



ВИРОБНИЦТВО ПРОМИСЛОВОЇ
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ І
ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИКИ

ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ
PC-28.Modbus, PR-28.Modbus, SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus

ПЕРЕТВОРЮВАЧ ТИСКУ
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ

ОСНОВНІ ВИМОГИ І БЕЗПЕКА **ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

- Виробник не несе відповідальності за шкоду, спричинену неправильним монтажем, недотриманням правил експлуатації або використання обладнання, що не відповідає його призначенням.

- Монтаж повинен бути проведений кваліфікованим персоналом, що пройшли атестацію та має допуск до роботи з обладнанням в області КВП і А, з дотриманням усіх вимог до монтажу електричних пристроїв, призначених для вимірювання тиску. На особі, яка проводить монтаж, лежить відповідальність за проведення робіт відповідно до цього керівництвом, а так само з усіма приписами і нормами, що стосуються безпеки та електромагнітної сумісності.

- Необхідно правильно конфігурувати пристрій відповідно до поставлених завдань. Неправильна конфігурація пристрою може призвести до помилкової роботи, порушень нормальної роботи або до нещасного випадку.

- В системах працюють під тиском, в разі не герметичності і витоків, існує загроза небезпеки для персоналу, як з боку середовища вимірювання, так і з боку системи.

- У разі виникнення несправності необхідно зняти або відсікти тиск в системі, відключити живлення пристрою, демонтувати і передати в ремонт виробнику або його уповноваженому представнику.

- Для мінімізації можливості виникнення аварійної ситуації і пов'язаної з нею загрози персоналу не виробляти монтажні роботи і не експлуатувати пристрої при несприятливих умовах:

- наявність механічних ударів, надмірних коливань або вібрацій в місці монтажу,
- проведення зварювальних робіт,
- експлуатація пристроїв при перевищенні максимально допустимого тиску,
- надмірних коливань температури, перевищення температурного режиму експлуатації пристроїв, безпосереднього сонячного нагріву,
- конденсації водяної пари, запилення, обмерзання.

- Виробляти монтаж і застосовувати пристрої у вибухонебезпечному виконанні необхідно особливо уважно, з урахуванням всіх норм і приписів, що стосуються вимог до даного виду пристроїв.

Керівництво по експлуатації містить технічні параметри перетворювачів, актуальні на момент передачі цього посібника в друк. Ці параметри можуть змінитися.

Виробник залишає за собою право внесення змін (що не приводять до погіршення експлуатаційних і метрологічних параметрів виробів) без одноразової зміни змісту посібника з експлуатації.

Даний документ є посібником з експлуатації перетворювачів тиску вимірювальних РС-28.Modbus, PR-28.Modbus, SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus (далі - перетворювачі), містить технічні дані, опис принципу дії і пристроїв, а також відомості необхідні для їх правильної експлуатації і обслуговування.

Зміст

1. Призначення виробу.....	6
2. Характеристики	6
2.1 Метрологічні параметри PC-28/Modbus, PR-28/Modbus.....	6
2.2 Метрологічні параметри SG-25.Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus	6
2.3 Електричні параметри PC-28/Modbus, PR-28/Modbus, SG-25.Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus	6
2.4 Перелік даних (регістрів) в адресному просторі. Дані тільки для читання.....	7
2.4.1 Коды одиниць тиску.....	8
2.5 Опис регістрів стану Modbus.....	8
2.6 Коды помилок	9
3. Спосіб підключення до роз'єму M12 або кобелю.....	9
4. Підключення перетворювачів в мережі Modbus.....	11
5. Призначення документу	12
6. Фізичний рівень передачі даних RS-485	12
6.1 Вступ.....	12
6.2 Характеристики	12
6.3 Детальніше про "напівдуплексний" RS-485.....	13
6.3.1 Обмеження швидкості наростання цифрового сигналу.....	13
6.3.2 Режим "Fail safe"	13
6.3.3 1/16 навантаження шини.....	14
6.3.4 Обмеження лінії передачі.....	14
6.3.5 Поляризація лінії.....	14
6.3.6 Загальна напруга на магістралі RS-485.....	15
7. Канальний рівень.....	15
7.1 Формати послідовної передачі Modbus RTU у перетворювачах PC-28/Modbus, PR-28/Modbus, SG-25. Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus	16
7.2 Формат повідомлення Modbus RTU	16
7.3 Проблеми при обміні повідомленнями в магістралі Modbus RTU.....	17
7.3.1 Основні правила	17
7.3.2 Обробка помилок	18
8. Прикладний рівень, опис функції 03	19
8.1 Перелік даних (регістрів) в адресному просторі.....	19
8.1.1 Перший приклад повідомлення-запит	21
8.1.2 Другий приклад повідомлення-запит	21
8.1.3 Дані, отримані з прикладу 2, віднесені до відповідних регістрів.....	21
8.2 Опис даних із регістрів, зчитаних за допомогою функції 03	22
8.2.1 Регістр 1, Значення користувача.....	22
8.2.2 Регістр 3, Тиск датчика 1	22
8.2.3 Регістр 5, Тиск датчика 2	23

8.2.4 Регістр 6, Температура датчика 1	23
8.2.5 Регістр 9, Температура датчика 1	23
8.2.6 Регістр 11, Температура датчика 2	23
8.2.7 Регістр 13, Резерв.....	23
8.2.8 Регістр 15, Резерв.....	23
8.2.9 Регістр 17, Значення користувача.....	23
8.2.10 Регістр 18, Тиск датчика 1 – бінарний формат, ціле число зі знаком.....	24
8.2.11 Регістр 19, Тиск датчика 2	24
8.2.12 Регістр 20, Температура датчика 2 – бінарний формат, ціле число зі знаком	24
8.2.13 Регістр 21, Температура процесора – бінарний формат, ціле число зі знаком.....	24
8.2.14 Регістр 23, Одиниці тиску	24
8.2.15 Регістр 24, Резерв.....	25
8.2.16 Регістр 25, Верхня границя діапазону	25
8.2.17 Регістр 27, Нижня границя діапазону.....	25
8.2.18 Регістр 29, Постійна часу демпфірування	25
8.2.19 Регістр 31, Затримка відповіді	25
8.2.20 Регістр 32, Адрес Modbus	26
8.2.21 Регістр 33, Ідентифікаційний регістр	26
8.2.22 Регістр 36, Регістр статусу.....	26
9. Режим конфігурації	26
9.1 Конфігурування послідовного порту "Modbus Configurator", сканування мережі Modbus	26
9.2 Зчитування ідентифікації перетворювача.....	29
9.3 Зчитування лімітів і процесної змінної перетворювача	30
9.4 Зчитування буквено-цифрових модифікованих даних.....	31
9.5 Затримка і функція обміну	31
9.6 Режим Modbus	31
9.7 Повернення до заводських налаштувань.....	32
9.8 Блокування запису.....	32
9.9 Обнулення, перезавантаження перетворювача	32
9.10 Калібрування	33
9.10.1 Калібрування тиску або рівня	33
9.10.2 Калібрування струмового виходу.....	33
9.11 Робота в режимі струмової петлі 4 – 20 мА.....	35
9.11.1 Встановлений діапазон	35
9.11.2 Запис конфігурації.....	35
9.11.3 Рекомендації по експлуатації	35
9.12 Робота в режимі Modbus.....	35
9.13 Версія електроніки і програмного забезпечення пристрою	35
10. Повірка	37

11. Використання спеціального виконання	38
12. Технічне обслуговування	38

1. Призначення виробу

Перетворювачі в залежності від модифікації призначені для безперервного перетворення розрідження, надлишкового або абсолютного тиску, різниці тиску газу, пара і рідини, гідростатичного тиску рідини в електричні аналогові вихідні сигнали від 4 до 20 мА або у вихідні цифрові сигнали стандарту RS-485 протоколу Modbus RTU.

Перетворювачі можуть використовуватися в системах обліку енергоресурсів або інших областях застосування в промисловості, енергетики і комунального господарства для вимірювань тиску, витрати рідин і газів, рівня і щільності рідин.

Схема складання умовного позначення перетворювачів приведена в додатку А.

2. Характеристики

2.1 Метрологічні параметри PC-28/Modbus, PR-28/Modbus

Основна похибка цифрового і аналогового виходу 4-20 мА:

Стандартне виконання: $\pm 0,1\%$ для основного діапазону

Довгострокова стабільність основної похибки протягом 2 років (для основного діапазону)

Температурна похибка цифрового і аналогового виходу 4-20 мА:

Стандартне виконання: $< \pm 0,2\%$ (осн. діап.)/10 °C
макс. $\pm 0,3\%$ (осн. діап.) у всьому діап. комп.

Спеціальне виконання: $< \pm 0,08\%$ (осн. діап.)/10 °C
макс. $\pm 0,25\%$ (осн. діап.) у всьому діап. комп.

Діапазон термокомпенсації: -25...80 °C (інші діапазони по узгодженню)

Додаткове електричне демпфірування: 0...30 с

Діапазон тисків, та інші параметри: як для PC-28, PR-28

2.2 Метрологічні параметри SG-25.Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus

Стабільність і температурні похибки: як для PC-28/Modbus, PR-28/Modbus

Діапазон термокомпенсації: 0...80 °C (інші діапазони по узгодженню)

Діапазони вимірювань, та інші параметри: як для SG-25.Smart, SG-25S.Smart

2.3 Електричні параметри PC-28/Modbus, PR-28/Modbus, SG-25.Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus

Напруга живлення: 4...28 В, пост. Струму, 4...10В для Ex

Споживана потужність: $< 3,6$ мА в режимі Modbus

Вихідний сигнал: MODBUS RTU або струмова петля 4 – 20 мА

Електричне підключення датчика: конектор M12 на 5 пін або кабель

Відстань передачі цифрового сигналу:	1200 м (екранована вита пара)
Кількість адрес:	1...247
Максимальна кількість пристроїв:	256
Швидкість передачі:	1200, 2400, 4800, 9600 , 19200, 28800, 38400, 57600, 115200 біт/с
Контроль парності передачі:	no parity, odd, even
Розмір кадру:	11 біт (8N2, 8E1, 8O1)
Час відповіді на запит:	5 мс

2.4 Перелік даних (регістрів) в адресному просторі. Дані тільки для читання

Регістр	Адрес (hex)	Призначення	Примітка	Формат	Число байтів (2 байти на регістр)
1	2	3	4	5	6
1	0x0000	Значення користувача	% встановленого діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
3	0x0002	Тиск датчика 1	Процесна змінна тиску або рівня	IEEE754	4 байти (2 регістри)
5	0x0004	Тиск датчика 2	Пост. значення 0 °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
7	0x0006	Температура датчика 1	Процесна змінна температури	IEEE754	4 байти (2 регістри)
9	0x0008	Температура процесора	Процесна змінна температури процесора 1 в °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
11	0x000A	Температура датчика 2	Постійне значення 0 °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
13	0x000C	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
15	0x000E	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
17	0x0010	Значення користувача	1/100 % встановленого діапазону	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
18	0x0011	Тиск датчика 1	Ціле число, 1/100 одиниці тиску або рівня	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
19	0x0012	Тиск датчика 2	Значення 01/100 встановленої одиниці	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
20	0x0013	Температура датчика 1	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
21	0x0014	Температура процесора	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
22	0x0015	Температура датчика 2	значення 01/100 в °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
23	0x0016	Одиниці тиску	Одиниці тиску або рівня	Unsigned 16-bit int	2 байти (1 регістр)
24	0x0017	-----	-----	-----	2 байти (1 регістр)
25	0x0018	Верхня границя	Верхнє значення	IEEE754	4 байти (2 регістри)

		діапазону датчика	основного діапазону		
27	0x001A	Нижня границя діапазону датчика	Нижнє значення основного діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
29	0x001C	Постійна часу демпфірування, с		IEEE754	4 байти (2 регістри)
31	0x001E	Звтримка відповіді, мс		Unsigned 16-bit int	2 байти (1 регістр)
32	0x001F	Адрес Modbus	1 ... 247	Unsigned 8-bit int	2 байти (1 регістр)
33	0x0020	Регістр ідентифікації		Unsigned 8-bit int	6 байтів (3 регістри)

* Поля, виділені сірим кольором, не активні в описаній версії пристроїв

2.4.1 Коды одиниць тиску

Одиниці вимірювання	Значення (десятькове)	Одиниці вимірювання	Значення (десятькове)
atm	14	mbar	8
bar	7	mmH ₂ O w 4°C	239
FtH ₂ O	3	mmH ₂ O	4
g/cm ²	9	mH ₂ O w 4°C	171
InH ₂ O w 4°C	238	mmHg	5
InH ₂ O	1	MPa	237
InHg	2	Pa	11
kg/cm ²	10	psi	6
kPa	12	torr	13

2.5 Опис регістрів стану Modbus

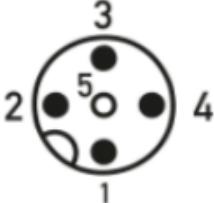
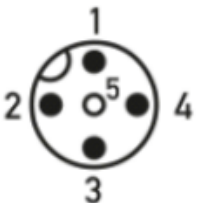
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	режим широкомовний кадр 0	помилка CRC	0	0	0	встановлена затримка	0	інші змінні поза межами	PV поза межами	0	0	0	0	0

2.6 Коды помилок

Код помилки	Назва	Опис
1	Заборонений код функції	Помилка настає, тоді коли функція не підтримується пристроєм. Зазвичай застосовується код функції «3», див. Read Holding Registers
2	Заборонений адрес даних	Помилка настає для адреси за межами 0x00 ÷ 0x23
3	Неправильна кількість даних	Неправильна кількість регістрів для читання вказана в рамці
4	Аварія перетворювача	Виявлена апаратна помилка перетворювача
8	Помилка пам'яті	Виявлена помилка пам'яті RAM або FLASH

3. Спосіб підключення до роз'єму M12 або кабелю

Виводи сигналів			
Вихід	Функція	Приєднання	
		PM12 (pin)	PKD, PKSG (кабель)
Заземлення	Екран	1	Зелений
Живлення і струмова петля в режимі конфігурації	+Uz	2	Червоний
	GND	3	Чорний
Цифровий	RS-485 A +	4	Синій
	RS-485 B -	5	жовтий

Номери пінів PM12 (вид спереду роз'єму)	
Штепсель з кабелем (розетка)	Гніздо до корпусу перетворювача (вилка)
	

Увага!

– Перетворювачі **PC(R)-28** та **SG-25 (S).Smart Modbus** від Aplisens мають два режими роботи, режим конфігурації та режим Modbus. Режим конфігурації використовується для зміни налаштувань і для точної діагностики передавача. У цьому режимі в перетворювачах, виготовлених з липня 2014 року з версією програмного забезпечення, щонайменше 14, і версією електроніки щонайменше 48, активізується робота струмової петлі із вихідним рівнем 4-20 мА.

– Якщо користувач має намір використовувати режим роботи 4-20 мА, після налаштування параметрів за допомогою програми "Modbus Configurator", перетворювач слід залишити в режимі конфігурації.

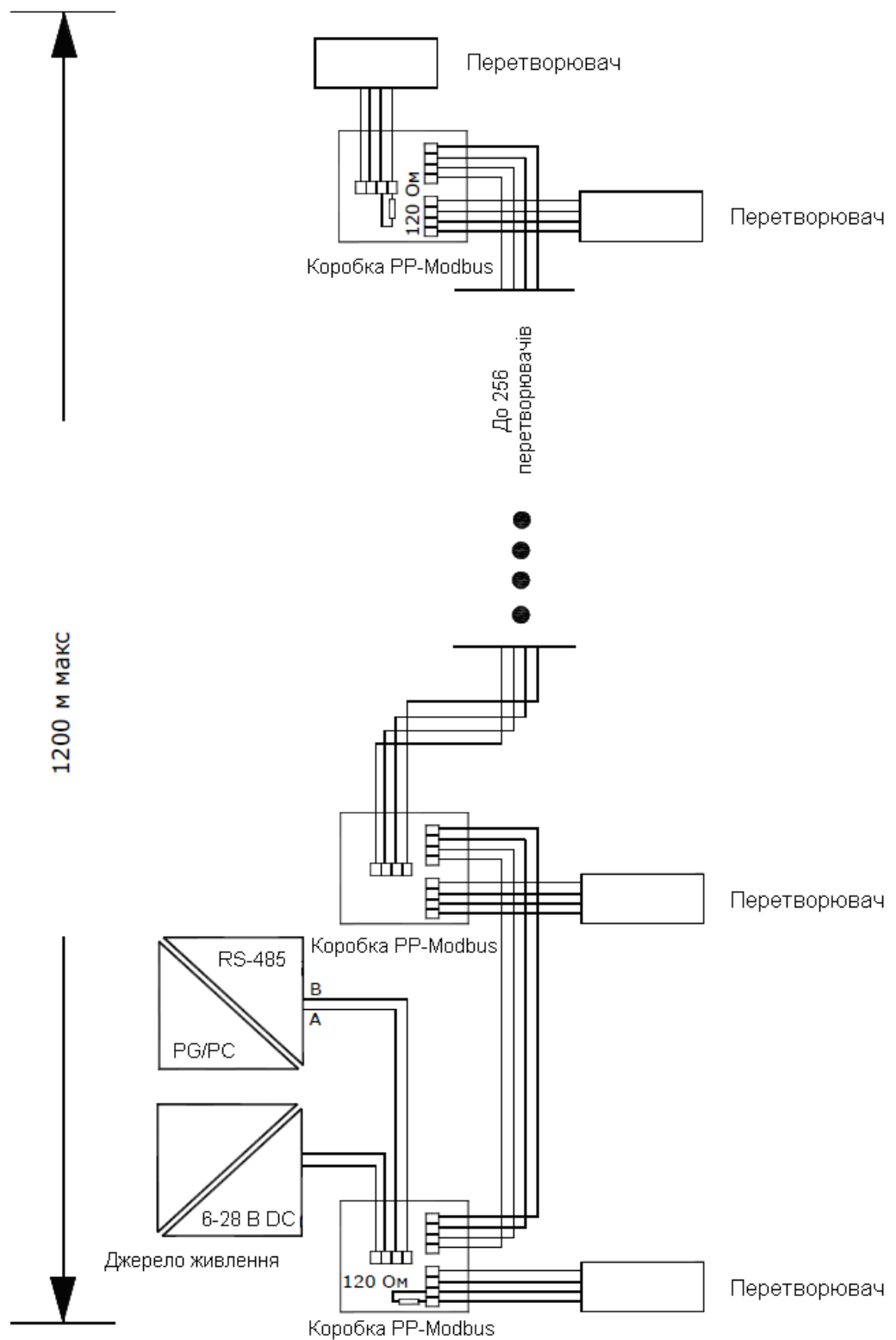
– Якщо користувач має намір використовувати режим роботи Modbus, після налаштування параметрів за допомогою програми "Modbus Configurator", перетворювач повинен бути переведений в режим Modbus.

– Вимірювальний діапазон для 1/100 підсумкового числа разом зі знаком, розташовується в діапазоні від мінус 32767 до 32767 одиниць. Перевищення цього діапазону призводить до помилки читання.

– При будь-якій швидкості обміну (зокрема при швидкості 115200 біт/с) повинен бути підключений резистор $R_0 = 120 \text{ Ом}$ між виходами "Digital" А і В.

При монтажі перетворювачів з вихідним сигналом Modbus RTU доцільно використовувати відповідні клемні коробки PP-Modbus, виробництва фірми Aplisens.S.A.

4. Підключення перетворювачів в мережі Modbus



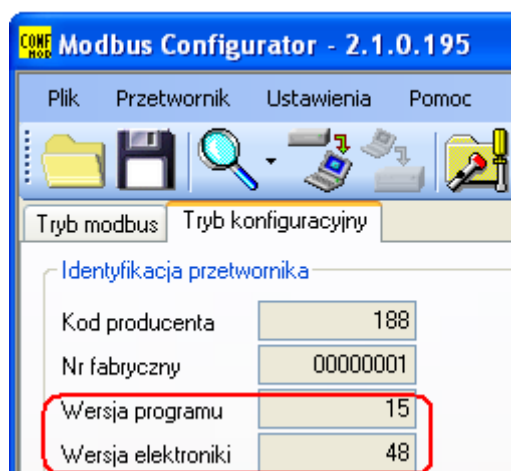
5. Призначення документу

Цей документ описує протокол зв'язку, який використовується в продуктах з цифровим виходом Modbus від APLISENS S.A. Тип:

- Перетворювачі тиску: PC-28 / Modbus, PR-28 / Modbus;
- Зонди глибини: SG-25.Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus, виготовлені з електронікою у версії 48 та версії 14 програмного забезпечення.

Реалізований протокол відповідає стандарту, опублікованому організацією MODBUS Application Protocol Specification V1.1, MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02 і MODBUS Application Protocol Specification V1.1.

Номер версії програмного забезпечення електроніки та перетворювача може зчитати за допомогою програмного забезпечення "Modbus Configurator" від APLISENS в режимі конфігурації в полі "Ідентифікація датчика".



6. Фізичний рівень передачі даних RS-485

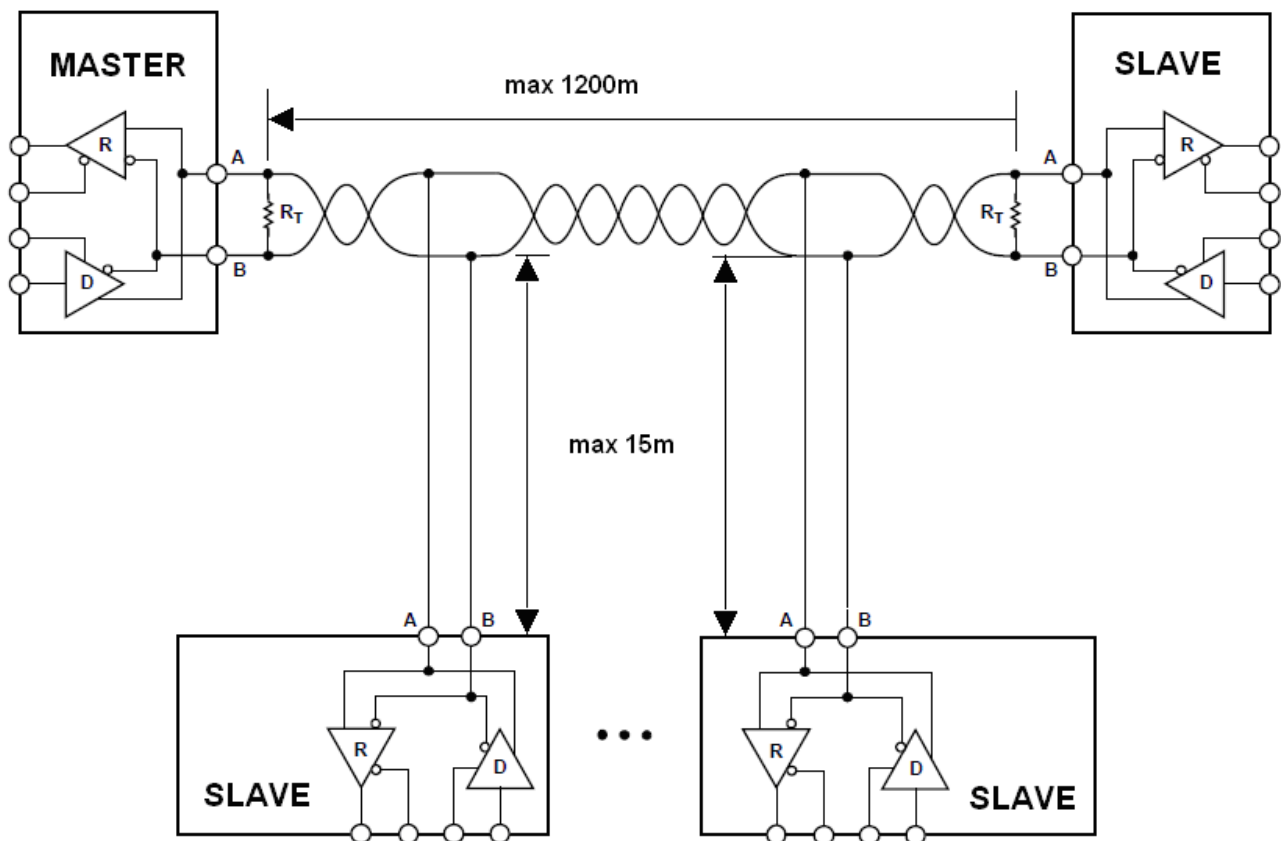
6.1 Вступ

Передавач підключається до системи через послідовний інтерфейс RS-485. Цей інтерфейс гарантує високу стійкість до перешкод і забезпечує гнучкість структури шини, наприклад, серія Slave-пристроїв може управлятися одним "Master". Для зменшення кількості провідників зв'язку, використовувався режим "напівдуплексного" RS-485. Це означає, що для зв'язку потрібні 2 дроти. Інші 2 дроти використовуються для розподілу потужності.

6.2 Характеристики

Щоб забезпечити правильну роботу багатьох пристроїв на одній послідовній комунікаційній шині, просто підключіть до неї відповідні виходи паралельного пристрою (RS-485A, RS-485B, GND і + Vcc). Перед підключенням до шини кожен пристрій повинен бути запрограмований унікальним адресом.

Можна зконфігурувати мережу довжиною до 1200 метрів з максимум 247 пристроями Modbus. Кожна гілка дроту від шини може бути до 15 метрів в довжину. Використовувані кабелі повинні відповідати вимогам стандарту EIA RS-485.



Приклад конфігурації мережі Modbus

6.3 Детальніше про "напівдуплексний" RS-485

Щоб забезпечити найкращу роботу в промислових умовах, Aplisens використовує приймач RS-485 у перетворювачах з належним чином налаштованими робочими параметрами. Щоб забезпечити найкращу роботу в промислових умовах, Aplisens використовує приймач RS-485 з правильно налаштованими робочими параметрами. Щоб забезпечити сумісність і найкращі умови для співпраці, головний приймач повинен відповідати наступній специфікації.

6.3.1 Обмеження швидкості наростання цифрового сигналу

Щоб уникнути коливань і перешкод, швидкість підйому вихідної напруги сигналу від перетворювачів обмежена використанням відповідних приймачів RS-485. Це дозволяє використовувати стандартні з'єднувальні кабелі та/або нестандартні топології (наприклад, гілки довжиною до 15 м).

6.3.2 Режим "Fail safe"

Режим безпечної роботи під час помилки "Fail safe" означає точно визначений рівень прийнятого сигналу - як у випадку розриву, так і короткого замикання шини. Це дуже важливо, в режимі "напівдуплекс", коли всі пристрої на шині перебувають у режимі прийому.

Ця властивість також виключає необхідність використання зовнішніх поляризаційних резисторів. Втрати потужності в приймачі RS-485, викликані, наприклад, коротким замиканням шини, обмежені тепловим захистом трансиверних систем. Втрати потужності на приймачі RS-485, викликані, наприклад, коротким замиканням шини, обмежені через тепловий захист систем передачі і прийому.

6.3.3 1/16 навантаження шини

Вхідний опір приймачів RS-485, що використовуються в перетворювачах Aplisens в режимі прийому, вищий, ніж той, який визначений у стандарті, що дозволяє підключити до 256 пристроїв на шину.

6.3.4 Обмеження лінії передачі

Погоджувальні резистори на шині RS-485 необхідно встановлювати між точками А і В на початку та у кінці комунікаційної магістралі. У разі роботи з довгими відрізками лінії передачі при максимальних швидкостях обміну, значення опору резисторів має відповідати імпедансу кабелю. Зазвичай він становить 120 Ом. При коротких довжинах магістралі і невисоких швидкостях обміну, для згладжування стрибків струму в лініях передачі (при використанні 2 резисторів по 120 Ом амплітуда може становити близько 50 мА) можна використовувати резистор більшого номіналу, наприклад 1 кОм. Для забезпечення стабільного зв'язку повинен застосовуватися як мінімум один резистор.

У разі коли до шини підключений Master типу "fail safe", а електромагнітна середовище, в якому розташована комунікаційна магістраль, не схильна до впливу перешкод і лінія передачі відносно коротка (в межах 20 м), обмежувальні резистори не обов'язкові.

Жоден з перетворювачів APLISENS, до яких відноситься цей опис, не має вбудованого погоджувального резистора.

6.3.5 Поляризація лінії

Поляризаційні резистори можуть застосовуватися для забезпечення певного значення напруги по відношенню до живлення на комунікаційній магістралі. Ці резистори підключаються відповідно:

- між точкою А магістралі і + Vcc живлення;
- між точкою В магістралі і GND живлення.

Вони необхідні, якщо який-небудь з трансиверів в магістралі не є типу "fail safe". Значення опору таких резисторів залежить від напруги живлення магістралі, вхідних струмів пристроїв, що працюють в режимі прийому і мають бути розраховані або підібрані експериментально. Зазвичай вони становлять від 450 до 650 Ом. Якщо "Master" типу "fail safe" і працює тільки з перетворювачами Modbus, ці резистори не обов'язкові. Самі перетворювачі не мають вбудованих поляризаційних резисторів.

6.3.6 Загальна напруга на магистралі RS-485

Допустимі значення загальної напруги в лінії передачі відносно GND становлять -7/+12 В. Це значення необхідне для коректної роботи пристроїв. Необхідно завжди з'єднувати контакт GND Mastera/конвертера з контактами GND перетворювачів.

Визначення ліній електропередач

Сигнал	Позначення APLISENS і виробників трансиверів transceiver-ów	Позначення в стандарті EIA
Зворотній (-)	B	A
Прямий (+)	A	B

7. Канальний рівень

Дані, їх контрольні та керуючі структури і формування повідомлень.

Повідомлення - це найменша комунікативна форма і тільки з її допомогою відбувається обмін між пристроями. Використовуваний тут режим "half- duplex" означає, що в даний момент тільки один з пристроїв може знаходитися в режимі передачі, а всі інші повинні бути в режимі прийому. "Master" -ом може виступати комп'ютер або контролер, а підключення вимірювальні або виконавчі пристрої будуть відповідати типу "Slave". Кожен обмін повідомленнями відбувається під контролем "Master". Кожне повідомлення містить адресу "Slave".

Виходячи з цього існують 2 варіанти обміну даних:

- Режим трансляції, тобто "Broadcasting" (широкомовний)

Цей режим комунікації дозволяє пристрою "Master" транслювати повідомлення кожному пристрою "Slave" в незалежності від його мережевої адреси. Для перетворювачів режим трансляції служить для зчитування за допомогою функції 3 ("Function code = 3") запрограмованого мережевого адреси. З урахуванням того, що на повідомлення з адресою трансляції відповідає кожний підключений перетворювач, функція 3 в цьому режимі повинна використовуватися тільки для одного пристрою "Slave" підключеного до "Master".

- Режим обміну даними

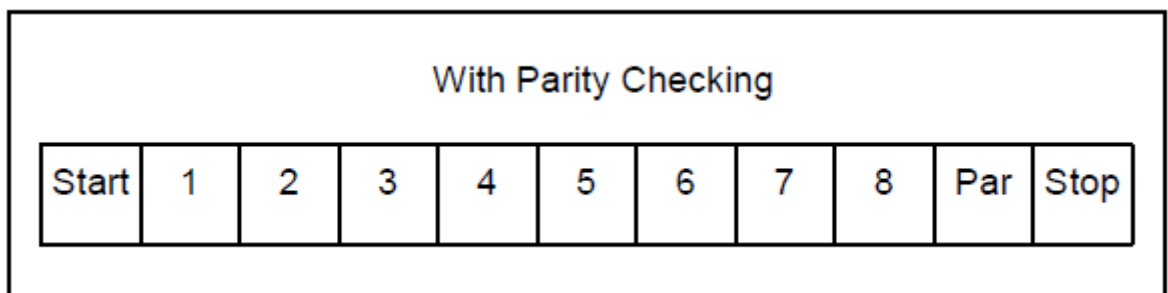
Цей режим комунікації дозволяє пристрою "Master" здійснювати зв'язок з обраним пристроєм "Slave" на шині. Відбувається це шляхом відправки пристроєм "Master" повідомлення запиту, на який пристрій, що адресується "Slave", відповідає повідомленням - відповіддю. Тільки пристрій "Master" має можливість відправки повідомлення - запиту. Запит-повідомлення отримують всі пристрої "Slave" підключені до магистралі, але відповідає тільки пристрій із зазначеною в повідомленні адресою. Пристрій "Slave" має відповісти на отриманий запит за визначений інтервал часу, в іншому випадку пристрій "Master" визначає, що запит не пройшов і відповідно до запрограмованого алгоритмом повторно відправляє повідомлення.

7.1 Формати послідовної передачі Modbus RTU у перетворювачах PC-28/Modbus, PR-28/Modbus, SG-25. Smart/Modbus, SG-25S.Smart/Modbus

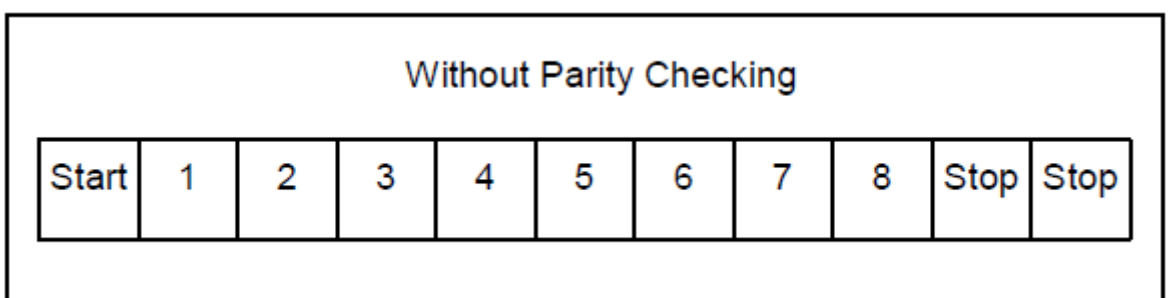
Дані в магистралі RS-485 передаються послідовно. Можна використовувати такі формати відповідно до стандарту Modbus RTU (MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02):

- **1 біт старту**
- **8 бітів даних** (бінарне кодування, перший відправлений біт найменш значимий)
- **Біт контролю парності** (паритету):
 - 1 біт - **Even** (за замовчуванням)
 - 1 біт - **Odd**
 - 0 бітів - **None** (немає біта парності)
- **1 стоп біт** для парності Even або Odd або
- **2 стоп біта** для відсутності біта парності (None)

Фрейм даних завжди передається 11-ма бітами. Кількість стоп-бітів (1 або 2) вибирається самим передавачем, залежно від того, чи був встановлений біт парності або якщо цей біт не був встановлений.



Структура даних з контролем паритету



Структура даних без контролю паритету

7.2 Формат повідомлення Modbus RTU

Кожне повідомлення Modbus RTU має наступний формат:

Slave Address	Function Code	Data	0000CRC
1 6111111111айт	1 байт	От 0 до 252 байта	2 байта (Low,Hi)

Малюнок 9 – Формат повідомлення

Опис полів в повідомленні:

Slave Address - мережевий адрес пристрою "Slave". Адрес 0 зарезервований для широкомовного запиту від "Master". Кожне пристрій "Slave", в незалежності від запрограмованого адресу, має бути в змозі відповісти на повідомлення з адресою 0 відправлене "Master".

Для адресації пристроїв "Slave" в магістралі можуть бути використані адреси від 1 до 247. **В одній мережі не можна використовувати більше одного пристрою з адресою з цього діапазону.** Адреси в діапазоні від 248 до 255 зарезервовані для майбутніх застосувань.

0	From 1 to 247	From 248 to 255
Broadcast address	Slave individual addresses	Reserved

Function Code - Код функції, який вказує адресованому пристрою "Slave", якого типу дію він повинен виконати. Код функції кодується за допомогою 7 бітів (0...127). Старший 8-й біт, є при відправленні повідомлення "Master" -ом, завжди нулем. У повідомленні відповіді "Slave" -ом, відправляється в цьому полі той же код функції. Якщо старший 8-й біт є нулем, то це означає, що виконання функції було успішним і дані відправлені в повідомленні так само правильні. Якщо старший 8-й біт у відповіді "Slave" є одиницею, то це означає, що була помилка виконання функції або стався збій при прийомі запиту.

Data - За кодом функції "Function Code" може слідувати поле даних "Data", яке містить, в залежності від номера функції, дані управління (запит "Master") або дані зчитування (відповідь "Slave"). Це поле за стандартом може містити максимум 252 байти даних. У разі, коли старший 8-й біт коду функції "Function code", у відповіді "Slave" є одиницею, зчитані дані не поміщаються в поле "Data", а в повідомленні-відповіді в полі "Data" відправляється один байт коду помилки (дивись п. 2.6).

CRC - В кінці повідомлення завжди присутнє поле 2-х байтової контрольної суми CRC16 відправляється в послідовності "CRC Low | CRC High ". Спосіб підрахунку контрольної суми визначено в Додатку В стандарту "MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02" доступною на сайті <http://www.modbus.org>.

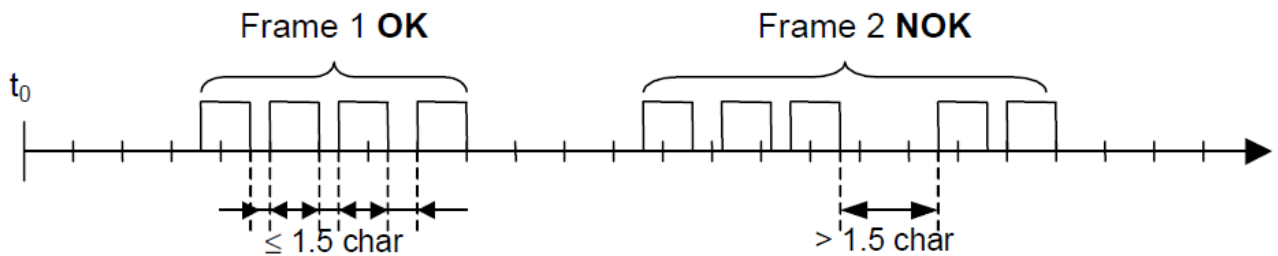
7.3 Проблеми при обміні повідомленнями в магістралі Modbus RTU

7.3.1 Основні правила

- Адрес в діапазоні від 1 до 247 може бути присвоєно лише одному пристрою "Slave", підключеному до магістралі. Якщо більшу кількість пристроїв, з підключених до однієї магістралі, матимуть такий же адреса, всі вони будуть відправляти повідомлення одночасно, що призведе до конфлікту на шині.

- Кожна процедура обміну даними ініціюється "Master" -ом. Це означає, що пристрій "Slave" може відправляти повідомлення з даними тільки після отримання коректного, адресованого до нього повідомлення запиту від "Master".

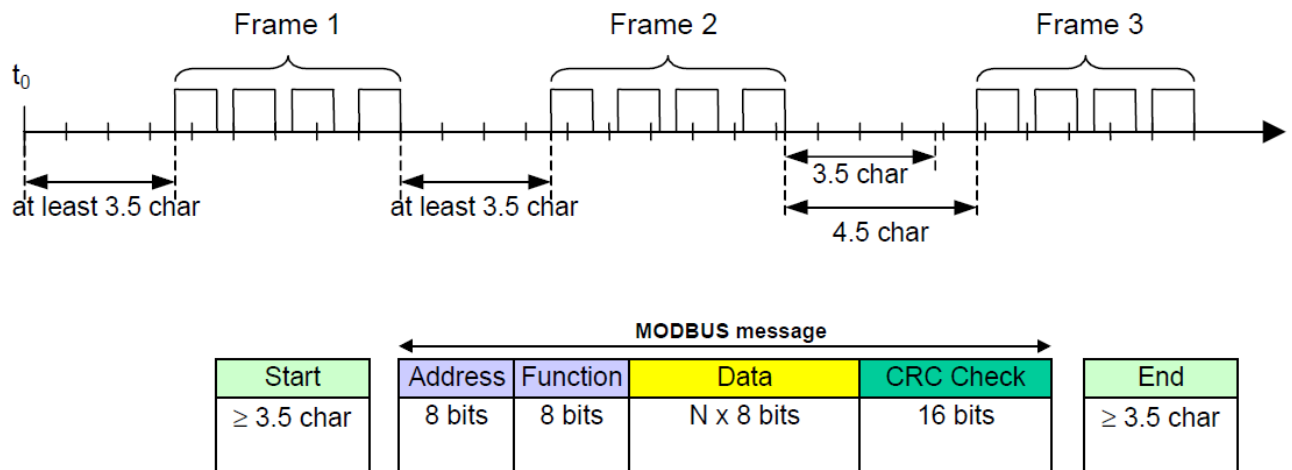
- Повідомлення складається з послідовності байтів. Ці байти повинні відправлятися без яких-небудь затримок. Максимально допустимий інтервал між двома знаками повідомлення не може перевищувати 1,5Т, де Т - час передачі одного знаку (11 бітів). Якщо інтервал часу між двома знаками перевищить 1,5Т, повідомлення може бути визначено приймаючим пристроєм як неправильне і відхилиться.



Малюнок 10

- Адресований пристрій "Slave" має відповісти на правильний запит в певний інтервал часу, в іншому випадку повідомлення-відповідь буде визначено "Master" -ом як неправильне і відхилиться. Часовий інтервал між повідомленням-запитом відправленим "Master" -ом повідомленням-відповіддю відправленим "Slave" -ом, не може бути менше ніж $3,5T$, де T - час передачі одного знаку (11 бітів).

Максимальний інтервал, після якого пристрій "Slave" має відповісти на запит від "Master", залежить від коду функції, яка міститься в запиті і кількості даних в повідомленні. Час відповіді перетворювачів має бути менше 5 мс з урахуванням найменш сприятливих умов (кількість даних, швидкість передачі).



Малюнок 11

7.3.2 Обробка помилок

В процесі обміну повідомленнями між "Master" і "Slave" можуть відбуватися два основних типи помилок: помилки пов'язані з самою передачею і помилки пов'язані з функціонуванням пристрою "Slave".

Помилки пов'язані з передачею, причини:

- Отримане повідомлення занадто коротке. Це може бути викликано занадто великим інтервалом між відправленими в повідомленні байтами.

- Отримане повідомлення довше, ніж це дозволяє приймаючий буфер пристрою. Це може бути викликано неправильним програмуванням формування структури повідомлення.

- Перевищення допустимого часу передачі повідомлення в разі нестачі швидкості передачі.

- Значення обчисленої контрольної суми отриманого повідомлення не збігається зі значенням переданим в позиції CRC.

Пристрій "Slave" не відповідає на запит з виявленою комунікаційною помилкою, пристрій "Master", в разі підтвердження отримання повідомлення з помилкою, може повторити повідомлення-запит. Алгоритм поведінки в такій ситуації запрограмований в пристрої "Master".

- Заборонений код функції.
- Заборонений адрес даних.
- Неправильна кількість даних.

Помилки пристрою "Slave", причини:

- Аварія перетворювача.
- Помилки пам'яті RAM, FLASH.

Коди помилок - відповідно до специфікації "MODBUS over se-rial line specification and implementation guide V1.02". Коди помилок з їх описом наведені в п. 2.6.

8. Прикладний рівень, опис функції 03

У перетворювачах реалізована тільки функція 03 "Read Holding Register" зі стандартного набору допустимих Modbus-функцій.

Вона використовується для зчитування всього адресного простору блоку даних. Пристрій "Master" вказує стартовий адресу (2 байта) і число 2-х байтових регістрів для читання. Регістри мають адреси, починаючи від нуля, тому, наприклад, перший регістр має адресу 0x0000, а наприклад, регістр 17 має адресу 0x0010, тобто 16.

Дані зчитані з кожного регістра, відправляються пристроєм "Slave", як 2 байти на кожен регістр, де першим передається старший байт.

У разі зчитування даних з більш ніж одного регістра, дані від пристрою "Slave" передаються в черговості нумерації регістрів. У регістрах містяться дані, пов'язані з вимірами процесної змінної, температур і налаштувань перетворювача. Перелік регістрів з адресами та описом представлений в наступній таблиці.

8.1 Перелік даних (регістрів) в адресному просторі

Дані тільки для читання.

Регістр	Адреса (hex)	Призначення	Примітка	Формат	Число байтів (2 байти на регістр)
1	2	3	4	5	6
1	0x0000	Значення користувача	% встановленого діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
3	0x0002	Тиск датчика 1	Процесна змінна тиску або рівня	IEEE754	4 байти (2 регістри)
5	0x0004	Тиск датчика 2	Пост. значення 0 °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)

7	0x0006	Температура датчика 1	Процесна змінна температури датчика 1 в °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
9	0x0008	Температура процесора	Процесна змінна температури процесора 1 в °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
11	0x000A	Температура датчика 2	Постійне значення 0 °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
13	0x000C	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
15	0x000E	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
17	0x0010	Значення користувача	1/100 % встановленого діапазону	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
18	0x0011	Тиск датчика 1	Ціле число, 1/100 одиниці тиску або рівня	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
19	0x0012	Тиск датчика 2	Значення 01/100 встановленої одиниці	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
20	0x0013	Температура датчика 1	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
21	0x0014	Температура процесора	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
22	0x0015	Температура датчика 2	Значення 01/100 в °C	Signed 16-bit int	2 байта (1 регистр)
23	0x0016	Одиниці тиску	Одиниці тиску або рівня	Unsigned 16-bit int	2 байти (1 регістр)
24	0x0017	-----	-----	-----	2 байти (1 регістр)
25	0x0018	Верхня границя діапазону датчика	Верхнє значення основного діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
27	0x001A	Нижня границя діапазону датчика	Нижнє значення основного діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
29	0x001C	Постійна часу демпфірування, с		IEEE754	4 байти (2 регістри)
31	0x001E	Затримка відповіді, мс		Unsigned 16-bit int	2 байти (1 регістр)
32	0x001F	Адрес Modbus	1 ... 247	Unsigned 8-bit	2 байти (1 регістр)
33	0x0020	Регістр ідентифікації		Unsigned 8-bit int	6 байтів (3 регістра)
36	0x0023	Регістр статусу		8-bit flags	2 байти (1 регістр)

* Поля, виділені сірим кольором, не активні в описаній версії пристроїв

8.1.1 Перший приклад повідомлення-запит

Повідомлення-запит "Master"-а і відповідь "Slave", зчитування тиску датчика 1 (процесна змінна).

Повідомлення-запит							
Адрес Slave	Функція	Дані				CRC(L)	CRC(H)
		Початковий адрес регістра (H)	Початковий адрес регістра (L)	Число регістрів для читання (H)	Число регістрів для читання (L)		
0x01	0x03	0x00	0x02	0x00	0x02	0x65	0xCB
Повідомлення-запит							
Адрес Slave	Функція	Дані				CRC(L)	CRC(H)
		Кількість байт даних	Дані (тиск датчика 1 у форматі IEEE754), шістнадцяткові числа				
0x01	0x03	0x04	40 5F D1 BC			0x82	0x00

8.1.2 Другий приклад повідомлення-запит

Повідомлення-запит "Master"-а і відповідь "Slave", зчитування всього доступного адресного простору.

Повідомлення-запит							
Адрес Slave	Функція	Дані				CRC(L)	CRC(H)
		Початковий адрес регістра (H)	Початковий адрес регістра (L)	Число регістрів для читання (H)	Число регістрів для читання (L)		
0x01	0x03	0x00	0x00	0x00	0x24	0x45	0xD1
Повідомлення-запит							
Адрес Slave	Функція	Дані				CRC(L)	CRC(H)
		Кількість байт даних	Вміст пам'яті зчитаних регістрів				
0x01	0x03	0x48	00 00 00 00 40 5F F8 DD 00 00 00 00 41 C8 00 00 41 C8 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 5E 00 00 09 C4 09 C4 00 00 00 0C 00 00 42 C8 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 BC 7D 00 00 01 00 00			0x97	0xCE

8.1.3 Дані, отримані з прикладу 2, віднесені до відповідних регістрів

Регістр	Адрес (hex)	Призначення	Примітка	Формат	Число байтів (2 байти на регістр)
1	2	3	4	5	6
1	0x0000	Значення користувача	IEEE754	40 5F F8 DD	4 байти (2 регістри)
3	0x0002	Тиск датчика 1	IEEE754	40 5F F8 DD	4 байти (2 регістри)

5	0x0004	Тиск датчика 2	IEEE754	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
7	0x0006	Температура датчика 1	IEEE754	41 C8 00 00	4 байти (2 регістри)
9	0x0008	Температура процесора	IEEE754	41 C8 00 00	4 байти (2 регістри)
11	0x000A	Температура датчика 2	IEEE754	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
13	0x000C	-----	-----	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
15	0x000E	-----	-----	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
17	0x0010	Значення користувача	Signed 16-bit int	01 5E	2 байти (1 регістр)
18	0x0011	Тиск датчика 1	Signed 16-bit int	01 5E	2 байти (1 регістр)
19	0x0012	Тиск датчика 2	Signed 16-bit int	00 00	2 байти (1 регістр)
20	0x0013	Температура датчика 1	Signed 16-bit int	09 C4	2 байти (1 регістр)
21	0x0014	Температура процесора	Signed 16-bit int	09 C4	2 байти (1 регістр)
22	0x0015	Температура датчика 2	Signed 16-bit int	00 00	2 байти (1 регістр)
23	0x0016	Одиниці тиску	Unsigned 16-bit int	00 0C	2 байти (1 регістр)
24	0x0017	-----	-----	00 00	2 байти (1 регістр)
25	0x0018	Верхня границя діапазону датчика	IEEE754	42 C8 00 01	4 байти (2 регістри)
27	0x001A	Нижня границя діапазону датчика	IEEE754	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
29	0x001C	Постійна часу демпфірування, с	IEEE754	00 00 00 00	4 байти (2 регістри)
31	0x001E	Затримка відповіді, мс	Unsigned 16-bit int	00 06	2 байти (1 регістр)
32	0x001F	Адрес Modbus	Unsigned 8-bit int	00 01	2 байти (1 регістр)
33	0x0020	Регістр ідентифікац.	Unsigned 8-bit int	00 BC 7D 00 00	6 байтів (3 регістри)
36	0x0023	Регістр статусу Statusowy	8-bit flags	00 00	2 байти (1 регістр)

* Поля, виділені сірим кольором, не активні в описаній версії пристроїв

8.2 Опис даних із регістрів, зчитаних за допомогою функції 03

8.2.1 Регістр 1, Значення користувача

1	0x0000	Значення користувача	Фіксоване значення 0	IEEE754	4 байти (2 регістри)
---	--------	-----------------------------	----------------------	---------	----------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.2 Регістр 3, Тиск датчика 1

3	0x0002	Тиск датчика 1	Процесна змінна тиску або рівня	IEEE754	4 байти (2 регістри)
---	--------	-----------------------	---------------------------------	---------	----------------------

Це значення основної процесної змінної (тиску або рівня), виражене у встановлених фізичних величинах. Значення передається в 4 байтовому форматі із плаваючою комою IEEE754. Максимальний діапазон тиску або рівня можливий для читання, знаходиться між значеннями:

[Нижня границя діапазону датчика - 0,5x(Верхня границя діапазону датчика – Нижня границя діапазону датчика)] ... і [0,5x(Верхня границя діапазону датчика – Нижня границя діапазону датчика) + Верхня границя діапазону датчика].

Іншими словами, якщо позначимо Нижню границю діапазону датчика як Pd, а Верхню як Pg, то тоді максимальний діапазон перетворення датчика можна виразити як:

$$P = [Pd - 0,5x(Pg - Pd) \dots Pg + 0,5x(Pg - Pd)]$$

Приклад:

Перетворювач тиску, у якого Pd=0 кПа, Pg=100 кПа, буде перетворювати тиск в діапазоні від мінус 50 кПа до плюс 150 кПа. Наступний ріст тиску за межі цієї границі не приведе до зміни зчитуваного значення.

8.2.3 Регістр 5, Тиск датчика 2

5	0x0004	Тиск датчика 2	Стале значення 0, °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
---	--------	-----------------------	----------------------	---------	----------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.4 Регістр 6, Температура датчика 1

7	0x0006	Температура датчика 1	Процесна змінна температури датчика 1, °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
---	--------	------------------------------	---	---------	----------------------

Це значення процесної змінної температури в °C, зчитане з вимірювальної головки перетворювача. Воно відображає температуру самого вимірювального датчика і приблизну температуру вимірюваного середовища* (в залежності від розташування).

8.2.5 Регістр 9, Температура процесора

9	0x0008	Температура процесора	Процесна змінна температури процесора, °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
---	--------	------------------------------	---	---------	----------------------

Це значення процесної змінної температури в °C, зчитане з процесора перетворювача. Воно відображає температуру блока електроніки перетворювача.

8.2.6 Регістр 11, Температура датчика 2

11	0x000A	Температура датчика 2	Постійне значення 0, °C	IEEE754	4 байти (2 регістри)
----	--------	------------------------------	-------------------------	---------	----------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.7 Регістр 13, Резерв

13	0x000C	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
----	--------	-------	-------	-------	----------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.8 Регістр 15, Резерв

15	0x000E	-----	-----	-----	4 байти (2 регістри)
----	--------	-------	-------	-------	----------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.9 Регістр 17, Значення користувача

17	0x0010	Значення користувача	Значення 0	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	-----------------------------	------------	-------------------	---------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.10 Регістр 18, Тиск датчика 1 – бінарний формат, ціле число зі знаком

18	0x0011	Давление датчика 1	Ціле число, 1/100 одиниці тиску або рівня	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	---------------------------	--	-------------------	---------------------

Це значення основної процесної змінної (тиску) виражене у встановленій фізичній одиниці тиску (або рівня). Значення представлене у вигляді цілого числа в масштабованому бінарному форматі, як одна сота значення процесної перемінної тиску датчика 1.

УВАГА! Діапазон вимірювання для масштабованого цілого значення зі знаком знаходиться в діапазоні від мінус 32767 до плюс 32767 одиниць. Перевищення цього діапазону приведе до помилки зчитування. Прийняті одиниці: g/cm², mbar, mmH₂O w 4°C, mmH₂O, mmHg, Pa, torr.

8.2.11 Регістр 19, Тиск датчика 2

19	0x0012	Тиск датчика 2	Значення 0, 1/100 встановленої одиниці	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	----------------	---	-------------------	---------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.12 Регістр 20, Температура датчика 2 – бінарний формат, ціле число зі знаком

20	0x0013	Температура датчика 1	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	------------------------------	-------------------------	-------------------	---------------------

Це значення процесної змінної температури в °C, зчитане з вимірювальної головки перетворювача. Значення представлене у вигляді цілого числа в масштабованому бінарному форматі, як одна сота значення процесної змінної температури датчика 1. Воно відображає температуру самого вимірювального датчика і приблизну температуру вимірюваного середовища* (в залежності від приєднання).

8.2.13 Регістр 21, Температура процесора – бінарний формат, ціле число зі знаком

21	0x0014	Температура процесора	Ціле число, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	------------------------------	-------------------------	-------------------	---------------------

Це значення процесної змінної температури в °C, зчитане з процесора перетворювача. Значення представлене у вигляді цілого числа в масштабованому бінарному форматі, як одна сота значення процесної змінної температури процесора. Воно відображає температуру модуля електроніки перетворювача.

8.2.14 Регістр 23, Одиниці тиску

23	0x0016	Одиниці тиску	Unsigned 16-bit int	00 0C	2 байти (1 регістр)
----	--------	----------------------	---------------------	--------------	---------------------

Це бінарне значення відповідне одиниці тиску. У таблиці нижче вказанні можливі використовувані одиниці.

Одиниця вимірювання	Значення (десятькове)	Одиниця вимірювання	Значення (десятькове)
atm	14	mbar	8
bar	7	mmH2O w 4°C	239
FtH2O	3	mmH2O	4
g/cm ²	9	mH2O w 4°C	171
InH2O w 4°C	238	mmHg	5
InH2O	1	MPa	237
InHg	2	Pa	11
kg/cm ²	10	psi	6
kPa	12	torr	13

8.2.15 Регістр 24, Резерв

24	0x0017	-----	-----	-----	2 байти (1 регістр)
----	--------	-------	-------	-------	---------------------

Цей регістр є зарезервованим. Зчитані дані завжди рівні нулю.

8.2.16 Регістр 25, Верхня границя діапазону

25	0x0018	Верхня границя діапазону датчика	Верхнє значення основного діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
----	--------	---	-------------------------------------	---------	----------------------

Це верхнє значення основного діапазону датчика, виражене в одиницях діапазону датчика. Значення передається в 4-х байтовому форматі IEEE754 із плаваючою комою.

8.2.17 Регістр 27, Нижня границя діапазону

27	0x001A	Нижня границя діапазону датчика	Нижнє значення основного діапазону	IEEE754	4 байти (2 регістри)
----	--------	--	------------------------------------	---------	----------------------

Це нижнє значення основного діапазону датчика, виражене в одиницях діапазону датчика. Значення передається в 4-х байтовому форматі IEEE754 із плаваючою комою.

8.2.18 Регістр 29, Постійна часу демпфірування

29	0x001C	Постійна часу демпфірування, с		IEEE754	4 байти (2 регістри)
----	--------	---------------------------------------	--	---------	----------------------

Це значення постійної часу блоку демпфірування перетворювача в секундах. Можливий діапазон налаштування складає від 0 до 30 секунд. Значення передається в 4-х байтовому форматі IEEE754 із плаваючою комою.

8.2.19 Регістр 31, Затримка відповіді

31	0x001E	Затримка відповіді, мс		Unsigned 16-bit int	2 байти (1 регістри)
----	--------	------------------------	--	---------------------	----------------------

Це значення затримки відповіді після запиту " Master ".

У перетворювачах, описаних у цьому посібнику, це значення завжди дорівнює нулю, це означає, що перетворювач відповідає на запит у найкоротші терміни. Цей час залежить від таких факторів, як кількість даних, зчитаних функцією 03, встановлена швидкість передачі даних. Цей час не повинен перевищувати 5 мс

8.2.20 Регістр 32, Адрес Modbus

32	0x001F	Адрес Modbus	1...247	Unsigned 8-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	---------------------	---------	--------------------	---------------------

Це значення мережевого адресу перетворювача. Адрес передається двома байтами. Перший старший байт завжди рівний нулю. Другий молодший, містить інформацію про адресу. Цей адрес може встановлюватись в діапазоні від 1 до 247. Кожен із перетворювачів, підключений до мережі, повинен мати свій унікальний мережевий адрес. У випадку наявності в мережі двох або більше перетворювачів із однаковим адресом, зчитування інформації із будь-якого із них стане неможливе.

8.2.21 Регістр 33, Ідентифікаційний регістр

33	0x0020	Ідентифікаційний регістр		Unsigned 8-bit int	6 байтів (3 регістри)
----	--------	---------------------------------	--	--------------------	-----------------------

Це ідентифікаційний номер виробника, тип перетворювача і його серійний номер. Цей номер унікальний і відрізняється для кожного перетворювача.

Значення байтів в порядку передачі:

1 байт без значення, завжди 0;

2 байт – це номер виробника в організації HCF, APLISENS має номер 188 dec (BC hex);

3 байт – це номер типу пристрою, перетворювачі мають номер 125 dec (7D hex);

4-6 байт – це 24 бітовий бінарний ідентифікаційний номер пристрою. В цьому номері закодована дата виготовлення і серійний номер.

8.2.22 Регістр 36, Регістр статусу

36	0x0024	Регістр статусу		8-bit flags	2 байт (1 регістр)
----	--------	------------------------	--	-------------	--------------------

Це 2-х байтовий регістр, який контролює роботу модулів перетворювача. Коди помилок перетворювачів дивитись п. 2.5.

Ці несправності можна ідентифікувати в режимі конфігурації або в інших програмах, таких як Report 2 розробки APLISENS.

9. Режим конфігурації

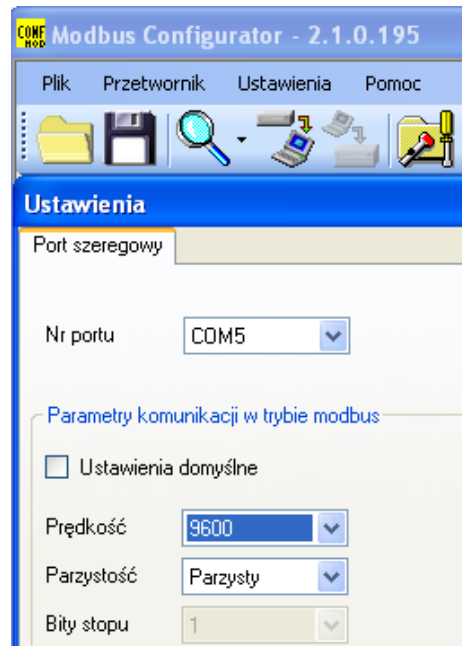
9.1 Конфігурування послідовного порту "Modbus Configurator", сканування мережі Modbus

Для виконання ідентифікації, зчитування, зміна установок або проведення калібрування в перетворювачах, які описані в цій інструкції, необхідно переключити перетворювач за допомогою програми „Modbus Configurator” в режим конфігурування натисненням кнопки у вікні програми.

Послідовність дій у випадку необхідності зміни конфігураційних параметрів одного із перетворювачів, працюючих в мережі Modbus:

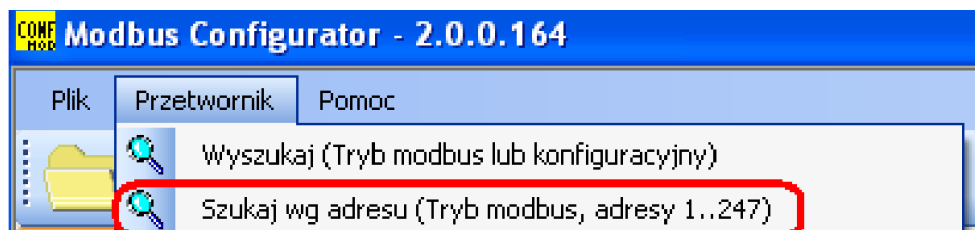
Не обов'язково відключати перетворювач від мережі Modbus, щоб змінити його налаштування або провести калібрування. Якщо всі перетворювачі які підключені до мережі працюють в режимі Modbus, для проведення калібрування необхідно зупинити процесний регулятор „Master” і прописати в мережі додатковий регулятор РС з програмним забезпеченням „Modbus Configurator”.

Після запуску програми необхідно відкрити налаштування послідовного порту і встановити номер порту COM, до якого підключений конвертер RS-485, швидкість трансмісії Modbus, а також парність і біти stop, з якою працюють перетворювачі в даній мережі.



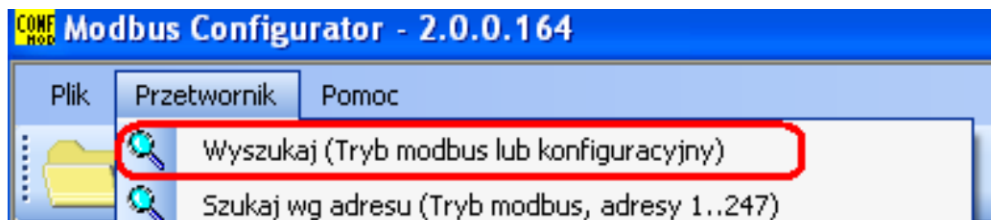
Малюнок 13 – Приклад налаштувань послідовного порту

Дальше необхідно активувати пошук перетворювачів Modbus у відповідності з адресом, натиснувши на «Сканувати мережу Modbus» (малюнок 14).



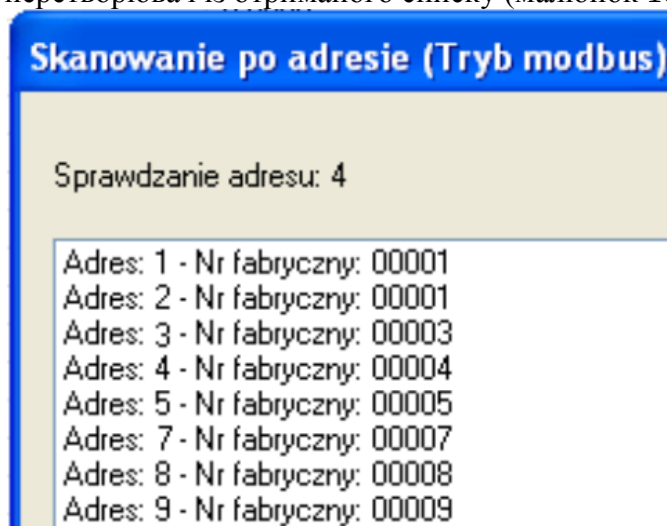
Малюнок 14

Якщо користувач хоче знайти один перетворювач і не впевнений, чи він знаходиться в режимі Modbus чи Configuration, він повинен скористатися опцією "Wyszukaj (Tryb Modbus lub Konfiguracyjny)" (малюнок 15). Слід пам'ятати, що під час налаштування перетворювачів, підключених до мережі, ми можемо перейти в режим конфігурації лише одного з перетворювачів Aplisens, після закінчення конфігурації слід повернутися до режиму Modbus. Більше одного перетворювача в мережі в режимі конфігурації спричинить конфлікт. Якщо користувач не дотримується цієї умови, він буде змушений комунікувати з ним за межами мережі, щоб переключити його в режим Modbus і потім знову підключити його до мережі.



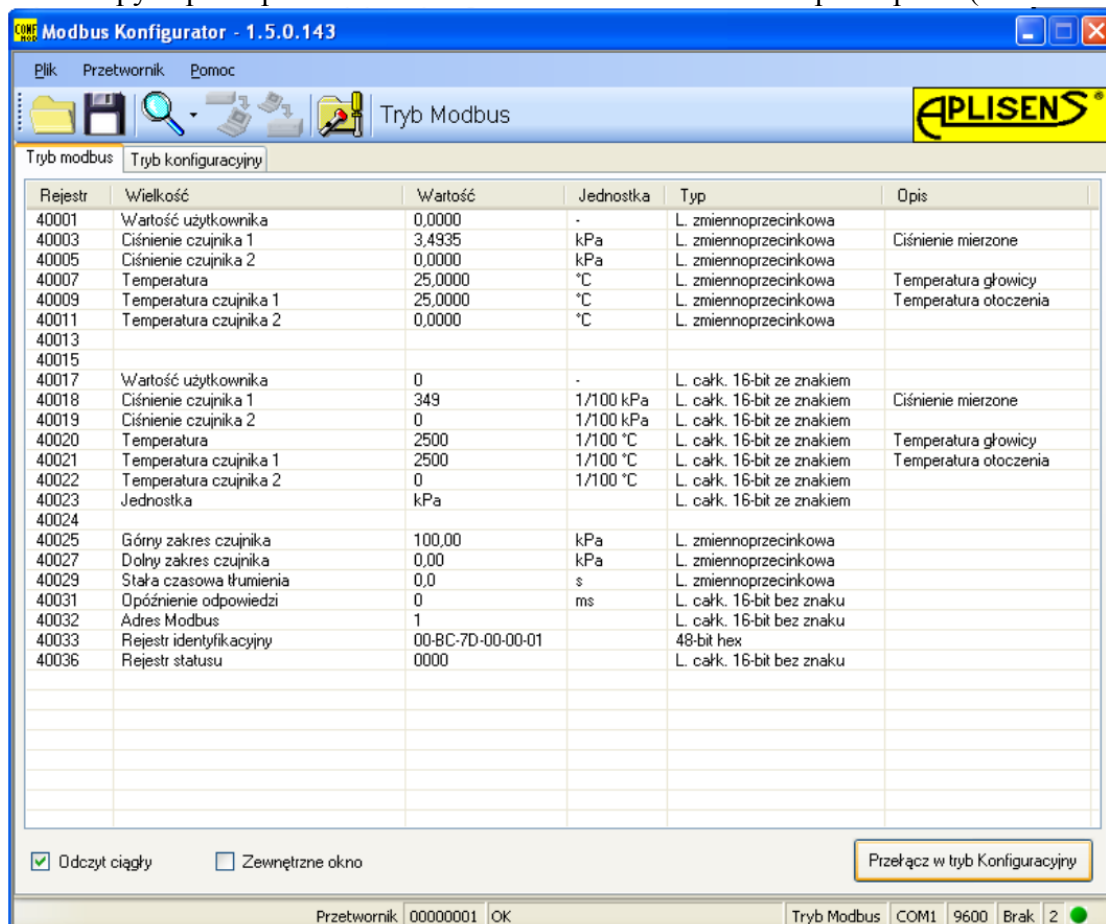
Малюнок 15

В процесі сканування мережі появиться список з підключеними до неї перетворювачами Modbus. Знаючи мережевий адрес перетворювача, який плануємо конфігурувати, вибираем перетворювач із отриманого списку (малюнок 16).



Малюнок 16

Після вибору перетворювача з'явиться список із зчитаними параметрами (малюнок 17).



Малюнок 17

Дальше переключаємо перетворювач із режиму Modbus в режим конфігурації

Przełącz w tryb Konfiguracyjny

9.2 Зчитування ідентифікації перетворювача

Приклад ідентифікаційного блоку. Значення виділені сірим кольором лише для читання.

Identyfikacja przetwornika

Kod producenta	188	Fabryczny kod przyrządu	125
Nr fabryczny	00000001	Nr rewizji komend std.	5
Wersja programu	14	Nr rewizji komend spec.	1
Wersja elektroniki	48	Flagi	1
Liczba preambuł	5	Kod dystrybutora	250
Nr ewidencyjny	0	Nr czujnika	1
Adres	0	Modbus adres	1

Малюнок 18

Інформаційні поля тільки для читання:

- **Код виробника** у відповідності із нумерацією HCF (HART).
- **Заводський номер** перетворювача.
- **Версія програми** основного процесора.
- **Версія електроніки** використаної в перетворювачі.
- **Число преамбул** використовується для комунікації в режимі конфігурації.
- **Адрес** (poolingu) використовується для комунікації в режимі комунікації.
- **Заводський код пристрою** вказує на тип перетворювача.
- **Номер зміни стандартних команд** режиму конфігурації.
- **Номер зміни спеціальних команд** режиму конфігурації.
- **Прапорці** зв'язані із типом формування записів.
- **Код дистриб'ютора** пристрою.

Інформаційні поля, які можна редагувати:

- **Номер інформаційний** пристрою записаний бінарно на 3-х байтах, являється цілим числом в діапазоні від 0 до 16777215 і застосовується в інформаційних цілях (можлива зміна користувачем).
- **Номер датчика** записаний бінарно на 3-х байтах, являється цілим числом в діапазоні від 0 до 16777215 і застосовується в інформаційних цілях (можлива зміна користувачем).
- **Адрес Modbus**, являється цілим числом в діапазоні від 1 до 247 (можлива зміна користувачем).

Основне значення має поле „**Modbus adres**” яке конфігурує мережевий адрес перетворювача.

9.3 Зчитування лімітів і процесної змінної перетворювача

Приклад блоку зміни лімітів і процесної змінної перетворювача показано на малюнку 19.

Zmienna procesowa

Dolna granica zakresu podst.	0	kPa
Górna granica zakresu podst.	100	kPa
Min. szerokość zakresu	10	kPa
Początek zakresu nastawionego	0	kPa
Koniec zakresu nastawionego	100	kPa
Jednostka	kPa	
PV	4,577	kPa
	4,732	mA

Odczytaj PV

Малюнок 19

- **Нижня границя основного діапазону.** Це значення тільки для читання. При перевищенні цього значення не гарантується точність вимірювання перетворювача. Однак перетворювач буде продовжувати перетворювати вимірюваний сигнал до 50 % ширини основного діапазону нижче цієї точки.

- **Верхня границя основного діапазону.** Це значення тільки для читання. При перевищенні цього значення не гарантується точність вимірювання перетворювача. Однак перетворювач буде продовжувати перетворювати вимірюваний сигнал до 50 % ширини основного діапазону вище цієї точки .

- **Мінімальна ширина діапазону.** Це значення тільки для читання, воно обумовлює мінімальну ширину встановленого діапазону, яку може встановити користувач змінюючи значення початку і/або кінця встановленого діапазону. Цей параметр має таке ж значення при виконанні градування тиску або рівня. Неможливо провести градування, якщо точки занадто близько одна до одної.

- **Початок встановленого діапазону.** Значення зв'язано із режимом роботи від 4 до 20 мА. Встановлює значення тиску або рівня відповідне струму 4 мА.

- **Кінець встановленого діапазону.** Значення зв'язане із режимом роботи від 4 до 20 мА. Встановлює значення тиску або рівня відповідне струму 20 мА.

- **Одиниця** основна, являється фізичною одиницею в якій відображається результат вимірюваний перетворювачем (можливий вибір одиниць користувачем).

- **PV** це значення процесної змінної тиску або рівня, виражене у встановленій основній одиниці вимірювання. Додатково індукуюється процесна змінна струму на виході від 4 до 20 мА.

Щоб оновити зчитане значення, потрібно натиснути кнопку „Зчитати PV”.

9.4 Зчитування буквено-цифрових модифікованих даних

Приклад блоку, який містить буквено-цифрові модифіковані дані показано на малюнку 20

Oznacznik

Etykieta

Opis

Komunikat

Data

Малюнок 20

Користувач має можливість зчитати або записати буквено-цифрові модифіковані дані перетворювача.

Етикетка – це 8-ми знакове буквено-цифрове поле, в якому можна вписати номер пристрою в змонтованій системі. Можливо записати цифри і великі букви.

Опис – це 16-ти знакове буквено-цифрове поле, в якому можна вписати короткий опис, наприклад, місце монтажу. Можливо записати цифри і великі букви.

Повідомлення – це 32-х знакове буквено-цифрове поле, в якому можна вписати більш довгу примітку. Можливо записати цифри і великі букви.

9.5 Затримка і функція обміну

Користувач має можливість зчитати або записати значення постійної часу демпфірування вимірювання і типу функції перетворення (малюнок 21).

Tłumienie

Stała czasowa s

Малюнок 21

- Постійна часу виражена в секундах і відображає тривалість перехідного процесу, із плином якого процесна змінна зміниться на 63,2% від загального значення. Майже повна зміна значення процесної змінної з похибкою менше 1% відбудеться із плином біля 5 постійних часу

9.6 Режим Modbus

Tryb modbus

Prędkość

Parzystość

Bity stopu

☐ Ustawienia domyślne

Малюнок 22

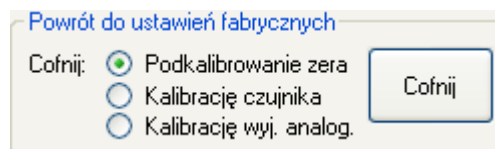
Користувач має можливість зчитування або редагування і запису швидкості обміну Modbus RTU, режиму контролю парності, а також вибір налаштувань по замовченню.

9.7 Повернення до заводських налаштувань

Користувач має можливість повернутись до заводських налаштувань наступні параметри:

- Калібрування нуля.
- Калібрування датчика тиску.
- Калібрування аналогового виходу (відноситься до режиму струмової петлі від 4 до 20 мА, режим конфігурації).

Повернення до заводських налаштувань може використовуватись, тоді коли користувач неконтрольованими діями змінив що небудь із вище перерахованих налаштувань і не має можливості провести калібрування в своєму діапазоні. Необхідно пам'ятати, що ця операція призведе до повернення до калібровочних налаштувань, проведених на заводе виробнику. Якщо користувач в процесі експлуатації провів калібрування перетворювача у власному діапазоні, то після проведення даної операції власні калібровочні дані будуть втрачені.



Малюнок 23

9.8 Блокування запису

Користувач має можливість установки блокування зміни параметрів перетворювача і коду, який дозволяє зняти блокування. Код блокування має формат 8-ми знаків шістнадцятизначних, тобто в діапазоні від 0 до 9, A-F, **значення по замовченню 00000000**.

При включеному блокуванні немає можливості зміни налаштувань перетворювача.



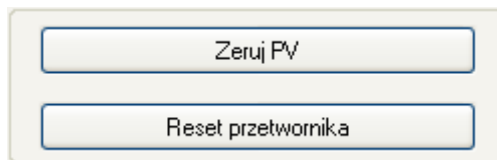
Малюнок 24

9.9 Обнулення, перезавантаження перетворювача

Користувач має можливість виконання додаткових операцій при роботі із перетворювачем:

- **Обнулення PV** дозволяє провести обнулення вимірювання тиску перетворювача ненавантаженого тиском. Це обнулення використовується для усунення можливого відхилення нуля, викликане в результаті монтажу (вплив положення внутрішніх напружень). Обнулення не буде проведено, якщо відхилення нуля виходить за межі допустимого або якщо перетворювач вимірює абсолютний тиск.

- **Перезавантаження перетворювача** забезпечується надсиланням команди «гарячого» рестарту перетворювача без необхідності відключення його від живлення.



Малюнок 24

9.10 Калібрування

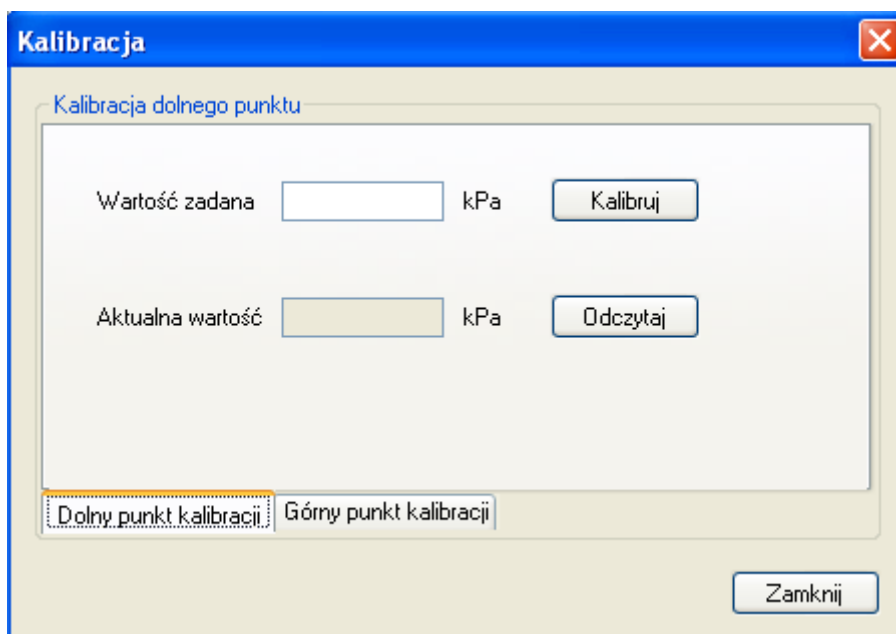
Користувач має можливість проведення 2-х точкового калібрування тиску і 2-х точкового калібрування струмового виходу.

9.10.1 Калібрування тиску або рівня

Для входу в закладку калібрування тиску або рівня необхідно вибрати на верхній панелі програму „Перетворювач... Калібрування”.

Калібрування верхньої і нижньої точок діапазону тиску краще проводити для основних діапазонів тисків. Якщо діапазон користувача являється лише невеликим фрагментом основного діапазону, то з точки зору метрології, доцільно калібрувати перетворювач по крайніх точках діапазону користувача. Процедура калібрування проводиться шляхом навантаження перетворювача тиском відповідним нижній точці калібрування. В полі заданого значення необхідно вписати значення зразкового тиску або рівня. Після стабілізації зчитуваного актуального значення необхідно натиснути кнопку „Калібрувати”. Виконання калібрування буде підтверджено відповідним повідомленням. Аналогічну процедуру необхідно провести і для верхньої точки тиску.

Якщо різниця між заданим зразковим тиском і тиском, зчитаним з перетворювача, перевищує допустиму границю, то калібрування не буде виконане і появиться відповідне повідомлення. Така ситуація може відбутись якщо вибрана точка калібрування знаходиться за межами нижньої або верхньої границі тиску датчика.

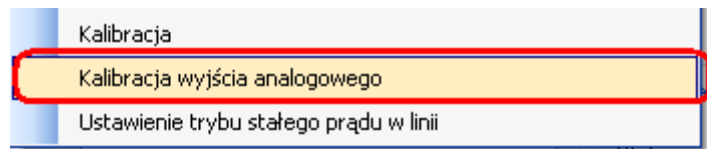


Малюнок 25

9.10.2 Калібрування струмового виходу

Якщо перетворювач призначений для роботи в режимі струмової петлі від 4 до 20 мА, то може виникнути необхідність проведення калібрування струму. Для цього необхідно

вибрати на верхній панелі програму „Перетворювач... Калібрування аналогового виходу” – опція калібрування аналогового виходу від 4 до 20 мА.



Малюнок 26

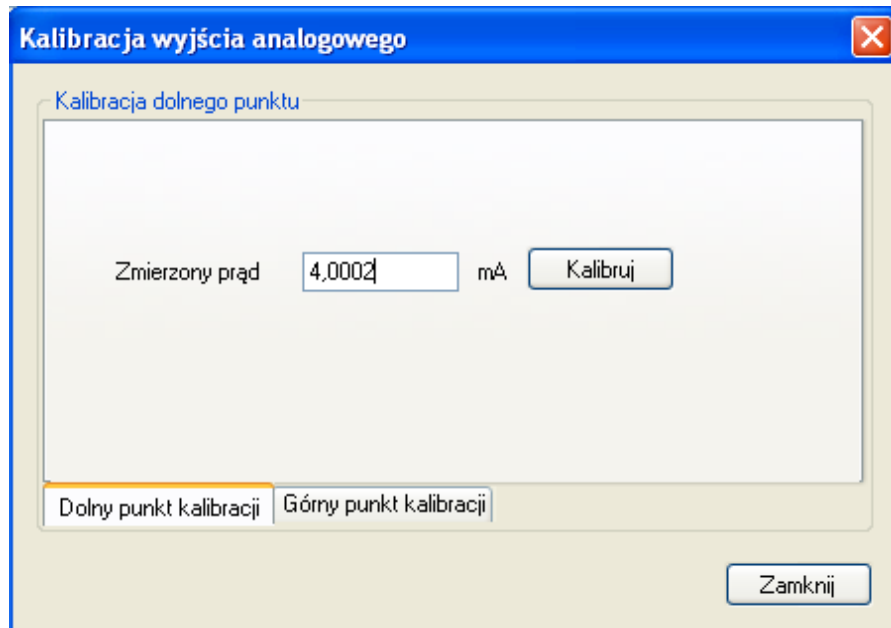
Перед виконанням калібрування аналогового виходу необхідно звернути увагу, щоб конвертер RS-485 мав гальванічну розв'язку. Не рекомендується при проведенні калібрування аналогового виходу використовувати погоджувальний резистор або поляризуючий резистор. Якщо конвертер RS-485 має тип „Fail Safe”, то застосовувати резистори не потрібно. Живлення перетворювача також повинно бути гальванічно ізольоване.

Вище перераховані рекомендації необхідно виконувати для запобігання неконтрольованого проходження струму з елементів регулятора перетворювача, що може призвести до метрологічних відхилень.

Послідовно із живленням перетворювача необхідно включити зразковий міліамперметр.

Дальше в калібровочній рамці необхідно вибрати відповідну опцію калібрування струму. Калібрування струму рекомендується проводити по двох точках діапазону струму. По замовчуванню це 4 и 20 мА.

Після запису інформації з міліамперметра в полі „Вимірюваний струм” для нижньої точки калібрування (4 мА) необхідно підтвердити калібрування натисненням кнопки „Калібрувати”. Аналогічно поступаємо і для верхньої точки калібрування (20 мА).



Малюнок 27

9.11 Робота в режимі струмової петлі 4 – 20 мА

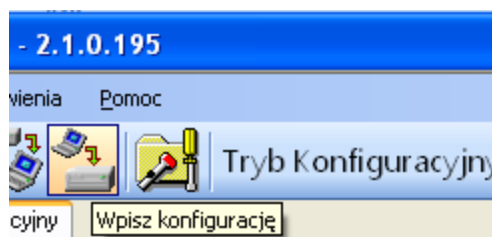
9.11.1 Встановлений діапазон

Якщо користувач планує використовувати перетворювач в режимі струмової петлі 4-20 мА, необхідно буде проконтролювати і при необхідності встановити відповідний діапазон вимірювання перетворювачів.

Встановлений діапазон встановлює відповідність нижньої точки тиску значенню 4 мА (начало встановленого діапазону) і значення верхньої точки тиску значення струму 20 мА (кінець встановленого значення).

9.11.2 Запис конфігурації

Якщо після конфігурації параметрів, користувач вирішує залишитись в режимі конфігурації для роботи в струмовій петлі 4 – 20 мА, необхідно провести запис змін в перетворювач. Для цього необхідно вибрати у верхній панелі програму «Перетворювач... Записати конфігурацію» або натиснути на піктограму запису конфігурації.



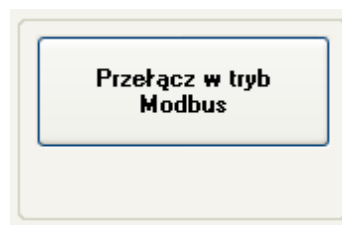
Малюнок 28

9.11.3 Рекомендації по експлуатації

При роботі в режимі струмової петлі 4-20 мА контакти портів RS-485_A і RS-485_B можуть бути використані тільки для конфігурування перетворювача. В процесі експлуатації вони повинні бути відключені від будь-яких пристроїв (ізольовані і вільні). В умовах наявності дуже високого рівня EMI, які перевищують допустимий рівень перешкод по нормі PN-EN61000 і застосування кабелю без екрану, необхідно уникати підключення лінії комунікації RS-485_A і RS-485_B в кабель.

9.12 Робота в режимі Modbus

Після проведення необхідних процедур по калібруванні для повернення перетворювача в режим роботи Modbus, користувач повинен записати проведені зміни налаштувань. Натиснення на кнопку „Переключити в режим Modbus” забезпечує одночасно запис вимірювань і перехід в режим комунікації Modbus.



Малюнок 29

9.13 Версія електроніки і програмного забезпечення пристрою

01-03-2015 – Дата вводу версії 15 програмного забезпечення перетворювачів.

– Вдосконалене управління полем відповідності даних в програмному забезпеченні перетворювачів. В деяких випадках перетворювач міг не відправити відповідь на правильне повідомлення-запит. Внесенні зміни усунули дану проблему.

– Появилась можливість зчитування в режимі Modbus з перетворювач відсотку від встановленого діапазону. Змінна типу float IEEE754 передається на 4-х байтах:

Регістр	Адрес (hex)	Призначення	Примітка	Формат	Число байтів (2 байти на регістр)
1	0x0000	Значення користувача	% встановленого діапазону	IEEE754	4 байти (2 реєстри)

Змінна типу Integer 16 біт зі знаком передається на 2-х байтах:

17	0x0010	Значення користувача	1/100 % встановленого діапазону	Signed 16-bit int	2 байти (1 регістр)
----	--------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------	---------------------

Встановлений діапазон визначається в режимі конфігурації:

Początek zakresu nastawionego	1	kPa
Koniec zakresu nastawionego	100	kPa

Малюнок 30

Встановлений діапазон може бути рівний або менший основного діапазону. Встановлюється він, в основному, при конфігурації перетворювача для роботи в режимі струмової петлі від 4 до 20 мА.

– В цьому режимі початок встановленого діапазону відповідає струму 4 мА і проценту від діапазону - 0 %, а кінець встановленого діапазону відповідає струму 20 мА і проценту від діапазону - 100 %. Як значення струму в струмовій петлі в режимі від 4 до 20 мА, так і процент від встановленого діапазону, можуть бути масштабовані за допомогою функції перетворення, вибраної в режимі конфігурації.

– В режимі роботи Modbus відсоток від встановленого діапазону від 0 до 100 може служити користувачу для масштабування в обчислювачі за допомогою математичних операцій цієї величини в будь-яку іншу. В цей же час при встановленні в перетворювачі функції квадратного кореня, може служити для розрахунку витрати на шайбах.

– Інформація, вписана в регістр 31, в 15 версії програмного забезпечення відображає реальний час між кінцем стоп біта останнього байту контрольної суми CRC повідомлення-запиту і старт-бітом байту адреси повідомлення-відповідь перетворювача (час відповіді). Цей час залежить від встановленої швидкості обміну перетворювача і знаходиться в границях від 3 до 20 мс.

– Внесені невеликі зміни, які підвищують зручність обслуговування, зв'язаного з перетворювачами програмного забезпечення Modbus Configurator, інтерпретуючи одночасно номер версії цього програмного забезпечення до версії 2.1.0.195

– Внесені невеликі зміни, зв'язані із вище перерахованими змінами в інструкції по експлуатації DTR.PC.PR.SG..MODBUS, Редакція „С”

01-07-2014 – Дата вводу версії 48 електроніки.

Версія 48 електроніки має наступні зміни:

- Мініатюризація і зменшені розміри плати електроніки.
- Зміна частоти таймеру головного процесора з 14,74 на 3,68 МГц, зниження споживання струму.
- Доповнено перетворювачем Ц/А і джерелом струму для реалізації управління струмовою петлею 4 - 20 мА.
- Змінений спосіб підключення сигналів в електричному приєднанні M12.
- Збільшений рівень стійкості до перешкод EMI.

01-07-2014 – Дата введення версії 14 програмного забезпечення перетворювачів.

Паралельно із появою версії 48 електроніки появилась і нова 14 версія програмного забезпечення, в яку внесли наступні зміни:

– Видалення опції 10 бітового слова послідовної трансмісії. Від версії 14 програмного забезпечення, у відповідності зі стандартом Modbus RTU (MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02) знак завжди має довжину 11 біт. У випадку відсутності біту парності, використовуються 2 Stop-біти, які доповнюють рамку знаку до 11 біт. Використовуються формати 8E1 (за замовчуванням), 8O1, 8N2.

– Видалена опція модифікації затримки відповіді перетворювача. У версії 14 цей час встановлено на 0 і залежить тільки від таких факторів як: число даних зчитуваних функцією 03, встановлена швидкість обміну і погодження моменту запиту з автоматом програми перетворювача. Цей час не повинен перевищувати значення 5 мс.

- Видалена швидкість обміну Modbus 600 б/с.
- Зменшення споживання і оптимізація управління енергією потрібною для перетворювача.
- Оптимізація часово-критичних процедур.
- Доповнено функціями, зв'язаними із роботою перетворювача в режимі струмової петлі.
- Доповнено функціями, зв'язаними із конфігурацією перетворювача в режимі струмової петлі.

24-06-2015 – Корегування одиниць тиску для кодів 1, 2, 10, 12

01-09-2015 – Доповнення інформації про напругу живлення для режиму роботи і струмової петлі від 4 до 20 мА.

10. Повірка

Міжповірочний інтервал – 12 місяців.

Повірка перетворювачів проводиться у відповідності з методикою повірки МП.ВТ.144-2006 «Преобразователи давления измерительные РС и PR. Методика поверки».

11. Використання спеціального виконання

Застосування перетворювача виконання Кисень потребує суворого дотримання спеціальних технологій при роботі з кисневмісними середовищами, виключаючи контакт внутрішніх і зовнішніх поверхонь з маслянистими середовищами.

УВАГА!

КОНТАКТ З МІНЕРАЛЬНИМИ МАСЛАМИ І МАСЛЯНИСТИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ.

12. Технічне обслуговування

В процесі технічного обслуговування необхідно виконати наступні роботи:

- перевірити стан приєднань тиску (відсутність пошкоджень і підтікань);
- перевірити стан електричних під'єднань (перевірка контактів, стан ущільнень і сальників);
- перевірити стан роздільної мембрани (відсутність нальоту, корозії);
- перевірити встановлення «нуля».

Якщо перетворювач, по місцю монтажу, може піддаватись механічним пошкодженням, дії перевантаження по тиску, гідравлічним ударах, перенапруженню по напрузі, відкладенням на мембрану у вигляді кристалів або осадів, пошкодженню мембрани, необхідно проводити огляд по мірі виникнення необхідності. При цьому необхідно проконтролювати стан мембрани, очистити її поверхню (без механічної дії). Перевірити стан захисного діоду плати фільтра (відсутність замикання кола живлення). Перевірити перехідну характеристику перетворювача.

У випадку відсутності сигналу у струмовій петлі або його невірної значення, необхідно перевірити лінію, стан контактів на клеммах, роз'ємах і т. д.

Перевірити правильність напруги живлення і опір навантаження.

УВАГА! Забороняється очистка відкладень і забруднень на мембрані механічним шляхом.

Єдиний доступний спосіб – це розчинення відкладень.

Причини відмови перетворювачів можуть бути перевантаження, викликані наступними факторами:

- а) подача тиску вище доступного,
- б) замерзання або застигання вимірюваного середовища,
- с) пошкодження мембрани твердими предметами, наприклад викруткою.

Ознакою пошкодження може бути значення вихідного струму нижче 4 мА або вище 20 мА, при цьому перетворювач не реагує на поданий тиск.

Експлуатація перетворювачів із пошкодженням категорично заборонена.

УВАГА!

НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ САМОСТІЙНЕ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТУ АБО МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОСТІ І НАСТУПНИЙ РЕМОНТ МОЖЕ ВИКОНАТИ ТІЛЬКИ ВИРОБНИК АБО УПОВНОВАЖЕНИЙ НИМ ПРЕДСТАВНИК.

УВАГА!

НА ПЕРЕТВОРЮВАЧ, ЯКИЙ МАЄ МЕХАНІЧНІ ЗОВНІШНІ АБО ВНУТРІШНІ ПОШКОДЖЕННЯ, ВИКЛИКАНІ ДІЄЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ, ТЕМПЕРАТУРНИХ, ХІМІЧНИХ АБО ІНШИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ, НЕ ПЕРЕДБАЧЕНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ПАРАМЕТРАМИ, РЕКЛАМАЦІЇ НЕ ПРИЙМАЮТЬСЯ І ГАРАНТІЙНИЙ РЕМОНТ НЕ ПРОВОДИТЬСЯ.