

Модулі вводу-виводу серії MAXPro

WAD-MIO-MAXPro

ТУ У 33.2-33056998-001:2009

АКОН.426438.012

- 1 канал аналогового вводу (U/I)
- 1 канал аналогового виводу (U/I)
- 2 канали дискретного вводу-виводу:
 - а) DI-канали: «сухий контакт», постійні/змінні напруги
 - б) DO-канали: оптреле ($I \leq 100\text{mA}$, $U \leq 300\text{V}$)
- Групова гальванічна розв'язка
- Інтерфейс RS485 (Modbus RTU)



Зміст

СУМІСНІСТЬ МОДУЛІВ АКОН ЗІ СВІТОВИМИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИМИ БРЕНДАМИ	- 3 -
АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	- 5 -
ПРИЗНАЧЕННЯ І УСТРІЙ МОДУЛЯ.....	- 5 -
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	- 6 -
ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ ЗАМОВЛЕННЯ.....	- 7 -
СТРУКТУРНА СХЕМА І ПРИНЦИП РОБОТИ.....	- 8 -
ПРИЗНАЧЕННЯ КОНТАКТІВ РОЗ'ЄМІВ.....	- 10 -
СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ СИГНАЛІВ.....	- 12 -
ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ RS485.....	- 13 -
ПРОГРАМНЕ НАЛАШТУВАННЯ	- 14 -
КОНФІГУРУВАННЯ МОДУЛЯ ТА ПРОГРАМА «АДМІНІСТРАТОР».....	- 14 -
ПРОГРАМНА СТРУКТУРА КАНАЛУ АНАЛОГОВОГО ВВОДУ	- 15 -
Вибір параметра та діапазону вимірювання	- 16 -
Встановлення частоти зрізу фільтра	- 16 -
Встановлення коефіцієнтів полінома користувача	- 16 -
Використання полінома користувача.....	- 17 -
Встановлення меж світлодіодної індикації	- 17 -
ПРОГРАМНА СТРУКТУРА КАНАЛУ АНАЛОГОВОГО ВИВОДУ.....	- 18 -
ПРОГРАМУВАННЯ	- 20 -
ПРОТОКОЛ ОБМІНУ MODBUS RTU	- 20 -
Функція 0x03 – читання регістрів	- 20 -
Функція 0x10 – запис регістрів.....	- 22 -
Функція 0x06 – запис регістра.....	- 23 -
КАРТИ РЕГІСТРІВ МОДУЛЯ	- 24 -
КАРТА РЕГІСТРІВ СИСТЕМНОГО ОБ'ЄКТА.....	- 26 -
КАРТА РЕГІСТРІВ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	- 28 -

Сумісність модулів АКОН зі світовими апаратно-програмними брендами.

Протестовано з наступними продуктами:

Інтерфейси



RS232, RS485, USB, Ethernet, Current LOOP, 1-Wire

Протоколи обміну



MODBUS RTU – відкритий комунікаційний протокол, заснований на архітектурі «клієнт-сервер». Основні переваги стандарту — відкритість, простота програмної реалізації та елегантність принципів функціонування. Практично всі промислові системи контролю та управління мають програмні драйвери для роботи з MODBUS-мережами.

SCADA



TRACE MODE. Інструментальний програмний комплекс класу SCADA HMI. Призначений для розробки програмного забезпечення АСУТП, систем телемеханіки, автоматизації будівель, систем обліку електроенергії (АСКОЕ, АІВС КОЕ), води, газу, тепла, а також забезпечення їх функціонування в реальному часі. Має функції програмування промислових контролерів.



SCADA-система **InTouch** є найбільш популярним у світі програмним пакетом візуалізації для промислових застосувань, встановленим на понад 600.000 об'єктах у всьому світі. InTouch забезпечує інтеграцію з усіма основними постачальниками систем автоматизації, включаючи Siemens, Rockwell, Omron, Metso, ABB та ін. InTouch забезпечує безпрецедентні потужність, гнучкість, простоту у використанні та масштабування при побудові систем – від малих HMI додатків до найбільших систем автоматизації підприємств.



PROMOTIC це комплекс інструментів для розробки додатків для моніторингу, управління та візуалізації технологічних процесів у найрізноманітніших галузях промисловості. PROMOTIC призначена для ОС Windows 8/7/Vista/XP/XPe/2003-8Server та вище. У систему PROMOTIC вбудовані всі необхідні компоненти для створення простих та складних систем візуалізації та управління.



MasterSCADA™ — це не просто один із сучасних SCADA- та SoftLogic-пакетів, це принципово новий інструмент розробки систем автоматизації та диспетчеризації. У ньому реалізовані засоби та методи розробки проектів, що забезпечують різке скорочення трудовитрат та підвищення надійності створюваної системи.

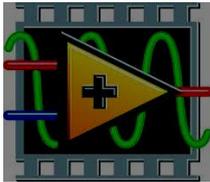
OPC Server



Основний продукт Керваре — **KEPServerEX**: модульний OPC-сервер, який забезпечує зв'язок з більш ніж 100 різними контролерами, приводами та програмними модулями, підвантажуючи конкретний драйвер. KEPServerEX підтримує послідовні та Ethernet-з'єднання з найширшим діапазоном промислових пристроїв. Зараз KEPServerEX застосовується у тисячах SCADA-систем по всьому світу.

Modbus Universal MasterOPCServer це: розширена функціональність у рамках технології OPC, гнучкі можливості користувальницького інтерфейсу, підвищена надійність та розвинена діагностика, засоби роботи через Інтернет, відкритість та дотримання стандартів, робочі демоверсії для завантаження.

Інструментальні засоби



Основний продукт Керваре - **KEPServerEX**: модульний OPC-сервер, який забезпечує зв'язок з більш ніж 100 різними контролерами, приводами та програмними модулями, підвантажуючи конкретний драйвер. KEPServerEX підтримує послідовні та Ethernet-з'єднання з найширшим діапазоном промислових пристроїв. Зараз KePServerEX застосовується в тисячах SCADA-систем по всьому світу.

Програмовані логічні контролери



Однією з важливих особливостей продукції **VIPA** є підтримка відкритих інтерфейсів, які широко застосовуються в промисловості. Це створює можливість для підключення додаткових апаратних засобів та полегшує інтеграцію окремих виробничих ділянок у інформаційну мережу підприємства.



Система **DeltaV** це повністю цифрова архітектура, що забезпечує цифрову точність та цифрову швидкодію. Вбудоване ведення архіву полегшує введення в експлуатацію та обслуговування. Сам контролер займає мало місця, забезпечує резервування та відрізняється міцністю.

Датчики



Термопари

B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, BP5/20 Гр.38, BP5/20 Гр.68, A1, A2, A3

Термоопори

TSM50, TСП50, TСП1006 TСП500, TСП1000, TСП1088, TSM53, TСП46, Pt100, Pt1000



DS18B20

Апаратне забезпечення Призначення та устрій модуля

Модуль WAD-MIO-MAXPro призначений для вимірювання та формування електричних величин, обробки інформації та передачі її в головний обчислювач мережі (комп'ютер) лініями послідовного двопровідного інтерфейсу RS485.

Модуль складається з: одного каналу аналогового вводу, одного каналу аналогового виводу та два канали дискретного вводу-виводу.

Аналоговий ввід

Властивості використовуваних датчиків (нелінійність тощо) коригуються модулем. Крім того, завдяки застосуванню полінома користувача значення вимірюваного параметра (напруга, струм, опір) можна додатково скоригувати.

Вид вимірюваної величини та межі вимірювання модуля вказуються при замовленні (на цих межах здійснюється заводське калібрування каналів). Діапазони модуля та види сигналів, відкалібровані виробником, доступні для використання, та "видимі" з програми "Адміністратор" (з комплекту постачання). "Адміністратор" призначений для встановлення налаштувань користувача модуля: чутливості, частоти зрізу фільтра, виду вхідного сигналу, порогів індикації та ін. Усі діапазони та види сигналів, що підтримуються **даним** екземпляром виробу, автоматично виявляються і відображаються даною програмою.

Аналоговий вивід

Вид формованої величини (напруга чи струм) і межі вказуються при замовленні.

Дискретний ввід-вивід

Канали дискретного вводу виготовляються для роботи з потенційними рівнями постійної та/або змінної напруги, а також у режимі «Сухий контакт». Канали дискретного виводу являють собою оптореле ($I \leq 100\text{mA}$, $U \leq 300\text{V}$).

Вбудована індикація дає змогу візуально контролювати значення каналів. Пороги спрацьовування індикації змінюються програмно. Це дозволяє миттєво оцінювати справність лінії зв'язку та вихід вимірюваних величин за допустимі межі.

Конструктивно модуль розрахований для роботи, як один самостійно, так і для побудови систем із числом модулів до 127, об'єднаних по системній шині. Шина створюється на DIN-рейці встановленням відповідної кількості мініатюрних системних роз'ємів, формуючи собою подібність компактної материнської плати, або бек-плейна. Самі модулі є нерозбірними, **легко та надійно встановлюються та знімаються в будь-якому порядку, не "заважаючи" сусіднім. Допускається "гаряча" заміна, у т.ч. без зупинки технологічного циклу та управляючої програми.**

По системній шині передаються сигнали інтерфейсу RS485 і підводиться живлення. Вхід живлення два, основний та для резервного джерела. Вихід з ладу будь-якого з них ніяк не позначається на роботі системи.

Всі **зовнішні ланцюги модулів (входи, живлення, інтерфейс) надійно захищені** від перевантажень. **Захист - дворівневий:** при короткочасному перевантаженні спрацьовує перший рівень захисту, при тривалому перевищенні напруги вище за норму спрацьовує другий, що розмикає ланцюг. При зникненні перевантаження працездатність модуля відновлюється автоматично.

Корпус модуля виконаний із високоякісного ударостійкого пластику, відрізняється надійністю, високою точністю виготовлення, термостійкістю, відмінним дизайном. Встановлюється на DIN-рейку.

Структурна схема та принцип роботи

Модуль складається з наступних вузлів: каналу аналогового вводу, каналу аналогового виводу, двох каналів DI/DO, мікроконтролера з вбудованим АЦП та ланцюгів формування сигналів інтерфейсу RS485.

Рис 1. Структурна схема модуля

Кількість каналів та їх типи визначаються індивідуально під час замовлення. Ці характеристики закладаються апаратно на етапі виготовлення.

Аналоговий ввід

Сигнал джерела інформації надходить на вимірювальний вхід модуля. Після вхідного ланцюга сигнал надходить на АЦП мікроконтролера. Після оцифрування відбувається нормування, корекція похибок та обчислення значення параметра, що вимірюється. Вибір вимірюваного параметра здійснюється програмно.

Аналоговий вивід

Канал модуля має лише один тип виходу: струмовий або за напругою (визначається при замовленні). Після отримання значення каналу від майстра модуль одразу ж встановлює його на виході. Після команди **«Зберегти налаштування у Flash-пам'ять»** значення каналу зберігається разом з іншими налаштуваннями та при наступному увімкненні модуля це значення автоматично формується на виході.

Канали дискретного вводу-виводу

Канали дискретного вводу можуть працювати з потенційними рівнями постійної та/або змінної напруги або в режимі «Сухий контакт».

Канали дискретного виводу являють собою оптореле ($I \leq 100\text{mA}$, $U \leq 300\text{V}$).

Схема світлодіодної індикації призначена контролю значення каналу.

Для аналогового вводу.

Схема світлодіодної індикації призначена для контролю рівня сигналу. Коли значення вимірюваного параметра знаходиться в межах світлодіодної індикації (задається програмно), то світлодіод AI-каналу постійно підсвічується, якщо нижче – блимає рідко, і блимає часто, якщо значення вимірюваного параметра перевищує встановлену межу.

Для дискретних входів:

- 1) світлодіод вимкнений – логічний нуль (віддалений контакт розімкнуто);
- 2) світлодіод ввімкнений – логічна одиниця (віддалений контакт замкнутий);
- 3) світлодіод мерехтить – обрив лінії.

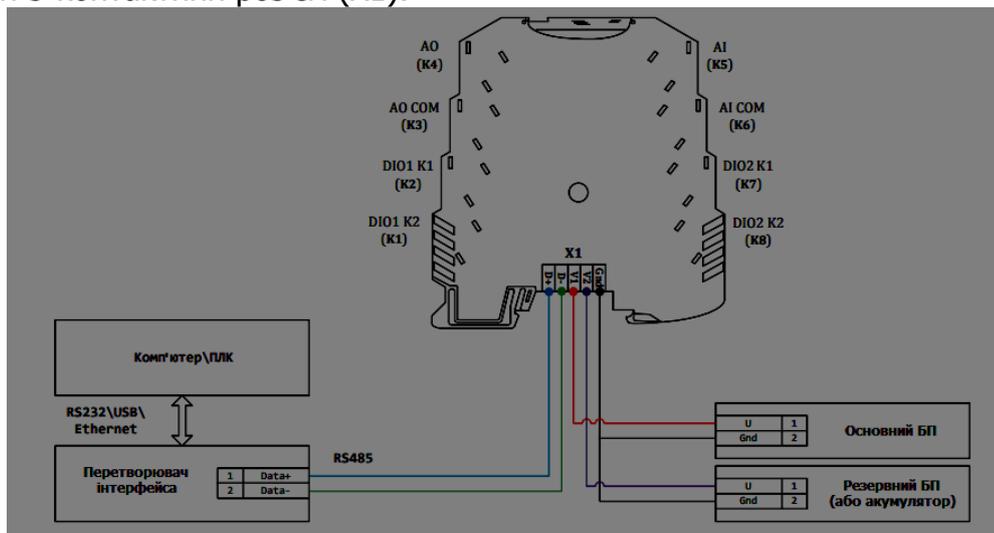
Для дискретних виходів:

- 1) світлодіод вимкнений – реле розімкнуто;
- 2) світлодіод ввімкнений – реле замкнуто.

З боку інтерфейсу RS485 значення всіх каналів доступні для читання/запису по протоколу Modbus RTU. Адреса пристрою та швидкість обміну налаштовуються за допомогою програми AKOH Адміністратор і зберігаються у Flash.

Призначення контактів роз'ємів

Модуль WAD-MIO-MAXPro має 2 типи роз'ємів: 8 клемників (K1-K8) та один системний 5-контактний роз'єм (X1).



Призначення контактів K1-K8:

Номер контакту	Позначення	Призначення
1	DIO1 K2	Дискретний ввід-вивід 1
2	DIO1 K1	
3	AO COM	Загальний провід аналогового виводу
4	AO	Аналоговий вивід
5	AI	Аналоговий ввід
6	AI COM	Загальний провід аналогового вводу
7	DIO2 K2	Дискретний ввід-вивід 2
8	DIO2 K1	

Канали дискретного вводу використовують свій K2 як спільний контакт, а K1 як вхід. Для каналів дискретного виводу контакти K2 і K1 є рівноцінними, оскільки на них виходять нормально розімкнені контакти оптореле.

Призначення контактів роз'єму X1:

Номер контакта	Позначення	Призначення
1	D+	Лінія Data+ інтерфейсу RS485
2	D-	Лінія Data-інтерфейсу RS485
3	Ужив.	Вхід напруги живлення
4	Ужив.рез.	Вхід напруги живлення (резервний)
5	Gnd	Загальний провід для джерел живлення

Рекомендація:

При виборі основного та резервного джерел живлення слід враховувати, що потужність кожного з них має бути достатньою для живлення всіх блоків системи. Коли ввімкнено два джерела живлення, вони не навантажені порівну: все навантаження буде припадати на той, вихідна напруга якого більша. Розподіл навантаження між двома блоками можливий лише тоді, коли розбаланс вихідних напруг становить менше 50мВ. Не потрібно прагнути розподілити навантаження – скажімо, основне джерело може бути на 24В, а резервне – на 12В.

Схеми підключення джерел сигналів

Рекомендація:

при вимірі струму зовнішні перешкоди та опір провідників проявляються вкрай слабо, що дозволяє рекомендувати цей спосіб при передачі сигналу на великі відстані.

Підключення до мережі RS485

Підключення до мережі полягає в однойменному з'єднанні двох ліній DATA+ та DATA- головного обчислювача (комп'ютера, або виходу перетворювача RS232/RS485) та модуля (або групи модулів, з'єднаних по системній шині).

Модуль WAD-MIO-MAXPro призначений для роботи в мережах типу Master-Slave, при цьому, завжди виступаючи в ролі Slave. При підключенні кількох пристроїв до мережі потрібно подбати про те, щоб адреса кожного модуля в межах мережі була унікальною, і у всіх модулів було встановлено однакову швидкість обміну. Тому, якщо адреси та швидкості обміну невідомі, рекомендується проводити налаштування кожного модуля в окремо, використовуючи програму «АКОН Адміністратор» і лише потім підключити їх у одну мережу.

Програмне налаштування

Конфігурування модуля та програма «Адміністратор»

Налаштування модуля здійснюється за допомогою інтерфейсу RS485. Для налаштування рекомендується використовувати стандартний інструментарій, яким є програма "Адміністратор". Або можна використовувати, спираючись на опис протоколу обміну, власні засоби. Програма «Адміністратор» призначена для налаштування та перевірки працездатності модулів, розроблених компанією. В «Адміністраторі» налаштування модуля здійснюється за допомогою наочних графічних структур, що відносяться до об'єкта, який налаштовується. За замовчуванням "Адміністратор" відображає всі прочитані з модуля властивості: заводські налаштування та відкалібровані апаратні межі. "Адміністратор" відображає ВСІ доступні в ДАНОМУ примірнику пристрою межі вимірювання, дозволяє вибрати для подальшої роботи будь-яку з них, встановити частоту зрізу фільтра, межі індикації, адресу в мережі, швидкість обміну і т.д., тобто - налаштувати модуль для подальшої самостійної роботи. При виявленні відсутності необхідної Вам межі вимірювання - звертайтеся до виробника для проведення додаткового калібрування.

За відсутності модуля, у разі необхідності перевірити, як повинно проходити справне налаштування виробу в "Адміністраторі", у програмі вбудовано емулятор блоків виробництва АКОН.

Для налаштування модуля за допомогою "Адміністратора" необхідно виконати наступні кроки:

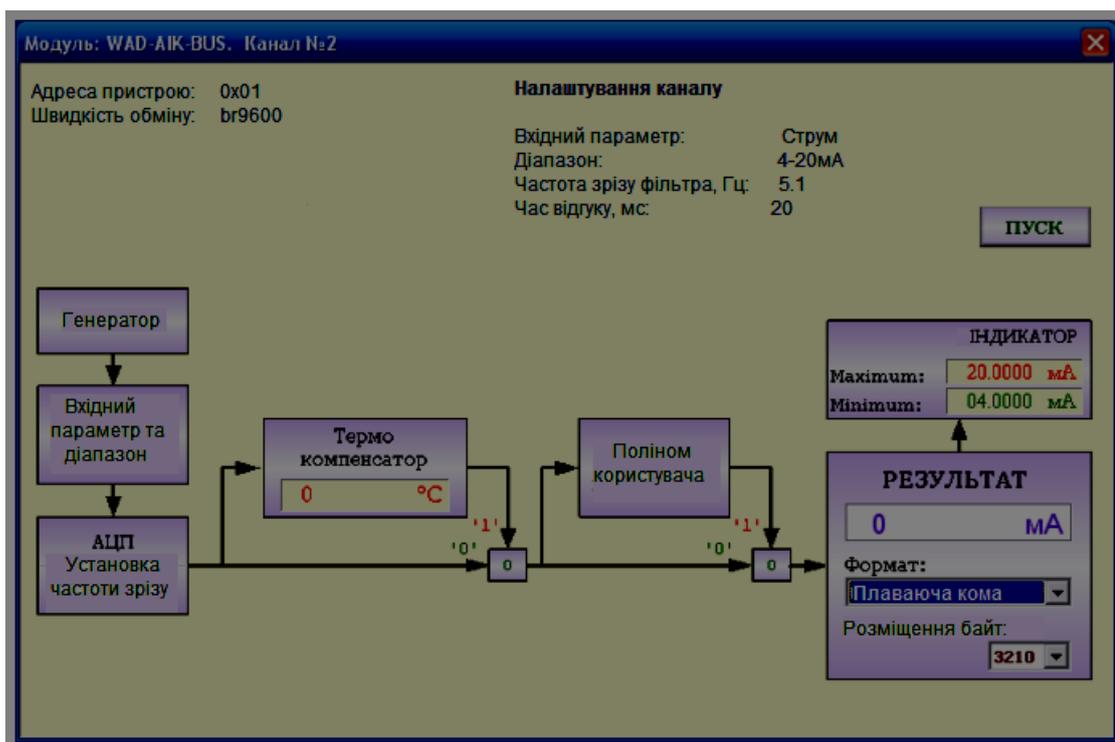
1. Підключити пристрій до комп'ютера. (Див. розділ «**Підключення до мережі RS485**»).
2. Запустити програму "Адміністратор" із комплекту постачання.
3. Вибрати "Шина", "Налаштування", встановити СОМ-порт та швидкість обміну.
4. Вибрати "Шина", "Підключити".
5. Вибрати "Пристрої", "Виявлення пристроїв". Подвійним кліком вибрати потрібний пристрій із знайдених на шині.
6. У вікні, що відкрилося, подвійним кліком виберіть потрібний об'єкт модуля.
7. Використовуючи функції "Адміністратора", здійснити налаштування пристрою.
8. Виходячи з програми, записати налаштування у Флеш-пам'ять модуля.

Програма "Адміністратор" підтримує весь спектр пристроїв серії BUS, MAXPro та ECO. Функції Адміністратора з налаштування конкретної моделі пристрою наводяться в технічному описі на даний пристрій.

Загальні функції «Адміністратора» наведено у розділі "Допомога" програми "Адміністратор".

Програмна структура каналу аналогового вводу

Структурна схема каналу представлена на рисунку:



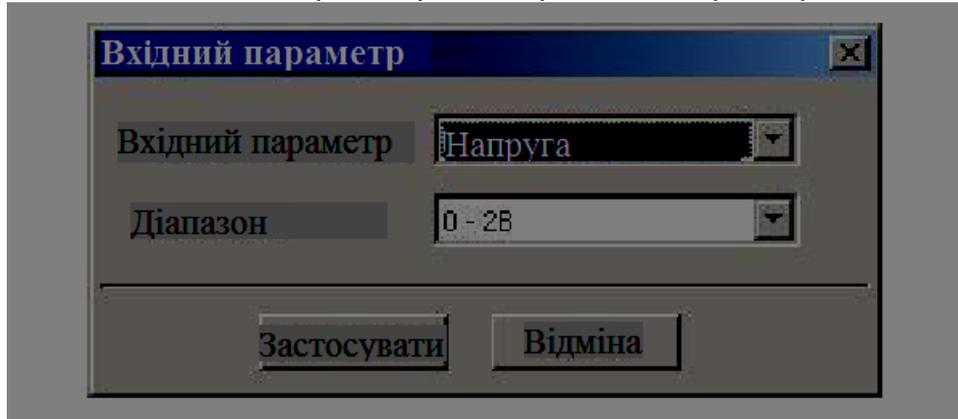
Сигнал від джерела через вхідні ланцюги надходить на АЦП. Після аналого-цифрового перетворення та нормалізації отримуємо значення вимірюваної величини. Далі обчислення залежить від обраного алгоритму перерахунку значення каналу — якщо поліном користувача включений, то нормалізоване значення буде додатково оброблено поліномом користувача. Після того, як отримано результуюче значення, воно подається на блок індикації, де порівнюється із встановленими порогами.

Блок термокомпенсації вказує поточну температуру, але не здійснює термокомпенсацію для цього типу модуля.

Для отримання поточного значення каналу потрібно читати властивість «**Значення каналу**» з об'єкта «**Канал аналогового вводу**» або див. карту результатів із розділу "**Карти реєстрів модуля**".

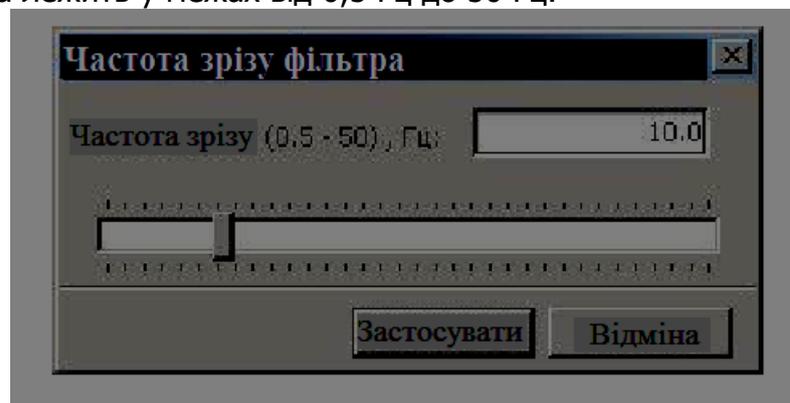
Вибір вимірюваного параметра та діапазону

Клік на блоці «Вхідний параметр та діапазон» відкриває вікно вибору можливих для даного екземпляра модуля вимірюваних параметрів та діапазонів.



Встановлення частоти зрізу фільтра

Подвійним кліком на блоці "АЦП" вказується частота зрізу фільтра. Значення цього параметра лежить у межах від 0,5 Гц до 50 Гц.



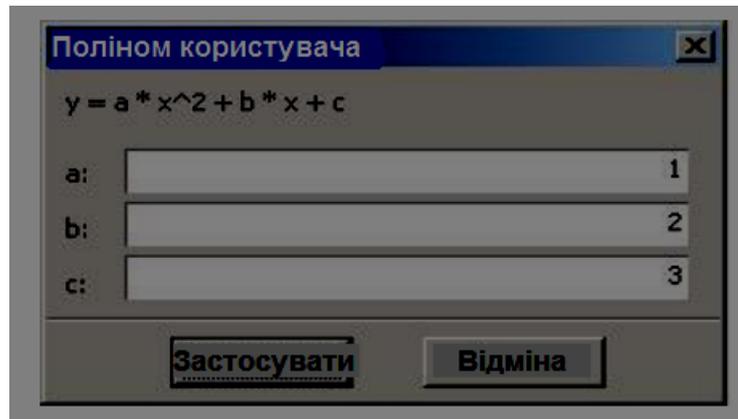
Підвищення частоти зрізу підвищує швидкість реакції системи на зміну значення сигналу, але збільшує чутливість до шумів та перешкод, що надходять від джерела сигналу або наведених в лініях зв'язку. У більшості випадків значення частоти зрізу в діапазоні 1-10 Гц для задач автоматизації є оптимальним. Як правило, чим нижчий рівень сигналу, тим нижче необхідно встановлювати частоту зрізу, оскільки перешкоди впливають дедалі більше. Для термоопорів, швидкість реакції яких не висока, значення частоти зрізу може наближатися до мінімальної величини (0,1- 0.5 Гц).

Встановлення коефіцієнтів полінома користувача

Даний блок буде відпрацьовуватись у тому випадку, якщо він зазначений у алгоритмі перерахунку для відповідного каналу. Поліном має вигляд:

$$y=a*x^2+b*x+c$$

За допомогою полінома користувача можна значення вхідного параметра перерахувати по поліному із зазначеними користувачем коефіцієнтами. Наприклад, для перерахунку напруги з датчика тиску в значення тиску, або опору з термодатчика у температуру. Це робиться, зокрема, й для усунення похибок датчика: нелінійності, зміщення, похибки коефіцієнта перетворення.

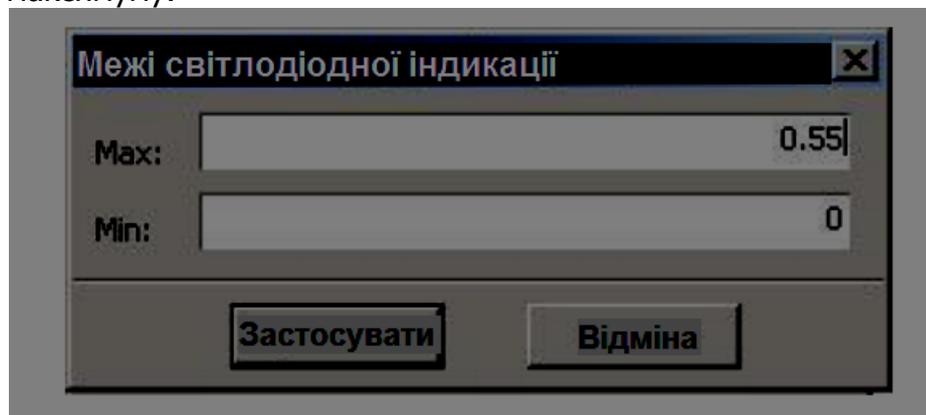


Використання полінома користувача

Якщо поліном користувача використовується, то у верхньому лівому куті блоку "Поліном користувача" (див. структурну схему каналу) підсвічується червоний індикатор та на кнопці комутатора з'являється напис «1». Якщо ні, то червоний індикатор не підсвічується і на кнопці комутатора висвічується напис "0". Для зміни поточного статусу необхідно клікнути на кнопці комутатора. У більшості випадків поліном користувача не використовується, але він буває необхідним, коли потрібно сигнал від датчика з незвичайними властивостями перетворити на необхідну істинну фізичну величину.

Встановлення меж світлодіодної індикації

Для зазначення меж світлодіодної індикації потрібно клікнути мишкою на блоці «Індикатор». При цьому відкриється вікно, в якому потрібно вказати значення мінімуму та максимуму.



Програмна структура каналу аналогового виводу

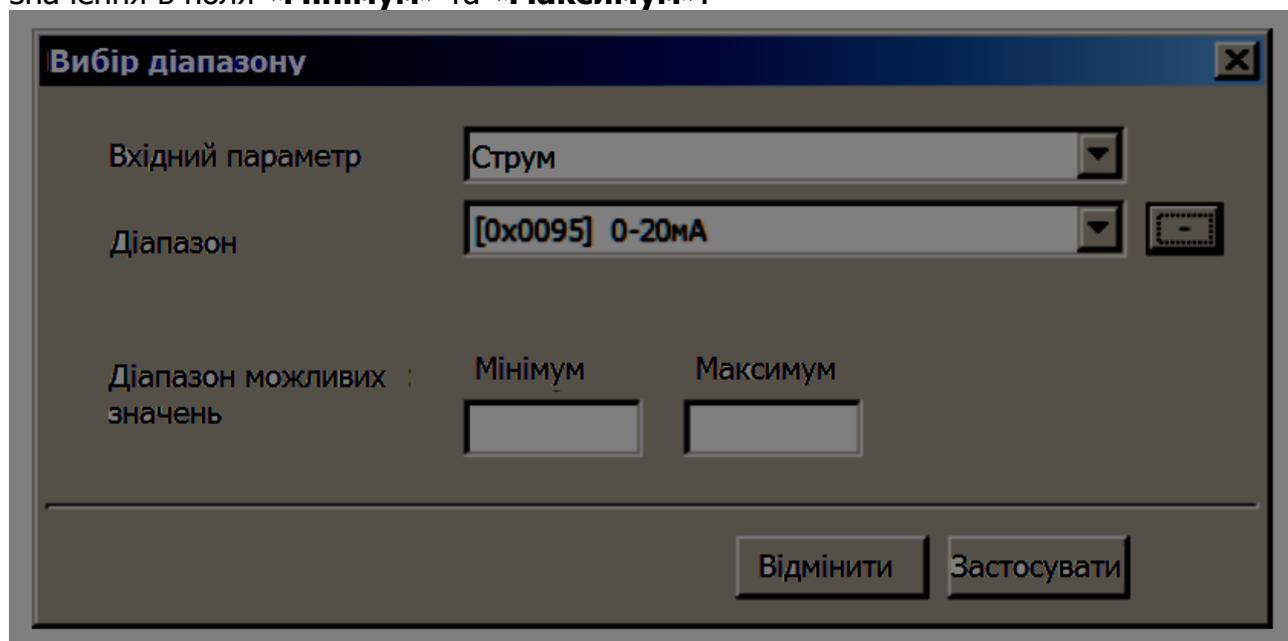
Клік на об'єкті у вікні параметрів пристрою програми «Адміністратор» відкриває вікно параметрів каналу:

Для встановлення виходу потрібно бігунком вибрати значення вихідного параметра та натиснути кнопку "Встановити". Вибір параметра здійснюється натисканням кнопки "Вихідний параметр".

Вибір вихідного параметра

Клік на блоці «Вихідний параметр» відкриває вікно вибору можливих вихідних властивостей.

Також у цьому вікні можна вказати бажані межі виходу, прописавши відповідні значення в поля «Мінімум» та «Максимум».



Вибір діапазону

Вхідний параметр: Струм

Діапазон: [0x0095] 0-20mA

Діапазон можливих значень :
Мінімум: Максимум:

Відмінити Застосувати

При виході з «Адміністратора» необхідно задані Вами налаштування записати в Flash-пам'ять модуля (програма автоматично пропонує це зробити). Після запису налаштувань модуль готовий до застосування.

Програмування

Протокол обміну Modbus RTU

У своїх пристроях Компанія АКОН використовує стандартний протокол Modbus RTU. Протокол застосовується в мережах, в яких контролери об'єднуються, використовуючи технологію master-slave, при якій тільки один пристрій (master) може ініціювати передачу (зробити запит). Інші пристрої (slave) передають запитувані основним пристроєм дані, або здійснюють запитувані дії. Головний контролер може адресуватися до індивідуального підпорядкованого або може ініціювати ширококомовну передачу повідомлення на всі підпорядковані пристрої. Підпорядкований пристрій повертає повідомлення у відповідь на запит, що адресований саме йому. Відповіді не повертаються при ширококомовному запиті від головного контролера. При запиті від головного контролера код функції говорить підпорядкованому пристрою, яку дію необхідно здійснити. Байти даних містять інформацію, необхідну для виконання запитуваної функції. Для читання використовується функція 0x03, а для запису 0x06 і 0x10.

Функція 0x03 – читання регістрів

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер початкового регістру (старший байт)
Start register, L	Номер початкового регістру (молодший байт)
Register number, H	Кількість регістрів (старший байт)
Register number, L	Кількість регістрів (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума запиту (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Формат відповіді:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Byte counter, H	Лічильник байт
Data 0, H	Вміст регістру X (старший байт)
Data 0, L	Вміст регістру X (молодший байт)
Data 1, H	Вміст регістру X + 1 (старший байт)
Data 1, L	Вміст регістру X + 1 (молодший байт)
Data N, H	Вміст регістру X + N (старший байт)
Data N, L	Вміст регістру X + N (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума відповіді (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума відповіді (молодший байт)

Приклад. Потрібно прочитати результат вимірювання каналу аналогового вводу. Результат знаходиться в регістрі 0x0100 і займає два регістри.

Запит:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
0x01	0x03	0x0100	0x0002	0xC5F7

Відповідь:

Address	Function	Byte counter	Data	CRC
0x01	0x03	0x04	0x41483127	0x3B98

Data = 0x41483127 = 12.512

Нижче представлено функцію для обчислення CRC мовою Сі.

```

unsigned short mbCrc(unsigned char *buf, unsigned short size)
{
    unsigned short crc;
    unsigned char bit_counter;

    crc = 0xFFFF;           // initialize crc

    while ( size > 0 )
    {
        crc ^= *buf++;      // crc XOR with data
        bit_counter = 0;    // reset counter

        while ( bit_counter < 8 )
        {
            if ( crc & 0x0001 )
            {
                crc >>= 1;  // shift to the right 1 position
                crc ^= 0xA001; // crc XOR with 0xA001
            }
            else
            {
                crc >>= 1;  // shift to the right 1 position
            }

            bit_counter++;   // increase counter
        }

        size--;             // adjust byte counter
    }

    return crc;            // final result of crc
}

```

Функція 0x10 – запис регістрів

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер початкового регістру (старший байт)
Start register, L	Номер початкового регістру (молодший байт)
Register number, H	Кількість регістрів (старший байт)
Register number, L	Кількість регістрів (молодший байт)
Byte counter, H	Лічильник байт
Data 0, H	Вміст регістру X (старший байт)
Data 0, L	Вміст регістру X (молодший байт)
Data 1, H	Вміст регістру X + 1 (старший байт)
Data 1, L	Вміст регістру X + 1 (молодший байт)
Data N, H	Вміст регістру X + N (старший байт)
Data N, L	Вміст регістру X + N (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума запиту (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Формат відповіді:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер початкового регістру (старший байт)
Start register, L	Номер початкового регістру (молодший байт)
Register number, H	Кількість регістрів (старший байт)
Register number, L	Кількість регістрів (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума відповіді (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума відповіді (молодший байт)

Приклад. Потрібно встановити чотири канали дискретного виводу в одиницю. Канали розташовуються з адреси 0x4000 і кожному каналу відведено свій власний регістр.

Запит:

Address	Function	Start register	Number registers	Data	Data	Data	Data	CRC
0x01	0x10	0x4000	0x0004	0x0001	0x0001	0x0001	0x0001	0x1BAF

Відповідь:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
0x01	0x03	0x4000	0x0004	0xD40A

Функція 0x06 – запис регістру

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер регістра (старший байт)
Start register, L	Номер регістра (молодший байт)
Data, H	Вміст регістра (старший байт)
Data, L	Вміст регістра (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума запиту (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Форма відповіді:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля в мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер регістра (старший байт)
Start register, L	Номер регістра (молодший байт)
Data, H	Вміст регістра (старший байт)
Data, L	Вміст регістра (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума запиту (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Приклад. Потрібно встановити канал дискретного виводу в одиницю. Адреса регістру 0x4000.

Запит:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

Відповідь:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

Карти реєстрів модуля

Пристрій містить карти реєстрів для наступних об'єктів:

- Системний об'єкт
- Канал аналогового вводу
- Канал аналогового виводу
- Канали дискретного вводу-виводу
- Менеджер дискретного вводу-виводу
- Контролер справності системи
- Карта результатів (рекомендована до використання).

Для всіх карт реєстрів, крім карти результатів, доступ здійснюється лише до двох реєстрів одночасно і при цьому номер першого реєстру повинен бути обов'язково парним. Адресний простір карти реєстрів результатів доступний для читання-запису пакетами довільної довжини, використовуючи функції 0x03, 0x06, 0x10.

Карта реєстрів системного об'єкта

Регістр, hex	Назва	Тип даних	Доступ
0000	Код типу пристрою	uint32	R
0002	Серійний номер пристрою	uint32	R
0004	Маска каналів	uint32	R
0006	Адреса пристрою, швидкість обміну	uint32	R/W
0008	Збереження у Flash поточних налаштувань системи	uint32	W
0010	Читання з Flash раніше збережених налаштувань у ОЗП	uint32	W
0020	Версія ПЗ	uint32	R
0022	Резерв	uint32	R/W
0024	Машинний час	uint32	R

Карта реєстрів каналів аналогового вводу

Регістр, hex	Назва властивості	Тип даних	Доступ
0100-0101	Значення каналу	float	R
0102-0103	Тип вхідного параметра (Поточний діапазон)	uint32	R/W
010E-010F	Кількість діапазонів у каналі	uint32	R
011C-011D	Вибір індексів діапазону та параметра	uint32	W
011E-011F	Регістр значення списку діапазонів	float/uint32	R
1106-0107	Частота зрізу фільтра	float	R/W
010A-010B	Час відгуку каналу	uint32	R/W
0108-0109	Прапори каналу	uint32	R/W
0112-0113	Коефіцієнт А полінома користувача	float	R/W
0114-0115	Коефіцієнт В полінома користувача	float	R/W
0116-0117	Коефіцієнт С полінома користувача	float	R/W
0118-0119	Мінімум світлодіодної індикації	float	R/W
011A-011B	Максимум світлодіодної індикації	float	R/W

0120-0121	Температура каналу	float	R
------------------	--------------------	-------	---

Карта реєстрів каналів аналогового виводу

Код операції	Адреса регістра	Найменування параметра	Діапазон змін
10	0x30	Значення каналу	float
03/10	0x32	Нормалізація (Ввімкн/Вимк)	uint32
03/10	0x34	Діапазон вимірювання	uint32
03	0x36	Клас точності	uint32
03	0x38	Кількість діапазонів, що використовуються	uint32
10	0x3C	Вибір індексу	uint32
03	0x3E	Реєстр діапазонів, що використовуються	uint32

Карта реєстрів для об'єкта «Канал дискретного вводу» (n – номер каналу; 3 та 4)

Код операції	Адреса регістра	Найменування параметра	Діапазон змін
Канал №n			
03	0x0n10	Стан лінії	uint32_t
03	0x0n12	Значення напруги на вході каналу	float
03/10	0x0n14	Рівень контролю обриву лінії	float
03/10	0x0n16	Рівень логічної одиниці	float
03/10	0x0n20	Дозвіл/заборона контролю обриву лінії	uint32_t
03/10	0x0n24	Час відгуку	uint32_t

Карта реєстрів для об'єкта «Канал дискретного виводу» (n – номер каналу; 3 та 4)

Код операції	Адреса регістра	Найменування параметра	Діапазон змін
Канал №n			
03/10	0x0n10	Встановлення стану	0,1
03	0x0n12	Контроль стану	0 – Ok 1 – несправність в каналу
03	0x0n14	Код дозволу встановлення	uint32_t
03/10	0x0n16	Вибір режиму встановлення виходу	0 — звичайний 1 — захищений
10	0x0n18	Згенерувати послідовність	0 – запит на генерування послідовності
03/10	0x0n1A	Початковий рівень	0,1
03/10	0x0n1C	Кількість періодів	0-15
10	0x0n1E	Індекс елемента масиву періодів	0-15
03/10	0x0n20	Масив періодів	uint32_t

Карта реєстрів для об'єкта «Менеджер дискретного вводу/виводу»

Код операції	Адреса регістра	Найменування параметра	Діапазон змін
Канал №9			
03	0x0510	Стан всіх каналів	uint32
03/10	0x0512	Встановлення каналів DO	uint32
03	0x0514	Код дозволу встановлення	uint32
03/10	0x0516	Вибір режиму встановлення виходу	0 – звичайний; 1 – захищений
03	0x0518	Стан усіх каналів (старші 8 біт; якщо вони є)	uint32

Карта реєстрів для об'єкту «Контролер справності системи»

Код операції	Адреса регістра	Найменування параметра	Діапазон змін
Канал №10			
03/10	0x0610	Значення таймаута	uint32
03/10	0x0612	Умова скидання таймаута	uint32
03/10	0x0614	Стан каналів DO	uint32
03/10	0x0616	Маска каналів DO	uint32

03/10	0x0618	Номер каналу АО	uint32
03/10	0x0619	Значення каналу АО	float
03/10	0x061A	Маска каналів АО	uint32

Карта реєстрів результатів

Адреса реєстру, HEX	Назва	Тип даних	Призначення
4000	CPU Temp	int16_t	Температура контролера, °C
4001	FreqMeasureT	int16_t	Час вимірювання (частоти)
4002	CounterToDI	uint16_t	Проекція значення лічильника каналу на бітове значення
4003	FreqToDI	uint16_t	Проекція значення частоти каналу на бітове значення
4004-4005	AI	float	Аналоговий ввід
4006	AI (ui16)	uint16_t	Аналоговий ввід (ui16) [0..65535]
4007-4008	AO	float	Аналоговий вивід
4009	AO (ui16)	uint16_t	Аналоговий вивід (ui16) [0..65535]
400A	DIO	uint16_t	Всі канали DI/DO
400B	DIBreakLine	uint16_t	Всі DI-канали - обрив лінії. 0 – ok, 1 – break line
400C	DIO 1	uint16_t	Значення каналу DIO 1
400D	DIO 2	uint16_t	Значення каналу DIO 2
400E	DICounter 1	uint16_t	Лічильник імпульсів DIO 1
400F	DICounter 2	uint16_t	Лічильник імпульсів DIO 2
4010	DIFreq 1	uint16_t	Частота імпульсів DIO 1
4011	DIFreq 2	uint16_t	Частота імпульсів DIO 2

Карта реєстрів системного об'єкта

Код типу пристрою містить код пристрою. Для модуля WAD-MIO-MAXPro його значення дорівнює **0x0026**.

Серійний номер пристрою містить серійний номер пристрою.

Маска каналів зазначає, які канали є у модулі.

Адреса пристрою, швидкість обміну.

Діапазон адрес пристроїв лежить у межах від 0x01 до 0xFF. Адреса 0x00 є широкомовною. Відповідь від пристрою при широкомовному запиті не формується, крім читання коду типу пристрою.

Поля властивості:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
Parity ID	Reserve	Baudrate ID	Address

Коди швидкостей:

№	Швидкість обміну	Код швидкості обміну
1	BR_1200	3
2	BR_2400	4
3	BR_4800	5
4	BR_9600	6
5	BR_14400	7
6	BR_19200	8
7	BR_38400	9

8	BR_56000	10
9	BR_57600	11
10	BR_115200	12

Коди парностей:

Код	Парність	Код парності
1	ptNone	0
2	ptOdd	1
3	ptEven	2
4	ptMark	3
5	ptSpace	4

Версія ПЗ пристрою вказує номер версії програмного забезпечення пристрою.

Поля властивості:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
0	Version Hi	Version Middle	Version Lo

Машинний час - це довге ціле беззнакове число, що вказує кількість секунд, які пройшли з моменту останнього перезапуску пристрою.

Збереження у Flash поточних налаштувань системи. Читання з Flash раніше збережених налаштувань у ОЗП. Ці властивості застосовуються для роботи з флеш-пам'яттю та доступні лише для запису. У разі запису вище перерахованих властивостей буде виконана відповідна команда.

Карта регістрів результатів

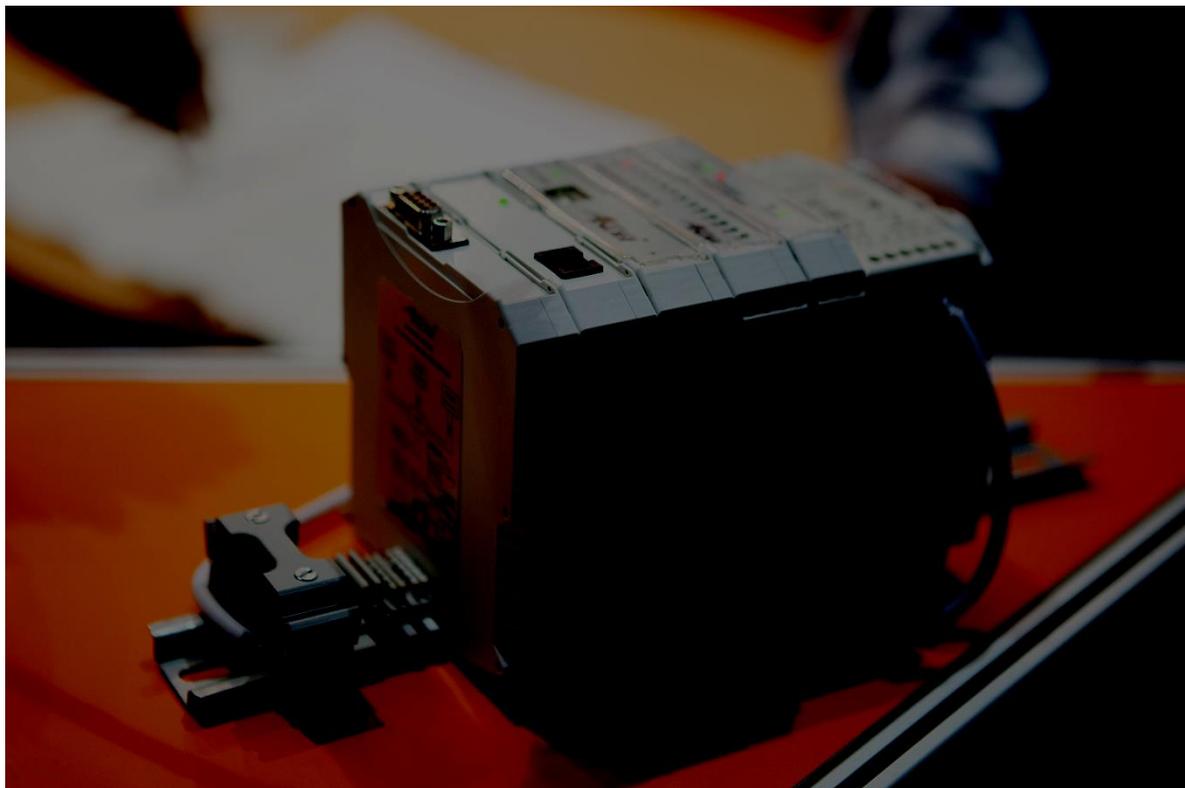
Адреса регістру, HEX	Назва	Тип даних	Призначення
4000	CPU Temp	int16_t	Температура контролера, °C
4001	FreqMeasureT	int16_t	Час вимірювання (частоти)
4002	CounterToDI	uint16_t	Проекція значення лічильника каналу на бітове значення
4003	FreqToDI	uint16_t	Проекція значення частоти каналу на бітове значення
4004-4005	AI	float	Аналоговий ввід
4006	AI (ui16)	uint16_t	Аналоговий ввід (ui16) [0..65535]
4007-4008	AO	float	Аналоговий вивід
4009	AO (ui16)	uint16_t	Аналоговий вивід (ui16) [0..65535]
400A	DIO	uint16_t	Всі канали DI/DO
400B	DIBreakLine	uint16_t	Всі DI-канали - обрив лінії. 0 – ok, 1 – break line
400C	DIO 1	uint16_t	Значення каналу DIO 1
400D	DIO 2	uint16_t	Значення каналу DIO 2
400E	DICounter 1	uint16_t	Лічильник імпульсів DIO 1
400F	DICounter 2	uint16_t	Лічильник імпульсів DIO 2
4010	DIFreq 1	uint16_t	Частота імпульсів DIO 1
4011	DIFreq 2	uint16_t	Частота імпульсів DIO 2

Карта регістрів результатів носить збірний характер і містить у собі тільки найнеобхідніші регістри для роботи з модулем. У якихось детальних описах її поля не мають потреби, тому що з їхніх назв зрозуміла їхня суть.

Карта регістрів виробу може бути переконфігурована в довільному порядку. Для цього призначено програму UMMC.

Завантажити програму <http://akon.com.ua/download/soft/UMMC.zip>

Завантажити опис <http://akon.com.ua/download/soft/UMMC.Docx>



Модуль розроблений та виготовлений Компанією АКОН.
Пропонуємо до постачання модулі АЦП, модулі ЦАП,
пристрої вводу-виводу цифрової інформації,
модулі нормуючих перетворювачів з гальванічною розв'язкою, модулі
для розподілених систем та інше обладнання.

Україна, м. Київ,
вул. Полярна 5А
тел. +38(067) 442-33-89
E-mail: sales@akon.com.ua
Сайт: www.akon.com.ua,