

SPECYFIKACJA



Naścienny przetwornik parametrów powietrza - wilgotności i temperatury, stężenia CO₂, zawartości lotnych związków organicznych (VOC)

Opracował:
Hotcold

2023-03-01

1.	Wprowadzenie.....	3
1.1.	Funkcje urządzenia.....	3
1.2.	Charakterystyka urządzenia.....	3
2.	Dane techniczne.....	4
2.1.	Parametry ogólne przetwornika.....	4
2.2.	Parametry pomiaru stężenia dwutlenku węgla.....	5
2.3.	Parametry pomiaru temperatury i wilgotności.....	5
2.4.	Parametry pomiaru stężenia lotnych związków organicznych.....	5
2.5.	Parametry interfejsu szeregowego.....	5
3.	Instalacja.....	6
3.1.	Bezpieczeństwo.....	6
3.2.	Konstrukcja urządzenia.....	6
3.3.	Schemat podłączenia.....	7
3.4.	Konfiguracja adresu.....	7
3.5.	Konfiguracja prędkości.....	8
3.6.	Przywracanie ustawień fabrycznych.....	8
3.7.	Wyświetlacz.....	9
3.8.	Wytyczne.....	10
4.	Protokół MODBUS.....	11
4.1.	Mapa rejestrów.....	11
4.2.	Funkcje protokołu.....	14
4.3.	Format danych.....	16
4.4.	Suma kontrolna CRC.....	18

1. Wprowadzenie

Przedmiotem niniejszego opracowania jest charakterystyka funkcjonalności uniwersalnego przetwornika parametrów powietrza - wilgotności i temperatury, stężenia CO₂, zawartości lotnych związków organicznych, z interfejsem RS-485 z wbudowanym protokołem MODBUS RTU oraz wyświetlaczem

UWAGA: Przed przystąpieniem do uruchomienia urządzenia należy zapoznać się z tekstem zawartym w niniejszym opracowaniu.

1.1. Funkcje urządzenia

- pomiar stężenia dwutlenku węgla¹
- pomiar temperatury i wilgotności powietrza²
- pomiar stężenia lotnych związków organicznych (VOC)³
- wyświetlacz graficzny OLED o rozdzielczości 256x64 (opcjonalnie)
- RS-485 (odczyt wartości pomiarowych, konfiguracja parametrów pracy)
 - protokół MODBUS RTU
 - komunikacja w trybie HALF DUPLEX
 - sprzętowo (1-127) lub programowo konfigurowany adres (1-247)
 - sprzętowo lub programowo konfigurowana prędkość interfejsu

1.2. Charakterystyka urządzenia

Podstawową funkcją urządzenia jest wyznaczanie chwilowych wartości parametrów mierzonego powietrza (stosownie do zakupionej wersji). Dostępne wersje przetwornika :

- pomiar stężenia CO₂ **HCEM-02 i HCEM-02D**
- pomiar stężenia lotnych związków organicznych (VOC) **HCEM-03 i HCEM-03D**
- pomiar temperatury i wilgotności powietrza **HCEM-04 i HCEM-04D**
- pomiar stężenia CO₂ i VOC **HCEM-05 i HCEM-05D**
- pomiar stężenia CO₂, wilgotności i temperatury **HCEM-06 i HCEM-06D**
- pomiar stężenia VOC, wilgotności i temperatury **HCEM-07 i HCEM-07D**
- pomiar stężenia CO₂, VOC, wilgotności i temperatury **HCEM-08 i HCEM-08D**

Wersja z literą **D** w symbolu wyposażona jest w wyświetlacz OLED

Zmierzone za pośrednictwem zamontowanych wewnątrz czujników wartości, są następnie przeliczone w mikrokontrolerze i udostępnione w jego pamięci (w rejestrach typu HOLDING REGISTERS) zgodnie ze standardem MODBUS RTU oraz opcjonalnie wyświetlane na wyświetlaczu urządzenia. Odczyt rejestrów odbywa się za pomocą funkcji protokołu MODBUS przesyłanych szeregowym interfejsem RS-485. Sygnalizacja braku lub błędu czujnika, realizowana jest za pośrednictwem rejestru statusowego.

¹ jeśli zamontowano przetwornik CO₂

² jeśli zamontowano przetwornik SHT4

³ jeśli zamontowano przetwornik VOC

2. Dane techniczne

2.1. Parametry ogólne przetwornika

Zasilanie	
- napięciem stałym	DC 24V (20...30V)
- napięciem przemiennym	AC 24V (20...27,6V)
Pobór prądu	
- typowy ¹⁾	<15,0 mA
- maksymalny ²⁾	<80,0 mA
Sygnalizacja LED	0,2 Hz
Złącze instalacyjne	śrubowe w rastrze 5.00mm ($\leq 2,5\text{mm}^2$)
Wymiary	120 x 80 x 25 (L x H x W)
Waga	-
Montaż ³⁾	-
Środowisko pracy	Powietrze
Temperatura pracy	-20°C ÷ 50°C

- 1) Średni pobór prądu urządzenia w warunkach: transmisja 10 zapytań na sekundę; prędkość transmisji 9600 b/s; jednoczesny odczyt 3 rejestrów; rezystory terminujące magistralę 2 x 120Ω; zasilanie 24V DC, zamontowane czujniki CO₂, VOC, RHT
- 2) pobór prądu w trakcie przetwarzania CO₂ + warunki z pkt 1)
- 3) Instalacji urządzenia powinien dokonywać wykwalifikowany personel; Orientacja pionowa zgodnie z oznakowaniem UP – góra, DOWN – dół; Nie zasłaniać otworów wentylacyjnych urządzenia.

2.2. Parametry pomiaru stężenia dwutlenku węgla.

Typ czujnika	Podczerwień
Zakres pomiarowy	400 ÷ 2000 ppm
Rozdzielczość	1 ppm
Dokładność 25°C ±5°C	± 50ppm+5% odczytu
Częstotliwość próbkowania	2s
Czas odpowiedzi	T ₉₀ < 120s

2.3. Parametry pomiaru temperatury i wilgotności

Typ czujnika	Seria SHT
Zakres pomiarowy temperatury	-40 ÷ +125°C
Rozdzielczość	0,1°C
Dokładność	
- w zakresie 0÷60°C	±0,2°C
- w zakresie -40÷120°C	±0,6°C
Częstotliwość próbkowania	1,5s
Czas pomiaru	<1s
Zakres pomiarowy wilgotności	0 ÷ 100%
Rozdzielczość	0,1%
Dokładność	
- w zakresie 30÷70%	±1,8%
- w zakresie 0÷100%	±3%
Częstotliwość próbkowania	5s
Czas pomiaru	<1s

2.4. Parametry pomiaru stężenia lotnych związków organicznych (VOC)

Typ czujnika	MEMS
Zakres pomiarowy	0 ÷ 5 ppm
Rozdzielczość	1 ppm
Częstotliwość próbkowania	2s
Czas odpowiedzi	T ₉₀ < 60s

2.5. Parametry interfejsu szeregowego

Warstwa fizyczna	RS-485
Protokół komunikacji	MODBUS RTU
Konfiguracje połączeń ¹⁾	HALF DUPLEX
Prędkości transmisji	2400 4800 9600 14400 19200 28800 38400 57600 115200 b/s

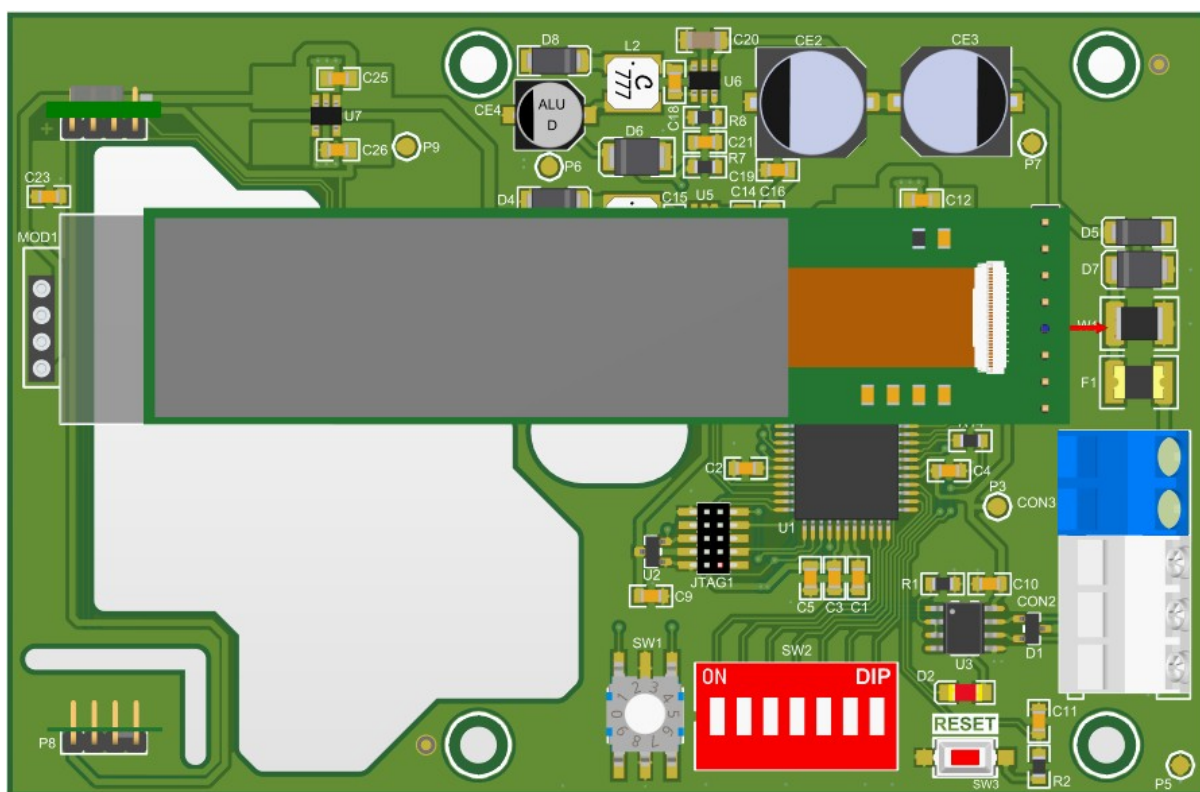
1) HALF DUPLEX – komunikacja dwukierunkowa jedną parą przewodów;

3. Instalacja

3.1. Bezpieczeństwo

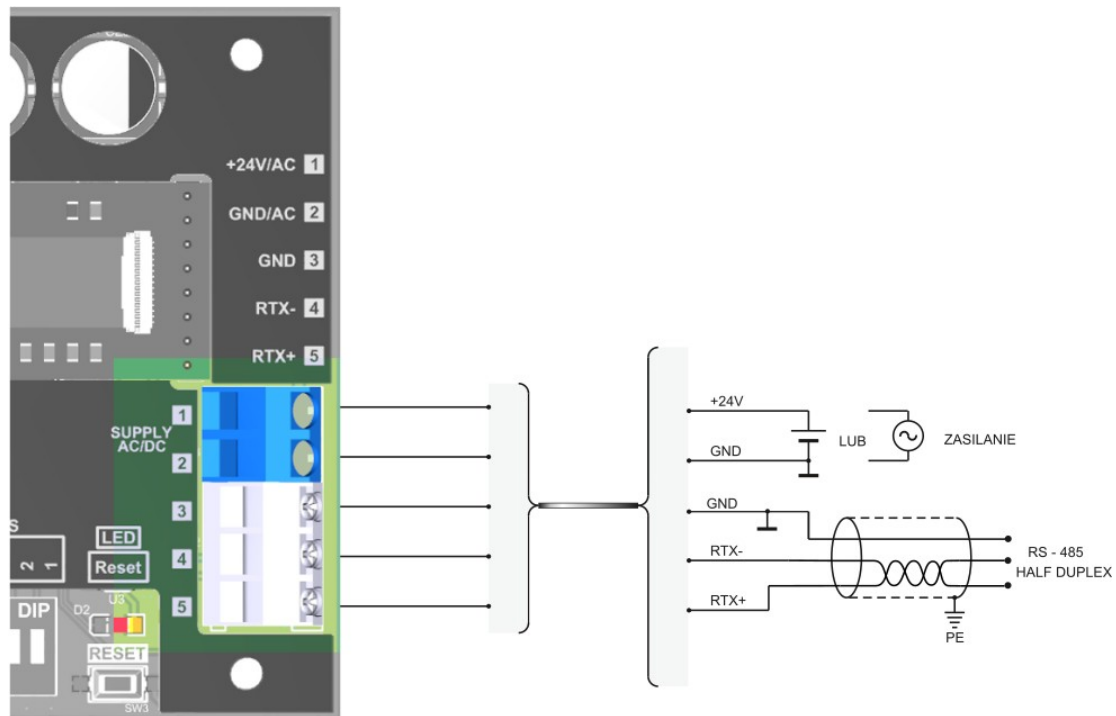
- Instalacji urządzenia powinien dokonywać wykwalifikowany personel!
- Wszystkie podłączenia należy wykonać zgodnie ze schematami elektrycznymi przedstawionymi w niniejszej specyfikacji!
- Przed przystąpieniem do uruchomienia należy sprawdzić wszystkie podłączenia elektryczne!

3.2. Konstrukcja urządzenia



Rysunek 1. Widok obwodu drukowanego przetwornika.

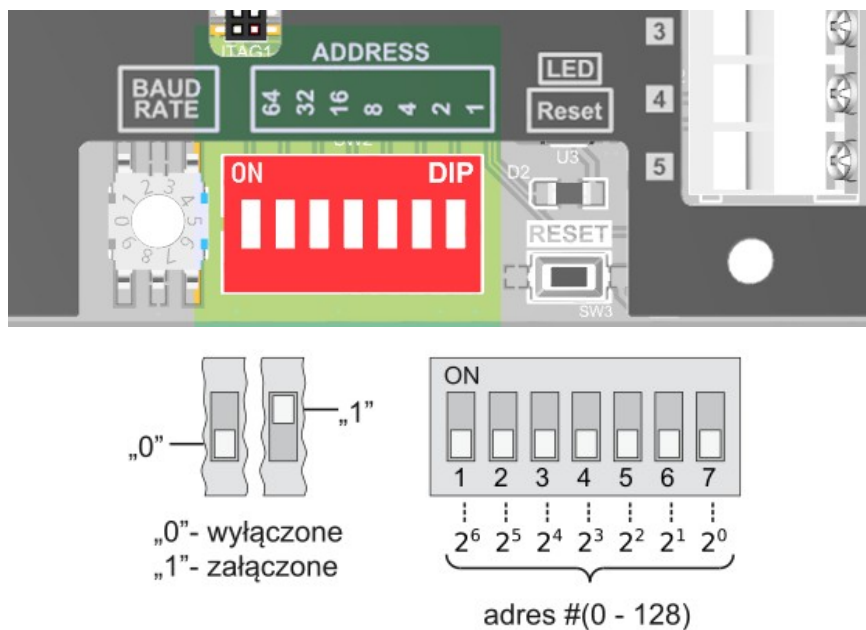
3.3. Schemat podłączenia



Rysunek 2. Schemat podłączenia przetwornika.

3.4. Konfiguracja adresu

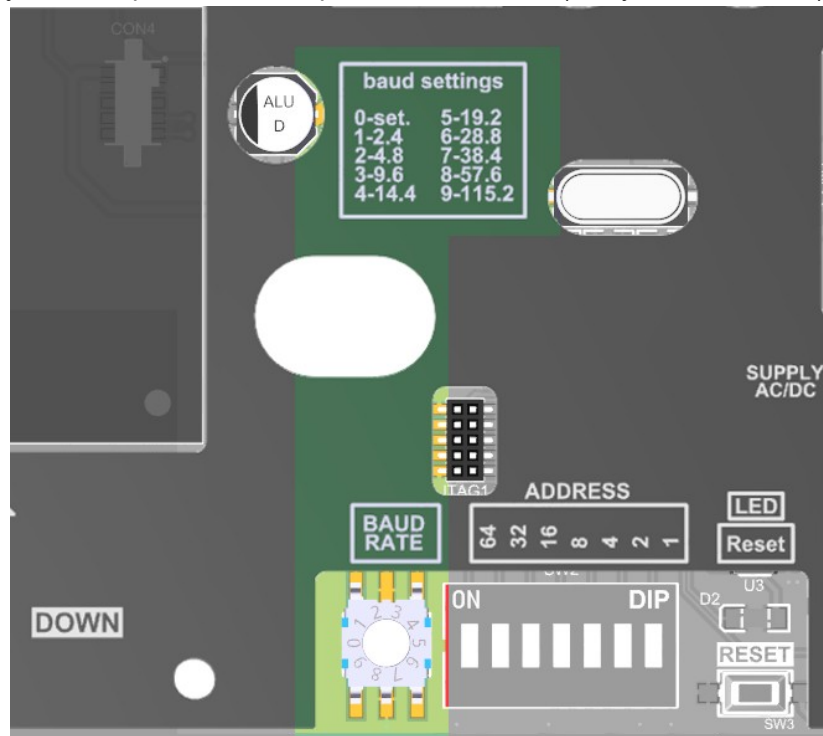
Urządzenie wyposażono w przełącznik 7-pozycyjny do sprzętowego ustalenia adresu (od „1” do „128”). Ustawienie adresu „0” na przełączniku spowoduje użycie adresu zapisanego w urządzeniu za pośrednictwem protokołu MODBUS (domyślnie „1”).



Rysunek 3. Adresacja przetwornika.

3.5. Konfiguracja prędkości

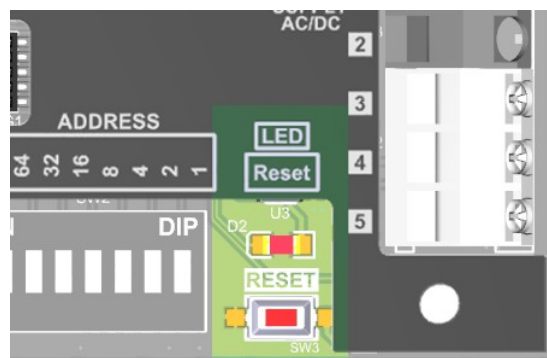
Urządzenie wyposażono w układ przełącznik obrotowy do sprzętowego ustalenia prędkości interfejsu RS-485 (zgodnie z tabelą na pokrywie). Ustawienie 0 spowoduje użycie wartości prędkości zapisanej w urządzeniu za pośrednictwem protokołu MODBUS (domyślnie „9600 b/s”).



Rysunek 4. Konfiguracja prędkości interfejsu RS-485.

3.6. Przywracanie ustawień fabrycznych

Funkcja przywracania ustawień fabrycznych dotyczy wyłącznie parametrów transmisji interfejsu RS-485 (w tym adresu i prędkości). Aby przywrócić ustawienia należy nacisnąć i przytrzymać przycisk S1 przez około 2 sekundy (zabezpieczenie przed przypadkowym naciśnięciem). Gdy dioda D1 zacznie migać należy zwolnić przycisk. Urządzenie zacznie działać z nowymi ustawieniami automatycznie.



Rysunek 5. Reset interfejsu.

3.7. Wyświetlacz

W trybie normalnej pracy na wyświetlaczu wyświetlane są chwilowe wartości pomiarów. W trakcie uruchamiania urządzenia wyświetlane są dodatkowe informacje o przetworniku.



Rysunek 6. Wyniki pomiaru temperatury 20,2C, wilgotności 41,1%, stężenia CO2 854ppm, stężenia lotnych związków organicznych (VOC) 0,0 ppm

3.8. Wytyczne

- W przypadku pracy w otoczeniu dużych zakłóceń, należy zastosować przewody ekranowane.
- Ekran przewodu należy podłączyć do najbliższego punktu PE od strony zasilacza.

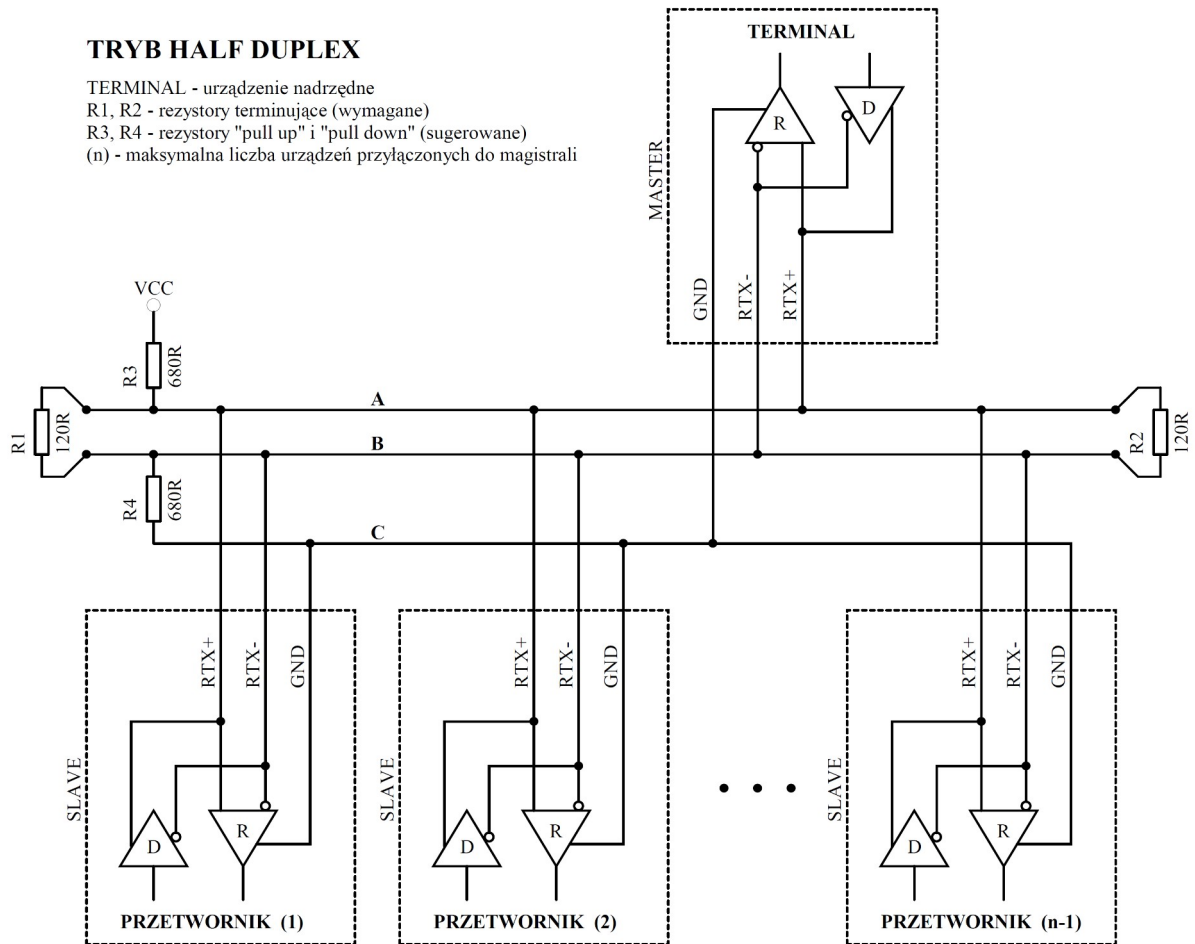
TRYB HALF DUPLEX

TERMINAL - urządzenie nadrzędne

R1, R2 - rezystory terminujące (wymagane)

R3, R4 - rezystory "pull up" i "pull down" (sugerowane)

(n) - maksymalna liczba urządzeń przyłączonych do magistrali



Rysunek 7. Sposób podłączenia przetwornika do magistrali RS-485 pracującej w trybie HALF DUPLEX.

4. Protokół MODBUS

4.1. Mapa rejestrów

Tabela rejestrów:

Nr rejestru	Wartości	Opis
1	0 - 10000	Stężenie CO2
2	0 lub 1	Status danych (CO2) 0 - nie poprawne, 1 - ok, 2 - błąd
3	0 - 5000	Stężenie VOC [ppb]
4	0 lub 1	Status danych (VOC) 0 - nie poprawne, 1 - ok, 2 - błąd
5		
6	-400 do +1250	Temperatura [deciCelsius]
7	0 do 100	Wilgotność względna [%]
8	-400 do +1250	Punkt rosy [deciCelsius]
9	0 lub 1	Status danych (temp) 0 - nie poprawne, 1 - ok, 2 - błąd
10	1234	Rejestr hasła
11	wg tabeli poleceń	Rejestr poleceń
12	wg tabeli poleceń	Rejestr parametru
20	0-65535	Licznik poprawnych ramek
21	0-65535	Licznik wyjątków
22	0-65535	Licznik błędnych CRC
23	0-65535	Licznik błędnych bajtów
24	1000	Wartość testowa - do weryfikacji poprawności odczytu rejestrów

Tabela poleceń:

Nr polecenia	Funkcja	Parametry
1	Ustaw adres urządzenia	1 – 247 (1-wartość domyślna)
2	Ustaw prędkość transmisji	24 – 2400 b/s 48 – 4800 b/s 96 – 9600 b/s (wartość domyślna) 144 – 14400 b/s 192 – 19200 b/s 228 – 28800 b/s 384 – 38400 b/s 576 – 57600 b/s 1152 – 115200 b/s
3	Ustaw bity parzystości	0 – NO PARITY; brak bitu parzystości 1 – EVEN PARITY; (wartość domyślna) 2 – ODD PARITY,
4	Ustaw bity Stopu	1 – 1 x STOP; 1 bit stopu (wartość domyślna) 2 – 2 x STOP; 2 bity stopu
6	Czas pomiaru	6-180 (30 - wartość domyślna) w sekundach
106	Odczyt parametru 6	brak (odczytana wartość dostępna przy następnym odczycie rejestru parametru)
7	Częstotliwość próbkowania	60-43200 (600 - wartość domyślna) w sekundach
107	Odczyt parametru 7	brak (odczytana wartość dostępna przy następnym odczycie rejestru parametru)
8	Reset	brak , programowy reset urządzenia
9	Offset temperatury	-100 : 100 (wartość domyślna -8) [deciCelsius]
109	Odczyt parametru 9	brak (odczytana wartość dostępna przy następnym odczycie rejestru parametru)
10	Offset wilgotności	-100 : 100 (wartość domyślna 0) [dec %] uwaga: 1 = 0,1%
110	Odczyt parametru 10	brak (odczytana wartość dostępna przy następnym odczycie rejestru parametru)
11	Autokalibracja CO2	0 - automatyczna kalibracja CO2 wyłączona 1 - włączona
111	Odczyt parametru 11	brak (odczytana wartość dostępna przy następnym odczycie rejestru parametru)
12	Kalibracja CO2	1 - uruchomienie ręcznej kalibracji czujnika CO2 Przed przystąpieniem do kalibracji punktu zero zapewnić 20min pracy sensora w powietrzu o stężeniu CO2 równym 400ppm (czas wykonania operacji 8 sekund)

Uwagi:

- Podanie błędnej lub spoza zakresu wartości parametru, skutkuje wpisaniem do rejestru poleceń wartości 0xEEEE.
- Każdorazowemu wywołaniu polecenia musi towarzyszyć wpisanie hasła (1234 decymalnie).
- Wywołanie polecenia poprzez pojedyncze wpisy do rejestrów, musi zostać zakończone wpisaniem hasła.

4.2. Funkcje protokołu

W przetworniku zaimplementowano następujące funkcje standardu MODBUS:

KOD	ZNACZENIE
03 (0x03)	Odczyt N x 16-bitowych rejestrów
16 (0x10)	Zapis N x 16-bitowych rejestrów
06 (0x06)	Zapis pojedynczego 16-bitowego rej.

Na pozostałe zapytania zostanie zwrócona odpowiedź `ILLEGAL_FUNCTION`.

4.2.1. Odczyt zawartości grupy rejestrów wyjściowych (0x03)

Format żądania:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x03
Adres bloku danych	2 bajty	0x0000 – 0xFFFF
Liczba rejestrów (N)	2 bajty	1 – 125 (0x7D)
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

Format odpowiedzi:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x03
Licznik bajtów	1 bajty	2 x N
Wartości rejestrów	N x 2 bajty	wg mapy rejestrów
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

Format błędu:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x83
Kod błędu	1 bajt	0x01 / 0x02 / 0x03 / 0x04
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

4.2.2. Zapis do grupy rejestrów wyjściowych (0x10)

Format żądania:

Opis	Rozmiar	Wartości
<i>Adres urządzenia</i>	<i>1 bajt</i>	<i>1 – 247 (0xF7)</i>
<i>Kod funkcji</i>	<i>1 bajt</i>	0x10
<i>Adres bloku danych</i>	<i>2 bajty</i>	<i>0x0000 – 0xFFFF</i>
<i>Liczba rejestrów (N)</i>	<i>2 bajty</i>	<i>1 – 123 (0x7B)</i>
<i>Licznik bajtów</i>	<i>1 bajt</i>	<i>2 x N</i>
<i>Wartości</i>	<i>N x 2 bajty</i>	<i>użytkownika</i>
<i>Suma kontrolna CRC</i>	<i>2 bajty</i>	<i>wg obliczeń</i>

Format odpowiedzi:

Opis	Rozmiar	Wartości
<i>Adres urządzenia</i>	<i>1 bajt</i>	<i>1 – 247 (0xF7)</i>
<i>Kod funkcji</i>	<i>1 bajt</i>	0x10
<i>Adres bloku danych</i>	<i>2 bajty</i>	<i>0x0000 – 0xFFFF</i>
<i>Liczba rejestrów (N)</i>	<i>2 bajty</i>	<i>1 – 123 (0x7B)</i>
<i>Suma kontrolna CRC</i>	<i>2 bajty</i>	<i>wg obliczeń</i>

Format błędu:

Opis	Rozmiar	Wartości
<i>Adres urządzenia</i>	<i>1 bajt</i>	<i>1 – 247 (0xF7)</i>
<i>Kod funkcji</i>	<i>1 bajt</i>	0x90
<i>Kod błędu</i>	<i>1 bajt</i>	<i>0x01 / 0x02 / 0x03 / 0x04</i>
<i>Suma kontrolna CRC</i>	<i>2 bajty</i>	<i>wg obliczeń</i>

4.2.3. Zapis do pojedynczego rejestru wyjściowych (0x06)

Format żądania:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x06
Adres rejestru	2 bajty	0x0000 – 0xFFFF
Wartość rejestru	2 bajty	0x0000 - 0xFFFF
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

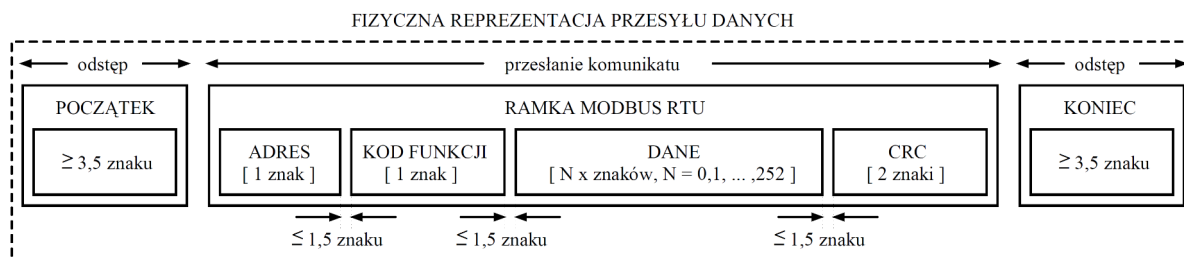
Format odpowiedzi:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x06
Adres rejestru	2 bajty	0x0000 – 0xFFFF
Wartość rejestru	2 bajty	0x0000 - 0xFFFF
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

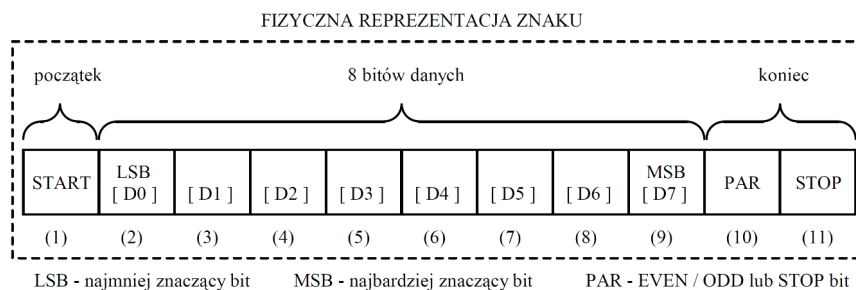
Format błędu:

Opis	Rozmiar	Wartości
Adres urządzenia	1 bajt	1 – 247 (0xF7)
Kod funkcji	1 bajt	0x86
Kod błędu	1 bajt	0x01 / 0x02 / 0x03 / 0x04
Suma kontrolna CRC	2 bajty	wg obliczeń

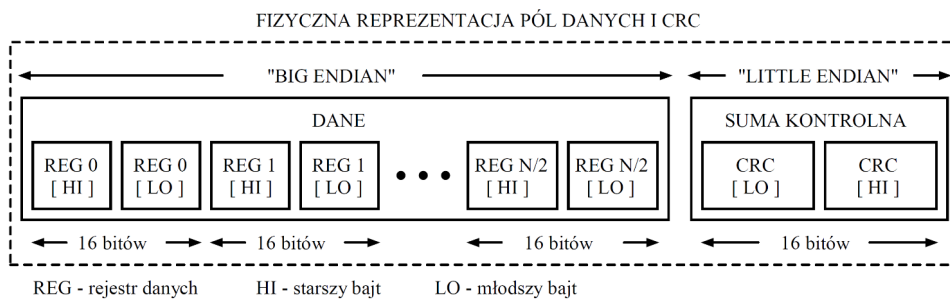
4.3. Format danych



Rysunek 8. Przesył danych w standardzie MODBUS RTU zaimplementowany w przetworniku.



Rysunek 9. Format znaku w standardzie MODBUS RTU zastosowany w przetworniku.



Rysunek 10. Format pól danych i CRC w standardzie MODBUS RTU zastosowany w przetworniku.

4.4. Suma kontrolna CRC

Zgodnie ze standardem MODBUS, do wyliczenia sumy kontrolnej CRC wykorzystano wielomian:
 $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$.

4.4.1. Bitowy algorytm liczenia CRC:

Procedura wyznaczania sumy kontrolnej CRC metodą bitową:

- a) załadowanie wartości 0xFFFF do 16-bitowego rejestru CRC;
- b) pobranie pierwszego bajta z bloku danych i wykonanie operacji EX-OR z młodszym bajtem rejestru CRC, umieszczenie rezultatu w rejestrze;
- c) przesunięcie zawartości rejestru CRC w prawo o jeden bit w kierunku najmniej znaczącego bitu (LSB), wyzerowanie najbardziej znaczącego bitu (MSB);
- d) sprawdzenie stanu najmłodszego bitu (LSB) w rejestrze CRC, jeżeli jego stan równa się 0, to następuje powrót do punktu c, jeżeli 1, to wykonywana jest operacja EX-OR rejestru CRC ze stałą 0xA001;
- e) powtórzenie punktów c i d do ośmiu razy, co odpowiada przetworzeniu całego bajta;
- f) powtórzenie sekwencji b, c, d, e dla kolejnego bajta wiadomości, kontynuacja tego procesu aż do przetworzenia wszystkich bajtów wiadomości;
- g) zawartość rejestru CRC po wykonaniu wymienionych operacji jest poszukiwaną wartością sumy kontrolnej CRC;
- h) dopisanie sumy kontrolnej CRC do ramki MODBUS RTU musi zostać poprzedzone zamianą miejscami starszego i młodszego bajta rejestru CRC.

4.4.2. Tablicowy algorytm liczenia CRC:

Przykład implementacji procedury wyznaczania sumy kontrolnej CRC metodą tablicową:

```
/* The function returns the CRC as a unsigned short type */
unsigned short CRC16 ( puchMsg, usDataLen )
/* message to calculate CRC upon */
unsigned char *puchMsg ;
/* quantity of bytes in message */
unsigned short usDataLen ;

{
    /* high byte of CRC initialized */
    unsigned char uchCRChi = 0xFF ;
    /* low byte of CRC initialized */
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF ;
    /* will index into CRC lookup table */
    unsigned uIndex ;

    /* pass through message buffer */
    while (usDataLen--)
    {
        /* calculate the CRC */
        uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++ ;
        uchCRCLo = uchCRChi ^ auchCRChi[uIndex] ;
        uchCRChi = auchCRCLo[uIndex] ;
    }
    return (uchCRChi << 8 | uchCRCLo) ;
}
```

```

/* Table of CRC values for high-order byte */
static unsigned char auchCRChi[] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40
};

```

```

/* Table of CRC values for low-order byte */
static char auchCRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0x03, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40
};

```