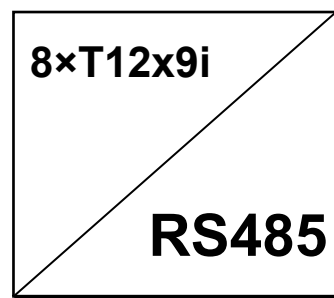


KONCENTRATOR DANYCH T1214

- zbieranie danych z przetworników T1249i i/lub T1239i
- do 8 zewnętrznych kanałów pomiarowych
- interfejs komunikacyjny RS485
- protokół MODBUS RTU



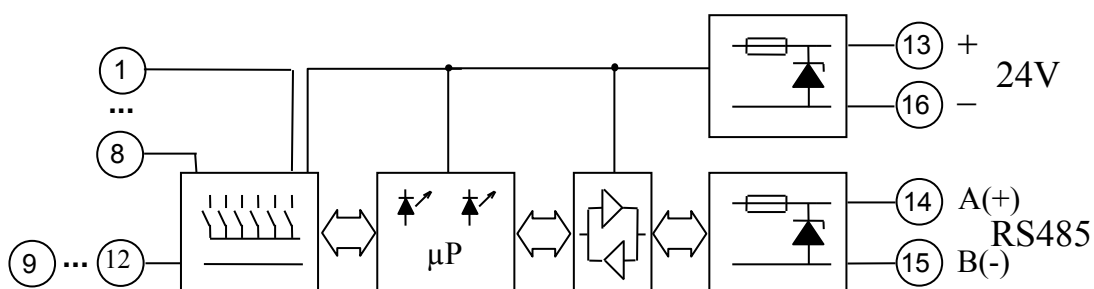
Koncentrator T1214 jest przeznaczony do zbierania wyników pomiarów przetworników temperatury, T1249i, lub przetworników sygnałów analogowych automatyki, T1239i, i udostępniania ich po łączu cyfrowym w standardzie RS485 (half-duplex) używając protokołu komunikacyjnego MODBUS RTU.

Połączenia koncentratora z przetwornikami są dwuprzewodowe. Jednym z przewodów jest doprowadzana masa, a drugi służy zarówno do przekazania zasilania, jak i komunikacji. W związku z tym, masy wyjść przetworników mogą być zwarte lokalnie, a liczba przewodów połączeniowych z koncentratorem zredukowana z $2n$ do $n+1$ (n - liczba przetworników) jeśli przetworniki są zgrupowane w jednym miejscu. Do komunikacji koncentratora z przetwornikami wykorzystywana jest modulacja prądu, skutkującą dużą odpornością komunikacji na zakłócenia. Oddalenie przetworników na kilka/kilkanaście metrów od koncentratora nie powinno mieć wpływu na jakość komunikacji, choć nominalnie odległość ta nie powinna przekraczać jednego metra.

Transmisja danych z/do koncentratora po łączu RS485 może odbywać się z prędkościami od 1200 bod do 115kbod. Zaimplementowany w koncentratorze protokół komunikacyjny MODBUS RTU pozwala na zdalną zmianę parametrów transmisji oraz adresu. Parametry te są przechowywane w pamięci nieulotnej urządzenia.

Aktywność komunikacji z przetwornikami jest sygnalizowana żółtą diodą LED, a na łączu RS485 – czerwoną diodą LED. Zielona dioda LED sygnalizuje gotowość urządzenia (obecność zasilania) oraz, poprzez chwilowe wygaśnięcie, błędy w komunikacji z przetwornikami. Szybkie miganie zielonej diody wskazuje na etap skanowania połączeń z przetwornikami w poszukiwaniu aktywnych kanałów pomiarowych, a miganie z częstotliwością 0,5Hz na uszkodzenie.

Oprócz zacisków służących do zasilania przetworników i komunikacji z nimi, koncentrator jest wyposażony w zaciski zasilania (nominalnie 24V=) i dwa zaciski łącza RS-485. Masy zasilania i łącza RS-485 są wspólne. Koncentrator nie posiada żadnych elementów regulacyjnych, natomiast możliwa jest konfiguracja wewnętrznego terminatora linii łącza RS-485.



Parametry techniczne

| | |
|-----------------|--|
| Wejście: | 8 dwu-przewodowych kanałów łączności z przetwornikami pomiarowymi T12x9i |
| Wyjście: | łącze komunikacyjne RS485, MODBUS |

Ogólne parametry techniczne:

| | |
|---|--------------------------------------|
| cykl zbierania danych | <110 ms/kanał + 130ms |
| czas osiągnięcia gotowości | <1s |
| napięcie zasilające | 18÷30V= |
| maks. pobór prądu ($U_z=24V$) | 45 mA + I_{RS485} |
| podczas nadawania $I_{RS485}=50mA$ (rezystory terminujące linię 120Ω) | |
| średni pobór prądu ($U_z=24V$) | 11mA + $n \times 4mA$ + I_{aRS485} |
| n – liczba przetworników | |
| $I_{aRS485} \approx 10mA$ przy prędkości 19200bod i odczycie co 200ms | |
| zakres temperatur pracy | 0÷50 °C |
| zakres temperatur przechowywania | -40÷80 °C |
| wilgotność względna otoczenia | 30÷75 % |
| ciśnienie atmosferyczne | 1000±200 hPa |
| zewnętrzne pole magnetyczne | 0÷400 A/m |
| pozycja pracy | dowolna |
| zapylenie | nieznaczące |
| wymiary obudowy | 22.5×99×114mm |
| stopień ochrony | IP 20 |

Maksymalne wartości parametrów:

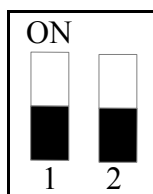
| | |
|---|--------|
| napięcie na zaciskach zasilania | 36 V |
| prąd zasilania przetworników (ograniczenie wewn.) | 100 mA |

Moduł jest umieszczony w obudowie nalistwowej o szerokości 22,5 mm wykonanej z samogasnącego tworzywa sztucznego. Odłączalne zaciski śrubowe umożliwiają wymianę modułu bez ingerencji w okablowanie.

Elementy konfiguracyjne

Przy szybkościach większych od 9200 bod lub przy długich liniach komunikacyjnych łączy RS485 wskazane jest zakończenie linii zapobiegające odbiciom sygnału mogącym prowadzić do zakłócenia komunikacji. Zwykle dokonuje się tego umieszczając na obu końcach linii rezystory o wartości ok. 120Ω (dopasowane do impedancji linii). Możliwe jest też stosowanie szeregowego połączenia rezystora z pojemnością zapewniające dopasowanie w momencie przełączania (na zboczach sygnału) - najbardziej wrażliwym na zakłócenia. Daje to oszczędności energii ograniczając pobór prądu w stanach ustalonych (gdy sygnał się nie zmienia).

Koncentrator umożliwia stosowanie obu rodzajów zakończenia linii za pomocą dostępnego po rozsunięciu obudowy podwójnego przełącznika typu DIP



W przedstawionej powyżej pozycji przełączników (oba w pozycji ON) włączony jest terminator w postaci rezystora 120Ω. Przesunięcie prawego przełącznika (nr 2) w pozycję OFF

przekształci terminator linii w szeregowo połączenie rezystora z pojemnością. Oba przełączniki w pozycji OFF (ustawienie fabryczne) oznaczają oczywiście brak terminatora linii.

Polaryzacja linii RS485 (zapewnienie minimalnej różnicy napięć pomiędzy liniami) nie jest wymagana dla działania T1214 – jeśli jest niezbędna dla działania master-a, to powinien on być w nią wyposażony.

Sposób działania

Po włączeniu zasilania, koncentrator rozpoczyna skanowanie kanałów wejściowych w poszukiwaniu podłączonych przetworników. Etap ten jest sygnalizowany szybkim miganiem zielonej diody LED. Po nawiązaniu komunikacji z przynajmniej jednym przetwornikiem, etap poszukiwania jest zakończony. (Jeśli w trakcie normalnej pracy koncentrator utraci połączenie z przetwornikami, faza poszukiwania zostanie uruchomiona ponownie.)

Dane otrzymane z cyklicznie odczytywanych kanałów pomiarowych są umieszczane w odpowiednich rejestrach i zawierają, oprócz wyniku pomiaru (zarówno w postaci liczby zmiennoprzecinkowej w jednostkach naturalnych jak i 16-bitowej liczby całkowitej znormalizowanej do zakresu pomiarowego), także typ przetwornika, jego bieżący status oraz określenie jednostek w jakich wyrażany jest wynik pomiaru.

Oprócz powyższego, w jednym z rejestrów umieszczany jest bieżący status połączeń z przetwornikami oraz status aktualności dostępnych danych. Status samego koncentratora przechowywany jest w osobnym rejestrze i jest dostępny również przy użyciu funkcji MODBUS odczytu statusu wyjątków (READ EXCEPTION STATUS). Ponieważ zawartość rejestrów jest aktualizowana w takt komunikacji z przetwornikami, użycie tej funkcji jest lepszym sposobem na śledzenie statusu.

Jeśli, z jakichś powodów, w cyklu pobierania danych z aktywnych przetworników, zawiedzie komunikacja z jednym z nich, status aktualności danych w tym kanale pomiarowym zostanie skorygowany (dane pomiarowe pozostaną bez zmian). Jeśli zdarzenie takie nastąpi więcej niż cztery razy pod rząd, status połączenia z przetwornikiem zmieni się na 'nieaktywny'. Równocześnie wyniki pomiaru zostaną wyzerowane a bit 'kanał nieaktywny' w statusie kanału pomiarowego przyjmie wartość 1.

Podczas normalnej pracy koncentrator kontynuuje przeszukiwanie nieaktywnych kanałów (jeden kanał nieaktywny na cykl odczytywania kanałów aktywnych), co umożliwi wykrywanie przetworników podłączanych „na gorąco”.

Komunikacja po łączy RS-485 jest możliwa prawie natychmiast po włączeniu zasilania. Odczyt statusu koncentratora lub statusu połączeń z przetwornikami umożliwia określenie momentu, od którego odpowiednie rejestry zawierają rzeczywiste dane z przetworników (wyniki pomiarów w kanałach nieaktywnych są zerowane).

Parametry komunikacji RS-485

Komunikacja z urządzeniem może przebiegać z szybkościami:

1200, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 i 115200 bod (bit/s).

Pozostałe parametry transmisji: 8 bitów, kontrola parzystości (Even, Odd lub brak), 1 lub 2 bity stopu (przy braku kontroli parzystości zawsze nadawane są 2 bity, ale istnieje opcja pozwalająca na akceptowanie odbieranych znaków z jednym lub dwoma bitami stopu).

Zgodnie ze standardem, fabryczna nastawa (default) to: szybkość 19200 bod, parzyste uzupełnienie i jeden bit stopu. Parametry komunikacji mogą być zmieniane zdalnie - albo poprzez specjalizowane komunikaty, albo przez zapisy w rejestrach konfiguracyjnych - również w grupie modułów poprzez komunikaty rozgłoszeniowe (broadcast).

Fabrycznie ustawiony adres urządzenia na łączy MODBUS RTU to 81 (51hex).

Implementacja protokołu MODBUS

Implementacja protokołu MODBUS na łączu szeregowym zakłada tzw. okres ciszy pomiędzy kolejnymi ramkami, wynoszący minimum 3.5 znaku dla prędkości do 19200 bod, lub co najmniej 1.75 ms dla wyższych prędkości. (Znak – 11 bitów, czyli jeden bajt danych wraz z bitami kontroli parzystości, startu i stopu.) Ponieważ koncentrator T1214 może odpowiadać niemal natychmiast na komendy urządzenia nadrzędnego (master-a), w większości przypadków jedynie powyższy interwał będzie rozdzielał komendę od odpowiedzi. Bywa, że urządzenie nadrzędne, lub konwerter standardu komunikacji (np. RS232/RS485) wymaga dodatkowej zwłoki (np. dla przełączenia kierunku transmisji) – w takim wypadku możliwe jest zdefiniowanie dodatkowego opóźnienia w przesyłaniu przez urządzenie odpowiedzi - w zakresie od 1 do 100ms.

Zgodnie ze standardem, urządzenie kontroluje ciągłość komunikatów, tzn. sprawdza, czy ewentualne przerwy pomiędzy przesyłanymi znakami nie przekraczają 1.5 znaku (750µs dla prędkości wyższych od 19200 bod). Tylko ramki spełniające powyższe kryterium są akceptowane w podstawowym trybie pracy koncentratora.

Ponieważ nie wszystkie urządzenia ściśle spełniają wymagania protokołu MODBUS na łączu szeregowym, koncentrator został wyposażony w opcję zmiany sposobu kontroli ciągłości komunikatów i zakończenia przesyłania wiadomości. Dodatkowy parametr komunikacji, tryb komunikacji, pozwala na zmianę sposobu kontroli komunikatu do uproszczonej formy, stosowanej w wielu urządzeniach, w której stosuje się tylko jeden przedział czasowy – wielokrotność 3.5 znaku (1750µs dla prędkości wyższych od 19200 bod). Przejście na taki sposób kontroli zmniejsza niezawodność komunikacji, lepiej więc upewnić się, że jest to konieczne (to, że master stosuje taki sposób kontroli, niekoniecznie oznacza, że nie będzie współpracował z koncentratorom pracującym w trybie 0, czyli przy ścisłym odwzorowaniu protokołu MODBUS).

Koncentrator obsługuje poniższe standardowe funkcje protokołu MODBUS:

| Funkcja | Kod funkcji (dziesiętny/szesnastkowy) |
|--------------------------|--|
| READ COILS | 1 / 01 |
| READ INPUTS | 2 / 02 |
| READ HOLDING REGISTERS | 3 / 03 |
| READ INPUT REGISTERS | 4 / 04 |
| WRITE SINGLE COIL | 5 / 05 |
| WRITE SINGLE REGISTER | 6 / 06 |
| READ EXCEPTION STATUS | 7 / 07 |
| WRITE MULTIPLE COILS | 15 / 0F |
| WRITE MULTIPLE REGISTERS | 16 / 10 |
| REPORT SLAVE ID | 17 / 11 |
| MASK WRITE REGISTER | 22 / 16 |
| READ WRITE REGISTERS | 23 / 17 |

oraz funkcję służącą do odczytu i zapisu ustawień:

| Funkcja | Kod funkcji (dziesiętny/szesnastkowy) |
|---------------------|--|
| READ WRITE SETTINGS | 70 / 46 |

uzupełnianą kodem pod-funkcji:

| pod-funkcja | Kod dodatkowy (dziesiętny/szesnastkowy) |
|-----------------------------------|--|
| odczytaj nazwę urządzenia | 0 / 00 |
| ustaw adres | 4 / 04 |
| odczytaj ustawienia komunikacyjne | 5 / 05 |
| zapisz ustawienia komunikacyjne | 6 / 06 |
| odczytaj wersję oprogramowania | 7 / 07 |
| zmień tryb numeryczny | 8 / 08 |

Odpowiedź urządzenia w przypadku wykrycia błędu komendy będzie zawierała kod wyjątku:

- 01 – nieznaną funkcją (ILLEGAL FUNCTION)
- 02 – niewłaściwy adres (ILLEGAL DATA ADDRESS)
- 03 – niewłaściwa zawartość pola danych (ILLEGAL DATA VALUE)
- 04 – wystąpił nieodwracalny błąd podczas przetwarzania komendy (SLAVE DEVICE FAILURE)

Komendy i odpowiedzi

Ramka komunikatu w protokole MODBUS RTU ma postać:

| Adres | Funkcja | Dane | CRC |
|--------|---------|-------------|---------|
| 1 bajt | 1 bajt | 0÷252 bajty | 2 bajty |

czyli długość ramki nigdy nie przekracza 256 bajtów. (Ewentualny kod pod-funkcji należy do pola danych.) W polu sumy kontrolnej (CRC – Cyclical Redundancy Check) najpierw nadawany jest mniej znaczący bajt. Suma kontrolna jest obliczana dla całego komunikatu.

Urządzenie nadrzędne (master) wysyła komunikaty, na które odpowiada jedynie zaadresowane urządzenie podrzędne (slave). Dopuszczalne adresy urządzeń to 1÷247. Master może też wysyłać komunikaty ogólne (z adresem 0), odbierane przez wszystkie urządzenia ale pozostające bez odpowiedzi.

Konkretna postać odpowiedzi na komunikat urządzenia nadrzędnego zależy od funkcji - jedynie w wypadku wykrycia błędu przez zaadresowane urządzenie podrzędne, odpowiedź jest ujednolicona i ma postać:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------|-------------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji z błędem | 80+kod funkcji |
| 2 | Kod wyjątku | 01, 02, 03 lub 04 |
| 3 | Młodszy bajt CRC | |
| 4 | Starszy bajt CRC | |

Postać odpowiedzi na standardowe komendy protokołu MODBUS RTU jest określona standardem (dalej w tekście podano kilka przykładów) – za wyjątkiem funkcji REPORT SLAVE ID, gdzie określana jest przez producenta urządzenia.

W przypadku modułu T1214 odpowiedź na komendę z funkcją REPORT SLAVE ID (kod 17) ma postać przedstawioną w poniżej tabeli.

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|-------------------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 11 |
| 2 | Liczba bajtów danych | 07 |
| 3 | Starszy bajt typu urządzenia | 04 |
| 4 | Młodszy bajt typu urządzenia | BE |
| 5 | Stan urządzenia (OFF/ON) | 00 lub FF |
| 6 | Starszy bajt liczby rejestrów | 02 |
| 7 | Młodszy bajt liczby rejestrów | 00 |
| 8 | Liczba wejść cyfrowych | 40 |
| 9 | Liczba wyjść cyfrowych | 40 |
| 10 | Młodszy bajt CRC | |
| 11 | Starszy bajt CRC | |

Typ urządzenia to liczba 1214. Stan urządzenia przyjmie wartość FF po włączeniu zasilania i uaktualnieniu rejestrów, odzwierciedlając pełną gotowość do pracy. Liczba rejestrów, oraz liczby wejść i wyjść cyfrowych oznaczają jedynie wartości maksymalne ograniczające zakresy adresów, które mogą być używane w odpowiednich komendach protokołu MODBUS. Rzeczywiste liczby wejść i wyjść cyfrowych oraz liczba wykorzystywanych rejestrów mogą być mniejsze od tych wartości.

Komendy z funkcją READ WRITE SETTINGS (kod 70) mają postać:

- dla pod-funkcji 0 (odczytaj nazwę urządzenia):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 00 |
| 3 | Młodszy bajt CRC | |
| 4 | Starszy bajt CRC | |

W odpowiedzi odsyłany jest łańcuch znaków:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 00 |
| 3 | Liczba bajtów danych | 05 |
| 4 | Pierwszy znak nazwy | 54 - „T” |
| 5 | Drugi znak nazwy | 31 - „1” |
| 6 | Trzeci znak nazwy | 32 - „2” |
| 7 | Czwarty znak nazwy | 31 - „1” |
| 8 | Piąty znak nazwy | 34 - „4” |
| 9 | Młodszy bajt CRC | |
| 10 | Starszy bajt CRC | |

- dla pod-funkcji 4 (ustaw adres):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 04 |
| 3 | Ustawiany adres | 01 do F7 |
| 4 | Młodszy bajt CRC | |
| 5 | Starszy bajt CRC | |

W odpowiedzi odsyłane jest potwierdzenie z dotychczasowym adresem, czyli ramka identyczna z ramką komendy. Kolejne komunikaty będą przyjmowane tylko z nowym adresem. Adres może przyjmować wartości od 1 do 247. Ustawienie fabryczne adresu koncentratora to 81 (51 hex).

- dla pod-funkcji 5 (odczytaj ustawienia komunikacyjne):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 05 |
| 3 | Młodszy bajt CRC | |
| 4 | Starszy bajt CRC | |

W odpowiedzi odsyłane są kody szybkości, trybu komunikacji i wielkości opóźnień:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|-----------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 05 |
| 3 | Kontrola parzystości | 00 do 02 |
| 4 | Szybkość komunikacji | 00 do 07 |
| 5 | Opóźnienie odpowiedzi | 00 do 07 |
| 6 | Tryb komunikacji | 00 do 0F |
| 7 | Młodszy bajt CRC | |
| 8 | Starszy bajt CRC | |

gdzie sposób kontroli parzystości może być wybrany jako:

- 0 – kontrola parzystości – uzupełnianie do parzystej (even)
- 1 – kontrola parzystości – uzupełnianie do nieparzystej (odd)
- 2 – brak kontroli parzystości (dwa bity stopu)
- 3 - brak kontroli parzystości (przy odbiorze akceptowany jeden lub dwa bity stopu, wysłane zawsze dwa bity stopu)

parametr szybkości komunikacji określa jedną z wartości:

- 0 – 1200 bod
- 1 – 2400 bod
- 2 – 4800 bod
- 3 – 9600 bod
- 4 – 19200 bod (ustawienie fabryczne)
- 5 – 38400 bod
- 6 – 57600 bod
- 7 – 115200 bod

a parametrowi dodatkowego opóźnienia odpowiedzi odpowiada jedna z wartości:

- 0 – 0 (ustawienie fabryczne)
- 1 – 1 ms
- 2 – 2 ms
- 3 – 5 ms
- 4 – 10 ms
- 5 – 20 ms
- 6 – 50 ms
- 7 – 100 ms

Tryb komunikacji oznacza sposób realizacji kontroli ciągłości komunikatów i stwierdzenia zakończenia wiadomości:

- 0 – ściśle według protokołu MODBUS (ustawienie fabryczne)
- 1 – do kontroli wykorzystywany jest jedynie okres 3.5 znaku
- 2...31 - do kontroli wykorzystywana jest wielokrotność 3.5 znaku

- dla pod-funkcji 6 (zapisz ustawienia komunikacyjne):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|-----------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 06 |
| 3 | Kontrola parzystości | 00 do 03 |
| 4 | Szybkość komunikacji | 00 do 07 |
| 5 | Opóźnienie odpowiedzi | 00 do 07 |
| 6 | Tryb komunikacji | 00 do 1F |
| 7 | Młodszy bajt CRC | |
| 8 | Starszy bajt CRC | |

W odpowiedzi odsyłana jest ramka identyczna z ramką komendy. Dotychczasowe ustawienia komunikacji (parzystość, prędkość, tryb i opóźnienie) zostaną zmienione dopiero po odesłaniu odpowiedzi. Nowe parametry komunikacyjne zostaną zapisane w pamięci nieulotnej (bez zakłócania procesu komunikacji).

- dla pod-funkcji 7 (odczytaj wersję oprogramowania):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 07 |
| 3 | Młodszy bajt CRC | |
| 4 | Starszy bajt CRC | |

W odpowiedzi odsyłany jest łańcuch znaków określający wersję w formacie „n.nn”, np. „1.00”:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 07 |
| 3 | Liczba bajtów danych | 04 |
| 4 | Pierwszy znak nazwy | np. 31 („1”) |
| 5 | Drugi znak nazwy | 2E („.”) |
| 6 | Trzeci znak nazwy | np. 30 („0”) |
| 7 | Czwarty znak nazwy | np. 30 („0”) |
| 8 | Młodszy bajt CRC | |
| 9 | Starszy bajt CRC | |

- dla pod-funkcji 8 (ustaw tryb numeryczny):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------------|---------------|
| 0 | Adres | 01 do F7 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 08 |
| 3 | Big endian / little endian | 00 lub FF |
| 4 | Młodszy bajt CRC | |
| 5 | Starszy bajt CRC | |

Urządzenie odpowiada identyczną ramką, potwierdzając dokonanie zmiany sposobu przesyłania liczb zajmujących więcej niż jeden rejestr (little endian lub big endian). Ustawienie fabryczne odpowiada formatowi stosowanemu np. w sterownikach Siemens (big endian, tzn. starszy rejestr jest przesyłany pierwszy), który jest różny od wprowadzonego przez Modicon i dlatego czasem nazywany odwróconym (np. inverse float lub inverse long, odpowiednio dla liczb zmiennoprzecinkowych i dużych liczb całkowitych zajmujących więcej niż jeden rejestr).

Po zmianie adresu, trybu numerycznego lub parametrów komunikacji, urządzenie zapisze nowe ustawienia do pamięci nieulotnej. Proces zapisu nie koliduje z komunikacją.

Urządzenie interpretuje i wykonuje ramki typu BROADCAST (z adresem zero) nie wysyłając na nie odpowiedzi. Możliwe jest więc np. grupowe ustawianie parametrów komunikacji. Natomiast, ze względów bezpieczeństwa, próba ustawienia adresu urządzenia taką ramką nie będzie miała żadnego efektu.

Ponieważ protokół MODBUS wprowadza ograniczenie na długość ramki komunikatu (256 bajtów razem z bajtem adresu i dwoma bajtami sumy kontrolnej CRC), liczba rejestrów, która może być odczytana lub zapisana jednym komunikatem, również jest ograniczona. Maksymalna wielkość odczytywanego bloku wynosi 125 rejestrów, zapisywanego – 123

rejstry, a podczas jednoczesnego odczytu i zapisu rejestrów sumaryczna liczba rejestrów jest ograniczona do 121.

Przykłady typowych komend i odpowiedzi:

Przykład 1 - odczyt statusu urządzenia (funkcja 07):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 07 |
| 2 | Młodszy bajt CRC | 7D |
| 3 | Starszy bajt CRC | E2 |

odpowieź:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 07 |
| 2 | Bajt statusu | 00 |
| 6 | Młodszy bajt CRC | 22 |
| 7 | Starszy bajt CRC | 21 |

Przykład 2 - odczyt zawartości rejestru wejściowego 4002 (funkcja 04):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 04 |
| 2 | Początkowy adres rejestrów | 00 |
| 3 | (młodszy bajt) | 01 |
| 4 | Liczba rejestrów | 00 |
| 5 | (młodszy bajt) | 01 |
| 6 | Młodszy bajt CRC | 6C |
| 7 | Starszy bajt CRC | 5A |

odpowieź:

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|-----------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 04 |
| 2 | Liczba bajtów danych | 00 |
| 3 | Starszy bajt rejestru | 00 |
| 5 | Młodszy bajt rejestru | 00 |
| 6 | Młodszy bajt CRC | 79 |
| 7 | Starszy bajt CRC | 3C |

Przykład 3 - zapis kodu odblokowującego do rejestru konfiguracyjnego blokady zapisu 32010 (funkcja 6):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 06 |
| 2 | Adres rejestru (starszy bajt) | 07 |
| 3 | (młodszy bajt) | D9 |
| 4 | Wartość wpisywana (starszy bajt) | 55 |
| 5 | (młodszy bajt) | 31 |
| 6 | Młodszy bajt CRC | AB |
| 7 | Starszy bajt CRC | 91 |

w odpowiedzi odsyłana jest identyczna ramka.

Przykład 4 - zapis nowego adresu urządzenia (82 czyli 52hex) do rejestru konfiguracyjnego 32006 (funkcja 6):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------------------|---------------|
| 0 | Adres urządzenia | 51 |
| 1 | Kod funkcji | 06 |
| 2 | Adres rejestru (starszy bajt) | 07 |
| 3 | (młodszy bajt) | D5 |
| 4 | Wartość wpisywana (starszy bajt) | 00 |
| 5 | (młodszy bajt) | 52 |
| 6 | Młodszy bajt CRC | 44 |
| 7 | Starszy bajt CRC | EB |

w odpowiedzi odsyłana jest identyczna ramka – adres urządzenia zmieniany jest dopiero po jej odesłaniu.

Przykład 5 – zmiana parametrów komunikacji komunikatem rozgłoszeniowym – do wszystkich podłączonych urządzeń (funkcja 70 z podfunkcją 6):

| Nr bajtu | Opis | Wartość (hex) |
|----------|----------------------------------|---------------|
| 0 | Adres | 00 |
| 1 | Kod funkcji | 46 |
| 2 | Kod pod-funkcji | 06 |
| 3 | Kontrola parzystości (tak, even) | 00 |
| 4 | Szybkość komunikacji (19200 bod) | 04 |
| 5 | Opóźnienie odpowiedzi (brak) | 00 |
| 6 | Tryb komunikacji (podstawowy) | 00 |
| 7 | Młodszy bajt CRC | 9C |
| 8 | Starszy bajt CRC | A2 |

Na komunikat w trybie rozgłoszeniowym nie jest odsyłana żadna odpowiedź.

Organizacja rejestrów

W T1214 przyjęto model danych, w którym przestrzeń rejestrów wejściowych (Input Registers) pokrywa się z obszarem rejestrów wyjściowych ('pamiętających', Holding Registers), tzn. użycie komend odczytu, READ INPUT REGISTERS (03) i READ HOLDING REGISTERS (04), ma ten sam skutek przy użyciu tych samych adresów (wartości pola początkowego adresu rejestrów w komendzie – zgodnie ze standardem, elementy bloku danych numerowane są od 1, ale odpowiadające im adresy w komunikatach przyjmują wartości od 0). Innymi słowy, w aplikacjach, gdzie przyjęto osobno numerować rejestry wejściowe i wyjściowe, rejestr wejściowy 30001 i rejestr wyjściowy 40001, stanowią ten sam rejestr, reprezentowany adresem 0 w komendach odczytu o kodach funkcji, odpowiednio, 03 i 04.

Dostępnych jest 512 rejestrów danych tworzących ciągły obszar (adresy 30001÷30512 lub 40001÷40512), ale tylko część z nich jest wykorzystywana podczas pracy urządzenia. Ostatnie 12 rejestrów danych oddano do dyspozycji użytkownika – ich zawartość jest przechowywana w pamięci nieulotnej. Można je wykorzystać np. do zapisu tekstu – zmieszczą się np. 24 znaki ASCII.

Zapis do rejestrów aktualizowanych przez koncentrator jest możliwy, ale wpisane wartości zostaną nadpisane przy następnej aktualizacji.

Dziesięć rejestrów konfiguracyjnych (adresy 32001÷32010, lub 42001÷42010) umożliwia osiągnięcie tych samych celów, na które pozwala użycie funkcji specjalnej READ WRITE SETTINGS (kod 70), ale przy wykorzystaniu standardowych funkcji odczytu i zapisu rejestrów.

Obszary wejść i wyjść cyfrowych (niewykorzystywane w tej wersji urządzenia) są rozłączne i nie pokrywają się też z obszarem rejestrów.

Rejestry danych

Pierwszy rejestr zawiera status połączeń z przetwornikami (szczegółowy opis umieszczono po tabeli rejestrów).

Dane otrzymane z cyklicznie odczytywanych kanałów pomiarowych są umieszczane w rejestrach od drugiego do trzydziestego trzeciego (po cztery rejestry na kanał pomiarowy) i zawierają, oprócz wyniku pomiaru w postaci liczby zmiennoprzecinkowej w jednostkach naturalnych (2 rejestry) i 16-bitowej liczby całkowitej znormalizowanej do zakresu pomiarowego (jeden rejestr), także status kanału pomiarowego (kolejny rejestr) określający typ przetwornika, jego bieżący status oraz określenie jednostek w jakich wyrażany jest wynik pomiaru.

Sugerowany sposób odczytu kompletu danych z przetworników:

- 1) Odczyt statusu koncentratora - funkcja READ EXCEPTION STATUS (07), lub odczyt rejestru statusu (30070 lub 40070 - funkcja 3 lub 4, odpowiednio).
- 2) Jeśli status≠0 – sprawdzenie przyczyny i aktywowanie alarmu lub powrót do punktu 1 w oczekiwaniu na zakończenie inicjalizacji.
- 3) Jeśli status=0:
 - a) odczyt kompletu danych – funkcja READ INPUT REGISTERS (03) lub READ HOLDING REGISTERS (04) z zakresem rejestrów od pierwszego do 1+4×liczba (kolejno) podłączonych przetworników;
 - b) sprawdzenie statusu połączeń z przetwornikami (pierwszy rejestr) w celu określenia aktualności danych i prawidłowości połączeń z przetwornikami;
 - c) podjęcie decyzji o akceptacji danych lub aktywacji alarmu uwzględniając statusy poszczególnych kanałów pomiarowych.

Możliwy jest oczywiście inny, adekwatny do aplikacji, sposób odczytu danych.

Mapa wykorzystywanych rejestrów danych (nr rejestru z bloku 30000 lub 40000):

(przy założeniu formatu Big Endian dla liczb rzeczywistych)

| Nr rejestru | R - do odczytu W - do zapisu | Opis | Format |
|-------------|---------------------------------|---|------------------|
| 1 | R | Status połączeń z przetwornikami | (*) |
| 2 | R | Wynik pomiaru w kanale 1 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 3 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 4 | R | Wynik pomiaru w kanale 1 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 5 | R | Status kanału pomiarowego nr 1 | (**) |
| 6 | R | Wynik pomiaru w kanale 2 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 7 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 8 | R | Wynik pomiaru w kanale 2 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 9 | R | Status kanału pomiarowego nr 2 | (**) |
| 10 | R | Wynik pomiaru w kanale 3 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 11 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 12 | R | Wynik pomiaru w kanale 3 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 13 | R | Status kanału pomiarowego nr 3 | (**) |
| 14 | R | Wynik pomiaru w kanale 4 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 15 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 16 | R | Wynik pomiaru w kanale 4 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 17 | R | Status kanału pomiarowego nr 4 | (**) |
| 18 | R | Wynik pomiaru w kanale 5 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 19 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 20 | R | Wynik pomiaru w kanale 5 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 21 | R | Status kanału pomiarowego nr 5 | (**) |
| 22 | R | Wynik pomiaru w kanale 6 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 23 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 24 | R | Wynik pomiaru w kanale 6 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 25 | R | Status kanału pomiarowego nr 6 | (**) |
| 26 | R | Wynik pomiaru w kanale 7 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 27 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 28 | R | Wynik pomiaru w kanale 7 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 29 | R | Status kanału pomiarowego nr 7 | (**) |
| 30 | R | Wynik pomiaru w kanale 8 w jednostkach naturalnych | IEEE 754 |
| 31 | | - dwa starsze bajty - dwa młodsze bajty | |
| 32 | R | Wynik pomiaru w kanale 8 – liczba całkowita znormalizowana do zakresu pomiarowego | liczba całkowita |
| 33 | R | Status kanału pomiarowego nr 8 | (**) |

| Nr rejestru | R - do odczytu W - do zapisu | Opis | Format |
|-------------|---------------------------------|--|---------|
| 70 | | Status urządzenia | (***) |
| ... | | | |
| 497 | R | Rejestr diagnostyczny (liczba dni aktywności urządzenia) | 16-bit |
| 498 | R | Rejestr diagnostyczny (godziny i minuty okresu aktywności urządzenia w, odpowiednio, starszym i młodszym bajcie) | 2 bajty |
| 499 | R | Rejestr diagnostyczny (starszy bajt – sekundy okresu aktywności urządzenia) | 1 bajt |
| 500 | R/W | Rejestr diagnostyczny (liczba błędów komunikacji z czujnikami). Zapis powoduje wyzerowanie licznika. | 16-bit |
| 501 | R/W | Rejestry przechowywane w pamięci nieulotnej. Do dyspozycji użytkownika ¹ . | |
| ... | | | |
| 512 | | | |

¹ Kopiowanie do pamięci nieulotnej odbywa się po każdym zapisie do tej grupy rejestrów. Ponieważ proces kopiowania zajmuje pewien czas, zbyt szybko następujące po sobie próby zapisu mogą kolidować z tym procesem. W takim wypadku urządzenie odpowie z kodem wyjątku 04 oznaczającym zakłócenie procesu kopiowania. Najlepszym sposobem zapisu do tej grupy rejestrów jest użycie funkcji zapisu wielu rejestrów (kod 16) w celu zapisania całej informacji jednorazowo lub odczekanie z nowym poleceniem zapisu przynajmniej 300ms po poprzednim takim poleceniu. Możliwe jest też odpytywanie urządzenia o status komendą 07 (READ EXCEPTION STATUS) - bit 5 statusu sygnalizuje stan zajętości. Dowolne inne polecenia, w tym polecenia zapisu do innych rejestrów, nie kolidują z procesem kopiowania, który odbywa się asynchronicznie do komunikacji.

UWAGA: liczba możliwych operacji zapisu do pamięci nieulotnej jest bardzo duża ale skończona – nie należy więc tej pamięci wykorzystywać do przechowywania często zmienianych danych.

Zawartość rejestrów statusu:

- status połączeń z przetwornikami (*):

- starszy bajt:

bit 0 – kanał pierwszy – wynik aktualny
bit 1 – kanał drugi – wynik aktualny
bit 2 – kanał trzeci – wynik aktualny
bit 3 – kanał czwarty – wynik aktualny
bit 4 – kanał piąty – wynik aktualny
bit 5 – kanał szósty – wynik aktualny
bit 6 – kanał siódmy – wynik aktualny
bit 7 – kanał ósmy – wynik aktualny

- młodszy bajt:

bit 0 – kanał pierwszy aktywny
bit 1 – kanał drugi aktywny
bit 2 – kanał trzeci aktywny
bit 3 – kanał czwarty aktywny
bit 4 – kanał piąty aktywny
bit 5 – kanał szósty aktywny
bit 6 – kanał siódmy aktywny
bit 7 – kanał ósmy aktywny

- status odpowiedniego kanału pomiarowego (**):

- starszy bajt:

bit 0 – faza kalibracji (do użytku producenta)
bit 1 – kanał nieaktywny (zanegowany bit statusu połączeń)
bit 2 – uszkodzenie czujnika
bit 3 – uszkodzenie wewnętrznej pamięci nieulotnej
bit 4 – błąd wewnętrzny – uszkodzenie wejścia pomiarowego
bit 5 – odnowienie średniej w filtrze (szybka zmiana sygnału)
bit 6 – błąd pomiaru (silne zakłócenie)
bit 7 – wynik poza zakresem pomiarowym

Bity 5 i 6 dotyczą konfiguracji z inteligentnym filtrem (ustawione progi szybkiej zmiany sygnału i poziomu zakłóceń przypadkowych).

- młodszy bajt:

bity 0÷3 – typ przetwornika (2 - T1249i, 5 - T1239i)
bity 4÷7 – jednostka (0 – niemianowana, 1 – V, 2 – mV, 3 – A,
4 - mA, 5 – Ω, 6 – kΩ, 7 – K, 8 - °C, 9 - %, 10 – kg)

- status urządzenia (***)

- starszy bajt: 0

- młodszy bajt:

bit 0 – faza inicjalizacji (od włączenia zasilania do gotowości)
bit 1 – faza poszukiwania aktywnych kanałów pomiarowych
bit 2 – 0
bit 3 – uszkodzenie kanału pomiarowego (jednego lub wielu)
bit 4 – uszkodzenie wewnętrzne koncentratora
bit 5 – urządzenie zajęte przetwarzaniem komendy programowania
bit 6 – faza kalibracji/konfiguracji (do użytku producenta)
bit 7 – uszkodzenie pamięci nieulotnej, ustawienia fabryczne

Młodszy bajt statusu urządzenia jest dostępny również w odpowiedzi na komendę z funkcją READ EXCEPTION STATUS (7).

Rejestry konfiguracyjne

Rejestry konfiguracyjne umożliwiają alternatywny, w stosunku do funkcji READ WRITE SETTINGS (kod 70), dostęp do opisu urządzenia i ustawień komunikacyjnych. Rejestry te zajmują pokrywające się obszary adresów 32001÷32010, 42001÷42010 dostępne z pomocą funkcji 3, 4, 6, 16 i 23, t.j. wszystkich funkcji umożliwiających odczyt lub zapis rejestrów.

Ze względów bezpieczeństwa w jednej operacji można zapisać tylko pojedynczy rejestr. Dodatkowo, należy uprzednio zapisać do rejestru o numerze 2010 kod odblokowujący, którym jest liczba szesnastkowa 5531 (dziesiętne odpowiedniki starszego i młodsze bajtu to 85 i 49, co odpowiada znakom ASCII „U” i „1”). Po zmianie parametrów konfiguracyjnych wskazana jest zmiana zawartości rejestru blokady zapisu (np. przez wyzerowanie).

Parametry komunikacyjne mogą być zmieniane w trybie rozgłoszeniowym (broadcast), czyli komendami z adresem zero. Pozwala to na równoczesne konfigurowanie wszystkich podobnych urządzeń w sieci. Zmienione parametry zostaną zapisane w pamięci nieulotnej. Proces zapisu jest asynchroniczny do komunikacji i z nią nie koliduje.

| Nr rejestru | R - do odczytu, W - do zapisu | Opis |
|-------------|----------------------------------|---|
| 2001 | R | Pierwsze dwa znaki nazwy urządzenia |
| 2002 | R | Kolejne dwa znaki nazwy urządzenia |
| 2003 | R | Ostatni znak nazwy urządzenia (starszy bajt, młodszy równy 0) |
| 2004 | R | Pierwsze dwa znaki wersji oprogramowania |
| 2005 | R | Kolejne dwa znaki wersji oprogramowania |
| 2006 | R/W | Adres urządzenia (starszy bajt równy 0) |
| 2007 | R/W | Kontrola parzystości (starszy bajt) i szybkość komunikacji |
| 2008 | R/W | Opóźnienie odpowiedzi (starszy bajt) i tryb komunikacji |
| 2009 | R/W | Tryb numeryczny (starszy bajt równy 0) |
| 2010 | R/W | Rejestr blokady zapisu |

Parametry dostępne w rejestrach konfiguracyjnych są kodowane identycznie jak w wypadku funkcji READ WRITE SETTINGS (kod 70).

Dodatkowe dwa rejestry (32011 i 32012 lub 42011 i 42012) udostępniają liczniki błędów komunikacji (otrzymanych komunikatów z błędną sumą CRC) i wyjątków (odesłanych komunikatów o błędzie). Próba zapisu do jednego z tych rejestrów spowoduje wyzerowanie odpowiadającego mu licznika (jeśli rejestr 2010 zawiera prawidłowy kod odblokowujący).

| Nr rejestru | R - do odczytu, W - do zapisu | Opis |
|-------------|----------------------------------|--|
| 2011 | R | Licznik błędów (Bus Communication Error Count) |
| 2012 | R | Licznik wyjątków (Bus Exception Error Count) |

CCIBA sp.j.
54-616 Wrocław, ul. Tarnopolska 10
tel/fax 71 7954080
www.cciba.pl