ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997
Seria: INFORMATYKA z. 32 Nr kol. 1356

Wojciech MIELCZAREK, Ryszard PAWŁOWSKI
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

SYSTEM LICZNIKÓW IMPULSÓW OPARTY NA ŁĄCZU RS-485 I PROTOKOLE ADVANTECH

Streszczenie. W publikacji przedstawiono rozproszony system akwizycji danych oparty na magistrali RS-485, złożony z 8-kanałowych liczników impulsów pracujących jako stacje podrzędne i komputera PC (stacja nadrzędna) sterującego systemem. Komunikacja w systemie odbywa się zgodnie z protokołem Advantech, który wykorzystuje regułę master-slave dostępu do łącza i szeregową, asynchroniczną transmisję znakową realizowaną w trybie półdupleksowym.

DATA ACQUISITION SYSTEM OF EVENT COUNTERS BASED ON RS-485 BUS AND ADVANTECH PROTOCOL

Summary. In the paper a distributed data acquisition system based on the RS-485 bus and Advantech protocol is presented. The system consists of 8-channel digital counters, that work as slave stations, and a PC as a master. The serial, asynchronous character transmission was used in the halfduplex mode was used.

1. Wprowadzenie

Szeregowe łącza komunikacyjne stały się kluczowe dla rozwoju rozproszonych systemów pomiarowych i kontrolnych mających podstawowe znaczenie w automatyzacji procesów wytwórczych oraz wielu innych zastosowaniach (medycynie, transporcie, budownictwie, badaniach naukowych). Szczególnego znaczenia nabrały przy tym sieci polowe bezpośrednio łączące urządzenia pomiarowo-kontrolne (dalej będziemy również używać określenia "urządzenia polowe") wykorzystywane do akwizycji danych i sterowania konkretnym, wydzielonym procesem. Wiele funkcji, tradycyjnie wykonywanych na wyższych poziomach hierarchicznego systemu sterowania, zostało obecnie przeniesionych niżej do urządzeń

polowych. Pozwala to na ograniczenie zadań wyższych poziomów systemu jedynie do funkcji nadzorczych, ale jednocześnie oznacza konieczność wyposażenia systemów polowych w dużą "inteligencję".

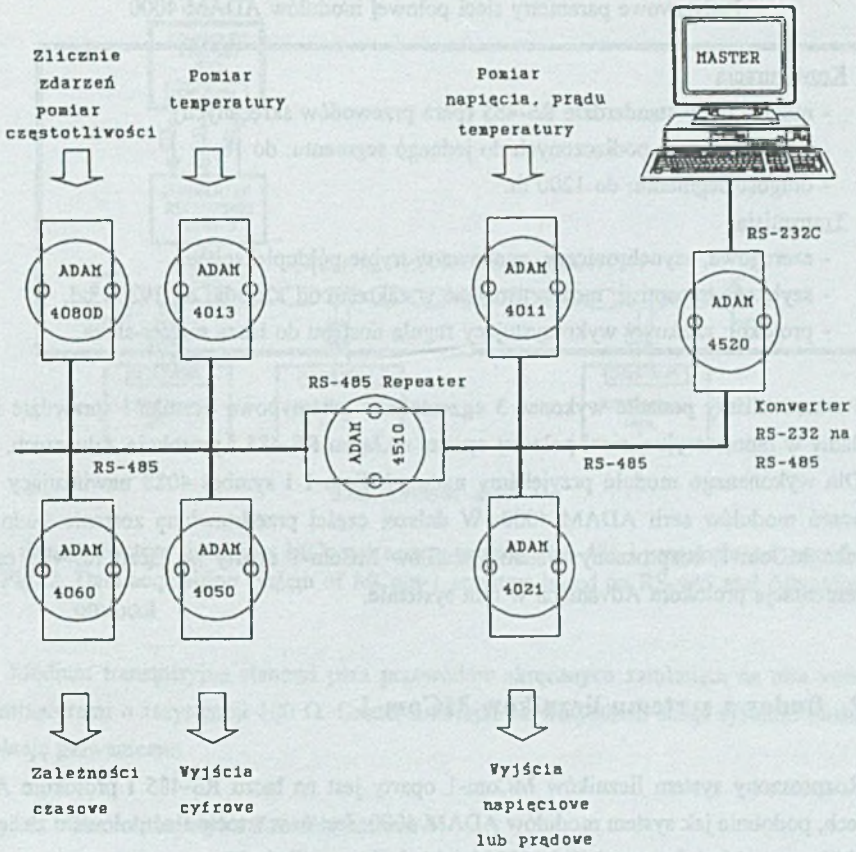
Sieciom polowym stawia się wysokie wymagania. Przede wszystkim ich operacje muszą być ograniczone czasowo, co wynika z wymagań sterowania w czasie rzeczywistym oraz monitoringu. Protokół komunikacyjny sieci polowej musi zapewnić transakcje cykliczne oraz aperiodyczne (sterowane zdarzeniami). Dołączanie i usuwanie urządzeń nie może zmieniać parametrów krytycznych, a ewentualne uszkodzenie urządzenia nie może zakłócać pracy sieci. Sieć polowa musi zapewniać ponadto wysoką jakość transferu informacji, a jakiekolwiek błędy muszą być wykrywane i raportowane.

Szerokie zapotrzebowanie na sieci polowe spowodowało powstanie wielu rozwiązań firmowych. Niektóre z nich, wspierane przez krajowe komitety normalizacyjne, stały się powszechnie uznanymi standardami krajowymi (np. sieć Profibus w Niemczech lub FIP we Francji). Nie zakończone są prace nad długo oczekiwanym standardem IEC FIELD-BUS (IEC DIS 1158) [3]. Wśród rozwiązań firmowych zwraca uwagę sieć polowa modułów ADAM (Advantech Data Acqusition Modules) serii 4000 firmy Advantech [1,2].

Moduły ADAM 4000 są w istocie inteligentnymi przetwornikami stanowiącymi "interfejs" pomiędzy czujnikiem pomiarowym a komputerem, zaprojektowanymi do pracy w sieci polowej opartej na magistrali RS-485 i prostym protokole znakowym wykorzystującym regułę master-slave dostępu do łącza (dalej nazywanym "protokołem Advantech"). Większość modułów może wykonywać różne funkcje, a konfigurowanie modułu do wykonania określonego pomiaru oraz wybór parametrów odbywa się zdalnie. Urządzenia oraz łącze komunikacyjne zostały dobrze zabezpieczone przed zakłóceniami zarówno od strony logicznej, jak i fizycznej. W zestawie ADAM 4000 znajdują się różnorodne moduły wejść i wyjść analogowych, wejść i wyjść cyfrowych, liczniki, moduły czasowe oraz komunikacyjne (konwertery łącz i regeneratory sygnałów). Na rys.1 przedstawiono system akwizycji danych oparty na modułach ADAM serii 4000, a w tabeli 1 podstawowe parametry sieci polowej modułów ADAM 4000.

Duży zestaw modułów, łatwość zasilania (napięcie niestabilizowane 10V do 30 V), prostota monatażu (zaczepy do szyny NS35), niezawodność, wygodne podłączenie do magistrali, a także rozsądna cena i dostępność sprawiły, że system modułów ADAM jest coraz bardziej popularny - również w naszym Kraju.

Mimo różnorodnego asortymentu modułów w zestawie ADAM 4000 można znaleźć pewne luki. Dotyczy to przede wszystkim zliczania impulsów, którą to operację wykonuje tylko moduł ADAM 4080D. Moduł ten zawiera dwa, izolowane galwanicznie kanały licznikowe wyposażone w 32-bitowe liczniki binarne oraz 5-cyfrowy wyświetlacz LED, na który wyprowadzany jest stan wybranego licznika w kodzie szesnastkowym. Często jednak



Rys. 1. System akwizycji danych oparty na modułach ADAM 4000
Fig. 1. Data acquisition system based on ADAM 4000 modules

występuje potrzeba zliczania impulsów z większej liczby kanałów, na przykład z ośmiu, co wymaga zastosowania 4 modułów ADAM 4080D. Takie rozwiązanie jest kosztowne, a ponadto ogranicza liczbę urządzeń możliwych do podłączenia do segmentu. Z tego względu zdecydowaliśmy się na zaprojektowanie 8-kanałowego licznika o następujących właściwościach:

- funkcja urządzenia: zliczanie impulsów w ośmiu izolowanych galwanicznie kanałach,
- sterowanie: lokalne z klawiatury umieszczonej na pulpicie modułu lub zdalne, rozkazami identycznymi jak rozkazy modułu ADAM 4080D,
- łącze systemowe: RS-485,
- protokół komunikacyjny: Advantech.

Tabela 1

Podstawowe parametry sieci polowej modułów ADAM 4000

Konfiguracja
- magistrala w standardzie RS-485 (para przewodów skręcanych),
- liczba urządzeń podłączonych do jednego segmentu: do 16,
- długość segmentu: do 1200 m.
Transmisja
- szeregowa, asynchroniczna, znakowa w trybie półdupleksowym,
- szybkość transmisji: można ustawiać w zakresie od 1200 bd do 19200 bd,
- protokół: znakowy wykorzystujący regułę dostępu do łącza master-slave.

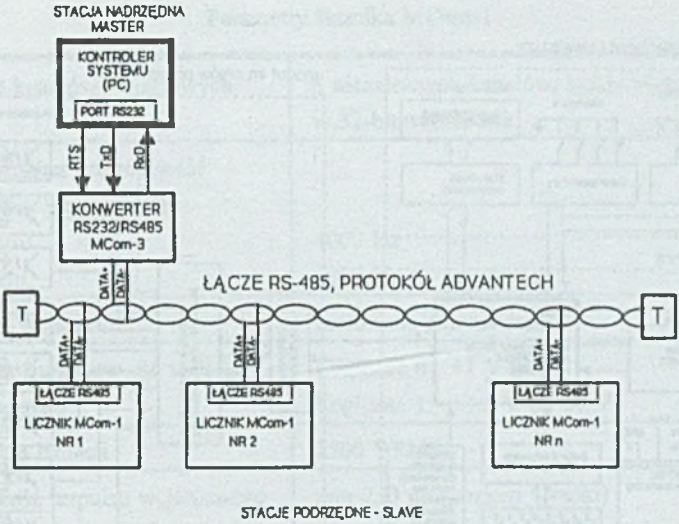
Postanowiliśmy ponadto wykonać 3 egzemplarze prototypowe licznika i sprawdzić ich działanie w laboratoryjnej sieci polowej opartej na łączu RS-485 i protokole Advantech.

Dla wykonanego modułu przyjęliśmy nazwę MCom-1 i symbol 4088 nawiązujący do oznaczeń modułów serii ADAM 4000. W dalszej części przedstawiona zostanie budowa licznika MCom-1, rozproszony system liczników MCom-1 oparty na łączu RS-485 oraz implementacja protokołu Advantech w tym systemie.

2. Budowa systemu liczników MCom-1

Rozproszony system liczników MCom-1 oparty jest na łączu RS-485 i protokole Advantech, podobnie jak system modułów ADAM 4000. Jest to w istocie sieć polowa o zasięgu do 1200 m, szybkości transmisji do 19200 bd i liczbie stacji do 32.

Kontrolerem systemu jest komputer PC wykorzystujący do komunikacji port szeregowy RS-232 i konwerter RS-232<->RS-485 oznaczony symbolem MCom-3. Komputer pełni rolę stacji nadrzędnej (master), co z punktu widzenia komunikacji oznacza, że steruje on dostępem do łącza pozostałych urządzeń systemu, które jako stacje podrzędne (slave) nie mogą samodzielnie zająć łącza, a odpowiadają jedynie na zdalne zapytania mastera (tzw. reguła master-slave dostępu do łącza). Stacje slave są 8-kanałowymi licznikami impulsów, wyposażonymi w kontroler protokołu Advantech i interfejs RS-485. Komunikaty (rozkazy i odpowiedzi) transmitowane są w postaci ramek zawierających ciągi znaków ASCII. Znaki przesyłane są w formacie: 8 bitów pola danych, brak kontroli parzystości oraz 1 bit stopu. Na rys.2 przedstawiono strukturę systemu akwizycji danych z liczników MCom-1.



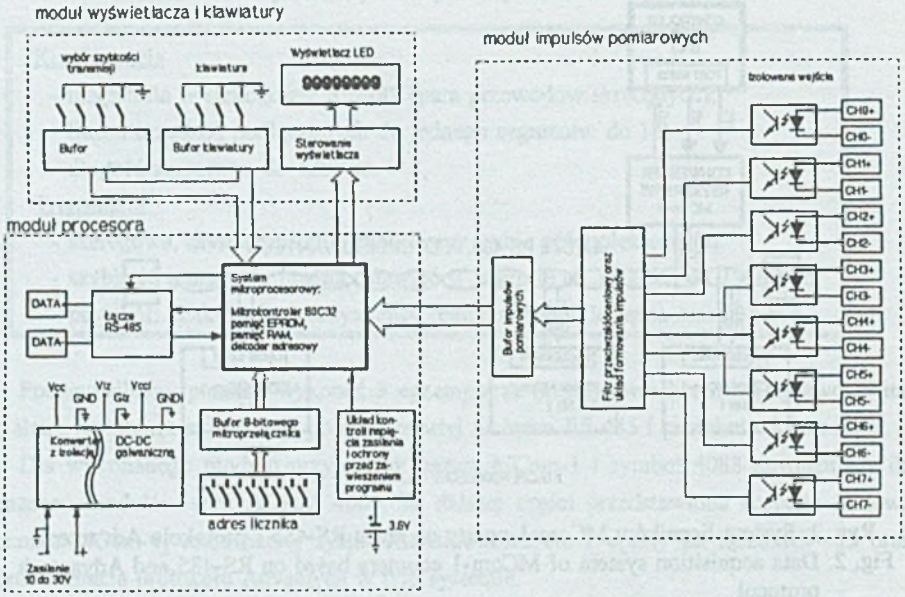
Rys. 2. System liczników MCom-1 oparty na łączu RS-485 i protokole Advantech
Fig. 2. Data acquisition system of MCom-1 counters based on RS-485 and Advantech protocol

Medium transmisyjne stanowi para przewodów skręcanych zamknięta na obu końcach terminatorami o rezystancji 100 Ω. Części interfejsowe wszystkich stacji systemu posiadają izolację galwaniczną.

2.1. Charakterystyka licznika MCom-1

Licznik MCom-1 przeznaczony jest do zliczania zdarzeń reprezentowanych impulsami elektrycznymi w ośmiu, izolowanych galwanicznie kanałach wejściowych. Każdy kanał zawiera 32-bitowy, programowalny licznik binarny. Urządzenie może pracować lokalnie lub w systemie rozproszonym opartym na łączu RS-485 i protokole Advantech. Przy pracy lokalnej obsługa licznika odbywa się za pośrednictwem czterech klawiszy, umieszczonych na płycie czołowej oraz 8-cyfrowego wyświetlacza LED. Przy pracy zdalnej licznik komunikuje się z kontrolerem system za pośrednictwem łącza RS-485. Zestaw rozkazów zdalnych licznika jest obszernym podzbiorem listy rozkazów modułu ADAM-4080D uzupełnionym o kilka specyficznych poleceń.

Na rys.3 przedstawiono funkcjonalny schemat blokowy licznika MCom-1. Urządzenie oparte jest na mikrokontrolerze 80C32 rodziny INTEL MCS-51 i składa się z trzech modułów wewnętrznych: modułu procesora, modułu wejść impulsów pomiarowych oraz modułu wyświetlacza i klawiatury.



Rys. 3. Funkcjonalny schemat blokowy licznika MCom-1
Fig. 3. Functional block diagram of the MCom-1 counter

Impulsy pomiarowe, po uformowaniu w module wejść impulsów, przekazywane są do procesora, gdzie podlegają zliczeniu w ośmiu 32-bitowych licznikach realizowanych programowo (oddzielny licznik dla każdego kanału wejściowego). Stan wybranego licznika może być wyprowadzony na wyświetlacz LED, gdzie wyświetlany jest w kodzie heksadecymalnym. Urządzenie wyposażono w układ kontroli zasilania i zabezpieczenie przed "zawieszeniem" programu (tzw. watchdog). Funkcję awaryjnego zasilania pełni akumulator 3,6V/60mAh, który zapewnia podtrzymanie danych w pamięci licznika przez około 50 godzin. Wszystkie przekłamane dane są automatycznie zerowane, natomiast dane poprawne nie zmieniają swojej wartości. Kontroli poprawności przechowania danych w pamięci RAM podczas awarii zasilania podlegają zawartości liczników i ich pojemności, osobno w każdym kanale. Dodatkowo chronionych jest kilka ważnych zmiennych stanu licznika. Ochronę danych oparto na sumie kontrolnej LRC, która w przypadku zawartości liczników wyliczana jest po każdym impulsie, a w przypadku zmiennych stanu bezpośrednio po wykryciu spadku napięcia zasilania. Po ponownym pojawieniu się zasilania następuje wyliczenie LRC dla wymienionych zmiennych i porównanie z LRC zapamiętanym.

W tabeli 2 przedstawiono podstawowe parametry licznika MCom-1.

Tabela 2

Parametry licznika MCom-1

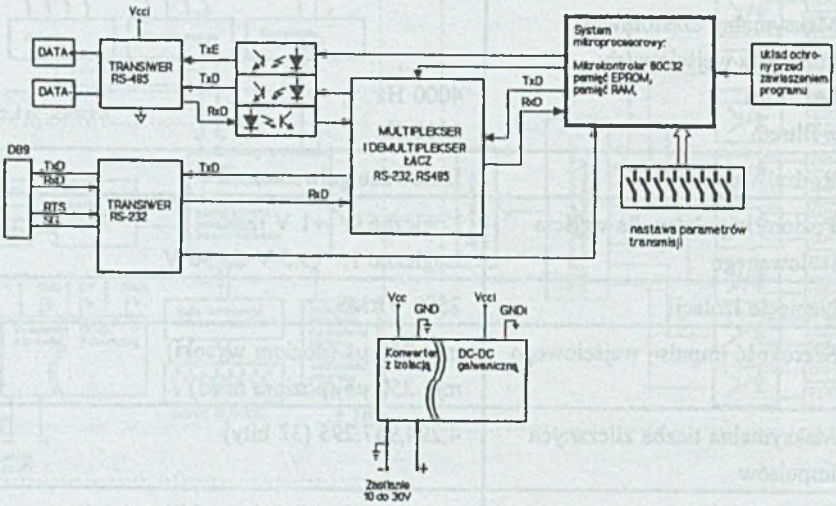
Liczba kanałów wejściowych	8 niezależnych kanałów, każdy wyposażony w 32-bitowy licznik
Maksymalna częstotliwość impulsów wejściowych: bez filtru z filtrem	 4000 Hz 1000 Hz
Rodzaj wejścia	Izolowane galwanicznie
Poziom impulsów dla wejścia izolowanego	Logiczne 0: +1 V max Logiczne 1: +3.5 V do 30 V
Napięcie izolacji	2500 VRMS
Szerokość impulsu wejściowego	min 250 μs (poziom wysoki) min 250 μs (poziom niski)
Maksymalna liczba zliczanych impulsów	4,294,967,295 (32 bity)
Zasilanie	+10 do +30 V DC (niestabilizowane)
Pobór mocy	< 1.5 W

2.2. Podłączenie komputera do łącza RS-485

Port szeregowy RS-232 komputera PC podłączono do magistrali RS-485 za pośrednictwem konwertera MCom-3. Konwerter MCom-3 odpowiada funkcjonalnie i elektrycznie modułowi komunikacyjnemu ADAM 4520 (konwerter RS-232<->RS-485). Dotyczy to również organizacji wyprowadzeń, standardu złącz oraz sposobu montażu. Na rys.4 przedstawiono schemat blokowy konwertera MCom-3.

Konwerter MCom-3 oparty jest na procesorze 80C32, który dokonuje regeneracji sygnału transmisyjnego oraz przekazania go z jednego łącza na drugie za pośrednictwem multipleksera (dla sygnału RxD) i demultipleksera (dla sygnału TxD). Kierunek transmisji do/z stacji master określony jest sygnałem RTS przez kontroler systemu, natomiast szybkość transmisji ustawia się kluczami mikroprzełącznika. Łącze RS-485 jest izolowane galwanicznie przy wykorzystaniu optoizolatorów w torze sygnałowym i przetwornicy DC/DC w torze zasilania.

Urządzenie zasilane jest niestabilizowanym napięciem 10-30 V podobnie jak moduły systemu ADAM 4000. Przed zawieszeniem programu mikroprocesor chroniony jest układem typu watchdog.



Rys. 4. Schemat blokowy konwertera RS-232<->RS-484 (moduł MCom-3)
Fig. 4. Block diagram of the RS-232<->RS-485 converter (MCom-3 module)

3. Implementacja protokołu Advantech w sieci liczników MCom-1

3.1. Charakterystyka protokołu Advantech

Moduły serii ADAM 4000 firmy Advantech wykorzystują do komunikowania się prosty protokół znakowy. Najważniejsze cechy tego protokołu to:

- W warstwie fizycznej wykorzystywany jest popularny standard przemysłowego, znakowego łącza asynchronicznego RS-485. Stosowane szybkości transmisji mieszczą się w granicach od 1200 do 19200 bitów na sekundę. Maksymalna długość segmentu fizycznego okablowania ograniczona jest do około 1200 m. Do pojedynczego segmentu kabla można dołączyć maksymalnie 16 modułów. Oba te ograniczenia można przekroczyć budując sieć wielosegmentową, w której poszczególne segmenty fizycznego okablowania rozdzielone są modułami typu repeater (ADAM 4510).
- Protokół dostępu do łącza to MASTER-SLAVE. Układem MASTER (sterującym całą siecią) jest zazwyczaj komputer typu PC. Stacja MASTER przesyła rozkaz do wybranego modułu

typu SLAVE, przesłany rozkaz jest realizowany, a następnie odsyłana jest odpowiedź. Dla wielu rozkazów odpowiedzią jest tylko potwierdzenie wykonania rozkazu.

- Adresowanie modułów jest jednopoziomowe. Każdy moduł typu SLAVE ma przyporządkowany numer od 0 do 255. W protokole nie przewidziano możliwości adresowania rozgłoszeniowego (broadcast) i grupowego (multicast). Istnieje tylko prosta możliwość synchronicznego wyzwalania pomiarów.
- Wszystkie rozkazy przesyłane są jako ciągi znaków ASCII (wykorzystywane są cyfry dziesiętne, litery i ograniczony zbiór znaków dodatkowych).
- Wszystkie ramki (z rozkazami i odpowiedziami) rozpoczynają się od znaku ASCII, który określa typ ramki, a zakończone są znakiem CR (kod ASCII 0Dh).
- Przesyłana informacja może być chroniona przed błędami za pomocą kodu opartego na sumie kontrolnej LRC. Pozwala on na wykrycie błędów transmisyjnych i zapobiega wykonaniu przekłamanych rozkazów.

Ramki przesyłane w sieci modułów ADAM mają format przedstawiony na rys.5.

znacznik początku ramki	adres	rozkaz	parametry (dane)	suma LRC	znak CR

Rys. 5. Format ramki protokołu Advantech
Fig. 5. Advantech protocol frame format

Poszczególne pola ramki zawierają:

znacznik początku ramki:

Znacznikiem początku ramki jest jeden ze znaków: '#', '>', '%', '$', '@', '!' lub '?' określający grupę rozkazów.

Grupa '#'

Prefiks '#' oznacza rozkaz z grupy przesyłania danych. Zależnie od typu modułu jest to rozkaz odczytu danej (moduły wejścia) lub zapisu (moduły wyjścia). Dla modułów wielokanałowych w polu rozkaz zawarty jest numer kanału. W przypadku modułów jednokanałowych pole rozkaz nie jest wykorzystywane. Przy operacji zapisu w polu parametrów znajduje się przesyłana wartość.

Grupa '>'

Prefiks '>' oznacza ramkę odpowiedzi na rozkaz z grupy '#'. Ramka ta pozbawiona jest pola adres. W przypadku odpowiedzi na rozkaz odczytu w polu parametrów przesyłana jest odczytana wartość, natomiast w przypadku odpowiedzi na rozkaz zapisu moduł odpowiada tylko potwierdzeniem (np. >CR).

Grupa '%'

Prefiks '%' oznacza rozkaz konfiguracyjny pozwalający na ustawienie (dla wybranego modułu), takich parametrów jak: adres, szybkość transmisji oraz suma kontrolna LRC. Rozkaz ten można wysłać w dowolnym momencie, jest on jednak akceptowany i realizowany tylko wtedy, gdy wyprowadzenie INIT modułu zostanie zwarte do masy.

Grupa '$'

Prefiks '$' oznacza grupę rozkazów (najliczniejszą) obejmującą większość rozkazów związanych z ustawianiem i odczytem parametrów pracy modułów.

Grupa '@'

Prefiks '@' oznacza grupę rozkazów związanych z obsługą sytuacji alarmowych (np. przekroczenie wartości progowych) oraz z dostępnymi w niektórych modułach wejściami i wyjściami cyfrowymi.

Grupa '!'

Prefiks '!' oznacza ramkę poprawnej odpowiedzi na rozkaz z grupy '%', '$' lub '@'. Ramka zawiera pole adres oraz może zawierać dane odsyłane przez moduł.

Grupa '?'

Prefiks '?' oznacza ramkę błędnej odpowiedzi. Ramka taka jest odsyłana przez moduł po wykryciu błędu semantycznego w ramce z rozkazem. Ramka zawiera tylko pole adres.

adres

Dwa znaki ASCII (cyfry heksadecymalne: '0' do '9','A' do 'F' lub 'a' do 'f') reprezentujące adres modułu. Jako pierwsza występuje starsza część. W przypadku rozkazu '#' dostępny jest tryb synchronicznego wyzwolenia pomiaru w wielu modułach jednocześnie, który wymaga wcześniejszego przygotowania modułów. W tym przypadku w polu adres występują dwa znaki '*'.

rozkaz

Jeden lub dwa znaki ASCII określające kod rozkazu do wykonania.

parametry

Argumenty rozkazu lub odsyłane przez moduł dane.

suma_LRC

Opcjonalne pole zawierające dwa znaki ASCII cyfr heksadecymalnych będących wartością sumy kontrolnej modulo 256 pozostałych znaków ramki (bez znaku CR).

znak CR

Znak CR (kod ASCII 0Dh) kończący ramkę.

Reakcja modułów na błędy

Analizując zachowanie się systemu zbudowanego z modułów ADAM można wyróżnić trzy możliwe typy błędów:

- błędy komunikacyjne, które wykrywane są na poziomie znaków (tylko błędy ramki, ponieważ na stałe wyłączona została kontrola parzystości na poziomie znaku) lub na poziomie całej ramki (przy włączonej sumie LRC). Moduł po wykryciu błędu komunikacyjnego powinien ignorować cały rozkaz;
- błędy syntaktyczne dotyczące formatu rozkazu, a więc zarówno długości ramki (za krótka lub za długa), jak i niedozwolonego kodu rozkazu (w rozkazach z grup $ i @). Podobnie jak w przypadku błędów komunikacyjnych rozkaz taki powinien być ignorowany;
- błędy semantyczne, które dotyczą najczęściej błędnej wartości parametru. W tym przypadku moduł sygnalizuje układowi MASTER błąd odsyłając ramkę błędnej odpowiedzi:

?<adres><cr>

3.2. Lista rozkazów zdalnych licznika MCom-1

Zestaw rozkazów licznika MCom-1 wzorowany jest na liście rozkazów modułu dwukanałowego licznika ADAM 4080D. W stosunku do oryginalnych modułów serii ADAM 4000 w liczniku MCom-1 zmieniony został sposób konfiguracji głównych parametrów transmisyjnych (szybkość, LRC, adres). Wybrano tradycyjne rozwiązanie polegające na ustawianiu tych parametrów na zworkach (moduły ADAM 4000 ustawiane są programowo, a ustawione parametry pamiętane są w pamięci FLASH). W związku z tym w liczniku MCom-1 nie zaimplementowano rozkazu konfiguracyjnego "%". Istnieje jednak rozkaz $<adres>2 odczytu konfiguracji, wykorzystywany między innymi w procesie autodetekcji modułów w sieci. Poniżej przedstawiono listę rozkazów licznika MCom-1. Przy opisie każdego rozkazu podany został jego format oraz znaczenie. We wszystkich opisach pominięte zostały pola sumy kontrolnej LRC i znaku <cr> kończącego ramkę.

#<adres><kanał> - odczyt stanu danego kanału licznika.

$<adres>F - odczyt numeru wersji oprogramowania.

$<adres>M - odczyt nazwy modułu. Moduł MCom-1 zwraca tekst: 4088.

$<adres>8<kanał> - ustawienie źródła informacji wyświetlanej na wskaźnikach LED licznika.

$<adres>8 - odczyt aktualnego ustawienia źródła informacji wyświetlanej na wskaźnikach LED licznika.

$<adres>5<kanał><operacja> - włączenie lub wyłączenie zliczania impulsów w pojedynczym kanale.

$<adres>5<kanał> - odczyt aktualnego stanu włączenia/wyłączenia zliczania impulsów w określonym kanale licznika.

$<adres>6<kanał> - zerowanie stanu danego kanału licznika.

$<adres>7<kanał> - odczyt a następnie wyzerowanie flagi przepełnienia licznika w danym kanale.

$<adres>3<kanał><pojemność> - ustawienie pojemności danego kanału licznika.

$<adres>3<kanał> - odczyt ustawionej pojemności dla danego kanału.

$<adres>2 - odczyt konfiguracji licznika. Rozkaz ten wykorzystywany jest w procedurze autodetekcji modułów na sieci.

$<adres>9<tekst_ASCII> - wyświetlenie podanego tekstu złożonego ze znaków ASCII na wskaźnikach LED licznika. Długość tekstu to 8 znaków. Dopuszczalne są wszystkie znaki ASCII, ale wyświetlane są tylko niektóre - ograniczeniem jest tutaj możliwość przedstawienia znaków na wyświetlaczu 7-segmentowym.

$<adres>4<filtr> - ustawienie flag określających stan filtru cyfrowego oraz globalnego wyłączenia licznika.

$<adres>4 - odczyt flagi określającej stan filtru cyfrowego oraz globalnego wyłączenia licznika.

$<adres>0L<przerwa> - ustawienie minimalnej szerokości przerwy pomiędzy impulsami dla filtru cyfrowego. Jednostką jest 125 μs.

$<adres>0L - odczytanie ustawienia minimalnej szerokości przerwy dla filtru cyfrowego.

$<adres>0H<impuls> - ustawienie minimalnej szerokości impulsu dla filtru cyfrowego. Jednostką jest 125 μs.

$<adres>0H - odczytanie ustawienia minimalnej szerokości impulsu dla filtru cyfrowego.

Rozkaz diagnostyczny

W liczniku MCom-1 zaimplementowany został dodatkowo rozkaz diagnostyczny, który umożliwia podgląd lub zmianę zawartości dowolnej komórki w pamięci wewnętrznej RAM mikrosterownika 80C32. Ze względu jednak na brak mechanizmów ochronnych, zabezpieczających obszary zmiennych roboczych, rozkaz ten powinien być używany ostrożnie i wyłącznie w celach diagnostycznych. Dodatkowa opcja w tym rozkazie umożliwia wymuszenie "zimnego restartu" licznika, co jest istotne, ponieważ licznik MCom-1 posiada układ wykrywania zaniku napięcia zasilania i podtrzymania bateryjnego zawartości pamięci RAM.

$<adres>D<adres><wartość> - wpisanie do pamięci wewnętrznej licznika bajtu o podanej wartości.

$<adres>D<adres> - odczyt wartości 8 kolejnych bajtów z pamięci wewnętrznej licznika począwszy od podanego adresu.

$<adres>DR - wymuszenie "zimnego" startu systemu licznika:

liczniki w poszczególnych kanałach są zerowane,
pojemności liczników ustawiane są na FFFFFFFFh,
wszystkie kanały są włączone,
flagi przepełnienia w kanałach są zerowane,
włączony jest filtr cyfrowy,
minimalna szerokość impulsu i przerwy ustawiana na 1.

Działanie filtru cyfrowego

Licznik MCom-1 został wyposażony w filtr cyfrowy pozwalający na identyfikację i odrzucanie różnego typu zakłóceń pojawiających się w sygnale wejściowym. Filtr ten został zrealizowany programowo. Działanie filtru polega na określaniu szerokości impulsów (poziom wysoki H) i przerw (poziom niski L) sygnału wejściowego i zliczaniu tylko tych impulsów, których szerokość (czas trwania) jest większa niż określona wartość graniczna (szerokość minimalna). Podobne kryterium obowiązuje dla przerw pomiędzy impulsami. Wartości minimalnej szerokości impulsu i przerwy są wspólne dla wszystkich kanałów. Jednostką kwantowania jest 125 μs.

4. Podsumowanie

Przedstawiony system jest prostą siecią polową opartą na łączu szeregowym, do którego dostęp odbywa się na zasadzie master-slave, zgodnie z protokołem komunikacyjnym Advantech. Magistralę systemu stanowią dwa przewody skręcane tworzące symetryczną, zrównoważoną linię transmisyjną. Poziomy elektryczne sygnałów na magistrali odpowiadają standardowi RS-485, a szybkość transmisji wynosi do 19200 bd. Przeznaczenie systemu obejmuje zarówno zastosowania laboratoryjne, jak i przemysłowe. Pracę systemu sprawdzono w konfiguracji obejmującej komputer PC, jako urządzenie master oraz trzy liczniki MCom-1 (stacje slave). Wymienione urządzenia połączono segmentem kabla o długości około 200 m, tworzącym magistralę systemu (rys.2). Oszacowany czas transakcji w sieci modelowej, dla różnych szybkości transmisji, wynosi: 135 ms dla szybkości 2400 bd, 70 ms dla 4800 bd, 40 ms dla 9600 bd i 25 ms dla 19200 bd. Przyjmując jako ograniczenie czas cyklu równy 500 ms, dla szybkości 19200 bd system jest w stanie obsłużyć do 20 stacji. Jednak skracając czas cyklu do 150 ms, przy tej samej szybkości transmisji możliwe jest obsłużenie tylko 6 stacji. Stosunkowo duży czas transakcji jest charakterystyczną cechą protokołów znakowych, która ogranicza ich zakres zastosowań do monitorowania i kontroli wolnozmiennych procesów o niekrytycznych czasach reakcji.

Niewątpliwą zaletą protokołów znakowych jest natomiast prostota i związana z nią łatwość implementacji, co umożliwia połączenie funkcji komunikacyjnych z funkcjami urządzenia (pomiarami i sterowaniem) w jednym procesorze.

LITERATURA

[1] PC-based Industrial Automation, Solution Guide Vol. 61, Advantech.
[2] Jabłoński R.: System modułów zdalnego pomiaru i sterowania ADAM do komputera PC. Pomiary, Automatyka, Kontrola 11/94.
[3] Jordan J.R.: Serial Networked Field Instrumentation. John Wiley & Sons, 1995.
[4] Mielczarek W.: Szeregowe interfejsy cyfrowe. Helion, Gliwice 1993.

Recenzent: Dr hab.inż. Adam Mrózek
Prof.nadzw. Politechniki Śląskiej

Wpłynęło do Redakcji 6 grudnia 1996 r.

Abstract

The system presented in this paper is a simple fieldbus based on serial transmission and Master-Slave type medium access controled by the Advantech protocol. System bus is a twisted pair, symmetrical and balanced transmission medium. Signal levels are compatible with the RS-485 standard and the maximum baud rate is 19.2 kbd. This system is dedicated to laboratory and industrial applications. System behavior was tested in the model network consisting of a PC computer as a master and three MCom-1 counters as slave stations. All units were connected to a cable segment of 200 m (fig.2). Estimated transaction time in the model network as a function of transmission rate is: 135 ms for 2400 bd, 70 ms for 4800 bd, 40 ms for 9600 bd and 25 ms for 19200 bd. Assumming cycle time limit of 500 ms, our system can service twenty units at 19200 bd rate. If the cycle time is 150 ms, the system will service only six stations with the same rate. The characteristic feature of character protocols is relativly long transaction time. It limits their application to monitoring and control of slow industrial processes with non-critical reaction time.
Undoubted advantage of the character protocols is their simplicity and easy of implementation. It makes possible to implement two tasks in one processor: communication task and basic device function.