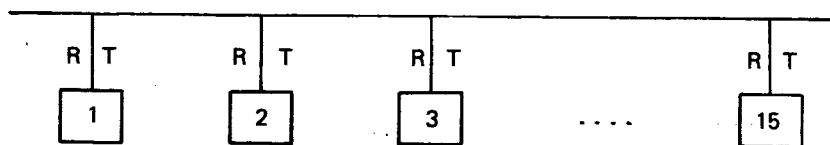


MAGISTRALA KOMUNIKACYJNA ISB

Niniejszy opis przedstawia krótką charakterystykę prostej wielopunktowej magistrali szeregowej ISB (ang. Internal Serial Bus). Została ona opracowana dla potrzeb systemu sterowania F-PLC, stanowiąc jeden z jego podstawowych elementów oprogramowania systemowego. Jej zastosowanie umożliwia przestrzenną decentralizację systemu sterowania, co prowadzi do oszczędności w okablowaniu obiektu. Magistrala realizuje wewnętrzną wymianę informacji pomiędzy modułami systemu sterowania, obejmującą nadawanie, odbiór i kontrolę poprawności przesyłanych informacji. Magistrala składa się z warstwy fizycznej zgodnej elektrycznie ze standardem RS422 i warstwy programowej odpowiadającej warstwie łącza danych w modelu ISO/OSI. Oprogramowanie magistrali zapewnia współbieżność transmisji i pozostałych funkcji modułu.

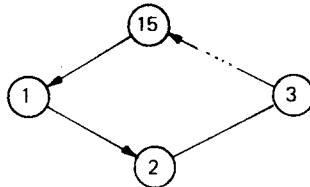
Wielopunktowa magistrala ISB jest magistralą szeregową (rys. 1) typu TOKEN BUS, realizującą wymianę informacji pomiędzy modułami sterownika F-PLC. Każdy moduł sterownika zawiera mikrokomputer jednoukładowy rodziny MCS51. Procesor ten posiada wbudowane łącze szeregowe T, R (T—nadajnik, R—odbiornik). Magistrala jest zrealizowana na bazie tego łącza pracującego w trybie wieloprocessorowym, z szybkością $1/64 f_{osc}$ bitów/sek. (f_{osc} — częstotliwość zegarowa procesora w Hz), co daje 187.5 kbit/sek przy $f_{osc} = 12$ MHz.



Rys. 1. Fizyczna konfiguracja magistrali ISB

Do magistrali może być dołączonych nie więcej niż 15 modułów. Moduły są ponumerowane liczbami od 1 do 15. Numery nie powtarzają się. Każdy moduł może znajdować się w dwóch stanach: aktywnym i pasywnym. W stanie aktywnym moduł jest źródłem informacji, tzn. ma prawo nadać dowolną informację do dowolnego innego modułu. W stanie pasywnym moduł jest odbiorcą, tzn. odbiera informację nadawaną przez inny aktywny moduł, o ile jest ona do niego kierowana. W każdej chwili tylko jeden moduł jest aktywny, natomiast pozostałe są pasywne. Po nadaniu całej informacji moduł aktywny, przechodząc w stan pasywny, przekazuje prawo

nadawania (TOKEN) kolejnemu modułowi biernemu. Moduł bierny po otrzymaniu TOKENU staje się aktywny. W ten sposób TOKEN cyklicznie obiega wszystkie moduły magistrali (rys. 2), zapewniając dostęp do niej każdemu modułowi. Czas dostępu wynika z liczby modułów, wchodzących w skład pierścienia i czasu obiegu TOKENU, który wynosi 240 μ s na jeden moduł.



Rys. 2. Logiczny pierścień przekazywania dostępu do magistrali (TOKENU)

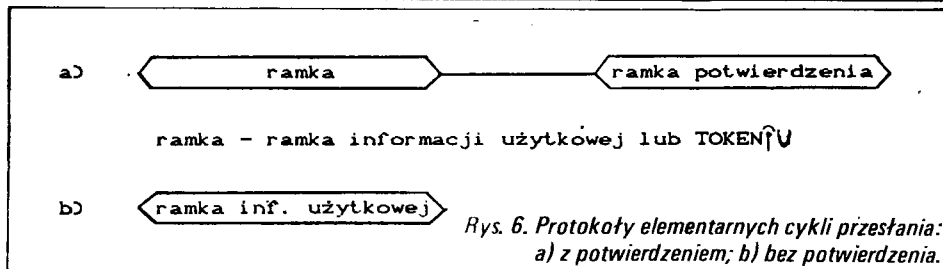
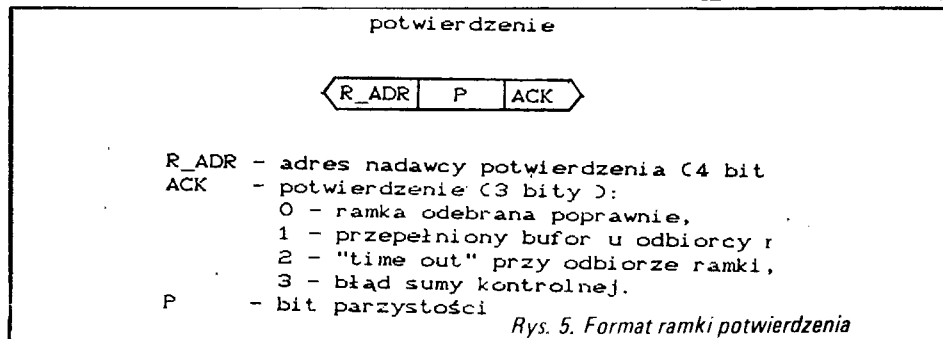
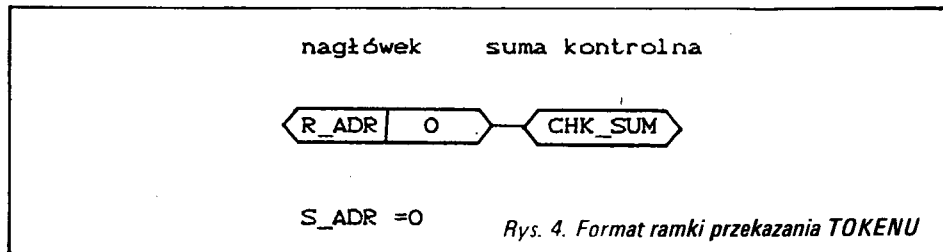
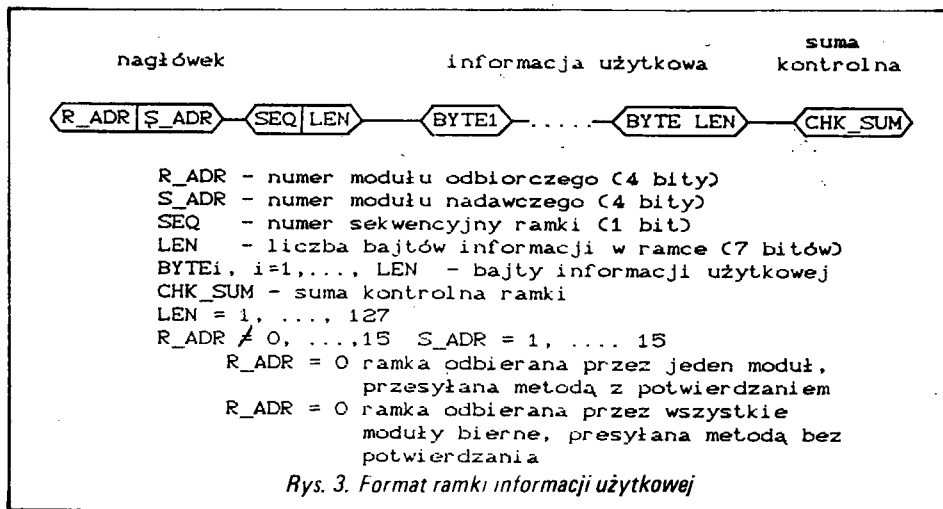
Po magistrali przesyłana jest informacja użytkowa i sterująca pracą magistrali. Informacja na magistrali ma postać ciągów bajtów o określonej funkcji zwanych ramkami. Wyróżnia się trzy typy ramek:

- ramka informacji użytkowej – przenosi między modułami informację nie związaną z funkcjonowaniem magistrali, czyli tzw. informację użytkową (rys. 3),
- ramka TOKENU – przenosi prawo nadawania do następnego modułu w logicznym pierścieniu obiegu TOKENU (rys. 4),
- ramka potwierdzenia – służy do poinformowania modułu nadawczego przez odbiorczy o poprawności odbioru ramki informacji użytkowej lub TOKENU (rys. 5).

Funkcjonowanie magistrali składa się z elementarnych cykli przesłania informacji użytkowej lub TOKENU. Występują dwa protokoły przesłania (rys. 6):

- przesłanie z potwierdzeniem,
- przesłanie bez potwierdzenia.

Przy przesyłaniu z potwierdzeniem moduł nadawczy wysyła ramkę informacji użytkowej lub TOKEN adresowaną do konkretnego modułu odbiorczego i przechodzi w stan oczekiwania na ramkę potwierdzającą, inicjując pomiar czasu czekania. Moduł odbiorczy po otrzymaniu zaadresowanej do niego ramki sprawdza jej poprawność, a następnie wysyła ramkę potwierdzenia zawierającą informację odpowiednią do wyniku sprawdzenia. Jeżeli moduł nadawczy otrzyma ramkę potwierdzenia informującą o błędzie transmisji lub nie otrzyma jej w zadanym czasie, lub ramka potwierdzenia ma niewłaściwą parzystość (jest nieparzysta wskutek błędu transmisji) to podejmuje próbę retransmisji danej ramki. Liczba retransmisji jest ograniczona. Po przekroczeniu tego ograniczenia moduł nadawczy generuje wewnętrznie u siebie błąd krytyczny magistrali. W przypadku, gdy nadawca otrzyma potwierdzenie informujące o przepełnieniu bufora u odbiorcy, wówczas również retransmituje daną ramkę, przy czym robi to aż do skutku.



Przy przesyłaniu bez potwierdzania, ramki informacji użytkowej emitowane przez moduł nadawczy adresowane są zbiorczo do wszystkich modułów dołączonych do magistrali. Moduł nadawczy nie wymaga ich potwierdzenia, a moduły odbiorcze nie potwierdzają ramek tak adresowanych.

Niezależnie od sposobu przesyłania moduł odbiorczy zawsze weryfikuje poprawność odbieranej ramki. Weryfikacja ta polega na sprawdzeniu sumy kontrolnej ramki oraz na pomiarze „tempa transmisji”. „Tempo transmisji” jest kontrolowane poprzez odmierzenie czasu między kolejno odbieranymi bajtami ramki. Brak bajtu w określonym czasie oznacza błąd transmisji.

Błędem magistrali, który może zdarzyć się w obecności zakłóceń, jest powielanie ramek. Ma ono miejsce przy przesyłaniu z potwierdzaniem w sytuacji, w której odbiorca poprawnie odebrał ramkę, ale potwierdzenie uległo zakłóceniu. W związku z tym moduł nadawczy wykonuje retransmisję i dana ramka zostaje powielona. Dla zapobieżenia temu ramki informacji użytkowej są znaczone jednobitowym numerem sekwencyjnym. Poprawnie odebrana ramka jest akceptowana, gdy jej numer sekwencyjny zgadza się z numerem oczekiwanym przez moduł odbiorczy lub jest odrzucana, gdy zgodność nie wystąpiła. Po zaakceptowaniu ramki moduł odbiorczy modyfikuje (neguje) wartość numeru sekwencyjnego przydzielonego ramkom odbieranym od danego modułu nadawczego. Należy dodać, że sprawdzanie numeru sekwencyjnego nie wpływa na proces kontroli poprawności odbieranej ramki i formowania potwierdzenia. Moduł nadawczy modyfikuje numer sekwencyjny przyporządkowany ramkom wysyłanym do danego modułu odbiorczego dopiero po otrzymaniu poprawnego potwierdzenia informującego o bezbłędnie przesłanej ramce. W związku z tym: przez cały czas retransmitowania danej ramki, gdy zakłócenia dezorganizują pracę magistrali, jest ona wysyłana z tym samym numerem sekwencyjnym. Tak określony mechanizm działania w oparciu o numery sekwencyjne zapobiega powielaniu ramek.

Oprócz wyżej wymienionych zabezpieczeń przed wpływem zakłóceń, magistrala wyposażona jest dodatkowo w mechanizm „budzika”. Jest to silny mechanizm przewidziany na bliżej nie określone zdarzenia, których efektem jest zerwanie pierścienia obiegu TOKENU. Mamy tu do czynienia z sytuacją, w której wszystkie moduły są sprawne lecz znajdują się w stanie biernym oczekując na TOKEN, który właśnie zaginął. Stan ten manifestuje się ciszą na magistrali. Mechanizm „budzika” przeciwdziała takim stanom. „Budzik” zlokalizowany jest w module o numerze 1. Jego działanie polega na pomiarze „tempa transmisji” ramek. „Tempo transmisji” ramek jest kontrolowane poprzez odmierzenie czasu pomiędzy kolejno pojawiającymi się na magistrali ramkami. Brak ramki w określonym czasie oznacza, że na magistrali zapanowała cisza. W tej sytuacji moduł o numerze 1 automatycznie przechodzi w stan aktywny, uruchamiając na nowo obieg TOKENU.