

RAEM1-6 Система виявлення та дистанційного моніторингу Посібник користувача



Версія: V2.0.2

Листопад 2025

Зміст

1. Технічні відомості.....	1 -
1.1. Вступ до акустичної емісії.....	1 -
1.2. Основне призначення акустико-емісійного контролю.....	1 -
1.3. Особливості акустико-емісійного контролю.....	2 -
1.4. Застосування технології акустичної емісії.....	2 -
1.5. Технічні терміни акустичної емісії.....	3 -
1.6. Термінологія виробу акустичної емісії RAEM1-6.....	5 -
2. Опис виробу.....	10 -
2.1. Про RAEM1-6.....	10 -
2.2. Технічні характеристики RAEM1-6.....	11 -
2.3. Підключення обладнання.....	13 -
2.4. Налаштування та примітки щодо ПЗ.....	16 -
3. Зауваження перед використанням ПЗ.....	19 -
4. Програма-конфігуратор M1-6.....	21 -
4.1. Посібник з налаштування ПЗ.....	21 -
4.2. Системні налаштування.....	23 -
4.2.1. Тест AST.....	26 -
4.2.2. Оновлення прошивки.....	28 -
4.3. Налаштування збору даних.....	28 -
4.3.1. Налаштування каналів.....	29 -
4.3.2. Налаштування форми сигналу.....	34 -
4.3.3. Налаштування параметрів.....	35 -
4.3.4. Налаштування FFT.....	39 -
4.3.5. Налаштування зовнішніх параметрів.....	41 -
4.4. Налаштування мережі.....	44 -
4.4.1. Протокол U3H.....	44 -
4.4.2. TCP.....	45 -
4.4.3. ISAE.....	46 -
4.4.4. Aliyun (у розробці).....	47 -
4.4.5. AZURE (у розробці).....	47 -
4.4.6. Зв'язок RS485 (у розробці).....	47 -
4.4.7. MQTT.....	48 -
4.5. Інші налаштування.....	49 -
5. Посібник з використання режиму контролю.....	50 -
5.1. Підключення через Ethernet.....	50 -
5.1.1. Налаштування Ethernet на комп'ютері.....	50 -
5.1.2. Підключення одного пристрою через Ethernet.....	52 -

5.1.3. Підключення кількох пристроїв через Ethernet.....	54 -
5.2. Підключення через WiFi.....	57 -
5.2.1. Режим точки доступу.....	57 -
5.2.2. Режим маршрутизатора.....	58 -
5.2.3. Об'єднання кількох пристроїв у мережу WiFi.....	61 -
5.3. Налаштування програми SWAE.....	65 -
6. Посібник з використання режиму моніторингу.....	69 -
6.1. Підключення через мережу 4G.....	70 -
6.2. Підключення через мережу LAN/ WiFi.....	71 -
7. Хмарна платформа Qingcheng IoT.....	73 -
7.1. Продукт IoT.....	74 -
7.1.1. Групи пристроїв.....	74 -
7.1.2. Пристрої.....	78 -
7.2. Дані IoT.....	89 -
7.2.1. Дані AE.....	89 -
7.2.2. Дані оцінювання AE.....	95 -
7.2.3. Кореляційна діаграма.....	95 -
7.3. Тривоги.....	97 -
7.3.1. Користувачі тривоги.....	97 -
7.3.2. Сценарій тривоги.....	98 -
7.3.3. Повідомлення користувачів.....	100 -
7.4. Функція AST.....	101 -
7.5. Резервуар для зберігання.....	102 -
7.5.1. Звіт по резервуару.....	102 -
7.5.2. Дані резервуара.....	104 -
7.6. Моніторинг обриву сталевго дроту.....	104 -

1. Технічні відомості

1.1. Вступ до акустичної емісії

Явище, за якого локалізоване джерело швидко вивільняє енергію, породжуючи перехідні пружні хвилі, називається акустичною емісією (АЕ), або емісією хвиль напружень. Метод контролю, що оцінює властивості матеріалу або цілісність конструкції шляхом приймання та аналізу таких сигналів акустичної емісії, називається акустико-емісійним контролем. Деформація матеріалу та поширення тріщин під навантаженням є критичними механізмами, що призводять до руйнування конструкції. Джерела, безпосередньо пов'язані з механізмами деформації та руйнування, називаються джерелами акустичної емісії.

Принцип акустико-емісійного контролю показано на Рисунку 1-1. Пружні хвилі, що генеруються акустико-емісійним джерелом, поширюються до поверхні матеріалу, спричиняючи виявне зміщення поверхні, яке реєструють акустико-емісійні датчики. Ці датчики перетворюють механічні коливання на електричні сигнали, які потім підсилюються, обробляються та реєструються. Аналізуючи та інтерпретуючи зареєстровані сигнали акустичної емісії, дослідники можуть встановити механізми, що відповідають за акустичну емісію матеріалу.

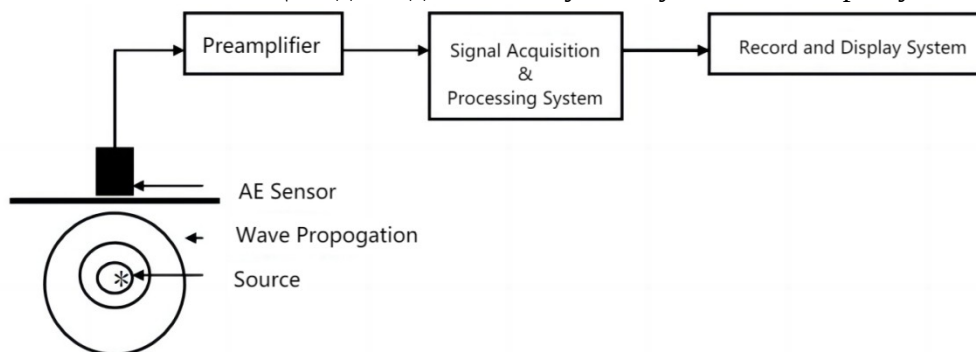


Рис. Технічні відомості-1 Блок-схема принципу акустико-емісійного контролю

1.2. Основне призначення акустико-емісійного контролю

- Визначення розташування джерела акустичної емісії
- Аналіз природи джерела акустичної емісії
- Визначення часу та навантаження акустичної емісії
- Оцінювання серйозності джерела звуку

1.3. Особливості акустико-емісійного контролю

Виявлення кожного джерела акустичної емісії означає застосування акустико-емісійної системи. Метод акустико-емісійного контролю відрізняється від інших традиційних методів неруйнівного контролю за багатьма аспектами. Його переваги переважно полягають у такому:

- Це динамічний метод контролю, і виявлювана енергія надходить від самого об'єкта, а не від контрольного приладу
- Він чутливий до лінійних дефектів і здатний виявляти активність дефектів під дією зовнішнього напруження конструкції
- Дозволяє виявляти та оцінювати стан дефектів у всій конструкції
- Дозволяє отримувати інформацію в реальному часі або безперервно про те, як дефекти змінюються залежно від зовнішніх змінних, наприклад навантаження
- Невисокі вимоги до близькості до контрольованого об'єкта
- Може використовуватися для контролю посудин під тиском, що перебувають в експлуатації
- Випробування тиском посудин під тиском дозволяє запобігти катастрофічному руйнуванню контрольованого об'єкта, спричиненому невідомими переривчастими дефектами, та обмежити його максимальний робочий тиск
- Придатний для контролю об'єктів складної геометричної форми

Основна мета акустико-емісійного контролю/моніторингу — запобігти поширенню пошкоджень шляхом виявлення прихованих дефектів, навіть прихованих дефектів у важкодоступних частинах конструкції.

1.4. Застосування технології акустичної емісії

Наразі технологія акустичної емісії застосовується в багатьох галузях, зокрема:

- Нафтохімічна промисловість
- Електроенергетика
- Випробування матеріалів
- Цивільне будівництво
- Аерокосмічна та авіаційна промисловість
- Металобробка
- Транспорт

1.5. Технічні терміни акустичної емісії

- (1) **Початкова точка сигналу емісії:** початкова точка сигналу емісії, ідентифікована системним процесором, зазвичай визначається амплітудою вище порогу;
- (2) **Кінцева точка сигналу акустичної емісії:** кінцева точка ідентифікації сигналу акустичної емісії зазвичай визначається як остання точка перетину сигналу з порогом;
- (3) **Тривалість:** часовий інтервал між початком і кінцем сигналу акустичної емісії.
- (4) **Час наростання сигналу акустичної емісії:** часовий інтервал між початковою точкою сигналу та його піковим значенням.
- (5) **Масив датчиків:** сукупність двох або більше датчиків, розміщених на компоненті для виявлення та визначення положення внутрішнього джерела;
- (6) **Згасання:** зменшення амплітуди акустичної емісії на одиницю відстані, зазвичай вимірюється в децибелах на одиницю відстані.
- (7) **Середній рівень сигналу (ASL):** усереднений за часом логарифмічний сигнал акустичної емісії після випрямлення, вимірюється в дБ за логарифмічною шкалою. На вході попереднього підсилювача 0 дБ дорівнює 1 мкВ.
- (8) **Середньоквадратичне значення (RMS):** воно відображає ефективне середнє значення амплітуди сигналу у вольтах (В).
- (9) **Канал акустичної емісії:** система, що складається з датчика, попереднього підсилювача або трансформатора узгодження імпедансу, фільтра, вторинного підсилювача, з'єднувального кабелю та детектора або процесора сигналу;

- (10) **Підрахунок акустичної емісії:** також відомий як підрахунок викидів, вимірює кількість разів, коли сигнал акустичної емісії перевищує заданий поріг у вибраному інтервалі контролю.
- (11) **Подія акустичної емісії:** локальна зміна матеріалу, що спричиняє акустичну емісію.
- (12) **Підрахунок подій:** окремий підрахунок кожної ідентифікованої події акустичної емісії.
- (13) **Контактна речовина:** або відома як контактна рідина (Couplant). матеріал, що заповнює простір між датчиком і контактною поверхнею зразка та покращує здатність звукової енергії проходити через межу розділу під час акустико-емісійного моніторингу;
- (14) **Децибел (дБ):** логарифмічна міра амплітуди сигналу акустичної емісії відносно 1 мкВ. Формула: $дБ = 20\lg(A/1\text{мкВ})$, де A — виміряна амплітуда напруги сигналу акустичної емісії.
- (15) **Динамічний діапазон:** різниця в децибелах між рівнем перевантаження та рівнем мінімального сигналу (зазвичай визначається одним або кількома чинниками: рівнем шуму, спотвореннями низького рівня, перешкодами або роздільною здатністю) у системі або датчику;
- (16) **Ефективна швидкість звуку:** швидкість звуку, розрахована на основі часу приходу та відстані, визначених за штучним сигналом акустичної емісії, що використовується для розрахунку локалізації;
- (17) **Імпульсна акустична емісія:** якісний опис дискретних сигналів, пов'язаних з окремою подією акустичної емісії в матеріалі;
- (18) **Безперервна акустична емісія:** якісний опис рівня безперервних сигналів, що виникають унаслідок швидких подій акустичної емісії;
- (19) **Енергія акустичної емісії:** енергія, що вивільняється під час події акустичної емісії;
- (20) **Поріг:** порогове значення, що використовується для аналізу даних моніторингу;
- (21) **Зона моніторингу:** частина конструкції, що контролюється методом акустичної емісії;
- (22) **Зона контролю:** частина об'єкта, що підлягає контролю методом акустичної емісії;
- (23) **Ефект Фелісіті:** явище, за якого виявні сигнали акустичної емісії виникають за рівня напруження, нижчого за попередній, при незмінному заданому порозі чутливості.
- (24) **Коефіцієнт Фелісіті:** відношення напруження на початку ефекту Фелісіті до максимального раніше прикладеного напруження.
- (25) **Плаваючий поріг:** динамічний поріг, встановлений за усередненою в часі амплітудою вхідного сигналу;
- (26) **Спрацювання (Hit):** будь-який сигнал, що перевищує поріг і запускає збір даних із каналу системи.
- (27) **Ефект Кайзера:** явище, за якого за заданого рівня чутливості виявні сигнали акустичної емісії не виникають, доки напруження не перевищить раніше

прикладене порогове значення.

1.6. Термінологія виробу акустичної емісії

RAEM1-6

- (1) **Канал:** шлях, яким сигнали акустичної емісії надходять на плату збору через датчики, підсилювачі та кабелі даних для незалежної обробки;
- (2) **Частота дискретизації,** також відома як швидкість дискретизації, означає кількість точок, які аналого-цифровий перетворювач (АЦП) дискретизує за секунду з аналогового сигналу напруги. Наприклад, 10 Мвибірок/с означає, що він дискретизує 10 мільйонів (10^6) точок за секунду.
- (3) **Поріг:** заданий поріг у дБ. Коли амплітуда зібраного сигналу перевищує цей поріг, процесор акустичної емісії визначає початкову точку сигналу акустичної емісії.
- (4) **Точність дискретизації:** точність дискретизації визначає мінімальну роздільну здатність сигналу в межах діапазону вхідної напруги. Наприклад, у діапазоні входу 20V_{pp} 16-бітна точність дискретизації означає, що напруга 20 В поділяється на 2^{16} одиниць, тобто крок становить приблизно 0,305 мВ. Що вища точність, то вища роздільна здатність сигналу;
- (5) **TCP/IP,** також відомий як протокол мережевого зв'язку, є широко вживаним протоколом передавання даних у комп'ютерах.
- (6) **AST (Automatic Sensor Testing, автоматичне тестування датчиків)** — це методика, за якої датчики випромінюють механічні імпульсні сигнали під дією збудження напругою, які потім приймаються сусідніми датчиками для оцінювання їхньої чутливості.
- (7) **АЦП:** аналого-цифровий перетворювач, що перетворює аналогові сигнали напруги на цифрові сигнали.
- (8) **Аналоговий фільтр:** фільтр, реалізований на аналогових схемних елементах;
- (9) **Цифровий фільтр:** фільтрує частоту оцифрованого сигналу. Можна обрати, увімкнути його чи ні. Високочастотний фільтр (high pass) задає нижню межу частотного діапазону, а низькочастотний (low pass) — верхню межу частотного діапазону.
- (10) **Попередній підсилювач:** електронна підсилювальна схема, що підсилює слабкий сигнал напруги з датчика та виконує перетворення імпедансу для адаптації до передавання сигналу на велику відстань, видаючи аналоговий сигнал;
- (11) **Коаксіальний кабель:** сигнальний кабель, що передає вихідний сигнал попереднього підсилювача на хост збору даних. Внутрішній шар — одножильний провід, зовнішній — екрануюче покриття. Імпеданс зазвичай становить 75 Ω ;

(12) **Інтернет речей акустичної емісії (IoT-AE):** мережа, що з'єднує акустико-емісійні пристрої з Інтернетом через акустико-емісійні датчики та інші пристрої збору інформації за узгодженими протоколами для реалізації інтелектуальної ідентифікації, локалізації, відстеження, моніторингу та керування системами збору акустичної емісії;

(13) **Режим захоплення:**

Захоплення за обвідною: визначає початок і тривалість імпульсного сигналу за допомогою порогів, HDT, HLT та інших параметрів.

Безперервний збір: ідентифікує сигнал зіткнення за порогом збору та довжиною збору.

Збір фіксованої довжини: дані починаються з моменту спрацювання порогу сигналу акустичної емісії або моменту спрацювання зовнішнього параметра та зупиняються після досягнення довжини дискретизації.

(14) **Метод запуску:**

Запуск за порогом: переважно призначений для захоплення перехідних сигналів акустичної емісії. Система визначає, чи записувати дані форми сигналу акустичної емісії, на основі рівнів напруги. Коли канал перебуває в режимі очікування і напруга перевищує заданий поріг, починається запис, тривалість якого контролюється параметром «довжина дискретизації». Поріг зазвичай встановлюється на 10–100 дБ вище рівня шуму, конкретний діапазон можна регулювати. На практиці зазвичай використовують стандартний поріг 40 дБ.

Програмний запуск: стан системи автоматично запускає процес. Збір даних починається у стані активності та зупиняється у сплячому режимі. Ручні операції з програмою починають і завершують збір даних у безперервному активному стані.

Зовнішній запуск: система збирає керовані дані форми сигналу на основі зовнішнього входу. Встановіть параметр «Поріг зовнішнього запуску %» у межах 5–100% діапазону зовнішнього вимірювання (від -10 В до +10 В).

(15) **Оцінювання системи:** рівень оцінювання системи визначається величиною (інтенсивністю) та частотою (активністю) вибраних параметрів. Якщо зібрані параметри перевищують будь-який заданий рівень оцінювання, їм присвоюється відповідна оцінка.

(16) **ЕЕТ:** час відсікання збору, що встановлюється в діапазоні від 1 мкс до 50000 мкс. Коли сигнал акустичної емісії залишається вище порогу протягом тривалого часу і заздалегідь заданий час визначення спрацювання (HDT) не

дозволяє ідентифікувати параметри емісії, набуває чинності цей час відсікання, задаючи «тривалість» у згенерованому рядку параметрів. Усі подальші характеристичні параметри розраховуються на основі цієї тривалості. ЕЕТ застосовується лише в режимі збору за обвідною та недійсний для безперервного збору або збору фіксованої довжини.

- (17) **HDT (Hit Definition Time, час визначення спрацювання):** визначає часовий інтервал (час виявлення спрацювання) у мікросекундах (мкс). Налаштування HDT коливається від 100 мкс до 50000 мкс (додатні цілі числа) і може вводитися безпосередньо в текстовому полі. Цей параметр задає інтервал очікування для імпульсних сигналів, щоб точно визначити їхню кінцеву точку. Коли задане значення HDT перевищує пороговий часовий інтервал T між сусідніми пакетами хвиль, обидва пакети класифікуються як один імпульсний сигнал акустичної емісії. Якщо значення HDT менше за інтервал T , пакети розділяються на два окремі імпульсні сигнали акустичної емісії. Для однакових сигналів вище значення HDT дає менше виділених параметрів акустичної емісії, а нижче — більше параметрів.

HDT діє лише в режимі збору за обвідною, але не для безперервного збору або збору фіксованої довжини.

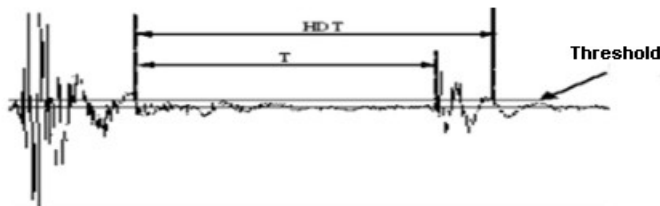


Рис. Технічні відомості-2 Визначення HDT

- (18) **HLT (Hit Lock Time, час блокування спрацювання):** вимірюється в мікросекундах (мкс). Регульований діапазон — від 100 до 20 000 000 (додатні цілі числа), значення можна вводити безпосередньо в текстовому полі. Цей параметр визначає часове вікно, протягом якого вимірювальна схема деактивується, щоб запобігти захопленню відбитих або запізнених хвиль. Зокрема, після завершення попередньої події акустичної емісії витримується період затримки (HLT), протягом якого подальші сигнали ігноруються. Тривалість цього вікна залежить від таких чинників, як згасання сигналу та розміри конструкції. Надмірні значення HLT можуть призвести до пропуску сигналів акустичної емісії. Як показано на рисунку нижче, навіть якщо наступний сигнал акустичної емісії в момент t перевищив поріг, період HLT залишається активним, через що сигнал періоду t не включається до збору.

HLT застосовується лише в режимі захоплення за обвідною, але не для безперервного захоплення або захоплення фіксованої довжини.

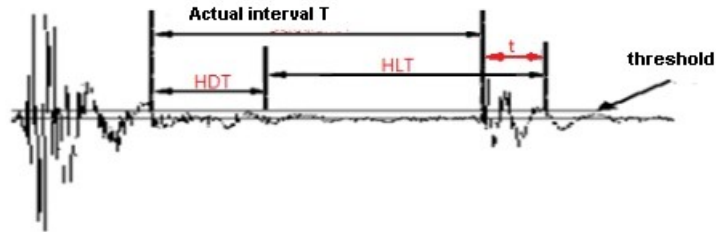


Рис. Технічні відомості-3 Визначення HLT

- (19) **Довжина дискретизації (мкс):** тривалість, протягом якої можна записати та зберегти форму сигналу одного кадру. Дійсний для режиму безперервного збору, з діапазоном від 8 мс до 1000 мс (Примітка: коли довжина дискретизації перевищує 100 мс, передавання форми сигналу для вивантаження використовує безперервну дискретизацію, метод якої визначається налаштуванням «час безперервної дискретизації»).
- (20) **Тривалість перед запуском (мкс):** збирає дані до моменту перетину сигналом акустичної емісії порогу. Це налаштування впливає лише на формування форми сигналу і не впливає на формування параметрів. Режим захоплення за обвідною залишається активним. Максимум 128 тис. точок даних.
- (21) **Тривалість дискретизації (мкс):** довжина форми сигналу одного кадру для збору фіксованої довжини. Дійсний для збору фіксованої довжини. Налаштування коливається від 6 мс до 50 мс.
- (22) **Тривалість безперервної дискретизації (мкс):** вона активна в режимі безперервного збору для передавання дискретизованої форми сигналу. Коли налаштований інтервал дискретизації перевищує максимально допустиму тривалість для повного вивантаження кадру, система розраховує тривалість на основі інтервалу дискретизації. Однак дані форми сигналу вивантажуються, починаючи з початкової точки збору, а тривалість безперервної дискретизації позначає кінцеву точку передавання характеристик форми сигналу. (Примітка: максимальний діапазон встановлено на 100 мс. Під час налаштування цього параметра значення не повинно перевищувати інтервал дискретизації.)

2. Опис виробу

Акустико-емісійна система RAEM1-6 може підключатися до комп'ютерів у межах локальної мережі LAN через WiFi або Ethernet, або до хмарної платформи через WiFi, Ethernet чи 4G.

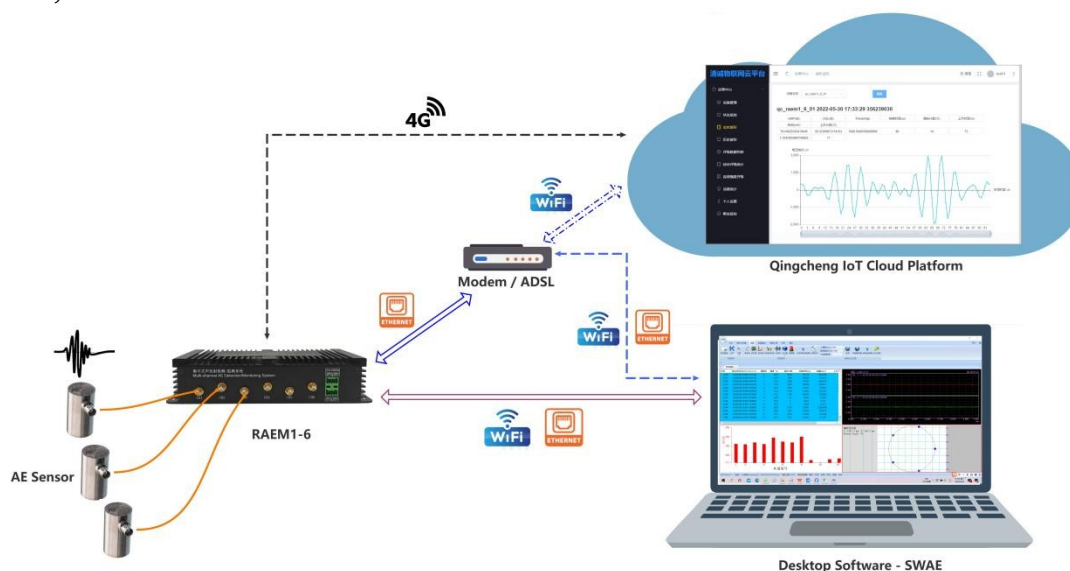


Рис. Опис виробу-4 Схема підключення RAEM1-6

2.1. Про RAEM1-6

RAEM1-6 — це багатоканальна інтелектуальна акустико-емісійна система, що поєднує автоматичне керування збором сигналів, обробку та аналіз, зберігання даних, синхронізацію годинника та бездротовий зв'язок. Корпус виготовлено з алюмінієвого сплаву, він міцний і довговічний. Систему можна гнучко конфігурувати від 2 до 6 акустико-емісійних каналів, а кілька пристроїв можна з'єднати каскадно.

Один пристрій RAEM1-6 може одночасно підключати до шести акустико-емісійних датчиків з попередніми підсилювачами, пропонуючи варіанти підсилення 26 дБ, 34 дБ або 40 дБ (Примітка: кожен пристрій RAEM1-6 підтримує лише одну напругу попереднього підсилювача). Кількість каналів корпусу також можна налаштувати відповідно до вимог користувача.

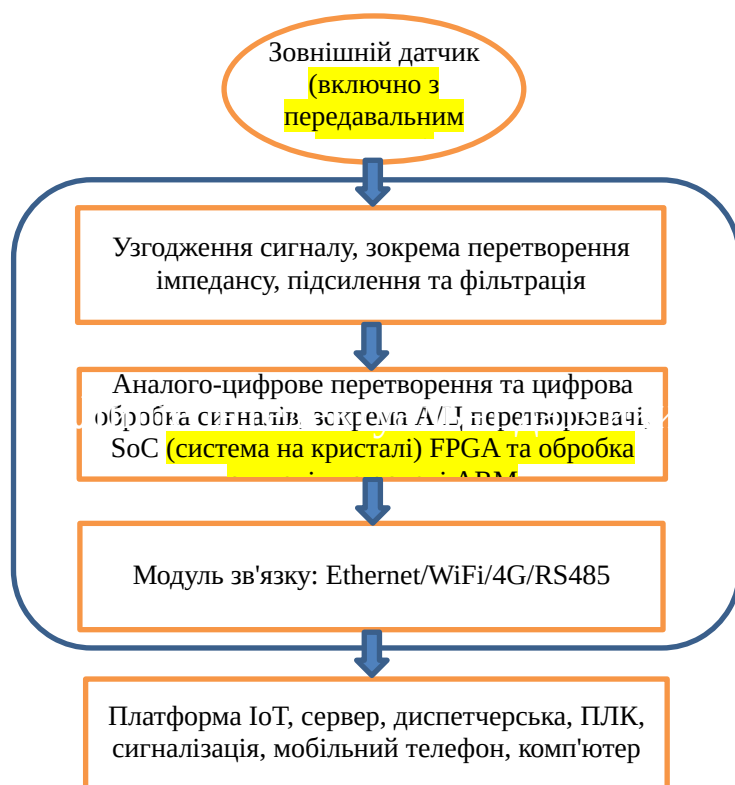


Рис. Опис виробу-5 Блок-схема функціональних модулів RAEM1-6

2.2. Технічні характеристики RAEM1-6

Комбінація каналів	Гнучко від 2 до 6 каналів на корпус або може бути каскадне з'єднання (до 128 каналів)
Режим запуску	Запуск за порогом, запуск за зовнішнім входом, програмний запуск
Режим збору даних	Збір за обвідною, збір фіксованої довжини, потоковий збір
Часовий режим	Безперервний, за розкладом або з інтервальним таймінгом
Швидкість/частота дискретизації	Максимальна частота дискретизації на канал становить 2 000 000 точок за секунду (2000 кГц)000,000
Роздільна здатність дискретизації	16-бітна
Довжина вибірки форми сигналу	Кожен канал може одночасно підтримувати до 128 000 точок на довжину вибірки форми сигналу, і канали можна налаштовувати незалежно.
Довжина попередньої вибірки форми	Довжина попередньої вибірки може досягати 128 тис. точок, і канали можна налаштовувати незалежно.

сигналу	
Шум системи	Краще ніж 30 дБ
Динамічний діапазон	Краще ніж 70 дБ
Вхідна смуга пропускання	10 кГц–800 кГц (-3 дБ, наскрізний)
Аналоговий фільтр	Програмно вибирається (кГц): 20-100кГц/ 20-400кГц/ 70-100кГц/ 70-400кГц/ наскрізний/ обхід
Цифровий фільтр	Установить будь-яке значення в діапазоні частот від 0 до 1000 кГц як наскрізний/ високочастотний/ низькочастотний/ смуговий фільтр
Напруга попереднього підсилювача	28В40дБ / 12В34дБ / 5В26дБ <i>Примітка: не програмується; напруга попереднього підсилювача встановлюється на заводі; узгоджуйте з датчиками/попереднім підсилювачем під час замовлення</i>
Вихідні дані	Форма сигналу, параметри, оцінки параметрів
Характеристичні параметри АЕ	Час приходу, амплітуда, кількість (дзвонів), енергія, час наростання, тривалість, RMS, ASL, центроїда частоти, пікова частота, 5 спектрів часткової потужності
Синхронізація годинника	Варіанти синхронізації включають RS485 (дротовий на велику відстань), каскадний (дротовий на коротку відстань), WiFi (бездротовий у приміщенні) або GPS (бездротовий на відкритому повітрі). Точність синхронізації в межах RAEM1-6 становить ≤ 100 нс, тоді як точність синхронізації між кількома RAEM1-6 може становити 500 нс або краще.
Зв'язок	Порт Ethernet (Gigabit) / WiFi / 4G <i>Примітка: порт Ethernet є обов'язковим. Користувачі можуть додати один бездротовий зв'язок — або WiFi, або 4G.</i>
Зовнішній вхід	До 4 входів, діапазон входу від -10 В до 10 В. Максимальна частота дискретизації 1 МГц; можливість зовнішнього запуску.
Вихід сигналізації	2 канали
Діапазон температур	-20°C~60°C
Вхід живлення	Номінал 24 В пост. струму/2 А, робочий діапазон напруги 9–36 В
Габарити	Довжина × Ширина × Висота: 23,2 см×12,5 см×5,2 см
Вага	1,25 кг

2.3. Підключення обладнання

Маркування RAEM1-6 показано на Рисунку 2-3 та Рисунку 2-4 нижче:

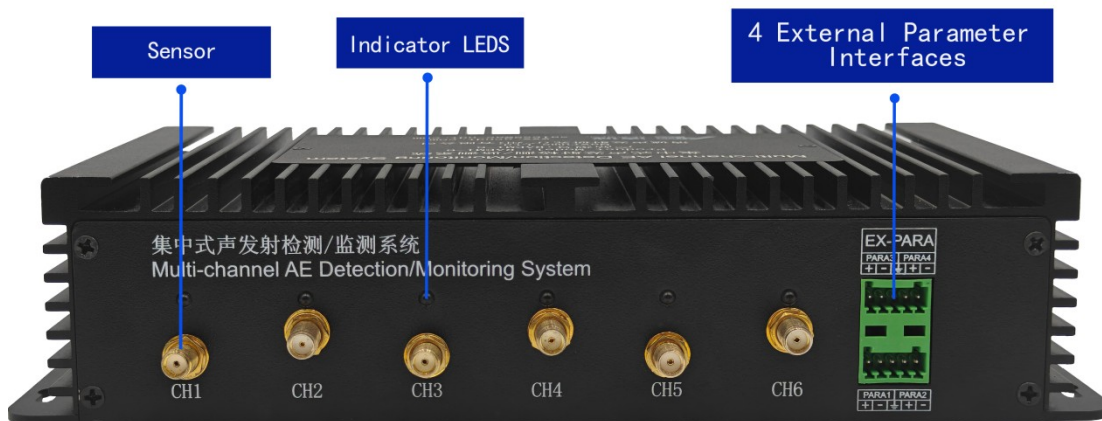


Рис. Опис виробу-6 Вигляд RAEM1-6 спереду

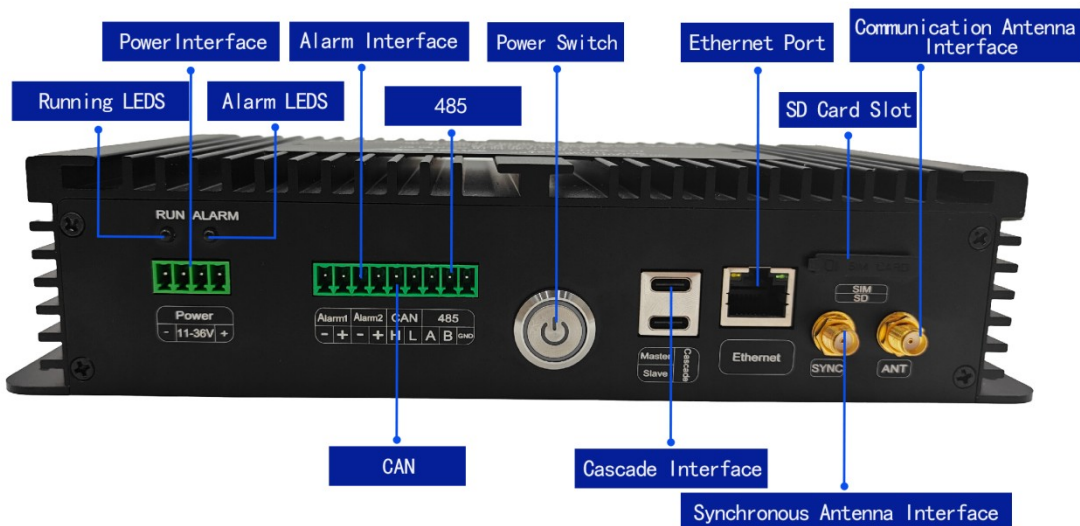


Рис. Опис виробу-7 Вигляд RAEM1-6 ззаду

- ◆ **Датчик:** Датчик із вбудованим попереднім підсилювачем або із зовнішнім попереднім підсилювачем слід підключати до цих портів датчиків. Зліва направо розташовані канали №1–№6. Роз'єми SMA. Перед підключенням переконайтеся, що напруга попереднього підсилювача, яку забезпечує RAEM1-6, відповідає підключеному попередньому підсилювачу.
- ◆ **Індикаторна лампа:** Під час збору цей світлодіод блимає щоразу, коли в цьому каналі з'являється сигнал акустичної емісії.
- ◆ **Інтерфейс зовнішніх параметрів:** Зовнішній інтерфейс — це два ряди роз'ємів KF2EDGK-2.54-5P (5-позиційна клемна колодка, штирьові

контакти 0,1" (2,54 мм)). Є чотири зовнішні вхідні канали з діапазоном входу від -10 В до 10 В. Докладніше див. [Розділ 4.3.5](#).

- ◆ **RUN:** Світлодіод роботи вказує, що RAEM1-6 увімкнено та працює.
- ◆ **Інтерфейс живлення:** Інтерфейс живлення — роз'єм KF2EDGK-3.81-4P (4-позиційна клемна колодка, штирьові контакти 0,15" (3,81 мм)). Рекомендований діапазон вхідної напруги живлення — від 11 до 36 В.
- ◆ **Світлодіод сигналізації:** Після увімкнення виходу сигналізації світлодіод сигналізації загоряється один раз за наявності сигналу виходу сигналізації.
- ◆ Наступний великий інтерфейс — роз'єм KF2EDGK-3.81-9P (9-позиційна клемна колодка, штирьові контакти 0,15" (3,81 мм)). Він включає такі функції:
 - **Інтерфейс сигналізації:** має два інтерфейси виходу сигналізації, схема сигналізації використовує оптопари для ізоляції. Підтримує три форми виходу: високий рівень (12 В), комутаційний (підтяжка 12 В) та комутаційний (без підтяжки). Діапазон налаштування часу утримання виходу — від 1 мкс до 1 с з кроком 1 мкс. (Примітка: коли вихід сигналізації увімкнено, він спрацьовує, коли параметр, зібраний RAEM1-6, перевищує заданий поріг. Якщо параметр і форма сигналу збираються одночасно і параметр перевищує заданий поріг, час виходу сигналізації дорівнює довжині повного сегмента форми сигналу плюс час утримання виходу.) Докладніше про сигналізацію див. [Розділ 4.3.5](#).
 - **CAN:** у розробці, недоступно.
 - **RS485:** RS485 використовується для синхронізації годинника на велику відстань каскаду з кількох RAEM1-6. Виберіть «Синхронізація RS485» як метод синхронізації часу. У межах локальної мережі виберіть один пристрій RAEM1-6 як головний, а інші пристрої — як підлеглі. Годинники підлеглих синхронізуються з годинником головного.
- ◆ **Перемикач живлення:** вказує стан живлення. Коли адаптер живлення підключено до розетки, світлодіод живлення червоний. Коли натиснути кнопку живлення, світлодіод стає зеленим, що означає, що RAEM1-6 увімкнено.
- ◆ **Каскадний інтерфейс:** роз'єм Type-C. Використовується для синхронізації годинника на коротку відстань каскаду інших RAEM1-6. Виберіть «Каскадна синхронізація» як метод синхронізації часу. У межах локальної мережі виберіть один RAEM1-6 як головний, а інші пристрої — як підлеглі. Годинники підлеглих синхронізуються з годинником головного.
- ◆ **Порт Ethernet:** для підключення до комп'ютера або маршрутизатора для зв'язку.
- ◆ **Слот для карти:** Є два слоти для карт.
 - Верхній слот — це слот для SIM-карти 4G (Nano SIM) для зв'язку 4G.

Докладніше див. **Розділ 6.1.**

- Нижній більший слот — це слот для карти SD (TF). Якщо система RAEM1-6 виходить з ладу, можна вставити карту TF із записаним файлом образу системи, щоб відновити нормальну роботу пристрою RAEM1-6.
- ◆ **SYNC**: Антена синхронізації, використовує GPS або WiFi.
- ◆ **ANT**: Антена для бездротового зв'язку, WiFi або 4G.

Кроки підключення RAEM1-6 такі:

- 1) Підключіть кабель живлення до інтерфейсу живлення RAEM1-6, зокрема роз'єм KF2EDGK-3.81-4P та адаптер живлення.
- 2) Потім підключіть кабель Ethernet до ПК або маршрутизатора.
***Примітка:** рекомендується підключати кабель Ethernet до комп'ютера. Оскільки під час початкового налаштування вам може знадобитися змінити конфігурацію за допомогою програми конфігурації M1-6. Зверніться до **Розділу 5.1** щодо налаштування Ethernet на комп'ютері.*
- 3) Підключіть датчики до RAEM1-6. Датчик із вбудованим або зовнішнім попереднім підсилювачем слід підключати до цих портів датчиків. Зліва направо розташовані канали №1–№6. Перед підключенням переконайтеся, що напруга попереднього підсилювача, яку забезпечує RAEM1-6, відповідає підключеному попередньому підсилювачу.
- 4) Підключіть антену до порту ANT (якщо використовується WiFi або 4G).
- 5) Увімкніть (натисніть) перемикач живлення RAEM1-6 та зачекайте, доки зелений індикатор RUN не загориться стало.
- 6) Відкрийте програму конфігурації M1-6, щоб змінити налаштування RAEM1-6. Див. **Розділ 4** щодо конфігурацій.
- 7) Відкрийте SWAE, хмару або інші термінали відображення для перегляду та збереження даних.

2.4. Налаштування та примітки щодо ПЗ

Після увімкнення пристрою RAEM1-6 він автоматично починає збір сигналів і передавання даних на основі наявної конфігурації та апаратних підключень. Поточну конфігурацію пристрою можна переглянути та оновити за допомогою його вбудованих методів зв'язку.

Заводська конфігурація RAEM1-6 є рекомендованим налаштуванням, яке пройшло заводське тестування. Ми рекомендуємо використовувати її як стандартну конфігурацію. Якщо вам потрібно змінити конфігурацію, перед внесенням будь-яких змін збережіть оригінальні заводські налаштування у вигляді файлу конфігурації на комп'ютері.

Щоб налаштувати RAEM1-6, скористайтеся програмою «M1-6 Device

Configurator». (Див. Розділ 4)

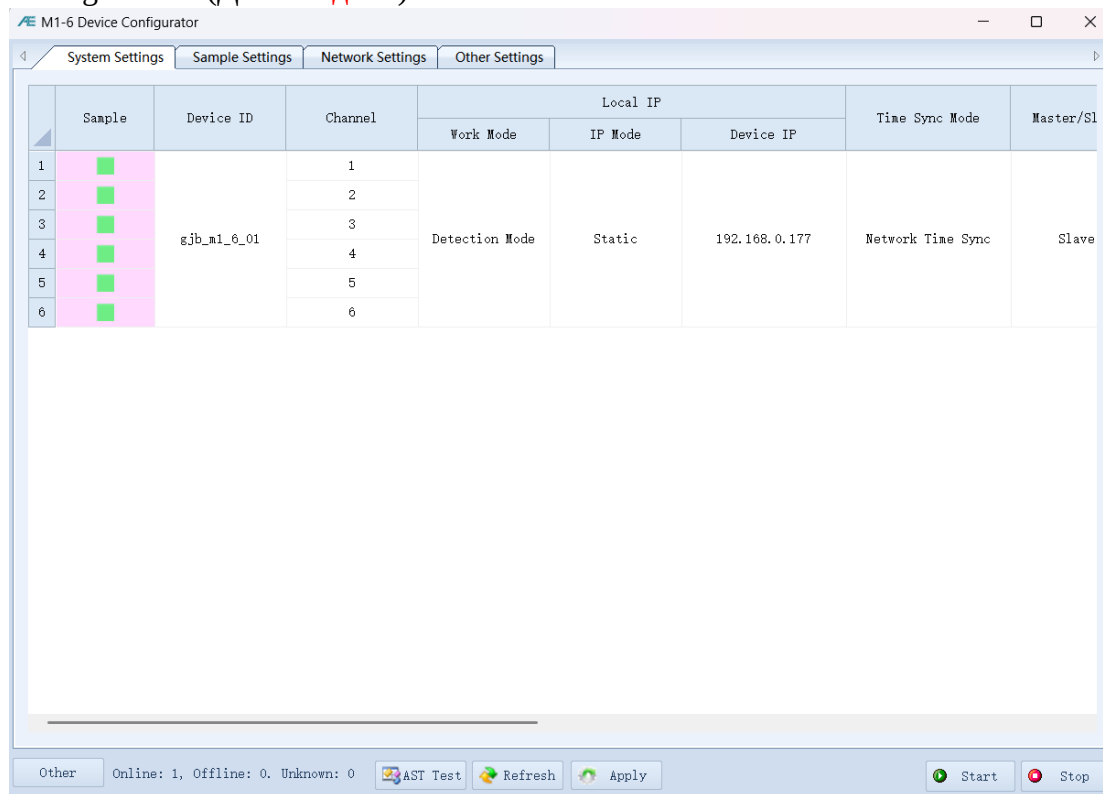


Рис. Опис виробу-8 Інтерфейс конфігуратора RAEM1-6

RAEM1-6 має два режими роботи: режим контролю та режим моніторингу.

- **Режим контролю:** стосується функції RAEM1-6 з надсилання даних до програми SWAE. У цьому режимі параметри та інформація про форму сигналу є повними і не відкидаються.

Таблиця Опис виробу-1 Зв'язок і відповідне ПЗ у режимі контролю для

RAEM1-6

Зв'язок	Налаштування	Перегляд даних у реальному часі	Завантаження даних
LAN	M1-6 Device Configurator	Програма SWAE	Програма SWAE
WiFi (точка доступу)	M1-6 Device Configurator	/	/
WiFi (маршрутизатор)	M1-6 Device Configurator	Програма SWAE	Програма SWAE

- **Режим моніторингу:** стосується функції RAEM1-6 з надсилання даних на термінали, відмінні від SWAE (хмарна платформа/сервер/певна IP-адреса тощо), за допомогою передавань MQTT, ISAE, Modbus, RS485 та TCP. У цьому режимі на термінали надсилається лише група параметрів з найбільшою амплітудою в межах періоду звітування каналу та відповідна їй форма сигналу.

Таблиця Опис виробу-2 Зв'язок і відповідне ПЗ у режимі моніторингу для RAEM1-6

Зв'язок	Налаштування	Перегляд даних у реальному часі		Завантаження даних
LAN	M1-6 Device Configurator/ хмара Qingcheng IoT	Хмара IoT	Qingcheng	Хмара Qingcheng IoT
WiFi (маршрутизатор)	M1-6 Device Configurator/ хмара Qingcheng IoT	Хмара IoT	Qingcheng	Хмара Qingcheng IoT
4G	Хмара Qingcheng IoT	Хмара IoT	Qingcheng	Хмара Qingcheng IoT

- **M1-6 Device Configurator:** ця виконувана програма для Windows, розроблена для RAEM1-6, доступна через Ethernet. Вона дозволяє користувачам налаштовувати інформацію про пристрій, параметри збору даних, зв'язок, системні конфігурації та інше. Докладні інструкції та використання див. у Розділі 5.
- **Програма SWAE:** ця професійна програма аналізу акустичної емісії забезпечує відображення в реальному часі параметрів і даних форми сигналу RAEM1-6. Коли RAEM1-6 належно налаштовано на надсилання даних до програми SWAE, керування відображенням даних здійснюється у SWAE. Щодо операцій у SWAE див. посібник користувача SWAE.
- **Хмарна платформа Qingcheng IoT:** це самостійно розроблена хмарна платформа, спеціально призначена для продуктів IoT компанії Qingcheng. RAEM1-6 потребує мережевого підключення (наприклад, 4G або WiFi-маршрутизатора) для доступу до Інтернету. Після входу на платформу користувачі можуть дистанційно налаштовувати RAEM1-6, контролювати параметри в реальному часі, дані форми сигналу та показники оцінювання, а також завантажувати вивантажені дані з пристрою на хмарну платформу Qingcheng IoT.

3. Зауваження перед використанням ПЗ

1) Під час використання програми конфігурації M1-6 або програми SWAE брандмауер має бути вимкнено.

- ① Відкрийте «Брандмауер Захисника Windows у режимі підвищеної безпеки».
- ② Відкрийте властивості брандмауера Захисника Windows.
- ③ У профілі домену змініть стан брандмауера на «Вимк.».
- ④ Повторіть крок 3 для «Приватного профілю» та «Загальнодоступного профілю».
- ⑤ Натисніть ОК.

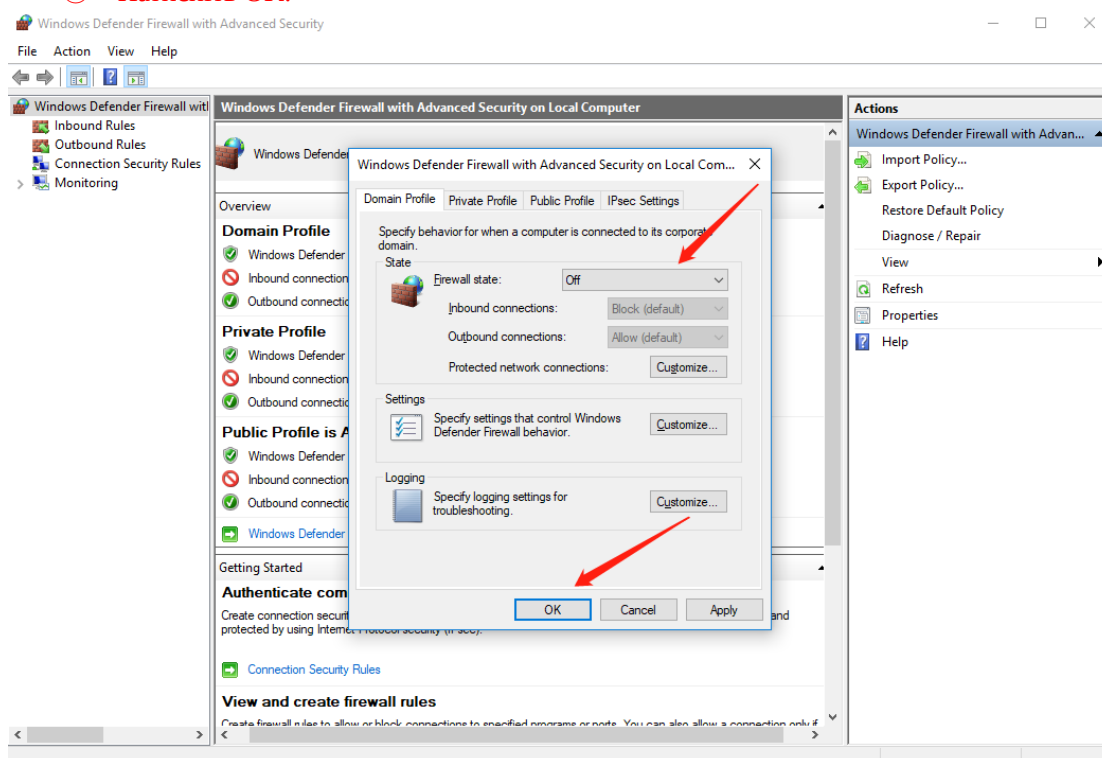


Рис. Зауваження перед використанням ПЗ-9 Вимкнення брандмауера

2) Встановлення програми конфігурації M1-6

Розпакуйте та відкрийте папку програми конфігурації M1-6, потім двічі клацніть, щоб запустити «M1-6SettingsTool.exe».

名称	修改日期	类型
Log	25/08/2025 09:58	文件夹
network	25/08/2025 09:58	文件夹
BCGCBPRO2510u140.dll	23/02/2025 11:09	应用程序扩展
BCGPStyle2010Blue2510.dll	06/12/2016 15:56	应用程序扩展
libprotobuf.dll	24/02/2025 17:11	应用程序扩展
lua54.dll	12/01/2021 04:00	应用程序扩展
M1-6SettingsTool.exe	08/09/2025 08:43	应用程序
M1-6SettingsTool.ini	28/10/2025 15:49	配置设置
mfc140u.dll	27/04/2024 23:20	应用程序扩展
msvc_p_win.dll	28/05/2024 18:34	应用程序扩展
msvc_p140.dll	01/02/2002 18:02	应用程序扩展
msvcrt.dll	27/11/2023 17:08	应用程序扩展
paho-mqtt3a.dll	12/03/2025 09:58	应用程序扩展

Рис. Зауваження перед використанням ПЗ-10 Виконуваний файл програми конфігурації RAEM1-6

Базова робота програми конфігурації M1-6 така:

① Під час запуску може з'явитися запит на дозвіл мережі. Обов'язково встановить прапорці для приватної та загальнодоступної мереж, потім натисніть «Дозволити доступ». Див. рисунок нижче:

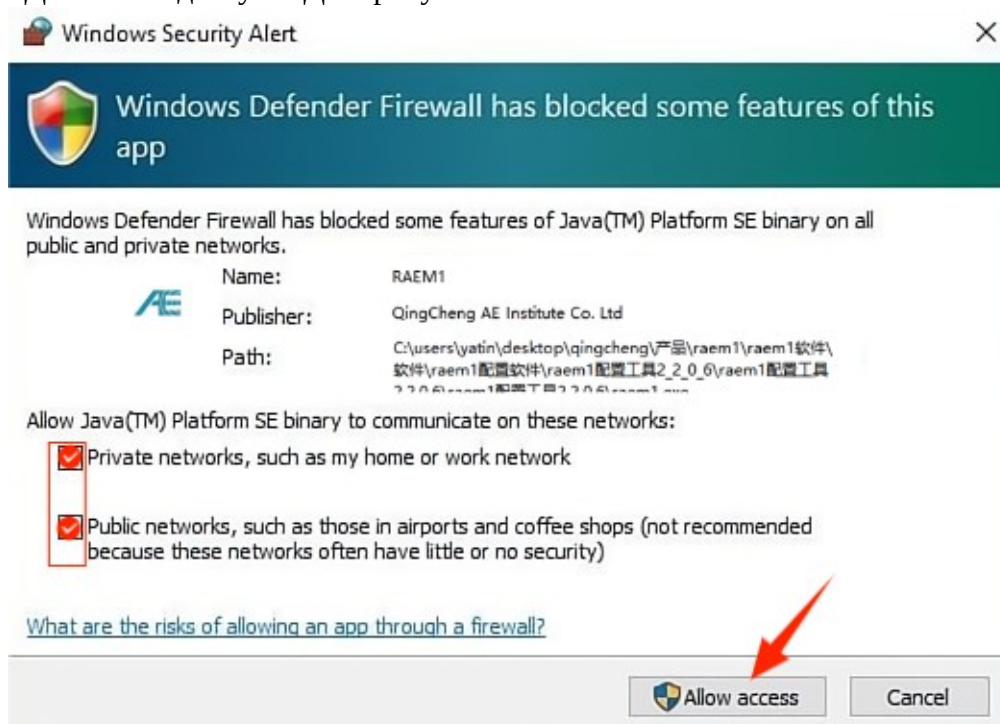


Рис. Зауваження перед використанням ПЗ-11 Налаштування брандмауера

4. Програма-конфігуратор M1-

6

4.1. Посібник з налаштування ПЗ

Програма конфігурації M1-6 — це застосунок Windows, розроблений для конфігурації RAEM1-6. Після увімкнення RAEM1-6 користувачі можуть відкрити програму для виконання налаштування та налагодження.

Але для першого підключення дотримуйтесь Розділу 5.1 або 5.2.1, використовуючи кабель Ethernet або режим точки доступу для зв'язку між RAEM1-6 та комп'ютером.

Коли пристрій успішно підключено до програми M1-6 Configurator, екран матиме вигляд як на Рисунку 4-1. Коли пристрій не в мережі, екран матиме вигляд як на Рисунку 4-2 з «Offline» (Не в мережі) поряд з ідентифікатором пристрою.

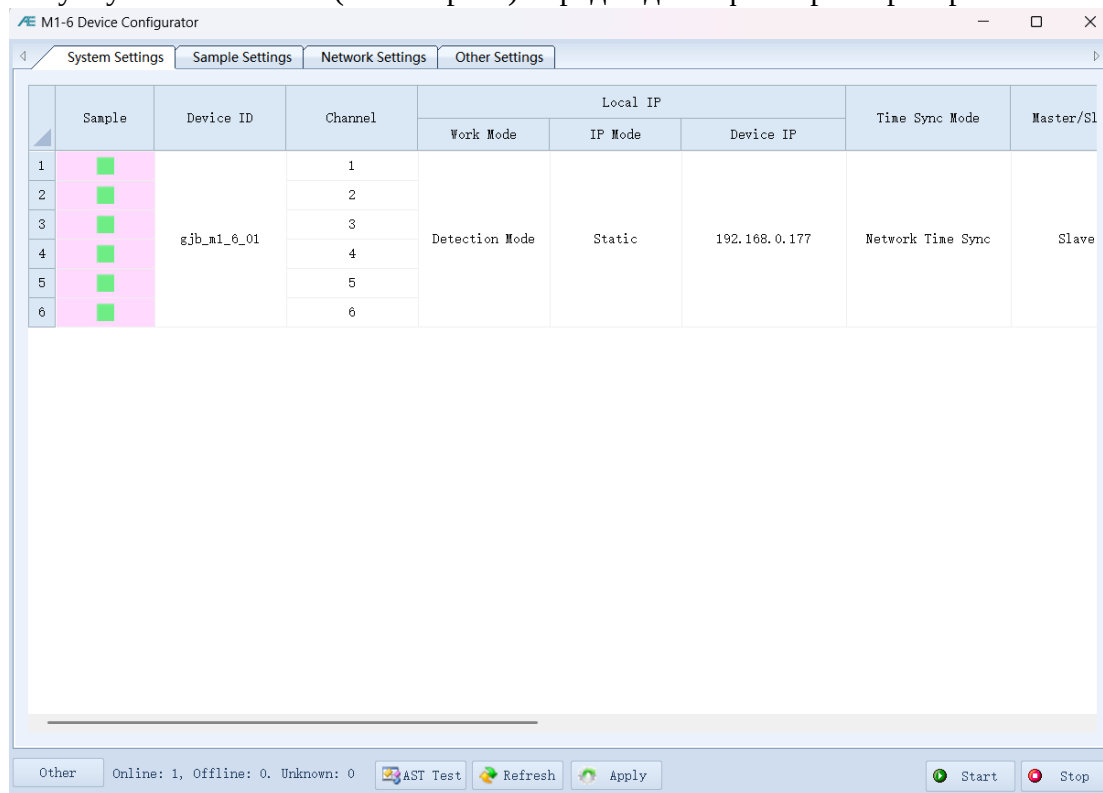


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-12 Пристрій підключено до конфігурації

Колір смуги збору вказує стан пристрою:

① Інтерфейс програми конфігурації RAEM1-6 показано на Рисунку 4-1.

Система складається з чотирьох основних розділів: Системні налаштування, Налаштування збору даних, Налаштування мережі, а також Інші налаштування.

- **«Системні налаштування»:** відображають деталі конфігурації пристрою, дозволяючи коригувати режим IP, методи синхронізації, конфігурації «головний-підлеглий» та функції перезавантаження.
- **«Налаштування збору даних»:** включають конфігурацію каналів, параметри форми сигналу, налаштування FFT та конфігурації зовнішніх параметрів.
- **«Налаштування мережі»:** охоплюють протокол U3N, TCP, Alibaba Cloud, Azure, зв'язок RS-485 та MQTT.
- **«Інші налаштування»:** забезпечують доступ у реальному часі до даних, зібраних за останні 10 секунд.
- **[AST Test]** кнопка виконує автоматичне тестування датчиків для перевірки чутливості каналу та стану з'єднання.
- **[Refresh]** кнопка для повторного зчитування всіх поточних конфігурацій. Користувачі можуть використовувати її, щоб перевірити, чи успішно застосовано змінені конфігурації.
- **[Apply]** кнопка внизу інтерфейсу надсилає змінені конфігурації на пристрій RAEM1-6 та застосовує їх негайно.
- **[Start]** та **[Stop]** кнопки керують збором даних RAEM1-6. Але їх слід використовувати разом із вибором у розділі [Sample Settings]. Докладні операції див. нижче.
- **[Other]** кнопка у нижньому лівому куті пропонує додаткові функції, зокрема перетворення файлів, вибір мови та керування файлами конфігурації. Ви також можете перемикає мову відображення програми між китайською та англійською. Після вибору бажаної мови вам потрібно натиснути **[Reboot]** над кнопкою [About], щоб автоматично оновити мову відображення.

② Програма автоматично виявить і відобразить доступні пристрої RAEM1-

6. Якщо цільовий RAEM1-6 не вдається виявити або підключити, перевірте живлення та мережеві налаштування вашого комп'ютера. Переконайтеся, що програма та RAEM1-6 перебувають в одній мережі. Щодо підключень Ethernet див. Розділ 5.1. Щодо інших методів, як-от WiFi-маршрутизатори, виконуйте усунення несправностей згідно з Розділом 5.2. Коли пристрій втрачає зв'язок із програмою, екран матиме вигляд як на Рисунку 4-2: фон поля Device ID зміниться з білого на помаранчевий.

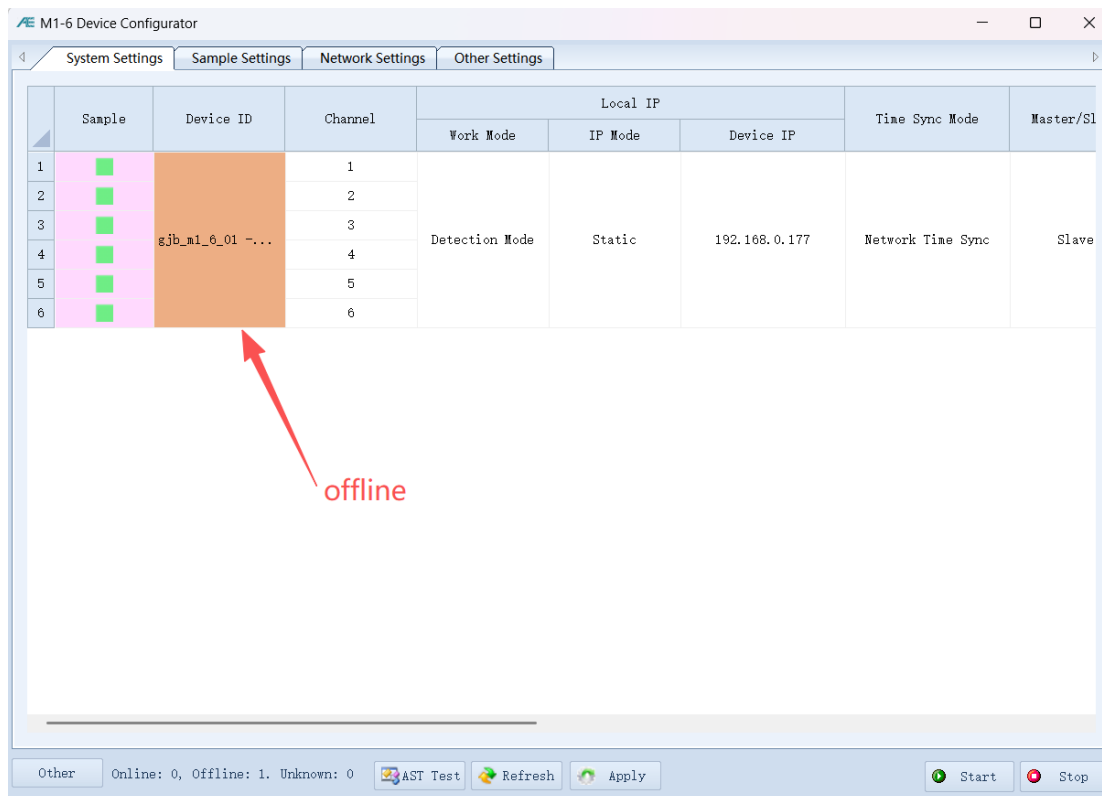


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-13 Пристрій не в мережі

③ Щоб змінити параметри пристрою, виберіть налаштування для коригування. (**Пакетна операція:** клацніть назву поточного стовпця, щоб вибрати **[Set Current Column]** для встановлення всьому стовпцю значення першого рядка). Нарешті натисніть **[Apply]**.

4.2. Системні налаштування

Опис функцій:

- ◇ **Збір:** колір поля вказує стан збору даних каналів. **Зелений** означає, що збір даних розпочато. **Жовтий** означає, що збір даних зупинено.
- ◇ **Device ID:** ідентифікатор пристрою RAEM1-6. Його не можна змінити.
- ◇ **Канал:** номер каналу пристрою RAEM1-6. Він повинен відповідати фактичному номеру в апаратному забезпеченні.
- ◇ **Режим роботи:** Є два режими роботи: режим контролю та режим

моніторингу. (Примітка: після зміни режиму роботи пристрій потрібно перезавантажити, щоб зміни набули чинності)

- **Режим контролю** дозволяє локальний збір даних і передає дані до програми SWAE за допомогою протоколу U3H.
- **Режим моніторингу** передає зібрані дані на термінали за допомогою протоколів, відмінних від U3H.
- ◇ **Режим IP:** поділяється на статичний і динамічний. (Примітка: після зміни пристрій потрібно перезавантажити, щоб зміни набули чинності)
 - **Статичний:** за замовчуванням IP-адреса з'єднання Ethernet встановлюється як статична, наприклад 192.168.0.xx.
 - **Динамічний:** встановлення значення «Dynamic» означає, що IP-адреса динамічно отримується від підключеного маршрутизатора.
- ◇ **Режим синхронізації часу:** Методи синхронізації часу включають каскадну синхронізацію, мережеву синхронізацію часу, синхронізацію RS485, синхронізацію GPS та синхронізацію Wi-Fi.
 - **Каскадна синхронізація:** коли кілька пристроїв RAEM1-6 з'єднані послідовно через каскадні лінії, один пристрій діє як головний, а інші — як підлеглі. Під час синхронізації підлеглі пристрої беруть годинник головного за опорний час.
 - **Мережева синхронізація часу** виконується з використанням опорного годинника підключеної мережі.
 - Для **синхронізації RS485** використовуйте інтерфейс RS485 для з'єднання пристроїв RAEM1-6 разом. Виберіть один RAEM1-6 як головний пристрій у локальній мережі, а інші пристрої — як підлеглі. Годинники підлеглих синхронізуються з годинником головного.
 - **Синхронізація Wi-Fi** використовує бездротовий головний пристрій у

мережі WiFi як суб'єкт керування. Він надсилає маяки послідовності синхронізації, що містять ідентифікатори часу синхронізації та пакети даних, кільком бездротовим підлеглим пристроям у цільовій групі пристроїв через бездротову спрямовану трансляцію в певному бездротовому режимі.

- **Синхронізація супутникової навігації** (сумісна з GPS, Beidou та іншими системами) використовує супутникові сигнали GPS для отримання стандартної інформації про мітки часу з навігаційних супутників, забезпечуючи синхронізацію системи.
- ◇ **Головний/підлеглий** пристрої означають роль під час мережевого об'єднання кількох пристроїв та синхронізації часу. Лише один пристрій діє як головний, а інші — як підлеглі. Під час синхронізації підлеглі пристрої беруть годинник головного за опорний час. (Після зміни головного та підлеглих пристроїв пристрій потрібно перезавантажити, щоб зміни набули чинності.)
- ◇ **Налаштування часу:** натисніть [Sync Time], щоб встановити локальний час і синхронізувати його з пристроєм на основі методу синхронізації.
- ◇ **Версія ПЗ:** фактично це прошивка в пристрої RAEM1-6.
- ◇ **Оновлення прошивки:** для оновлення прошивки пристрою. Натисніть кнопку, щоб почати оновлення. Виберіть пакет прошивки у форматі файлу «.tar.gz». Виберіть стиснутий пакет і натисніть [Open]. Пристрій автоматично оновить прошивку та перезавантажиться. Не переривайте процес і зачекайте, доки пристрій знову не з'явиться в мережі. Потім ви можете [Refresh] номер версії прошивки, щоб перевірити, чи успішно виконано оновлення.
- ◇ **Бездротовий режим:** включає режим точки доступу та режим маршрутизатора. Деталі підключення див. у Розділі 5.2.
- **Режим точки доступу:** RAEM1-6 (версія WiFi) за замовчуванням випромінює точку доступу для підключення комп'ютера. Щойно ваш комп'ютер виявить цю точку доступу, просто підключіться до неї, щоб

налаштувати пристрій.

- **Режим маршрутизатора:** RAEM1-6 також може підключатися до зовнішнього WiFi-маршрутизатора в режимі маршрутизатора. Введіть назву та пароль WiFi-маршрутизатора поряд з «Router Mode» і натисніть «Apply», щоб надіслати на RAEM1-6. Він також потребує перезавантаження, щоб зміни набули чинності. Після перезавантаження переконайтеся, що комп'ютер і RAEM1-6 перебувають в одній мережі WiFi.

◇ **Перезапуск:** програмний перезапуск/перезавантаження RAEM1-6.

4.2.1. Тест AST

Автоматичне калібрування датчиків (AST, Auto Sensor Testing) використовує функцію передавання імпульсів. Після випромінювання імпульсного сигналу через один канал воно контролює приймання сигналу на всіх каналах для перевірки зв'язності, стану з'єднання датчиків та чутливості. Рекомендується підтримувати достатню відстань між датчиками та встановлювати вищі пороги, щоб запобігти впливу шумових перешкод на статистичний аналіз. Наприклад, у сталевих матеріалах відстань між датчиками має перевищувати 30 см.

- **Ширина (мкс):** тривалість одного імпульсу, вибирається від 1 до 20, у мкс;
- **Інтервал (мс):** часовий інтервал між двома послідовними групами імпульсів (де один канал випромінює певну кількість імпульсів). Цей параметр встановлюється для запобігання відлунню, доступно двадцять варіантів у діапазоні від 50 до 1000 мс.
- **Кількість:** загальна кількість імпульсів від початку до кінця одного циклу передавання із заданим інтервалом часу.
- **Вибір каналу:** ця опція дозволяє вибрати, який канал використовувати для передавання імпульсних сигналів. Усі вибрані канали отримуватимуть імпульсні сигнали. Вибір «Усі канали» означає, що всі канали і передаватимуть, і прийматимуть імпульсні сигнали. Нижче відображається кількість доступних каналів, і ви можете вибрати з цих варіантів.
- **Циклічне випромінювання:** цей режим безперервно повторює надсилання імпульсних сигналів. Якщо вибрано один канал, цей канал безперервно випромінюватиме імпульси. Якщо вибрано всі канали, усі канали послідовно запускають випромінювання а потім повторюють циклічно. Установіть цю опцію за потреби.
- **Start:** натисніть кнопку, щоб розпочати передавання імпульсів.
- **Stop:** натисніть кнопку, щоб негайно зупинити передавання імпульсів.
- **Clear Data:** натисніть цю кнопку, щоб очистити завершені дані самокалібрування для наступного завдання самокалібрування.

- **Exit:** натисніть кнопку, щоб закрити вікно.

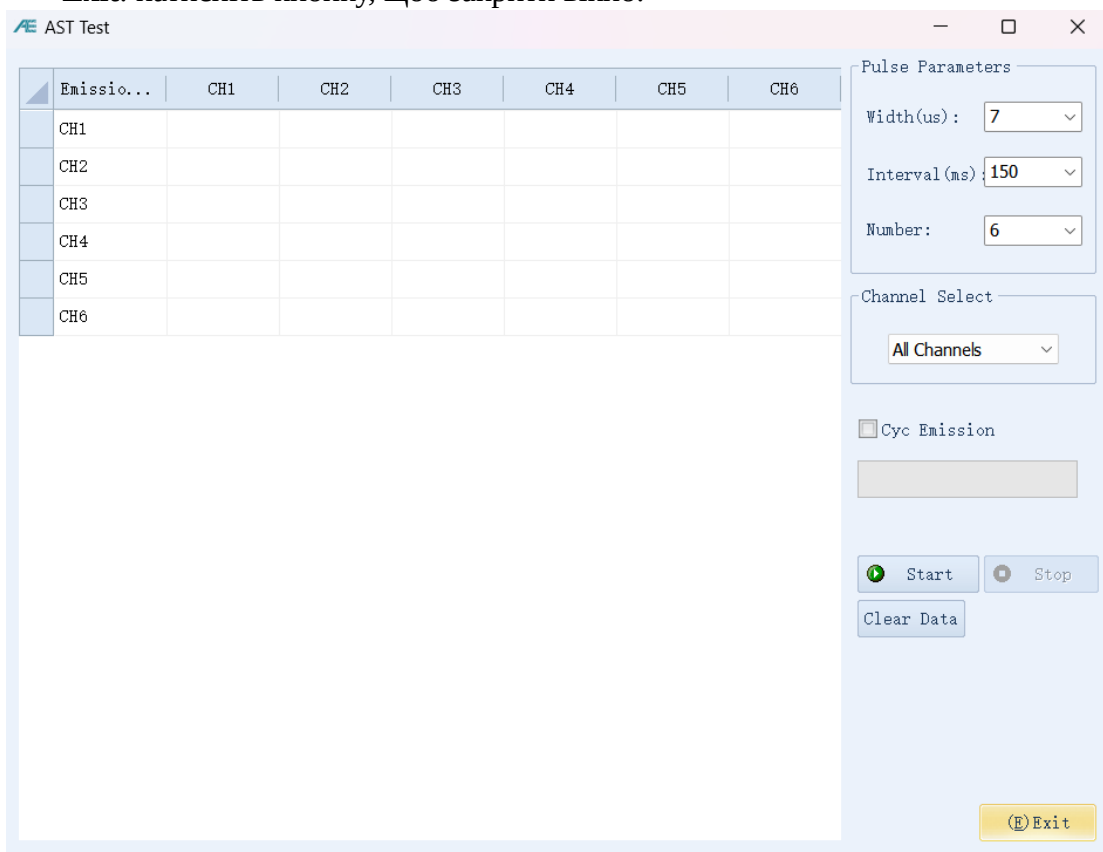


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-14 Тест AST

4.2.2. Оновлення прошивки

Пакет оновлення прошивки містить 1 файл:

- M1-2M-6_xxxx-xx-xx_update.tar.gz

Натисніть кнопку [Firmware Update], щоб завантажити файл M1-2M-6_update.tar.gz. Система автоматично оновиться та перезапуститься після завантаження. Не вимикайте живлення та не перезапускайте вручну під час процесу. (Примітка: не завантажуйте файли .img.)

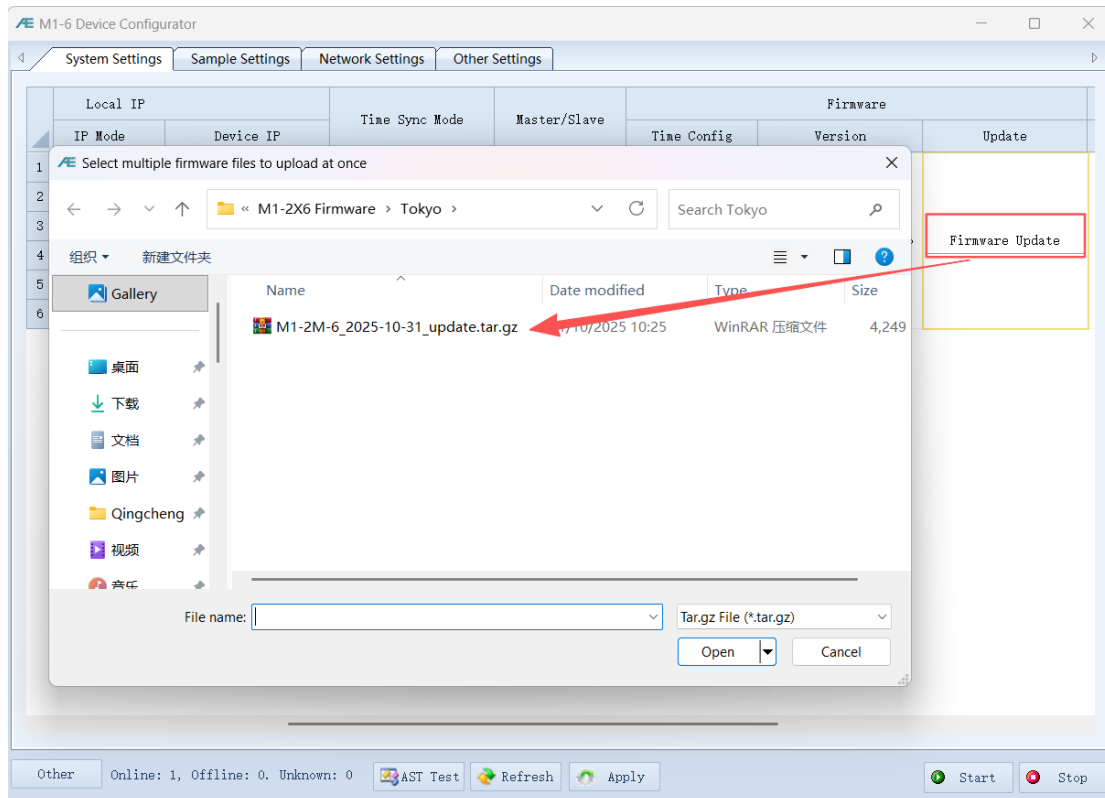


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-15 Завантаження оновлення прошивки

4.3. Налаштування збору даних

Сторінка **[Налаштування збору даних]** включає налаштування каналів, налаштування форми сигналу, налаштування параметрів, налаштування FFT та налаштування зовнішніх параметрів.

4.3.1. Налаштування каналів

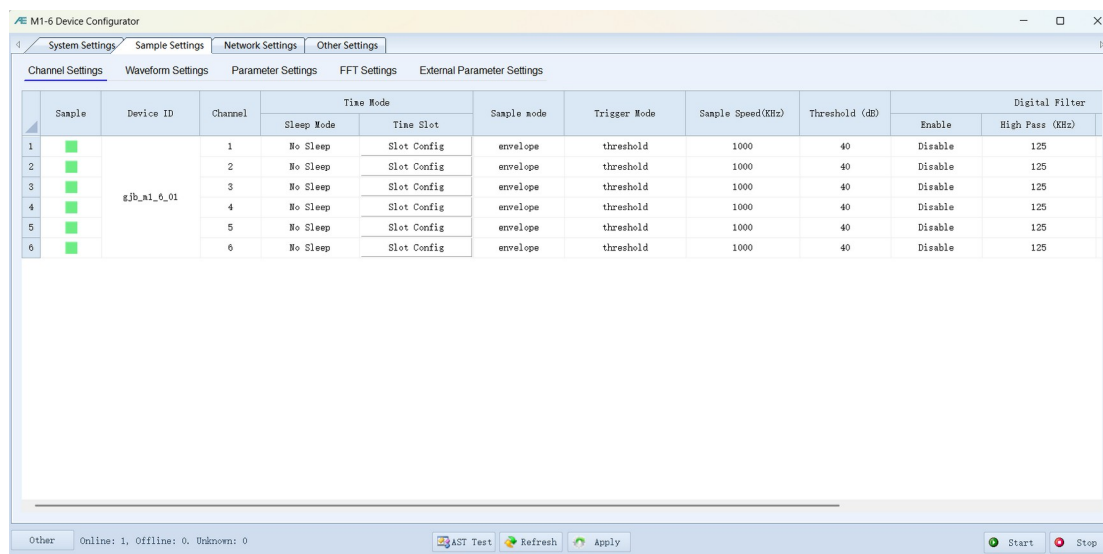


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-16 Сторінка налаштувань каналів

Сторінка конфігурації каналів дозволяє налаштувати часовий режим, режим збору, метод запуску, частоту дискретизації, поріг, цифровий фільтр, перемикач живлення датчика та аналоговий фільтр для RAEM1-6.

Часовий режим

Є три часові режими: без сну, сон за розкладом та інтервальний сон. Стандартна конфігурація — без сну. Часовий режим визначає, коли починається збір даних і скільки він триває.

- **Без сну:** RAEM1-6 залишається активним і готовим до збору даних.
- **Сон за розкладом (у розробці):** система переходить в режим глибокого сну відповідно до визначених користувачем періодів часу. Підтримується налаштування різних часових інтервалів для збору даних з точністю до хвилини.
- **Інтервальний сон:** установіть інтервали та тривалість збору (набуває чинності після перезапуску пристрою).
- **Інтервал дискретизації в режимі низького енергоспоживання (с):** дійсний у режимі інтервального сну. Пристрій переходить у режим сну з низьким енергоспоживанням у встановлений час.
- **Тривалість дискретизації в режимі низького енергоспоживання (с):** дійсна у режимі інтервального сну. Установіть тривалість збору

пристроєм.

Кроки: натисніть, щоб вибрати режим сну, потім натисніть «Time Slot» >> «Slot Config», щоб налаштувати інтервали дискретизації в режимі низького енергоспоживання, тривалість дискретизації в режимі низького енергоспоживання, кількість циклів. Функції «Start sample time» та «Stop time» перебувають у розробці і поки що не можуть бути встановлені.

Рис. Програма-конфігуратор M1-6-17 Налаштування інтервального сну

Режим збору

Є три режими збору: збір за обвідною, збір фіксованої довжини та потоковий збір. Стандартна конфігурація — **збір за обвідною**.

- **Обвідна:** збір за обвідною передбачає виділення сигналів форми сигналу за обвідною. Ефективний сигнал акустичної емісії ідентифікується та захоплюється за допомогою таких параметрів, як поріг, EET, HDT та HLT. Під час вибору збору за обвідною система ідентифікує початок кожного

імпульсного сигналу акустичної емісії на основі заданих порогів і параметрів, потім захоплює та зберігає дані.

- **Збір фіксованої довжини:** дані починаються з моменту спрацювання порогу сигналу акустичної емісії або моменту спрацювання зовнішнього параметра та зупиняються після досягнення заданої довжини дискретизації.
- **Потоковий збір:** запускається при спрацюванні від порогу, або зовнішніх входів, або програми (ручна операція чи автоматичне пробудження системи). Процес завершується, коли користувач подає команду зупинки або коли система переходить у режим сну після пробудження в конфігураціях на основі часу. Зазвичай під час цих робочих фаз кілька сегментів даних фіксованої довжини безшовно з'єднуються для генерування безперервних даних форми сигналу, які також називають поточними даними форми сигналу.

Режим запуску

Є три методи запуску: запуск за порогом, програмний запуск та запуск за зовнішнім параметром.

- **Запуск за порогом:** переважно призначений для захоплення перехідних сигналів акустичної емісії. Система визначає, чи записувати дані форми сигналу акустичної емісії, на основі рівнів напруги. Коли канал перебуває в режимі очікування і напруга перевищує заданий поріг, починається запис, тривалість якого контролюється параметром «довжина дискретизації». Поріг зазвичай встановлюється вище рівня шуму, конкретний діапазон регулюється від 10 до 100 (цілі значення). На практиці зазвичай використовують стандартний поріг 40 дБ.
- **Програмний запуск:** стан системи автоматично запускає процес. Збір даних починається у стані активності та зупиняється у сплячому режимі. Ручні операції з програмою починають і завершують збір даних у безперервному активному стані.
- **Запуск за зовнішнім параметром (Ext-param):** Система збирає дані контрольної форми сигналу на основі зовнішніх входів. Встановіть **“Налаштування зовнішніх параметрів” >> “Поріг зовнішнього тригера, %”** на 5–100% зовнішнього діапазону вимірювання (від -10 В до +10 В).

Примітка: програмний та зовнішній режими тригера доступні лише тоді, коли

“Sample Mode (Режим вибірки)” не “Threshold (Поріг)” тригер.

Існує понад 20 різних режимів у комбінації режиму часу, режиму вибірки та методу тригера. Наприклад, встановіть режим часу на «No Sleep (Без сну)». Змініть режим вибірки та метод тригера:

- **Без сну + вибірка фіксованої довжини + програмний тригер:**
фіксована довжина вибірки збирається лише один раз, коли користувач починає збір у програмі.
- **Без сну + вибірка фіксованої довжини + пороговий тригер:** фіксована довжина вибірок збирається після перевищення порогу;
- **Без сну + потокова вибірка + пороговий тригер:** Після першого перевищення порогу система продовжує збирати дані. Навіть якщо поріг не перевищується в середині, дані все одно збиратимуться. Система зупиниться лише тоді, коли користувач зупинить збір.
- **Без сну + потокова вибірка + програмний тригер:** збір даних триває, коли користувач починає збір, та доки користувач не зупинить його у програмі.

Швидкість вибірки (кГц)

Підтримує до 2000kS/s kS/s (=кГц), мінімум — 200 kS/s. Це значення вказує максимальну кількість точок даних за секунду, яку канал може захопити під час збору сигналу акустичної емісії. Наприклад, значення 1000 (kS/c) означає, що канал може захоплювати до 1000k точок даних за секунду. Вище значення покращує точність сигналу та також збільшує обсяг даних. Рекомендується встановлювати його приблизно в 10 разів більшим за верхню межу частоти цільового діапазону частот.

Поріг (дБ)

Встановіть заданий поріг у дБ. Коли амплітуда зібраного сигналу перевищує цей поріг, процесор акустичної емісії визначає початкову точку сигналу акустичної емісії та починає збір даних.

Цифровий фільтр

Застосуйте частотну фільтрацію до оцифрованого сигналу. Ви можете вибрати, чи вмикати її, залежно від фактичних умов. Стовпець «High Pass» (Високі частоти) встановлює нижню межу частоти, а стовпець «Low Pass» (Низькі частоти) встановлює верхню межу частоти.

- **Смугопропускне** налаштування цифрового фільтра: встановіть високі та низькі частоти на будь-які значення.
- **Наскрізне** налаштування цифрового фільтра: вимкніть цифровий фільтр.

- **Низькочастотне** налаштування цифрового фільтра: параметр високих частот встановлено на 0, параметр низьких частот — на бажане користувачем значення.
- **Високочастотне** налаштування цифрового фільтра: параметр низьких частот встановлено на 1000, параметр високих частот — на бажане користувачем значення.

Живлення передпідсилювача

Усі канали подають однакову фантомну напругу живлення на передпідсилювач. Вихідна напруга є апаратно фіксованою та визначається під час замовлення з вибором сенсора та передпідсилювача. Вона може становити 28 В/12 В/5 В.

Аналоговий фільтр

Аналоговий фільтр обробляє аналоговий сигнал напруги перед АЦП-перетворювачем, дозволяючи вибирати відповідні комбінації фільтрів на основі фактичних польових умов. Вибір аналогового фільтра слід визначати з урахуванням як частотної характеристики сенсора, так і цільового діапазону частот сигналу.

- **20кГц~100кГц / 20кГц~400кГц / 70кГц~100кГц / 70кГц~400кГц**
- **Наскрізний:** пропускає сигнали всіх частот без фільтрації;
- **Обхід:** від'єднує аналоговий фільтр, що можна використовувати для виявлення проблем у схемі, не пов'язаних з аналоговим фільтром.

4.3.2. Налаштування форми сигналу

Сторінка налаштувань форми сигналу дозволяє налаштувати довжину вибірки, довжину преамбули, фіксовану довжину вибірки та тривалість безперервної вибірки для RAEM1-6.

Примітка: Щоб змінити налаштування, спочатку виберіть номер каналу прапорцем ліворуч.

Стовпець “Sample (Вибірка)” показує зеленим кольором активний збір, а жовтим — призупинений. Позначивши прапорці ліворуч, ви можете запустити або зупинити стан збору, натиснувши кнопку “Start” або “Stop” у нижньому правому куті вікна.

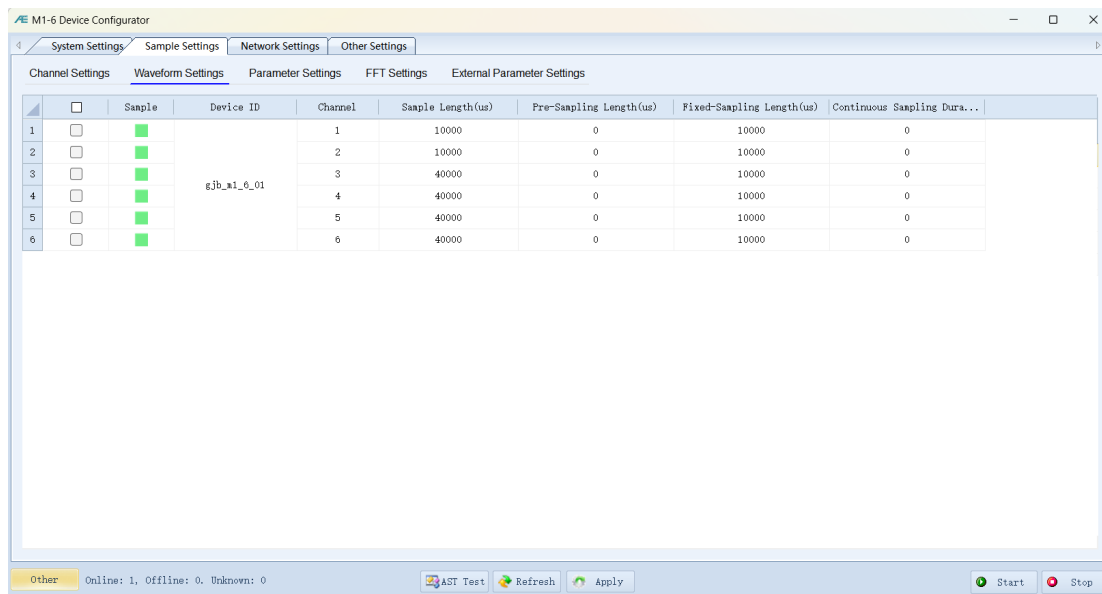


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-18 Сторінка налаштувань форми сигналу

- **Довжина вибірки (мкс):** Тривалість, яку може записати та зберегти одна форма сигналу (кадр). **Дійсно для “Потокового” режиму вибірки (збору),** з діапазоном від 6 мс до 1000 мс (Примітка: коли довжина вибірки перевищує 100 мс, буде завантажено лише першу частину цієї форми сигналу, а довжина завантаженої форми сигналу визначається '«Тривалістю безперервної вибірки (мкс)»' нижче. Але розрахунок параметрів включає всю довжину вибірки).
- **Довжина попередньої вибірки (мкс):** Збір даних до того, як сигнал акустичної емісії перетне поріг. Це налаштування впливає лише на формування форми сигналу та не впливає на формування параметрів. **Дійсно для “Обвідного” режиму вибірки (збору).** Максимум становить 128,000 точок = швидкість вибірки × довжина попередньої вибірки.
- **Фіксована довжина вибірки (мкс):** Довжина однієї форми сигналу (кадру) для збору фіксованої довжини. **Дійсно для “«фіксованої довжини»” режиму вибірки (збору).** Налаштування в діапазоні від 6 мс до 50 мс.
- **Тривалість безперервної вибірки (мкс):** **Дійсно для “Потокового” режиму вибірки (збору)** для передачі форми сигналу. Коли довжина вибірки перевищує 100 мс, буде завантажено лише першу частину цієї

форми сигналу, а довжина завантаженої форми сигналу визначається '«Тривалістю безперервної вибірки (мкс)». (Примітка: максимальний діапазон встановлено на 100 мс. Під час налаштування цього параметра значення не повинно перевищувати довжину вибірки.)

4.3.3. Налаштування параметрів

Сторінка налаштувань параметрів дозволяє налаштувати HDT, HLT, EET та параметри оцінювання для RAEM1-6 в “Обвідному” режимі. Примітка: Щоб змінити налаштування, спочатку виберіть номер каналу прапорцем ліворуч.

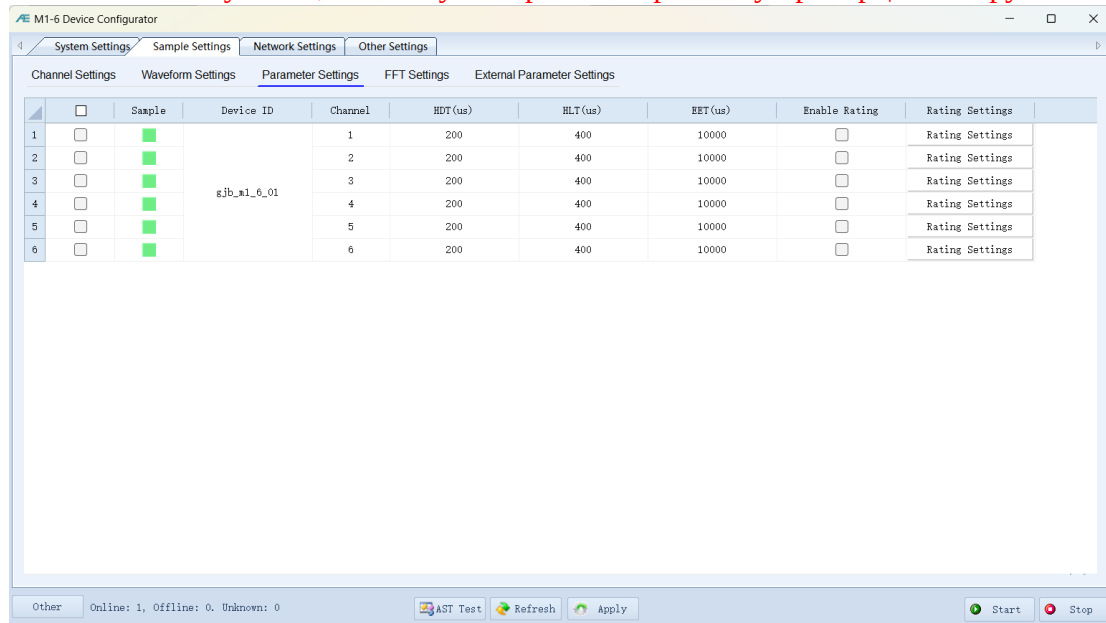


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-19 Сторінка налаштувань параметрів

- **HDT** (Hit Detection Time): час виявлення удару в мікросекундах (μs). Налаштування HDT в діапазоні від 100 до 50 000 μs (додатні цілі числа), можна ввести безпосередньо в текстовому полі. Цей параметр визначає інтервал часу очікування для сигналів удару, щоб точно визначити їхню кінцеву точку. Коли встановлене значення HDT перевищує пороговий інтервал часу T між сусідніми хвильовими пакетами, обидва пакети класифікуються як один сигнал удару акустичної емісії. Якщо значення HDT менше за T, пакети розділяються на два окремі сигнали удару акустичної емісії. Для однакових сигналів вище значення HDT дає менше витягнутих параметрів акустичної емісії, а нижче — більше параметрів. **HDT застосовний лише до Обвідного режиму збору та недійсний для Поточкового або збору фіксованої довжини.**

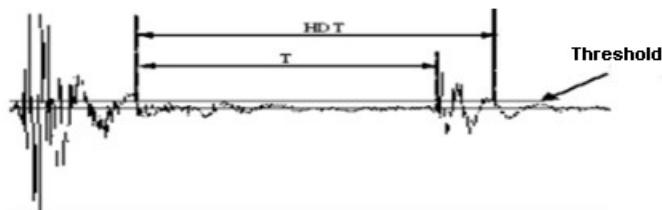


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-20 Визначення HDT

- **HLT:** Hit Lock Time (час блокування удару), вимірюється в мікросекундах (μs), скорочено HLT. Регульований діапазон від 100 до 20 000 000 (додатні цілі числа), можна ввести безпосередньо в текстовому полі. Цей параметр визначає часове вікно, протягом якого вимірювальна схема деактивується, щоб запобігти захопленню сигналів відбитих хвиль або хвиль, що надходять із запізненням. Зокрема, сигнали з періоду HDT після попередньої події акустичної емісії ігноруються протягом решти тривалості HLT. Встановлене значення залежить від таких факторів, як згасання сигналу та розміри конструкції. Надмірні значення HLT можуть призвести до пропуску наступних сигналів акустичної емісії. Як показано на рисунку нижче, навіть якщо наступний сигнал акустичної емісії в період часу t перевищив поріг, період HLT залишається активним, що призводить до пропуску сигналу. **HLT застосовний лише до Обвідного режиму збору та недійсний для Поточкового або збору фіксованої довжини.**

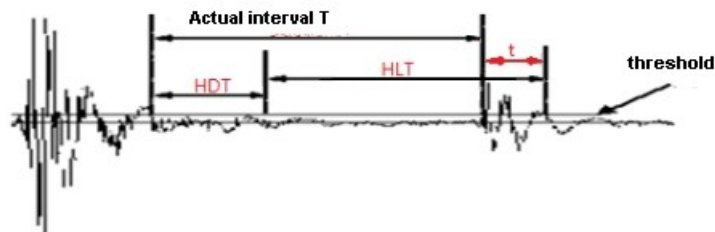


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-21 Визначення HLT

- **ЕЕТ:** Примусовий час завершення (enforced end time, EET) вимірюється в мікросекундах (μs) з діапазоном 1–50000 μs . Коли сигнал акустичної емісії залишається вище порогу протягом тривалого періоду, а заданий час виявлення удару (HDT) не може ідентифікувати параметри емісії, цей ЕЕТ активується як «Тривалість» у згенерованому рядку параметрів. Усі наступні характеристичні параметри потім розраховуються на основі цієї тривалості. **ЕЕТ застосовний лише до Обвідного режиму збору та недійсний для Поточкового або збору фіксованої довжини.**

4.3.3.1. Налаштування оцінювання

Система оцінювання дозволяє користувачам встановлювати різні рівні інтенсивності, активності та правила оцінювання відповідно до їхніх потреб. Зібрані дані параметрів будуть розділені на різні рівні згідно з налаштуваннями оцінювання. Користувачі можуть визначати свою наступну дію на основі рівня результату.

Система оцінювання складається з восьми параметрів: амплітуда, ASL, енергія, тривалість, кількість лічень, кількість наростань, час наростання та RMS. Після встановлення критеріїв оцінювання остаточна оцінка визначається шляхом порівняння інтенсивності (значень параметрів) та активності (частоти появи) зібраних даних за визначений період із заздалегідь заданими порогами (умовами). У **Налаштуваннях вибірки >> Налаштуваннях параметрів** позначте “**Enable Rating (Увімкнути оцінювання)**” прапорець та натисніть кнопку “**Rating Settings**”.

- **Статистичний час (с):** аналіз даних протягом цієї тривалості та надання результатів інтенсивності, активності та комплексних результатів на основі правил інтенсивності й активності. Одиниця — секунди, за замовчуванням 20 секунд.
- **Рівень звіту:** Виберіть «без звіту» або звітування про певний рівень інтенсивності. Якщо вибрати рівень звіту 1, тривога спрацює лише тоді, коли інтенсивність буде рівня 1 або вище.
- **Мінімальний інтервал звітування (с):** Система не звітуватиме про тривоги того самого рівня інтенсивності протягом цього мінімального інтервалу звітування після першої тривоги. Однак, якщо протягом цього інтервалу виникне тривога вищої інтенсивності, система повідомить про неї. За замовчуванням — 10 секунд.

Rating settings

Statistic time(s): 3 Report level: Not reported Min interval(s): 5

Intensity * Activity

Strength/Rule/Condition Name	Condition parameter	Operation		
Intensity_1		Add/Delete	✓	✗
Rule_1		Add/Delete	✓	✗
AMP	50.000000	Delete		✗
Intensity_2		Add/Delete	✓	✗
Intensity_3		Add/Delete	✓	✗

Add Inten... The intensity can be set up to three levels

OK (O) Cancel (C)

Рис. Програма-конфігуратор M1-6-22 Налаштування інтенсивності оцінювання

Rating settings

Statistic time(s): 3 Report level: Not reported Min interval(s): 5

Intensity * Activity

Activity Name	Parameter	Operation
Activity_1	50	Delete
Activity_2	60	Delete
Activity_3	80	Delete

Add Activity The Activity can be set up to four levels OK (O) Cancel (C)

Рис. Програма-конфігуратор M1-6-23 Налаштування активності оцінювання

У нижньому лівому куті вікна налаштувань оцінювання натисніть “Add Intensity” або “Add Activity” кнопку, щоб створити нові або наступні рівні оцінювання. Кожен рівень оцінювання може мати одне або декілька правил. Якщо досягнуто будь-якого одного правила цього рівня оцінювання, цей рівень спрацює та буде повідомлено. Кожне правило також може мати один або більше параметрів як пороги. Для відповідності правилу потрібно, щоб усі параметри в правилі досягли встановлених значень.

4.3.4. Налаштування FFT

Сторінка налаштувань FFT призначена для конфігурацій, пов'язаних із FFT.

Примітка: Щоб змінити налаштування, спочатку виберіть номер каналу прапорцем ліворуч.

- Щоб отримати FFT або параметри, пов'язані з частотою, увімкніть “**FFT Function (Функція FFT)**”.
- **Коефіцієнт проріджування:** **наразі не можна змінити**. Фіксоване значення — 1, що означає, що в середньому одна точка витягується з кожних кількох

оригінальних точок вибірки (частоти вибірки форми сигналу) для розрахунку FFT.

- **Налаштування спектра потужності:** частковий спектр потужності кількісно визначає частку загальної енергії сигналу в межах визначеного користувачем діапазону частот. Натисніть, щоб відкрити налаштування.
 - **Початкова частота (кГц):** Початкова частота часткової смуги спектра потужності.
 - **Кінцева частота (кГц):** Кінцева частота часткової смуги спектра потужності.
- Після заповнення діапазону частот, натисніть кнопку "Auto Spacing" щоб пропорційно розподілити встановлений діапазон частот.
- **Auto Spacing (Автоматичний інтервал):** Встановлений числовий діапазон буде рівномірно поділено відповідно до вибраної кількості часткових спектрів потужності. Користувачі можуть змінювати автоматично розподілені значення у таблиці нижче.

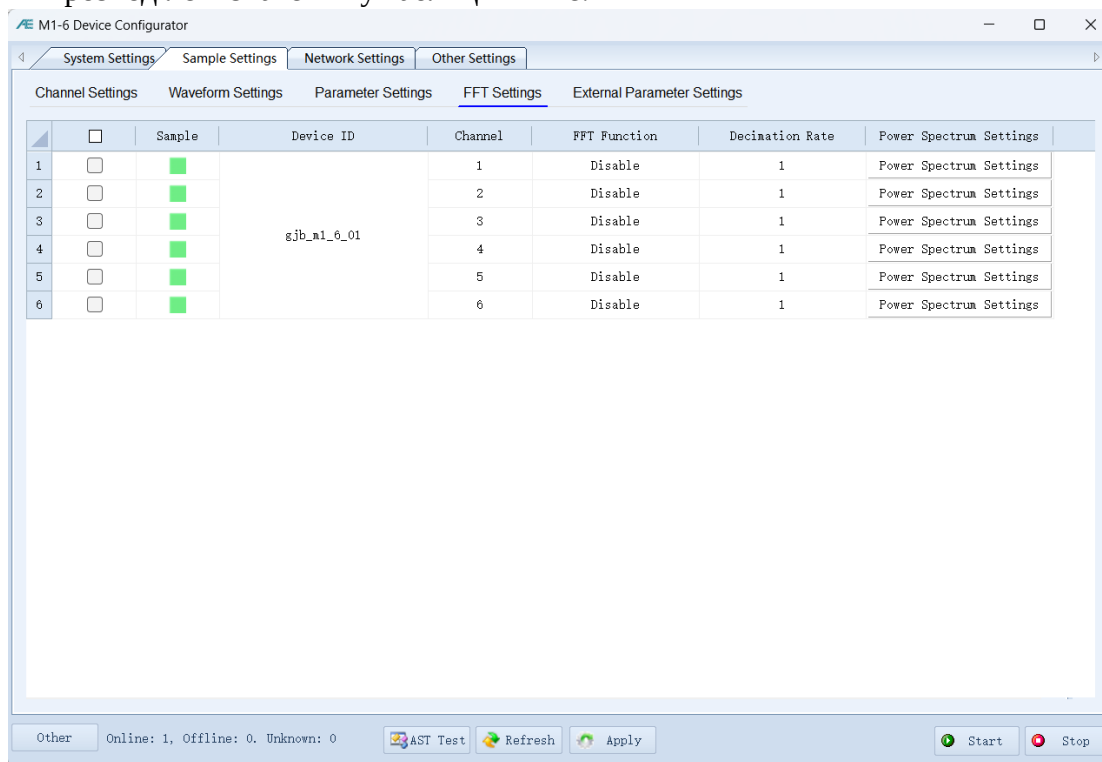
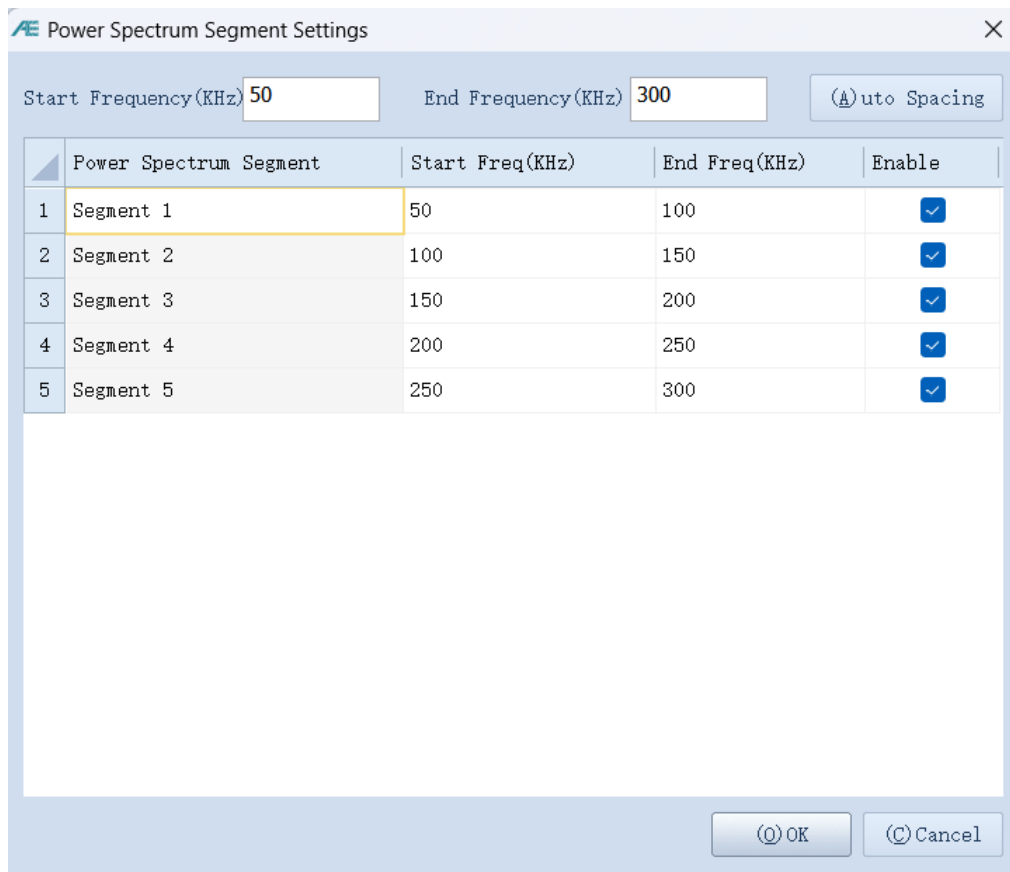


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-24 Сторінка налаштувань FFT



Power Spectrum Segment Settings

Start Frequency(KHz) End Frequency(KHz)

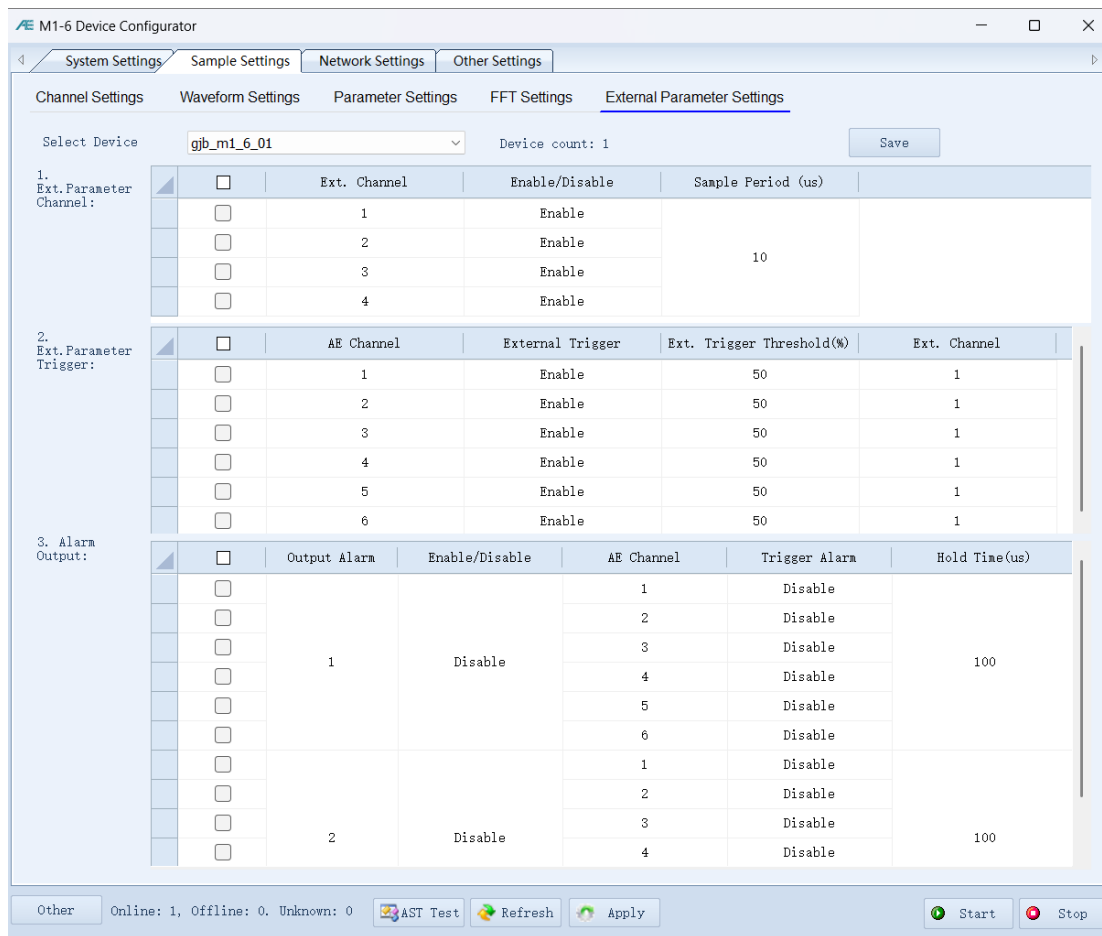
	Power Spectrum Segment	Start Freq(KHz)	End Freq(KHz)	Enable
1	Segment 1	50	100	☒
2	Segment 2	100	150	☒
3	Segment 3	150	200	☒
4	Segment 4	200	250	☒
5	Segment 5	250	300	☒

Рис. Програма-конфігуратор M1-6-25 Налаштування смуги частот спектра потужності

4.3.5. Налаштування зовнішніх параметрів

RAEM1-6 має чотири зовнішні опорні інтерфейси з діапазоном вимірювання від -10 В до +10 В, а також два інтерфейси виходу тривоги.

- **Select Device (Вибрати пристрій):** для вибору пристрою RAEM1-6, конфігурації зовнішніх параметрів якого потрібно змінити.
- **Save Setting (Зберегти налаштування):** ця кнопка зберігає змінені конфігурації цієї сторінки. Але збережені зміни не надсилаються на пристрій RAEM1-6, доки не буде натиснуто нижню кнопку **“Apply”**.



The screenshot shows the 'M1-6 Device Configurator' window with the 'External Parameter Settings' tab selected. The 'Select Device' dropdown is set to 'gjb_m1_6_01' and 'Device count' is 1. The 'Save' button is visible.

1. Ext. Parameter Channel:

	☐	Ext. Channel	Enable/Disable	Sample Period (us)
	☐	1	Enable	10
	☐	2	Enable	
	☐	3	Enable	
	☐	4	Enable	

2. Ext. Parameter Trigger:

	☐	AE Channel	External Trigger	Ext. Trigger Threshold(%)	Ext. Channel
	☐	1	Enable	50	1
	☐	2	Enable	50	1
	☐	3	Enable	50	1
	☐	4	Enable	50	1
	☐	5	Enable	50	1
	☐	6	Enable	50	1

3. Alarm Output:

	☐	Output Alarm	Enable/Disable	AE Channel	Trigger Alarm	Hold Time(us)
	☐	1	Disable	1	Disable	100
	☐			2	Disable	
	☐			3	Disable	
	☐			4	Disable	
	☐			5	Disable	
	☐			6	Disable	
	☐	2	Disable	1	Disable	100
	☐			2	Disable	
	☐			3	Disable	
	☐			4	Disable	

At the bottom, there are buttons for 'Other', 'Online: 1, Offline: 0, Unknown: 0', 'AST Test', 'Refresh', 'Apply', 'Start', and 'Stop'.

Рис. Програма-конфігуратор М1-6-26 Налаштування зовнішніх параметрів

Примітка: Щоб змінити налаштування, спочатку виберіть номер каналу прапорцем ліворуч.

1. Канал зовнішнього параметра :

- **Ext. Channel (Зовн. канал):** зовнішні вхідні канали, загалом 4 канали.
- **Enable/Disable (Увімкнути/Вимкнути):** вмикає або вимикає зовнішні вхідні канали.
- **Період вибірки (μс):** Зовнішня вхідна частота вибірки підтримує до 1 МГц. За замовчуванням встановлено 100 кГц. Одиниця — мікросекунда (μс), що означає взяття однієї точки вибірки кожні k мікросекунд, $k=1/100\text{кГц}=10\mu\text{с}$. Мінімальне значення — 1μс.

2. Тригер зовнішнього параметра

- **External Trigger (Зовнішній тригер):** увімкніть, щоб використовувати значення зовнішніх входів як поріг для запуску збору даних.
- **Ext. Trigger Threshold (%) (Поріг зовн. тригера, %):** Введіть значення від 5% до 100% (додатне ціле число) у текстовому полі. Відсоток порогу зовнішнього тригера означає відсоток від абсолютного значення діапазону входу. Діапазон зовнішнього входу становить від -10 В до +10 В. Наприклад, 50% — це поріг зовнішнього тригера. Якщо абсолютне значення зовнішнього входу перевищує $50\% \times |\pm 10 \text{ В}| = 5 \text{ В}$, відповідний канал АЕ починає збирати

форму сигналу.

- **Ext. Channel (Зовн. канал):** загалом є чотири зовнішні вхідні канали. Тож користувачі можуть вибрати, який зовнішній вхідний канал запускатиме які канали АЕ.

3. Вихід тривоги

Коли вихід тривоги RAEM1-6 увімкнено, вихід тривоги спрацює, коли параметри, отримані RAEM1-6, **перевищують встановлений поріг** у [Channel Settings].

- **Trigger Alarm (Запуск тривоги):** визначає, чи запускатимуть канали АЕ відповідний вихід тривоги.
- **Час утримання (μс):** Діапазон налаштування від 1μс до 1 с, з кроком 1μс. (Примітка: якщо параметри та форми сигналу збираються одночасно, час виходу тривоги дорівнює довжині повного сегмента форми сигналу плюс час утримання.)
- **Формат виходу:** Доступні три формати виходу: Pulse (Імпульс) (Високий рівень), Passive Switching (Пасивне перемикання) та Active Switching (Активне перемикання).
 - **Pulse («Високий рівень»):** Використовуйте, коли потрібна швидка тривога. Після спрацювання порогу, 12 В імпульс високого рівня виводиться протягом 1μс. Тривалість імпульсу визначається параметром “Час утримання (μс)” вище. (Примітка: контакт ALARM “-” «-» з’єднується з GND підключеного пристрою тривоги, і немає потреби з’єднувати з GND RAEM1-6).
 - **Active Switching (Активне перемикання):** сигнали, що містять джерело живлення, наприклад 12 В пост. струму (DC), що часто використовується в ситуаціях, коли підключений пристрій не має джерела живлення сигналу. Використовується у ситуаціях, що не потребують швидкої тривоги. Після спрацювання порогу, логічний вихід високого рівня спрацює протягом 3 мс (Примітка: контакт ALARM “-” «-» з’єднується з GND підключеного пристрою тривоги, а GND RAEM1-6 має бути з’єднаний з GND підключеного пристрою тривоги).
 - **Passive Switching (Пасивне перемикання):** пасивний сигнал перемикання без джерела живлення, що часто використовується в ситуаціях, коли підключений пристрій має джерело живлення сигналу.

Використовується у ситуаціях, що не потребують швидкої тривоги. Після спрацювання порогу, логічний вихід високого рівня спрацює протягом 3 мс (Примітка: контакт ALARM “-” «-» з'єднується з GND підключеного пристрою тривоги, а GND RAEM1-6 має бути з'єднаний з GND підключеного пристрою тривоги).

4.4. Налаштування мережі

У “**Protocol: (Протокол:)**” виберіть один протокол для передачі даних. Після налаштування потрібно перезавантажити пристрій, щоб зміни набули чинності. Зв'яжіться з нами для отримання найновіших протоколів передачі.

4.4.1. Протокол U3H

Конфігурація протоколу U3H дозволяє збирати та передавати дані до програми SWAE через мережевий порт або WiFi-зв'язок.

Цей режим працює лише в режимі виявлення. (Змініть налаштування системи на **[Detection Mode (Режим виявлення)]** та перезавантажте пристрій.)

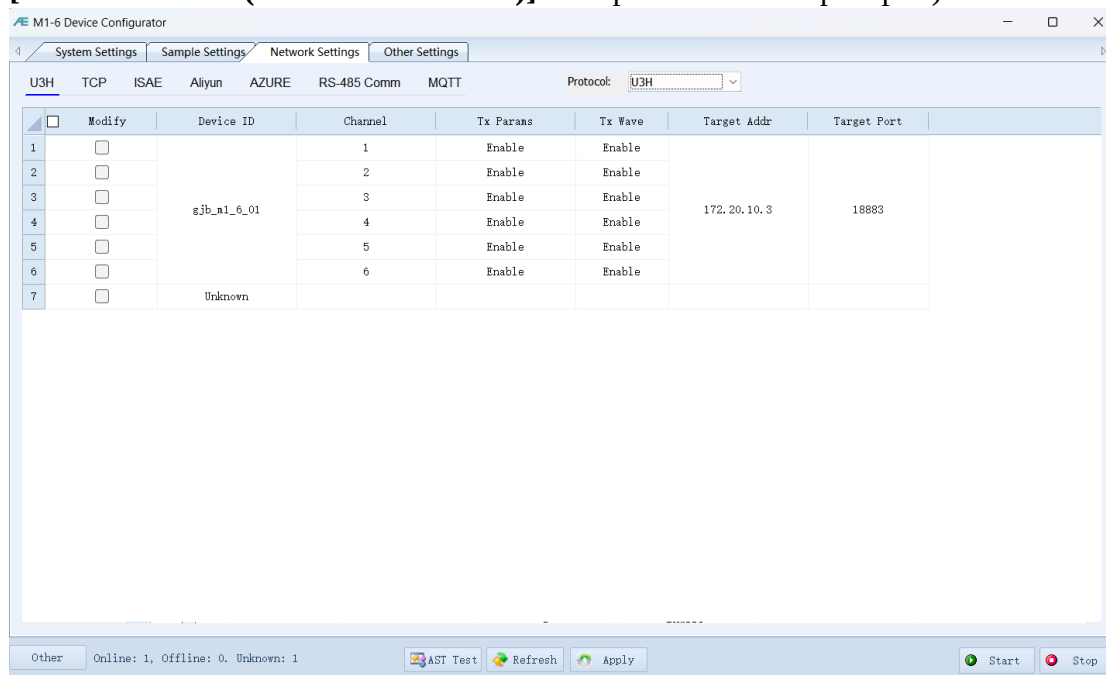


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-27 Сторінка налаштувань протоколу U3H

- **Tx Params:** увімкніть, щоб надсилати характеристичні параметри АЕ за допомогою протоколу.
- **Tx Wave:** увімкніть, щоб надсилати форму сигналу АЕ за допомогою протоколу.
- **Target Addr (Цільова адреса):** Цільова IP-адреса для надсилання на ПК, де запущено програму SWAE. Якщо використовується порт Ethernet, введіть адресу IPv4 Ethernet ПК. Якщо використовується WiFi, введіть адресу IPv4 WiFi ПК.
- **Target Port (Цільовий порт):** зазвичай за замовчуванням 18883.

4.4.2. TCP

Цей режим TCP — це протокол TCP, визначений QAWRUMS. Дані вибираються для надсилання відповідно до формату протоколу та інтервалу часу звітування (надсилаються не всі зібрані дані). Налаштуйте відповідну адресу сервера та порт звітування. Інтервал часу звітування вимірюється в мілісекундах (мс), мінімальне значення — 200.

Цей режим працює в режимі моніторингу. (Змініть налаштування системи на **[Monitoring Mode (Режим моніторингу)]** та перезапустіть пристрій.)

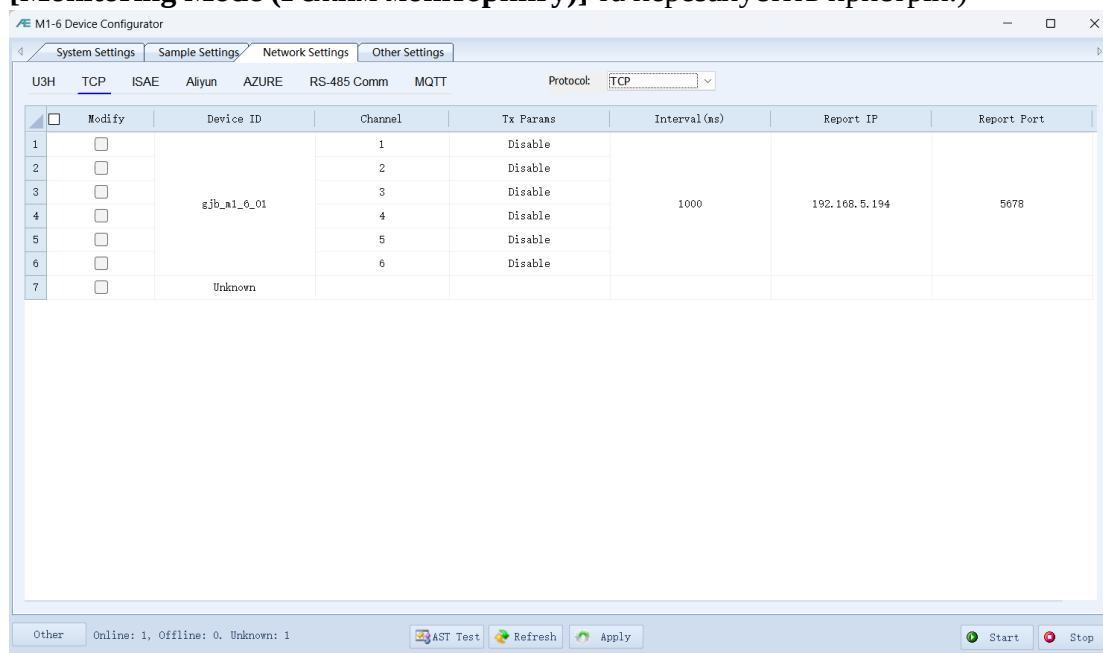


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-28 Сторінка налаштувань TCP

- **Tx Params:** увімкніть, щоб надсилати характеристичні параметри АЕ за допомогою протоколу.
- **Інтервал (мс):** Інтервал звітування даних на сервер. Протягом цього інтервалу для завантаження вибирається набір даних з найбільшою амплітудою (AMP). За замовчуванням інтервал звітування — 1000 мс (1 с), мінімальний можна налаштувати до 200 мс.

- **Report IP:** IP-адреса сервера;
- **Report Port:** Номер порту підключеного сервера.

4.4.3. ISAE

Подібно до протоколу TCP, система RAEM1-6 дозволяє моніторинг у реальному часі всіх параметрів каналів і деталей конфігурації через зв'язок по послідовному порту або програмні застосунки.

Цей режим працює в режимі моніторингу. (Змініть налаштування системи на **[Monitoring Mode (Режим моніторингу)]** та перезапустіть пристрій.)

- **Tx Params:** увімкніть, щоб надсилати характеристичні параметри АЕ за допомогою протоколу.
- **Інтервал (мс):** Інтервал звітування даних на сервер. Протягом цього інтервалу для завантаження вибирається набір даних з найбільшою амплітудою (AMP). За замовчуванням інтервал звітування — 1000 мс (1 с), мінімальний можна налаштувати до 200 мс.
- **Report IP:** IP-адреса сервера;
- **Report Port:** Номер порту підключеного сервера. Уникайте використання поширених номерів портів, щоб запобігти конфліктам.

4.4.4. Aliyun (у розробці)

RAEM1-6 підтримує передачу даних і двосторонній зв'язок із серверами Alibaba Cloud. У цьому режимі відповідний пристрій з'являється в Qingcheng Alibaba Cloud IoT, відображаючи завантажені в реальному часі параметри, оцінки параметрів і деталі конфігурації. Цей режим потребує інтернет-з'єднання, і сумісні такі три типи пристроїв:

Після налаштування параметрів Key і Sec для Alibaba Cloud, RAEM1-6 автоматично підключиться до платформи Alibaba Cloud та завантажить дані.

4.4.5. AZURE (у розробці)

RAEM1-6 може передавати дані на платформу AZURE. Процес завершується налаштуванням ключа та інтервалу часу в програмі конфігурації M1-6.

4.4.6. Зв'язок RS485 (у розробці)

RAEM1-6 оснащено зв'язком RS485, що дозволяє передавати дані або команди через протокол зв'язку RS485, визначений QAWRUMS.

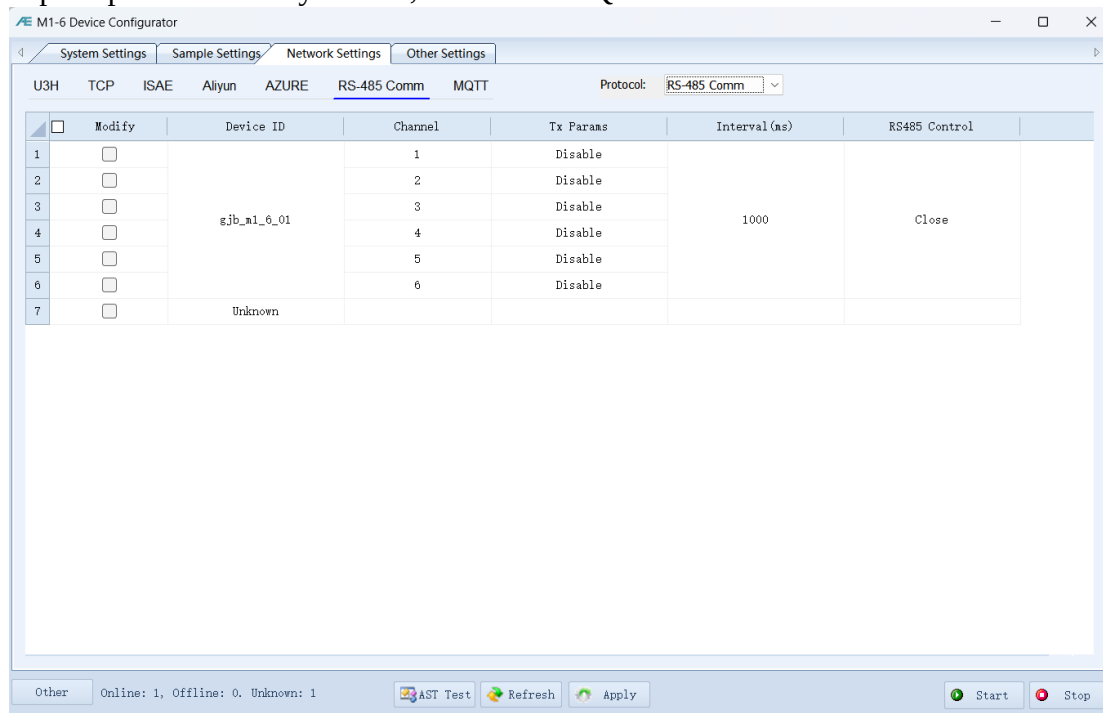


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-29 Сторінка налаштувань зв'язку RS485

Коли увімкнено як параметри передачі 485, так і функції керування 485, система входить у режим автоматичного перемикання ведучий-ведених. Процес зв'язку пристрою в цьому режимі такий:

1) За замовчуванням пристрій працює в режимі ведучого, безперервно надсилаючи дані параметрів;

2) Кожні 5 секунд надсилається кадр команди перемикання режиму, щоб повідомити веденого, що режим перемкнуто і можна передавати команди керування. Коли ведений отримує команду керування, він має надіслати команду керування назад протягом 1 секунди, тобто час очікування режиму ведучого становить лише 1 секунду. Команда перемикання режиму показана в кінці цього протоколу.

3) Після завершення прийому даних у режимі веденого пристрій автоматично перемкнеться назад у режим ведучого, щоб продовжити надсилання даних.

4.4.7. MQTT

RAEM1-6 оснащено протоколом MQTT, який передає дані, вибираючи найбільший набір даних відповідно до формату протоколу та інтервалу звітування.

- ① Якщо потрібно надсилати дані на хмарну платформу Qingcheng IoT, жодних змін не потрібно. Використовуйте налаштування за замовчуванням.
- ② Щоб надсилати на визначену користувачем приватну хмарну платформу, введіть "user" як [Target Addr] та введіть інші налаштування за потреби.

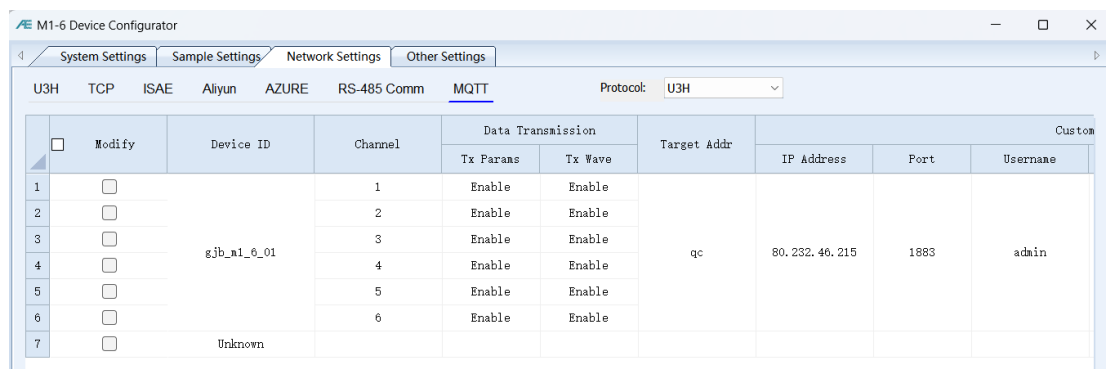


Рис. Програма-конфігуратор M1-6-30 Сторінка налаштувань MQTT

4.5. Інші налаштування

Запит у реальному часі: Відкрийте сторінку даних у реальному часі, щоб запитати дані, зібрані за останні 10 секунд. Ця функція використовується лише для перевірки, чи збирає дані тестовий пристрій. Щоб переглянути всі дані, потрібно переглянути оригінальний файл.

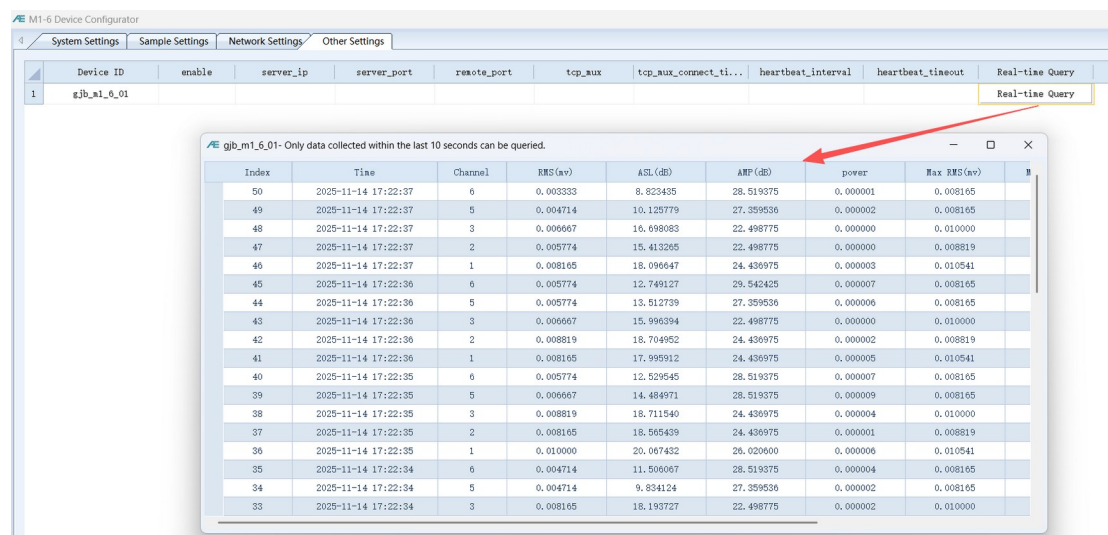


Рис. Програма-конфігуратор М1-6-31 Запит даних у реальному часі

5. Посібник з використання режиму виявлення

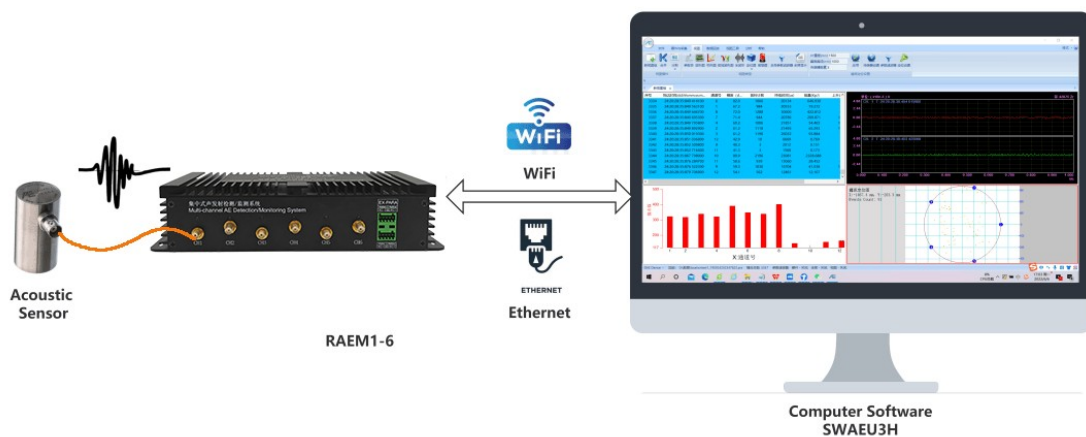


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-32 Схема підключення детектора RAEM1-6

RAEM1-6 можна використовувати як настільний детектор. Він працює без зовнішньої мережі чи хмарного з'єднання, покладаючись лише на локальні LAN-з'єднання. Вони можуть бути дротовими (через Ethernet-кабель) або бездротовими (за допомогою WiFi-роутера).

При використанні як настільний детектор RAEM1-6 потребує програми SWAE. Це визначено як **«Detection Mode» (Режим виявлення)** у програмі M1-6 Configurator. Конфігурація виконується через програму конфігурації RAEM1-6, тоді як відображення та аналіз даних у реальному часі здійснюються SWAE.

5.1. Підключення через Ethernet

RAEM1-6 можна налаштувати, підключивши його безпосередньо до ПК через Ethernet, або підключивши декілька пристроїв RAEM1-6 до ПК через комутатори чи роутери.

Але перед запуском програми конфігурації M1-6 або програми SWAE необхідно вимкнути брандмауер (див. Розділ 3).

5.1.1. Налаштування Ethernet комп'ютера

Після підключення обладнання потрібно відповідно налаштувати комп'ютер, щоб успішно підключитися до програми конфігурації.

За замовчуванням IP-адреса Ethernet пристрою RAEM1-6 — 192.168.0.101. Якщо з'єднання RAEM1-6 і комп'ютера здійснюється через Ethernet-кабель, їхні IP-адреси Ethernet мають бути в одній підмережі, тобто 192.168.0.XX.

Якщо з'єднання не вдається під час використання ПК, налаштуйте властивості Ethernet комп'ютера наступним чином і спробуйте підключитися знову:

(1) **Налаштуйте повнодуплексний режим Ethernet:** Відкрийте **Control Panel**

(Панель керування) >> **Network and Internet (Мережа й Інтернет)** >>

Network Connections (Мережеві підключення). Двічі клацніть підключений

Ethernet , потім клацніть правою кнопкою миші та виберіть **[Properties]**

(Властивості). Натисніть кнопку **"Configure... (Налаштувати...)"** >>

"Advanced (Додатково)". У розділі **"Properties" (Властивості)** знайдіть

"Speed & Duplex (Швидкість і дуплекс)" та виберіть **"Auto-negotiate**

(Автоузгодження)". Натисніть **"OK"**.

(2) **Налаштуйте адресу IPv4 Ethernet:** У вікні **"Ethernet Properties**

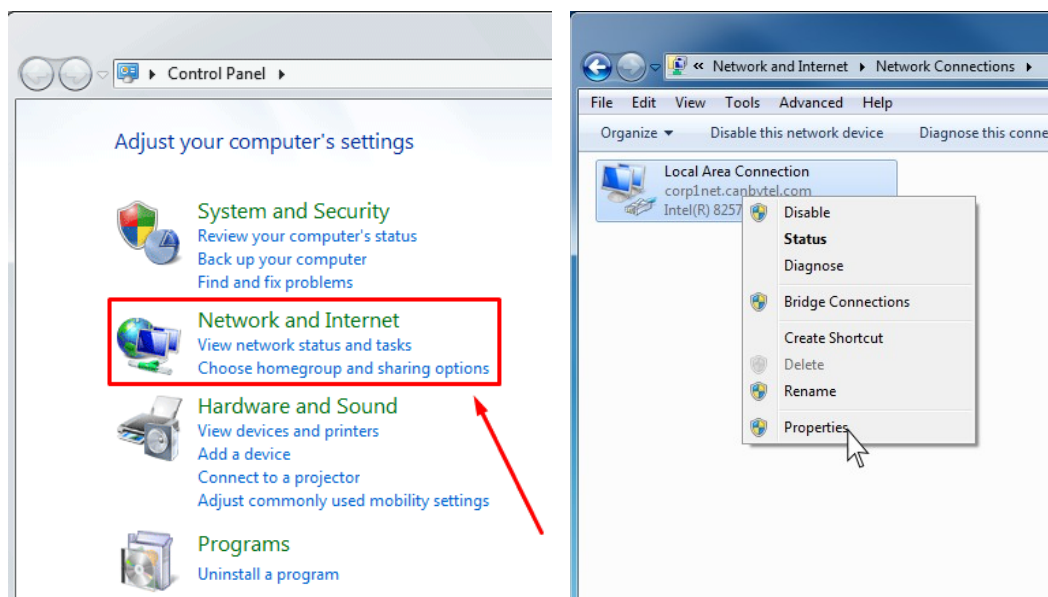
(Властивості Ethernet)" двічі клацніть **"Internet Protocol Version 4**

(TCP/IPv4)". У спливаючому вікні виберіть **"Use the following IP address:**

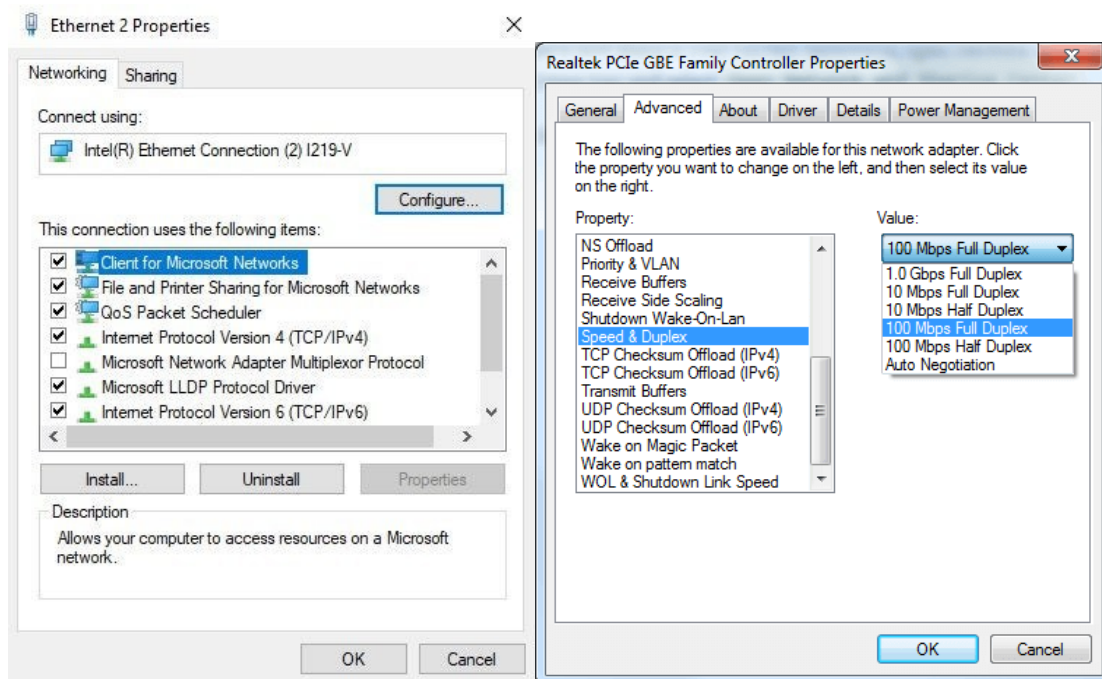
(Використовувати таку IP-адресу)". Введіть IP-адресу **"192.168.0.XX"** (де

XX може бути будь-яким числом, але **НІКОЛИ** не таким самим, як у RAEM1-

6) та маску підмережі **"255.255.255.0"**. Натисніть **"OK"**.



(a)



(b)

Рис. Посібник з використання режиму виявлення-33 Налаштування повнодуплексного режиму Ethernet (a) (b)

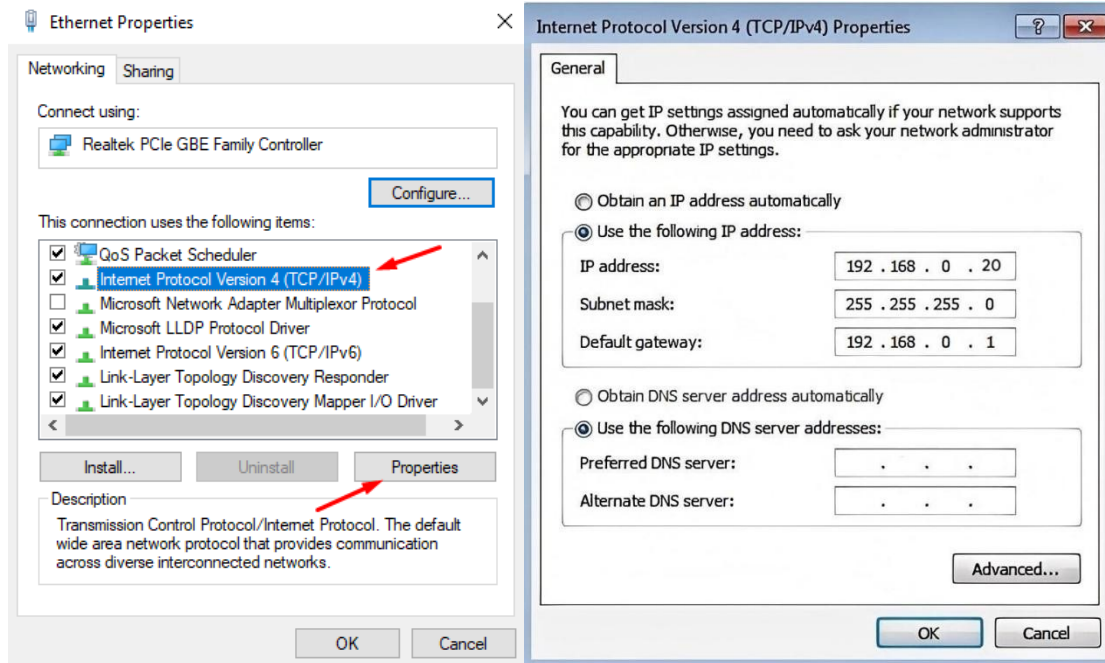


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-34 Налаштування IPv4 Ethernet

5.1.2. Підключення одного пристрою через Ethernet

Для конфігурації мережі RAEM1-6 можна підключити безпосередньо до комп'ютерів через Ethernet або налаштувати як локальну мережу (LAN) за допомогою комутаторів чи роутерів.

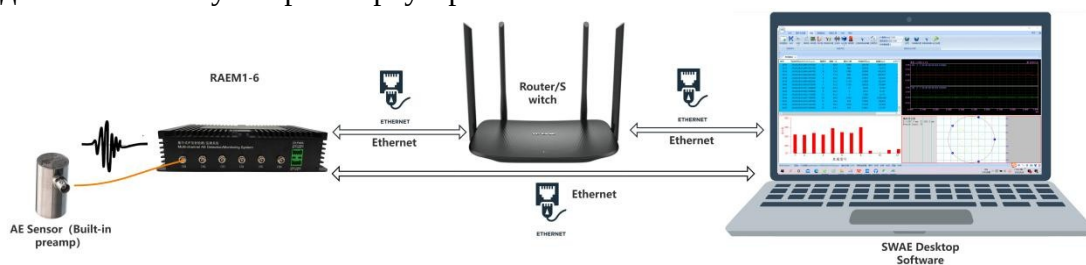


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-35 Схема мережі Ethernet одного RAEM1-6

Налаштування програми конфігурації RAEM1-6 для SWAE:

- (1) У програмі конфігурації M1-6 'System Settings (Налаштування системи)'
 - >> 'Local IP (Локальна IP)' >> 'Work Mode (Режим роботи)'
 - переконайтеся, що встановлено 'Detection Mode (Режим виявлення)'.
- (2) У програмі конфігурації M1-6 перейдіть до [Network Settings]

- (Налаштування мережі) >> [U3H] (що стосується протоколів для надсилання в SWAE). Виберіть "U3H" у полі **“Protocol (Протокол)”**.
- (3) Щоб мати можливість змінювати налаштування на цій сторінці, позначте всі прапорці ліворуч від **“Device ID (Ідентифікатор пристрою)”** перед внесенням змін праворуч. Під [Tx Wave] (надсилання форми сигналу) та [Tx Params] (надсилання параметрів), потім виберіть **‘Enable (Увімкнути)’**.
- (4) Двічі клацніть IP-адресу в полі [Target Address] (Цільова адреса) та введіть конкретну IPv4-адресу комп'ютера. Коли Ethernet-кабель підключено безпосередньо до ПК, IPv4-адреса LAN ПК має бути в тій самій мережі, що й RAEM1-6 (192.168.0.xxx). Тож введіть IPv4-адресу комп'ютера, встановлену подібно до рисунка 5-3. Цільовий порт за замовчуванням — 18883.
- (5) Після всіх змін натисніть кнопку **“Apply”** внизу, щоб надіслати налаштування на RAEM1-6. Це дозволить RAEM1-6 надсилати дані на конкретну IP, де знаходиться програма SWAE. Також натисніть кнопку **“Restart (Перезапуск)”** у крайньому правому кінці вкладки **“System Settings (Налаштування системи)”**, щоб перезавантажити RAEM1-6 для застосування змін. Щойно RAEM1-6 знову з'явиться в мережі, змінені налаштування готові до використання.

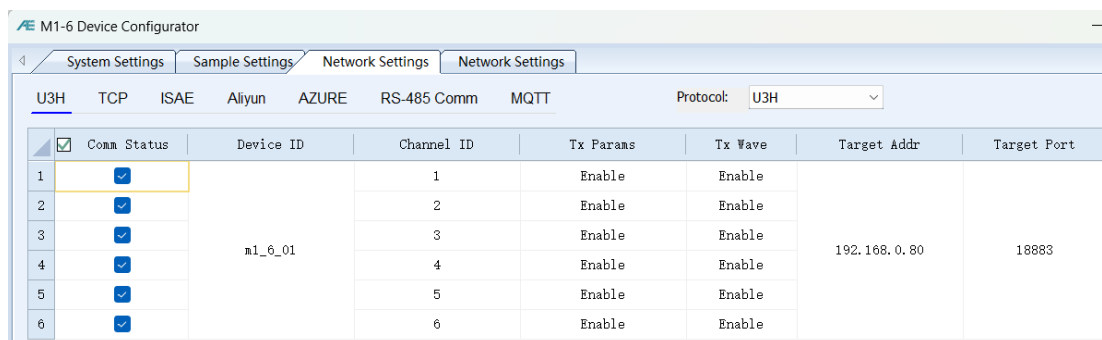


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-36 Конфігурація для роботи з SWAE

Налаштування програми SWAE:

Див. Розділ 5.3 5.3 конфігурації програми SWAE та посібник користувача програми SWAE.

5.1.3. Підключення декількох пристроїв через Ethernet

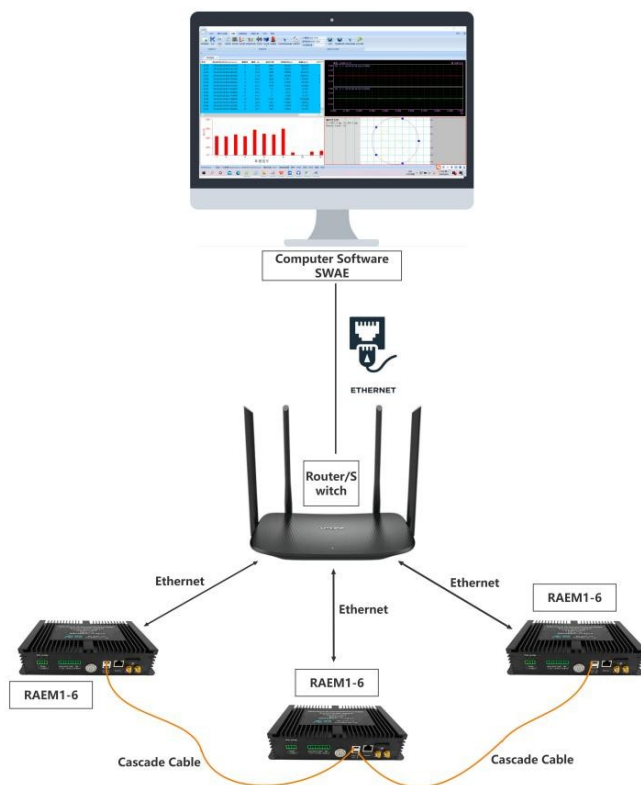


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-37 Схема багатомашинної мережі Ethernet

Щоб налаштувати мережу з декількома пристроями RAEM1-6, підключіть їх через комутатори чи роутери для утворення локальної мережі (LAN) за допомогою Ethernet-кабелів. Потім каскад RAEM1-6 з'єднується через каскадні порти (Type-C) RAEM1-6 за допомогою каскадних кабелів.

Налаштування програми конфігурації RAEM1-6:

Декілька пристроїв RAEM1-6 можна об'єднати в мережу у двох режимах: статична IP або динамічна IP. Для мережі зі статичною IP кожен пристрій RAEM1-6 повинен мати унікальну IP-адресу. Мережа з динамічною IP потребує роутера для призначення динамічних IP-адрес.

- **Статична IP:** Налаштована статична IP слугуватиме адресою призначення для Ethernet RAEM1-6.

Заводське налаштування за замовчуванням — статична IP-адреса

192.168.0.101. Комп'ютер повинен бути налаштований у діапазоні мережі 192.168.0.XXX (але ніколи не таким самим, як у RAEM1-6). Наприклад, налаштування IP-адреси комп'ютера як 192.168.0.5 дозволить комп'ютеру підключитися до RAEM1-6.

- **Динамічна IP:** IP-адреса динамічно призначається підключеним роутером. Розділ [System Settings] (Налаштування системи) програми конфігурації M1-6 містить усі пристрої RAEM1-6, підключені до цього роутера чи іншими методами. Якщо IP пристрою RAEM1-6 змінюється, оновлена IP з'явиться у списку як новий пристрій. Ви можете ідентифікувати RAEM1-6 за його ідентифікатором пристрою у списку та знайти відповідну динамічну IP.

M1-6 Device Configurator

System SettingsSample SettingsNetwork SettingsNetwork Settings

	Sample	Device ID	Channel Num	Local IP			Time Sync Mode	Master/Slave
				Work Mode	IP Mode	Device IP		
1	■	m1_6_01	1	Detection Mode	Static	192.168.0.101	Network Time Synchron...	Slave
2	■		2					
3	■		3					
4	■		4					
5	■		5					
6	■		6					

Рис. Посібник з використання режиму виявлення-38 Налаштування статичної IP

- 1) Наприклад, у **статичній IP** мережі три пристрої RAEM1-6, показані на схемі, можна налаштувати в режимі статичної IP з такими адресами:

Номер обладнання	IP обладнання
m1_6_06	192.168.0.101
m1_6_05	192.168.0.102
m1_6_04	192.168.0.103

Або налаштуйте три пристрої RAEM1-6 для утворення **динамічної IP** мережі.

- 2) У програмі конфігурації M1-6 '**System Settings (Системні налаштування)**' >> '**Local IP (Локальний IP)**' >> '**Work Mode (Режим роботи)**' — переконайтеся, що встановлено '**Detection Mode (Режим виявлення)**'.

- 3) **‘System Settings (Системні налаштування)’ >> ‘Time Sync Mode (Режим синхронізації часу)’**, виберіть **‘Cascade Sync (Каскадна синхронізація)’**.
- 4) Лише один із пристроїв RAEM1-6 у каскаді може бути ведучим (master), решта пристроїв мають бути веденими (slave). У розділі **‘System Settings (Системні налаштування)’ >> ‘Master/Slave (Ведучий/Ведений)’** виберіть або **‘Master (Ведучий)’**, або **‘Slave (Ведений)’**.
- 5) У програмі конфігурації M1-6 перейдіть до **[Network Settings] >> [U3N]** (що стосується протоколів для надсилання до SWAE). Виберіть **‘U3N’** у полі **‘Protocol (Протокол)’**.
- 6) Щоб мати змогу змінювати налаштування на цій сторінці, позначте всі прапорці ліворуч від **‘Device ID (Ідентифікатор пристрою)’** перед внесенням змін праворуч. Під **[Tx Wave]** (надсилання форми сигналу) та **[Tx Params]** (надсилання параметрів) виберіть **‘Enable’ (Увімкнути)**.
- 7) Двічі клацніть IP-адресу в полі **[Target Address] (Цільова адреса)** та введіть IPv4-адресу конкретного комп'ютера. Коли кабель Ethernet під'єднано безпосередньо до ПК, IPv4-адреса локальної мережі ПК має бути в тій самій мережі, що й RAEM1-6 (192.168.0.xxx). Тому введіть IPv4-адресу комп'ютера, як показано на Рисунку 5-3. Цільовий порт за замовчуванням — 18883.
- 8) Після всіх змін натисніть кнопку **‘Apply (Застосувати)’** внизу, щоб надіслати налаштування до RAEM1-6. Це дасть змогу RAEM1-6 надсилати дані на конкретну IP-адресу, де працює програма SWAE. Також натисніть кнопку **‘Restart (Перезапуск)’** у крайній правій частині вкладки **‘System Settings (Системні налаштування)’**, щоб перезавантажити RAEM1-6 для застосування змін. Після того, як RAEM1-6 знову з'явиться в мережі, змінені налаштування готові до використання.

Налаштування програми SWAE:

Див. Розділ 5.3 конфігурації програми SWAE.

5.2. З'єднання через WiFi

5.2.1. Режим точки доступу (Hotspot)

RAEM1-6 може під'єднуватися безпосередньо до ПК через вбудований WiFi, але через обмеження швидкості та стабільності передавання цей метод рекомендовано використовувати лише з програмою M1-6 Configurator виключно для конфігурування.

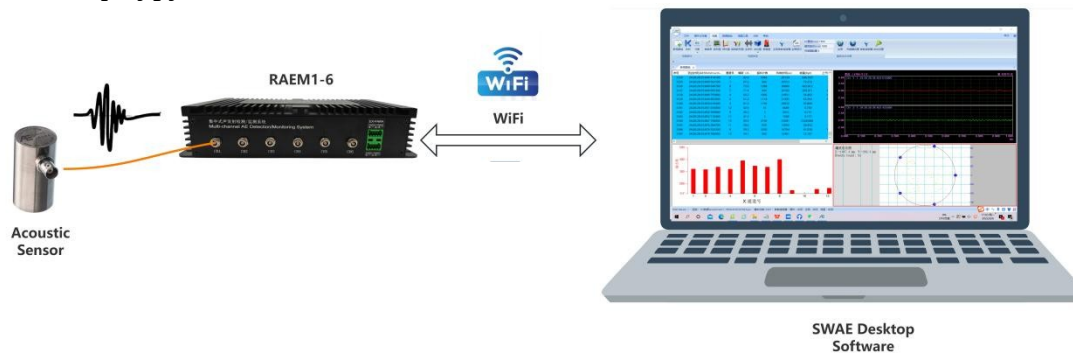


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-39 З'єднання в режимі точки доступу

WiFi-версія RAEM1-6 постачається із заводським режимом **точки доступу (Hotspot)** за замовчуванням. За заводськими налаштуваннями він випромінює точку доступу (Hotspot) з назвою, що відповідає ідентифікатору пристрою (тобто “m1_6_xx”). Щойно ваш комп'ютер під'єднається до цієї точки доступу (Hotspot), ви зможете зчитати пристрій у програмі M1-6 Configurator.

5.2.2. Режим маршрутизатора (Router)



Рис. Посібник з використання режиму виявлення-40 З'єднання в режимі маршрутизатора

Для кращої швидкості та стабільності бездротового передавання RAEM1-6 може під'єднуватися до WiFi-маршрутизатора як для конфігурування, так і для передавання даних.

Щоб перемкнути RAEM1-6 із режиму точки доступу за замовчуванням **у режим маршрутизатора**:

- 1) під'єднайте RAEM1-6 до комп'ютера через кабель Ethernet або точку доступу, як зазначено в попередніх розділах.
- 2) Потім у програмі конфігурації M1-6 **'System Settings (Системні налаштування)'** >> **'Wireless Mode (Бездротовий режим)'**, двічі клацніть **'Hotspot mode (Режим точки доступу)'** і в розкритому меню виберіть **'Router mode (Режим маршрутизатора)'**.
- 3) Далі в полі **'Router ID (Ідентифікатор маршрутизатора)'** введіть назву WiFi-маршрутизатора, а в полі **'Router PWD (Пароль маршрутизатора)'** введіть пароль WiFi-маршрутизатора. (Будь ласка, не використовуйте мережу, яка вимагає ідентифікації)
- 4) Після зміни натисніть кнопку **'Apply (Застосувати)'** внизу, щоб надіслати налаштування до RAEM1-6.
- 5) Нарешті натисніть кнопку **'Restart (Перезапуск)'** праворуч, щоб перезавантажити пристрій RAEM1-6 для застосування змін. Переконайтеся, що комп'ютер під'єднано до тієї самої WiFi-мережі. Щойно RAEM1-6 знову з'явиться в мережі, він має автоматично під'єднатися до вказаної WiFi-мережі.

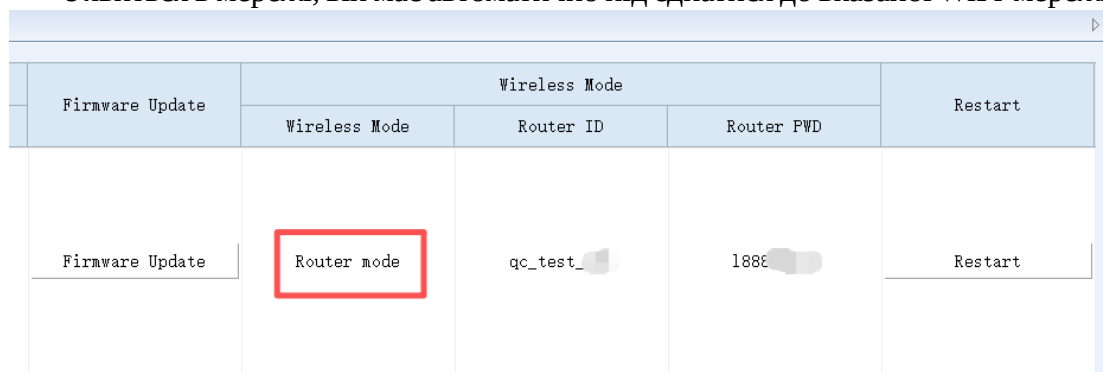


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-41 Перемикання в режим маршрутизатора

Щоб змусити RAEM1-6 **надсилати дані до SWAE**:

- 9) У програмі конфігурації M1-6 **'System Settings (Системні налаштування)'** >> **'Local IP (Локальний IP)'** >> **'Work Mode (Режим роботи)'** — переконайтеся, що встановлено **'Detection Mode' (Режим виявлення)**.

- 10) У програмі конфігурації M1-6 перейдіть до **[Network Settings] >> [U3H]** (що стосується протоколів для надсилання до SWAE). Виберіть **‘U3H’** у полі **‘Protocol (Протокол)’**.
- 11) Щоб мати змогу змінювати налаштування на цій сторінці, позначте всі прапорці ліворуч від **‘Device ID (Ідентифікатор пристрою)’** перед внесенням змін праворуч. Під **[Tx Wave]** (надсилання форми сигналу) та **[Tx Params]** (надсилання параметрів) виберіть **‘Enable’ (Увімкнути)**.
- 12) Двічі клацніть IP-адресу в полі **[Target Address] (Цільова адреса)** та введіть WiFi IPv4-адресу конкретного комп'ютера. Перейдіть до Settings (Налаштування) комп'ютера > > **Network & Internet (Мережа та Інтернет)** >> **Wi-Fi** і клацніть мережу, до якої ви під'єднані. Знайдіть і скопіюйте **‘IPv4 Address (IPv4-адреса)’**. Цільовий порт за замовчуванням — 18883.
- 13) Після всіх змін натисніть кнопку **‘Apply (Застосувати)’** внизу, щоб надіслати налаштування до RAEM1-6. Це дасть змогу RAEM1-6 надсилати дані на конкретну IP-адресу, де працює програма SWAE. Також натисніть кнопку **‘Restart (Перезапуск)’** у крайній правій частині вкладки **‘System Settings (Системні налаштування)’**, щоб перезавантажити RAEM1-6 для застосування змін. Після того, як RAEM1-6 знову з'явиться в мережі, змінені налаштування готові до використання.

← Settings

🏠 View your network properties

Properties

Name: Ethernet0
 Description: Intel(R) 82574L Gigabit Network Connection
 Physical address (MAC): 00:0c:29:10:6a:01
 Status: Operational
 Maximum transmission unit: 1500
 Link speed (Receive/Transmit): 1000/1000 (Mbps)
 DHCP enabled: Yes
 DHCP servers: 192.168.136.254
 DHCP lease obtained: Thursday, October 30, 2025 4:16:45 PM
 DHCP lease expires: Thursday, October 30, 2025 4:46:45 PM
 IPv4 address: 192.168.136.128/24
 IPv6 address: fe80::4881:1358:1e47:c752%15/64
 Default gateway: 192.168.136.2
 DNS servers: 192.168.136.2
 DNS domain name: localdomain
 DNS connection suffix: localdomain

Рис. Посібник з використання режиму виявлення-42 Властивості маршрутизатора: IPv4-адреса ПК

M1-6 Device Configurator

System Settings Sample Settings Network Settings Network Settings

U3H TCP ISAE Aliyun AZURE RS-485 Comm MQTT Protocol: U3H

	Comm Status	Device ID	Channel ID	Tx Params	Tx Wave	Target Addr	Target Port
1	☒	m1_6_01	1	Enable	Enable	192.168.0.80	18883
2	☒		2	Enable	Enable		
3	☒		3	Enable	Enable		
4	☒		4	Enable	Enable		
5	☒		5	Enable	Enable		
6	☒		6	Enable	Enable		

Рис. Посібник з використання режиму виявлення-43 Конфігурація для роботи з SWAE

5.2.3. Об'єднання кількох пристроїв у WiFi-мережу

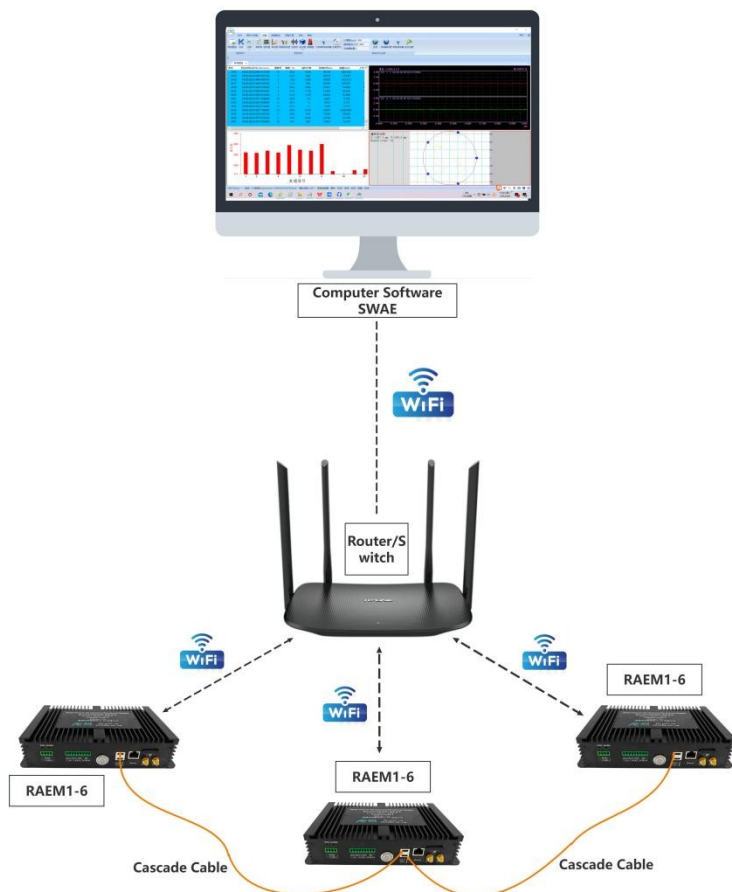


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-44 WiFi-з'єднання кількох RAEM1-6

Щоб під'єднати кілька пристроїв RAEM1-6 одночасно через WiFi, їх потрібно налаштувати як мережу. Під'єднайте пристрої RAEM1-6 до WiFi-маршрутизатора, використовуючи 'Router mode (Режим маршрутизатора)', як зазначено в Розділі 5.2.2. Потім під'єднайте комп'ютер до маршрутизатора через WiFi. Після під'єднання всі пристрої з'являться у програмі конфігурації.

Каскад RAEM1-6 з'єднується через каскадні порти (Type-C) RAEM1-6 за допомогою каскадних кабелів.

Примітка: Синхронізація годинника через бездротовий зв'язок (WiFi або GPS) є опцією, але для її доступності має бути встановлено апаратне забезпечення бездротової синхронізації годинника.

На заводі режим ведучий-ведений та синхронізація годинника кількох пристроїв RAEM1-6 зазвичай виконуються перед відвантаженням, і користувачеві не

потрібно нічого налаштовувати.

Налаштування програми конфігурації RAEM1-6:

Кілька пристроїв RAEM1-6 можна об'єднати в мережу у двох режимах: зі статичним IP або динамічним IP. Для мережі зі статичним IP кожен пристрій RAEM1-6 повинен мати унікальну IP-адресу пристрою. Мережа з динамічним IP потребує маршрутизатора для призначення динамічних IP-адрес.

- **Статичний IP:** Налаштована статична IP-адреса слугуватиме адресою призначення для Ethernet RAEM1-6.

Заводське налаштування за замовчуванням — статична IP-адреса 192.168.0.101. Комп'ютер має бути налаштований у діапазоні мережі 192.168.0.XXX (але ніколи не такий самий, як у RAEM1-6). Наприклад, налаштування IP-адреси комп'ютера як 192.168.0.5 дасть змогу комп'ютеру під'єднатися до RAEM1-6.

- **Динамічний IP:** IP-адреса динамічно призначається під'єднаним маршрутизатором. Розділ [System Settings] (Системні налаштування) програми конфігурації M1-6 містить перелік усіх пристроїв RAEM1-6, під'єднаних до цього маршрутизатора або через інші методи з'єднання. Якщо IP-адреса пристрою RAEM1-6 змінюється, оновлена IP-адреса з'явиться в переліку як новий пристрій. Ви можете ідентифікувати RAEM1-6 за його ідентифікатором пристрою в переліку та знайти відповідну динамічну IP-адресу.

M1-6 Device Configurator

System SettingsSample SettingsNetwork SettingsNetwork Settings

	Sample	Device ID	Channel Num	Local IP		Time Sync Mode	Master/Slave
				Work Mode	IP Mode		
1		m1_0_01	1	Detection Mode	Static	192.168.0.101	Network Time Synchron...
2			2				
3			3				
4			4				
5			5				
6			6				

Рис. Посібник з використання режиму виявлення-45 Налаштування статичного IP

- 1) Наприклад, у мережі зі статичним IP три пристрої RAEM1-6, показані на діаграмі, можна налаштувати в режимі статичного IP з такими адресами:

Номер обладнання	IP-адреса обладнання
m1_6_06	192.168.0.101
m1_6_05	192.168.0.102
m1_6_04	192.168.0.103

Або налаштуйте три пристрої RAEM1-6 для утворення **мережі з динамічним IP**.

- 2) У програмі конфігурації M1-6 **‘System Settings (Системні налаштування)’** >> **‘Local IP (Локальний IP)’** >> **‘Work Mode (Режим роботи)’** — переконайтеся, що встановлено **‘Detection Mode (Режим виявлення)’**.
- 3) **‘System Settings (Системні налаштування)’** >> **‘Time Sync Mode (Режим синхронізації часу)’**, виберіть **‘Cascade Sync (Каскадна синхронізація)’**.
- 4) Лише один із пристроїв RAEM1-6 у каскаді може бути ведучим (master), решта пристроїв мають бути веденими (slave). У розділі **‘System Settings (Системні налаштування)’** >> **‘Master/Slave (Ведучий/Ведений)’** виберіть або **‘Master (Ведучий)’**, або **‘Slave (Ведений)’**.
- 5) У програмі конфігурації M1-6 перейдіть до **[Network Settings] >> [U3H]** (що стосується протоколів для надсилання до SWAE). Виберіть **‘U3H’** у полі **‘Protocol (Протокол)’**.
- 6) Щоб мати змогу змінювати налаштування на цій сторінці, позначте всі прапорці ліворуч від **‘Device ID (Ідентифікатор пристрою)’** перед внесенням змін праворуч. Під **[Tx Wave]** (надсилання форми сигналу) та **[Tx Params]** (надсилання параметрів) виберіть **‘Enable’ (Увімкнути)**.
- 7) Двічі клацніть IP-адресу в полі **[Target Address] (Цільова адреса)** та введіть WiFi IPv4-адресу конкретного комп'ютера. Перейдіть до Settings (Налаштування) комп'ютера >> **Network & Internet (Мережа та Інтернет)** >> **Wi-Fi** і клацніть мережу, до якої ви під'єднані. Знайдіть і скопіюйте **‘IPv4 Address (IPv4-адреса)’**. Цільовий порт за замовчуванням — 18883.

- 8) Після всіх змін натисніть кнопку **‘Apply (Застосувати)’** внизу, щоб надіслати налаштування до RAEM1-6. Це дасть змогу RAEM1-6 надсилати дані на конкретну IP-адресу, де працює програма SWAE. Також натисніть кнопку **‘Restart (Перезапуск)’** у крайній правій частині вкладки **‘System Settings (Системні налаштування)’**, щоб перезавантажити RAEM1-6 для застосування змін. Після того, як RAEM1-6 знову з'явиться в мережі, змінені налаштування готові до використання.

Налаштування програми SWAE:

Див. Розділ 4.3 конфігурації програми SWAE.

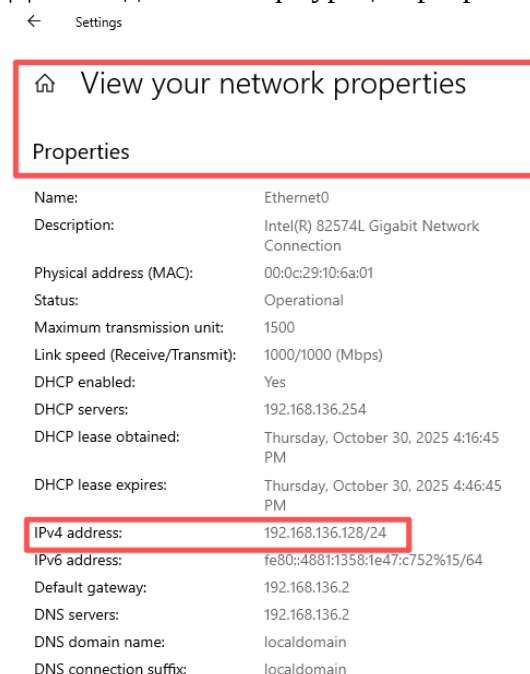


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-46 Властивості маршрутизатора:

IPv4-адреса ПК

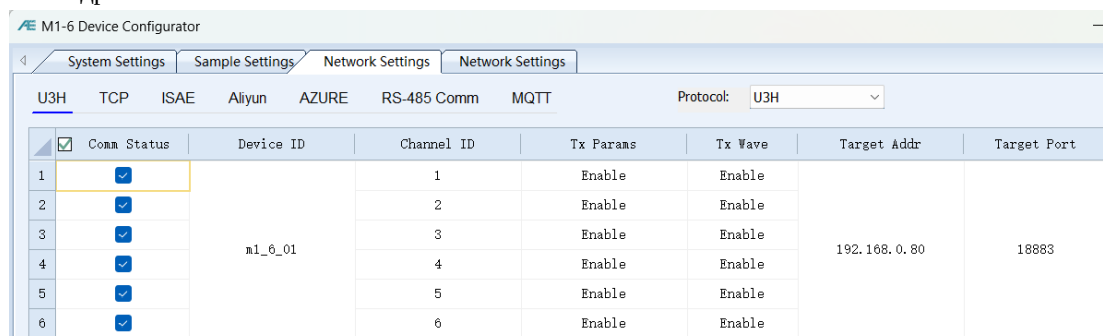


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-47 Конфігурація для роботи з

SWAE

5.3. Налаштування програми SWAE

Програма SWAE підтримує пристрої SAEU3H і RAEM1 та RAEM1-6. Під час збору даних поточні підтримувані програмою пристрої мають відповідати під'єднаним пристроям акустичної емісії. Відтворення даних, аналіз даних та інші операції однакові для обох режимів.

Ви можете клацнути піктограму «АЕ» у верхньому лівому куті, щоб переглянути поточні підтримувані пристрої. Поточний підтримуваний тип пристрою має бути **“RAEM1”** (RAEM1-6 вважається серією RAEM1). Щоб перемкнути, клацніть піктограму «АЕ» у верхньому лівому куті, потім натисніть кнопку «Yes» (Так) у спливному вікні та зачекайте, доки програма запуситься.

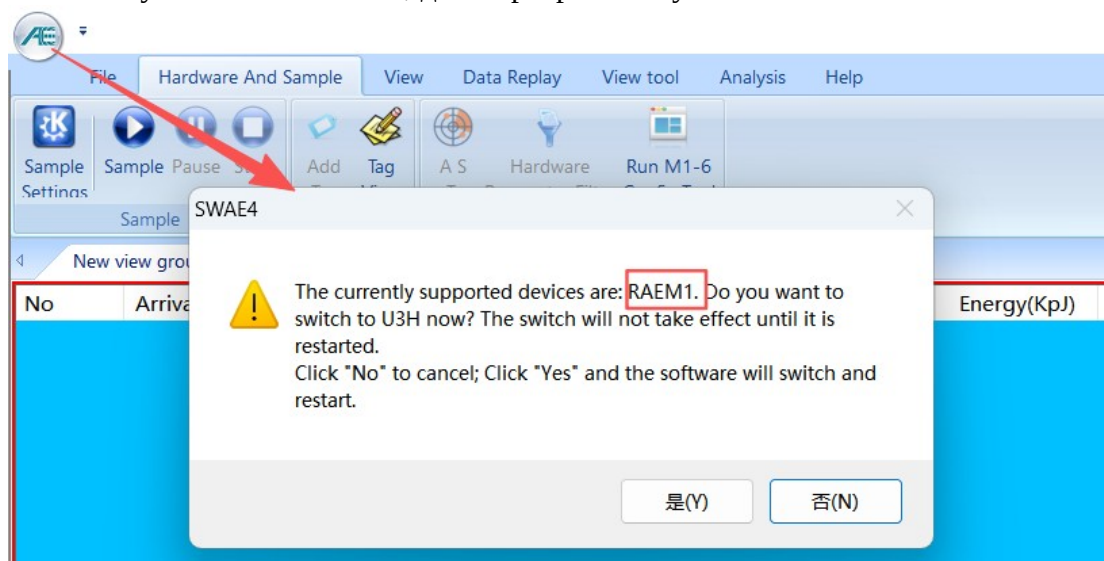


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-48 Інтерфейс підтримуваних пристроїв програми AE

Виберіть [Hardware and Sample] (Обладнання та вибірка), потім натисніть [Sample Settings] (Налаштування вибірки).

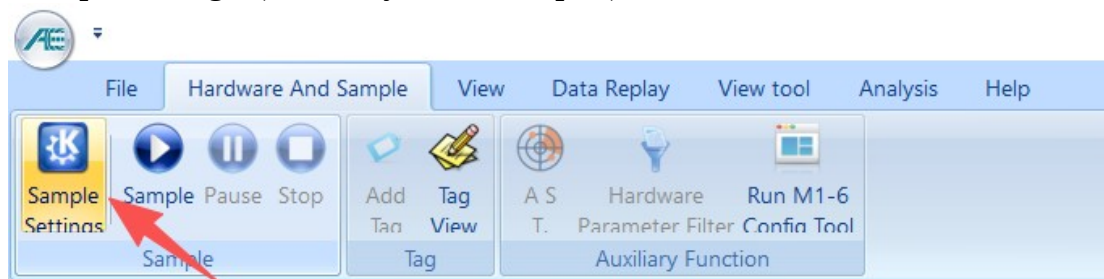


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-49 Налаштування збору даних програми SWAE

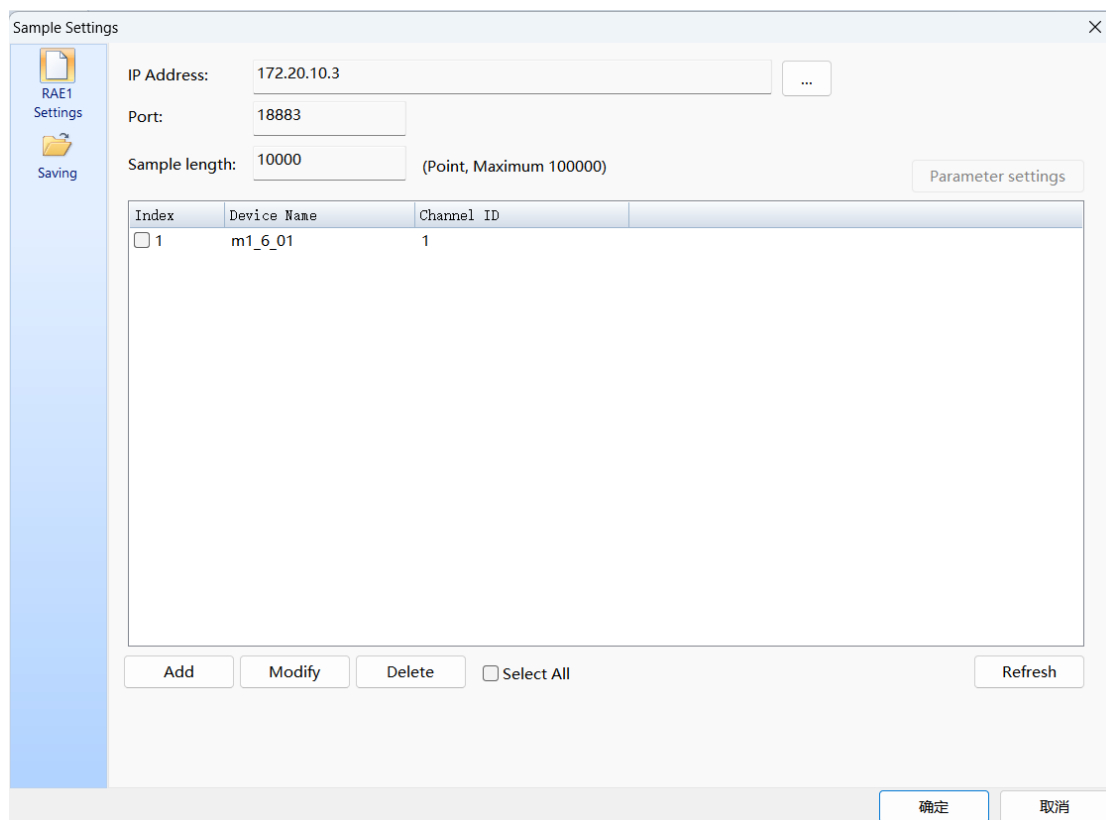


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-50 Налаштування вибірки для серії RAEM1

Сторінка «Sample settings» (Налаштування вибірки) для **серії RAEM1** (прилади RAEM1 та RAEM1-6) показана вище.

- Значення **“IP Address (IP-адреса)”** тут має бути IP-адресою комп'ютера, який отримує дані від серії RAEM1 (та сама, що й “Target Addr (Цільова адреса)” у програмі конфігурації). Натисніть кнопку , щоб переглянути поточні IP-адреси в доступних методах зв'язку.
- Значення **“Port (Порт)”** має відповідати номеру порту у програмі конфігурації RAEM1, тобто 18883.
- Значення **“Sample length (Довжина вибірки)”** пов'язане лише з відображенням форми сигналу у програмі SWAE та не впливає на роботу RAEM1. Довжина вибірки тут означає кількість точок вибірки, що відображаються в кожній секції перегляду форми сигналу. Максимальна кількість — 100 000 (точок). Вона також пов'язана зі швидкістю вибірки в RAEM1. Наприклад, ви встановлюєте швидкість вибірки 2000 (кВ/с) у конфігурації RAEM1, а довжина вибірки становить 1000 (точок) у програмі SWAE — тоді тривалість у перегляді форми сигналу становитиме $1000/2000 \text{ кВ/с} = 0,5 \text{ мс}$.
- Нижче наведено перелік пристроїв. Хоча SWAE автоматично відображає дані, коли отримує їх від будь-яких доступних пристроїв чи каналів, і автоматично нумерує канали на основі часу отримання, у разі випадкового призначення каналів програмою **краще призначити канали заздалегідь у переліку**.

Натисніть кнопку **“Refresh (Оновити)”** праворуч під таблицею, і програма відобразить усі доступні пристрої в мережі. Якщо перелік пристроїв неправильний, скористайтеся кнопками **“Add (Додати)”**, **“Modify (Змінити)”** і **“Delete (Видалити)”** нижче, щоб виправити його. **“Device Name (Назва пристрою)”** має збігатися з назвою пристрою у програмі конфігурації RAEM1. Починайте з Каналу №1. **Прапорець поруч із “Index (Індекс)” можна встановити або зняти**, щоб SWAE відображала позначені канали.

- Поле **“Saving (Збереження)”** визначає місце збереження результуючих даних. Докладніше про налаштування можна дізнатися в **“Посібнику користувача програми SWAE”**.

Після натискання [OK] для збереження натисніть кнопку [Sample (Вибір)], щоб почати отримання даних від пристроїв RAEM1-6.

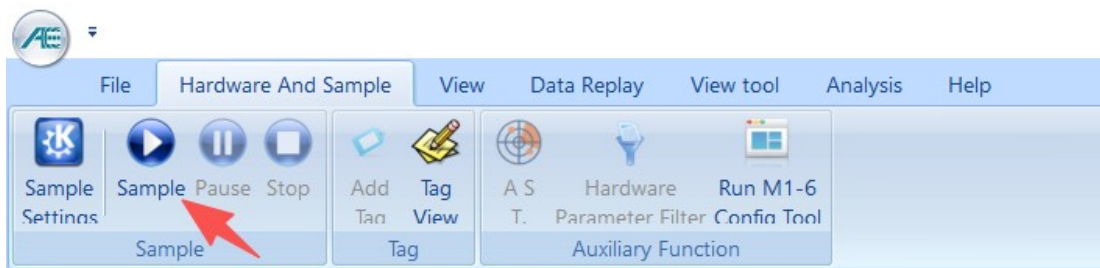


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-51 Клацніть, щоб почати збір даних

Ви можете спостерігати за параметрами та формою сигналу, що передаються онлайн.

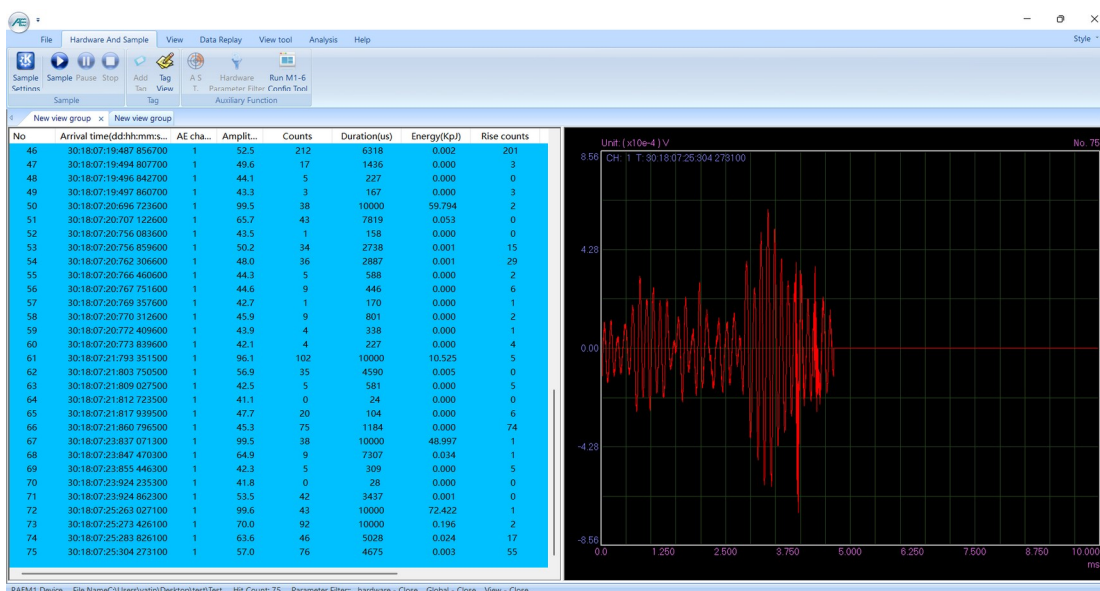


Рис. Посібник з використання режиму виявлення-52 Таблиця даних та дані форми сигналу

6. Посібник з використання режиму моніторингу

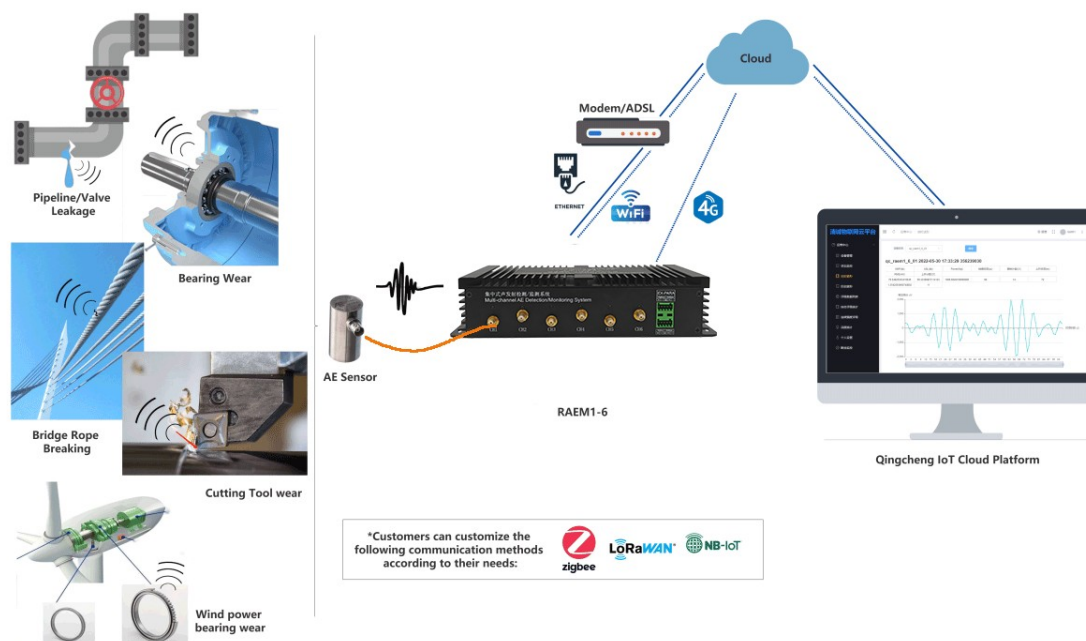


Рис. Посібник з використання режиму моніторингу-53 Схема з'єднання системи моніторингу RAEM1-6

Окрім функції детектора, RAEM1-6 також може використовуватися як пристрій моніторингу. Зокрема, RAEM1-6 може вивантажувати дані на різні хмарні платформи (хмарну платформу Qingcheng IoT або приватну хмарну платформу користувача) через наявні методи зв'язку LAN, WiFi та 4G, забезпечуючи тривалий моніторинг IoT об'єктів спостереження без нагляду. Хмара IoT забезпечує гнучке налаштування порогів тривоги та може проактивно надсилати інформацію про тривогу на мобільні телефони клієнтів. Хмарою IoT може бути хмарна платформа Qingcheng IoT або приватна хмарна платформа користувача.

Примітка: Модулі WiFi та 4G не можуть бути одночасно вбудовані в RAEM1-6; можна вибрати лише один.

Режим моніторингу: RAEM1-6 використовує протоколи зв'язку MQTT, ISAE, TCP та Modbus TCP для надсилання даних у хмару. У цьому режимі звітні дані — це параметр із найбільшою амплітудою протягом періоду звітування цього каналу разом із відповідною формою сигналу.

6.1. З'єднання через мережу 4G

RAEM1-6 може під'єднуватися безпосередньо до хмарного сервера через мобільний інтернет за допомогою 4G IoT SIM-карти для конфігурування параметрів, передавання даних та аналізу відображення. Потрібні антена 4G та IoT SIM-карта. Після апаратного з'єднання спочатку скористайтесь з'єднанням Ethernet у режимі виявлення (див. Розділ 5.1.2), щоб **змінити режим роботи на "Monitoring Mode" (Режим моніторингу)**, вибравши **"MQTT"** як протокол зв'язку. Після зміни **перезапустіть пристрій** та увійдіть на хмарну платформу, щоб перевірити стан RAEM1-6. Щойно відобразиться "Online" (У мережі), можна починати роботу.

Встановлення SIM-карти:

Гніздо для SIM-карти розташоване на задній панелі RAEM1-6, розміром із Nano SIM-карту. Просто вставте IoT-мережеву карту, щоб активувати її. **Зверніть увагу, що гніздо для SIM-карти має виїмку, спрямовану всередину, а металева мікросхема має бути спрямована донизу.** Оскільки гніздо розташоване відносно глибоко, для вставлення чи виймання карти потрібен тонкий предмет, наприклад ручка. Щоб вставити, натискайте на SIM-карту, доки вона не клацне на місці. Щоб вийняти, спочатку натисніть на карту всередину ручкою, доки вона не клацне назовні.

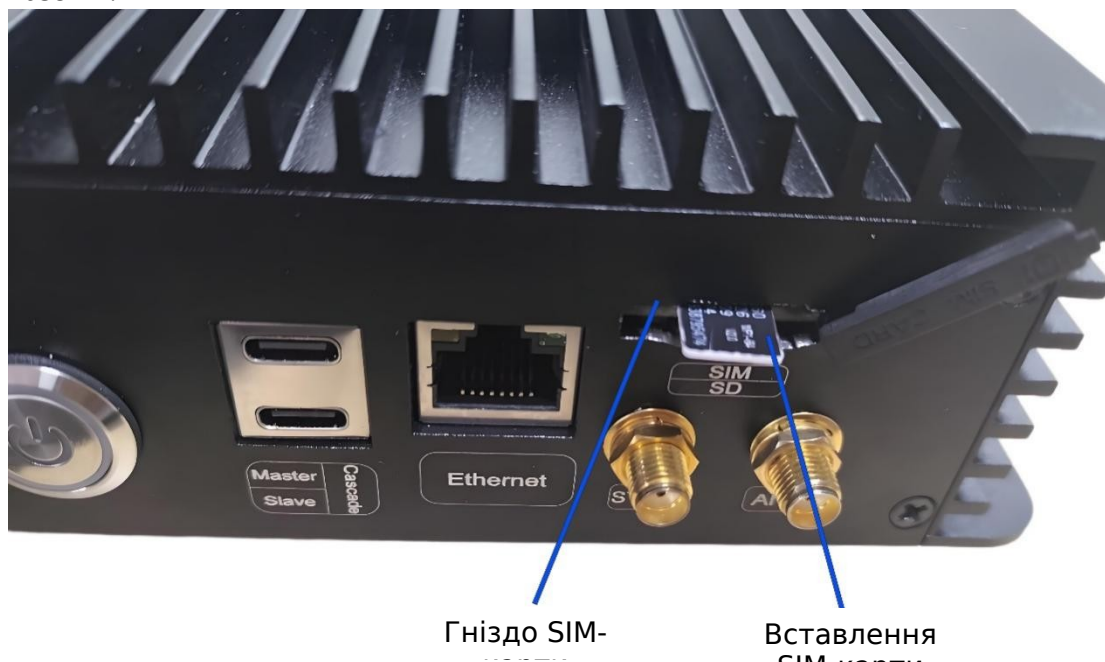


Рис. Посібник з використання режиму моніторингу-54 Схема встановлення SIM-карти RAEM1-6

6.2. З'єднання через мережу LAN/WiFi

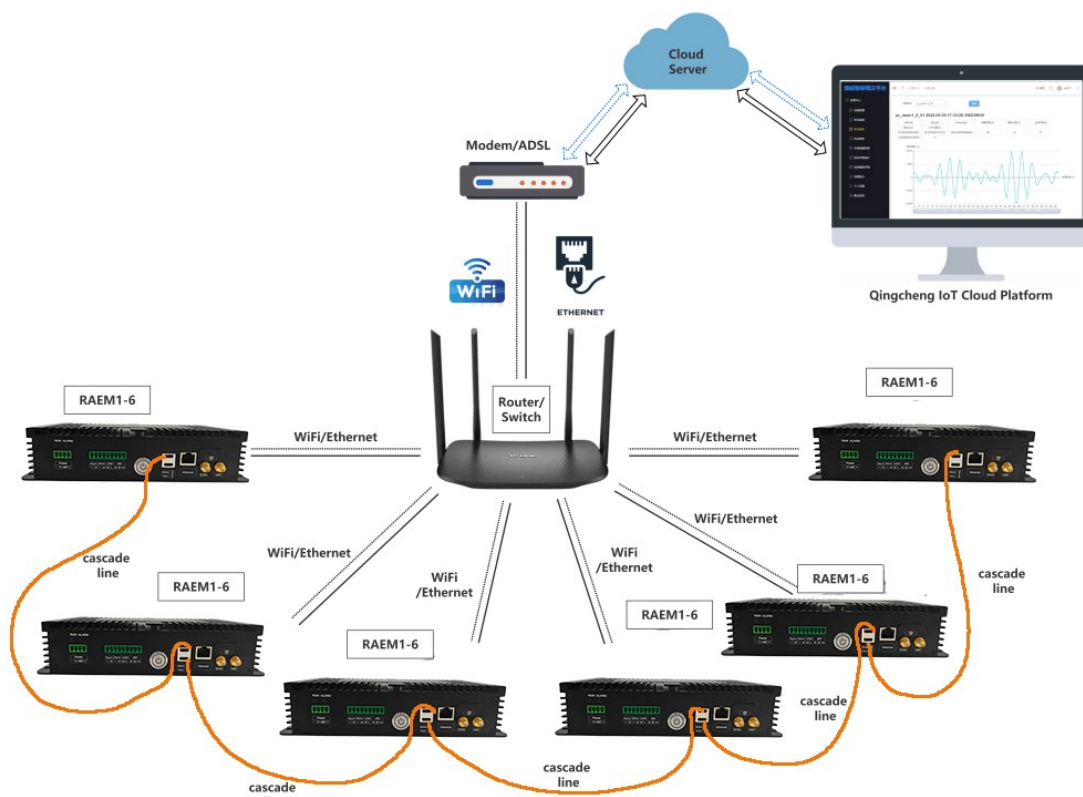


Рис. Посібник з використання режиму моніторингу-55 Схема хмарного моніторингу кількох пристроїв RAEM1-6

Один або кілька пристроїв RAEM1-6 можна використовувати як систему моніторингу для під'єднання до інтернету через маршрутизатор. Спочатку під'єднайте пристрої RAEM1-6 до маршрутизатора за допомогою мережевих кабелів або бездротово (Розділ 5.2.2 Режим маршрутизатора). Потім під'єднайте маршрутизатор до інтернету та увійдіть на хмарну платформу IoT. Налаштуйте маршрутизатор на автоматичне призначення IP-адрес пристроям.

Примітка: Виберіть маршрутизатор/комутатор, який не вимагає автентифікації для доступу до інтернету.

Після успішного з'єднання ви можете безпосередньо отримати доступ до інтернету, щоб переглянути пристрої та почати роботу на хмарній платформі IoT. Якщо комп'ютер і пристрої RAEM1-6 перебувають у одній мережі Wi-Fi-маршрутизатора, ви також можете використовувати «Програму конфігурації RAEM1-6» для локального конфігурування та простого налагодження.

Налаштування програми конфігурації RAEM1-6:

- ① Див. Розділ 5.1 З'єднання через Ethernet або 5.2 З'єднання через WiFi, щоб під'єднати апаратне забезпечення RAEM1-6 до мережі, а також відповідні налаштування конфігурації у програмі M1-6 Configurator.
- ② У програмі конфігурації RAEM1-6 змініть режим роботи на **"Monitoring Mode" (Режим моніторингу)** у розділі **[System Settings (Системні налаштування)]**, та виберіть **"Dynamic (Динамічний)"** для режиму IP.
- ③ У розділі **[Network Settings] (Налаштування мережі)** виберіть **"MQTT"** у полі **"Protocol: (Протокол:)"**.
- ④ Щоб внести деякі зміни до наведеної нижче таблиці, спочатку позначте прапорець **"Modify (Змінити)"** поруч з ідентифікатором пристрою. Кожен прапорець відповідає окремому каналу. Лише коли прапорець **"Modify (Змінити)"** каналу ввімкнено, зміни буде надіслано на пристрій.
- ⑤ Якщо дані надсилаються на хмарну платформу Qingcheng IoT, налаштування на сторінці налаштувань MQTT змінювати не потрібно. Якщо дані потрібно надіслати на платформу, вказану замовником, змініть **"Target Address (Цільова адреса)"** на **"user" (користувач)**, та заповніть інформацію в розділі **"Customer Server (Сервер замовника)"** праворуч.
- ⑥ У розділі **"Data Transmission (Передавання даних)"** параметри **[Tx Param]** та **[Tx Wave]** призначені для ввімкнення чи вимкнення надсилання параметрів та/або форми сигналу через протокол MQTT. (Примітка: Надсилання параметрів є обов'язковим; необхідність надсилання форми сигналу залежить від потреб користувача).
- ⑦ Після вищезазначених змін натисніть кнопку **[Apply] (Застосувати)** внизу, щоб надіслати налаштування до RAEM1-6. Потім перезапустіть пристрій. (Примітка: Коли комп'ютер під'єднано до того самого

маршрутизатора, що й RAEM1-6, локальне конфігурування та налагодження можна виконувати у програмі конфігурації RAEM1-6)

- ⑧ Після того, як пристрій з'явиться в мережі, увійдіть на хмарну платформу Qingcheng, щоб переконатися, що стан пристрою відображається як "**Online**" (**У мережі**).

7. Хмарна платформа

Qingcheng IoT

Хмарна платформа Qingcheng IoT — це хмарне рішення, розроблене для IoT-продуктів акустичної емісії. Замовники можуть входити в систему, щоб дистанційно контролювати конфігурації пристроїв, змінювати налаштування, відображати форми сигналу, параметри та дані оцінювання в реальному часі і завантажувати дані.

Увійдіть на хмарну платформу <http://cloud.ae-ndt.com/>, ввівши ім'я користувача та пароль. Наразі хмарна платформа не підтримує реєстрацію користувачів. Усі реєстрації облікових записів мають здійснюватися через QAWRUMS. Будь ласка, зв'яжіться з нами для реєстрації облікового запису та отримання інформації для входу.

Після входу ви можете перемкнутися на китайську/англійську мову, змінити інтерфейс користувача та змінити пароль.

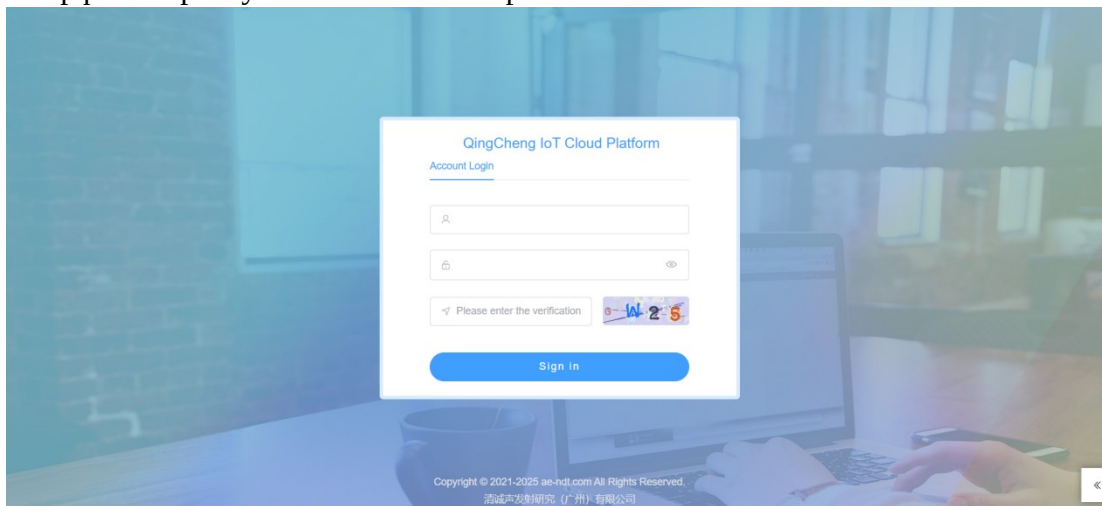


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-56 Вхід на платформу Qingcheng IoT

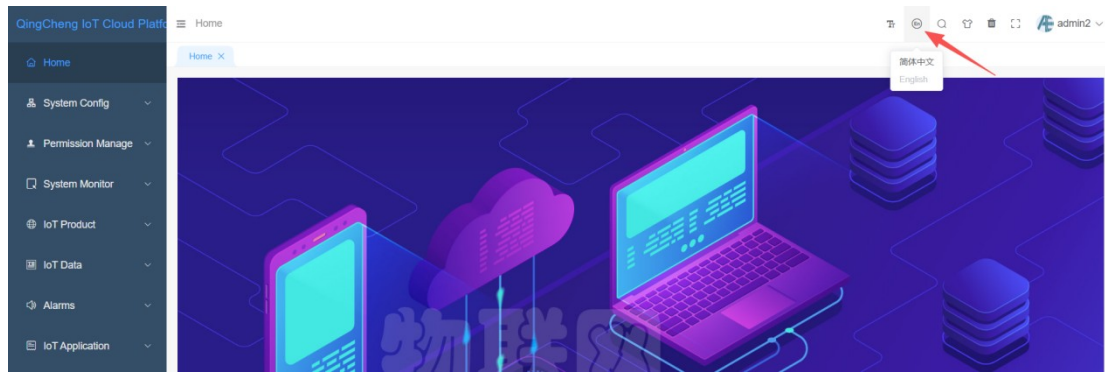


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-57 Зміна мови хмарної платформи

7.1. IoT-продукт

7.1.1. Групи пристроїв

Групуйте пристрої для спрощення подальшого керування ними. Ви можете додавати групи на сторінці груп пристроїв для керування пристроями в групах, наприклад для тестування днища резервуарів-сховищ або групового тестування з локалізацією.

Операція виконується так: натисніть [**Add (Додати)**], заповніть інформацію "**Name (Назва)**", "**Parent (Батьківська група)**" та "**Department (Відділ)**" (Примітка: Під час створення нової батьківської групи стовпець "**Parent (Батьківська група)**" заповнювати не потрібно). "**Purpose (Призначення)**" може бути "Default" (За замовчуванням) або "AE Location Analysis" (Аналіз локалізації AE). Зазвичай вибирайте "Default" (За замовчуванням).

Add Device Group
×

* Name

* Department

Select

* Parent

Select

Purpose

Select

Remark

Submit

Cancel

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-58 Групи пристроїв хмарної платформи Qingcheng IoT "Add (Додати)"

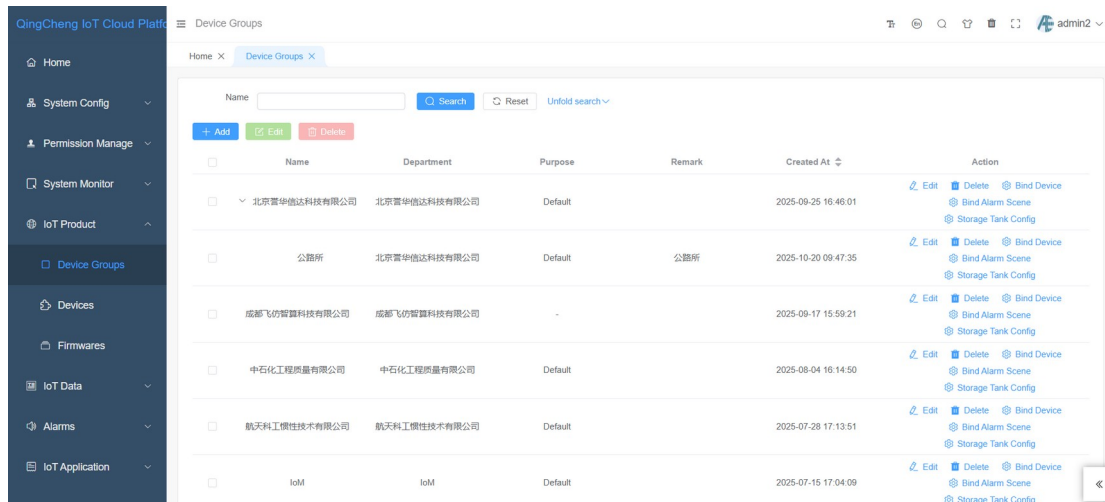


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-59 Групи пристроїв хмарної платформи Qingcheng

- **Прив'язати пристрій:** Прив'язування пристроїв до цієї групи для групового керування.
- **Прив'язати сценарій тривоги:** Після групування пристроїв та прив'язування сценаріїв тривоги користувачі можуть отримувати інформацію про тривогу для згрупованих пристроїв у цьому сценарії тривоги.

7.1.1.1. Конфігурація резервуара-сховища

[Storage Tank Config] (Конфігурація резервуара-сховища) зазвичай використовується для виявлення дефектів днища атмосферних резервуарів-сховищ. Після заповнення інформації звіт про виявлення можна автоматично згенерувати, натиснувши кнопку **[Report] (Звіт)** у нижньому правому куті.

■ Основна інформація

Заповніть відповідну основну інформацію на основі умов огляду на місці, прокрутіть сторінку вниз та натисніть **[Submit] (Надіслати)** у нижньому лівому куті після заповнення.

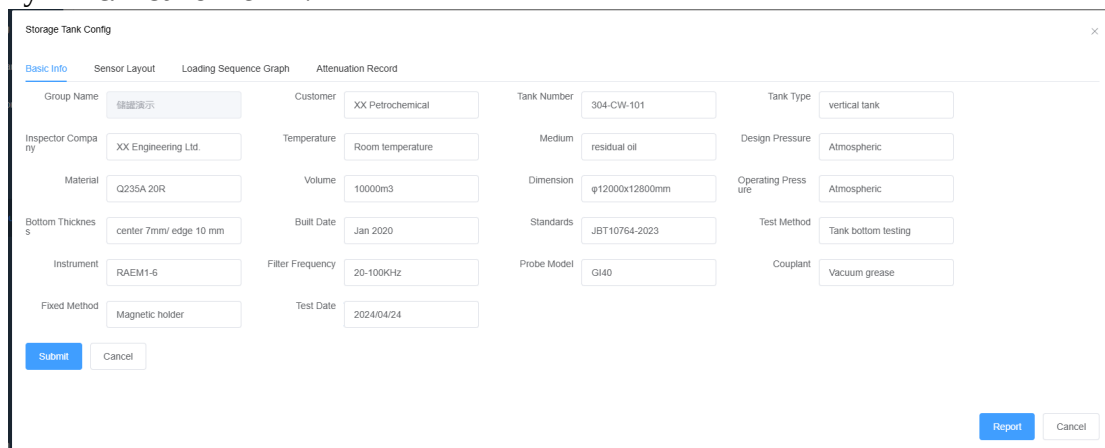


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-60 Конфігурація резервуара-сховища — основна інформація

■ Розташування датчиків

- ◆ **Діаметр резервуара (мм):** діаметр та довжина днища резервуара;
- ◆ **Channel No. (Номер каналу):** Клацніть, щоб вибрати номер пристрою, потім клацніть, щоб додати його;
- ◆ **Add (Додати):** Після вибору номера пристрою у стовпці номера каналу пристрій додається як канал на карті локалізації днища резервуара;
- ◆ **Delete (Видалити):** Після вибору номера пристрою у стовпці номера каналу канал можна видалити з карти;
- ◆ **Clear (Очистити):** Видалити всі датчі з карти;
- ◆ **Generate Graph (Згенерувати графік):** зберегти та згенерувати поточну карту локалізації ліворуч у підсумковому звіті. Якщо кнопку «Generate Graph» (Згенерувати графік) не натиснуто, карта локалізації ліворуч не буде збережена у звіті.
- ◆ **Move Left (Перемістити ліворуч):** Після вибору одного з каналів вище пристрій можна перемістити ліворуч на один номер каналу;
- ◆ **Move Right (Перемістити праворуч):** Після вибору одного з каналів вище пристрій можна перемістити праворуч на один номер каналу;
- ◆ **Submit (Надіслати):** Зберегти план розташування датчиків.

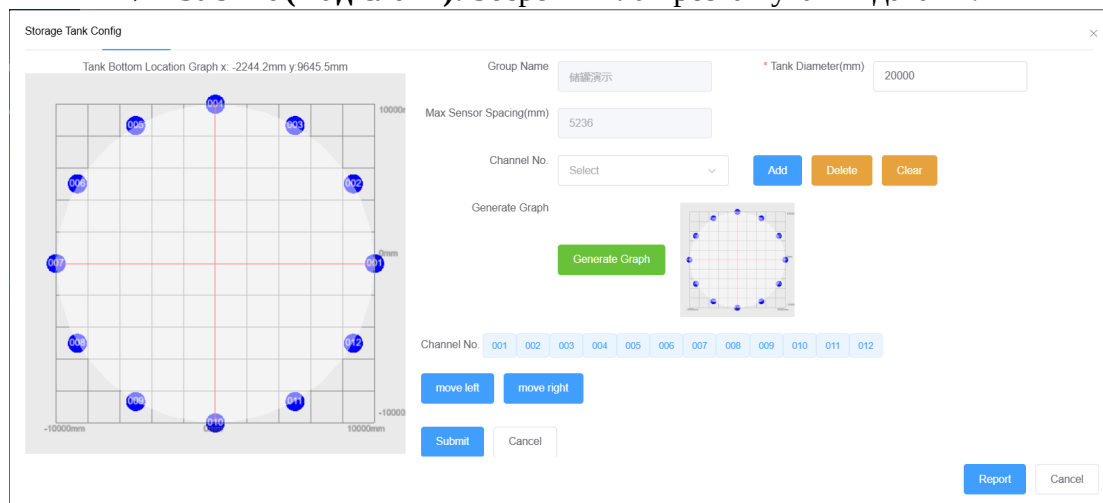


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-61 Конфігурація резервуара-сховища — розташування датчиків

■ Послідовність навантаження

- ◆ **Add (Додати):** додати нове навантаження до послідовності.
- ◇ **Duration (min) (Тривалість (хв)):** Час навантаження або утримання навантаження;
- ◇ **Height(m) (Висота (м)):** представляє навантаження;
- ◇ **Refresh (Оновити):** після заповнення тривалості та висоти оновить, щоб оновити послідовність навантаження ліворуч;
- ◇ **Delete (Видалити):** видалити одне з навантажень послідовності;

- ◆ **Generate Graph (Згенерувати графік):** зберегти та згенерувати поточну послідовність навантаження ліворуч у підсумковому звіті. Якщо кнопку «Generate Graph» (Згенерувати графік) не натиснуто, послідовність навантаження ліворуч не буде збережена у звіті.
- ◆ **Submit (Надіслати):** Зберегти послідовність навантаження.
- **Запис затухання**
 - ◆ **Measurement Probe (Вимірювальний датчик):** вказати один канал для виконання тесту затухання;
 - ◆ **Add (Додати):** додати точку запису тесту.
 - ◆ **Distance (m) (Відстань (м)):** відстань від датчика до місця точки імітації.
 - ◆ **Amplitude (dB) (Амплітуда (дБ)):** амплітуда прийнятого сигналу від точки імітації.
 - ◆ **Delete (Видалити):** видалити одну з точок запису;
 - ◆ **Submit (Надіслати):** Зберегти запис.
- **Report (Звіт):** На основі інформації хмара згенерує звіт про тестування резервуара-сховища, який можна завантажити та зберегти.

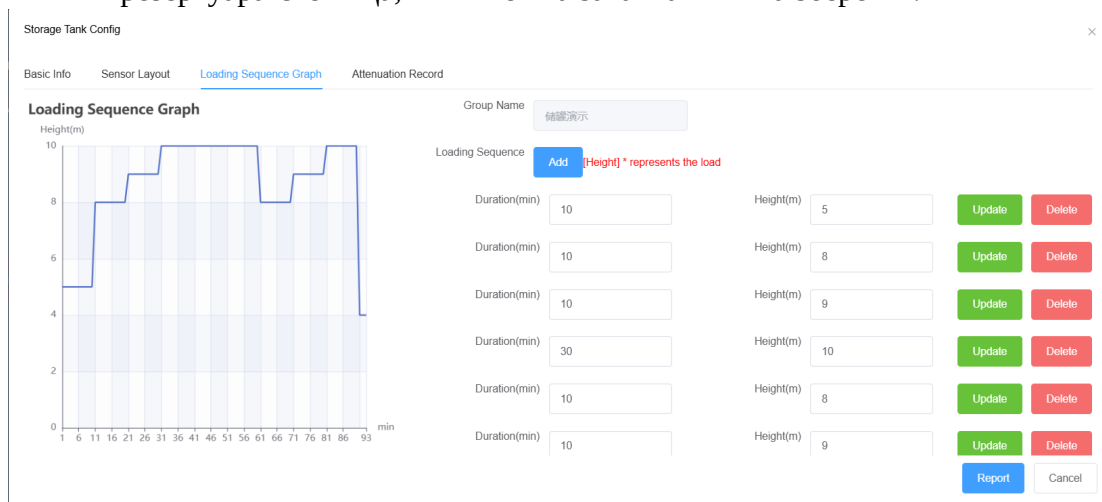


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-62 Конфігурація резервуара-сховища — послідовність навантаження

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-63 Конфігурація резервуара-сховища — запис затухання

7.1.2. Пристрої

Сторінка пристроїв містить перелік усіх IoT АЕ-пристроїв під цим обліковим записом. Користувачі можуть шукати потрібні пристрої за різними критеріями пошуку, такими як **SN. (Серійний номер)**, **Product (Продукт)**, **Device Group (Група пристроїв)**, **Product Type (Тип продукту)** або **Status (Стан)**, щоб почати фільтрацію пошуку. А в наведеній нижче таблиці перелічено всі пристрої на поточній платформі.

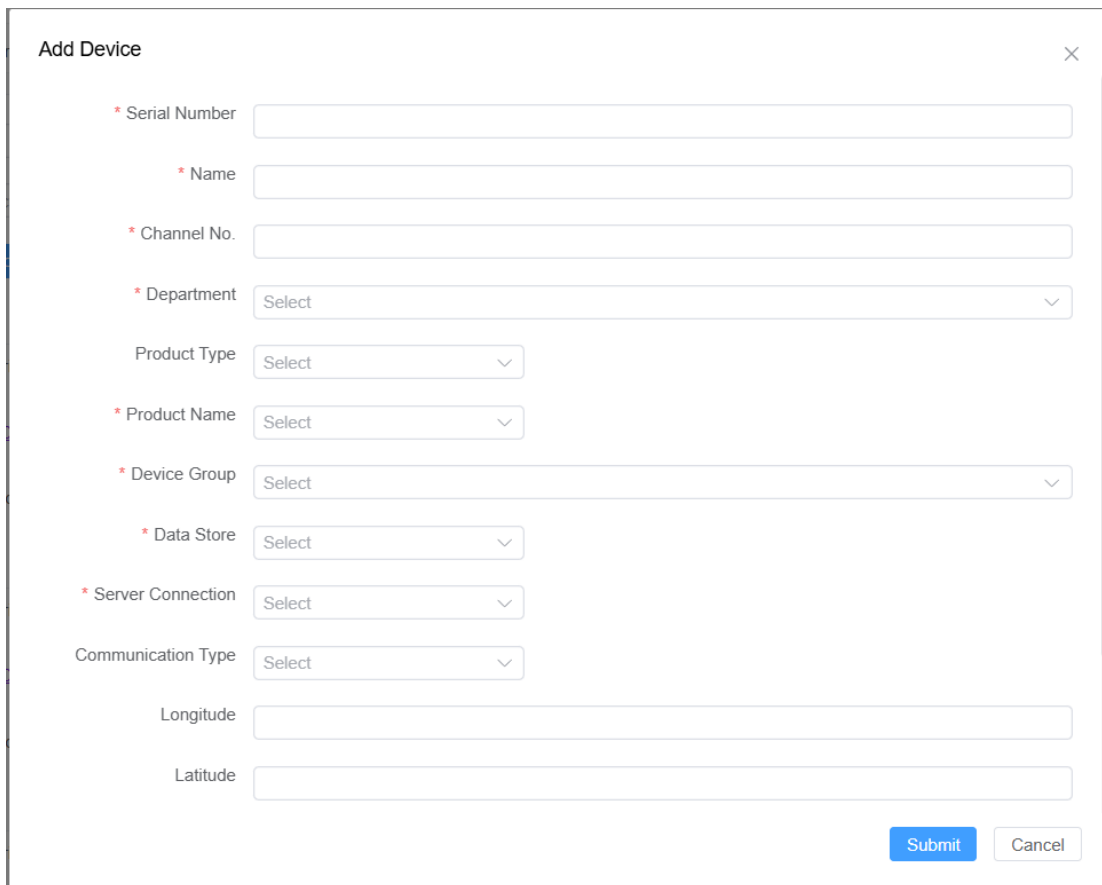
Device	Serial Number	Product	Device Group	Status	Created At	Action
Device: gpb_m1_6_01_6 Channel No.: gpb_m1_6_01_6 Product: RAEM1 Product Type: Gateway Sub Device Version: Communication Type: 4G	gpb_m1_6_01_6	RAEM1	清诚声发射 (广州) 研究公司 Device Group: 清诚声发射1 Gateway: gpb_m1_6_01	Offline	2025-10-29 17:04:18	Edit View Data Device Action Delete
Device: gpb_m1_6_01_5 Channel No.: gpb_m1_6_01_5 Product: RAEM1 Product Type: Gateway Sub Device Version: Communication Type: 4G	gpb_m1_6_01_5	RAEM1	清诚声发射 (广州) 研究公司 Device Group: 清诚声发射1 Gateway: gpb_m1_6_01	Offline	2025-10-29 17:04:18	Edit View Data Device Action Delete

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-64 Перелік пристроїв хмарної платформи Qingcheng IoT

Натисніть кнопку **[+Add (+Додати)]**, щоб додати новий пристрій.

- **Series Number (Серійний номер):** Введіть серійний номер пристрою з етикетки продукту (обов'язково)
- **Name (Назва):** Визначається користувачем (обов'язково)

- **Channel No. (Номер каналу):** Визначається користувачем (обов'язково)
- **Department (Відділ):** Виберіть відділ, до якого належить пристрій. (Обов'язково)
- **Product Type & Product Name (Тип продукту та назва продукту):** Виберіть продукт (обов'язково)
- **Device group (Група пристроїв):** Виберіть групу, до якої належить новододаний пристрій (обов'язково)
- **Data store (Сховище даних):** Виберіть сервер, на якому зберігаються дані. (Обов'язково)
- **Server Connection (З'єднання із сервером):** Виберіть сервер, до якого під'єднано пристрій. (Обов'язково)



Add Device

* Serial Number

* Name

* Channel No.

* Department

Product Type

* Product Name

* Device Group

* Data Store

* Server Connection

Communication Type

Longitude

Latitude

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-65 Додавання пристрою

Після створення нового пристрою з'явиться новий рядок для створеного пристрою. У стовпці «**Action (Дія)**» праворуч натисніть «**Edit (Редагувати)**», щоб змінити інформацію про пристрій вище.

Натисніть «**Device Action (Дія пристрою)**», щоб перейти на сторінку конфігурації

пристрою. На сторінці дій пристрою ви можете побачити кольорові кнопки з функціями **Reboot** (Перезавантаження), **Wake up** (Пробудження), **Sleep** (Сон), **Start sampling** (Почати вибірку), **Stop Sampling** (Зупинити вибірку), **AST test** (Тест AST), **Refresh Config** (Оновити конфігурацію), **Query status** (Запит стану), **refresh page** (оновити сторінку) та **View data** (Переглянути дані). Також ви можете конфігурувати пристрій за допомогою функцій **Firmware upgrade** (Оновлення мікропрограми), **Parameter config** (Конфігурація параметрів), **Filter config** (Конфігурація фільтра), **FFT config** (Конфігурація FFT), **Timing config** (Конфігурація таймінгу), **Rating config** (Конфігурація оцінювання), **Bind alarm scene** (Прив'язати сценарій тривоги), **Wire break config** (Конфігурація обриву дроту).

Нижче наведено опис деяких кнопок сторінки конфігурації пристрою:

- **Reboot (Перезавантаження)**: Перезапустити пристрій;
- **Wake up (Пробудження)**: пробудити пристрій у режимі сну (наразі доступно лише в RAEM2);
- **Sleep (Сон)**: дати пристрою команду негайно перейти в режим сну (наразі доступно лише в RAEM2);
- **Start Sampling (Почати вибірку)**: дати команду пристрою почати збір даних;
- **Stop Sampling (Зупинити вибірку)**: дати команду пристрою зупинити збір даних;
- **AST test (Тест AST)**: Натисніть, щоб одноразово виконати тест AST (наразі доступно лише в RAEM2);
- **Refresh Config (Оновити конфігурацію)**: Зчитати останню конфігурацію пристрою та оновити сторінку;
- **Query state (Запит стану)**: отримати поточний стан пристрою;
- **Refresh Page (Оновити сторінку)**: Оновити поточну веб-сторінку;
- **View data (Переглянути дані)**: Перейти на сторінку 'AE Data' (Дані AE), щоб переглянути дані;
- **Device Notification (Сповіщення пристрою)**: Натисніть, щоб отримати сповіщення пристрою.

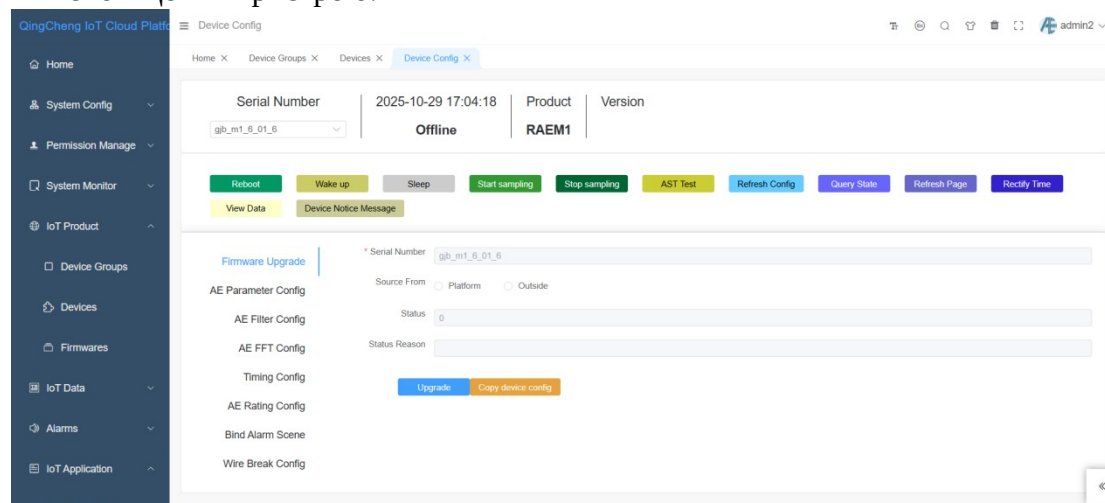


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-66 Сторінка дій пристрою

7.1.2.1. Конфігурація параметрів АЕ

- **Попіг (Threshold)**

Попередньо встановлений поріг спрацьовування, в одиницях дБ. Коли амплітуда сигналу вибірки перевищує цей поріг, процесор АЕ ідентифікує початкову точку сигналу АЕ. Дійсний лише для режиму вибірки за обвідною, не для режиму неперервної (параметричної) вибірки.

- **Sampling Rate (Частота вибірки) (к/с)**

Частота вибірки — це кількість точок аналогового сигналу напруги, що оцифровуються аналогово-цифровою мікросхемою щосекунди. Одиниця — к/с, що означає N тисяч точок за секунду. Наприклад, 1000 к/с, тобто один мільйон точок за секунду (1 МГц).

- **Sampling Mode (Режим вибірки)**

Відповідно до вибраного режиму ідентифікуються початок і кінець прийнятих сигналів акустичної емісії для генерування відповідних даних характеристичних параметрів АЕ. Доступні два режими: **вибірка за обвідною** та **неперервна вибірка**:

- **Вибірка за обвідною**

Початкова та кінцева точки сигналу удару (форма обвідної) визначаються та ідентифікуються відповідно до встановлених параметрів порогу, HDT, HLT та EET для генерування відповідних даних характеристичних параметрів АЕ.

- **Примусовий час завершення (EET)**

EET варіюється від 1 мкс до 50 000 мкс. Коли амплітуда сигналу акустичної емісії постійно вища за порогове значення, а встановлений час визначення удару (HDT) не може визначити перехоплені параметри акустичної емісії, набуває чинності EET. Система розбиває неперервний сигнал, використовуючи EET як **тривалість** поточного згенерованого параметра, а інші характеристичні параметри обчислюються на основі цієї тривалості сигналу форми хвилі. EET дійсний лише для режиму вибірки за обвідною, але не для режиму неперервної вибірки.

- **Час визначення удару (HDT)**

Час визначення обвідної (або **час визначення удару**), одиниця: мікросекунда (мкс), скорочено HDT, у діапазоні від 100 мкс до 50 000 мкс (додатне ціле число). Це інтервал очікування сигналу удару для правильного визначення кінцевої точки сигналу удару. Коли встановлене значення HDT більше за часовий інтервал (T) між моментами перевищення порогу двома сусідніми обвідними сигналами, ці дві обвідні сигнали класифікуються як один сигнал удару акустичної емісії. Якщо встановлене значення HDT менше за часовий інтервал (T) між моментами перевищення порогу двома обвідними сигналами, ці дві обвідні сигнали поділяються на два сигнали удару акустичної емісії. Для одного й того самого сигналу: чим більше значення HDT, тим менше параметрів АЕ буде вилучено; чим менше значення HDT, тим більше параметрів АЕ буде вилучено. HDT дійсний лише для режиму вибірки за обвідною, але не для режиму неперервної

вибірки.

➤ **Час блокування удару (HLT)**

Час блокування удару, одиниця: мікросекунда (мкс), скорочено HLT. Значення варіюється від 1 до 20 000 000 (додатне ціле число). Щоб уникнути прийому відбитих або наступних хвиль, встановлюється часове вікно для вимкнення вимірювального кола. Після завершення поточної події акустичної емісії сигнал протягом певного періоду (HLT) після HDT ігнорується. Це вікно називається часом блокування удару, і встановлене значення залежить від затухання сигналу та розміру конструкції. Якщо встановлене значення занадто велике, наступний сигнал акустичної емісії буде пропущено. Наступний сигнал акустичної емісії перевищує поріг, але HLT ще не завершився. Тому сигнал не буде зібрано протягом цього періоду. HLT дійсний лише для режиму вибірки за обвідною, але не для режиму неперервної вибірки.

■ **Неперервна вибірка**

Відповідно до довжини вибірки, кількості вибірок та інтервалу вибірки сигнал акустичної емісії, що перевищує поріг, перехоплюється та аналізується для генерування відповідних даних характеристичних параметрів АЕ.

➤ **Довжина вибірки**

Довжина кожної вибірки, в одиницях мікросекунд (мкс), — це сигнал встановленої довжини, що збирається кожного разу. Дійсна лише для режиму неперервної вибірки, але не для режиму вибірки за обвідною.

➤ **Кількість вибірок**

Кількість разів збору сигналу фіксованої довжини в режимі неперервної вибірки. Дійсна лише для режиму неперервної параметричної вибірки, але не для режиму вибірки за обвідною.

➤ **Інтервал вибірки**

У режимі неперервної вибірки — час зупинки інтервалу після кожної вибірки сигналу фіксованої довжини, в одиницях мікросекунд (мкс). Коли час спливає, сигнал фіксованої довжини збирається знову. Дійсний лише для режиму неперервної (параметричної) вибірки, але не для режиму вибірки за обвідною.

● **Увімкнути надсилання параметрів**

Чи надсилати параметри на хмарну платформу Qingcheng IoT. Увімкнено за замовчуванням.

● **Увімкнути надсилання форм сигналу**

Чи надсилати форму сигналу на хмарну платформу Qingcheng IoT. Вимкнено за замовчуванням.

● **Системний час**

Системний годинник, у секундах. Формат відображення — уууу-mm-dd hh:mm:ss.

Кроки виконання:

Натисніть 'Devices >> Device Action (Пристрої >> Дія пристрою)', щоб перейти на сторінку операцій.

Операція конфігурування параметрів: Натисніть "AE Parameter Config (Конфігурація параметрів АЕ)" у лівому стовпці, щоб перейти на сторінку налаштування параметрів.

Після завершення налаштувань натисніть **[Submit] (Надіслати)**. Якщо ви бачите **"OK"** вгорі сторінки і параметри сторінки змінено, це означає, що зміни виконано успішно.

Copy Device Config (Копіювати конфігурацію пристрою): Натисніть, і відкриється вікно для вибору пристроїв тієї самої групи, щоб усі вони отримали скопійовані конфігурації. Після надсилання вибраний пристрій буде синхронно оновлено.

The screenshot shows the main configuration interface of the RAEM1-6 device. At the top, there's a status bar with 'Serial Number' (gib_m1_6_01_6), '2025-10-29 17:04:18', 'Product' (RAEM1), and 'Version'. Below this is a row of buttons: Reboot, Wake up, Sleep, Start sampling, Stop sampling, AST Test, Refresh Config, Query State, Refresh Page, Rectify Time, View Data, and Device Notice Message. The main section is titled 'Firmware Upgrade' and 'AE Parameter Config'. Under 'AE Parameter Config', there are sub-sections: AE Filter Config, AE FFT Config, Timing Config, AE Rating Config, Bind Alarm Scene, and Wire Break Config. The 'AE Filter Config' section is active, showing fields for Threshold(dB) (0), Sampling Rate(k/s) (0), Sampling Mode (Envelope Sampling, Continuous Sampling, Fixed Length Sample(For M1-6)), Enabling Parameters (Yes, No), Enabling Waveform (Yes, No), and System Time. At the bottom of this section are 'Submit' and 'Copy device config' buttons.

Рис. Хмарна платформа Qingsheng IoT-67 Дія пристрою — сторінка конфігурації параметрів

7.1.2.2. Конфігурація фільтра АЕ

На вкладці **[AE Filter Config] (Конфігурація фільтра АЕ):**

- **Enable Filter (Увімкнути фільтр):** Чи вмикати цифровий фільтр у пристрої.
- **High-pass Filter (Фільтр верхніх частот):** означає нижню межу частотної смуги. Коли частота сигналу нижча за цю частоту, сигнал не пропускається. Одиниця — кГц.
- **Low-pass Filter (Фільтр нижніх частот):** означає верхню межу частотної смуги. Коли частота сигналу вища за цю частоту, сигнал не пропускається. Одиниця — кГц.

This screenshot shows the 'AE Filter Config' section of the configuration interface. It includes the same top status bar and button row as the previous screenshot. The 'AE Filter Config' sub-section is active, showing the 'Enable Filter' option set to 'No'. Below it, there are fields for 'High-pass Filter(kHz)' (0) and 'Low-pass Filter(kHz)' (0). A red warning message is displayed: 'High-pass Filter <= Low-pass Filter ; Low-pass Filter <= SamplingSpeed/2'. The 'System Time' field is also present. At the bottom are 'Submit' and 'Copy device config' buttons.

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-68 Конфігурація фільтра АЕ

7.1.2.3. Конфігурація FFT АЕ

На вкладці [AE FFT Config] (Конфігурація FFT АЕ):

- **Enable FFT (Увімкнути FFT):** Чи вмикати функцію FFT.
- **Decimation Factor [1-10] (Коефіцієнт проріджування [1-10]):** виберіть ціле число від 1 до 10 для проріджування сигналу в М разів. Це означає, що зберігається лише кожна М-та вибірка для виконання функції FFT.
- **Start Frequency (Початкова частота):** Початкова частота сегмента часткового спектра потужності.
- **End Frequency (Кінцева частота):** Кінцева частота сегмента часткового спектра потужності.

Після заповнення натисніть "Auto Spacing (Автоматичний інтервал)", щоб автоматично пропорційно розподілити встановлений тут частотний діапазон.

- **Partial Power Segment 1 to 5 (Сегмент часткової потужності 1-5):** позначте прапорець [Enable] (Увімкнути) ☒ після сегмента, щоб увімкнути поточний частотний сегмент. Будь-який сегмент можна вибрати за потреби. Після вибору сегмента встановіть його верхню та нижню межі частотної смуги. Просто введіть додатне ціле число в одиницях «кГц».

Reboot

Wake up

Sleep

Start sampling

Stop sampling

AST Test

Refresh Config

Query State

Refresh P

Device Notice Message

Firmware Upgrade

AE Parameter Config

AE Filter Config

AE FFT Config

AE Timing Config

AE Rating Config

Bind Alarm Scene

Wire Break Config

* Serial Number

qc_raem1_4g_89

FFT Enable

☐ Yes
 ☒ No

Decimation Factor[1-10]

1

Start Frequency

End Frequency

Fast Input

Partial Power Segment	Start Frequency	End Frequency	Enable
1	100	150	☒
2	200	250	☒
3	300	350	☒
4	400	450	☒
5	500	550	☒

System Time

2024-11-05 14:18:09

Submit

Copy device config

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-69 Конфігурація FFT АЕ

7.1.2.4. Конфігурація таймінгу АЕ

Ви можете налаштувати режим вибірки за таймінгом. За замовчуванням режимом вибірки є **режим неперервної вибірки**. Інші варіанти — **запланована вибірка, режим інтервальної вибірки та режим запуску**.

За замовчуванням використовується режим неперервної вибірки, що означає, що збір даних є неперервним та безперервним. Інший тип — режим інтервальної вибірки, що означає, що після збору протягом певного періоду збір призупиняється на певний період, потім перезапускається на певний період, повторюючи цикл. Якщо ви виберете режим інтервальної вибірки, вам потрібно встановити тривалість кожного збору (у секундах) та тривалість зупинки збору (у секундах). Режим запланованої вибірки означає збір даних відповідно до встановленого методу за обвідною або неперервного (параметричного), коли настає час початку, та зупинку збору, коли настає час завершення. Його мінімальна одиниця — дні.

Кроки виконання:

Кроки операції конфігурування таймінгу: Натисніть "**Timing Configuration (Конфігурація таймінгу)**" у лівому стовпці, щоб перейти на сторінку зміни режиму.

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-70 Конфігурація таймінгу АЕ

Після завершення налаштувань натисніть [**Submit**] (**Надіслати**). Якщо ви бачите **"ОК"** вгорі сторінки і параметри сторінки змінено, це означає, що зміни виконано успішно.

7.1.2.5. Конфігурація оцінювання АЕ

Оцінювання — це оцінка загальних рівнів продуктивності поточних подій акустичної емісії відповідно до визначених правил оцінювання для подання

тривоги або вжиття заходів у відповідь на різні результати оцінювання. Виберіть деякі параметри та встановіть їхні значення як різні рівні інтенсивності, а також визначте рівні активності за кількістю разів, коли рівні інтенсивності звітуються протягом певного періоду. Протягом зазначеного періоду збору, якщо будь-який зі зібраних параметрів перевищує зазначений поріг рівня інтенсивності або активності, він оцінюється та класифікується до певного рівня інтенсивності або активності. Користувачі можуть встановити рівень інтенсивності або активності для подання тривоги або можуть надсилати інформацію про тривогу відповідно до комплексних рівнів оцінювання.

Комплексний рівень оцінювання поєднує рівні інтенсивності та активності за період і отримує найвищий рівень комплексного оцінювання. Комплексний рівень оцінювання відповідає стандарту NBT47013.9-2015. Важливо зауважити, що рівень інтенсивності комплексного оцінювання не може перевищувати 3 рівні, а рівень активності — 4 рівні. Інакше комплексне оцінювання отримати неможливо.

Комплексний рівень оцінювання		Рівень активності			
		4	3	2	1
Рівень інтенсивності	3	4	4	3	2
	2	4	3	2	1
	1	3	3	2	1

Таблиця Хмарна платформа Qingcheng IoT-3 Стандарти рівнів оцінювання

● Увімкнути оцінювання

Чи увімкнено функцію оцінювання.

● Конфігурація інтенсивності

Якщо потрібне комплексне оцінювання, інтенсивність не повинна перевищувати 3 рівні. Натисніть **Add intensity (Додати інтенсивність)**, щоб додати рівень інтенсивності. У межах одного рівня інтенсивності можна додати кілька правил. Зв'язок між різними правилами одного рівня інтенсивності — умова **АБО (OR)**. Тобто, якщо виконується одне з правил, досягається інтенсивність цього рівня. У межах одного правила додайте один або кілька параметрів як умови рівня інтенсивності. Зв'язок усіх цих параметрів у межах одного правила — умова **І (AND)**. Тобто правило вважається досягнутим лише тоді, коли виконано кожну умову параметра в цьому правилі. Наприклад, рівень інтенсивності 1 має два правила. Правило 1 — коли амплітуда (AMP) перевищує 70 дБ і енергія перевищує 500 Кпдж одночасно. Правило 2 — коли ASL перевищує 65 дБ. Рівень інтенсивності 1 вважається досягнутим, якщо виконано будь-яке з правил. Для Правил 1 обидві умови мають виконуватися, щоб Правило 1 було виконано.

● Конфігурація активності

Якщо потрібне комплексне оцінювання, активність не може перевищувати 4 рівні. Кожного разу, коли інтенсивність більша або дорівнює рівню 1, зараховується одна активність.

● Інтервал оцінювання

Дані, зібрані протягом цього періоду, підраховуються, і результати оцінювання надаються відповідно до правил інтенсивності та активності. Одиниця — секунда. Значення за замовчуванням — 20 секунд.

- **Критерії звітування оцінювання**

Виберіть **по report (не звітувати)** або виберіть звітування рівня інтенсивності. Якщо ви виберете звітування інтенсивності рівня 1, тривога подаватиметься, коли інтенсивність дорівнює рівню 1 або перевищує його.

- **Мін. інтервал звітування інтенсивності**

Жодної подальшої тривоги інтенсивності того самого рівня не буде подано протягом цього періоду після подання першої тривоги. Однак, якщо протягом цього періоду виникне інтенсивність, вища за цей рівень, система також подасть тривогу. Значення за замовчуванням — 10 секунд.

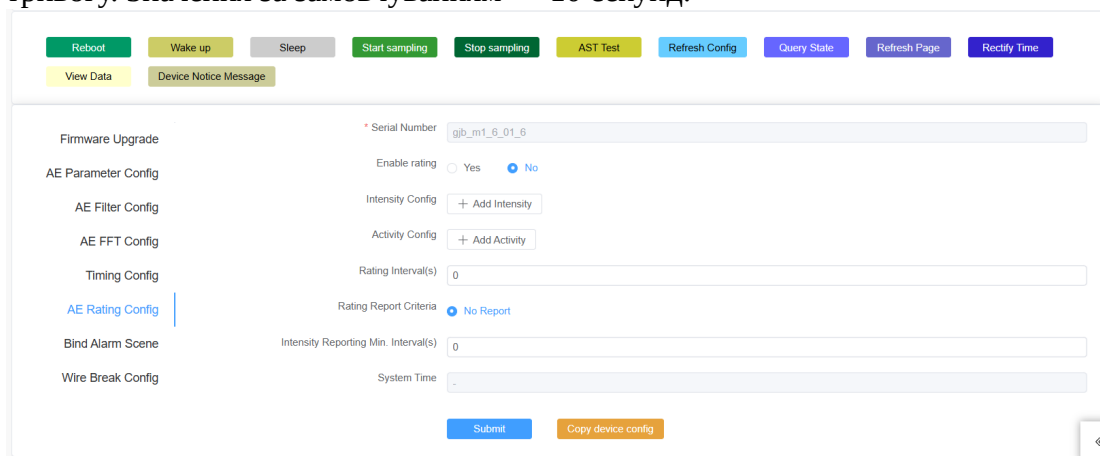


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-71 Конфігурація оцінювання АЕ

Після завершення налаштувань натисніть **[Submit] (Надіслати)**. Якщо ви бачите **"OK"** вгорі сторінки і параметри сторінки змінено, це означає, що зміни виконано успішно.

7.2. Дані IoT

7.2.1. Дані АЕ

Сторінка **Дані IoT** відображає кореляційний графік змін вибраних параметрів пристроїв у часі. Ви можете натиснути **IoT Data > AE Data (Дані IoT > Дані АЕ)** у лівому меню або натиснути **IoT Product > Devices > View Data (IoT-продукт > Пристрої > Переглянути дані)**, щоб перейти на сторінку **AE Data (Дані АЕ)**. За замовчуванням графіки є кореляційними графіками кожного параметра та часу.

- **Product (Продукт):** виберіть тип продукту пристрою.
- **Device (Пристрій):** виберіть один або кілька серійних номерів пристроїв

для відображення.

- **Parameters (Параметри):** виберіть один або кілька параметрів для відображення кореляційних графіків між вибраними параметрами та часом. Доступні параметри: амплітуда [дБ], ASL (середній рівень сигналу [дБ]), Power (енергія [Кпдж]), тривалість [мкс], підрахунки, час наростання [мкс], RMS (ефективне значення напруги [мВ]), підрахунки наростання, пікова частота [кГц], центроїдна частота [кГц] та п'ять сегментів часткового спектра потужності.
- **Created At (Створено о):** ви можете вибрати часовий проміжок даних для відображення, наприклад сьогодні, вчора, останні 10 хвилин, остання година, останній тиждень, останній місяць, три місяці або останній рік чи будь-який встановлений період.

(1) Перегляд даних

[Product] (Продукт) Виберіть "RAEM1" (кожен канал RAEM1-6 вважається "RAEM1" у хмарі). **[Device Number] (Номер пристрою)** Виберіть відповідно до фактичного номера пристрою, **[Creation Time] (Час створення)** Користувачі можуть вибирати відповідно до своїх потреб. Після налаштування натисніть **'Search (Пошук)'**, щоб оновити відображення графіка. Коли курсор миші наводиться на піктограму, відображаються показники та час параметрів, що відповідають точкам горизонтальної та вертикальної координат.

Або просто натисніть **'View Data (Переглянути дані)'** на **'Device Configuration Page (Сторінка конфігурації пристрою)'**.

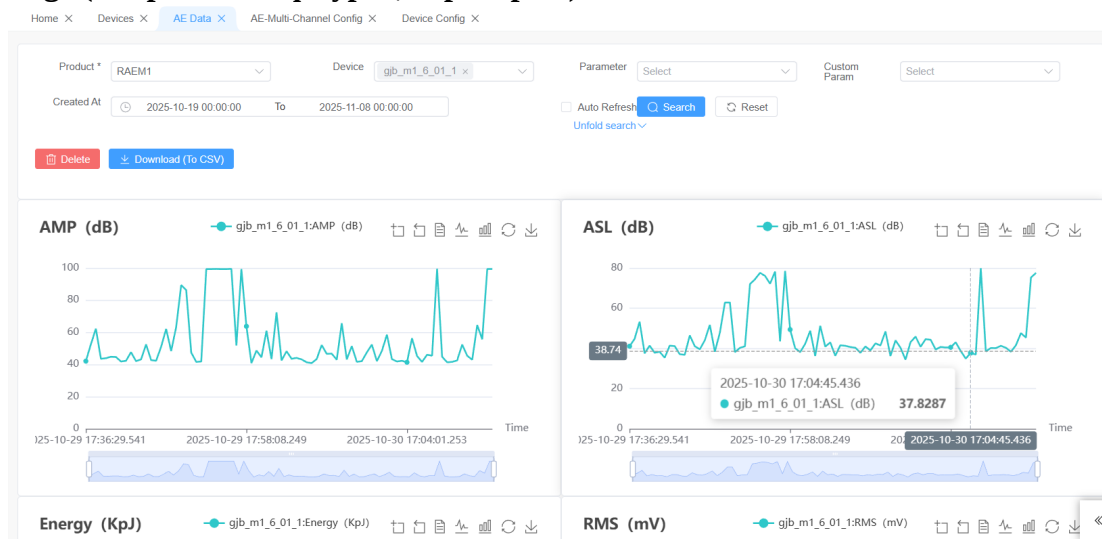


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-72 Сторінка даних АЕ

Клацніть будь-яку точку координат, і спливне вікно відобразить форму сигналу, що відповідає цій точці координат (параметру). Однак, якщо функцію **Enable sending waves (Увімкнути надсилання форм сигналу)** не увімкнено в **Parameter Config (Конфігурація параметрів)**, форма сигналу не вивантажується та не відображається тут. У спливному вікні **Wave (Форма сигналу)** відображаються час прибуття форми сигналу та інші 8 параметрів, вилучених із цієї форми сигналу. Коли курсор миші наводиться на форму сигналу,

відповідно відображаються її значення напруги та часова координата в кожній найближчій точці даних. Натисніть **Previous (Попередній)** або **Next (Наступний)**, щоб відобразити сусідні діаграми форм сигналу.



Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-73 Сторінка форми сигналу з даних АЕ



Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-74 Кнопки функцій графіка

Кнопки у верхньому правому куті як на графіках параметрів, так і на графіках форм сигналу — це функції зміни графіків, а саме Regional Zoom In (Регіональне збільшення), Regional Zoom Out (Регіональне зменшення), Data Table (Таблиця даних), Line Chart (Лінійний графік), Bar Chart (Стовпчаста діаграма), Restore (Відновити) та Save as Image (Зберегти як зображення).

- **Regional Zoom In (Регіональне збільшення):** Натисніть кнопку «Regional Zoom-in» (Регіональне збільшення), потім за допомогою миші натисніть і перетягніть прямокутну область на графіку. Після відпускання миші відображатиметься лише вибрана область графіка (у часовій області).
- **Regional Zoom Out (Регіональне зменшення):** Натисніть кнопку «Regional Zoom-out» (Регіональне зменшення), і графік буде відновлено до попереднього етапу масштабування.
- **Data Table (Таблиця даних):** перелічити всі точки даних у вигляді таблиці.
- **Switch to line chart (Перемкнути на лінійний графік):** відобразити дані у вигляді лінійного графіка.
- **Switch to bar chart (Перемкнути на стовпчасту діаграму):** відобразити дані у вигляді стовпчастої діаграми.
- **Restore (Відновити):** Відновити до стану за замовчуванням.
- **Save as Image (Зберегти як зображення):** Ви можете зберегти зображення на свій комп'ютер.

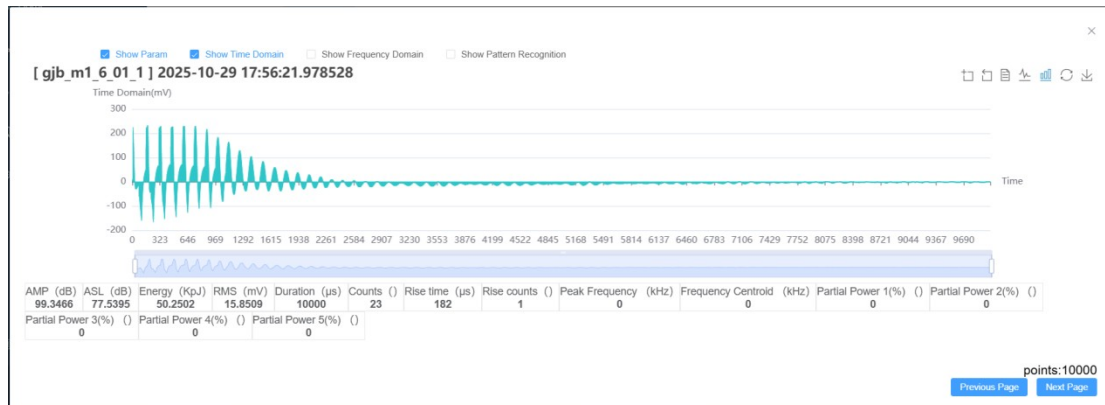


Рис. Хмарна платформа Qingsheng IoT-75 Сторінка форми сигналу перемикавання на стовпчасту діаграму

(2) Процедура завантаження даних

- **Download (To CSV) (Завантажити (у CSV)):** Завантажити дані АЕ локально у форматі CSV.

Кроки: **[Product] (Продукт)** Виберіть "RAEM1", **[Device] (Пристрій)** Виберіть номер пристрою, для якого потрібно завантажити дані, **[Creation Time] (Час створення)** виберіть час створення даних, які потрібно завантажити, та натисніть **[Download (To CSV)] (Завантажити (у CSV))**. У спливному вікні натисніть «OK», щоб почати завантаження даних. Після завершення з'явиться файл CSV з усіма параметрами з вибраного часового проміжку пристрою.

- **Download (To SWAE) (Завантажити (у SWAE)):** Завантажити дані АЕ локально у форматі, який може зчитати програма SWAE, а саме у форматах .PRA та .AED.

Натисніть **Download (Завантажити)**, щоб відкрити сторінку.

Рис. Хмарна платформа Qingsheng IoT-76 Сторінка завантаження даних АЕ
Завантажте та розпакуйте стиснутий файл, запустіть **aeDownloadProxyTool.exe**, виберіть **Device (Пристрій)** та **Created time (Час створення)**; якщо ви хочете завантажити дані форми сигналу, потрібно вибрати **Yes (Так)** для **Enable Sending Waves (Увімкнути надсилання форм сигналу)**, і натиснути **Submit (Надіслати)** після завершення налаштування.

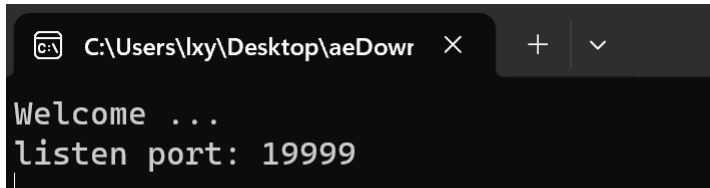


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-77 Вікно інструменту AE Download Proxy Tool
Після надсилання, коли у вікні запущеного інструмента відобразиться **download finish!!!** (завантаження завершено!!!), завантаження даних завершено.

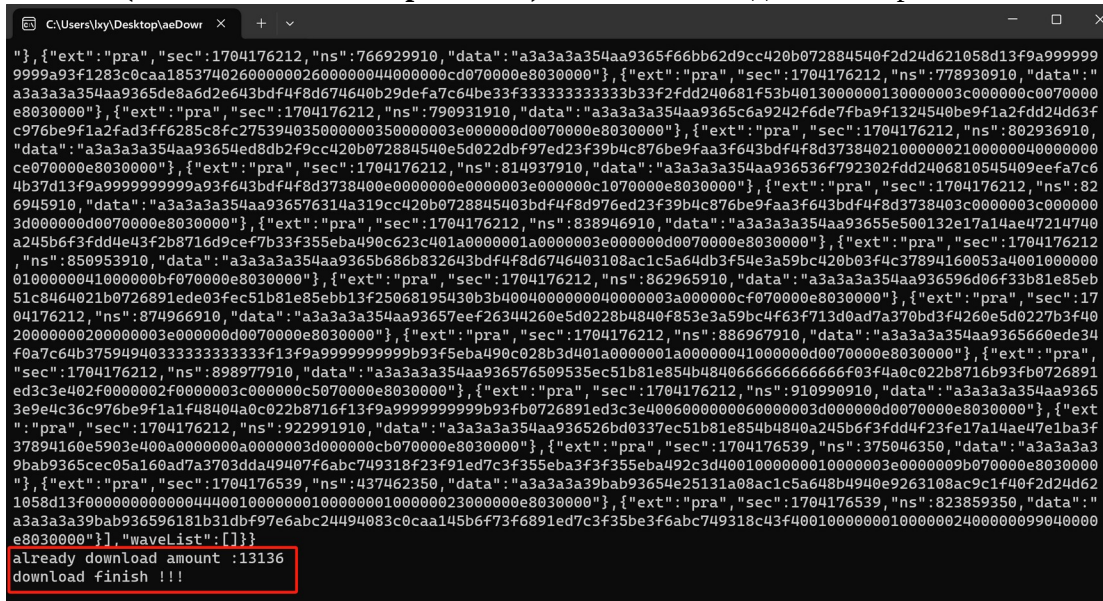


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-78 Вікно завершення завантаження даних АЕ
Після завершення завантаження ви можете переглянути завантажені дані в каталозі збереження.

Увага:

Каталог збереження — D:/AeData/ (шлях збереження файлу можна змінити). Дані зберігаються в підпапці в цьому каталозі. Назва підпапки — це час завантаження даних.

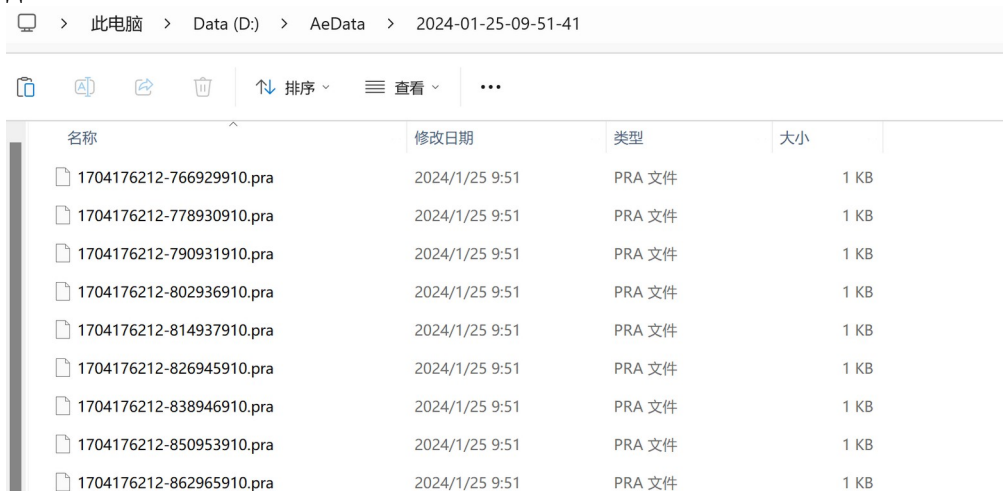


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-79 Завантажений файл
Операція перетворення формату даних:

Щодо конкретних кроків, будь ласка, зверніться до перетворення за допомогою програми **RAE1toU3H**.

Операція відтворення даних:

Відкрийте програму SWAE та перевірте, чи підтримуються пристрої RAEM1. Натисніть **Data Replay (Відтворення даних)**, потім натисніть **Replay Settings (Налаштування відтворення)** та виберіть файл даних для відтворення. Файли даних здебільшого включають файли форм сигналу з розширенням **.aed** та файли параметрів з розширенням **.pra**. Щоб підвищити швидкість та ефективність відтворення даних, ви можете вибрати для відтворення лише файл параметрів (.pra).

- ① За замовчуванням вибрано параметри та форму сигналу, і тип відтворення даних можна змінити за потреби. Коли вибрано обидва, файл параметрів і файл форми сигналу відтворюватимуться одночасно.

Примітка: Якщо вибрано **Waveform to parameter (Форма сигналу в параметр)**, під час відтворення форми сигналу автоматично згенерується новий файл параметрів.

- ② Встановіть швидкість відтворення (FPS), максимальне значення може бути 100000, натисніть **OK** після налаштування.
- ③ Натисніть **Replay (Відтворити)**.

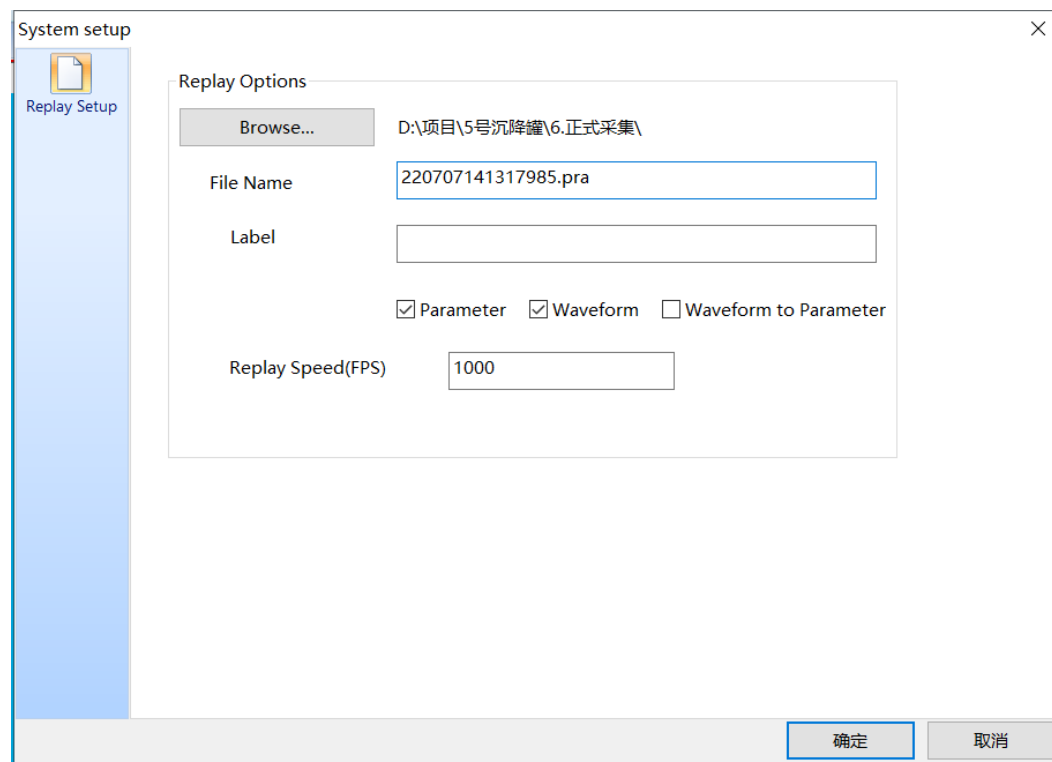


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-80 Вікно налаштування відтворення даних AE

(3) Операція видалення даних

Натисніть **AE Data (Дані АЕ)**, виберіть **Product, Device, Created time (Продукт, Пристрій, Час створення)**, натисніть **Delete (Видалити)**, після чого ви можете видалити дані вибраного пристрою за цей період.

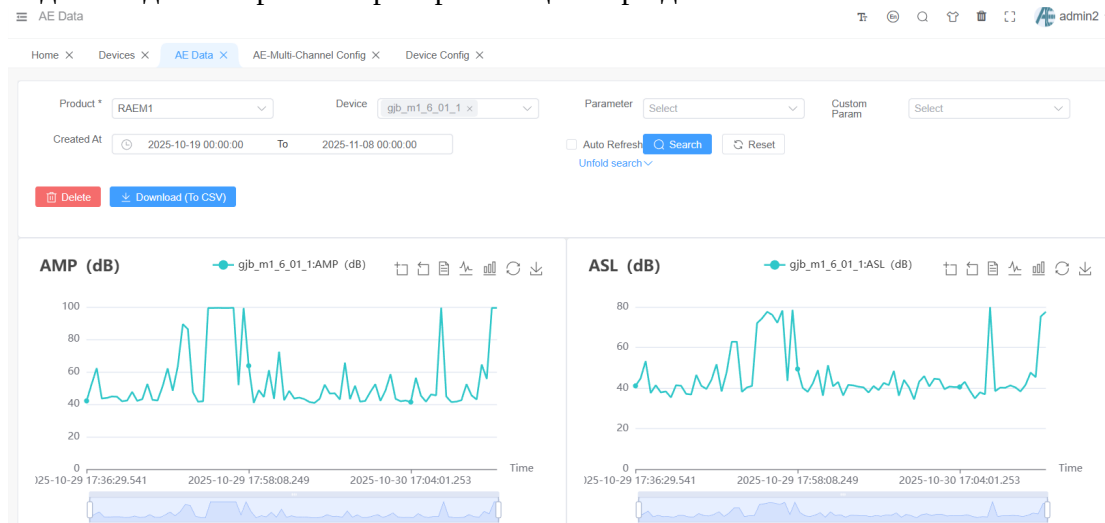


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-81 Вікно видалення даних АЕ

7.2.2. Дані оцінювання АЕ

Користувачам потрібно спочатку **увімкнути функцію оцінювання АЕ** в **Devices > Device Action > AE Rating Config (Пристрої > Дія пристрою > Конфігурація оцінювання АЕ)** у Розділі 7.1.2.5 та **налаштувати відповідні правила та рівні оцінювання**. Після цього пристрій отримає результат оцінювання після встановленого часу, і дані відобразяться на відповідній сторінці.

Операція перегляду результатів оцінювання: **IoT Data > AE Rating Data (Дані IoT > Дані оцінювання АЕ)**. Виберіть пристрій, для якого потрібно переглянути результати оцінювання. Доступні типи оцінювання: інтенсивність, комплексне та активність. Натисніть **[Search] (Пошук)**, щоб оновити відображення даних.

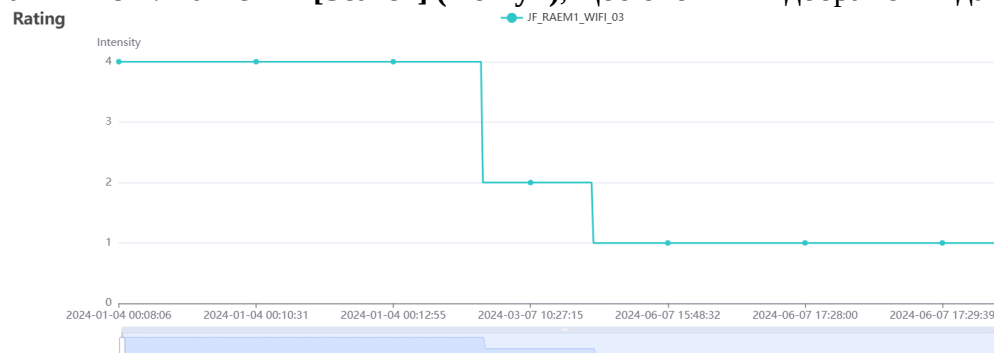


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-82 Вікно даних оцінювання АЕ

7.2.3. Кореляційний графік (Correlogram)

Кореляційний графік — це тип графіка зв'язку, який використовує два або більше параметрів акустичної емісії як горизонтальні та вертикальні координати для побудови кореляційних кривих, графіків розподілу точок, лінійних графіків тощо для характеризування сигналів акустичної емісії. Це основний прикладний інструмент для аналізу параметричних даних.

+ Add Graph (+ Додати графік): Додати додатковий кореляційний графік;

Save Settings (Зберегти налаштування): Зберегти всі наявні налаштування, включно з пристроями, часовим проміжком, точками та налаштуваннями всіх кореляційних графіків.

Restore Settings (Відновити налаштування): Відновити всі налаштування, збережені раніше;

Points (Точки): Максимальну кількість точок, що відображаються у відповідному графіку, можна вибрати зі 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000 та 20000;

Statistics mode (Режим статистики): Є два статистичні методи на вибір: **максимальне значення** та **середнє значення**;

Display mode (Режим відображення): включає три режими відображення: **лінійний**, **стовпчастий** або **точковий** графіки;

[X] axis (Вісь [X]): Параметри осі X включають час прибуття, амплітуду (АМР) (дБ), ASL (дБ), енергію (Кпдж), RMS (мВ), тривалість (мкс), підрахунки, час наростання (мкс), підрахунки наростання, пікову частоту (кГц), центроїдну частоту (кГц) та 5 сегментів часткового спектра потужності;

[X] Range (Діапазон [X]): Доступно **[X] Custom (Користувацький)** або **[X] Auto (Авто)**;

- **[X] Custom (Користувацький):** Відфільтрувати значення, що не входять у цей діапазон, на основі максимального та мінімального значень, введених користувачем;
- **[X] Auto (Авто):** Діапазон відображення координат відповідного графіка автоматично коригуватиметься відповідно до ситуації розподілу даних;

[Y] axis (Вісь [Y]): Параметри осі Y включають амплітуду (АМР) (дБ), ASL (дБ), енергію (Кпдж), RMS (мВ), тривалість (мкс), підрахунки, час наростання (мкс), підрахунки наростання, пікову частоту (кГц), центроїдну частоту (кГц) та 5 сегментів часткового спектра потужності;

[Y] Range (Діапазон): Доступно **[Y] Custom (Користувацький)** або **[Y] Auto (Авто)**;

- **[Y] Custom (Користувацький):** Відфільтрувати значення, що не входять у цей діапазон, на основі максимального та мінімального значень, введених користувачем;
- **[Y] Auto (Авто):** Діапазон відображення координат відповідного графіка автоматично коригуватиметься відповідно до ситуації розподілу даних.

Кроки виконання:

Виберіть **[Product] (Продукт)** та **[Device] (Пристрій)** → Виберіть часовий проміжок **[Created At] (Створено о)** → Виберіть **[Points] (Точки)** → **[Add Graph] (Додати графік)** за потреби. Виберіть **[Statistics Mode] (Режим статистики)** відповідно до конкретних потреб → Виберіть **[Display Mode] (Режим відображення)** → виберіть **параметр осі [X]** → виберіть **[X] Range (Діапазон [X])**. виберіть **параметр осі [Y]** → виберіть **[Y] Range (Діапазон [Y])**. → Після завершення налаштувань натисніть **[Start Statistics] (Почати статистику)**, щоб отримати та відобразити дані. Якщо ви хочете зберегти та відновити всі ці налаштування пізніше, натисніть **[Save Settings] (Зберегти налаштування)**, щоб зберегти, і натисніть **[Restore Settings] (Відновити налаштування)**, щоб відновити.



Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-83 Кореляційний графік

7.3. Тривоги

7.3.1. Користувачі тривог

Сторінка **[Alarm Users] (Користувачі тривог)** використовується для налаштування виведення сповіщень про тривогу. Коли спрацює тривога, інформація надсилається на попередньо встановлений телефон або електронну пошту.

Натисніть **[Alarms] (Тривоги)** → **[Alarm Users] (Користувачі тривог)**. Натисніть **[+Add (+Додати)]**, щоб додати контакт користувача та заповнити інформацію.

- **Contact (Required) (Контакт (обов'язково))**: Ім'я користувача.

- **Department (Required) (Відділ (обов'язково)):** Виберіть відділ нового користувача.
- **Language (Мова):** Виберіть між китайською або англійською.
- **Phone (Required) (Телефон (обов'язково)):** Номер телефону для сповіщень про тривогу.
- **Email (Електронна пошта):** Адреса електронної пошти для отримання сповіщень про тривогу.
- **Receive Freq (Частота отримання) (Required) (обов'язково):** (Примітка: Частота сповіщень визначається більшим значенням між частотою, встановленою у сценарії тривоги, та частотою, встановленою користувачем тривоги).

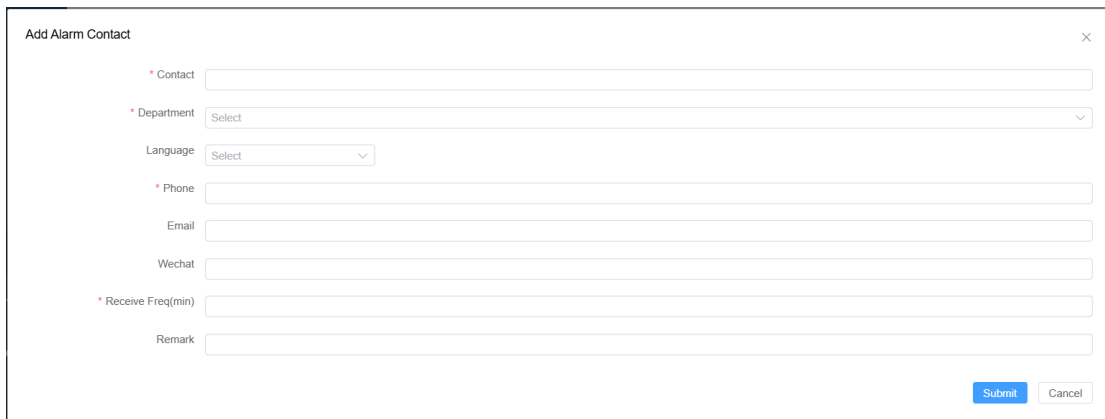


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-84 Додавання нового користувача тривоги

- **Bind Alarm Scene (Прив'язати сценарій тривоги):** Прив'язати користувача до сценарію тривоги.



Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-85 Прив'язування користувача до сценарію тривоги

7.3.2. Сценарій тривоги

Сценарій тривоги (Alarm Scenario): Ця сторінка використовується для налаштування користувачами власних сценаріїв тривоги. Наприклад, у застосуванні моніторингу обриву дроту у кабелях мостів сценарій можна налаштувати як **Wire Break Monitoring (Моніторинг обриву дроту)**.

Натисніть **[Alarms] (Тривоги) → [Alarm Scenario] (Сценарій тривоги)**. Натисніть **[+Add (+Додати)]**, щоб налаштувати сценарій тривоги.

The screenshot shows a web form titled "Add Alarm Scene" with a close button (X) in the top right corner. The form contains the following fields:

- * Alarm Name**: A text input field.
- * Type**: A dropdown menu with "Select" as the placeholder.
- * Department**: A dropdown menu with "Select" as the placeholder.
- * Alarm Level**: A text input field.
- * Frequency(min)**: A text input field.
- Notice Way**: A dropdown menu with "Select" as the placeholder.
- * Bind Type**: A dropdown menu with "Select" as the placeholder.
- * Status**: A dropdown menu with "Select" as the placeholder.
- Remark**: A text input field.

At the bottom right of the form, there are two buttons: a blue "Submit" button and a grey "Cancel" button.

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-86 Сторінка додавання нового сценарію тривоги

Alarm Name (Required) (Назва тривоги (обов'язково)): Введіть назву нової тривоги.

Type (Required) (Тип (обов'язково)): Варіанти включають Intensity (Інтенсивність), Activity (Активність), Comprehensive (Комплексний), Wire Break (Обрив дроту) та Tank Report (Звіт по резервуару).

Department (Required) (Відділ (обов'язково)): Виберіть відділ, до якого потрібно додати сценарій тривоги. Після вибору сценарій тривоги буде додано лише в межах цього відділу.

Alarm Level (Required) (Рівень тривоги (обов'язково)): Виберіть на основі обраного типу.

- **Intensity and Comprehensive (Інтенсивність та комплексний):** Рівні тривоги — від 1 до 4.

- **Activity (Активність):** Рівні тривоги — від 1 до 3.
- **Wire Break (Обрив дроту):** Оцінювання залежить від оцінювання інтенсивності.

Frequency (Required) (Частота (обов'язково)): Частота, з якою платформа надсилає сповіщення, мінімум 1 хвилина.

Binding type (Тип прив'язування) (Required) (обов'язково): Ви можете вибрати прив'язування до окремого пристрою або до пристроїв у межах усієї групи пристроїв;

Status (Стан) (Required) (обов'язково): Увімкнути або вимкнути тривогу;
Поверніться на сторінку **[Alarm Scenario] (Сценарій тривоги)**, у стовпці **[Action] (Дія):**

Bind Contact (Прив'язати контакт): прив'язати користувача тривоги;

Edit Bind Contact ×

* Alarm Name

Contact ☒ Check All

☐ kong1(13450290122)	☐ luxuexue(18565497673)	☐ liu(01118088970920)	☐ linhc(13881748546)	☐ 谢(19128603116)	☐ wyy(17520445654)
☐ kwt(13450290122)	☐ 演示(18565497673)	☐ Demo(12345678)	☐ 张立栋(18001031791)	☐ Kamil Test(788008912)	☐ 冯(13128662890)
☒ Leo(13822113017)	☐ 曹桂乾(15211110720)				

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-87 Прив'язування сценарію до контакту

Bind Device (Прив'язати пристрій): Прив'язати до пристроїв, що потребують тривоги.

Edit Bind Device

* Alarm Name

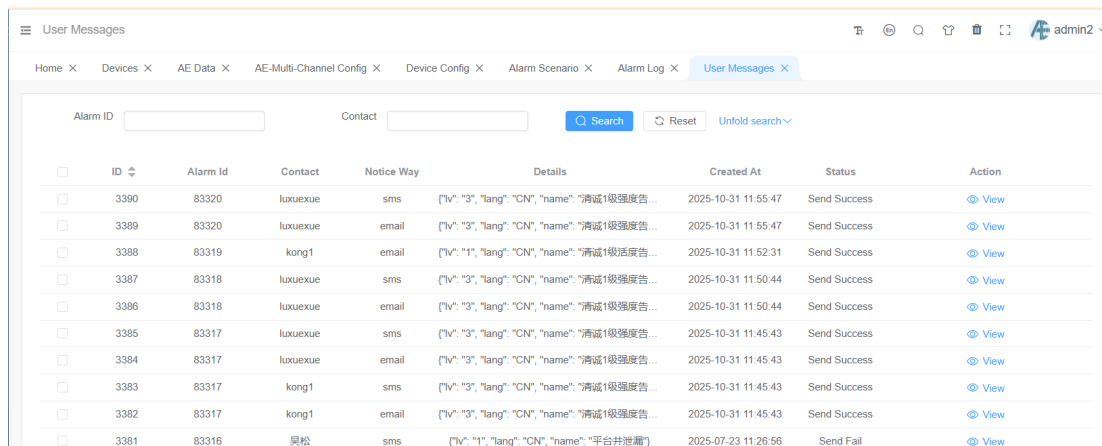
Device ☒ Check All

☐ qc_raem2_4g_03	☐ qc_raem1_test_0333	☐ qc_raem1_4g_93	☐ qc_raem2_4g_01	☐ qc_raem2_4g_02	☐ qc_raem2_4g_12	☐ qc_raem2_4g_88
☐ qc_raem1_test_0015	☐ qc_raem1_test_0010	☐ qc_raem2_4g_21	☐ qc_lora_gw_01	☐ qc_raem2_lora_11	☐ qc_raem2_4g_08	
☐ qc_raem2_lora_12	☐ qc_lora_gw_02	☐ qc_raem1_test_0001	☐ qc_raem1_test_0002	☐ qc_raem1_test_0005	☐ qc_raem1_test_0006	
☐ qc_raem1_test_0004	☐ qc_raem2_4g_14	☒ JF_RAEM1_WIFI_03	☐ qc_raem1_wifi_236	☐ qc_raem1_4g_293	☐ qc_raem1_4g_294	
☐ qc_raem1_4g_295	☐ qc_raem1_4g_296	☐ qc_raem1_4g_297	☐ qc_raem2_4g_11	☐ DK1166+837	☐ DK1166+850	☐ DK1166+863
☐ tjdx_raem1_004	☐ qc_bwm1_test_0011	☐ qc_bwm1_test_0012	☐ qc_bwm1_test_0013	☐ qc_bwm1_test_0014	☐ qc_bwm1_test_0016	

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-88 Прив'язування сценарію до пристрою

7.3.3. Повідомлення користувача

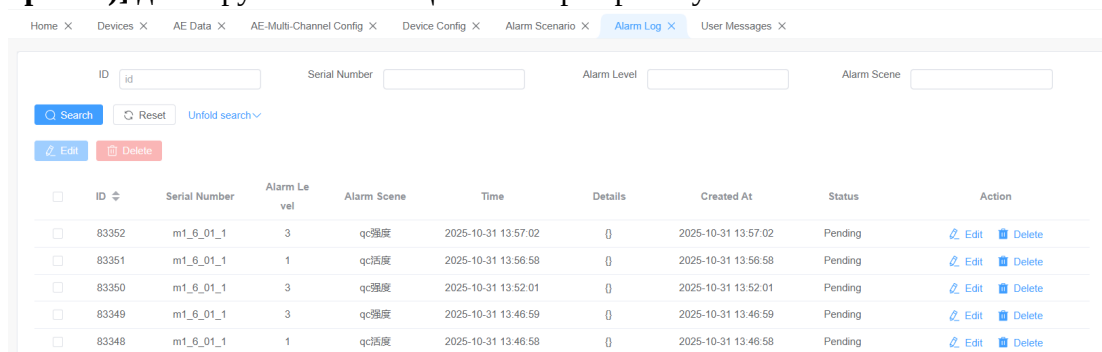
Натисніть **[Alarms] (Тривоги)** → **[User Messages] (Повідомлення користувача)**, і ви зможете переглянути останні сповіщення про тривогу.



ID	Alarm Id	Contact	Notice Way	Details	Created At	Status	Action
3390	83320	luxuexue	sms	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:55:47	Send Success	View
3389	83320	luxuexue	email	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:55:47	Send Success	View
3388	83319	kong1	email	["iv": "1", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:52:31	Send Success	View
3387	83318	luxuexue	sms	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:50:44	Send Success	View
3386	83318	luxuexue	email	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:50:44	Send Success	View
3385	83317	luxuexue	sms	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:45:43	Send Success	View
3384	83317	luxuexue	email	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:45:43	Send Success	View
3383	83317	kong1	sms	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:45:43	Send Success	View
3382	83317	kong1	email	["iv": "3", "lang": "CN", "name": "清诚1级强度告...]	2025-10-31 11:45:43	Send Success	View
3381	83316	吳松	sms	["iv": "1", "lang": "CN", "name": "平台井道...]	2025-07-23 11:26:56	Send Fail	View

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-89 Перегляд повідомлення про тривогу

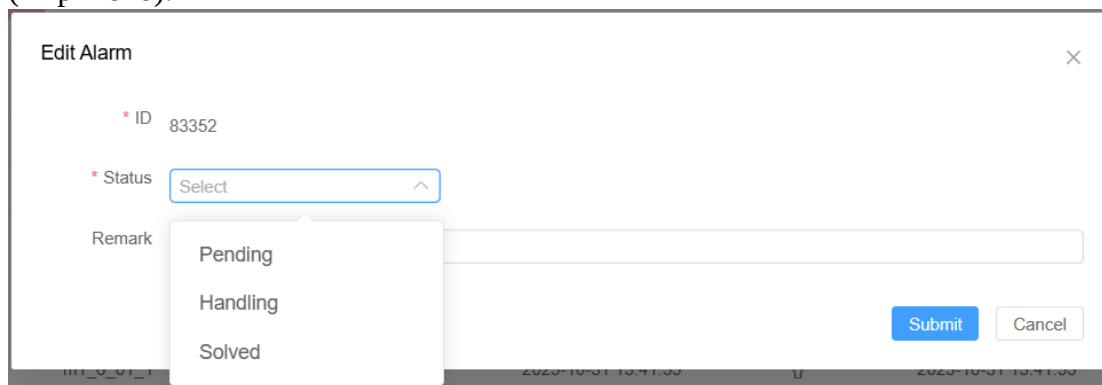
Натисніть **[View (Переглянути)]**, щоб перейти на сторінку **[Alarm Log (Журнал тривог)]** для керування сповіщеннями про тривогу.



ID	Serial Number	Alarm Level	Alarm Scene	Time	Details	Created At	Status	Action
83352	m1_6_01_1	3	qc强度	2025-10-31 13:57:02	{}	2025-10-31 13:57:02	Pending	Edit Delete
83351	m1_6_01_1	1	qc强度	2025-10-31 13:56:58	{}	2025-10-31 13:56:58	Pending	Edit Delete
83350	m1_6_01_1	3	qc强度	2025-10-31 13:52:01	{}	2025-10-31 13:52:01	Pending	Edit Delete
83349	m1_6_01_1	3	qc强度	2025-10-31 13:46:59	{}	2025-10-31 13:46:59	Pending	Edit Delete
83348	m1_6_01_1	1	qc强度	2025-10-31 13:46:58	{}	2025-10-31 13:46:58	Pending	Edit Delete

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-90 Перегляд журналу тривог

Натисніть **кнопку [Edit (Редагувати)]**, щоб обробити повідомлення про тривогу. Стан може бути «Pending» (В очікуванні), «Handling» (Обробляється) та «Solved» (Вирішено).



Edit Alarm

* ID 83352

* Status Select

Remark

Pending
Handling
Solved

[Submit](#) [Cancel](#)

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-91 Сторінка обробки тривоги

7.4. Функція AST

Натисніть **[IoT Tool (Інструмент IoT)]** → **[AST Test (Тест AST)]**. Виберіть пристрій, який потрібно протестувати; після натискання **[Submit (Надіслати)]** зачекайте трохи, щоб отримати результати тесту. Але зверніть увагу, що тест AST працює лише тоді, коли в пристрій вбудовано давач AST, наприклад серії RAEM2, BWM2.

Get Result (Отримати результат): Ви можете отримати найновіші результати AST.

Time Interval (s) (Часовий інтервал (с)): Інтервал у секундах для надсилання тесту AST.

Ast Test X

* Time Interval(s)

Device Group

* Series NO.
☒ Check All

☒ qc_bwm1_test_0011
☐ qc_bwm1_test_0012
☐ qc_bwm1_test_0013

☒ qc_bwm1_test_0018
☐ qc_bwm1_test_0019
☐ qc_bwm1_test_0010

Submit
Get Result

qc_bwm1_test_0011

qc_bwm1_test_0018

Series NO.	Time	AMP(dB)
qc_bwm1_test_0011	2024-03-04 16:35:27.000000	78.063
qc_bwm1_test_0018	2024-01-19 14:06:11.000000	61.116

Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-92 Сторінка AST та результати тестування

7.5. Резервуар-сховище

7.5.1. Звіт по резервуару-сховищу

Натисніть **[IoT Application] (Застосунок IoT) → [Storage Tank] (Резервуар-сховище) → [Storage Tank Report] (Звіт по резервуару-сховищу)**. Перейдіть на сторінку звіту з огляду резервуара, щоб встановити запланований час огляду для перегляду та завантаження звітів.

- **[Classifications] (Класифікації)**: Користувачі встановлюють рекомендовані значення для параметрів класифікації джерел акустичної емісії на основі стандарту *‘JB10764-2023 Неруйнівний контроль. Метод акустико-емісійного контролю та оцінювання металевих резервуарів-сховищ атмосферного тиску’*;
- **[Add] (Додати)**: додати нове обладнання для регулярного огляду резервуара з автоматичним виведенням звіту після завершення огляду;
 - Add (Додати): Додати запланований час огляду резервуарів-сховищ;
 - Start time (Час початку): Встановити час початку виявлення дефектів резервуара;
 - End time (Час завершення): Встановити час завершення виявлення дефектів резервуара;
 - Delete (Видалити): Видалити запланований час виявлення дефектів резервуарів-сховищ;
 - Confirm (Підтвердити): Зберегти налаштування.
- **[Report Status] (Стан звіту)**: Є три доступні стани: incomplete (незавершений), pending (в очікуванні) та verified (перевірений);
- **[View Report] (Переглянути звіт)**: Натисніть, щоб переглянути та завантажити цей звіт;
- **[Verify] (Перевірити)**: переглянути та перевірити новостворені звіти та змінити стан звіту;
- **[Status] (Стан)**: Поділяється на два стани: verified (перевірений) та pending (в очікуванні). Новостворені звіти (тобто зі станом "incomplete" (незавершений)) потребують зміни свого стану, інакше їх буде видалено системою.

Кроки виконання:

1. **[IoT Product] → [Device Groups] → [Add] (IoT-продукт → Групи пристроїв → Додати)**, щоб додати нову групу → виберіть **[Storage Tank Config] (Конфігурація резервуара-сховища)** після створення;
2. Заповніть основну інформацію, розташування датчиків, графік послідовності навантаження та запис затухання. Див. Розділ 7.1.1.1.

3. **[IoT Application] → [Storage Tank] → [Storage Tank Report] → [Classifications]** (Застосунок IoT → Резервуар-сховище → Звіт по резервуару-сховищу → Класифікації), щоб встановити рекомендовані значення параметрів класифікації джерел акустичної емісії відповідно до стандарту *JB10764-2023 Неруйнівний контроль. Метод акустико-емісійного контролю та оцінювання металевих резервуарів атмосферного тиску* (натисніть "Fill in Recommended Values" (Заповнити рекомендованими значеннями), щоб безпосередньо заповнити стандартними рекомендованими значеннями). Після налаштування натисніть **[Submit] (Надіслати)**;
4. **[Add] (Додати)**, щоб вибрати відділ, групу пристроїв та вибрати пристрої → **[Add] (Додати)** час огляду резервуара (час початку та час завершення) → **[Submit] (Надіслати)**;
5. Очікування завершення огляду резервуара;
6. Поверніться на сторінку звіту по резервуару-сховищу, натисніть **[Search] (Пошук)** → Знайдіть звіт → **[View Report] (Переглянути звіт)** → **[Verify] (Перевірити)**, щоб змінити стан звіту на "Verified" (Перевірений) або "Pending" (В очікуванні). У **[View Report] (Переглянути звіт)** натисніть **кнопку [Download] (Завантажити)** у нижньому правому куті, щоб завантажити звіт у форматі PDF.

7.5.2. Дані резервуара-сховища

[IoT Application] → [Storage Tank] → [Storage Tank Data] (Застосунок IoT → Резервуар-сховище → Дані резервуара-сховища), щоб перейти на сторінку даних резервуара-сховища для перегляду результатів оцінювання.

Користувачі можуть вибрати групу пристроїв для перегляду результатів оцінювання днища резервуара для цієї групи.

7.6. Моніторинг обриву сталевго дроту

Відповідно до стандарту JT/T 1037-2022 Технічні умови моніторингу конструкцій автодорожніх мостів акустико-емісійний моніторинг проводиться на кабелях висячих мостів, головних кабелях, вантах вантових мостів, а також на підвісках чи затяжках аркових мостів.

Вкажіть кількість обірваних дротів та частку обірваних дротів для кожного кабелю відповідно до стандарту (частка обірваних дротів — це відсоток обірваних дротів від загальної кількості дротів у кабелі).

Кроки операції моніторингу обриву сталевго троса в мості:

(1) **[Alarms] → [Alarm Scenario] (Тривоги → Сценарій тривоги)**, щоб ввести назву тривоги, рівень, частоту та метод сповіщення. Докладніше див. 7.3.2 Сценарій тривоги. Виберіть тип "Disconnection" (Обрив). Прив'яжіть пристрій та контакт.

(2) **[IoT Product] → [Devices] → [Device Action] → [Wire Break Config] (IoT-продукт → Пристрої → Дія пристрою → Конфігурація обриву дроту)**, введіть загальну кількість сталевих дротів та кількість обірваних дротів відповідно до фактичних умов.

(3) **[Alarms] → [Wire Break Monitor] (Тривоги → Моніторинг обриву дроту)**, виберіть пристрій, час створення та сценарій тривоги, потім натисніть **[Search (Пошук)]**, щоб переглянути частку та кількість обривів дроту.

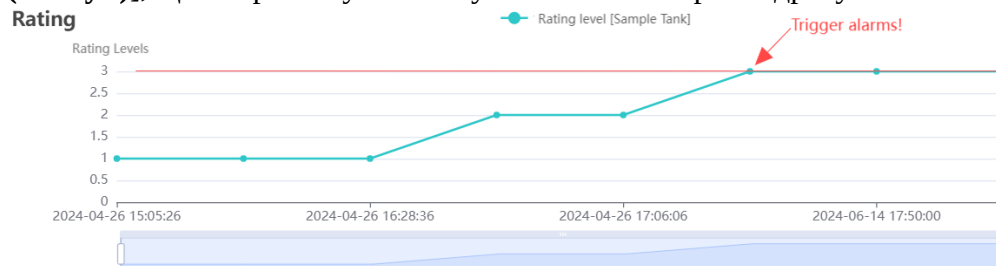


Рис. Хмарна платформа Qingcheng IoT-93 Частка обриву дроту