

Instrukcja obsługi MODUŁ SIAi-8

- Firmware: od v.1.00
- Typ wejścia: napięciowe / prądowe
- Do rozproszonych systemów sterowania i wizualizacji



Przed rozpoczęciem użytkowania urządzenia lub oprogramowania
należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją.
Producent zastrzega sobie prawo wprowadzania zmian bez uprzedzenia.

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWOWE WYMAGANIA I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA.....	<u>3</u>
2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA.....	<u>3</u>
3. DANE TECHNICZNE.....	<u>4</u>
4. INSTALACJA URZĄDZENIA.....	<u>5</u>
4.1. ROZPAKOWANIE.....	<u>5</u>
4.2. SPOSÓB PODŁĄCZENIA.....	<u>5</u>
4.3. KONSERWACJA.....	<u>8</u>
5. ZASADA DZIAŁANIA.....	<u>8</u>
6. WYZNACZANIE WYNIKU POMIARU.....	<u>10</u>
6.1. SPOSOBY PRZELICZANIA WYNIKU POMIARU.....	<u>10</u>
6.2. PRZYKŁADY PRZELICZEŃ.....	<u>13</u>
7. OBSŁUGA PROTOKOŁU MODBUS.....	<u>16</u>
7.1. WYKAZ REJESTRÓW.....	<u>16</u>
7.2. OBSŁUGA BŁĘDÓW TRANSMISJI.....	<u>18</u>
7.3. PRZYKŁADY RAMEK ZAPYTAŃ /ODPOWIEDZI.....	<u>18</u>

Znaczenie symboli używanych w instrukcji:



- symbol ten zwraca uwagę na szczególnie istotne wskazówki dotyczące instalacji oraz obsługi urządzenia.

Nie stosowanie się do uwag oznaczonych tym symbolem może być przyczyną wypadku, uszkodzenia lub zniszczenia urządzenia.

W PRZYPADKU UŻYTKOWANIA URZĄDZENIA NIEZGODNIE Z INSTRUKCJĄ ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA POWSTAŁE SZKODY PONOSI UŻYTKOWNIK



- symbol ten zwraca uwagę na szczególnie istotne opisy dotyczące właściwości urządzenia.

Zalecane jest dokładne zapoznanie się z uwagami oznaczonymi tym symbolem.

1. PODSTAWOWE WYMAGANIA I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA



- **Producent nie ponosi odpowiedzialności za szkody wynikłe z niewłaściwego zainstalowania, nieutrzymywania we właściwym stanie technicznym oraz użytkowania urządzenia niezgodnie z jego przeznaczeniem.**
- Instalacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel posiadający uprawnienia wymagane do instalacji urządzeń elektrycznych. Podczas instalacji należy uwzględnić wszystkie dostępne wymogi ochrony. Na instalatorze spoczywa obowiązek wykonania instalacji zgodnie z niniejszą instrukcją oraz przepisami i normami dotyczącymi bezpieczeństwa i kompatybilności elektromagnetycznej właściwymi dla rodzaju wykonywanej instalacji.
- Należy przeprowadzić właściwą konfigurację urządzenia, zgodnie z zastosowaniem. Niewłaściwa konfiguracja może spowodować błędne działanie, prowadzące do uszkodzenia urządzenia lub wypadku.
- **Jeśli w rezultacie defektu pracy urządzenia istnieje ryzyko poważnego zagrożenia związanego z bezpieczeństwem ludzi oraz mienia należy zastosować dodatkowe, niezależne układy i rozwiązania, które takiemu zagrożeniu zapobiegną.**
- Urządzenia sąsiadujące i współpracujące powinny spełniać wymagania odpowiednich norm i przepisów dotyczących bezpieczeństwa oraz być wyposażone w odpowiednie filtry przeciwprzebieciowe i przeciwzakłócenkowe.
- **Nie należy podejmować prób samodzielnego rozbierania, napraw lub modyfikacji urządzenia. Urządzenie nie posiada żadnych elementów, które mogłyby zostać wymienione przez użytkownika. Urządzenia w których stwierdzono usterkę muszą być odłączone i oddane do naprawy w autoryzowanym serwisie.**



Urządzenie przeznaczone jest do pracy w środowisku przemysłowym i nie należy używać go w środowisku mieszkalnym lub podobnym.

2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

Moduł **SIAi-8** umożliwia pobranie wartości 8 wejść analogowych (prądowych lub napięciowych) za pośrednictwem złącza RS-485. Może być stosowany jako moduł wejściowy w rozproszonych systemach sterowania i wizualizacji.

Standardowe funkcje transmisji Modbusowej pozwalają zmieniać adres urządzenia i prędkość transmisji, jak również wykrywać jego typ.

3. DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilające	16... 24 ...30V DC (separowane)
Wymagany zewn. bezpiecznik	zwłoczny, na prąd znamionowy max. 1 A
Pobór prądu	typowo 55 mA
Liczba niezależnych wejść	8
Wejścia	
prądowe:	0÷20 mA; 4÷20 mA
lub napięciowe:	0÷10 V; 2÷10 V, 0÷5 V; 1÷5 V
Dokładność pomiaru	± 0,25% ± jedna cyfra
Przekroczenie długotrwałe nomin. zakresu pomiarowego	20%
Separacja galwaniczna	wszystkie wejścia napięciowe odizolowane galwanicznie od zasilania modułu i sygnałów łącza RS 485
Interfejs komunikacyjny	RS-485, 8N1, Modbus RTU
Szybkość transmisji	1200 ÷ 115200 bit/s
Ilość modułów w jednej sieci	max. 128
Pamięć danych	nieulotna typu EEPROM
Stopień ochrony	IP 20 (obudowa i zaciski podłączeniowe)
Typ obudowy	nalistwowa (na listwę 35 mm)
Wymiary obudowy	101 x 22,5 x 80 mm
Temperatura pracy (zależnie od wersji)	0°C do +50°C lub -20°C do +50°C
Temperatura składowania (zależnie od wersji)	-10°C do +70°C lub -20°C do +70°C
Wilgotność	5 do 90% bez kondensacji
Wysokość	do 2000 m n.p.m.
Max. moment obrotowy przy dokręcaniu złączy śrubowych	0,5 Nm
Max. przekrój przewodów przyłączeniowych	2,5 mm ²
Kompatybilność elektromagnetyczna	wg PN-EN 61326



To urządzenie jest urządzeniem klasy A. W środowisku mieszkальnym lub podobnym może ono powodować zakłócenia radioelektryczne. W takich przypadkach można żądać od jego użytkownika zastosowania odpowiednich środków zaradczych.

4. INSTALACJA URZĄDZENIA

Urządzenie zostało zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający wysoki poziom bezpieczeństwa użytkownika oraz odporności na zakłócenia występujące w typowym środowisku przemysłowym. Aby cechy te mogły być w pełni wykorzystane instalacja urządzenia musi być prawidłowo przeprowadzona i zgodna z obowiązującymi normami.



- Przed przystąpieniem do instalacji należy zapoznać się z podstawowymi wymaganiami bezpieczeństwa umieszczonymi na str. 3
- Przed podłączeniem urządzenia do instalacji należy sprawdzić czy napięcie instalacji elektrycznej odpowiada wartości znamionowej napięcia wyspecyfikowanej na etykiecie urządzenia.
- Obciążenie powinno odpowiadać wymaganiom wyszczególnionym w danych technicznych.
- Wszelkie prace instalacyjne należy przeprowadzać przy odłączonym napięciu zasilającym.

4.1. ROZPAKOWANIE

Po wyjęciu urządzenia z opakowania ochronnego należy sprawdzić, czy nie uległo ono uszkodzeniu podczas transportu. Wszelkie uszkodzenia powstałe podczas transportu należy niezwłocznie zgłosić przewoźnikowi. Należy również zapisać numer seryjny urządzenia umieszczony na obudowie i zgłosić uszkodzenie producentowi.

Wraz z urządzeniem dostarczane są:

- instrukcja obsługi
- karta gwarancyjna

4.2. SPOSÓB PODŁĄCZENIA

Środki ostrożności



- Instalacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel posiadający uprawnienia wymagane do instalacji urządzeń elektrycznych. Podczas instalacji należy uwzględnić wszystkie dostępne wymogi ochrony. Na instalatorze spoczywa obowiązek wykonania instalacji zgodnie z niniejszą instrukcją oraz przepisami i normami dotyczącymi bezpieczeństwa i kompatybilności elektromagnetycznej właściwymi dla rodzaju wykonywanej instalacji.
- Okablowanie musi być zgodne z odpowiednimi normami, lokalnymi przepisami i regulacjami.
- W celu zabezpieczenia przed przypadkowym zwarciem przewody podłączeniowe powinny być zakończone odpowiednimi izolowanymi końcówkami kablowymi.

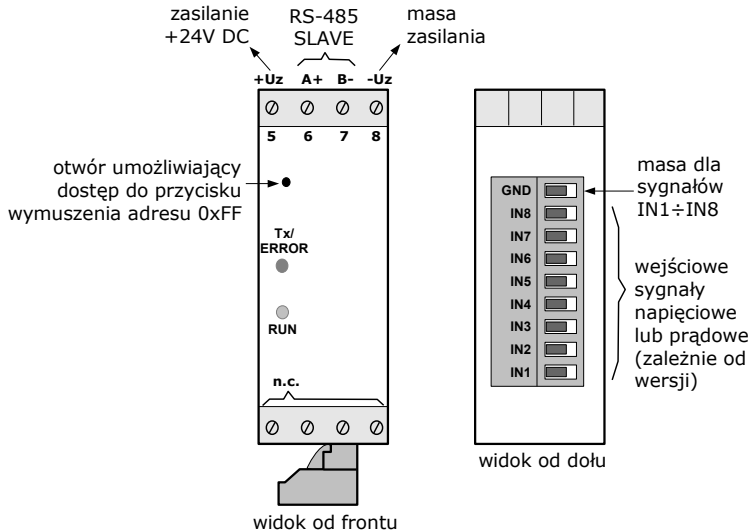


- Śruby zacisków należy dokręcić. Zalecany moment obrotowy dokręcenia wynosi 0,5 Nm. Poluzowane śruby mogą wywołać pożar lub wadliwe działanie. Zbyt mocne dokręcenie śrub może doprowadzić do uszkodzenia połączeń wewnątrz urządzenia oraz zerwania gwintu.
- W przypadku kiedy urządzenie wyposażone jest w zaciski rozłączne powinny one być wetknięte do odpowiednich złącz w urządzeniu, nawet jeśli nie są wykorzystane do jakichkolwiek połączeń.
- **Niewykorzystanych zacisków (oznaczonych jako n.c.) nie wolno wykorzystywać do podłączania jakichkolwiek przewodów podłączeniowych (np. w charakterze mostków) gdyż może to spowodować uszkodzenie urządzenia lub porażenie elektryczne.**

Ze względu na możliwe znaczne zakłócenia występujące w instalacjach przemysłowych należy stosować odpowiednie środki zapewniające poprawną pracę urządzenia. Niestosowanie wymienionych poniżej zaleceń może w pewnych okolicznościach prowadzić do przekroczenia poziomów zaburzeń elektromagnetycznych przewidzianych dla typowego środowiska przemysłowego, co w konsekwencji może powodować błędne wskazania urządzenia.

- Należy unikać wspólnego (równoległego) prowadzenia przewodów sygnałowych i transmisyjnych wraz z przewodami zasilającymi i sterującymi obciążeniami indukcyjnymi (np. stycznikami). Przewody takie powinny krzyżować się pod kątem prostym.
- Cewki styczników i obciążenia indukcyjne powinny być wyposażone w układy przeciwzakłóceńowe np. typu RC.
- Zaleca się stosowanie ekranowanych przewodów sygnałowych. Ekran przewodów sygnałowych powinny być podłączone do uziemienia tylko w jednym z końców ekranowanego przewodu.
- W przypadku zakłóceń indukowanych magnetycznie zaleca się stosowanie skręcanych par przewodów sygnałowych (tzw. skrętki). Skrętkę (najlepiej ekranowaną) należy stosować dla połączeń transmisji szeregowej RS-485.
- W przypadku zakłóceń od strony zasilania zaleca się stosowanie odpowiednich filtrów przeciwzakłóceńowych. Należy pamiętać aby połączenia pomiędzy filtrem a urządzeniem były jak najkrótsze a metalowa obudowa filtra była podłączona do uziemienia jak największą powierzchnią. Nie można dopuścić aby przewody dołączone do wyjścia filtra biegły równolegle do przewodów zakłóconych (np. obwodów sterujących przekąźnikami lub stycznikami).

Do modułu dołączyć należy napięcie zasilania (+U_z, -U_z, typowo 24V DC) oraz dwuprzewodowe łącze RS 485 (A+, B-). Wejścia napięciowe modułu znajdują się na dolnej krawędzi obudowy (patrz: Rys. 4.1).

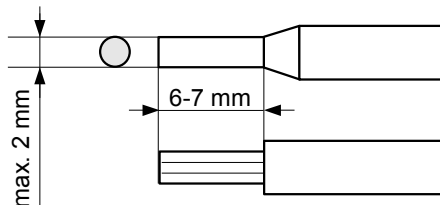


Rys. 4.1. Opis wyprowadzeń



W PRZYPADKU STOSOWANIA ZASILACZY IMPULSOWYCH NALEŻY BEZWZGLĘDNI (!) ZAPEWNIĆ PRAWIDŁOWE PODŁĄCZENIE OBWODÓW UZIEMIAJĄCYCH (PE). ZALECANE JEST RÓWNIEŻ UZIEMIENIE UJEMNEGO BIEGUNA NAPIĘCIA WYJŚCIOWEGO (ZASILAJĄCEGO UKŁADY POMIAROWE).

Wszystkie podłączenia należy wykonywać przy wyłączonym napięciu zasilania.



Rys. 4.2. Sposób odizolowania przewodów oraz wymiary końcówek kablowych

4.3. KONSERWACJA

Urządzenie nie posiada żadnych wewnętrznych elementów wymiennych i regulacyjnych dostępnych dla użytkownika. Należy zwrócić uwagę na temperaturę otoczenia w którym urządzenie pracuje. Zbyt wysoka temperatura powoduje szybsze starzenie się elementów wewnętrznych i skraca okres bezawaryjnej pracy urządzenia. W przypadku zabrudzenia do czyszczenia urządzenia nie należy używać rozpuszczalników. W tym celu należy stosować ciepłą wodę z niewielką domieszką detergentu lub w przypadku większych zabrudzeń alkohol etylowy lub izopropylowy.



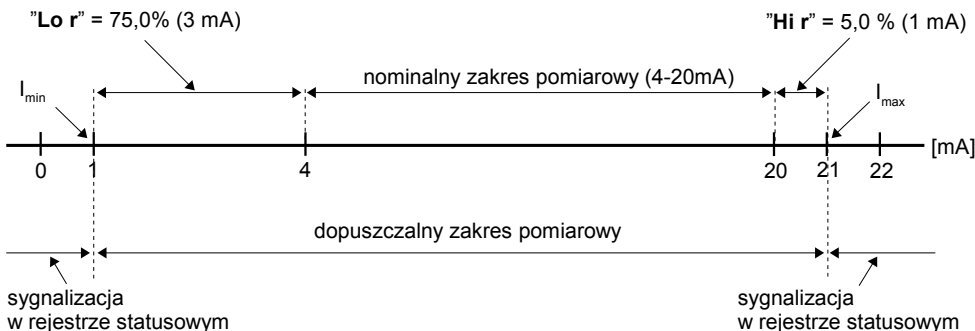
Stosowanie innych środków może spowodować trwałe uszkodzenie obudowy.



Po zużyciu nie należy wyrzucać ze śmieciami miejskimi. Produkt oznaczony tym znakiem musi być składowany w odpowiednich miejscach zgodnie z przepisami dotyczącymi utylizacji niektórych wyrobów.

5. ZASADA DZIAŁANIA

Moduł **SIAi-8** pozwala dokonać pomiaru 8 wejść analogowych z częstotliwością 10 Hz / kanał. Wartości pomiarowe mogą być przetwarzane według jednej z kilku dostępnych charakterystyk: liniowej, kwadratowej lub wielopunktowej (max. 20 punktów definiowanych przez użytkownika). Zakres dopuszczalnych wielkości wejściowych określają parametry **“Lo r”** i **“Hi r”** (Rys. 5.1).



Rys. 5.1 Określenie dopuszczalnego zakresu pomiarowego dla przykładowego ustawienia parametrów **“Lo r”** i **“Hi r”** (w trybie **“4-20”**)

Jeśli sygnał wejściowy wykroczy poza zakres zdefiniowany przez **“Lo r”** i **“Hi r”** w **rejestrze statusowym** (rejestr 09h) ustawiony zostanie odpowiedni bit sygnalizujący przekroczenie **dopuszczalnego zakresu pomiarowego**.

Wartości **“Lo r”** i **“Hi r”** określają procentowe rozszerzenie **nominalnego zakresu pomiarowego**. Parametr **“Lo r”** ma znaczenie tylko w trybach **“4-20”**, **“1-5”**, **“2-10”** i określa dolną granicę przedziału. Przykładowo dla wejścia w trybie **“4-20”** dolną granicę wyznaczamy według następującego wzoru:

$$I_{\min} = 4 \text{ mA} - 4 \text{ mA} \times \text{“Lo r”} \%$$

Wartość **“Lo r”** może zostać ustawiona w zakresie 0 - 99.9%. Parametr **“Hi r”** określa górną granicę przedziału, którą np. dla wejścia **“4-20”** wyznaczamy według następującego wzoru:

$$I_{\max} = 20 \text{ mA} + 20 \text{ mA} \times \text{“Hi r”} \text{ \%}.$$

Wartość **“Hi r”** może zostać ustawiona w zakresie 0 - 19.9% (sposób wyznaczania przedziału prądów wejściowych przedstawiony jest w przykładzie nr 1 rozdziału: **WYZNACZANIE WYNIKU POMIARU**).

W przypadku charakterystyki liniowej, kwadratowej oraz pierwiastkowej, zakres wartości zwracanych w rejestrach pomiarowych (rejstry 01h do 08h) definiowany jest przez parametry **“Lo CAL”** oraz **“Hi CAL”**.

Parametry **“Lo CAL”** oraz **“Hi CAL”** określają wartość zwracaną w rejestrze pomiarowym dla minimalnej i maksymalnej wartości pomiaru w wybranym zakresie. Przykładowo dla zakresu prądowego 4-20 mA parametr **“Lo CAL”** określa wartość zwracaną dla prądu 4 mA a parametr **“Hi CAL”** określa wartość zwracaną dla prądu 20 mA. Parametry **“Lo CAL”** oraz **“Hi CAL”** można zmieniać w zakresie -999 ÷ 9999.

W przypadku charakterystyki wielopunktowej wartość zwracana w rejestrach pomiarowych (rejstry 01h do 08h) określana jest na podstawie punktów (X, Y, max. 20 punktów) definiowanych przez użytkownika. Współrzędna **„X”** określa wartość sygnału wejściowego w stosunku do wybranego zakresu pomiarowego. Wartość współrzędnej **„X”** wyrażona jest w procentach i obejmuje zakres -99,9 ÷ 199,9. Współrzędna **„Y”** określa wartość zwracaną w rejestrze pomiarowym dla danej współrzędnej **„X”**. Wartość współrzędnej **„Y”** można zmieniać w zakresie -999 ÷ 9999.

Parametry każdego z kanałów przechowywane są w nieulotnej pamięci EEPROM. Urządzenie sygnalizuje przekroczenie nominalnego zakresu pomiarowego (niezależnie dla każdego z kanałów). Wszystkie dostępne parametry pracy urządzenia ustawiane są za pomocą interfejsu RS-485 (patrz: **WYKAZ REJESTRÓW** na str. 16).

Poprawną pracę modułu sygnalizuje migotanie diody LED w kolorze zielonym, umieszczonej na płycie czołowej i oznaczonej symbolem RUN. Dioda czerwona (oznaczona Tx/ERROR) krótkimi rozbłyskami sygnalizuje komunikację z urządzeniami typu master - wysyłanie odpowiedzi przez moduł.

Wymuszenie adresu FFh

Nowe urządzenie posiada fabrycznie ustawiony adres Modbus równy FEh. Aby uprościć proces rejestracji wielu urządzeń w systemie została przewidziana możliwość wymuszenia zmiany adresu na FFh. Do tego celu służy przycisk, do którego dostęp umożliwia otwór na płycie czołowej urządzenia (rysunek 4.1).

W celu zmiany adresu danego urządzenia na wartość FFh, należy po włączeniu zasilania odczekać, aż zielony LED (RUN) zacznie pulsować. Następnie przycisnąć i przytrzymać wciśnięty wspomniany wcześniej przycisk przez około 4 sekundy, do momentu zapalenia się na stałe zielonej diody LED (RUN) i zwolnić przycisk.

Urządzenie oczekuje teraz na nadanie mu nowego adresu. Zielona dioda (RUN) pozostaje zapalona na stałe do momentu przeadresowania lub wyłączenia zasilania. Moduł będący w tym stanie obsługuje wejścia i możliwa jest z nim komunikacja, ale adres jego jest ustalony na FFh.

W tym momencie urządzenie typu MASTER powinno wysłać rozkaz przeadresowania urządzenia na dowolny adres (zaleca się adres inny niż FEh i FFh) rejestrując jednocześnie dany moduł w systemie. Fakt nadania modułowi nowego adresu sygnalizowany jest wznowieniem pulsowania zielonej diody LED (RUN) w module.

Jednocześnie z wymuszeniem adresu FFh przywracana jest domyślna szybkość transmisji - 9600 bit/s. Pożądaną szybkość transmisji z zakresu 1200 bit/s. do 115200 bit/s. można ustawić poprzez odpowiedni zapis do rejestru 22h. Po zmianie szybkości transmisji urządzenie odpowiada ramką zwrotną nadając ją z nową szybkością. Podczas instalacji nowej sieci zaleca się najpierw nadanie nowych adresów urządzeniom przy prędkości 9600 bit/s, a następnie zmianę szybkości transmisji jednocześnie we wszystkich urządzeniach, poprzez wysłanie ramki typu BROADCAST (z adresem 00h).

6. WYZNACZANIE WYNIKU POMIARU

Dla uproszczenia przykładów przyjęto, że wybrane zostało wejście prądowe. Wszystkie wyliczenia w poniższych przykładach odnoszą się do tego wejścia. Przeliczenia dla wejścia napięciowego wykonywane są analogicznie z uwzględnieniem odpowiednich zakresów i jednostki pomiarowej.

Pierwszym krokiem do wyznaczenia wyniku pomiaru jest wyliczenie znormalizowanego wyniku pomiaru (mieszczącego się w zakresie 0-1). W tym celu od wartości zmierzonej (wyrażonej w mA) odejmuje się początek zakresu pomiarowego (0 mA dla zakresu 0-20 mA lub 4 mA dla zakresu 4-20 mA). W następnym kroku urządzenie dzieli uzyskany wynik przez szerokość zakresu pomiarowego (20 dla zakresu 0-20 mA lub 16 dla zakresu 4-20 mA). Znormalizowany pomiar wyraża się zatem wzorami:

$$I_n = \frac{I_{wej.} - 4}{16} \quad \text{dla zakresu } 4 \div 20 \text{ mA}$$

$$I_n = \frac{I_{wej.}}{20} \quad \text{dla zakresu } 0 \div 20 \text{ mA}$$

gdzie $I_{wej.}$ oznacza prąd wejściowy (w mA) a I_n - znormalizowany pomiar.



Jeśli wartość pomiarowa wykroczy poza nominalny zakres pomiarowy (0-20mA lub 4-20mA), a jednocześnie będzie się zawierała w dopuszczalnym zakresie pomiarowym (definiowanym parametrami "Lo r", "Hi r"), to znormalizowany pomiar I_n wykroczy poza zakres 0-1, np. dla zakresu 4-20 mA i prądu wejściowego 3 mA znormalizowany pomiar wyniesie -0,0625 a dla prądu 22 mA znormalizowany pomiar wyniesie 1,125. W takich przypadkach wszystkie wzory dotyczące wyznaczania wyniku pomiaru nadal obowiązują.

6.1. SPOSOBY PRZELICZANIA WYNIKU POMIARU

Sposób dalszego przeliczania wyniku zależy od wybranego typu charakterystyki wejściowej. Wszystkie przedstawione wykresy dotyczą zakresu prądowego 4 - 20 mA.

Charakterystyka liniowa

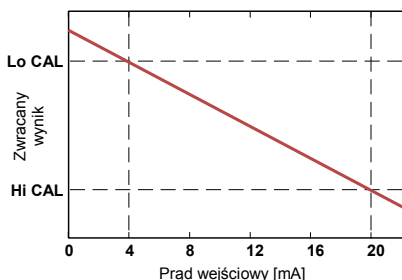
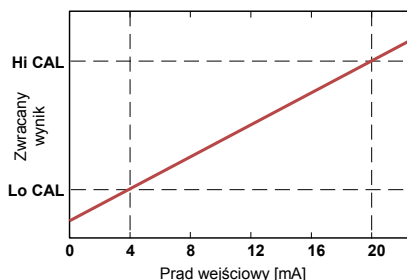
Znormalizowany pomiar zostaje liniowo przełożony na zakres definiowany parametrami „Lo CAL”, „Hi CAL” (gdy znormalizowany pomiar osiąga wartość 0, jako wynik pomiaru zwracana jest wartość „Lo CAL”, gdy znormalizowany pomiar osiąga wartość 1 - jako wynik pomiaru zwracana jest wartość „Hi CAL”). Sposób przeliczania można określić wzorem:

$$W = I_n \times ("Hi\ CAL" - "Lo\ CAL") + "Lo\ CAL",$$

gdzie W oznacza wartość zwracaną w rejestrze pomiarowym.



Parametr „Lo CAL” może być większy niż „Hi CAL”, w takim przypadku charakterystyka ulega odwróceniu, tzn. gdy prąd rośnie, wartość pomiarowa maleje.



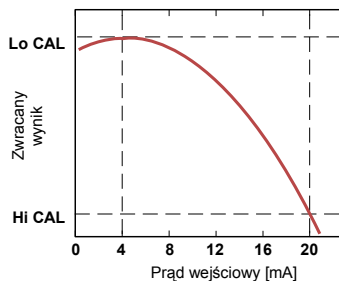
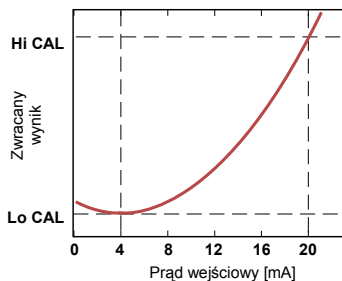
Rys. 6.1 Charakterystyka prosta („Lo CAL” < „Hi CAL”) i odwrócona („Lo CAL” > „Hi CAL”)

Charakterystyka kwadratowa

Znormalizowany pomiar jest podnoszony do kwadratu, a dalsze przeliczenia przebiegają identycznie, jak w przypadku charakterystyki liniowej. Sposób przeliczania określa się wzorem:

$$W = I_n^2 \times ("Hi\ CAL" - "Lo\ CAL") + "Lo\ CAL",$$

oznacza wartość zwracaną w rejestrze pomiarowym.



Rys. 6.2 Charakterystyka prosta („Lo C” < „Hi CAL”) i odwrócona („Lo C” > „Hi CAL”)

Charakterystyka pierwiastkowa

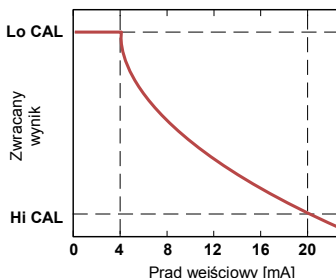
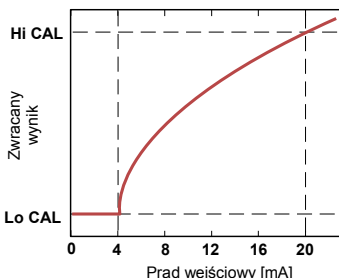
Znormalizowany pomiar jest pierwiastkowany, a dalsze przeliczenia przebiegają identycznie, jak w przypadku charakterystyki liniowej. Sposób przeliczania określa się wzorem:

$$W = \sqrt{I_n} \times ("Hi\ CAL" - "Lo\ CAL") + "Lo\ CAL",$$

oznacza wartość zwracaną w rejestrze pomiarowym.



Powyższy wzór przestaje obowiązywać, gdy znormalizowany pomiar jest ujemny. Sytuacja taka występuje w przypadku przekroczenia w dół zakresu pomiarowego 4-20 mA. Wartość zwracana jako pomiar dla $I_n < 0$ jest równa **"Lo CAL"** (patrz wykresy).



Rys. 6.3 Charakterystyka prosta („Lo CAL” < „Hi CAL”) i odwrócona („Lo CAL” > „Hi CAL”)

Charakterystyka użytkownika

Charakterystyki użytkownika definiowane są w postaci 1÷19 połączonych odcinków prostoliniowych (patrz wykres) wyznaczanych na podstawie 2÷20 punktów wprowadzonych przez użytkownika do pamięci urządzenia (patrz opis **WYKAZ REJESTRÓW**).

Na podstawie znormalizowanego pomiaru I_n urządzenie wyznacza odpowiedni przedział charakterystyki, np. dla charakterystyki jak na wykresie poniżej i $I_n = 0,65$ wybrany zostanie przedział definiowany przez punkty o współrzędnych $X = "50.0."$ oraz $X = "70.0."$

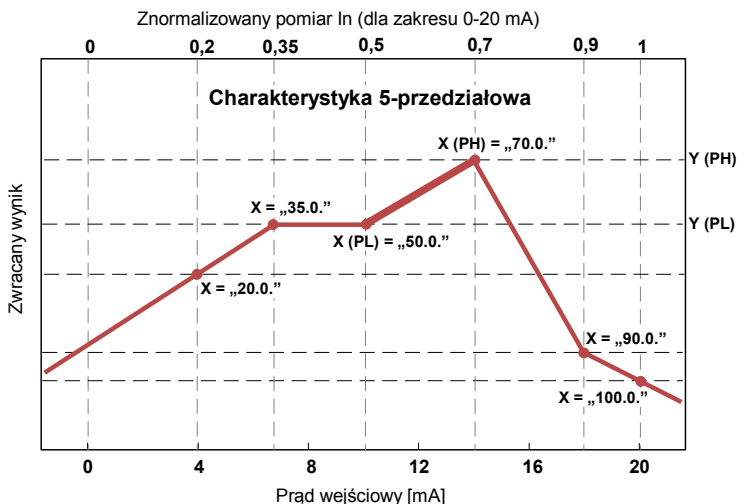
Oznaczmy punkty definiujące przedział przez PL i PH (w podanym wyżej przykładzie $X(PL) = "50.0,"$ i $X(PH) = "70.0."$) oraz wartość znormalizowanego pomiaru I_n dla początku przedziału przez I_p (w podanym przykładzie $I_p = I_n(PL) = 0,5$). Wartość w rejestrze pomiarowym wyznaczana jest według wzoru:

$$W = (I_n - I_p) \times \frac{[Y(PH) - Y(PL)]}{[X(PH) - X(PL)]} \times 100 + Y(PL)$$

gdzie $Y(PH)$, $X(PH)$, $Y(PL)$, $X(PL)$ oznaczają wartości współrzędnych X i Y dla pkt. PH i PL.



Jeśli znormalizowany pomiar wykracza poza zakres wyznaczony poprzez punkty charakterystyki użytkownika, to do obliczeń używany jest odpowiedni przedział skrajny określony przez dwa skrajne punkty. Przykładowo dla charakterystyki na wykresie poniżej i $I_n > 1$ do obliczeń użyty zostanie przedział definiowany przez punkty o współrzędnych: $X(PL) = "90.0."$, $X(PH) = "100.0."$.



Rys. 6.4 Przykładowa charakterystyka użytkownika

6.2. PRZYKŁADY PRZELICZEŃ

Przykład 1: Wyznaczanie dopuszczalnego zakresu pomiarowego (dla trybu “4-20”)

Jeśli w trybie “4-20” użytkownik ustawi parametry “Lo r” = 20,0% oraz “Hi r” = 10,0%, to przedział dopuszczalnych prądów ustanowiony zostanie na: 3,2 mA ÷ 22 mA. Dolna granica przedziału wynika ze wzoru: 4 mA - 4 mA × 20% a górna granica przedziału ze wzoru: 20 mA + 20 mA × 10%.

Przykład 2: Wyznaczanie znormalizowanego pomiaru I_n

Założmy, że użytkownik wybrał zakres wejściowy 4-20 mA. Znormalizowany pomiar I_n obliczamy zgodnie ze wzorami ze strony 10, a zatem od wartości prądu wejściowego (np. 10 mA) odejmujemy początek nominalnego zakresu pomiarowego (w tym przypadku 4 mA): 10 mA - 4 mA = 6 mA. Wynik dzielimy przez szerokość nominalnego zakresu pomiarowego (w tym przypadku 16 mA). Otrzymujemy $I_n = 6/16 = 0,375$.

W przypadku prądów wykraczających poza nominalny zakres pomiarowy postępujemy analogicznie, np. dla prądu wejściowego 2,5 mA otrzymujemy $I_n = (2,5 - 4)/16 \cong -0,0938$, a dla prądu 20,5 mA otrzymujemy $I_n = (20,5 - 4)/16 \cong 1,0313$.

Przykład 3: Charakterystyka liniowa

Zakładamy, że użytkownik wybrał charakterystykę liniową oraz zakres wejściowy 4-20 mA. Opcje “Lo CAL” oraz “Hi CAL” zostały ustawione odpowiednio na wartości -300 i 1200. Obliczeń dokonamy dla 3 prądów wejściowych rozważanych w przykładzie 2:

a) dla prądu 10 mA otrzymujemy $I_n = 0,375$

Zgodnie z odpowiednim wzorem ze strony 11 mnożymy znormalizowany pomiar przez różnicę parametrów “**Hi CAL**” i “**Lo CAL**”: $0,375 \times [1200 - (-300)] \cong 562$.

W kolejnym kroku dodajemy do wyniku parametr “**Lo CAL**” i otrzymujemy wynik (wartość zwracana w rejestrze pomiarowym): $W \cong 562 + (-300) = 262$

b) dla prądu 2,5 mA otrzymujemy $I_n = -0,0938$.

Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \cong -441$.

c) dla prądu 20,5 mA otrzymujemy $I_n = 1,0313$.

Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \cong 1247$.

Przykład 4: Charakterystyka kwadratowa

Zakładamy, że użytkownik wybrał charakterystykę kwadratową oraz zakres wejściowy 4-20 mA.

Opcje “**Lo CAL**” oraz “**Hi CAL**” zostały ustawione odpowiednio na wartości -300 i 1200.

Obliczeń dokonamy dla 3 prądów wejściowych rozważanych w przykładzie 2:

a) dla prądu 10 mA otrzymujemy $I_n = 0,375$

Zgodnie z odpowiednim wzorem ze strony 11 podnosimy wartość I_n do kwadratu, a wynik mnożymy przez różnicę parametrów “**Hi CAL**” i “**Lo CAL**”: $(0,375)^2 \times [1200 - (-300)] \cong 211$.

W kolejnym kroku dodajemy do wyniku wartość parametru “**Lo CAL**” i otrzymujemy wynik (wartość zwracana w rejestrze pomiarowym): $W \cong 211 + (-300) = -89$

b) dla prądu 2,5 mA otrzymujemy $I_n = -0,0938$.

Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \cong -287$.

c) dla prądu 20,5 mA otrzymujemy $I_n = 1,0313$.

Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \cong 1295$.

Przykład 5: Charakterystyka pierwiastkowa

Zakładamy, że użytkownik wybrał charakterystykę pierwiastkową oraz zakres wejściowy 4-20 mA. Opcje “**Lo CAL**” oraz “**Hi CAL**” zostały ustawione odpowiednio na wartości -300 i 1200. Obliczeń dokonamy dla 3 prądów wejściowych rozważanych w przykładzie 2:

a) dla prądu 10 mA otrzymujemy $I_n = 0,375$

Zgodnie z odpowiednim wzorem ze strony 12 pierwiastkujemy znormalizowany pomiar, a wynik mnożymy przez różnicę parametrów “**Hi CAL**” i “**Lo CAL**”: $0,375 \times [1200 - (-300)] \cong 919$. W kolejnym kroku dodajemy do wyniku wartość parametru “**Lo CAL**” i otrzymujemy wynik (wartość zwracana w rejestrze pomiarowym): $W \cong 919 + (-300) = 619$

b) dla prądu 2,5 mA otrzymujemy $I_n = -0,0938$. Znormalizowany pomiar jest ujemny a zatem w rejestrze pomiarowym otrzymamy wartość $W = \text{“Lo CAL”} = -300$.

c) dla prądu 20,5 mA otrzymujemy $I_n = 1,0313$.

Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \cong 1223$.

Przykład 6: Charakterystyka użytkownika

Zakładamy, że użytkownik wybrał charakterystykę 10-przedziałową oraz zakres wejściowy 4÷20mA. Zdefiniowanie charakterystyki 10-przedziałowej wymaga wprowadzenia do pamięci urządzenia współrzędnych X oraz Y dla 11 punktów (patrz opis **WYKAZ REJESTRÓW**).

Obliczeń dokonamy dla 3 prądów wejściowych rozważanych w przykładzie 2, w związku z tym w obliczeniach zostaną wykorzystane tylko niektóre punkty charakterystyki.

Załóżmy, że ustawione zostały następujące parametry:

X1 = "00.0.", Y1 = "-50.0",

X 2= "10.0.", Y2 = "-30.0",

....

X6 = "30.0.", Y6 = "30.0",

X7 = "40.0.", Y7 = "80.0",

....

X10 = "90.0.", Y10 = "900.0",

X11 = "100.0.", Y11 = "820.0",

Parametry, które nie zostały wyżej wymienione muszą także zostać odpowiednio ustawione (zgodnie z wybraną charakterystyką).

a) dla prądu 10 mA otrzymujemy $I_n = 0,375$

Wykorzystując wartość I_n urządzenie dobiera dwa najbliższe punkty charakterystyki.

Dla wartości $I_n = 0,375$ najbliższe punkty mają współrzędne X6 = "30.0." i X7 = "40.0".

Wykorzystując wzory ze str. 12 otrzymujemy X(PL) = 30, Y(PL) = 30, X(PH) = 40, Y(PH) = 80 oraz $I_p = 0,3$. W rejestrze pomiarowym otrzymamy wartość:

$$W = (I_n - I_p) \times \frac{[Y(PH) - Y(PL)]}{[X(PH) - X(PL)]} \times 100 + Y(PL) =$$

$$= (0,375 - 0,3) \times \frac{[80 - 30]}{[40 - 30]} \times 100 + 30 \simeq 67$$

b) dla prądu 2,5 mA otrzymujemy $I_n = -0,0938$. Ponieważ wartość I_n wykracza w dół poza zakres 0÷1, do wyliczenia wyniku wykorzystany zostanie skrajny dolny przedział (definiowany przez punkty o współrzędnych X1(PL) = 0, Y1(PL) = -50, X2(PH) = 10, Y2(PH) = -30 oraz $I_p = 0$). Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \simeq -69$.

c) dla prądu 20,5 mA otrzymujemy $I_n = 1,0313$. Ponieważ wartość I_n wykracza w górę poza zakres 0÷1, do wyliczenia wyniku wykorzystany zostanie skrajny górny przedział (definiowany przez punkty o współrzędnych X10(PL) = 90, Y10(PL) = 900, X11(PH) = 100, Y11(PH) = 820 oraz $I_p = 0,9$). Postępując analogicznie do przypadku a) otrzymujemy $W \simeq 795$.

7. OBSŁUGA PROTOKOŁU MODBUS

Parametry transmisji: 1 bit startu, 8 bitów danych, 1 bit stopu, bez kontroli parzystości
 Prędkość transmisji: wybierana w zakresie od 1200 do 115200 bit/sek.
 Protokół transmisji: zgodny z MODBUS RTU

Parametry urządzenia oraz wartość pomiarowa dostępne są jako rejestry typu HOLDING. Do odczytu rejestru (lub grupy rejestrów) używać należy funkcji 3h, do zapisu rejestrów funkcji 6h (zgodnie ze specyfikacjami protokołu MODBUS). Za pomocą funkcji 3h można odczytać maksymalnie 12 rejestrów (w jednej ramce).



Urządzenie interpretuje i wykonuje ramki typu BROADCAST, ale nie wysyła na nie odpowiedzi.

7.1. WYKAZ REJESTRÓW

Rejestr	Zapis	Zakres	Opis rejestru
01h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 1
02h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 2
03h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 3
04h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 4
05h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 5
06h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 6
07h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 7
08h	Nie	-10000 do 10000	Pomiar kanału 8
09h	Nie	0000h - FFFFh	Rejestr statusowy kanałów 1 do 8
20h ¹	Tak	1 ÷ FFh	Adres urządzenia Nowe urządzenia mają przypisany domyślny adr. = FEh
21h	Nie	patrz opis	Kod identyfikacyjny urządzenia 209Ah - wersja prądowa 206Eh - wersja napięciowa
22h ²	Tak	0 ÷ 7	Szybkość transmisji: 0 - 1200 bit/sek.; 1 - 2400 bit/sek.; 2 - 4800 bit/sek.; 3 - 9600 bit/sek.; 4 - 19200 bit/sek.; 5 - 38400 bit/sek.; 6 - 57600 bit/sek.; 7 - 115200 bit/sek.
23h ³	Tak	0 ÷ 1	Zezwolenie na zapis rejestrów: 0 - zapis zabroniony; 1 - zapis dozwolony
25h	Tak	0 ÷ 5	Dodatkowe opóźnienie prędkości transmisji: 0 - bez dodatkowych opóźnień; 1 - 10 znaków opóźnienia; 2 - 20 znaków opóźnienia; 3 - 50 znaków opóźnienia; 4 - 100 znaków opóźnienia; 5 - 200 znaków opóźnienia
27h	Tak	0 ÷ 99	Max. dopuszczalny czas między poprawnymi ramkami: 0 - brak kontroli przepływu danych; 1 ÷ 99 - max. dopuszczalny czas wyrażony w sekundach

Rejestr	Zapis	Zakres	Opis rejestru
28h ÷ 2Fh 30h ÷ 37h 38h ÷ 3Fh 40h ÷ 47h 48h ÷ 4Fh 50h ÷ 57h 58h ÷ 5Fh 60h ÷ 67h			Blok parametrów kanału 1 Blok parametrów kanału 2 Blok parametrów kanału 3 Blok parametrów kanału 4 Blok parametrów kanału 5 Blok parametrów kanału 6 Blok parametrów kanału 7 Blok parametrów kanału 8 } patrz niżej
70h ⁴	Tak	-999 ÷ 1999	Wartość współrzędnej „X” dla punktu nr 1 charakterystyki użytkownika, wyrażona w 0,1%
71h ⁴	Tak	-999 ÷ 9999	Wartość współrzędnej „Y” dla punktu nr 1 charakterystyki użytkownika, bez uwzględnienia przecinka
72h ⁴ ÷ 95h ⁴			Kolejne pary współrzędnych „X” oraz „Y” dla punktów nr 2 ÷ 19 charakterystyki użytkownika
96h ⁴	Tak	-999 ÷ 1999	Wartość współrzędnej „X” dla punktu nr 20 charakterystyki użytkownika, wyrażona w 0,1%
97h ⁴	Tak	-999 ÷ 9999	Wartość współrzędnej „Y” dla punktu nr 20 charakterystyki użytkownika, bez uwzględnienia przecinka

- 1 - po zapisie rejestru 20h urządzenie odpowiada ramką rozpoczynającą się od starego (nie zmienionego) adresu.
- 2 - po zapisie rejestru 22h urządzenie odpowiada ramką przesłaną zgodnie z nową prędkością transmisji.
- 3 - stan tego parametru dotyczy również zapisu do tego parametru, a zatem za pośrednictwem łącza RS 485 można zablokować możliwość zapisu wszystkich rejestrów, ale odblokowanie może nastąpić wyłącznie poprzez reset urządzenia (patrz **Wymuszenie adresu FFh**, strona 9)
- 4 - pary współrzędnych „X” oraz „Y” punktów charakterystyki użytkownika mogą być wpisane do dowolnej, wolnej pary rejestrów. Para rejestrów jest wolna (tzn. dany punkt nie jest uwzględniany) jeżeli współrzędna „X” dla danego punktu ma wartość 8000h.

Zawartość bloku parametrów kanału:

Względny numer rejestru	Zapis	Zakres	Opis rejestru
+0	Tak	0 ÷ 1 (wej. prądowe) 0÷3 (wej. napięciowe)	Zakres pomiarowy danego kanału: 0 - 0-20 mA (wej. prądowe) or 0-10V (wej. napięciowe); 1 - 4-20 mA (wej. prądowe) or 2-10V (wej. napięciowe); 2 - 0-5 V (tylko wej. napięciowe); 3 - 1-5 V (tylko wej. napięciowe);
+1	Tak	0 ÷ 3	Typ charakterystyki przetwarzania: 0 - liniowa ; 1 - kwadratowa; 2 - pierwiastkowa; 3 - użytkownika
+2	Tak	0 ÷ 5	Współczynnik filtracji pomiarów w danym kanale: 0 - brak filtracji; 5 - filtracja z maksymalną stałą czasową
+3	Tak	-10000 ÷ 10000	Parametr „ Lo CAL ” (wartość zwracana dla dolnej granicy zakresu pomiarowego)

Względny numer rejestru	Zapis	Zakres	Opis rejestru
+4	Tak	-10000 ÷ 10000	Parametr " Hi CAL " (wartość zwracana dla górnej granicy zakresu pomiarowego)
+5	Tak	0 ÷ 999	Parametr " Lo r ", wyrażony w 0,1% (procentowe poszerzenie zakresu pomiarowego w dół)
+6	Tak	0 ÷ 200	Parametr " Hi r ", wyrażony w 0,1% (procentowe poszerzenie zakresu pomiarowego w górę)



Dopuszczalny jest odczyt maksymalnie 12 rejestrów w jednej ramce (patrz przykładowa ramka nr 1).

Zawartość rejestru statusowego (nr 09h)

nr bitu	15, ... , 8	7, ... , 0
funkcja	H8, ... , H1	L8, ... , L1

Bity H1 do H8 oznaczają przepełnienie w górę zakresu pomiarowego w odpowiednim kanale
Bity L1 do H8 oznaczają przepełnienie w dół zakresu pomiarowego w odpowiednim kanale

7.2. OBSŁUGA BŁĘDÓW TRANSMISJI

Jeśli podczas odczytu lub zapisu jednego z rejestrów wystąpi błąd to urządzenie zwraca ramkę zawierającą kod błędu (zgodnie z protokołem Modbus).

Kody błędów należy interpretować następująco:

- 01h** - nieprawidłowy numer funkcji (dopuszczalne są wyłącznie funkcje 03h i 06h),
- 02h** - nieprawidłowy numer rejestru do odczytu lub zapisu,
- 03h** - próba zapisu wartości poza dopuszczalnym zakresem.
- 08h** - zapis rejestru zablokowany przez parametr "**mbAc**"
- A0h** - przekroczenie nominalnego zakresu pomiarowego w górę,
- 60h** - przekroczenie nominalnego zakresu pomiarowego w dół.

7.3. PRZYKŁADY RAMEK ZAPYTAŃ /ODPOWIEDZI

Przykłady dotyczą urządzenia o adresie 1. Wszystkie wartości podawane są szesnastkowo.

Oznaczenia:

- ADDR** Adres urządzenia w systemie
- FUNC** Numer funkcji
- REG H,L** Starsza i młodsza część numeru rejestru, do którego odwołuje się polecenie
- COUNT H,L** Starsza i młodsza część licznika ilości rejestrów, których dotyczy polecenie, rozpoczynając od rejestru, który jest określony przez REG (dopuszczalna wyłącznie wartość 1)
- BYTE C** Liczba bajtów danych zawartych w ramce

DATA H,L Starsza i młodsza część słowa danych
CRC L,H Młodsza i starsza część sumy CRC

1. Pobranie danych z kanałów od 1 do 8 i rejestru statusowego (przykład pobrania wielu rejestrów w jednej ramce):

ADDR	FUNC	REG H,L		DATA		CRC L,H	
01	03	00	01	00	09	D4	0C

a) Odpowiedź urządzenia:

ADDR	FUNC	BYTE C	DATA																CRC L,H	
01	03	12	00	96	EC	78	07	E4	00	00	00	00	00	00	00	00	04	00	3D	43
			Kanał 1		Kanał 2		Kanał 3		Kanał 4		Kanał 5		Kanał 6		Kanał 7		Kanał 8		Status	

Interpretacja odpowiedzi:

Kanały 1, 2 i 3 zwracają wartości odpowiednio: 150, -5000 i 2020 (liczby ujemne w kodzie U2).

Pozostałe kanały zwracają wartość 0.

Rejestr statusowy sygnalizuje przepełnienie w górę, w kanale 3.

2. Ramka zapytania o kod identyfikacji typu urządzenia

ADDR	FUNC	REG H,L		COUNT H,L		CRC L,H	
01	03	00	21	00	01	D4	00

Odpowiedź urządzenia:

ADDR	FUNC	BYTE C	DATA H,L		CRC L,H	
01	03	02	20	9A	21	EF

DATA - kod identyfikacyjny (209Ah)

3. Zmiana adresu urządzenia z 1 na 2 (zapis rejestru nr 20h)

ADDR	FUNC	REG H,L		DATA H,L		CRC L,H	
01	06	00	20	00	02	09	C1

DATA H - 0

DATA L - nowy adres (2)

Odpowiedź urządzenia (identyczna z rozkazem):

ADDR	FUNC	REG H,L		DATA H,L		CRC L,H	
01	06	00	20	00	02	09	C1

4. Zmiana prędkości transmisji wszystkich urządzeń dołączonych do sieci RS 485 (przykład ramki typu BROADCAST).

ADDR	FUNC	REG H,L		COUNT H,L		CRC L,H	
00	06	00	22	00	04	29	D2

DATA H - 0

DATA L - nowa prędkość transmisji (4 - czyli 19200 bit/sek.)



Na ramki typu BROADCAST urządzenia nie odpowiadają.

5. Próba zapisu niedozwolonej wartości (prędkość transmisji)

ADDR	FUNC	REG H,L		DATA H,L		CRC L,H	
01	06	00	22	00	09	E9	C6

DATA H, L = 9 - wartość przekracza dozwolony zakres (0÷7)

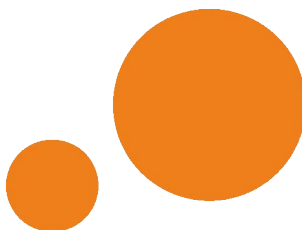
Odpowiedź urządzenia (w przypadku wykrycia błędu):

ADDR	FUNC	ERROR	CRC L,H	
01	86	03	02	61

ERROR - kod błędu (w tym przypadku 03h, czyli próba zapisu niedozwolonej wartości)



Protokół MODBUS RTU nie jest w pełni zaimplementowany. Dopuszczalne są jedynie wyżej wymienione sposoby komunikacji.



**SIMEX Sp. z o.o.
ul. Wielopole 11
80-556 Gdańsk
Poland**

**tel.: (+48 58) 762-07-77
fax: (+48 58) 762-07-70**

**<http://www.simex.pl>
e-mail: info@simex.pl**