

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

Кафедра "Автоматизації
виробничих процесів"

В авторській редакції

РОЗПОДІЛЕНІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ

Навчально-методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт

Електронне видання



ДНІПРО

2025

УДК 658.5(076.5)

Р 65

Упорядники:

М. Д. Зінченко, М. В. Михайловський, В. І. Шибакінський

Електронне видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Протокол № 11 від 16.06.2025 р.

Р 65 Розподілені інформаційно-управляючі системи : навчально-методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / упоряд. М. Д. Зінченко, М. В. Михайловський, В. І. Шибакінський ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 55 с.

Навчально-методичні рекомендації містять опис та методику виконання лабораторних робіт, які підлягають опрацюванню під час вивчення дисципліни «Розподілені інформаційно-управляючі системи» Наведені вихідні дані, основна та необхідна довідкова інформація.

Призначаються для студентів, які здобувають освітній ступінь магістра на освітній програмі «Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка».

Іл.62. Табл. 3. Посилань: 8 назв.

© М. Д. Зінченко та ін., упорядкування, 2025

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025

ЗМІСТ

Передмова	4
1. Лабораторна робота № 1. Дослідження роботи модулів віддаленого збирання інформації ADAM-4000/RS-485	5
2. Лабораторна робота № 2. Дослідження роботи модулів віддаленого збирання інформації ADAM-5000	24
3. Лабораторна робота № 3. Дослідження роботи модулів віддаленого збирання інформації ADAM-6000 (Ethernet)	39
4. Лабораторна робота № 4. Дослідження роботи послідовного інтерфейсу RS-232 модулів віддаленого збирання інформації I-7000	47
Список літератури	54

ПЕРЕДМОВА

Навчальним планом підготовки магістрів зі спеціальності G7 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» на освітній програмі «Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка» з обов'язкової навчальної дисципліни «Розподілені інформаційно-управляючі системи» передбачене проведення чотирьох лабораторних робіт, які охоплюють навчальний матеріал дисципліни щодо застосування промислових комп'ютерних мереж та відповідних технічних засобів в автоматизованих інформаційних та управляючих системах.

Виконання даних лабораторних робіт має на меті досягнення здобувачами вищої освіти запланованого очікуваного результату навчання: «Аналізувати та оцінювати процес передачі даних у послідовних інтерфейсах, тестувати та досліджувати роботу послідовних інтерфейсів в системах управління із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення».

Виконання лабораторних робіт базується на відповідному лекційному матеріалі та передбачає отримання студентами практичних навичок з компонування промислових зовнішніх інтерфейсів та налаштування модулів віддаленого збирання інформації ADAM-4000(5000)/RS-485, ADAM-6000 /Ethernet.

При виконанні лабораторних робіт передбачене виконання низки завдань з розробки, налаштування та дослідження роботи модулів віддаленого збирання інформації ADAM-4000(5000)/RS-485, ADAM-6000 /Ethernet, послідовних інтерфейсів, зокрема, вирішення типових завдань, характерних для роботи фахівця, який опікується створенням систем автоматичного управління із застосуванням послідовних інтерфейсів.

Навчально-методичні рекомендації містять короткі загальні відомості про будову модулів віддаленого збирання інформації, особливості їх налаштування, методика та послідовність виконання завдань під час лабораторних занять та контрольні запитання.

1. Лабораторна робота №1. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОДУЛІВ ВІДДАЛЕНОГО ЗБИРАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ADAM-4000/RS-485

Мета: Вивчення будови та особливостей програмування модулів віддаленого збирання даних ADAM-4000.

1.1. Модулі віддаленого збирання даних ADAM-4000

1.1.1. Загальні відомості про модулі серії ADAM

Пристрої серії ADAM являють собою набір інтелектуальних модулів, які забезпечують інтерфейс датчик-комп'ютер та містять вбудовані мікроконтролери. Модулі дистанційно управляються за допомогою простого набору команд, які видаються в ASCII-форматі та передаються за комунікаційним протоколом RS-485.

Модулі ADAM забезпечують узгодження сигналів, їх гальванічну ізоляцію, перетворення діапазонів, аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення сигналів, порівняння та цифрову передачу даних.

Модулі ADAM передбачають програмне конфігурування та калібрування. Конфігурування виконується командами, що надходять від системного комп'ютера, і дозволяє встановити один з можливих діапазонів входу за напругою, за видом термопари або термометру опору. Адреса введення/виведення, швидкість передачі даних, контроль парності, верхні та нижні межі контролю, параметри калібрування можуть бути встановлені дистанційно. Параметри конфігурування та калібрування можуть бути збережені в енергонезалежній пам'яті.

Модулі ADAM заживлюються напругою +24В від нерегульованих блоків живлення постійного струму. Дозволяється застосовувати будь-які блоки живлення з напругою в діапазоні від +10В до +30В постійного струму. Пульсації напруги живлення мають бути обмежені максимальним розмахом амплітуди 5В, а миттєва величина пульсації напруги має перебувати в інтервалі між +10В та +30В.

Модулі ADAM можуть здійснювати обмін інформацією з будь-яким комп'ютером або терміналом за інтерфейсом RS-485. Зв'язок виконується командами в текстовому ASCII-форматі, що дозволяє застосовувати будь-яку мову програмування. Кожний модуль має власний набір з приблизно 10-ти команд.

Завдяки тому, що модулі можуть бути встановлені безпосередньо на об'єкті автоматизації, забезпечується зниження впливу перешкод під час вимірювання сигналів, що надходять від датчиків. До багатоточкової мережі з інтерфейсом RS-485 може бути приєднано до 256 модулів. Застосування повторювачів інтерфейсу дозволяє підвищити максимальну відстань передачі даних до 1200 м. Підключення до мережі системного комп'ютера

виконується через один з COM-портів за допомогою інтерфейсного перетворювача. З'єднання модулів в мережі виконується дводровним кабелем – екранована вита пара.

Кожний модуль міститься в пластиковому корпусі, який захищає його від корозії, вологи та вібрації. Модулі можуть працювати в широкому температурному діапазоні від 0°C до 70°C за відносної вологості 0-95 % (за відсутності конденсату).

Монтаж модулів здійснюється пакетом (етажеркою) або встановленням на DIN-рейку (рис.1.1).

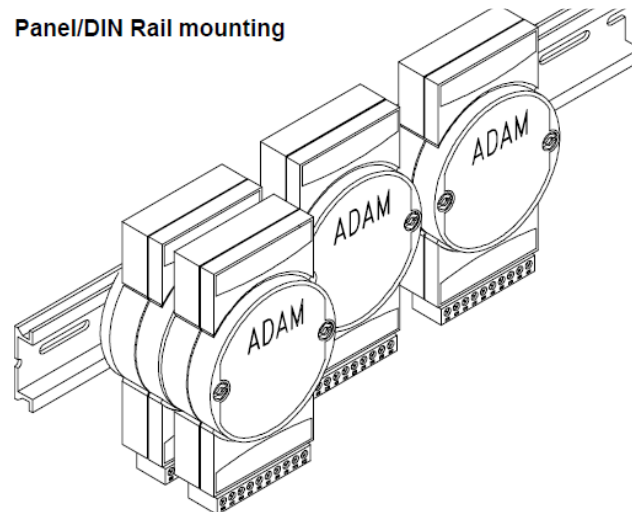


Рис.1.1. Встановлення модулів ADAM-4000 на DIN-рейку

1.1.2. Будова та схеми підключення модулів ADAM-4000

Розглянемо будову модулів серії ADAM-4000 на прикладі модуля введення аналогових сигналів ADAM-4011. Структурна схема цього модуля наведена на рис. 1.2.

До складу модуля входять мультиплексор, підсилювач з можливістю регулювання коефіцієнту посилення, фільтр 10 Гц, 16-розрядний аналого-цифровий перетворювач, вузол гальванічного опторозв'язування, мікроконтролер, EEPROM-пам'ять, один дискретний вхід, два дискретні виходи та комунікаційний порт RS-485.

Сигнал від датчика через мультиплексор надходить до підсилювача, а далі крізь фільтр – до АЦП. Двійковий код з виходу АЦП крізь вузол опторозв'язування надходить до мікроконтролера, де піддається обробці та перетворенню у двійковий послідовний код, який крізь комунікаційний порт надсилається до віддаленого комп'ютера за протоколом RS-485.

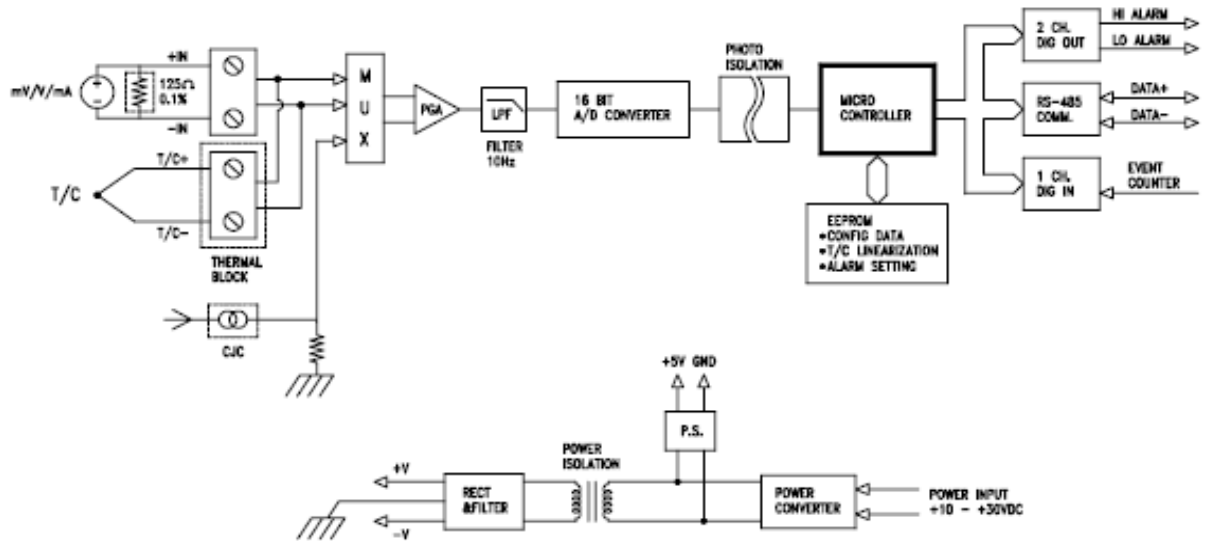


Рис. 1.2. Структурна схема модуля ADAM-4011

Мікроконтролер, що входить до складу модуля ADAM-4011, має шість базових функцій:

- лінеаризація термопар;
- комунікаційне програмне забезпечення та система команд;
- калібрування;
- аварійна сигналізація;
- лічильник подій;
- управління EEPROM-пам'яттю, що зберігає системні параметри;
- перетворення даних.

Дискретні входи та виходи забезпечують формування сигналів аварійної сигналізації.

Під'єднання модулів ADAM до віддаленого комп'ютера можна здійснити у різні способи. Якщо комп'ютер має COM-порт з інтерфейсом RS-485, підключення здійснюється безпосередньо до цього порту.

Якщо в комп'ютері відсутній COM-порт з інтерфейсом RS-485, для підключення застосовують конвертер ADAM-4520 (RS-485/RS-232). Відповідна схема підключення наведена на рис. 1.3.

Якщо існує потреба у декількох портах з інтерфейсом RS-485, застосовують мультипортові плати.

Налаштування модулів полягає у виборі швидкості передачі та в установці адреси модуля. Заводська установка швидкості та адреси має наступні значення: швидкість передачі – 9600 біт/с, адреса модуля – 01 (шістнадцятковий код), контрольна сума – відсутня (disabled).

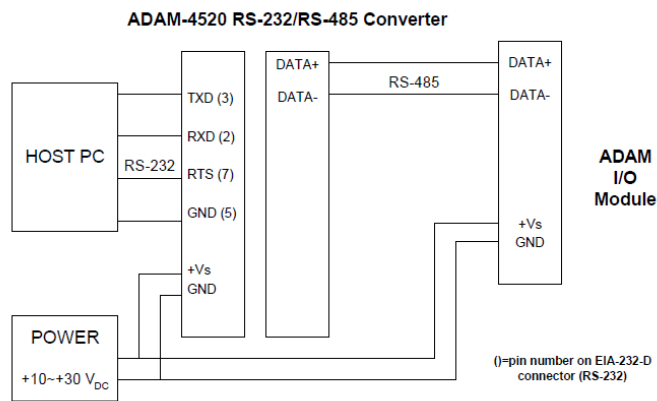


Рис. 1.3. Схема підключення модуля до комп'ютера

За відсутності інформації про адресу модуля та швидкість передачі даних застосовують вхід INIT, за допомогою якого встановлюються такі параметри модуля:

- швидкість передачі – 9600 біт/с,
- адреса модуля – 00 (шістнадцятковий код),
- контрольна сума – відсутня (disabled).

Застосування входу INIT здійснюється у наступній послідовності:

- 1) подати живлення на всі компоненти схеми (рис. 1.4) окрім модуля ADAM;
- 2) підключити вхід INIT до GND живлення модуля;
- 3) увімкнути модуль та зачекати 7 с для здійснення самокалібрування модуля;
- 4) вимкнути модулі та зняти перемичку між входом INIT та GND живлення модуля;
- 5) зачекати 7 с та перевірити значення встановлених параметрів в комп'ютері;
- 6) увімкнути модуль та перевірити встановлені параметри.

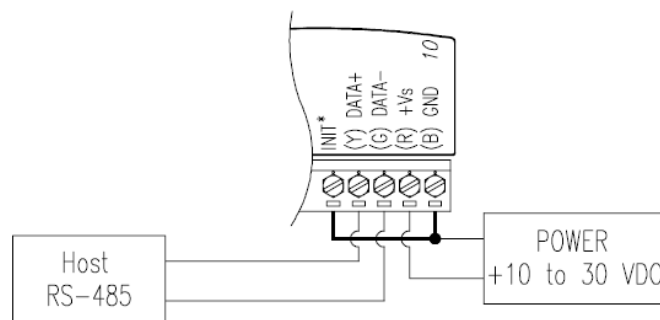


Рис. 1.4. Схема підключення при ініціалізації модулів

Приклад застосування модуля ADAM-4011 в системі автоматичного регулювання температури наведено на рис. 1.5.

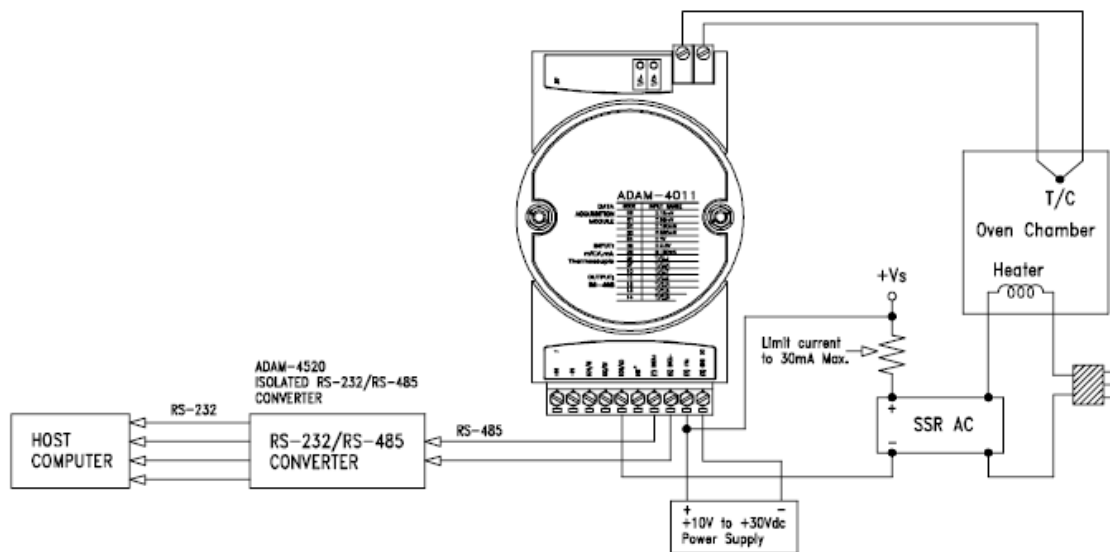


Рис. 1.5. Приклад застосування модуля ADAM-4011 в системі автоматичного регулювання температури

1.1.3. Програмування модулів ADAM-4000

Команди, що входять до системи команд модулів ADAM-4000, мають таку структуру:

[роздільник] [адреса] [команда] [дані] [контрольна сума] [повернення каретки].

Кожна команда починається з роздільника. Існує 4 типи роздільників: знак долара \$, знак фунта #, знак відсотка %, знак @.

Роздільник це двосимвольна адреса, яка визначає тип модуля. Адреса модуля також двосимвольна.

Усі команди мають бути записані прописними літерами.

Система команд поділяється на 4 групи:

- 1) команди аналогових вхідних модулів;
- 2) команди аналогових вихідних модулів;
- 3) команди дискретних вхідних/вихідних модулів та релейного вихідного модуля;
- 4) команди лічильників.

Команда конфігурування модуля, яка задається з комп'ютера, встановлює: адресу; швидкість передачі; формат даних; статус контрольної суми та/або час інтегрування для аналогових вхідних модулів і має вигляд

%AANNTTCCFF (cr).

Синтаксис:

% – символ – роздільника;

AA – (діапазон 00-FF) 2-символьна шістнадцяткова адреса аналогового вхідного модуля, який конфігурується;

NN – (діапазон 00-FF) нова шістнадцяткова адреса аналогового вхідного модуля;

TT – код діапазону вимірювання вхідного сигналу;

CC – код швидкості передачі;

FF – шістнадцяткове число, яке дорівнює 8 бітам і задає формат даних, статус контрольної суми, час інтегрування;

(cr) – символ кінця, повернення каретки (0Dh).

Розміщення 8-бітного параметра наведено на рис. 1.6. Біти 2-5 не застосовуються та встановлюються в «0».

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 1.6.Схема бітів 8-бітного параметра FF:

7 біт – час інтегрування

0 – 50 мс (при частоті живленні 60 Гц)

1 – 60 мс (при частоті живленні 50 Гц)

6 біт – статус контрольної суми

0 – не застосовується (Disabled)

1 – застосовується (Enabled)

5-2 біти – не застосовуються

1-0 біти – формати даних

00 – інженерні одиниці

01 – % від повної шкали

10 – шістнадцятковий код

11 – Ом (для модулів 4013 і 4015)

Відповідь на команду від модуля:

- !AA(cr) – якщо команда введена правильно;

- ?AA(cr) – якщо був введений невірний параметр або вивід IINIT не був підключений до GND, коли була здійснена спроба змінити швидкість передачі або налаштування контрольної суми.

Відповідь модуля відсутня, якщо модуль виявляє синтаксичну помилку або помилку зв'язку або обрана адреса не існує.

! символ роздільника вказує, що отримана правильна команда.

? символ роздільника вказує, що отримана невірна команда.

AA (діапазон 00-FF) 2-символьна шістнадцяткова адреса аналогового вхідного модуля.

(cr) – символ кінця, повернення каретки (0Dh).

Приклад:

Команда:

%2324050600(cr)

Відповідь:

!24(cr)

Модуль ADAM-4011 з адресою 23h конфігурується на адресу 24h, вхідний діапазон $\pm 2,5$ В, швидкість передачі 9600, час інтегрування 50 мс (60 Гц), формат даних – інженерні одиниці, перевірки контрольної суми відсутні.

Відповідь вказує, що команда отримана.

Необхідно зачекати 7 с для встановлення нової конфігурації, після чого застосувати нову команду.

Команда введення аналогових даних.

#AA – введення аналогових даних

Опис – команда повертає значення входу з обраного модуля з адресою AA в обраному форматі даних.

Синтаксис:

#AA(cr);

– символ роздільника;

AA – (діапазон 00-FF) 2-символьна шістнадцяткова адреса аналогового вхідного модуля;

(cr) – символ кінця, повернення каретки (0Dh).

Відповідь:

>(data))(cr)

Відповідь модуля відсутня, якщо модуль виявляє синтаксичну помилку або помилку зв'язку, або обрана адреса не існує.

> – символ роздільника;

(data) – значення входу в обраному форматі опитаного модуля.

(cr) – символ кінця, повернення каретки (0Dh).

Приклад:

Команда:

#33(cr);

Відповідь:

>+5.8222(cr);

Команда опитує вхідний аналоговий модуль з адресою 33h для зчитування вхідного сигналу.

Аналоговий вхідний модуль відповідає +5.8222 В. (обраний формат даних аналогового вхідного модуля в такому випадку є інженерні одиниці).

1.1.4. Опис модуля ADAM-4018

Модуль ADAM-4018 є 16-бітовим 8-канальним модулем аналого-цифрового перетворення з програмованими діапазонами вхідних сигналів на усіх каналах та інтерфейсом RS-485. Він має оптично ізольовані входи, які забезпечують ізоляцію 3000 В постійного струму між аналоговими входами та вузол, що забезпечує захист модуля та периферії від високої напруги на вході.

Модуль захищає обладнання від короткого замикання на землю та від стрибків напруги. Модуль має 16-бітний сигма-дельта АЦП для перетворення сигналів напруги та струму в цифрові коди, які перетворюються в інженерні одиниці. Якщо комп'ютер надсилає запит до модуля, той передає вимірювані дані за протоколом інтерфейсу RS-485.

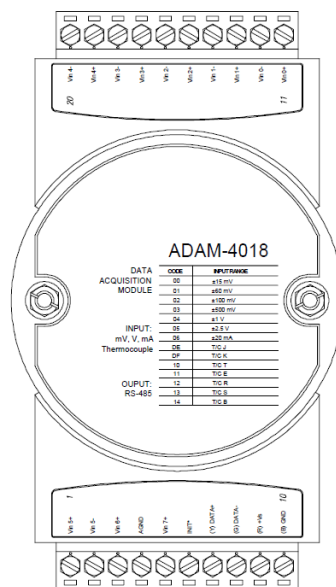


Рис. 1.7. Зовнішній вигляд модуля ADAM-4018

Технічні характеристики модуля ADAM-4018:

- аналогові вхідні канали – 8 диференціальних для ADAM-4018;
- тип входу – мВ, В та мА;
- вхідний діапазон – J, K, T, E, R, S та B Термопар
- ± 15 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, $\pm 2,5$ В і ± 20 мА;

Для струмового входу необхідно застосовувати паралельно до входу резистор 125 Ом;

- вихід – RS-485 (2-провідний);
- швидкість (біт/с) – 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2К, 38.4К;
- максимальна відстань – 1200 м;
- напруга ізоляції – 3000 В постійного струму;
- частота дискретизації – 10 вибірок/с;
- смуга пропускання – 13,1 Гц;
- точність – $\pm 0,1\%$ або краще;

- дрейф нуля – $\pm 0,3$ мкВ/°С;
- дрейф діапазону – ± 25 ppm/°С;
- CMR при 50/60 Гц – 92 дБ;
- вхідний опір – 1,8 МОм;
- сторожовий таймер – Так;
- вимоги до живлення – від +10 до +30 В постійного струму (нерегульований);
- споживана потужність – 0,8 Вт.

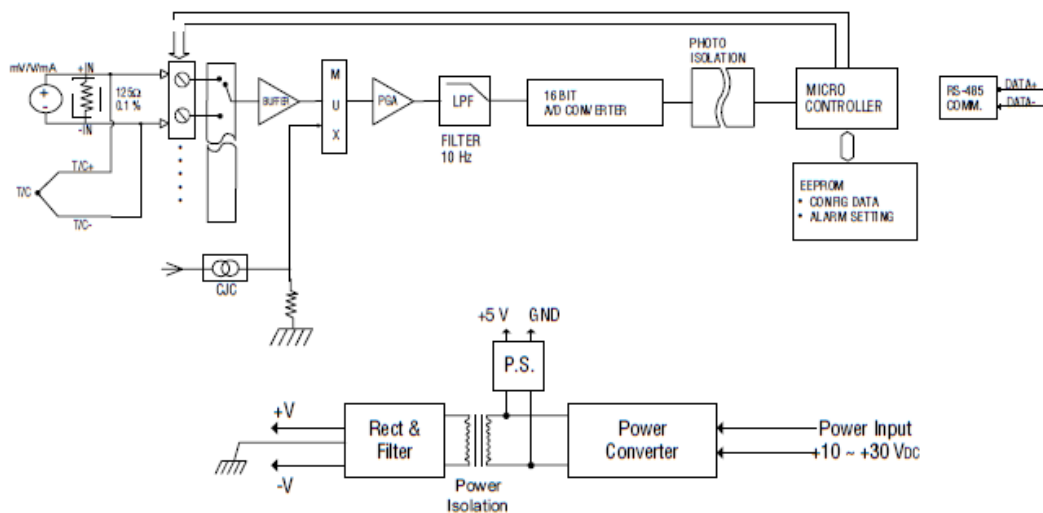


Рис. 1.8. Структурна схема модуля ADAM-4018

1.1.5. Опис модуля ADAM-4520

ADAM-4520 є ізольованим перетворювачем інтерфейсу для систем, попередньо обладнаних інтерфейсом RS-232. Він прозора перетворює сигнали інтерфейсу RS-232 в ізольовані сигнали інтерфейсів RS-422 або RS-485.

Технічні характеристики модуля ADAM-4520:

- швидкість передачі (біт/с): 1200, 2400, 4800, 9600, 19,2К, 38,4К, 57,6К, 115,2 К;
- керування RTS та режим RS-422 (перемикається);
- напруга ізоляції: 3000 В постійного струму;
- роз'єм інтерфейсу RS-232: гніздо DB-9;
- роз'єм інтерфейсу RS-422/RS-485: гвинтова клемма;
- споживана потужність: 1,2 Вт;
- вимоги до живлення: – від +10 до +30 В постійного струму із захистом від змінення полярності живлення (нерегульований);
- корпус: АБС з деталями для кріплення;
- робоча температура: -10 ~ 70°С;

- температура зберігання: -25 ~ 85°C;
- вологість: 5 ~ 95%, без конденсації

Опис перемикачів:

- **DIP-перемикачі** в модулях перетворювача та ретранслятора ADAM встановлюють формат даних (кількість бітів) і швидкість передачі для мережі ADAM.

- **перемикач SW1** керує форматом даних. Дані можуть бути 9, 10, 11 або 12 біт. Заводське значення за замовчуванням становить 10 біт: один стартовий біт, вісім бітів даних, без біта парності та один стоповий біт.

При використанні конвертера в поєднанні з іншими модулями ADAM, не змінюйте налаштування за замовчуванням, тому що модулі ADAM мають фіксований формат даних з десяти біт даних.

Варіант зміни на 9, 11 або 12 біт призначений для використання з іншими модулями (окрім модулів ADAM), які мають різні формати даних. Якщо ви зміните формат даних, майте на увазі, що вам доведеться змінити параметри формату даних на всіх інших модулях у мережі.

- **перемикач SW2** встановлює швидкість передачі даних. Варіанти від 1200 біт/с до 115,2 Кбіт/с. Заводське значення за замовчуванням становить 9600 біт/с. Якщо змінюється швидкість передачі даних, необхідно змінити швидкість передачі даних для всіх підключених модулів відповідно.

Модулі не адресуються головним комп'ютером, швидкість передачі даних і формат даних повинні бути встановлені за допомогою SW1 та SW2, які знаходяться всередині модуля.

Параметри за замовчуванням:

- швидкість передачі даних – 9600 біт/с;
- формат даних – 10 біт.

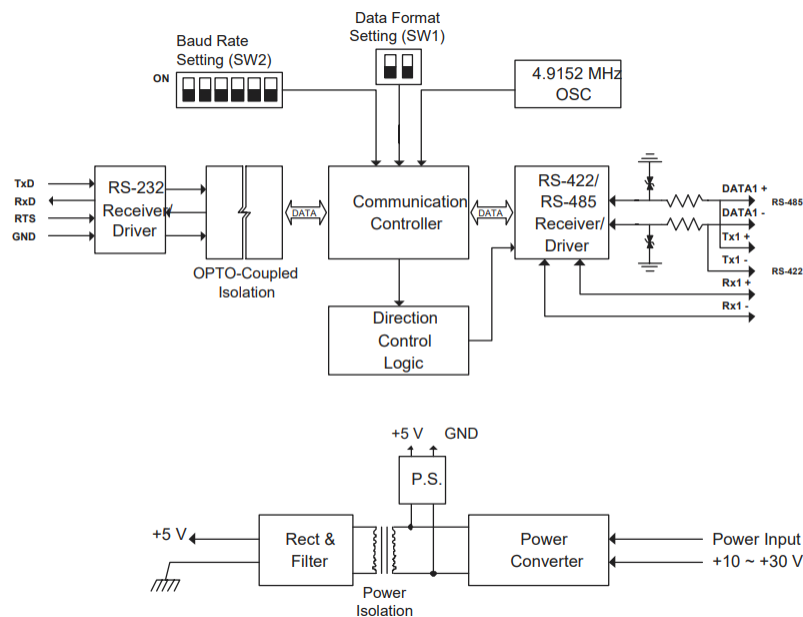


Рис. 1.9. Структурна схема модуля ADAM-4520

1.2. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка складається з персонального комп'ютера (A1), конвертера ADAM-4520 (A2), який перетворює сигнали інтерфейсу RS-232 в сигнали RS-485 та зворотно і який з одного боку підключений кабелем до COM-порту комп'ютера з інтерфейсом RS-232, а з іншого – до модулів ADAM з двопровідним інтерфейсом RS-485.

Схема підключення модулів ADAM-4000 до комп'ютера наведена на рис. 1.10.

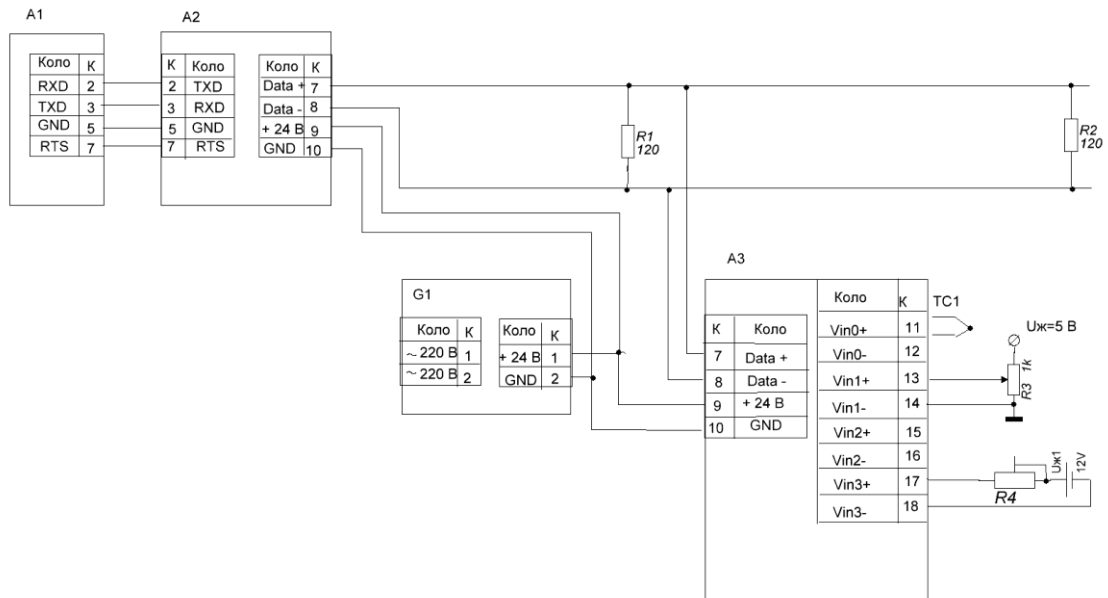


Рис. 1.10. Схема лабораторної установки:

A1 – персональний комп'ютер, A2 – конвертер ADAM-4520, A3 – модуль введення аналогових сигналів ADAM-4018, A4 – логічний аналізатор, G1 – джерело живлення (=24В), TC1 – хромель-алюмелева терморезистор, R1, R2 – термінальні резистори (120 Ом), R3- потенціометр, R4 – змінний резистор

До конвертера ADAM-4520 підключений модуль введення аналогових сигналів ADAM-4018 (A3), на входи якого надаються сигнали напруги, струму та температури з терморезисторами типу К.

Живлення модулів ADAM здійснюється від джерела живлення (G1) напругою 24 В постійного струму.

1.3. Порядок виконання лабораторної роботи

1.3.1. Зібрати експериментальну установку, підключити модулі до комп'ютера за схемою на рис. 1.10.

1.3.2. Запустити тестову програму ADAM 4000-5000 Utility. Вигляд вікна програми наведений на рис. 1.11.

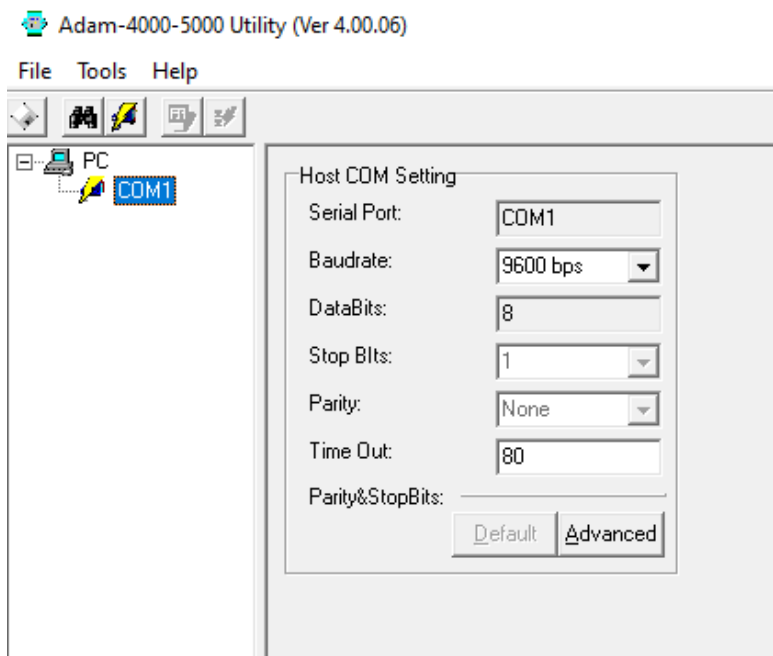


Рис. 1.11. Вікно програми ADAM 4000-5000 Utility

1.3.3. Налаштувати модуль ADAM-4018.

Після подачі напруги на модулі ADAM засвітяться світлодіоди на модулях й у вікні програми з'явиться позначення та параметри COM-порту, до якого підключений модуль (рис. 1.12): швидкість – 9600 бітів/с; кількість бітів даних – 8; біт паритету – немає; кількість стопових бітів – 1.

Ці параметри відносяться до COM-порту конвертера ADAM-4520.

Після цього треба увійти до диспетчера пристроїв комп'ютера та перевірити параметри COM-порту комп'ютера. Параметри COM-портів конвертера та комп'ютера мають бути однаковими. Для цього потрібно клацнути правою кнопкою миші на позначку «комп'ютер» у вікні «Пуск», а далі лівою кнопкою – на «Властивості», після чого у вікні, яке з'явиться, обрати «Диспетчер пристроїв». У вікні диспетчера пристроїв необхідно обрати рядок «Порти» (COM та LPT) та потім «USB Serial Port» (COM1). Після цього з'явиться вікно «Властивості порту», в якому треба обрати «Параметри порту» і переопризначити параметри порту, щоб вони збігалися з параметрами порту конвертера (рис. 1.12).

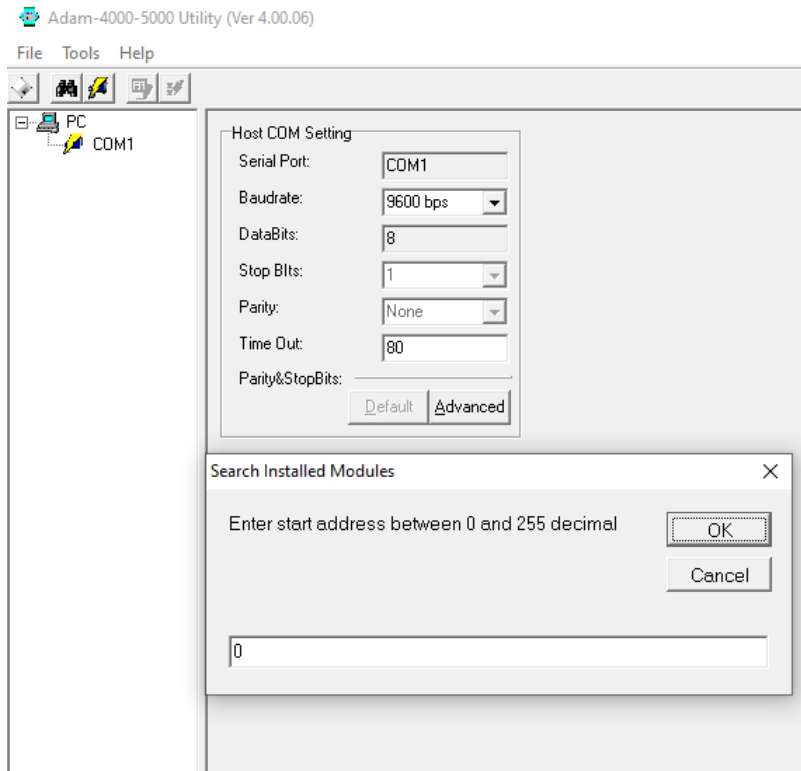


Рис. 1.12. Номер COM-порту та його параметри

1.3.3.1. Визначити адресу підключеного модуля.

Увійти до меню «Tools», обрати пункт «Search», у вікні пошуку адреси (рис. 1.13) запустити пошук адреси, натиснувши на «OK».

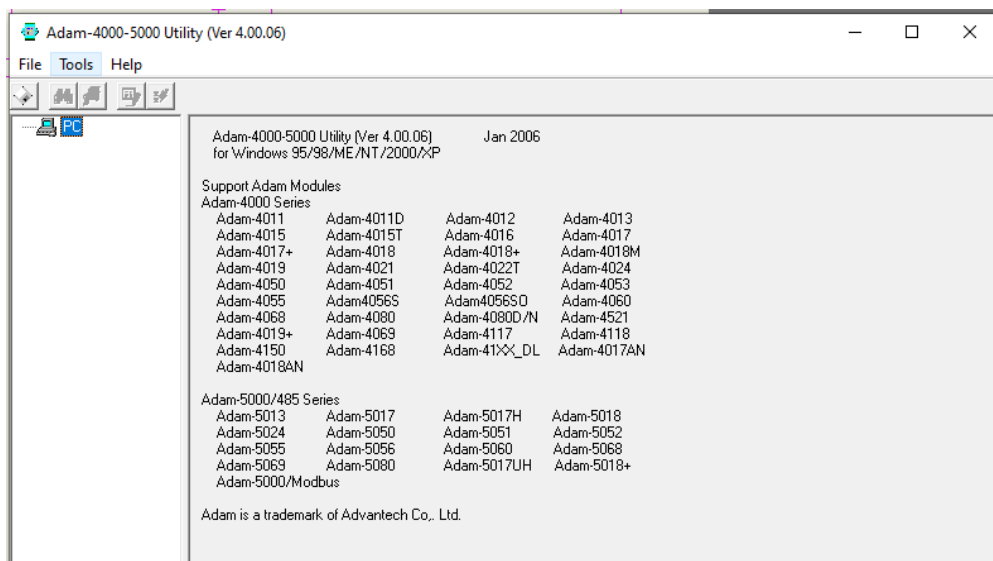


Рис. 1.13. Вікно пошуку адреси модуля

Після визначення адреси, коли у вікні з'явиться зображення підключеного модуля, його адреса та тип (рис. 1.14), можна зупинити пошук модуля, натиснувши на кнопку «Cancel» (рис. 1.13).

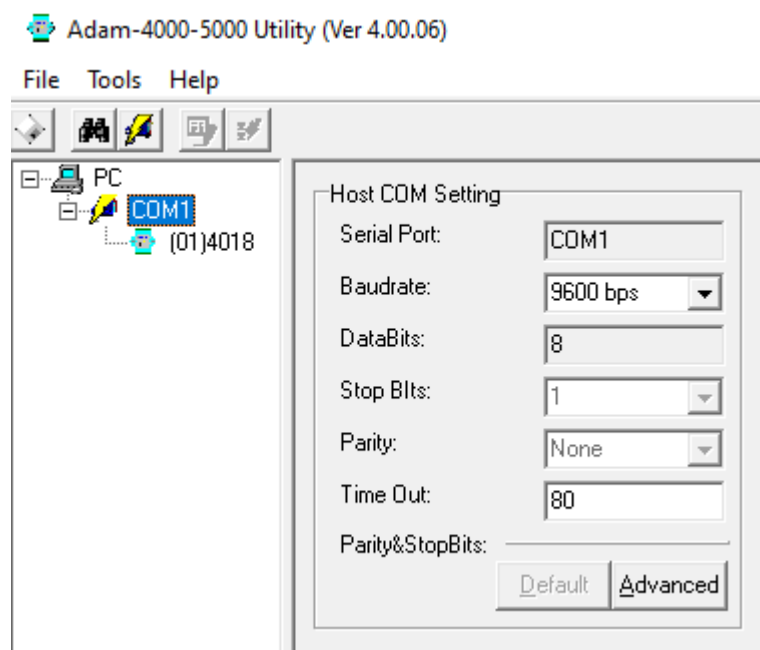


Рис. 1.14. Результат пошуку адреси модуля

Для визначення параметрів модуля натиснути на зображення модуля, після чого з'явиться вікно з параметрами (рис. 1.15).

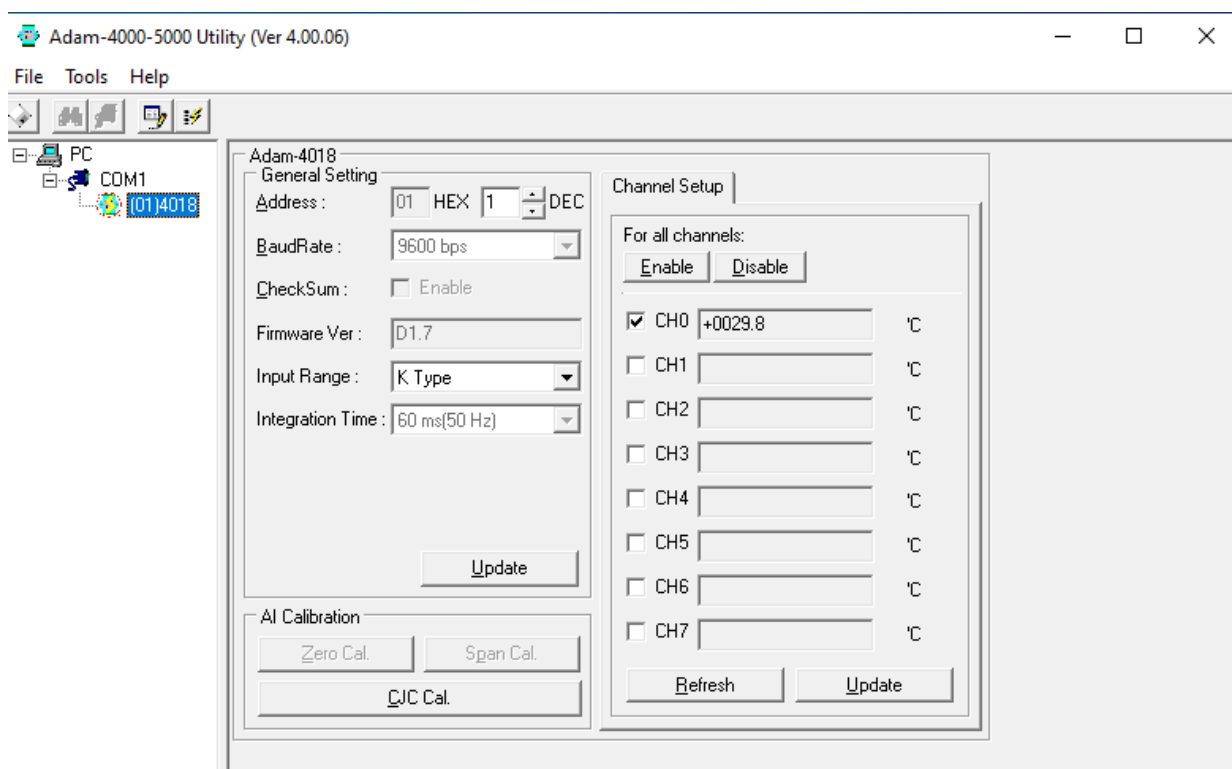


Рис. 1.15. Параметри модуля

1.3.3.2. Обрати канал вимірювання СН0, для чого поставити галочку навпроти обраного каналу СН0.

1.3.3.3. Обрати термопару типу К як джерело вхідного сигналу.

До цього каналу підключена хромель-алюмелева термопара типу К, тому треба встановити у рядку «Input Range» діапазон вимірюваного аналогового сигналу напруги або тип термопари.

1.3.4. Здійснити вимірювання сигналів

1.3.4.1. Виконати вимірювання сигналу температури на каналі СН0, натиснувши на «Refresh», та записати вимірне значення температури до табл. 1.1.

1.3.4.2. Виконати вимірювання температури за допомогою зовнішнього вимірювача температури та записати вимірне значення температури до табл. 1.1.

1.3.4.3. Обрати канал вимірювання СН1, для чого проставити галочку навпроти обраного каналу СН1.

1.3.4.4. До цього каналу підключений потенціометр, який дозволяє змінювати сигнал напруги в діапазоні 0-5 В, тому треба встановити у рядку «Input Range» діапазон вимірюваного аналогового сигналу напруги (обрати діапазон сигналу 0-5 В).

1.3.4.5. Виконати вимірювання сигналу напруги, натиснувши на «Refresh», та записати вимірне значення напруги до табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати вимірювання температури, напруги та струму

№	Температура, канал СН0, °С			Напруга, канал СН1, В			Струм, Канал СН3, мА		
	Модуль	Термо- метр	Різниця	Модуль, U _м ,В	Мульти- метр,U _{мт} ,В	Різниця	Модуль	Мульти- метр	Різниця
1				0	0,1	-0,1			
2				1,0	0,95	0,05			
3				2,02	2,05	-0,03			
4				3,	3	0			
5				4	4,05	-0,05			

1.3.4.6. Виконати вимірювання сигналу напруги мультиметром та записати вимірне значення напруги до табл. 1.1.

1.3.4.7. Повторити пункти 1.3.4.5-1.3.4.6 для значень напруги від 0 до 5 В через інтервал 1 В та записати результати вимірювання до табл. 1.1.

1.3.4.8. Обрати канал вимірювання СН3, для чого поставити галочку навпроти обраного каналу СН3.

1.3.4.9. До цього каналу підключений сигнал струму через послідовно підключений змінний резистор, який дозволяє змінювати сигнал струму в діапазоні 0-20 мА, тому треба встановити у рядку «Input Range» діапазон

вимірюваного аналогового сигналу струму (обрати діапазон сигналу 0-20 мА).

1.3.4.10. Виконати вимірювання сигналу струму, натиснувши на «Refresh», та записати вимірне значення напруги до табл.1.1.

1.3.4.11. Виконати вимірювання сигналу струму мультиметром та записати вимірні значення струму до табл. 1.1.

1.3.4.12. Повторити пункти 1.3.4.5-1.3.4.6 для значень струму від 0 до 20 мА через інтервал 5 мА та записати результати вимірювання до табл. 1.1.

1.3.5. Виміряти тренди сигналів

Запустити тестову програму Advantech ADAM/APAX Utility (рис. 1.16). Ця програма дозволяє відображати вимірювані параметри у вигляді осцилограм та зберігати вимірні значення сигналів у файлах з подальшим переглядом в Excel або інших програмах статистичної обробки сигналів.

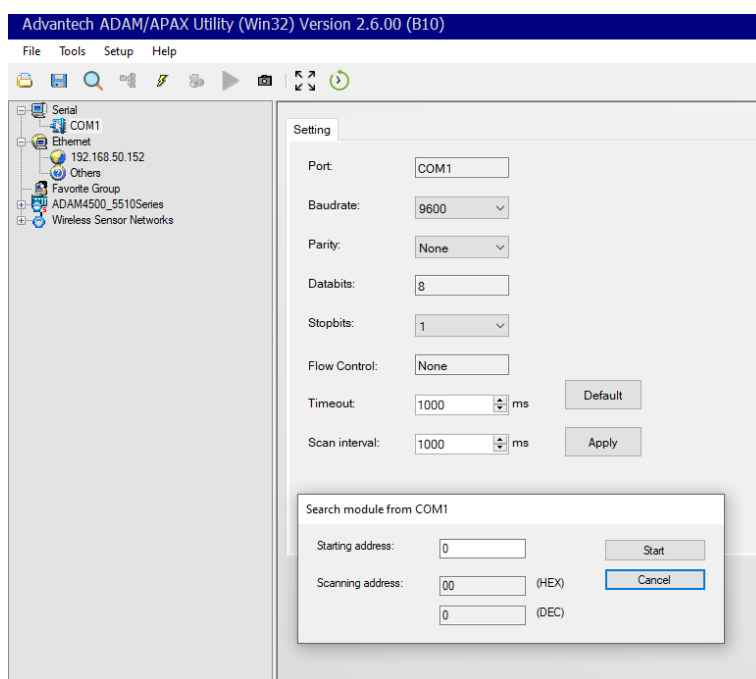


Рис. 1.16. Вікно тестової програми Advantech ADAM/APAX Utility

1.3.5.1. Визначити адресу підключеного модуля.

Увійти до меню «Tools», обрати пункт «Search Module», після появи вікна пошуку адреси (рис. 1.13) запустити пошук адреси, натиснувши на кнопку «Start». Після визначення адреси натиснути на кнопку «Cancel».

1.3.5.2. Натиснути на зображення модуля, після чого з'явиться вікно параметрів модуля (рис. 1.17). У полі «Input range» обрати діапазон вимірювання аналогового сигналу напруги 0-5 В та натиснути на кнопку «Apply change» для збереження налаштувань.

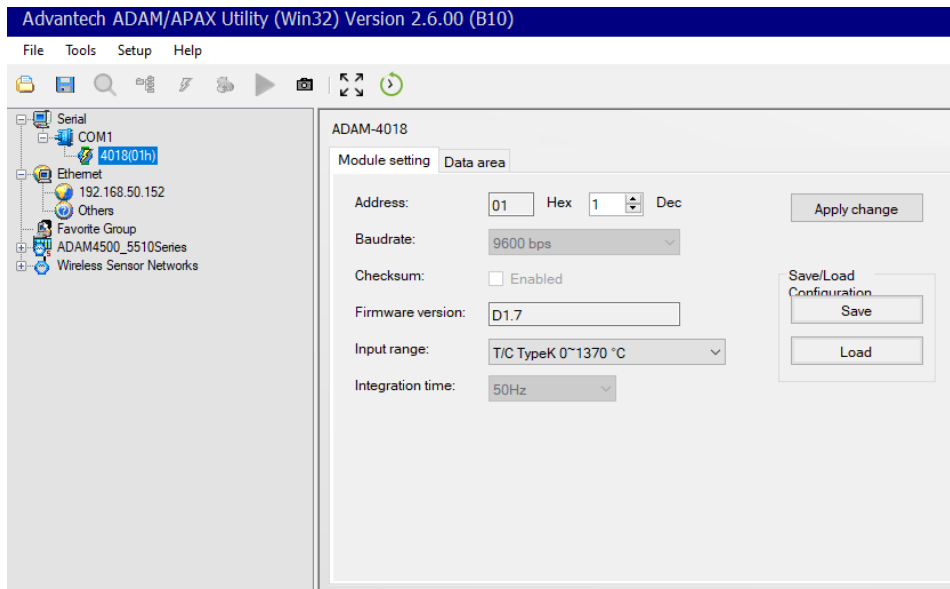


Рис. 1.17. Вікно параметрів модуля

1.3.5.3. Для вимірювання аналогового сигналу необхідно натиснути на кнопку «Data area». Після появи вікна (рис. 1.18) обрати необхідний канал вимірювання: CH1, до якого підключений аналоговий сигнал напруги та натиснути кнопку «Apply change» для збереження налаштувань.

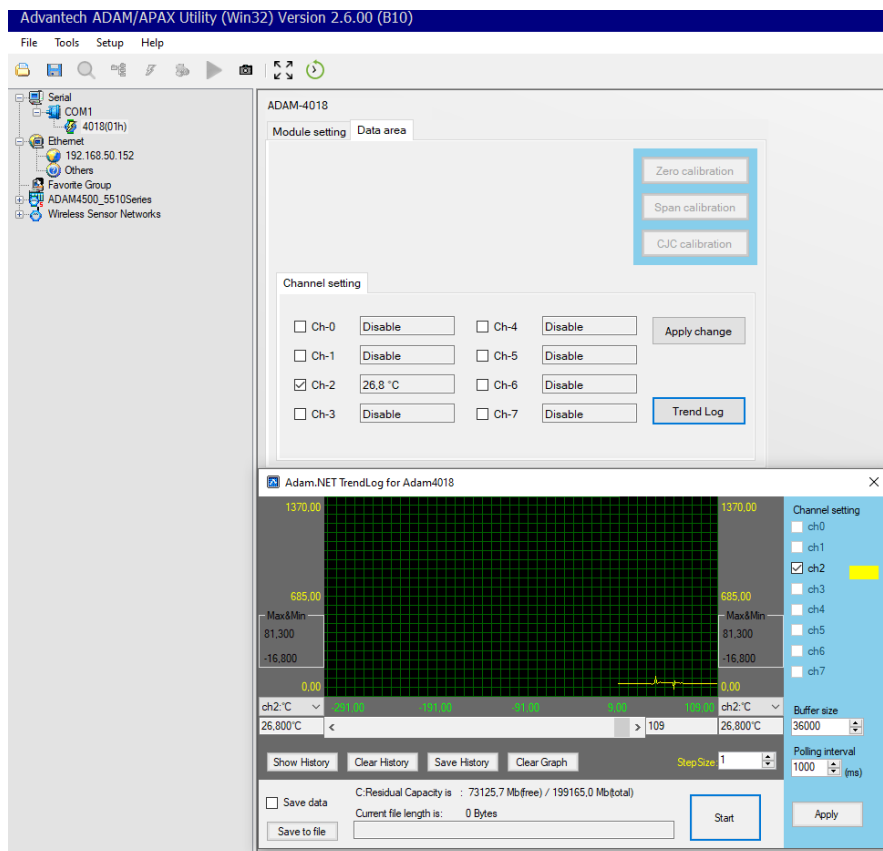


Рис. 1.18. Вікно вибору каналів вимірювання

Якщо треба подивитись, яким чином змінюється сигнал у часі, та зберегти виміряні значення сигналу, необхідно натиснути на кнопку «Trend Log». Після появи вікна «Adam.NET Trend Log for Adam4018», в якому треба обрати номер каналу CH1, натиснути послідовно «Apply» та «Start». Після цього з'явиться осцилограма вимірюваного параметра (рис. 1.19).

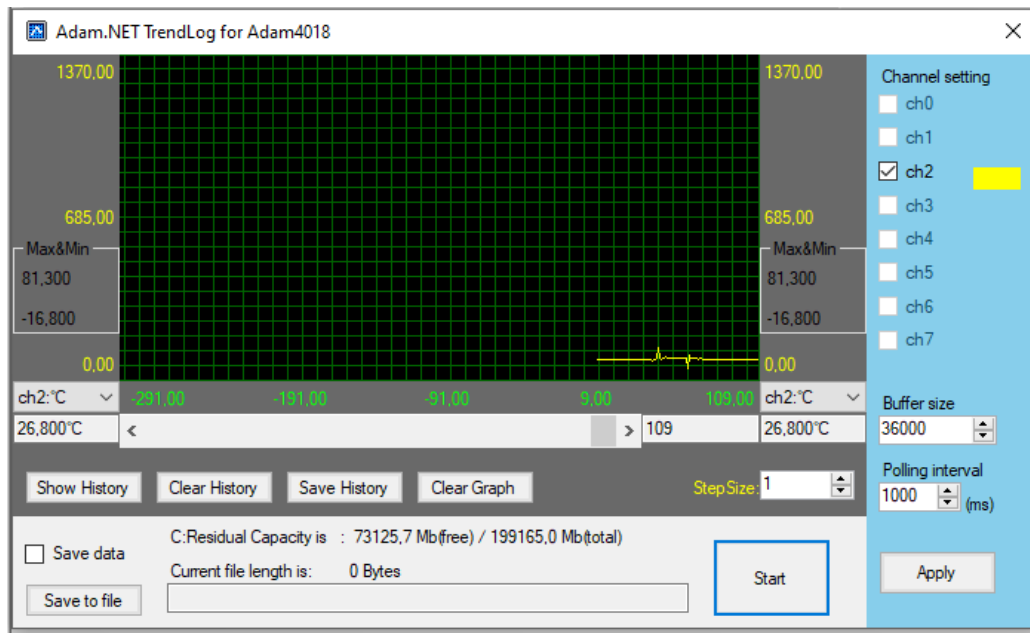


Рис. 1.19. Вікно трендів

Потенціометром R3 змінювати сигнал напруги та спостерігати на осцилограмі змінення сигналу.

1.3.5.4. Для зберігання даних вимірювання у файлі необхідно зазначити ім'я файлу, після чого натиснути кнопку «Save to file», проставити позначку «Save data» та натиснути «Start».

1.3.5.5. Отриманий файл із записаним сигналом напруги завантажити до Excel та побудувати графік змінення сигналу напруги.

Запустити вимірювання сигналу і відображення в часі. Зберегти в вигляді текстового файлу, обробити і побудувати графік.

1.3.6. Порядок обробки результатів експерименту, аналізу отриманих результатів та оформлення звіту

1.3.6.1. За результатами вимірювання (табл. 1.1) розрахувати різницю між показами, що отримані за допомогою модуля ADAM (U_M) та інших засобів (U_{MT}) та побудувати графік залежності між ними (див., наприклад, рис. 1.20).

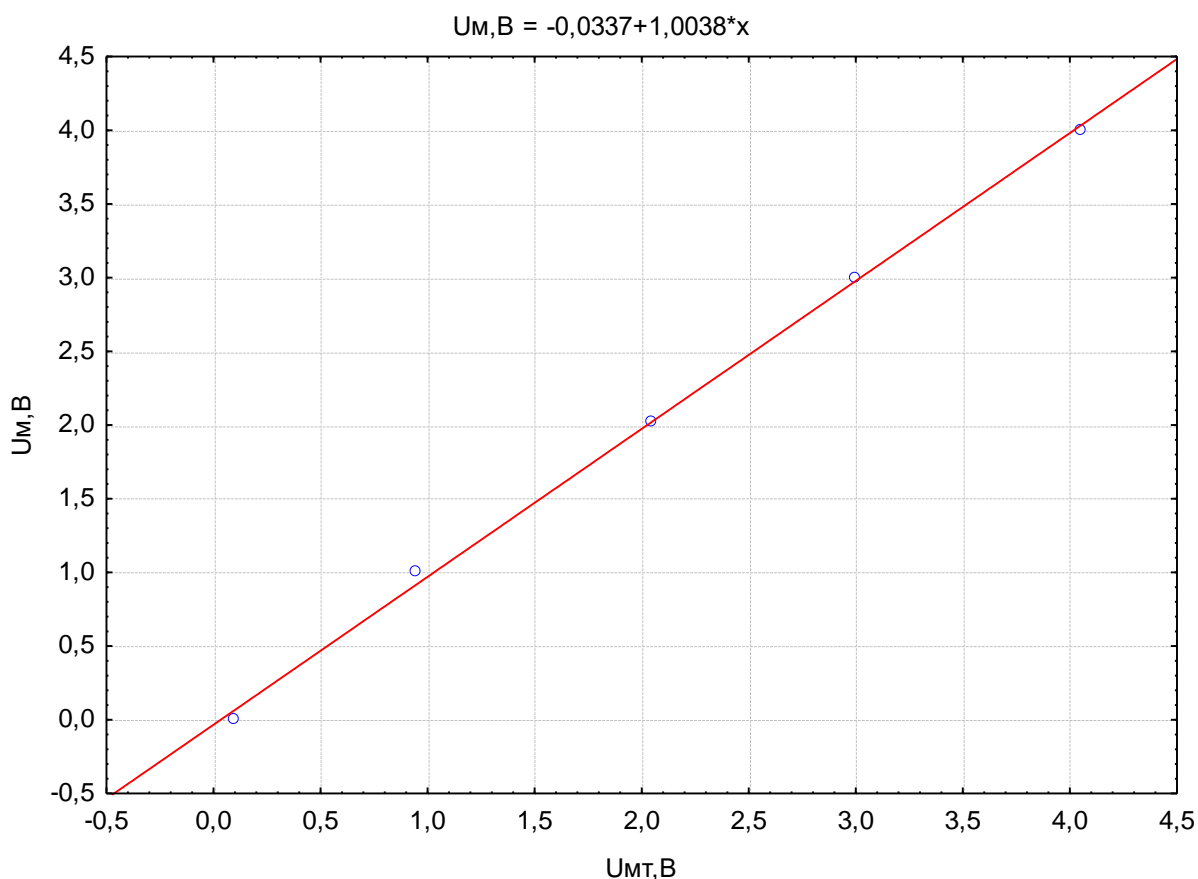


Рис. 1.20. Графік залежності між показами, що отримані за допомогою модуля ADAM (U_M) та інших засобів (U_{MT})

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого призначаються модулі ADAM-4000?
2. Які функції виконує конвертер ADAM-4520?
3. В чому полягають особливості інтерфейсу RS-485?
4. Опишіть формат команди модулів ADAM-4000
5. Прокоментуйте команду конфігурування модуля ADAM-4000
6. Яким чином відбувається підключення модулів ADAM-4000 до комп'ютера?
7. Які параметри модулів ADAM-4000 підлягають налаштуванню?
8. Яким чином відбувається налаштування модулів ADAM-4000?
9. Яким чином встановлюється зв'язок модулів з комп'ютером?
10. Які вимоги висуваються до живлення модулів ADAM-4000?

2. Лабораторна робота №2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОДУЛІВ ВІДДАЛЕНОГО ЗБИРАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ADAM-5000

Мета: Вивчення будови та особливостей програмування модулів віддаленого збирання даних ADAM-5000

2.1. Модулі віддаленого збирання даних ADAM-5000

2.1.1. Загальні відомості про модулі серії ADAM-5000

Серія модулів ADAM-5000 – це повна лінійка продуктів, що забезпечує широку різноманітність функцій у програмі збирання даних та керування. Модулі дистанційно керуються головним комп'ютером через набір команд. Серія модулів ADAM-5000 має два типи реалізації:

- з послідовним інтерфейсом RS-485 (ADAM-5000/485);
- з інтерфейсом мережі Ethernet (ADAM-5000E).

Контролери ADAM-5000 компонуються на основі базового блоку, який містить плату центрального процесора, блок живлення, індикатори стану та роз'єми портів (рис. 2.1). Базовий блок контролера ADAM-5000/485 має 4-слотову основу для встановлення модулів, вбудований комунікаційний порт RS-232 та один вбудований комунікаційний порт RS-485. Базовий блок системи ADAM-5000E має 8-слотову основу, містить усі перераховані вище компоненти та додатково порт Ethernet.

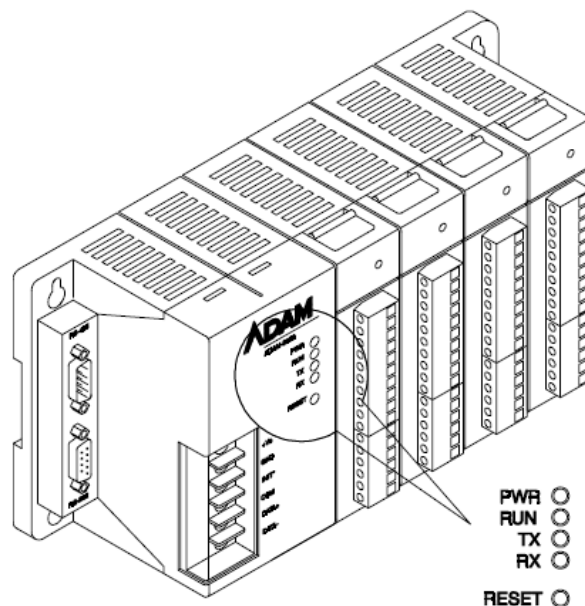


Рис. 2.1. Зовнішній вигляд контролера ADAM-5000

Центральний процесор (ЦП) контролера ADAM-5000/485 може підтримувати до 64 точок введення/виведення з 4-слотовою базою. ЦП контролера ADAM-5000E підтримує до 128 точок введення/виведення з 8-слотовою базою. Ці точки можуть бути призначені як вхідні або як вихідні.

Контролери серії ADAM-5000 мають повний спектр модулів введення/виведення:

- повний спектр цифрових модулів, які підтримують від 10 до 30 В постійного струму та релейні виходи;
- аналогові модулі, які забезпечують 16-бітну роздільну здатність та програмовані діапазони вхідного та вихідного сигналів (у тому числі біполярних).

Для системи ADAM-5000 доступні деякі програмні утиліти. Утиліта Windows забезпечує налаштування системи ADAM-5000. DLL (Dynamic Link Library) надається для створення програм. Сервер DDE (Dynamic Data Exchange) забезпечує зв'язок з пакетами Windows, такими як Intouch, FIX DMACS, Advantech GeniDAQ тощо.

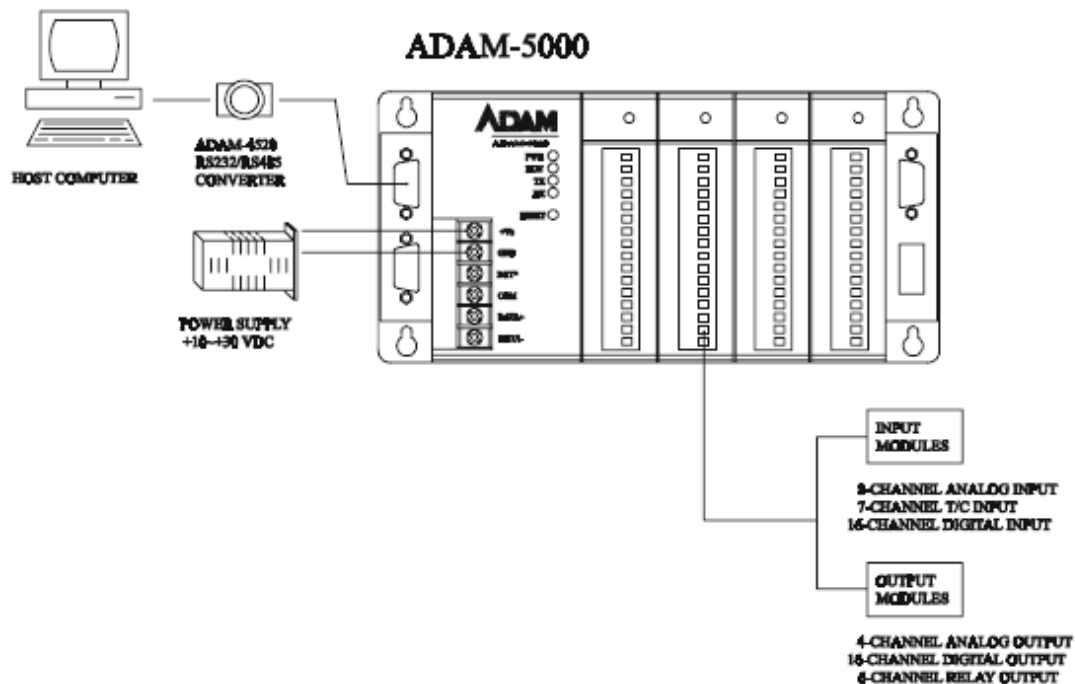


Рис. 2.2. Конфігурація системи на базі контролера ADAM-5000

Живлення ADAM-5000 відбувається нестабілізованою напругою в діапазоні від 10 до 30 В постійного струму.

Особливості системи ADAM-5000/485:

1) Індикатори стану системи розташовані на передній панелі і мають призначення:

- стан системи: PWR – живлення системи; RUN – робота системи.

- стан зв'язку: TX- передача сигналу; RX - прийом сигналу
- скидання: Reset.
- 2) адреса системи встановлюється 8-піновим DIP-перемикачем;
- 3) діапазон адреси від 0 до 255 (00h – FFh), де положення ON відповідає «1», положення OFF – «0»;
- 4) адреса 00h призначена для початкового налаштування. Якщо адреса 00h встановлена користувачем, то буде встановлена швидкість передачі 9600 б/с. Рекомендується встановлювати адресу в діапазоні від 1 до 255;
- 5) модулі введення/виведення встановлюються до слотів базового блоку. Номери слотів розпочинаються з «0», номери каналів модуля в слоті також починаються з «0».

2.1.2. Опис комунікаційного порту RS-485

Система ADAM-5000 містить 2 порти з роз'ємами DB9.

Порт RS-485 призначений для кабельного з'єднання витою парою в обчислювальну мережу. Призначення контактів порту RS-485 наведено на рис. 2.3.

Pin No.	Description
Pin 1	RS-485 Data -
Pin 2	RS-485 Data +
Pin 3	Not Used
Pin 4	Not Used
Pin 5	RS-485 Signal Ground
Pin 6	Not Used
Pin 7	Not Used
Pin 8	Not Used
Pin 9	Not Used

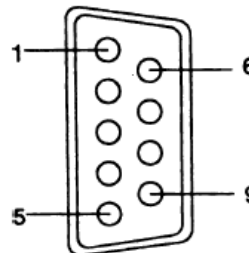


Рис. 2.3. Призначення контактів порту RS-485

2.1.3. Опис комунікаційного порту RS-232

Порт RS-232 у складі контролера ADAM-5000 призначений для конфігурування та діагностики системи. До нього може бути підключений ноутбук PC або хост-комп'ютер. Призначення контактів порту RS-232 наведено на рис. 2.4.

Pin No.	Description
Pin 1	Not Used
Pin 2	Data Receive (RxD)
Pin 3	Data Send (TxD)
Pin 4	Not Used
Pin 5	RS-232 Signal Ground (GND)
Pin 6	Not Used
Pin 7	Not Used
Pin 8	Not Used
Pin 9	Not Used

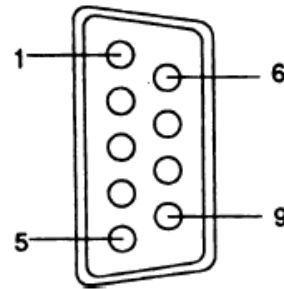


Рис. 2.4. Призначення контактів порта RS-232

2.2. Опис модулів введення/виведення серії АДАМ–5000

2.2.1. Модуль введення аналогових сигналів АДАМ-5017

Модуль АДАМ-5017 – це 16-розрядний 8-канальний аналоговий диференційний вхідний модуль, який забезпечує програмовані вхідні діапазони на всіх каналах. Він приймає сигнали «мілівольтового» діапазону ($\pm 150\text{мВ}$, $\pm 500\text{мВ}$), входи напруги ($\pm 1\text{В}$, $\pm 5\text{В}$ і $\pm 10\text{В}$) та струмовий сигнал ($\pm 20\text{мА}$, потрібен резистор 125 Ом).

Модуль надає дані головному комп'ютеру у технічних одиницях (мВ, В або мА). Його оптоізолювані входи забезпечують ізоляцію 3000 В постійного струму між аналоговим входом та модулем, що захищає модуль і периферійні пристрої від пошкоджень через високу вхідну мережеву напругу. Крім того, модуль використовує аналогові мультиплексори з активним захистом від перенапруги. Схема активного захисту гарантує, що точність сигналу зберігається навіть за умов, які могли б зруйнувати інші мультиплексори. Цей модуль витримує стрибок вхідної напруги 70 В (р-р) з живленням $\pm 15\text{ В}$.

Зовнішній вигляд модуля АДАМ-5017 наведений на рис. 2.5,а, технічні характеристики – у табл. 2.1., а схема підключення – на рис. 2.6.

2.2.2. Модуль введення аналогових сигналів АДАМ-5018

Модуль АДАМ-5018 – це 16-розрядний 7-канальний модуль введення сигналів термопар, який має програмовані вхідні діапазони на всіх каналах. Він приймає сигнали «мілівольтового» діапазону ($\pm 15\text{ мВ}$, $\pm 50\text{ мВ}$, $\pm 100\text{ мВ}$, $\pm 500\text{ мВ}$), входи напруги ($\pm 1\text{В}$, $\pm 2,5\text{ В}$), струмовий сигнал ($\pm 20\text{ мА}$, потрібен резистор 125 Ом), а також вхід термопари (J, K, T, R, S, E, B).

Модуль пересилає дані до головного комп'ютера в технічних одиницях (мВ, В, мА або температури $^{\circ}\text{C}$). Зовнішній датчик СJC на корпусі модуля

призначений для точного вимірювання температури завдяки компенсації температури вільних кінців термопари.

Зовнішній вигляд модуля ADAM-5018 наведений на рис. 2.5,б, технічні характеристики – у табл. 2.1., а схема підключення – на рис. 2.7.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики модулів ADAM-5017 та ADAM-5018

	ADAM-5017	ADAM-5018
Аналогові вхідні канали	8 диференційних	7 диференційних
Тип входу	мВ, В, мА	мВ, В, мА, термопари
Діапазон вхідних сигналів	± 150 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В та ± 20 мА	± 15 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, $\pm 2,5$ В та ± 20 мА
Тип термопари та температурний діапазон		J 0 – 760 °C K 0 – 1370 °C T -100 – 400 °C E 0 – 1400 °C R 500 - 1750 °C S 500 - 1750 °C B 500 - 1800 °C
Напруга ізоляції	3000 В постійного струму	3000 В постійного струму
Швидкість опитування	10 опитувань/с (всі)	10 опитувань/с (всі)
Межа вхідного аналогового сигналу	15 В max	15 В max
Максимально допустима різниця напруги між двома контактами модуля	15 В max	15 В max
Вхідний імпеданс	2 МОм	2 МОм
Полоса пропускання вхідного сигналу	13,1 Гц	13,1 Гц
Точність	$\pm 0,1$ % або краще	$\pm 0,1$ % або краще
Дрейф нуля	$\pm 1,5$ мкВ/°C	$\pm 0,3$ мкВ/°C
Дрейф діапазону	± 25 PPM/°C	± 25 PPM/°C
CMR @50/60 Гц	92 дБ min	92 дБ min
Вимоги до живлення	+10 до +30 В не стабілізована	+10 до +30 В не стабілізована
Потужність споживання	1,8 Вт	1,2 Вт

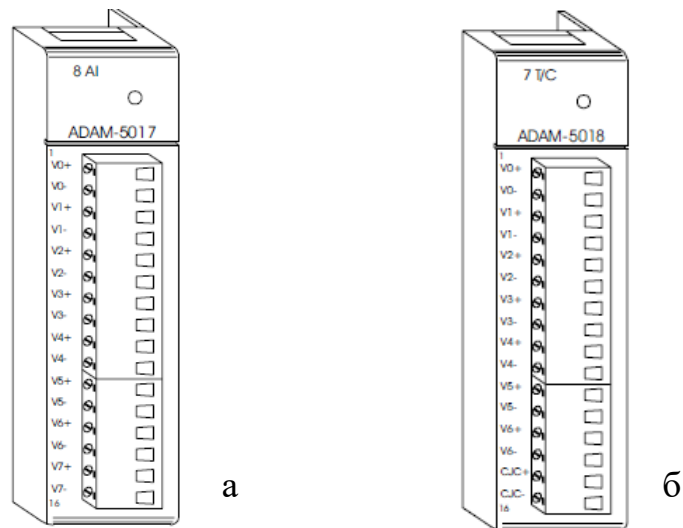


Рис. 2.5. Зовнішній вигляд модулів ADAM-5017 (а) та 5018 (б)

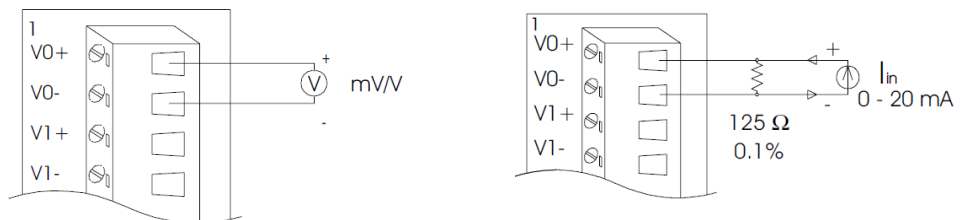


Рис. 2.6. Входи модуля ADAM-5017

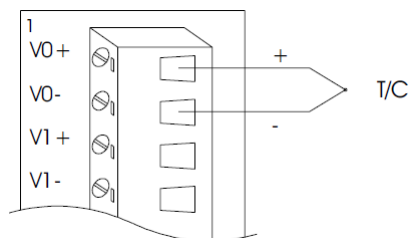


Рис. 2.7. Входи модуля ADAM-5018

2.2.3. Модуль введення дискретних сигналів ADAM-5051D

Модуль ADAM-5051 забезпечує підключення шістнадцяти цифрових вхідних каналів. Логічний рівень «0» відповідає напрузі + 1В max, логічний рівень «1» - напрузі + 3,5-30В. Потужність споживання – 0,3 Вт. Модуль має світлодіодну індикацію стану входів.

Зовнішній вигляд модуля ADAM-5051 наведений на рис. 2.8, а схема його підключення – на рис. 2.9.

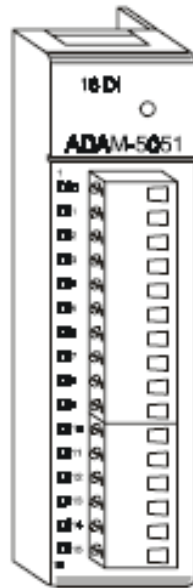


Рис. 2.8. Зовнішній вигляд модуля ADAM-5051D

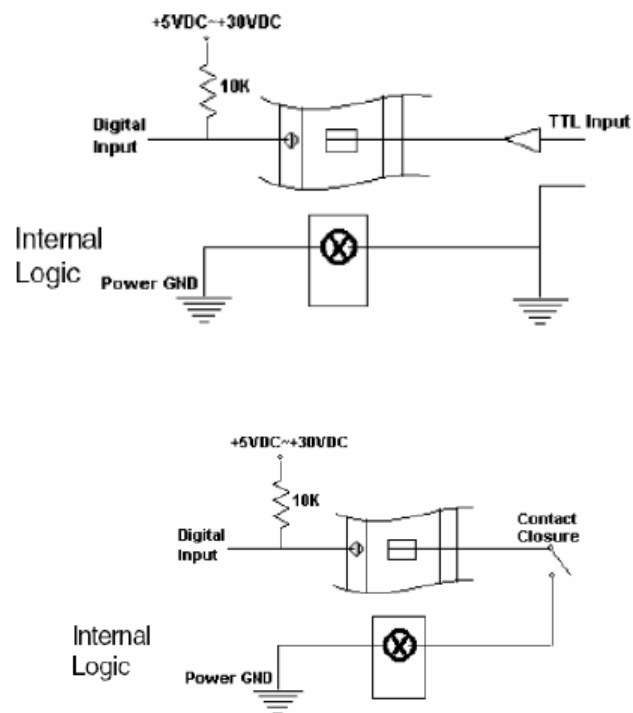


Рис. 2.9. Схеми підключення сигналів до модуля ADAM-5051D

2.2.3. Тестова програма Adam/Арах.NET Utility

Adam/Арах.NET Utility – це графічний інтерфейс для конфігурування та управління модулями ADAM. Він застосовується також для тестування і моніторингу віддалених DA&C (Data Acquisition & Control) систем.

Після запуску Adam/Арах.NET Utility з'являється вікно програми (рис. 2.10), яке містить 4 основних області: *Menu Bar*; *ToolBar*; *Module Tree Display Area* та *Status Display Area*.

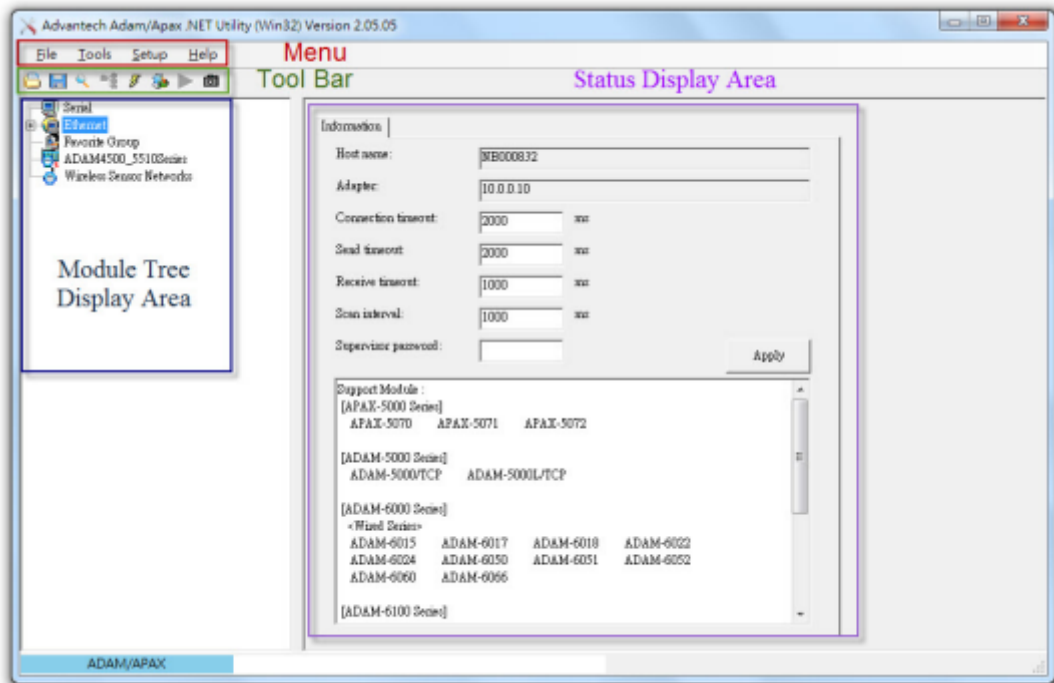


Рис. 2.10. Вікно програми Adam/Арах.NET Utility

2.3. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рис. 2.11) містить персональний комп'ютер (A1), до якого підключено контролер ADAM-5000E з мережею Ethernet.

Базовий блок ADAM-5000/TCP підключений до комп'ютера через адаптер і мережу Ethernet. До базового блоку встановлені: модуль аналогового введення ADAM-5017 (A3), модуль аналогового виведення ADAM-5018 (A4) та модуль дискретного введення ADAM-5051 (A5).

До модуля введення аналогових сигналів ADAM-5017 підключений сигнал струму 0-20 мА, який утворюється за допомогою джерела живлення 12 В та змінного резистора R3. Сигнал струму перетворюється на сигнал напруги 0 – 5 В постійного струму, який підключений до входу V0.

До модуля введення аналогових сигналів ADAM-5018 підключений сигнал термопари типу К (TC1 – вхід V0) та сигнал напруги від потенціометра R2.

До модуля введення дискретних сигналів ADAM-5051 підключений перемикач S1, який з'єднує вхід DI0 зі спільною точкою блоку живлення.

Живлення модулів ADAM-5000 здійснюється від джерела живлення (G1) напругою ≈ 24 В постійного струму.

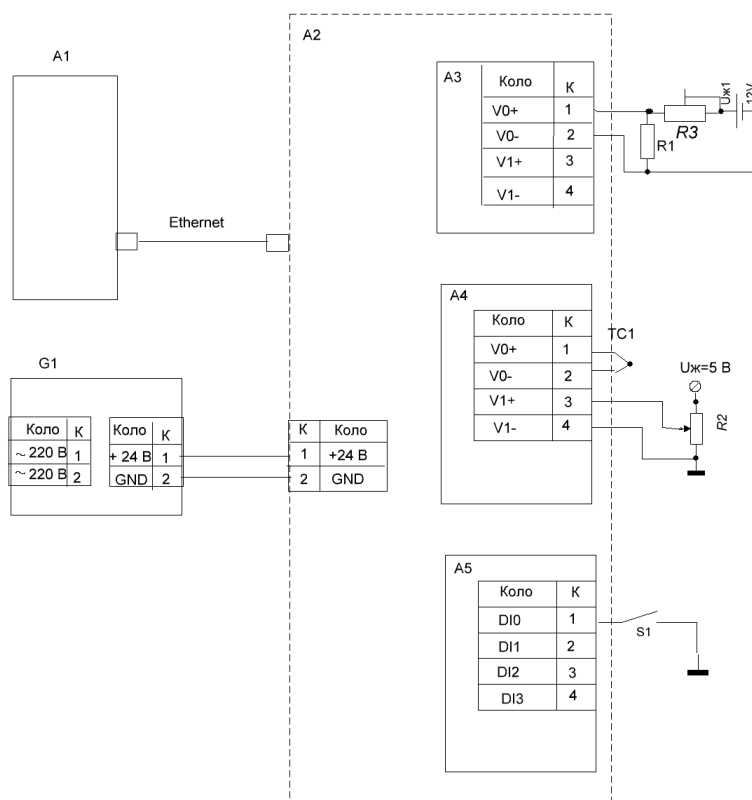


Рис. 2.11. Схема лабораторної установки:

- A1 – персональний комп'ютер; A2 – базовий блок ADAM-5000/TCP;
- A3 – модуль введення аналогових сигналів ADAM-5017; A4 – модуль введення аналогових сигналів ADAM-5018; A5 – модуль введення дискретних сигналів ADAM5051;
- G1 – джерело живлення (≈ 24 В); TC1 – хромель-алюмелева термопара;
- R1 – резистор шунта (125 Ом - 0,1%); R2- потенціометр (1 кОм), R3 – змінний резистор

2.4. Порядок виконання лабораторної роботи

2.4.1. Зібрати експериментальну установку з схемою (рис. 2.11).

2.4.2. Запустити тестову програму ADAM APAX Utility. Вікно програми наведено на рис. 2.12.

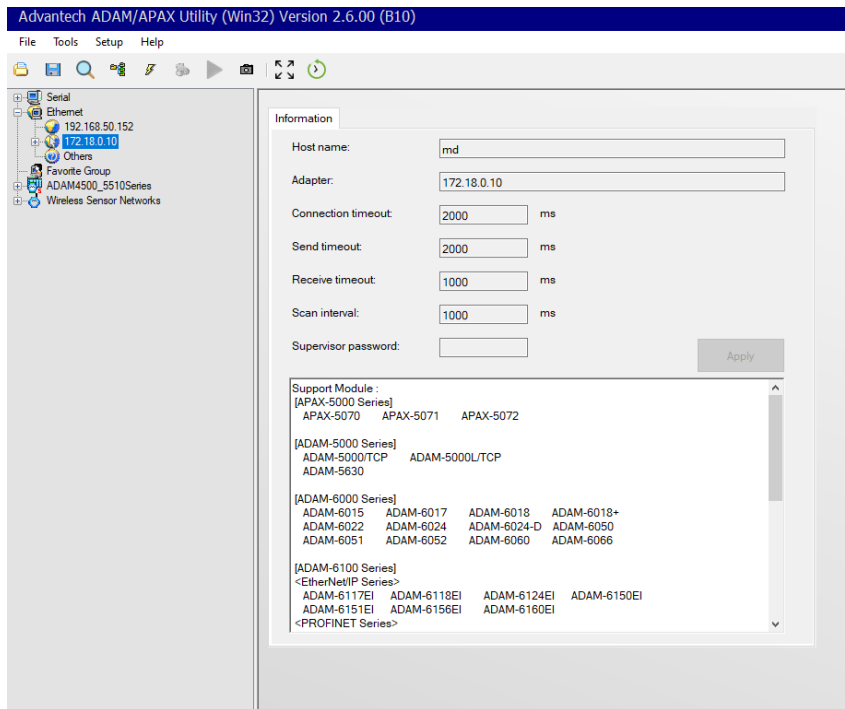


Рис. 2.12. Вікно програми ADAM APAX Utility.

2.4.3. Натиснути на поле IP-адреси адаптера - 172.18.0.10, після чого з'явиться зображення IP-адреси базового блоку ADAM-5000 - 172.18.0.107 (рис. 2.13).

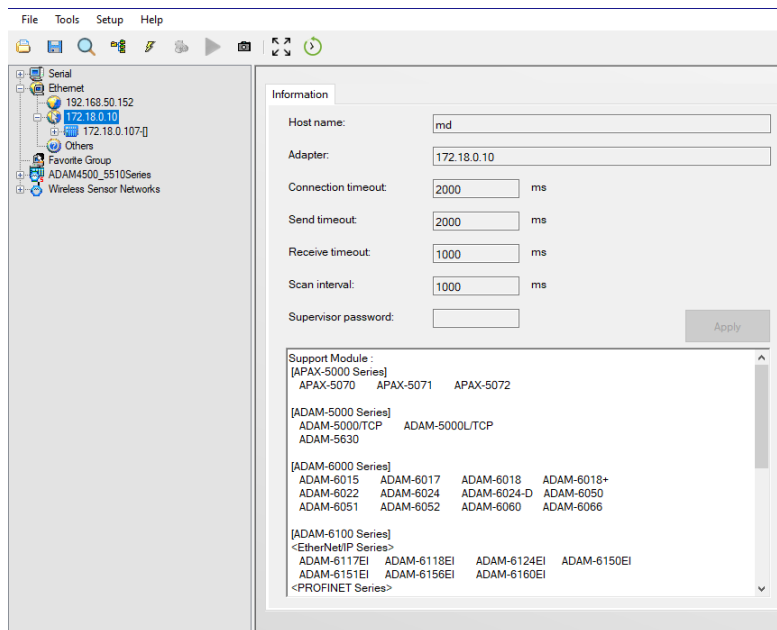


Рис. 2.13. Вікно програми ADAM APAX Utility з IP-адресою базового блоку ADAM-5000 - 172.18.0.107.

2.4.4. Натиснути на IP-адреси базового блоку 172.18.0.107. В області дерева модулів *Module Tree Display Area* з'явиться зображення модулів, які

встановлені до базового блоку, а в області статусу *Status Display Area* – інформаційна таблиця для конфігурування базового блоку (рис. 2.14).

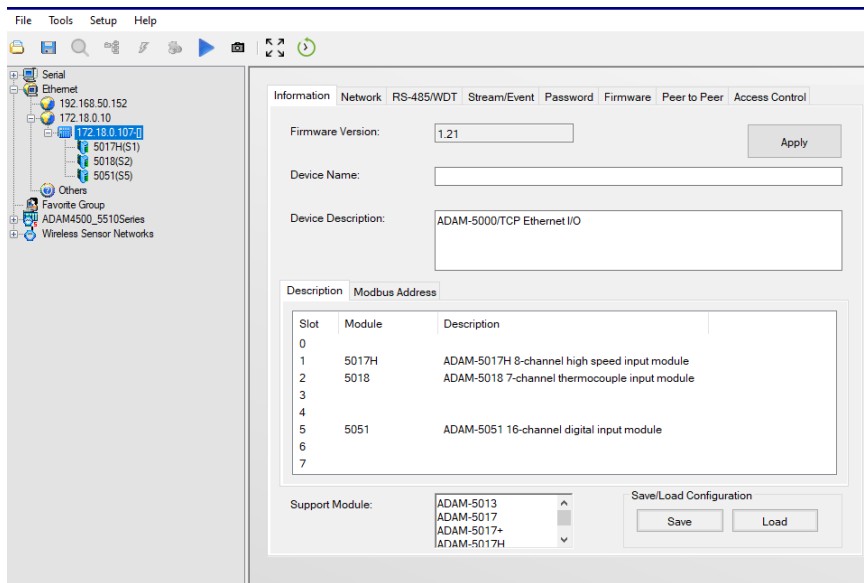


Рис. 2.14. Інформаційна таблиця конфігурування базового блоку

2.4.5. Натиснути на зображення модуля 5017H, після чого з'явиться вікно конфігурування каналів модуля 5017H (рис. 2.15). В цьому вікні необхідно обрати канали модуля, які будуть застосовуватись під час вимірювання. Для цього в області *Channel setting* відмітити необхідні канали, а потім натиснути *Apply*. Далі задати діапазони вимірювання для обраних каналів у полях *Channel*, *Input range* та натиснути *Apply*. В полі *Calibration* можна здійснити калібрування каналу для нуля та діапазону. По завершенні налаштування слід зберегти конфігурацію каналів, для чого натиснути кнопку *Save*.

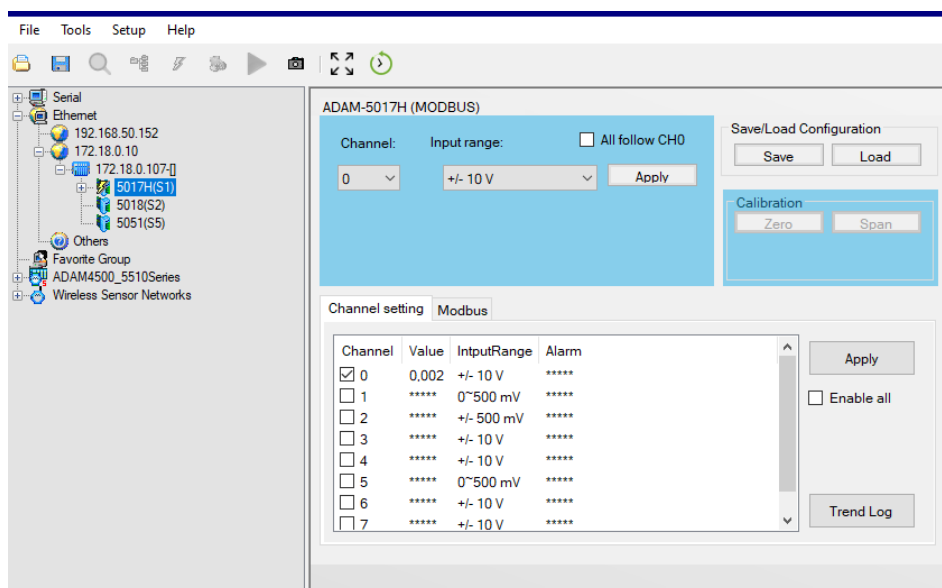


Рис. 2.15. Конфігурація модуля 5017H

2.4.6. Якщо натиснути на поле *Trend Log*, з'явиться вікно (рис. 2.16.), в якому можна отримати осцилограму, тобто подивитись, як змінюються сигнали в часі.

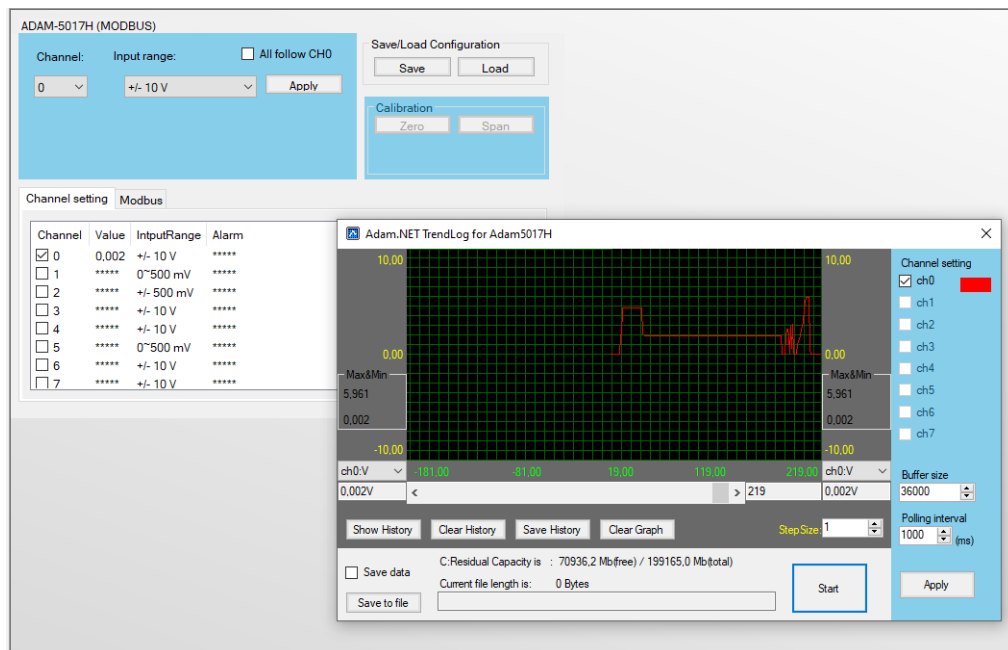


Рис. 2.16. Осцилограма вимірних сигналів Trend

2.4.7. Натиснути на зображення модуля 5017H в області дерева модулів для появи вікна налаштування алярмів та вимірювання вхідного сигналу (рис. 2.17).

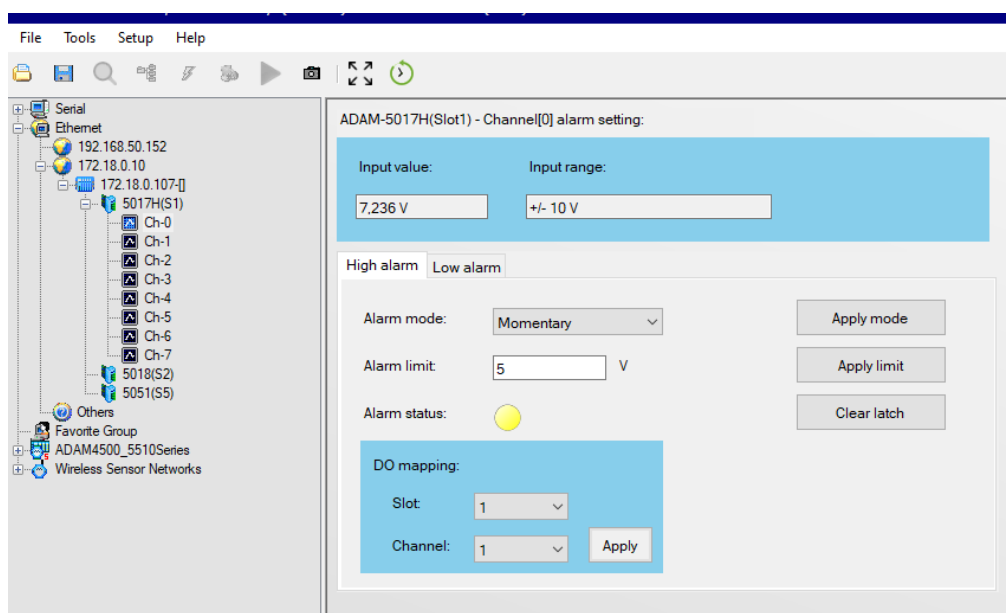


Рис. 2.17. Вікно налаштування алярмів та вимірювання вхідного сигналу
Налаштувати алярми:

- обрати режим алармів у полі *Alarm mode: Desable* – не застосовується, *Latch* – збереження, *Momentary* – миттєвий та натиснути *Apply mode* для збереження;

- задати значення аларму В в полі *Alarm limit* та натиснути *Apply limit*;

- обрати в полі *DO mapping* номер слоту *Slot*, до якого встановлено модуль, та номер каналу *Channel* і натиснути *Apply*.

- якщо сигнал на вході обраного модуля буде більшим, ніж значення аларму, має засвітитися світлодіод *Alarm status*.

2.4.8. Налаштувати модуль ADAM-5018 аналогічно налаштуванню модуля ADAM-5017 (див. п.п. 2.4.5 – 2.4.7).

2.4.9. Налаштувати модуль введення дискретних сигналів ADAM-5051D, для чого перейти до вікна налаштування (рис. 2.18), натиснувши на зображення модуля в області дерева модулів.

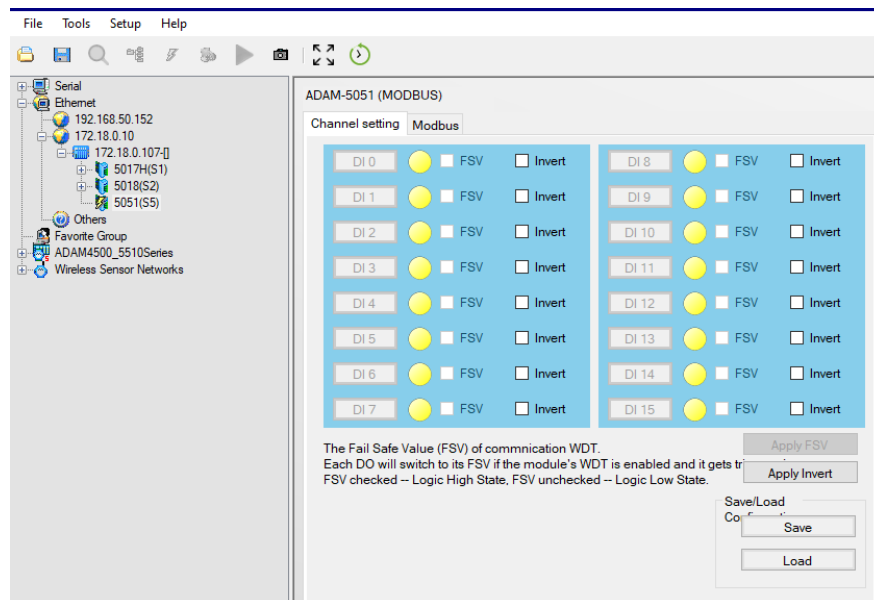


Рис. 2.18. Вікно налаштування модуля ADAM-5051D

2.4.10. Провести вимірювання сигналів модулями ADAM-5000.

2.4.10.1. Обрати модуль вимірювання ADAM-5018 та канал вимірювання СНО.

Оскільки до цього каналу підключена хромель-алюмелева термопара типу К (рис. 2.11), необхідно встановити у рядку «*Input Range*» діапазон вимірюваного аналогового сигналу напруги або тип термопари: обрати термопару типу К.

2.4.10.2. Виконати вимірювання сигналу температури, натиснувши на «*Refresh*» та записати виміряні значення температури до табл. 2.1.

2.4.10.3. Виконати вимірювання температури за допомогою зовнішнього вимірювача температури і записати виміряні значення температури до табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Результати вимірювання температури, напруги та струму

№	Температура, канал СН0, °С			Напруга, канал СН1, В			Струм, СН0, мА		
	Модуль	Термометр	Різниця	Модуль, $U_m, В$	Мультиметр, $U_{mt}, В$	Різниця	Модуль	Мультиметр	Різниця
1				0	0,1	-0,1			
2				1,0	0,95	0,05			
3				2,02	2,05	-0,03			
4				3,	3	0			
5				4	4,05	-0,05			

2.4.10.4. Обрати канал вимірювання СН1, для чого встановити позначку навпроти обраного каналу СН1.

Оскільки до цього каналу підключений потенціометр, який дозволяє змінювати сигнал напруги в діапазоні 0-5 В, необхідно встановити в рядку «*Input Range*» діапазон вимірюваного аналогового сигналу напруги: обрати діапазон сигналу 0-5 В.

2.4.10.5. Виконати вимірювання сигналу напруги, натиснувши на «*Refresh*» та записати виміряні значення напруги до табл. 2.1.

2.4.10.6. Виконати вимірювання сигналу напруги мультиметром та записати виміряні значення напруги до табл. 2.1.

2.4.10.7. Повторити п.п. 2.4.10.5 – 2.4.10.6 для значень напруги від 0 до 5 В із кроком 1 В та записати результати вимірювання до табл. 2.1.

2.4.10.8. Обрати модуль вимірювання ADAM-5017 та канал вимірювання СН0, для чого встановити позначку навпроти обраного каналу СН0.

Оскільки до цього каналу підключений сигнал струму через послідовно підключений змінний резистор, який дозволяє змінювати сигнал струму в діапазоні 0-20 мА, необхідно встановити у рядку «*Input Range*» діапазон вимірюваного аналогового сигналу струму: обрати діапазон сигналу 0-20 мА.

2.4.10.9. Виконати вимірювання сигналу струму, натиснувши на «*Refresh*» та записати виміряні значення напруги до табл. 2.1.

2.4.10.10. Виконати вимірювання сигналу струму мультиметром та записати виміряні значення струму до табл. 2.1.

2.4.10.11. Повторити п.п. 2.4.10.5 – 2.4.10.6 для значень струму від 0 до 20 мА із кроком 5 мА та записати результати вимірювання до табл. 2.1.

2.4.10.12. Обрати модуль введення дискретних сигналів 5051D та канал вимірювання DIO. Вивести на екран монітора вікно налаштування модуля з зображенням лампи індикації вхідного сигналу модуля.

2.4.10.13. Здійснюючи замикання та розмикання перемикача S1 (див. рис. 2.11), спостерігати поведінку лампи індикації відповідного каналу, яка має реагувати на перемикання зміною свого стану.

2.4.11. Порядок обробки результатів експерименту, аналізу отриманих результатів та оформлення звіту:

2.4.11.1. За результатами вимірювання (табл. 2.1) розрахувати різницю між показами, що отримані за допомогою модулів ADAM (U_M) та інших засобів (U_{MT}) та побудувати графіки залежності між ними (див., наприклад, рис. 2.19).

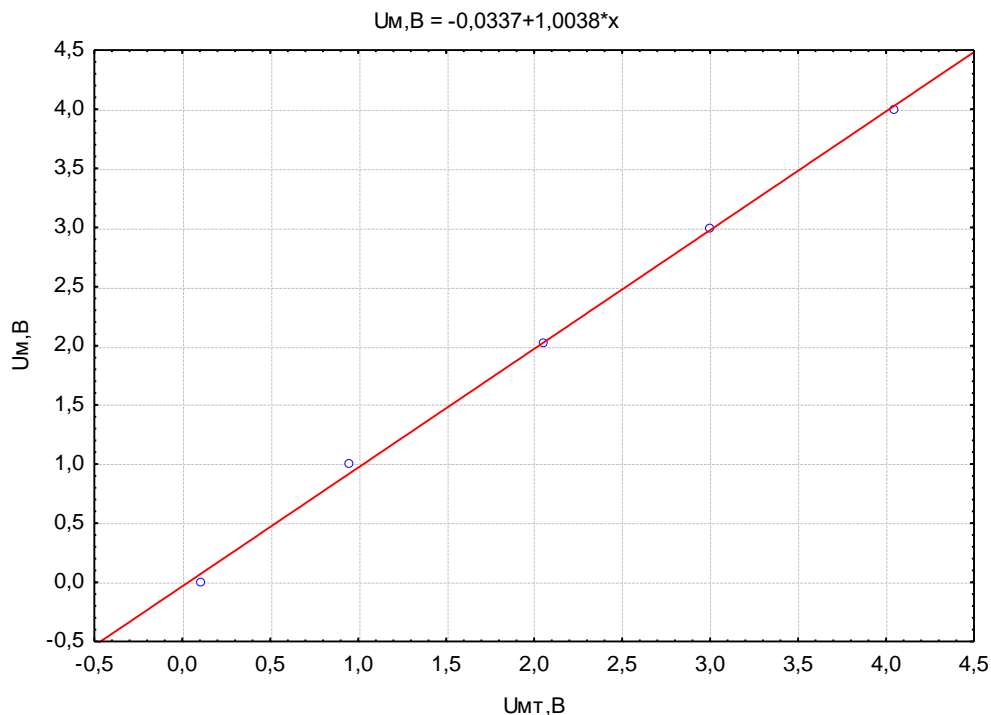


Рис. 2.19. Графік залежності між показами, що отримані за допомогою модуля ADAM (U_M) та інших засобів (U_{MT})

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого призначаються модулі ADAM-5000?
2. Опишіть формат команди модулів ADAM-5000
3. Прокоментуйте команду конфігурування модуля ADAM-5000
4. Яким чином відбувається підключення модулів ADAM-5000 до комп'ютера?
5. Які параметри модулів ADAM-5000 підлягають налаштуванню?
6. Яким чином відбувається налаштування модулів ADAM-5000?
7. Яким чином встановлюється зв'язок модулів ADAM-5000 з комп'ютером?
8. Які вимоги висуваються до живлення модулів ADAM-5000?

3. Лабораторна робота № 3. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОДУЛІВ ВІДДАЛЕНОГО ЗБИРАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ADAM-6000 (Ethernet)

Мета: Вивчення будови та особливостей програмування модулів віддаленого збирання даних ADAM-6051

3.1. Модуль віддаленого збирання даних ADAM-6051

3.1.1. Загальні відомості про модуль ADAM-6051

Модуль ADAM-6051 – це модуль введення/виведення дискретних сигналів з інтерфейсом Ethernet, який забезпечує приймання 12 вхідних дискретних сигналів, формування 2 вихідних дискретних сигналів та має 2 лічильники (10 кГц). Усі канали дискретних входів мають функцію фіксованого введення для обробки важливих сигналів. Ці вхідні канали можуть бути застосовані як лічильники 1 кГц. Вихідні дискретні канали модуля мають функцію імпульсного виходу.

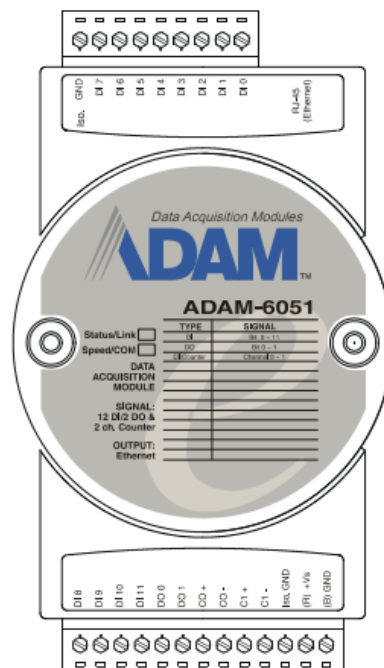


Рис. 3.1. Зовнішній вигляд модуля ADAM-6051

Параметри дискретні входів:

- сухій контакт ;
- рівень логічного «0» - близький до GND;
- рівень логічної «1» - відкритий.

Статус логічних рівнів може бути інвертований утилітою.

Параметри дискретних виходів:

- відкритий колектор до 30 В;
- 200 мА мах навантаження.

Оптична ізоляція: 5000 В.

Параметри імпульсних входів:

- максимальна кількість рахунків імпульсів: 4294967285 (32 біти);
- вхідна частота імпульсів:
 - 0,3 – 1000 Гц мах (режим вимірювача частоти);
 - 5000 Гц мах (режим лічильника).
- напруга ізоляції: 2500 В_{RMS}
- режими лічильника: вперед/назад, двоспрямований.

3.1.2. Підключення модуля ADAM-6051

Схеми підключення вхідних дискретних сигналів (сухий контакт, мокрий контакт) до модуля ADAM-6051 наведені на рис. 3.2; схема підключення вхідних імпульсних сигналів – на рис. 3.3. Слід зважати на те, що при підключенні застосовується «ізольована земля» (Iso.GND), а не спільна точка (G) джерела живлення.

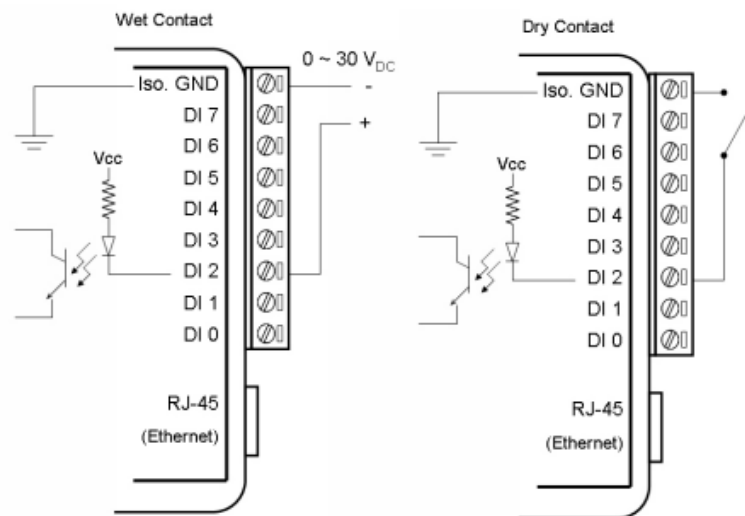


Рис. 3.2. Схема підключення вхідних дискретних сигналів до модуля ADAM-6051

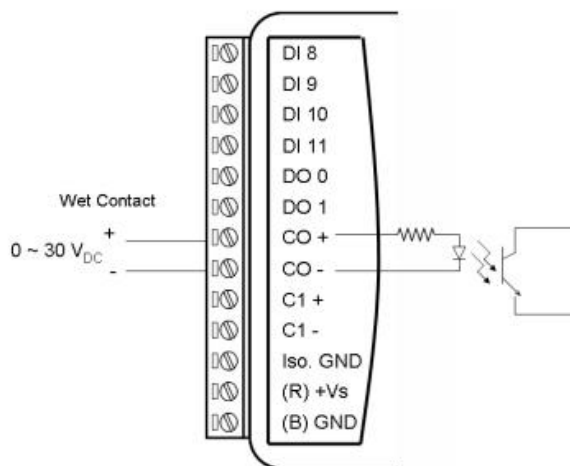


Рис. 3.3. Схема підключення вхідних імпульсних сигналів до входів лічильників модуля ADAM-6051

Схема підключення дискретних виконавчих механізмів до виходів модуля ADAM-6051 наведена на рис. 3.4.

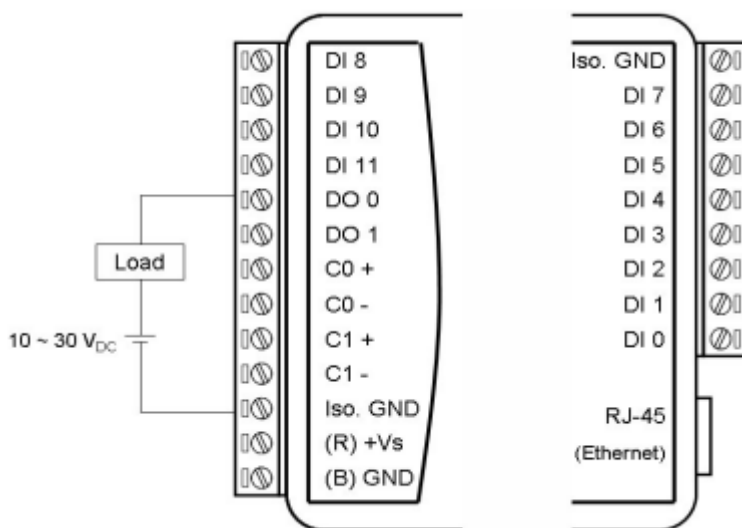


Рис. 3.4. Схема виведення дискретних сигналів з модуля ADAM-6051

3.1.3. Тестова програма Adam/Apax.NET Utility

Для конфігурування та управління модулями ADAM-6000 застосовують графічний інтерфейс Adam/Apax.NET Utility. Він застосовується також для тестування і моніторингу віддалених DA&C (Data Acquisition & Control) систем.

Після запуску програми виводиться екранна форма, що наведена на рис. 2.10.

3.2. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рис. 3.5) містить персональний комп'ютер (A1), до якого за мережею Ethernet підключено модуль ADAM-6051.

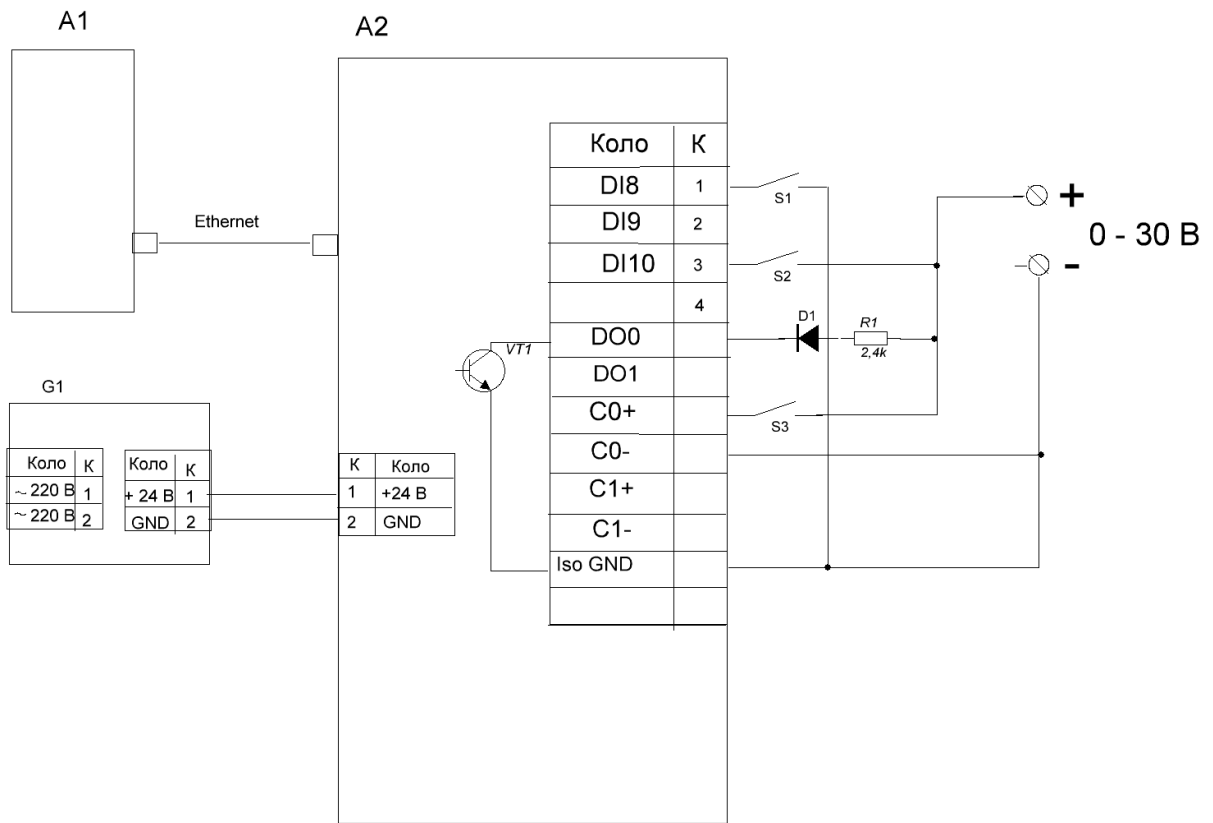


Рис. 3.5. Схема лабораторної установки:

A1 – персональний комп'ютер; A2 – модуль введення дискретних сигналів ADAM-6051;
 G1 – джерело живлення ($=24\text{ В}$); S1, S2, S3 – перемикачі

Сигнал перемикача S1 підключений до входу DI8 зі застосуванням «ізолюваної землі» IsoGND за схемою «Сухий контакт».

Сигнал перемикача S2 підключений до входу DI10 зі застосуванням блоку живлення напругою 0-30 В за схемою «Мокрий контакт».

До виходу DO0 підключений катод світлодіода D1 за схемою відкритий колектор, анод світлодіода підключений до виходу «+» блоку живлення напругою 0-30 В.

Вхід C0+ через перемикач S3 підключений до виходу «+» блоку живлення напругою 0-30 В, а вхід C0 – до спільної точки модуля IsoGND.

Живлення модулів здійснюється від джерела живлення G1 напругою $=24\text{ В}$.

3.3. Порядок виконання лабораторної роботи

3.3.1. Зібрати експериментальну установку за схемою (рис. 3.5).

3.3.2. Запустити тестову програму ADAM APAX Utility. Вікно програми наведено на рис. 3.6.

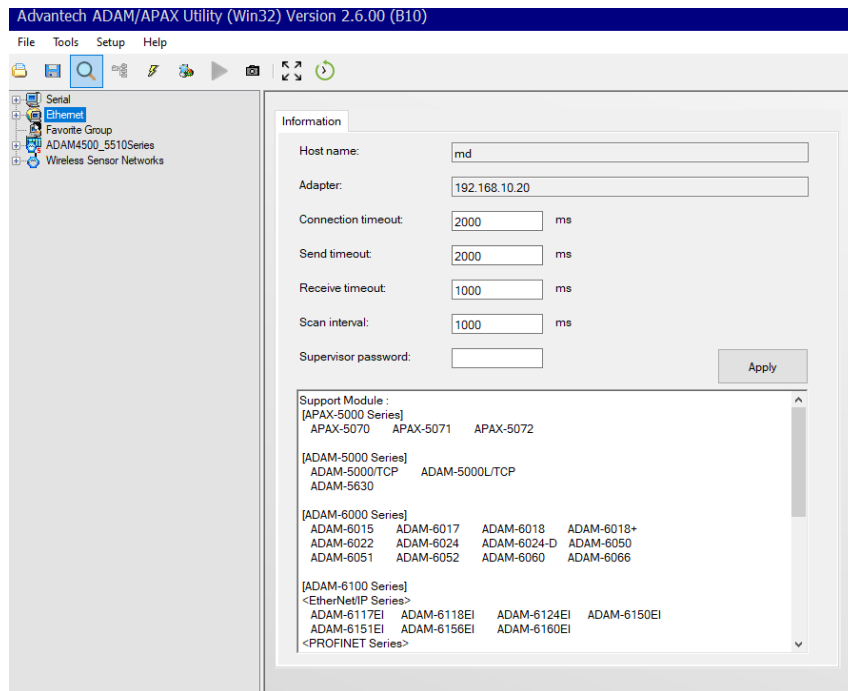


Рис. 3.6. Вікно тестової програми ADAM APAX Utility

3.3.3. Натиснути на поле *Ethernet*, після чого з'явиться зображення IP-адреси адаптера – 192.168.10.20 (рис. 3.7).

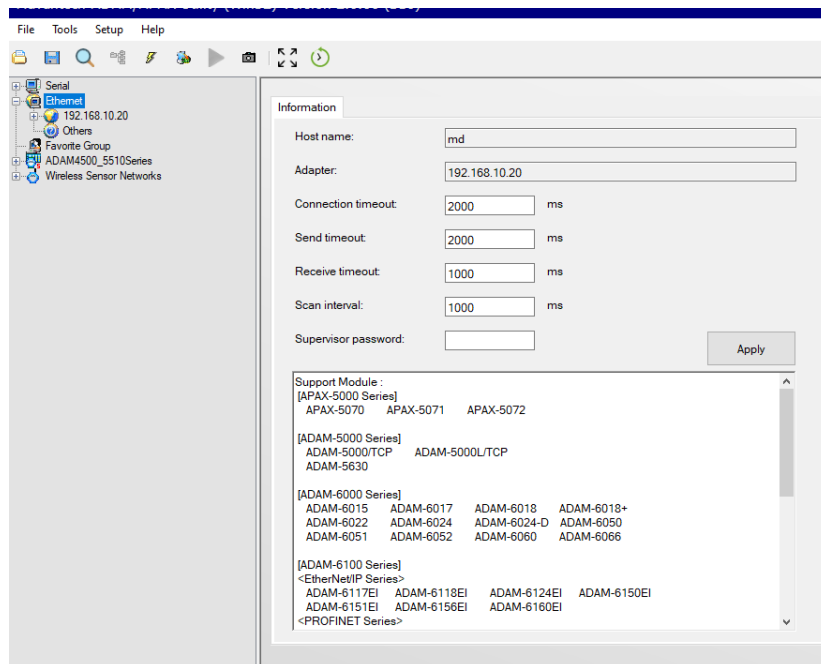


Рис. 3.7. Вікно тестової програми ADAM APAX Utility з виведеною IP-адресою адаптера - 192.168.10.20

3.3.4. Натиснути на поле IP-адреси адаптера – 192.168.10.20, після чого з'явиться зображення IP-адреси модуля ADAM-6051 – 192.168.10.51 (рис. 3.8).

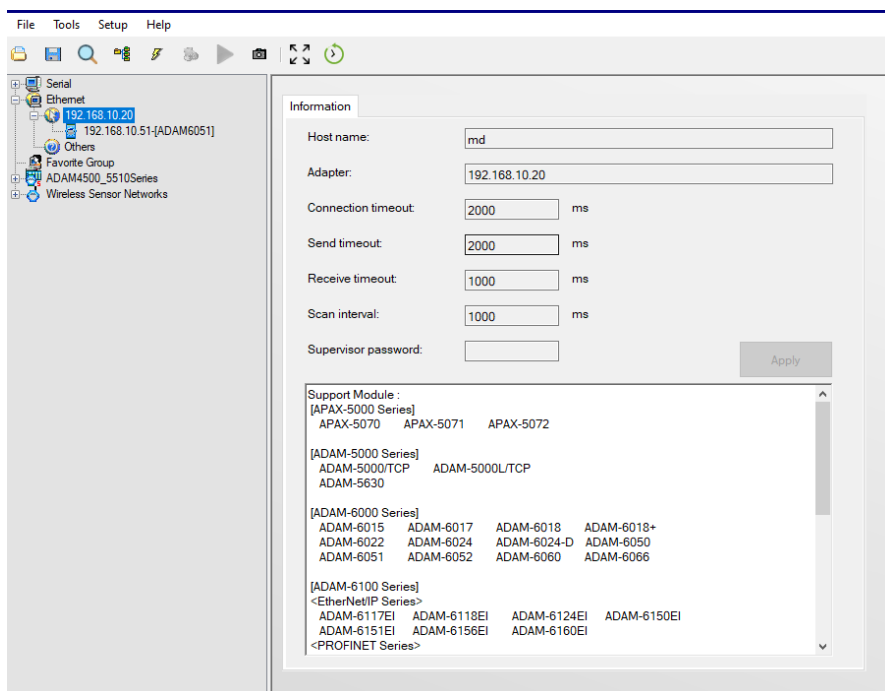


Рис. 3.8. Вікно тестової програми ADAM APAX Utility з виведеною IP-адресою адаптера – 192.168.10.20 та IP-адресою модуля ADAM-6051 – 192.168.10.51

3.3.5. Натиснути на IP-адресу модуля ADAM-6051 – 192.168.10.51, після чого в області дерева модулів *Module Tree Display Area* має з'явитись ім'я модуля, а в області статусу *Status Display Area* – інформаційна таблиця для конфігурування модуля (рис. 3.9).

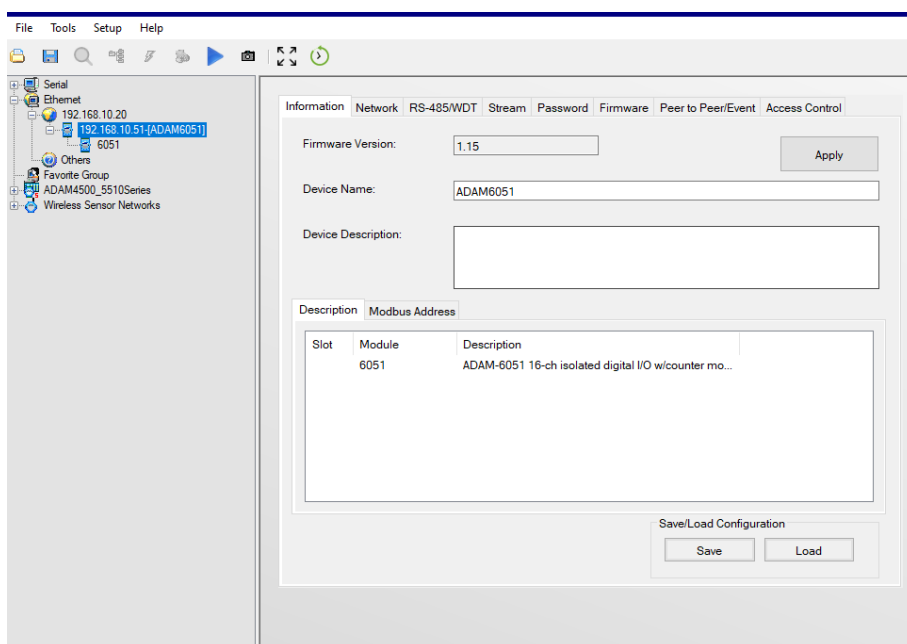


Рис. 3.9. Вікно для конфігурування модуля ADAM-6051

3.3.6. Натиснути на ім'я модуля та ввести до поля, що відкрилось (рис. 3.10), пароль – 00000000.

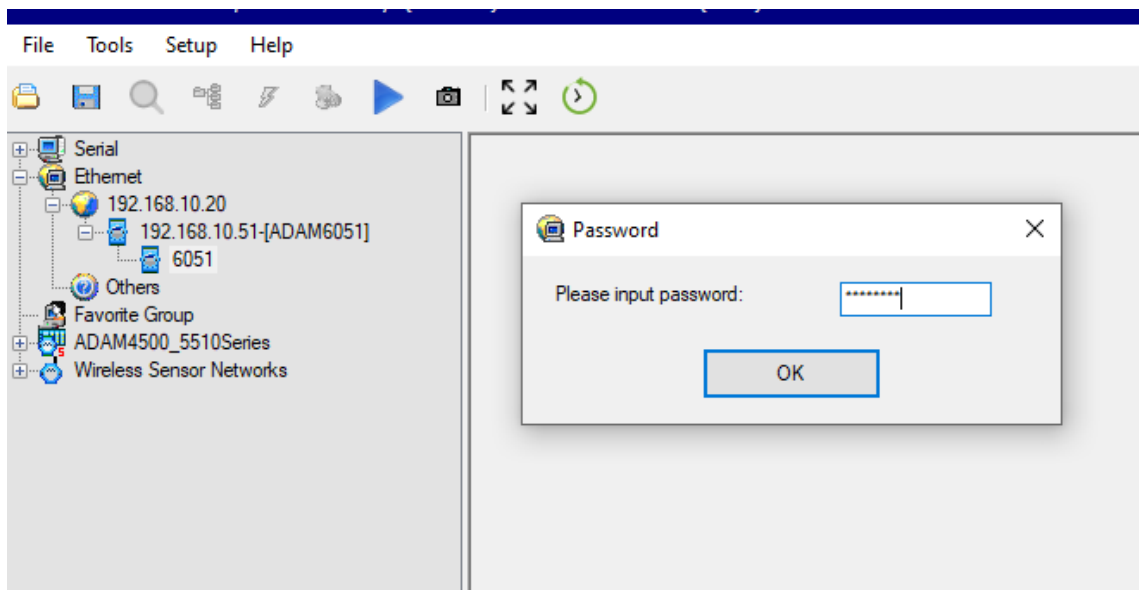


Рис. 3.10. Вікно для уведення паролю

3.3.7. Здійснити тестування модуля ADAM-6051 у вікні, що відкрилось (рис. 3.11). За відсутності дискретних сигналів на входах модуля світлові індикатори DI0-DI11 на екрані матимуть жовте забарвлення.

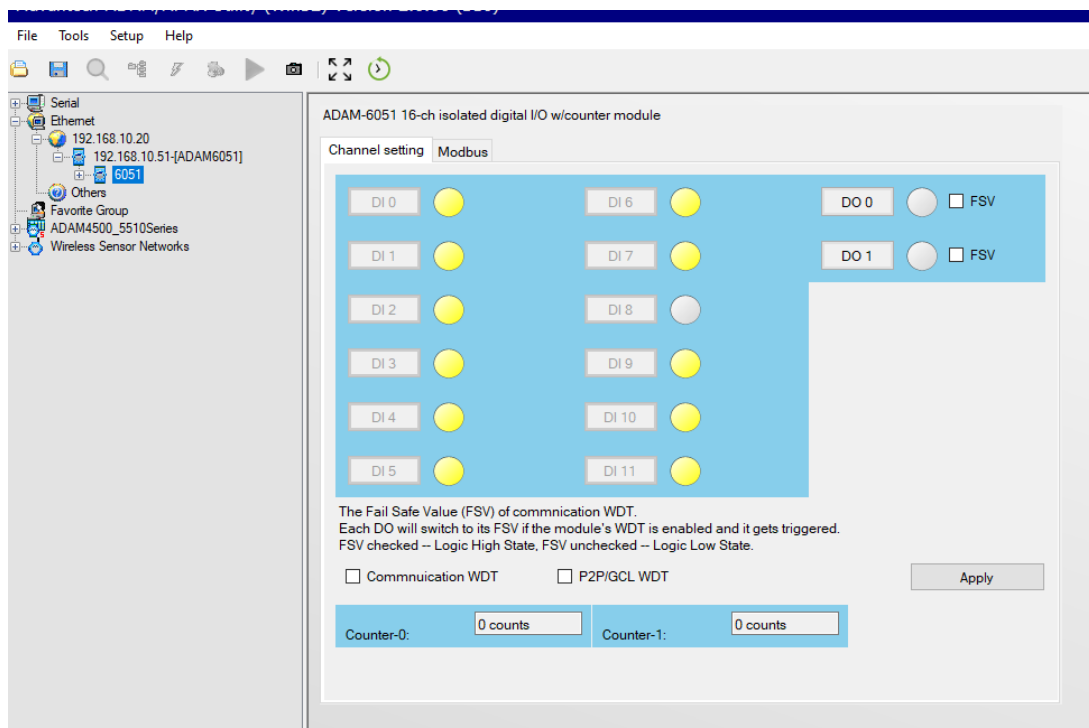


Рис. 3.11. Вікно налаштування та тестування модуля ADAM-6051

3.3.8. Для тестування дискретного входу «сухий контакт» (Dry contact) необхідно замкнути перемикачем S1 вхід DI8 на IsoGND (ізольована земля), після чого спостерігати зміну забарвлення індикатора DI8 на екрані з жовтого – на сіре.

3.3.9. Для тестування дискретного входу «мокрый контакт» (Wet contact) необхідно перемикачем S2 подати на вхід DI9 сигнал напруги від блока живлення 0-30 В, після чого спостерігати зміну забарвлення індикатора DI9 на екрані з жовтого – на сіре.

3.3.10. Для тестування двох дискретних виходів модуля ADAM-6051, до яких за схемою «відкритий колектор» підключені в якості приймачів світлодіоди зі струмообмежуючими резисторами, необхідно натиснувши на екрані на поле DO0 (DO1), спостерігати вмикання світлодіода D0 (D1) та зміну забарвлення на екрані індикатора DO0 (DO1).

3.3.11. Для тестування лічильника, що наявний у складі модуля ADAM-6051, необхідно декілька разів поспіль увімкнути та вимкнути перемикач S3, спостерігаючи зміну числового значення на екрані у полі *Counter 0*, що має відповідати кількості спрацьовувань перемикача.

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого призначаються модулі ADAM-6000?
2. Яким чином відбувається підключення модулів ADAM-6000 до комп'ютера?
3. Які сигнали приймає модуль ADAM-6051?
4. Надайте пояснення термінів «Сухий контакт» та «Мокрий контакт».
5. В якому діапазоні має змінюватись напруга дискретних сигналів, що надходять на входи модуля ADAM-6051?
6. Яким чином відбувається налаштування модулів ADAM-6000?
7. В яких випадках застосовується виведення дискретних сигналів за схемою «відкритий колектор»?

4. Лабораторна робота № 4. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПОСЛІДОВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ RS-232 МОДУЛІВ ВІДДАЛЕНОГО ЗБИРАННЯ ІНФОРМАЦІЇ I-7000

Мета: Засвоєння методу аналізу послідовних кодів, що передаються модулями віддаленого збору даних I-7000 за допомогою програмного пакету DCON Utility Pro V2.0.0.6, з використанням логічного аналізатора.

Модулі віддаленого збирання даних I-7000 конструктивно і програмно реалізовані як модулі ADAM-4000, але для роботи з ними треба застосовувати програмний пакет DCON Utility Pro V2.0.0.6.

Після запуску програми з'явиться Робоче вікно пакету DCON Utility Pro V2.0.0.6 наведене на рис. 4.1.

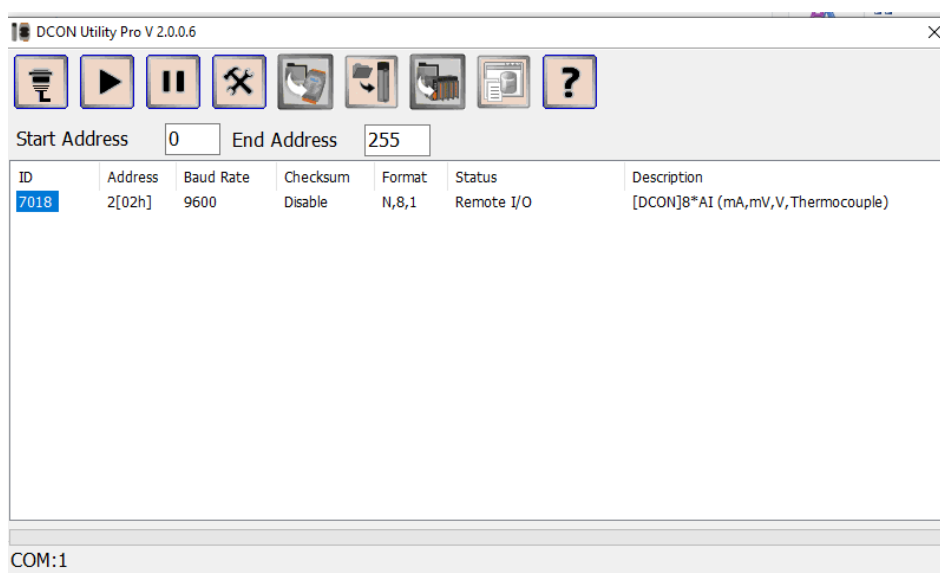


Рис. 4.1. Вікно програми DCON Utility Pro V2.0.0.6

4.1. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рис. 4.2) містить персональний комп'ютер (A1) з COM-портом RS-232, до якого підключений конвертер ADAM-4520 (A2), що перетворює сигнали інтерфейсу RS-232 на сигнали RS-485 й навпаки.

До конвертера підключений модуль введення аналогових сигналів I-7018 (A3), до якого послідовно підключаються сигнали напруги, струму та температури від термопари типу К.

Живлення модулів здійснюється від джерела живлення G1 напругою =24 В.

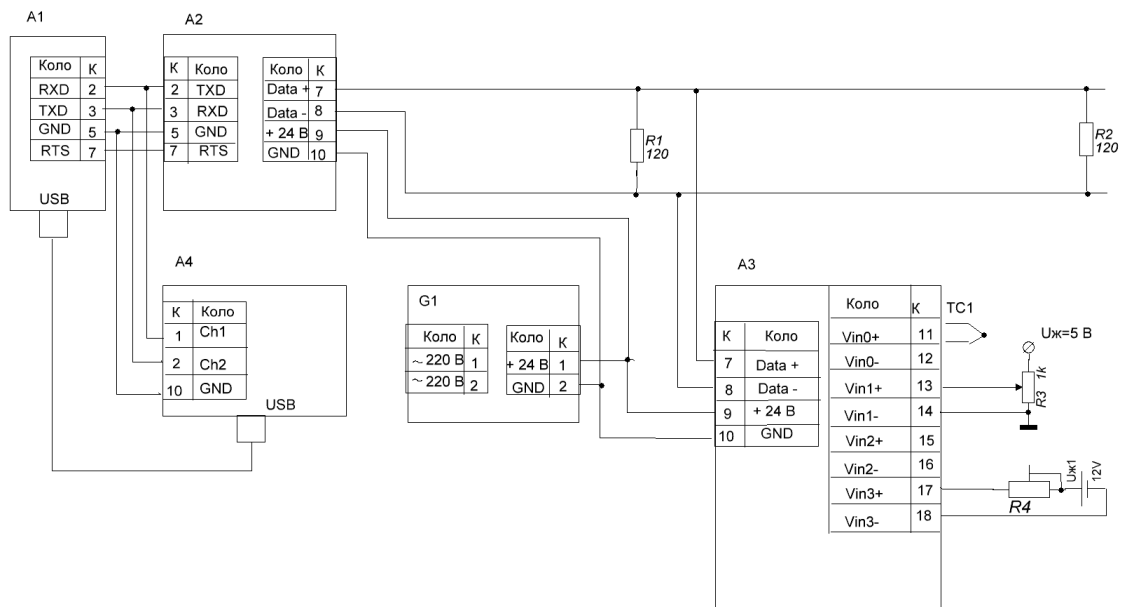


Рис. 4.2. Схема лабораторної установки:

- A1 – персональний комп’ютер; A2 – конвертер ADAM-4520;
A3 – модуль введення аналогових сигналів I-7018; A4 – логічний аналізатор;
G1 – джерело живлення (=24 В); TC1 – хромель-алюмелева термопара;
R1,R2 – термінальні резистори (120 Ом); R3- потенціометр; R4 – змінний резистор

4.2. Порядок виконання лабораторної роботи


4.2.1. Зібрати експериментальну установку за схемою (рис. 4.2).

4.2.2. Подати напругу на модуль I-7018 та конвертер ADAM-4520.

Встановити параметри COM-порту комп’ютера тотожними параметрам конвертера, для чого:

- у вікні «Диспетчер пристроїв» комп’ютера обрати «Порти (COM і LPT)» та «USB Serial Port (COM1)»;
- у вікні «Властивості порту» / «Параметри порту» встановити параметри, що вони збігаються з параметрами порту конвертера.

4.2.3. Встановити параметри COM-порту модуля I-7018.

4.2.3.1. Обрати мишею кнопку  (див. рис. 4.1), після чого у вікні, що відкривалося, встановити параметри:

- швидкість (*Baud Rate*) – 9600 бітів/с (рис. 4.3);
- протокол (*Protocol*) – DCON (рис. 4.4);
- контрольну суму (*Cheksum*) – cheksum desable (рис. 4.5);
- формат (*Format*) – N,8,1:
 - кількість бітів даних – 8;
 - біт паритету – N (немає);
 - кількість стопових бітів – 1 (рис. 4.6).

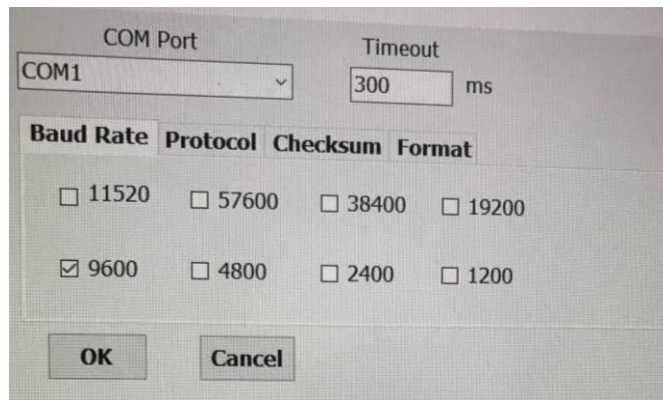


Рис. 4.3. Номер СОМ-порту та швидкість передачі

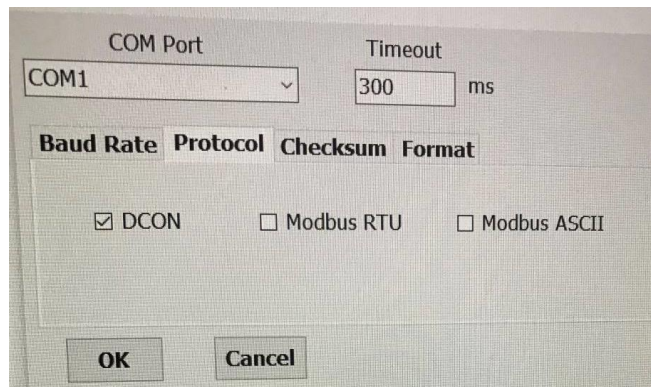


Рис. 4.4. Номер СОМ-порту та тип протоколу

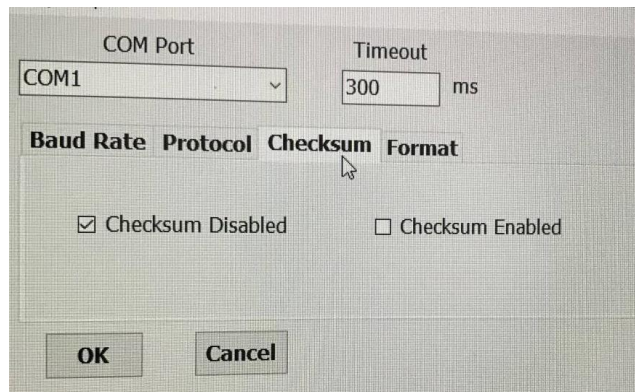


Рис. 4.5. Номер СОМ-порту та контрольна сума

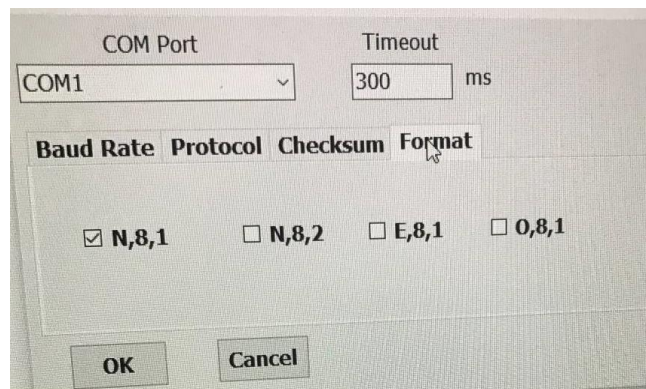


Рис. 4.6. Номер СОМ-порту та формат даних

Зауважимо, що призначена швидкість модуля I-7018 (9600 бітів/с) має збігатися зі швидкістю конвертера ADAM-4520.

4.2.3.2. Знайти підключений модуль. Для цього треба натиснути кнопку



«START» і програма почне пошук модуля. Якщо параметри модуля з'явилися у вікні програми, можна зупинити пошук натиснувши на кнопку



«STOP», після чого у вікні програми DCON Utility Pro V2.0.0.6 (рис. 4.1) має з'явитись рядок з назвою модуля та його параметрами.

4.2.3.3. Для призначення або змінення номера каналу вимірювання та його діапазону треба клацнуть мишею на назву модуля, після чого у вікні *Configuration* (рис. 4.7). призначити або змінити: протокол; адресу модуля; швидкість передачі; контрольну суму; формат одиниць вимірювання; частоту фільтрації; тип та діапазон вимірюваного сигналу.

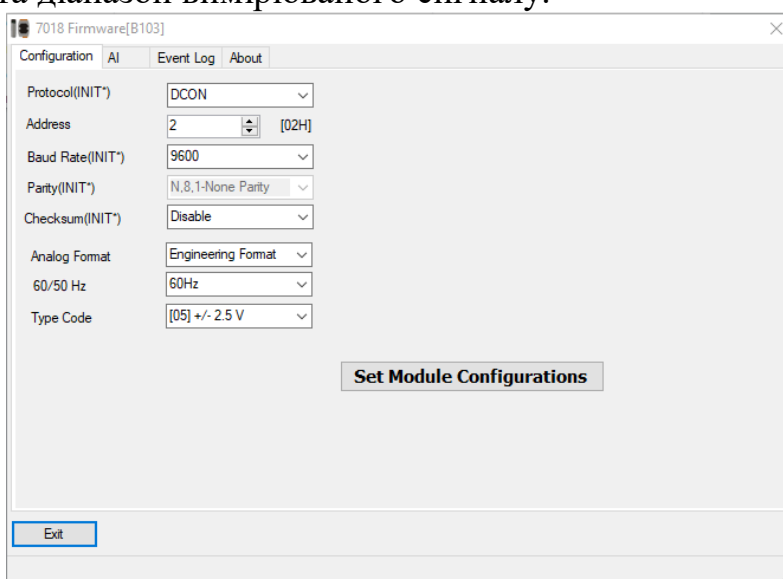


Рис. 4.7. Вікно для призначення параметрів модуля

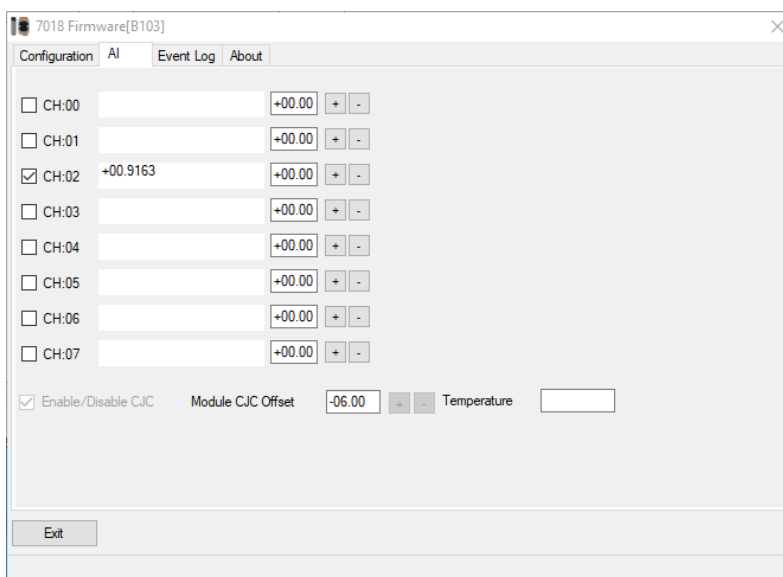



Рис. 4.8. Вікно для призначення номеру вимірюваного каналу

4.2.3.4. Обрати номер вимірюваного каналу (CH) у вікні AI (рис. 4.8). Після призначення мишею вимірюваного каналу у відповідному полі з'явиться значення вимірюваного параметра.

Для вимірювання температури за допомогою термопари СІС, завдяки встановленню в модулі І-7018 термометра опору, який вимірює температуру в точці підключення термопари до модуля, існує можливість враховувати температуру вільних кінців.

4.2.3.5. Після встановлення параметрів модуля треба натиснути на кнопку «*Set Module Configurations*» для збереження обраних параметрів модуля та кнопку «*Exit*».

4.2.4. Задати команду на вимірювання сигналу

4.2.4.1. Натиснути кнопку  (*Command Line*), з'явиться вікно для завдання команди на вимірювання сигналу (рис. 4.9).

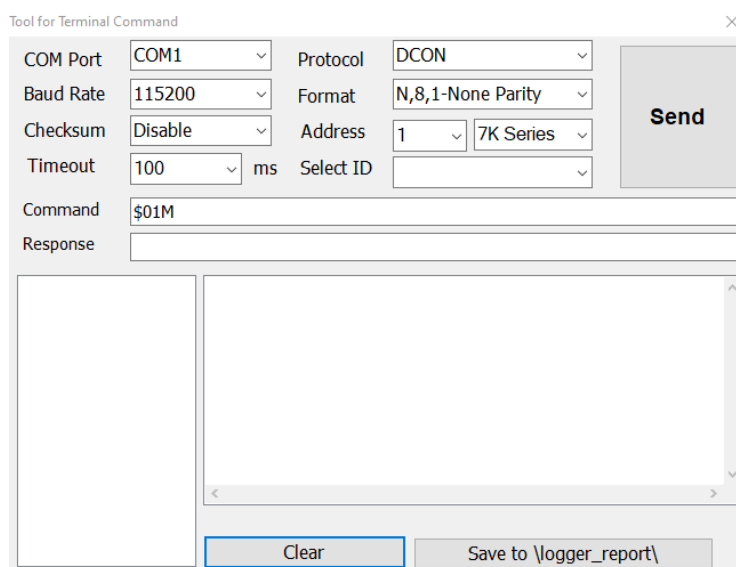


Рис. 4.9. Вікно для завдання команди вимірювання

4.2.4.2. Задати швидкість передачі – 9600; контрольну суму – *Disabled*; протокол – *DCON*; формат – *N,8,1*; – *None Parity*; адресу – 2; тип модулів – *7K Series*; тип модуля – *7018* (рис. 4.10).

4.2.4.3. У вікні (рис. 4.10) задати команду «*Read AI 2*», в полі «*Command*» з'явиться ASCII код команди - #022 (шістнадцяткові коди – 23 30 32 32, які передаються в лінію зв'язку) – зчитати сигнал з другого входу модуля.

4.2.4.4. Натиснути кнопку «*Send*», після чого відбудеться передача команди до модуля та відповіді від модуля до комп'ютера. У полі «*Response*» з'явиться відповідь модуля

>+0.9154 [3E 2B 30 2E 39 31 35 34],

де +0,9154 – значення вимірюваного сигналу на другому вході модуля, у прямокутних дужках – шістнадцяткові коди відповіді модуля.

У полі результату обміну наводиться час передачі команди – 12:34; код команди – #022; відповідь – +0,9154 В.

У нижній частини вікна розташовані кнопки «Clear» – очищення поля результату опитування модуля, «Save to» – зберігання результату вимірювання.

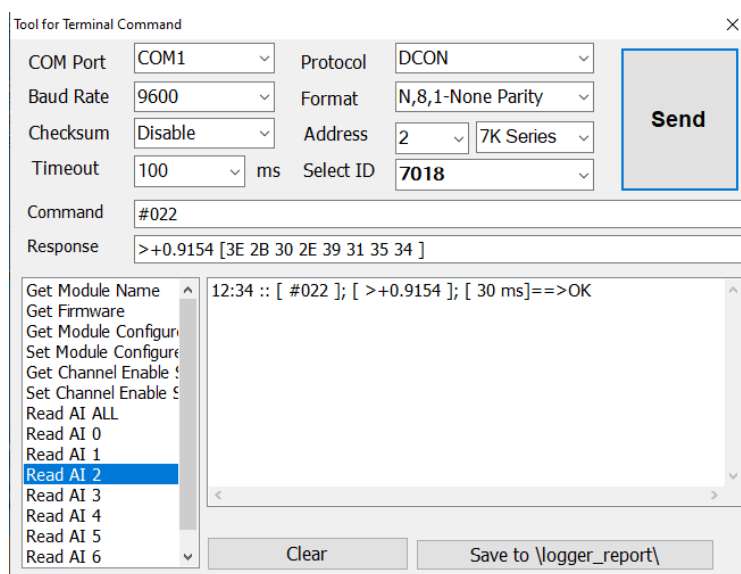


Рис. 4.10. Вікно з обраними параметрами для завдання команди вимірювання

4.2.5. Визначення послідовного коду команди, яка передається до модуля, та коду відповіді, який надходить від модуля.

Визначення послідовності кодів відбувається за допомогою логічного аналізатора та програми Logic 2.4.1.

4.2.5.1. Підключити лінії зв'язку послідовного інтерфейсу RS-232: Tx, Rx, GND до входів логічного аналізатора, який через USB-порт підключається до комп'ютера.

4.2.5.2. Запустити програму Logic 2.4.1, після чого на екрані монітора з'явиться вікно логічного аналізатора (рис. 4.11).

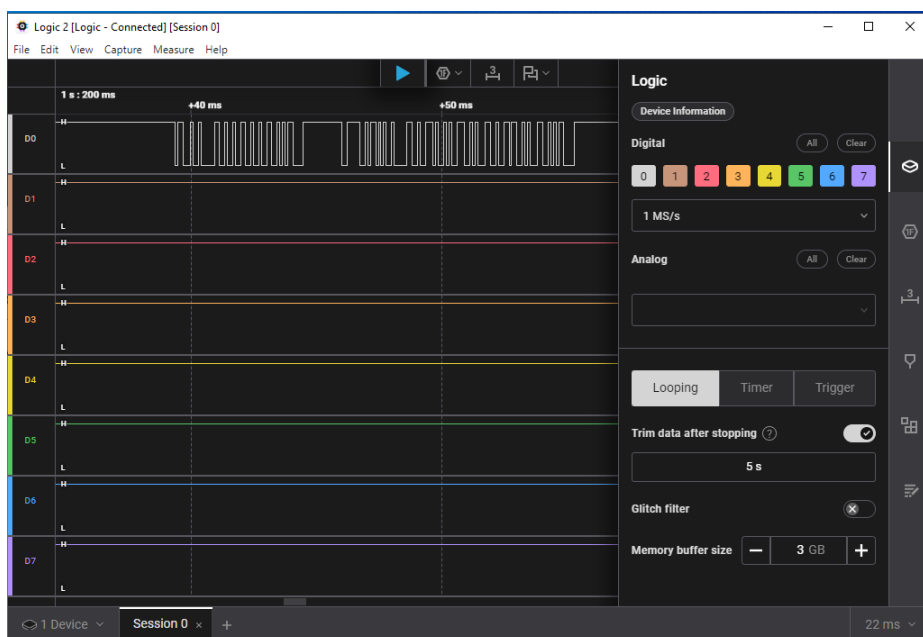


Рис. 4.11 Вікно логічного аналізатора

4.2.5.3. Запустити режим вимірювання сигналу на вході логічного аналізатора, натиснувши кнопку *RUN*  (рис. 4.11).

4.2.5.4. Надіслати до модуля I-7018 команду #022 опитування входу *AI2*, натиснувши кнопку *Send* у вікні програми *Dcon* (рис. 4.10)

4.2.5.5. Зупинити режим вимірювання сигналу на вході логічного аналізатора, натиснувши кнопку *STOP* (■) (рис. 4.11).

4.2.5.6. За допомогою миші повернути на екран (рис. 4.11) зображення послідовних кодів команди та відповіді на відповідних каналах (рис. 4.12). Скопіювати їх для подальшого аналізу.



Рис. 4.12. Послідовні коди «команди» та «відповіді», отримані логічним аналізатором

4.2.5.7. Опрацювати отримані зображення послідовних кодів, записавши відповідні двійкові коди, перетворити їх на шістнадцяткові. Порівняти отримані шістнадцяткові коди з відповідними кодами, висвітленими у вікні програми *Dcon* (рис. 4.10).

Контрольні запитання та завдання

1. Опишіть відмінності послідовних інтерфейсів RS-232 та RS-485.
2. Прокоментуйте формат символу, що передається послідовними інтерфейсами RS-232 та RS-485.
3. Яким чином здійснюється кадрова синхронізація послідовного інтерфейсу RS-232?
4. Опишіть, яким чином здійснюється синхронізація в асинхронному послідовному інтерфейсі RS-232 при зчитуванні бітів, що пересилаються?
5. Опишіть призначення стартового та стопового бітів, а також біту паритету.
6. Яким чином підраховується контрольна сума під час передачі символу?
7. Які функції виконує логічний аналізатор?

Список літератури

1. Опис інтерфейсів RS-485, RS-422 / Сайт компанії VKmodule. [Електронний ресурс]. URL: www.vkmodule.com.ua
2. RS-485 Serial Interface. Explained. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.cuidevices.com/blog/rs-485-serial-interface-explained>
3. Strangio C.E. The RS232 Standard. [Електронний ресурс]. URL: www.camiresearch.com
4. ADAM-4000 Series. Data Acquisition Modules / Esis. Industrial electronic. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.esis.com.au/measurementlogging-products/analog-digital-io/remote-io-modules/adam-4000-series-data-acquisition-control-modules/>
5. ADAM-5000 Series I/O Modules: User Manual [Електронний ресурс]. https://www.proxis.ua/files/documents/ADAM-5000_IO_Module_Manual_V2.15.pdf
6. ADAM-5000/TCP Series. Distributed DA&C System Based on Ethernet. [Електронний ресурс]. URL: https://buyemt.advantech.com/I-O-Devices-Communication/Programmable-Controllers-PACS-ADAM-Controllers/EMT_31112.products.htm
7. ADAM-6000 Series. Ethernet-based Data Acquisition and Control Modules: User Manual. [Електронний ресурс]. URL: https://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile4/1-2B6FKTG/ADAM-6000_User_Manual_Ed.12-FINAL.pdf
8. DCON Utility Pro. User's Manual. Version 2.0.1. [Електронний ресурс]. URL: http://ftp.icpdas.com/pub/cd/8000cd/napdos/driver/dcon_utility/manual/dcon_utility_pro_user%20manual_v2.0.1.pdf

Навчально-методичне видання

Зінченко Михайло Дмитрович,
Михайловський Микола Володимирович,
Шибакінський Володимир Іванович

РОЗПОДІЛЕНІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ

Навчально-методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт

Експертний висновок склав канд. техн. наук, проф. Потап Олег Юхимович
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 53 від 11.07.2025)

В авторській редакції
Комп'ютерна верстка О. Ю. Потап
Відповідальний за випуск М. Д. Зінченко

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 3,18. Обл.-вид. арк. 3,23.
Зам. № 85.

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010