси і мінуси MQTT

У порівнянні з конкуруючими протоколами MQTT має кілька чітких переваг та недоліків. До переваг можна віднести:

- ефективна передача даних та швидка реалізація завдяки легкому протоколу;
- низьке використання мережі через мінімізовані пакети даних;
- ефективний розподіл даних;
- успішна реалізація дистанційного зондування та контролю;
- швидка та ефективна доставка повідомлень;
- використання невеликої кількості енергії, що добре для підключених пристроїв;
- зменшення пропускної здатності мережі

До потенційних недоліків MQTT належать такі:

- MQTT має повільніші цикли передачі порівняно з CoAP.
- Відкриття ресурсів MQTT працює над гнучкими підписками на теми, тоді як CoAP використовує стабільну систему виявлення ресурсів.
- MQTT незашифрований. Натомість він використовує TLS / SSL для шифрування безпеки.
- Складно створити глобально масштабовану мережу MQTT.

### Завдання MQTT: безпека, сумісність та автентифікація

Оскільки протокол MQTT не був розроблений з урахуванням безпеки, протокол традиційно використовується в захищених бек-енд-мережах для цілей, що стосуються додатків. Тема структури MQTT може легко сформувати величезне дерево, і немає чіткого способу поділити дерево на менші логічні домени, які можна об'єднати. Це ускладнює створення глобально -масштабованої мережі MQTT, оскільки у міру збільшення розміру тематичного дерева складність збільшується.

Ще один негативний аспект MQTT - це його відсутність сумісності. Оскільки корисні навантаження повідомлень є бінарними, без інформації про те, як вони кодуються, можуть виникнути проблеми - особливо у відкритих архітектурах, де різні програми різних виробників повинні безперебійно працювати один з одним.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як уже згадувалося раніше, MQTT має мінімальні функції аутентифікації, вбудовані в протокол. Імена користувачів та паролі надсилаються у чіткому тексті, і будь-яка форма безпечного використання MQTT повинна використовувати SSL / TLS, що, на жаль, не є легким протоколом.

Автентифікація клієнтів за допомогою клієнтських сертифікатів - це не простий процес, і в MQTT немає способу контролювати того, хто є власником теми та хто може публікувати інформацію про неї, за винятком використання власних, поза діапазонних засобів. Це дозволяє легко вводити шкідливі повідомлення в мережу, навмисно чи помилково.

Крім того, немає можливості, щоб приймач повідомлень знав, хто надіслав оригінальне повідомлення, якщо ця інформація не міститься у фактичному повідомленні. Функції безпеки, які доцільно реалізовувати поперх MQTT, збільшують кодовий слід і ускладнюють реалізацію.

### **Якість послуг**

QoS посилається на угоду між відправником повідомлення та одержувачем повідомлення. QoS визначатиме гарантію доставки, посилаючись на конкретне повідомлення. QoS виступає ключовою особливістю в MQTT, даючи клієнту можливість вибору між трьома рівнями обслуговування.

Три різні рівні QoS визначають, як керується вмістом протоколом MQTT. Хоча більш високі рівні QoS є більш надійними, вони мають більше вимог щодо затримки та пропускну здатності, тому клієнти, що підписалися, можуть вказати найвищий рівень QoS, який вони хотіли б отримати.

Найпростіший рівень якості (QoS 0)- це незавірена передача. Цей рівень QoS використовує PUBLISH послідовність пакетів; видавець один раз надсилає повідомлення брокеру, а брокер передає повідомлення абонентам один раз. Не існує механізму, який би переконався, що повідомлення надійшло правильно, і брокер не зберігає його.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

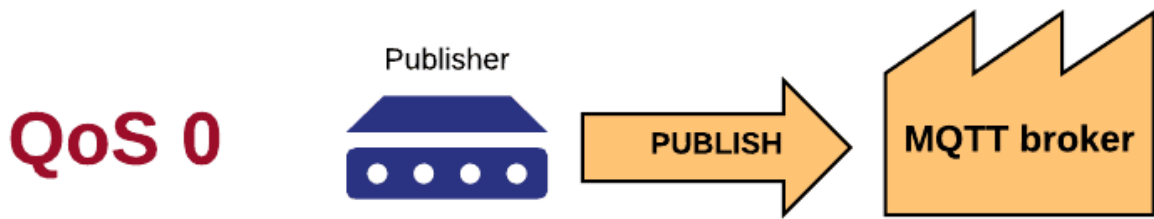


Рис 7.6 Рівень обслуговування QoS 0

Другий рівень (QoS 1) - це гарантована передача. Цей рівень QoS використовує послідовність пакетів PUBLISH / PUBACK між видавцем та його брокером, а також між брокером та підписниками. Пакет підтвердження – підтверджує, що вміст отримано, і механізм повторного надсилання – повторно надсилає початковий вміст, якщо підтвердження не буде отримано своєчасно. Це може призвести до отримання абонентом декількох копій одного і того ж повідомлення.



Рис 7.7 Рівень обслуговування QoS 1

Третій рівень (QoS 2) - це гарантоване обслуговування. Цей рівень QoS доставляє повідомлення з двома парами пакетів. Перша пара називається PUBLISH / PUBREC, а друга пара називається PUBREL / PUBCOMP. Дві пари гарантують, що незалежно від кількості спроб повідомлення буде доставлено лише один раз.

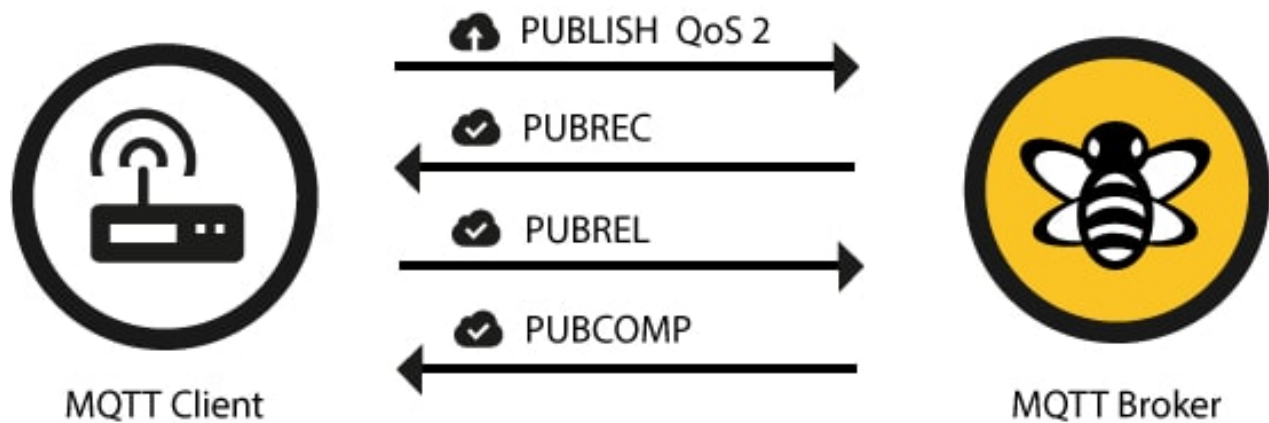


Рис 7.8 Рівень обслуговування QoS 2

### Advantech MQTT-рішення для збору даних IoT

Рішення, здатні Advantech MQTT для збору даних IoT, підходять для обмеженого середовища з низькою пропускнуою здатністю мережі або високою затримкою, а також віддалених пристроїв з обмеженими можливостями пам'яті та обробки.

Легкі корисні навантаження MQTT зменшують пропускну здатність для збору даних з великого обсягу з механічного та закритого обладнання та сприяють віддаленому виконанню моніторингу стану в режимі реального часу та обробки подій.

Advantech пропонує повний спектр MQTT-сумісних рішень, таких як його програмна платформа WebAccess, датчики WISE-4000 та віддалений термінальний блок ADAM-3600. Окрім модулів введення / виводу Ethernet ADAM-6000, шлюзи протоколу ECU-1152 та шлюз IoT для стільникового зв'язку SmartSwarm 300, що підходять для широкого спектру комерційних та промислових застосувань.

Продукти серії WISE-4000 та ADAM-6000 можуть бути безпосередньо підключені до хмари або ERP / MES систем та спілкуватися за допомогою протоколу MQTT, не потребуючи шлюзу чи перетворювача. Такі архітектури пристрою та хмари не лише істотно знижують витрати на обладнання та полегшують аутентифікацію пристрою / контроль доступу та мережеву розвідку, але й пропонують майже миттєвий зв'язок між корпоративними програмами та хмарною мережею.

Інтегровані з програмним забезпеченням Advantech WebAccess / SCADA, пристрої Advantech з можливостями MQTT підтримують підключення та встановлення

на хмарних платформах. Це виключає трудомістку конфігурацію окремих вузлів датчиків та зменшує витрати на встановлення та час роботи для великих систем збору даних.

До переваг використання протоколу MQTT з WebAccess / SCADA можна віднести можливість відновлення операцій з будь-якої точки розриву без втрат даних. Крім того, під час перерв в мережі дані можуть бути буферовані в модулі WISE-4000, поки мережевий зв'язок не відновиться і клієнтський пристрій не зчитує дані. Це не тільки запобігає втраті даних, але також дозволяє користувачам керувати потоком інформації до вузлів мережі.

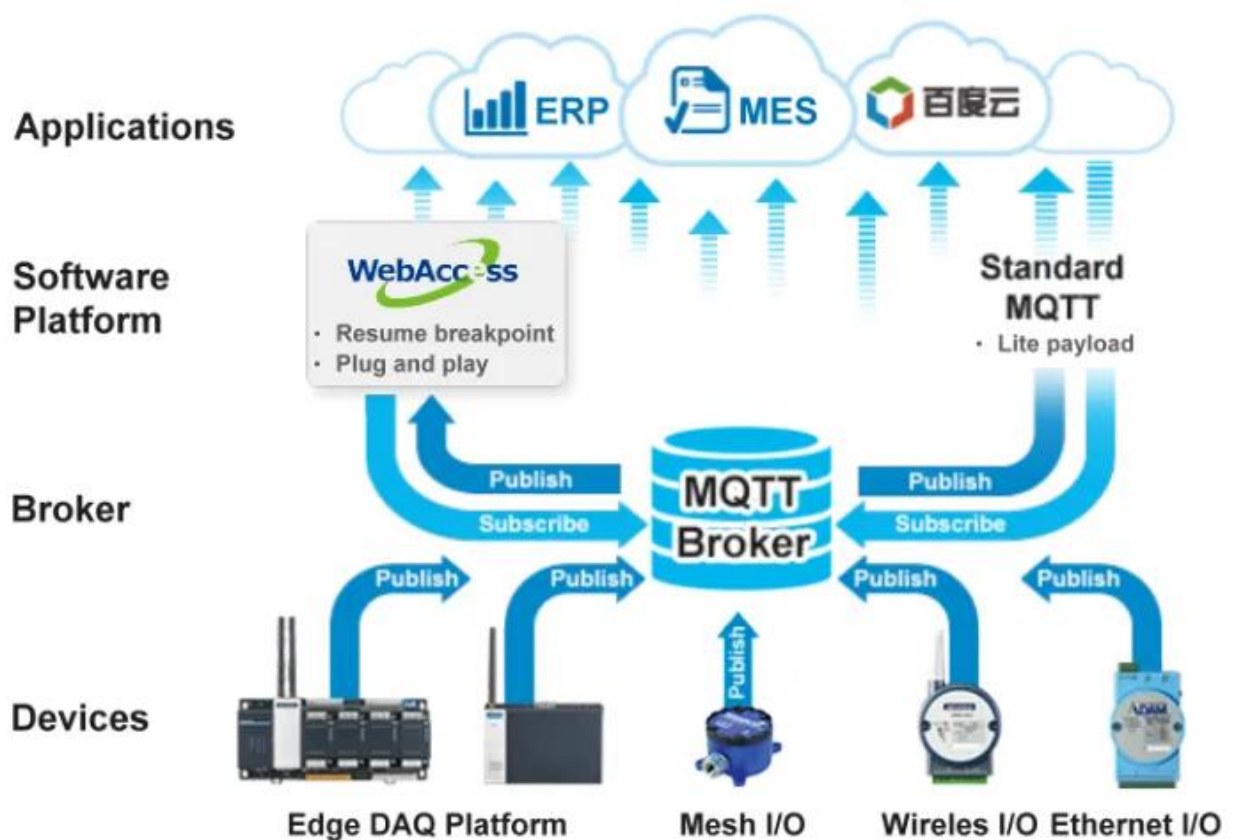


Рис. 7.9. Приклад роботи системи на базі приладів Advantech через MQTT брокер

У чому перевага модулів ADAM з MQTT?

Активна публікація MQTT повідомлень. Модулі ADAM можна налаштувати для активного опублікування даних вводу-виводу в формі повідомлення MQTT із заданим інтервалом. Дана функція дозволяє ефективний спосіб передачі даних і знижує завантаження системи.

Скоротити час простою з повідомленням про сигнал тривоги. Модулі ADAM

спроєктовані з механізмом спрацьовування тривоги з миттєвим повідомленням. Повідомлення MQTT буде опубліковане для брокера в момент досягнення умов тривоги.

Спрощення конфігурації для MQTT за допомогою утиліти ADAM.Net. За допомогою утиліти ADAM.Net складні процедури конфігурації MQTT можна спростити. Адреса брокера, якість обслуговування (QoS), публікування і підписка на теми можуть бути швидко налаштовані. Користувачі можуть інтегрувати модулі ADAM для задач MQTT за короткий час.

В даному проєкті використовуються така структура спілкування між датчиками, MQTT-брокером і SCADA-системою.

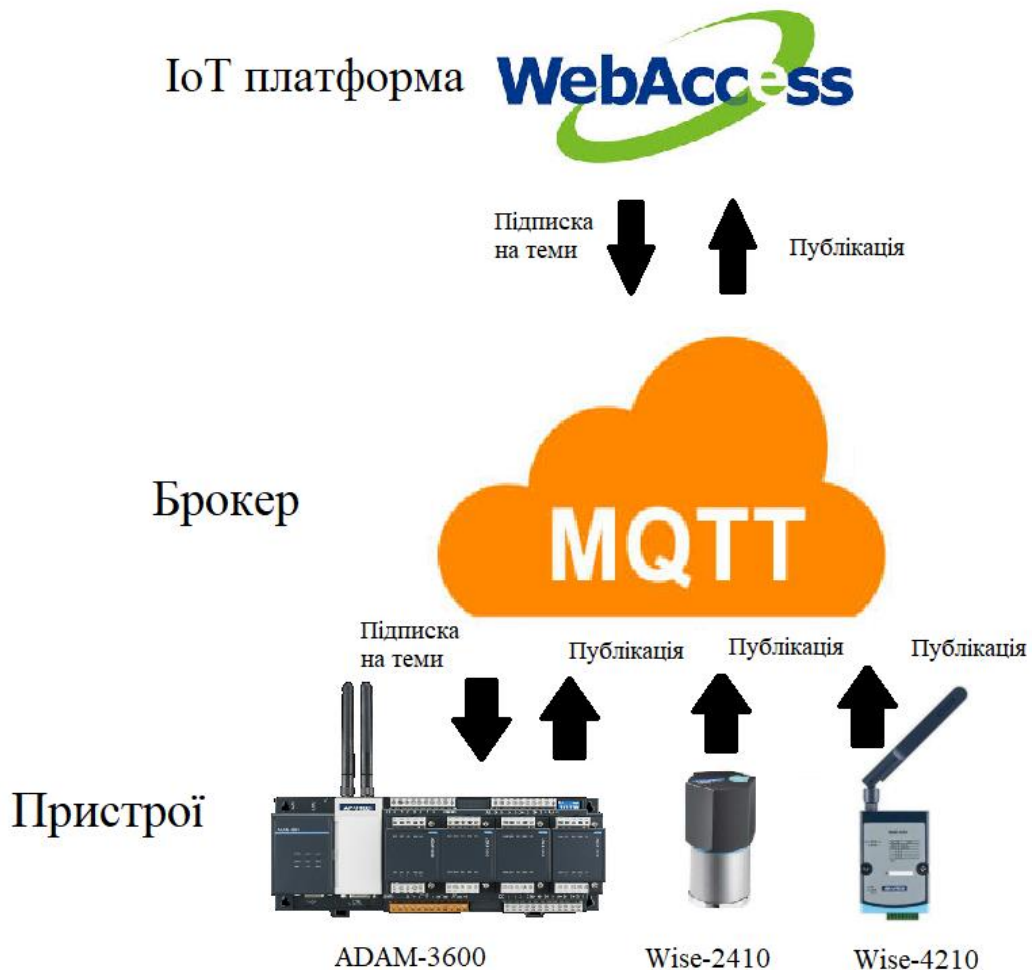


Рис.7.10

Датчики і ПЛК відправляють дані на MQTT-брокер і стають видавцями, SCADA-система підписується на ці дані і брокер відправляє їх їй, також коли SCADA-система відправляє керуючі дії то стає видавцем, а ПЛК підписником цих даних.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

▼ 91.90.22.74
  ▼ Advantech
    ▼ 00D0C9FFF908
      Device_Status = {"status":"disconnect","name":"WISE-4220-S231","macid":"00D0C9FFF908","ipaddr":"192.168.0.228"}
      data = {"s":4,"t":"2020-06-08T16:00:35Z","q":192,"c":1,"temp1":29.100,"temp_rc1":4096,"rh2":49.400,"rh_rc2":4128}
    ► $SYS (43 topics, 3267 messages)
    ▼ iot-2
      ▼ evt
        ▼ wadata
          ▼ fmt
            wa_widget = {"d":{"topic_ADAM3600":{"Val":{"temp1":29.10,"humidity1":49.40}}},"ts":"2020-06-08T18:00:57+0300"}
  
```

Рис.7.10 Структура даних, які відправляє ПЛК на MQTT-брокер

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновок

В даній роботі розглядається розробка системи розумного офісу. Важливу роль зіграло використання протоколу MQTT, за допомогою якого можна легко будувати зв'язок між бездротовими датчиками і SCADA-системою Webaccess від компанії Advantech, які обмінюються даними в режимі онлайн навіть якщо в певний момент часу є проблеми з якістю зв'язку.

Для побудови системи керування контурами використовувався ПЛК Adam-3600 від компанії Advantech, який через протокол MQTT збирав дані з датчиків і відправляв на виконавчі механізми.

Використання IoT рішень в системі розумного офісу допомагає заощадити багато матеріальних ресурсів, адже можна керувати системою дистанційно і якщо немає людей в приміщенні то використовувати обладнання в заощадливому режимі, відключаючи кондиціонування і зменшуючи потужності опалення.

Проект розроблявся з використанням системи Git + GitHub, яка полегшувала контролювати версію проекту і зберігати її копію на онлайн-платформі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури

1. MQTT [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/MQTT-MQ-Telemetry-Transport>.
2. Протокол MQTT в IoT рішеннях [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://behrtech.com/blog/mqtt-in-the-iot-architecture/>.
3. SCADA WebAccess [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.advantech.com/industrial-automation/webaccess/webaccessscada>.
4. Відкритий курс "Промислові мережі та інтеграційні технології" [Електронний ресурс]. Доступно: <http://asu.in.ua/viewtopic.php?f=194&t=1052>
5. Датчик вібрації Wise-2410 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-2410/file/WISE-2410\\_DS\(052520\)20200528204936.pdf](https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-2410/file/WISE-2410_DS(052520)20200528204936.pdf).
6. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
7. О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька та А.П. Ладанюк. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. Київ, Україна. Ліра-К, 2011.
8. Датчик температури і вологості Wise-4210 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-4210-S231/file/WISE-4210\\_2-page\\_DS\(081919\)20190820175750.pdf](https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-4210-S231/file/WISE-4210_2-page_DS(081919)20190820175750.pdf).
9. Дистанційний пульт Broadlink RM4 Pro [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://broadlink.ru/broadlink-rm4-pro-v2020>.
10. Датчик змінного струму SCT-013-000 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.poweruc.pl/blogs/news/non-invasive-sensor-yhdc-sct013-000-ct-used-with-arduino-sct-013?lang=ru>.
11. Датчик освітленості House-sensor LP02 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://house-sensor.ru/images/docs/LP01.pdf>.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		