

HYDRO-ECO-INVEST sp. z o.o.
ul Zamkowa 8A
44-109 Gliwice 9

Gliwice
2.09.2004

Dokumentacja techniczno-ruchowa interfejsu RS-485 przelicznika
wskazującego do ciepłomierzy do wody
CRP-05D i CRP-05D/2000.

Wersja dokumentu: 2.05
Wersja firmware CPU-537: 2.41 WDC
Wersja firmware modułu komunikacyjnego: 3.18 (Convd2m)

Ogólne przeznaczenie i możliwości interfejsu RS-485 przelicznika CRP-05.

Interfejs umożliwia przyłączenie jednego lub więcej przeliczników do wspólnej linii transmisyjnej standardu RS-485 z użyciem protokołu MODBUS-RTU.

Przeliczniki można dołączyć do już istniejącej sieci zarządzanej np. przez moduł komunikacyjny sterownika przemysłowego lub stworzyć nową, zarządzaną przez komputer nadrzędny klasy IBM PC, wyposażony w kartę uniwersalną standardu RS-485, lub zewnętrzny konwerter RS-232C / RS-485.

Zastosowanie standardowego protokołu komunikacyjnego MODBUS-RTU pozwala na łatwe podłączenie urządzeń do sieci RS-485 zarządzanej przez uniwersalne systemy akwizycji danych i sterowania, jak np. „InTouch” firmy Wonderware, czy „Fix” firmy Intellution, oraz moduły komunikacyjne sterowników przemysłowych.

Urządzenie nadrzędne może selektywnie odczytywać, oraz zapisywać dane, a także dokonywać innych operacji na poszczególnych jednostkach. Każde urządzenie posiada unikalny numer identyfikacyjny (**adres sieciowy**) ustalany przez użytkownika. Adres sieciowy używany jest przez komputer nadrzędny do rozróżniania poszczególnych przeliczników.

Wymiana danych pomiędzy urządzeniami polega na wymianie zawartości rejestrów, które są jednostkami danych w protokole MODBUS. Dostępne są funkcje odczytu / zapisu rejestrów, przy czym część rejestrów dostępne są tylko do odczytu.

Interfejs sieciowy posiada następujące możliwości:

- odczytu aktualnych, chwilowych wyników pomiaru;
- odczytu uprzednio wprowadzonych parametrów;
- zapisu nowych parametrów;
- zbadania stanu urządzenia;
- odczytu stanu liczników masy i energii;
- pobraniu różnych rodzajów bilansu;

Wymiana danych pomiędzy urządzeniami polega na wymianie zawartości rejestrów, które są jednostkami danych w protokole MODBUS. Najczęściej wykorzystywane wartości mierzone / parametry są dostępne w postaci zbioru rejestrów. Pozostałe funkcje, jak odczyt bilansów dostępne są pośrednio poprzez rejestry specjalne, za pomocą których można komunikować się z przelicznikiem z użyciem protokołu Flownet®. Implementuje on mechanizm klawiatury / wyświetlacza wirtualnego. Wymiana danych w tym trybie polega na wpisywaniu znaków odpowiadających poszczególnym klawiszom klawiatury, oraz odczycie obrazu wyświetlacza w postaci dwóch wierszy po 16 znaków.

Dodatkowo dla wersji firmware modułu komunikacyjnego 1.5 lub wyższej, ściąganie bilansów, oraz czasu lokalnego możliwe jest również poprzez inną grupę rejestrów specjalnych. Po zapisie kodu żądanego rodzaju bilansu, możliwy jest jego odczyt w postaci zbioru wartości zakodowanych binarnie.

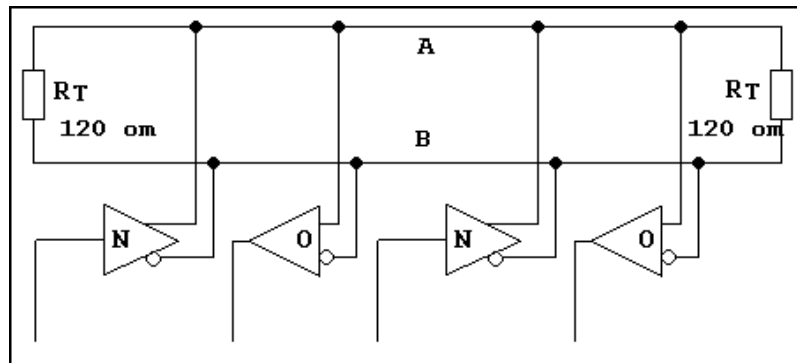
Dane techniczne

- 1) Linia transmisyjna:
zgodnie ze specyfikacją standardu (EIA) RS-485.
- 2) Protokół komunikacyjny:
zgodnie ze specyfikacją standardu MODBUS-RTU.
- 3) Maksymalna długość linii:
1200 m.
- 4) Bariera galwaniczna:
Wytrzymałość – 1600V_{RMS} w przeciągu jednej minuty.
- 5) Maksymalna liczba jednostek logicznych:
247.
- 6) Maksymalna liczba jednostek fizycznych dołączonych do linii bez repeater'a:
32.
- 7) Maksymalny czas dostępu do pojedynczego urządzenia:
poniżej 100 ms.
- 8) Maksymalna ilość przesyłanych rejestrów w jednym komunikacie:
16.
- 9) Format transmisji dla pojedynczego znaku (transmisja asynchroniczna):
szybkość transmisji: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bodów;
ilość bitów znaku: 8;
ilość bitów stopu: 1 lub 2;
kontrola błędów parzystości: brak.
- 10) Odporność na zakłócenia:
zgodnie ze specyfikacją standardu (EIA) RS-485.

Uruchomienie interfejsu RS-485.

Sieć RS-485 składa się z trzech podstawowych elementów:

1) **Linia transmisyjna** - zgodna ze specyfikacją (EIA) RS-485, dwuprzewodowa skrętka ekranowana. Powinno się używać kabla dobrej jakości, specjalnie przeznaczonego dla interfejsu RS-485. Zaleca się uziemić ekran linii (PE). Dopasowanie impedancji falowej toru transmisyjnego stanowią rezystory RT umieszczone na początku i końcu linii ($2 \times 120\Omega$) (rys. 1). Para nadajnik - odbiornik (N - O) reprezentuje urządzenie lub komputer nadrzędny.

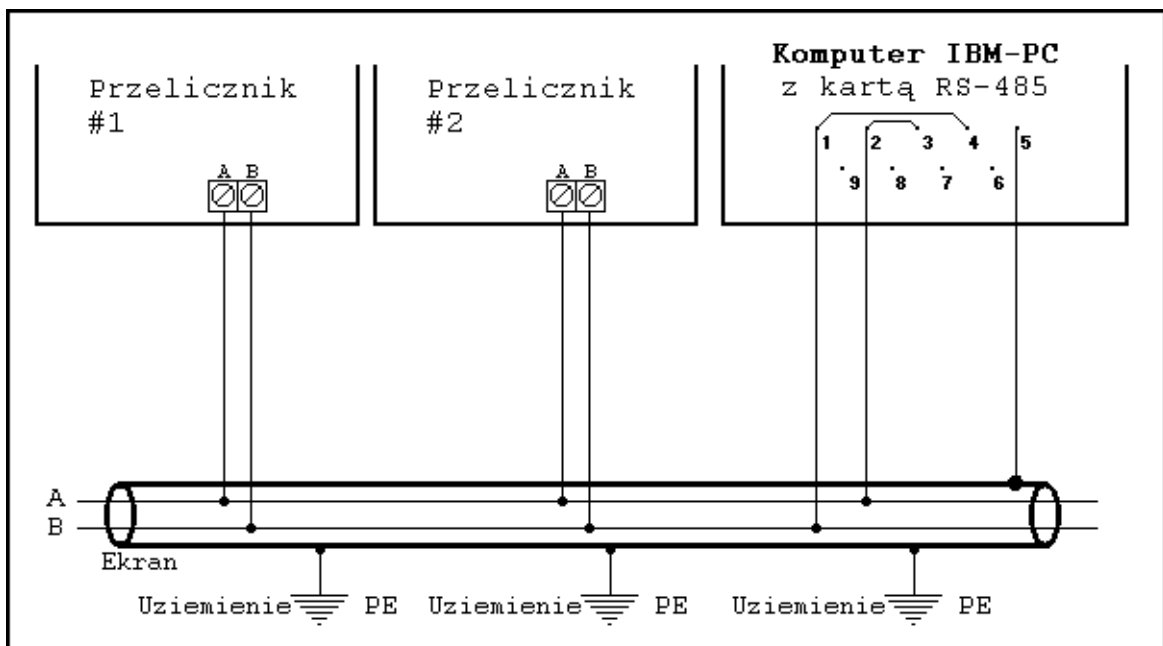


Rys.1 Rezystory dopasowujące RT

2) **Przeliczniki** - podłączone równolegle do linii poprzez wyjście RS-485 (zacisk 7 ekran, 5 T/R+, 6 T/R-) (rys. 2).

3) **Moduł komunikacyjny sterownika przemysłowego** lub

Komputer nadrzędny - wyposażony w konwerter RS-232C / RS-485 lub kartę RS-485, np. Advantech. Np. w przypadku kart typu PCL-745 linia dołączona jest do karty poprzez złącze 9-cio stykowe typu D do kanału #1 lub #2. Styk 5 ekran, 2 i 3 zwarte T/R+(A), 1 i 4 zwarte T/R-(B) (rys. 2).



Rys.2 Połączenia sieci RS-485

Karta RS-485

Kartę należy skonfigurować tak by mogła współpracować z zainstalowanym na komputerze PC oprogramowaniem. W szczególności tak, aby określony port RS-485 karty był widziany jako dodatkowy port COM w komputerze PC.

W przypadku **kart ISA** oznacza to, że należy skonfigurować adres bazowy i przerwanie.

Standardowe dla komputera PC porty szeregowo:

COM1: adres bazowy 3F8, numer przerwania 4;

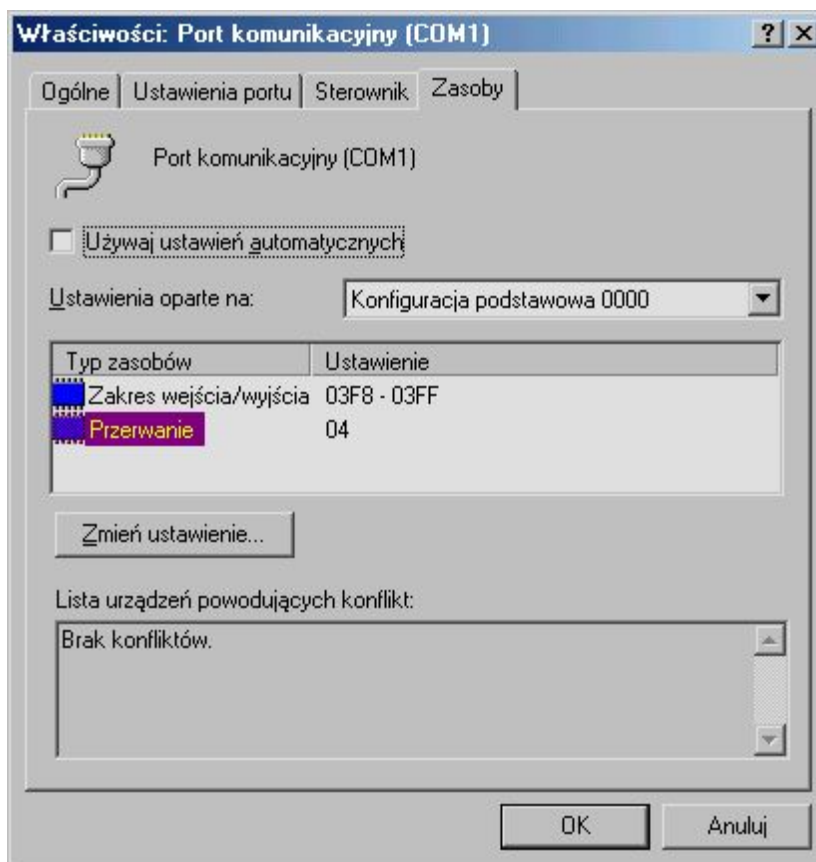
COM2: adres bazowy 2F8, numer przerwania 3;

COM3: adres bazowy 3E8, numer przerwania 4;

COM4: adres bazowy 2E8, numer przerwania 3;

W związku z tym, że numer przerwania 4 wykorzystywany jest zarówno przez port szeregowy COM1 jak i COM3, a numer przerwania 3 zarówno przez port szeregowy COM2 jak i COM4 producenci kart pozwalają na nietypowy przydział numerów przerwania – np. COM3 wykorzystujący przerwanie numer 12.

Nietypowe numery przerwania zmuszają najczęściej do ręcznej rekonfiguracji używanego oprogramowania. Np. system Windows™ 9x umożliwia zmianę numeru przerwania dla danego COMx w dialogu uzyskiwanym przez kliknięcie prawym klawiszem myszki ikony „Mój Komputer”, wybranie w menu „Właściwości”, następnie zakładki „Menedżer urządzeń”, kliknięcie znaku + przy kategorii „Porty (COM i LPT)”, dwukrotne kliknięcie pozycji symbolizującej wybrany port szeregowy, wybranie zakładki „Zasoby”, skasowaniu zaznaczenia „Używaj ustawień automatycznych”, a po podświetleniu na liście pozycji „Przerwanie” naciśnięciu przycisku „Zmień ustawienie” i wpisaniu numeru odpowiadającego numerowi przerwania wykorzystywanego przez port RS-485 karty (Rys 3).



Rys.3 Zmiana numeru przerwania dla portu szeregowego

W przypadku **kart PCI** adres bazowy i numer przerwania konfigurowany jest automatycznie przez komputer i system operacyjny.

Konwerter RS-232C / RS-485

Konwerter podłącza się do jednego z istniejących w komputerze portów szeregowych.

Oprogramowanie korzystające z niego konfiguruje się poprzez wybranie i konfigurację podłączonego do niego portu szeregowego.

Zaleca się stosować konwertery z własnym zasilaniem i wyposażonym w izolację galwaniczną.

Większość kart i konwerterów umożliwia:

1) Wybór sposobu sterowania kierunkiem transmisji, w szczególności:

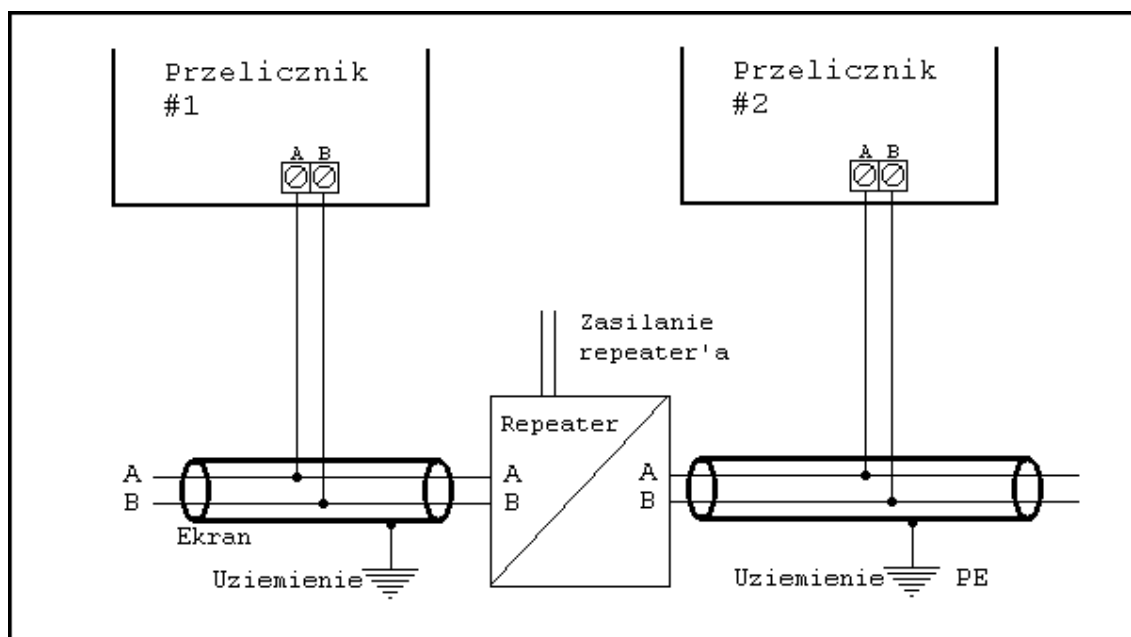
- za pomocą sygnału RTS portu szeregowego (RTS aktywne = nadawanie)
- automatycznie, przy pomocy detekcji stanu sygnału TxD.
- nietypowo, w zależności od rodzaju karty / konwertera.

Duża część oprogramowania istniejącego na rynku potrafi korzystać tylko z automatycznego trybu pracy (np. program InTouch firmy Wonderware).

2) Dołączenie do linii RS-485 rezystora – terminatora, zwykle przy pomocy zworki na płytce drukowanej. Można go użyć, jeżeli komputer znajduje się na jednym z końców linii. Należy pamiętać, że linia transmisyjna musi posiadać rezystor - terminator 120 Ω na każdym końcu linii.

Zwiększanie liczby jednocześnie podłączonych urządzeń:

Specyfikacja dla interfejsu RS-485 dopuszcza możliwość dołączenia do 32 urządzeń fizycznie na jednej linii. Zwiększenie liczby urządzeń wymaga użycia wzmacniacza linii (repeater'a) jak na rys. 4.



Rys.4 Zastosowanie repeater'a

Każdy repeater umożliwia dołączenie kolejnych 32 urządzeń, jednak nie więcej niż 247. Dodatkowo, repeater'y należy skonfigurować tak, aby bocznikowały końce dołączonych do nich linii rezystorem – terminatorem 120 Ω.

Konfiguracja przelicznika:

Każdy przelicznik pracujący w sieci musi być odpowiednio skonfigurowany przy pomocy klawiatury, w szczególności musi mieć nadany unikalny numer identyfikacyjny (**adres sieciowy**), oraz ustawione prawidłowe parametry współpracy z linią transmisyjną.

Wszystkie parametry związane z interfejsami RS-232C, oraz RS-485 można ustawić z klawiatury za pomocą zlecenia operatorskiego (4) – patrz – instrukcja obsługi.

nr parametru	nazwa	przeznaczenie	wartość domyślna
28	baudrate [b/s]	Szybkość transmisji dla interfejsu RS-485 wyrażona w bit/s.	9600
29	interf.szeregowy	Rodzaj interfejsu szeregowego: 0 – RS232, 1 – RS485	0
30	protokol	Protokół interfejsu szeregowego: 0 – MODBUS-RTU, 1 – Flownet, 2 – HEI-Bus	1
31	adr.sieciowy	Adres sieciowy dla RS485	1
32	adr.grupowy	Format znaku dla prot. MODBUS-RTU	224

Przed rozpoczęciem próby komunikacji z urządzeniem za pomocą RS-485 należy ustawić:

parametr 28) na żądaną prędkość transmisji w bodach (bitach / sek.).

parametr 29) na 1

parametr 30) na 0

parametr 31) na żądany numer (adres sieciowy) urządzenia (1 – 247).

parametr 32) na żądaną liczbę bitów stopu w ramce znaku: liczba 224 (domyślnie) oznacza 2 bity stopu, liczba 100 oznacza 1 bit stopu.

Uwaga:

1) Format transmitowanych znaków:

1 bit startu

8 bitów danych

brak bitu parzystości

2 (domyślnie) lub 1 bit stopu

2) Na złączu RS-485 dostępny jest bezpośrednio tylko protokół MODBUS-RTU. Funkcje protokołu Flownet® zrealizowane są poprzez odpowiednie operacje na specjalnych rejestrach protokołu MODBUS-RTU, opisanych poniżej jako **rejestr klawiatury wirtualnej** i **obraz wyświetlacza**.

3) Na złączu RS-232C dostępny jest jedynie protokół Flownet®.

4) Nie jest możliwa jednoczesna praca interfejsu RS-232C i RS-485.

Rejestry CRP-05D (ver. 2.41 WDC / 3.18)

Rejestry tylko do odczytu

L.p.	Rodzaj wielkości	Format danej	Odczyt / Zapis	Nr Rejestru (hex.)	Liczba rejestrów	Jednostka
1	Wielkość mierzona t1 (temperatura na zasilaniu)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	0 (00h)	2 / 1 ¹⁾	°C
2	Wielkość mierzona t2 (temperatura na powrocie)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	2 (02h)	2 / 1 ¹⁾	°C
3	Wielkość mierzona DP1 / V1 (różnica ciśnień / przepływ objętości na pierwszym przetworniku / przepływomierzu)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	4 (04h)	2 / 1 ¹⁾	kPa / m ³ /h
4	Wielkość mierzona qm (przepływ masowy związany z pierwszym przetwornikiem / przepływomierzem)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	6 (06h)	2 / 1 ¹⁾	t/h
5	Wielkość mierzona F (moc cieplna obliczona na podstawie qm)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	8 (08h)	2 / 1 ¹⁾	GJ/h
6	Wielkość mierzona DP2 / V2 (różnica ciśnień / przepływ objętości na drugim przetworniku / przepływomierzu)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	10 (0Ah)	2 / 1 ¹⁾	kPa / m ³ /h
7	Wielkość mierzona P2 (ciśnienie na powrocie)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	12 (0Ch)	2 / 1 ¹⁾	bar
8	Wielkość mierzona P1 (ciśnienie na zasilaniu)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	14 (0Eh)	2 / 1 ¹⁾	°C
9	Wielkość mierzona q2 (przepływ masowy związany z drugim przetwornikiem / przepływomierzem)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	16 (10h)	2 / 1 ¹⁾	t/h
10	Wielkość mierzona F2 (moc cieplna obliczona na podstawie q2)	float / int	Odczyt (Funkcja 4)	18 (12h)	2 / 1 ¹⁾	GJ/h
11	Licznik (sumator) masy qm	float / unsigned long	Odczyt (Funkcja 4)	20 (14h)	2 ²⁾	t
12	Licznik (sumator) energii F	float / unsigned long	Odczyt (Funkcja 4)	22 (16h)	2 ²⁾	GJ
13	Licznik (sumator) masy q2	float / unsigned long	Odczyt (Funkcja 4)	24 (18h)	2 ²⁾	t
14	Licznik (sumator) masy F2	float / unsigned long	Odczyt (Funkcja 4)	26 (1Ah)	2 ²⁾	GJ
15	Status ⁶⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	32 (20h)	1	-
16	Obraz pierwszego wiersza wyświetlacza ³⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	128 (80h)	16	-
17	Obraz drugiego wiersza wyświetlacza ³⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	144 (90h)	16	-
18	Ostatnio odczytany bilans / wartość średnia / stan sumatora / lokalny czas: Rok ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	512 (200h)	1	-
19	Ostatnio odczytany bilans / wartość średnia / stan sumatora / lokalny czas: Miesiąc ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	513 (201h)	1	-
20	Ostatnio odczytany bilans / wartość średnia / lokalny czas: Dzień ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	514 (202h)	1	-

Rejestry tylko do odczytu – c.d.

L.p.	Rodzaj wielkości	Format danej	Odczyt / Zapis	Nr Rejestru (hex.)	Liczba rejestrów	Jednostka
21	Ostatnio odczytany bilans / wartość średnia / lokalny czas: Godzina ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	515 (203h)	1	-
22	Ostatnio odczytany lokalny czas: Minuta ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	516 (204h)	1	-
23	Ostatnio odczytany bilans / wartość średnia / stan sumatora: Wartość ⁴⁾	float / unsigned long	Odczyt (Funkcja 4)	517 (205h)	2 ⁵⁾	°C / GJ / t / GJ/h / t/h
24	Ostatnio odczytany bilans: Procent bilansowanej jednostki czasu, w której bilansowanie przebiegało prawidłowo – normalnie 100% ⁴⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 4)	519 (207h)	1	-

¹⁾ - Gdy odpowiadający danej wielkości **Współczynnik skali** równy jest zero, to zawartość rejestru jest typu **float** (liczba zmiennoprzecinkowa o pojedynczej precyzji IEEE-754), w przeciwnym wypadku jest typu **int** (16-bitowa liczba całkowita ze znakiem w kodzie uzupełnień do dwóch) w/g następującego wzoru:

$$\text{ZawartośćRejestru} = (\text{Wielkość} - \text{ZakresDolny}) / (\text{ZakresGórny} - \text{ZakresDolny}) \times \text{WspółczynnikSkali} \times 20000$$

gdzie: **ZakresGórny**, **ZakresDolny**, **WspółczynnikSkali** to rejestry zapisywalne – patrz – tabela poniżej.

Przy domyślnych wartościach tych rejestrów **ZawartośćRejestru** jest równa **Wielkości**.

Minimalna / maksymalna **ZawartośćRejestru** wynosi odpowiednio -20000 i +20000 (dla formatu **int**).

Wartość 20000 oznacza 100% zakresu (**Zakres Górny** osiągnięty).

²⁾ - Gdy odpowiadający danemu licznikowi (sumatorowi) **współczynnik skalujący** równy jest zero, to zawartość rejestru jest typu **float** (liczba zmiennoprzecinkowa o pojedynczej precyzji IEEE-754), w przeciwnym wypadku jest typu **unsigned long** (32-bitowa liczba całkowita bez znaku).

³⁾ - Zawiera ważne dane tylko wtedy, gdy rejestr zapisywalny **Klawiatury Wirtualnej** (128 (80h)) przy odczycie daje wartość 1. Każdy rejestr **Obrazu wyświetlacza** zawiera jeden znak ASCII wiersza lub znaki specjalne:

wartość równa 1 - symbol stopni Celsjusza

wartość równa 3 - symbol trzeciej potęgi

wartość równa 4 - symbol P₁

wartość równa 5 - symbol t₁

wartość równa 6 - symbol t₂

wartość równa 7 - symbol P₂

⁴⁾ - Zawiera ważne dane tylko wtedy, gdy rejestr zapisywalny **Kodu Bilansu** (512 (200h)) przy odczycie daje wartość 1. Rejestr **Minuta** wykorzystywany jest tylko przy odczycie lokalnego czasu (zegara CRP-05 na podstawie którego liczone są bilanse), przy odczycie bilansu, wartości średniej lub stanu sumatora nie ma znaczenia. Rejestry **Wartość** i **Procent** nie mają znaczenia przy odczycie czasu lokalnego, dodatkowo wartość **Procent** nie ma znaczenia przy odczycie wartości średnich oraz stanu sumatorów. Przy odczycie stanu sumatorów nie mają znaczenia również wartości **Dzień** i **Godzina**. W przypadku, gdy zawartość rejestru **Miesiąc** równa jest zero, oznacza to, że określony bilans nie istnieje.

⁵⁾ - Gdy odczytywany jest stan licznika (sumatora) na koniec miesiąca to zawartość rejestru **Wartość** jest typu **unsigned long** (32-bitowa liczba całkowita bez znaku), w pozostałych przypadkach jest typu **float** (liczba zmiennoprzecinkowa o pojedynczej precyzji IEEE-754).

⁶⁾ Rejestr statusu - adres 32 (20h)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	X	X	X	X	P	W	D	1	1	?	He	dP

P - wersja P (para),

W - ilość rurociągów (1 - instalacja z dwoma rurociągami, 0 - instalacja z jednym rurociągiem),

D - wersja D (woda),

? - wyświetlany jest znak ? podczas wyświetlania wartości bieżących,

He - błąd współpracy z przetwornikiem HART,

dP - przetwornik dP (0 oznacza przetwornik przepływu objętościowego).

Uwagi:

- 1) Odczytać można maksymalnie 16-cie rejestrów w jednej ramce MODBUS.
- 2) Możliwy jest odczyt ramek binarnych s i v protokołu Flownet® poprzez funkcję **Klawiatury Wirtualnej**.
- 3) W trakcie oczekiwania na zakończenie operacji dla funkcji **Klawiatury Wirtualnej** (protokołu Flownet®) lub **Odczytu Bilansów / Czasu Lokalnego** dla danego przelicznika, interfejs RS-485 jest nadal operatywny i można wykonywać operacje na innych rejestrach (odczyt / zapis) tego, lub innych urządzeń.
- 4) Nie można używać funkcji **Klawiatury Wirtualnej** (protokołu Flownet®) i **Odczytu Bilansów / Czasu Lokalnego** w tym samym czasie.

Rejestry zapisywalne

L.p.	Rodzaj wielkości	Format danej	Odczyt / Zapis	Nr Rejestru (hex.)	Liczba rejestrów	Wartość domyślna	Jednostka
1	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej t1 (rejestr do odczytu 0)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	0 (00h)	1	0	-
2	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej t2 (rejestr do odczytu 2)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	1 (01h)	1	0	-
3	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej DP1 / V1 (rejestr do odczytu 4)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	2 (02h)	1	0	-
4	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej qm (rejestr do odczytu 6)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	3 (03h)	1	0	-
5	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej F (rejestr do odczytu 8)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	4 (04h)	1	0	-
6	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej DP2 / V2 (rejestr do odczytu 10)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	5 (05h)	1	0	-
7	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej P2 (rejestr do odczytu 12)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	6 (06h)	1	0	-
8	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej P1 (rejestr do odczytu 14)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	7 (07h)	1	0	-
9	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej q2 (rejestr do odczytu 16)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	8 (08h)	1	0	-
10	Współczynnik skali dla wielkości mierzonej F2 (rejestr do odczytu 18)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	9 (09h)	1	0	-
11	Współczynnik skali dla licznika (sumatora) masy qm (rejestr do odczytu 20)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	10 (0Ah)	1	0	-
12	Współczynnik skali dla licznika (sumatora) energii F (rejestr do odczytu 22)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	11 (0Bh)	1	0	-
13	Współczynnik skali dla licznika (sumatora) masy q2 (rejestr do odczytu 24)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	12 (0Ch)	1	0	-
14	Współczynnik skali dla licznika (sumatora) energii F2 (rejestr do odczytu 26)	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	13 (0Dh)	1	0	-
15	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej t1 (rejestr do odczytu 0)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	16 (10h)	2	0	°C
16	Zakres Górny dla wielkości mierzonej t1 (rejestr do odczytu 0)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	18 (12h)	2	20000.0	°C

Rejestry zapisywalne – c.d.

L.p.	Rodzaj wielkości	Format danej	Odczyt / Zapis	Nr Rejestru (hex.)	Liczba rejestrów	Wartość domyślna	Jednostka
17	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej t2 (rejestr do odczytu 2)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	20 (14h)	2	0	°C
18	Zakres Górny dla wielkości mierzonej t2 (rejestr do odczytu 2)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	22 (16h)	2	20000.0	°C
19	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej DP1 / V1 (rejestr do odczytu 4)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	24 (18h)	2	0	kPa / m ³ /h
20	Zakres Górny dla wielkości mierzonej DP1 / V1 (rejestr do odczytu 4)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	26 (1Ah)	2	20000.0	kPa / m ³ /h
21	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej qm (rejestr do odczytu 6)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	28 (1Ch)	2	0	t/h
22	Zakres Górny dla wielkości mierzonej qm (rejestr do odczytu 6)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	30 (1Eh)	2	20000.0	t/h
23	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej F (rejestr do odczytu 8)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	32 (20h)	2	0	GJ/h
24	Zakres Górny dla wielkości mierzonej F (rejestr do odczytu 8)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	34 (22h)	2	20000.0	GJ/h
25	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej DP2 / V2 (rejestr do odczytu 10)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	36 (24h)	2	0	kPa / m ³ /h
26	Zakres Górny dla wielkości mierzonej DP2 / V2 (rejestr do odczytu 10)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	38 (26h)	2	20000.0	kPa / m ³ /h
27	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej P2 (rejestr do odczytu 12)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	40 (28h)	2	0	bar
28	Zakres Górny dla wielkości mierzonej P2 (rejestr do odczytu 12)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	42 (2Ah)	2	20000.0	bar
29	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej P1 (rejestr do odczytu 14)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	44 (2Ch)	2	0	°C
30	Zakres Górny dla wielkości mierzonej P1 (rejestr do odczytu 14)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	46 (2Eh)	2	20000.0	°C
31	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej q2 (rejestr do odczytu 16)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	48 (30h)	2	0	t/h
32	Zakres Górny dla wielkości mierzonej q2 (rejestr do odczytu 16)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	50 (32h)	2	20000.0	t/h
33	Zakres Dolny dla wielkości mierzonej F2 (rejestr do odczytu 18)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	52 (34h)	2	0	GJ/h
34	Zakres Górny dla wielkości mierzonej F2 (rejestr do odczytu 18)	float	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	54 (36h)	2	20000.0	GJ/h
35	Rejestr Klawiatury Wirtualnej ¹⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	128 (80h)	1	0	-
36	Rejestr Kodu Bilansu ²⁾	unsigned int	Odczyt (Funkcja 3) / Zapis (Funkcja 6 / 16)	512 (200h)	1	0	-

*) Wpis kodu do rejestru **Klawiatury Wirtualnej** daje efekt naciśnięcia klawisza odpowiadającemu temu kodowi. Poszczególnym klawiszom ciepłomierza odpowiadają następujące znaki ASCII:

<0/GODZINA> -	0	- kod 48 (30h)
<1/ZMIANA> -	1	- kod 49 (31h)
<2/DOBA> -	2	- kod 50 (32h)
<3/MIESIĄC> -	3	- kod 51 (33h)
<4/DODATK.> -	4	- kod 52 (34h)
<5/REJESTR.> -	5	- kod 53 (35h)
<6/PARAM.> -	6	- kod 54 (36h)
<7/PRZEKAŻ.> -	7	- kod 55 (37h)
<8/TEST> -	8	- kod 56 (38h)
<9/CZAS> -	9	- kod 57 (39h)
<./AUTO> -	.	- kod 46 (2Eh)
<-/ALARM> -	-	- kod 45 (2Dh)
<q _m -T-P> -	f	- kod 102 (66h)
<↑> -	a	- kod 97 (61h)
<↓> -	c	- kod 99 (63h)
<ENTER> -	CR	- kod 13 (0Dh)
Aktualizacja Obrazu wyświetlacza -	?	- kod 63 (3Fh)

Umożliwia to pracę na zdalnej klawiaturze (wyświetlaczu), niezależnej od fizycznej klawiatury (wyświetlacza) (protokół Flownet®). Obraz zdalnego wyświetlacza jest dostępny w rejestrach tylko do odczytu o adresach 128 – 159 (80h – 9Fh) – patrz wyżej – opis rejestrów tylko do odczytu.

W czasie odczytu, rejestr **Klawiatury Wirtualnej** zawiera informację, czy **Obraz wyświetlacza** zawiera ważne dane. Algorytm postępowania jest następujący:

- 1) Zapisać kolejny kod odpowiadający naciskanemu klawiszowi do rejestru **Klawiatury Wirtualnej**
- 2) Ponawiać odczyt rejestru **Klawiatury Wirtualnej** aż do momentu uzyskania wartości **1**
- 3) Pobrać **Obraz wyświetlacza** z rejestrów tylko do odczytu 128 – 159 (80h – 9Fh)
- 4) Obraz wyświetlacza można uaktualnić wpisując jako kod klawisza wartość 63 (3Fh) czyli znak '?', a następnie wykonać kroki z punktów 2) i 3).

Klawiatura wirtualna pozwala na odczyt wielkości i ustawianie parametrów niedostępnych w innych rejestrach. Podwójne wysłanie znaku CR (kod 13) sprowadza urządzenie wirtualne do stanu początkowego (tzn do stanu udostępniania wyników pomiaru).

Sumaryczny czas wykonania operacji wynosi około 0.5 sekundy przy szybkości interfejsu 9600 bitów / sek..

) Wpis kodu do rejestru **Kodu Bilansu powoduje ściągnięcie żadanego bilansu lub czasu lokalnego do rejestrów tylko do odczytu z zakresu adresów 512 – 519 (200h - 207h) – patrz wyżej – opis rejestrów tylko do odczytu.

Wartość kodu ma następującą interpretację:

Zawartość	Numer w Bazie Danych	Rodzaj Bilansu
Rejestr	512 (MSB)	512 (LSB)

gdzie: MSB – bardziej znaczący bajt, LSB – mniej znaczący bajt 16-to bitowego (dwubajtowego) rejestru.

Rodzaj Bilansu:

- 1 – bilans godzinowy ciepła F [GJ],
- 2 – maksymalna średnia dobowa moc cieplna F [GJ/h],
- 3 – średnia dobowa moc cieplna F [GJ/h],
- 4 – bilans miesięczny ciepła F [GJ],
- 5 – bilans godzinowy masy q_m [t],
- 6 – -
- 7 – średni dobowy przepływ masy q_m [t/h],
- 8 – bilans miesięczny masy q_m [t],
- 9 – -
- 10 – -
- 11 – czas lokalny (zegar CRP-05 na podstawie którego liczone są bilanse).
- 12 – średnia dobowa temperatura na zasilaniu [°C]
- 13 – średnia dobowa temperatura na powrocie [°C]

- 14 – bilans godzinowy masy q_2 [t],
- 15 – -
- 16 – średni dobowy przepływ masy q_2 [t/h],
- 17 – bilans miesięczny masy q_2 [t],
- 18 – bilans godzinowy ciepła F_2 [GJ],
- 19 – maksymalna średnia dobowo moc cieplna F_2 [GJ/h],
- 20 – średnia dobowo moc cieplna F_2 [GJ/h],
- 21 – bilans miesięczny ciepła F_2 [GJ],
- 22 – stan sumatora masy q_m na koniec miesiąca [t],
- 23 – stan sumatora ciepła F na koniec miesiąca [GJ],
- 24 – stan sumatora masy q_2 na koniec miesiąca [t],
- 25 – stan sumatora ciepła F_2 na koniec miesiąca [GJ].

Numer w bazie danych:

0 – ostatni bilans,

n – poprzedni n-ty bilans, zapisany w bazie danych (historii) bilansów, n nie większe niż 239 dla bilansów godzinowych i 31 dla innych rodzajów bilansów.

Nie ma znaczenia w przypadku odczytu czasu lokalnego.

W czasie odczytu, rejestr **Kodu Bilansu** zawiera informację, czy rejestry ostatnio odczytanego **bilansu / czasu lokalnego** zawierają ważne dane.

Algorytm postępowania jest następujący:

- 1) Zapisać kolejny kod odpowiadający **Rodzajowi Bilansu i Numerowi w bazie danych** do rejestru **Kodu Bilansu**
- 2) Ponawiać odczyt rejestru **Kodu Bilansu** aż do momentu uzyskania wartości **1**
- 3) Pobrać dane z rejestrów tylko do odczytu 512 – 519 (200h – 207h)

Sumaryczny czas wykonania operacji wynosi około 0.5 sekundy dla ostatnich bilansów, aż do około 25 sekund dla 239-tego bilansu wstecz. Im odleglejszy bilans w czasie, tym dłużej trwa jego ściąganie (zależność liniowa).

W przypadku pobierania serii sąsiednich w czasie bilansów jednego rodzaju, sumaryczny czas wykonania każdej operacji nie przekracza 0.5 sekundy nawet dla odległego w czasie bilansu, tzn. pierwszy odczyt bilansu danego rodzaju trwa dłużej, a kolejnego bilansu, szybko.

Stąd też zaleca się pobierać serię bilansów jednego rodzaju od ostatniego do najstarszego, a nie kilka rodzajów bilansów dla stałego **Numeru w bazie danych**.

W przypadku, gdy zawartość rejestru **Miesiąc** równa jest zero, oznacza to, że określony bilans nie istnieje.

Uwagi:

- 1) Zmiana wartości **rejestrów zapisywalnych** możliwa jest za pomocą funkcji 06 lub 16 protokołu MODBUS.
- 2) Wartość utrwalona w **rejestrach zapisywalnych** jest odporna na zaniki napięcia zasilania.
- 3) Odczytać / zapisać można maksymalnie 16-cie rejestrów w jednej ramce MODBUS.
- 4) Możliwy jest odczyt ramek binarnych s i v protokołu Flownet® poprzez funkcję **Klawiatury Wirtualnej**.
- 5) W trakcie oczekiwania na zakończenie operacji dla funkcji **Klawiatury Wirtualnej** (protokołu Flownet®) lub **Odczytu Bilansów / Czasu Lokalnego** dla danego przelicznika, interfejs RS-485 jest nadal operatywny i można wykonywać operacje na innych rejestrach (odczyt / zapis) tego, lub innych urządzeń.
- 6) Nie można używać funkcji **Klawiatury Wirtualnej** (protokołu Flownet®) i **Odczytu Bilansów / Czasu Lokalnego** w tym samym czasie.

Format danych w protokole MODBUS-RTU - założenia:

- Urządzenie nie reaguje na adres urządzenia = 0 (broadcast),
- Jeden rejestr zajmuje 2 bajty w ramce, bardziej znaczący bajt (MSB) w pierwszej kolejności.
- Liczby typu **int** (16-bitowa liczba całkowita ze znakiem w kodzie U2) i **unsigned int** (16-to bitowa liczba całkowita bez znaku) zajmują jeden rejestr (2 bajty).
Kolejność zapisu bajtów poniżej (liczba całkowita $I_{15}-I_{00}$):

Zawartość	$I_{15}I_{14}I_{13}I_{12}I_{11}I_{10}I_{09}I_{08}$	$I_{07}I_{06}I_{05}I_{04}I_{03}I_{02}I_{01}I_{00}$
Numer rejestru	n (MSB)	n (LSB)

- Liczby typu **unsigned long** (16-bitowa liczba całkowita bez znaku) zajmują dwa rejestry (4 bajty).
Kolejność zapisu bajtów poniżej (liczba całkowita $I_{31}-I_{00}$):

Zawartość	$I_{15}I_{14}I_{13}I_{12}I_{11}I_{10}I_{09}I_{08}$	$I_{07}I_{06}I_{05}I_{04}I_{03}I_{02}I_{01}I_{00}$
Numer rejestru	n (MSB)	n (LSB)

$I_{31}I_{30}I_{29}I_{28}I_{27}I_{26}I_{25}I_{24}$	$I_{23}I_{22}I_{21}I_{20}I_{19}I_{18}I_{17}I_{16}$
n+1 (MSB)	n+1 (LSB)

- Liczby zmiennoprzecinkowe (**float** - zapis zgodny z IEEE-754) zajmują 2 kolejne rejestry (4 bajty), mniej znaczące słowo (LSW) w pierwszej kolejności.
Kolejność zapisu bajtów poniżej (liczba zmiennoprzecinkowa $SE_{07}-E_{00}F_{00}-F_{23}$, gdzie S oznacza znak liczby, $E_{07}-E_{00}$ wykładnik, $F_{00}-F_{23}$ mantysę; F_{00} stałe równe jest 1):

Zawartość	$F_{08}F_{09}F_{10}F_{11}F_{12}F_{13}F_{14}F_{15}$	$F_{16}F_{17}F_{18}F_{19}F_{20}F_{21}F_{22}F_{23}$
Numer rejestru	n (MSB)	n (LSB)

$SE_{07}E_{06}E_{05}E_{04}E_{03}E_{02}E_{01}$	$E_{00}F_{01}F_{02}F_{03}F_{04}F_{05}F_{06}F_{07}$
n+1 (MSB)	n+1 (LSB)

- Format ramek protokołu Modbus-RTU:

Funkcja 4 - odczyt wielu rejestrów tylko do odczytu

Zapytanie:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	4	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Ilość rej. MSB	Ilość rej. LSB	CRC MSB	CRC LSB

Odpowiedź:

Bajt	Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	4	Ile bajtów danych	Rej.nr n MSB	Rej.nr n LSB	Rej.nr n+1 MSB	Rej.nr n+1 LSB	....	....	CRC MSB	CRC LSB

Funkcja 3 - odczyt wielu rejestrów zapisywalnych

Zapytanie:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	3	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Ilość rej. MSB	Ilość rej. LSB	CRC MSB	CRC LSB

Odpowiedź:

Bajt	Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	3	Ile bajtów danych	Rej.nr n MSB	Rej.nr n LSB	Rej.nr n+1 MSB	Rej.nr n+1 LSB	....	....	CRC MSB	CRC LSB

Funkcja 16 - zapis wielu rejestrów zapisywalnych

Zapytanie:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Bajt	Słowo		Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	16	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Ilość rej. MSB	Ilość rej. LSB	Ile bajtów danych	Rej.nr n MSB	Rej.nr n LSB	Rej.nr n+1 MSB	Rej.nr n+1 LSB	....	....	CRC MSB	CRC LSB

Odpowiedź:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	16	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Ilość rej. MSB	Ilość rej. LSB	CRC MSB	CRC LSB

Funkcja 6 - zapis jednego rejestru zapisywalnego

Zapytanie:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	06	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Rej.nr n MSB	Rej.nr n LSB	CRC MSB	CRC LSB

Odpowiedź:

Bajt	Bajt	Słowo		Słowo		Słowo	
Adres urządzenia	06	Nr rej. MSB	Nr rej. LSB	Rej.nr n MSB	Rej.nr n LSB	CRC MSB	CRC LSB

Dokładny opis protokołu MODBUS-RTU można znaleźć w internecie na stronie:

<http://www.modicon.com>