ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1993

Seria: INFORMATYKA z. 22 Nr kol. 1195

Wojciech MIELCZAREK

CYFROWY INTERFEJS POMIAROWY ICS-BUS

Streszczenie. W publikacji przedstawiono interfejs ICS-BUS opracowany dla rozproszonego systemu pomiarowego liczników produkcji połączonych w sieć o konfiguracji magistralowej. Wymiana informacji w interfejsie odbywa się za pośrednictwem łącza szeregowego i jest nadzorowana przez kontroler odpowiedzialny za przydział łącza poszczególnym urządzeniom pomiarowym. Kontroler jest w systemie stacją nadrzędną (master), a urządzenia pomiarowe stacjami podrzędnymi (slave). Protokół komunikacyjny w interfejsie ICS-BUS wykorzystuje zmodyfikowane łącze RS-232-C do transmisji znakowej.

DIGITAL INTERFACE ICS-BUS

Summary. In the paper the digital interface named ICS-BUS is presented. It was designed for distributed measurement system linking the set of production counters through the common bus. The accesss to medium is fully controled by the controler which is the "master" station in the network. The counters are the "slave" stations. The communication protocol designed for the ICS-BUS uses the modified RS-232-C standard.

DIGITALE SCHNITTSTELLE ICS-BUS

Zusammenfassung. In dem Artikel ist das Bussystem ICS-BUS dargestellt. ICS-BUS arbeitet nach dem "Master-Slave"-Prinzip: Ein Meßgeräte (MG) wird als "Master" definiert (meistens Personal Computer) und organisiert den Datenverkehr über die Busleitung. Die übrigen MG werden dann als "Slave" bezeichnet. Datenverkehr verwendet RS-232-C Standard.

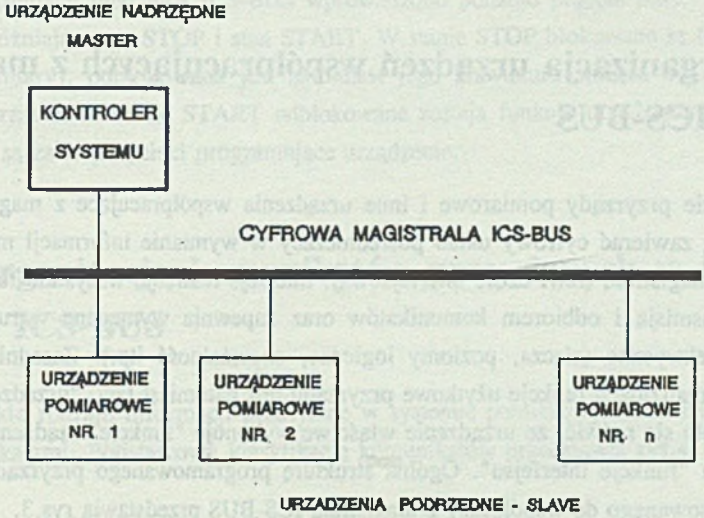
1. Wprowadzenie

Dostępne rozwiązania sieci przemysłowych proponowane przez firmy specjalizujące się w tego typu systemach są zazwyczaj sieciami skomplikowanymi, obliczonymi na zastosowania przemysłowe wymagające szybkiego przesyłania dużych ilości danych, szybkiej reakcji systemu na sytuacje awaryjne i dużej odporności na zakłócenia zewnętrzne. W wielu wypadkach sieć nie musi spełniać tak ostrych wymagań i wtedy rozwiązania firmowe nie są w pełni wykorzystane. Przykładem może być problem połączenia w sieć liczników produkcji, których zadaniem jest przeprowadzanie prostych pomiarów (zliczanie zdarzeń) i przekazywanie wyników do komputera w celu ich przetwarzania i rejestracji. W takiej sytuacji nie ma na ogół potrzeby natychmiastowego przesyłania danych do stacji nadrzędnej, tak że zdalny odczyt danych może następować w odstępach rzędu minut, a nawet np. co godzinę. Zależy to przede wszystkim od częstotliwości występowania zliczanych zdarzeń, od rozwiązania części interfejsowej oraz od tego, jak "ważna" jest wielkość mierzona, tzn., jak długo utrzymuje się jej aktualność. Właśnie dla takich przypadków, w których zakłada się niewielką częstotliwość multipleksowania urządzeń systemu pomiarowego, opracowano prosty interfejs pomiarowy ICS-BUS.

2. Konfiguracja systemu ICS-BUS

W systemie pomiarowym opartym na interfejsie ICS-BUS urządzenie sterujące (zazwyczaj komputer), urządzenia rejestrujące oraz przyrządy pomiarowe są przyłączone równolegle do magistrali cyfrowej, której zadaniem jest przesyłanie rozkazów i instrukcji organizujących pracę systemu, a także informacji o stanie urządzeń składowych i wyników pomiarów (rys.1). Jakkolwiek struktura systemu pozwala na bezpośrednią współpracę między dowolną parą urządzeń dołączonych do magistrali, to w rzeczywistości jest ona możliwa tylko przez kontroler, który jako jedyny może wyznaczyć urządzenie do nadawania, odebrać od niego informację i przesłać ją w razie potrzeby do innego urządzenia.

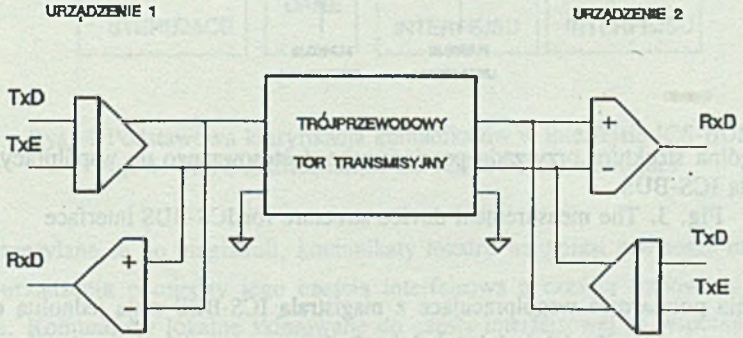
Konfiguracja magistralowa zapewnia proste dołączanie urządzeń do systemu i nie narzuca specjalnych ograniczeń co do struktury układu pomiarowego, wymaga jednak adresowania przesyłanych instrukcji i danych oraz zdolności odbiorców do samoidentyfikacji.



Rys. 1. Schemat blokowy systemu pomiarowego ICS-BUS
Fig. 1. ICS-BUS measurement system block diagram

3. Struktura magistrali ICS-BUS

Magistrala ICS-BUS jest trójprzewodowym łączem szeregowym, w którym możliwa jest transmisja dwukierunkowa (rys.2). Nadajnik linii jest przełączanym źródłem prądo-

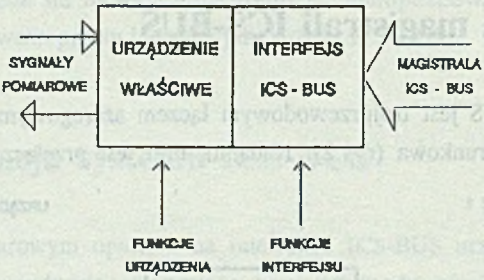


Rys. 2. Łącze fizyczne interfejsu ICS-BUS
Fig. 2. Driving the ICS-BUS medium

wym o wyjściu różnicowym (element 75110), a odbiornik wzmacniaczem różnicowym z wyjściem o poziomie TTL (element 75107). Za pośrednictwem sygnału TxE możliwe jest wyłączenie nadajnika, co pozwala na nadawanie przez inne urządzenia podłączone do sieci.

4. Organizacja urządzeń współpracujących z magistralą ICS-BUS

Wszystkie przyrządy pomiarowe i inne urządzenia współpracujące z magistralą ICS-BUS muszą zawierać cyfrowy układ pośredniczacy w wymianie informacji między urządzeniem a magistralą (tzw. część interfejsową). Interfejs realizuje wszystkie funkcje związane z transmisją i odbiorem komunikatów oraz zapewnia wymagane warunki mechaniczne i elektryczne (złącza, poziomy logiczne, obciążalność itp.). Zasadniczą częścią urządzenia realizującą funkcje użytkowe przyrządu jest natomiast tzw. "urządzenie właściwe". Przyjęło się mówić, że urządzenie właściwe wykonuje "funkcje urządzenia", a część interfejsowa "funkcje interfejsu". Ogólną strukturę programowanego przyrządu pomiarowego dostosowanego do współpracy z magistralą ICS-BUS przedstawia rys.3.



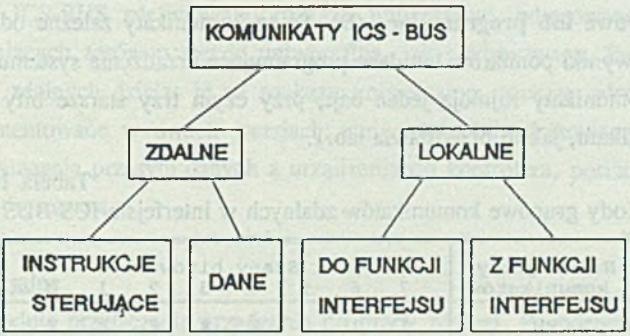
Rys. 3. Ogólna struktura przyrządu pomiarowego dostosowanego do współpracy z magistralą ICS-BUS
Fig. 3. The measurement device structure for ICS-BUS interface

Urządzenia pomiarowe współpracujące z magistralą ICS-BUS mają jednolitą organizację. Mogą one pracować zdalnie lub lokalnie. Podczas pracy zdalnej urządzenie podłączone jest logicznie do kontrolera systemu, z którym może wymieniać informacje za pośrednictwem interfejsu. Sterowanie wymianą danych przy pracy zdalnej realizuje program w kontrolerze systemu. Podczas pracy lokalnej urządzenie wykonuje swoje funkcje autonomicznie. Programowanie przyrządu odbywa się z klawiatury umieszczonej na jego płycie czołowej, a wyniki pomiarów wyprowadzane są na wyświetlacz cyfrowy. Urządzenie pracujące lokalnie można przełączyć na pracę zdalną wysyłając rozkaz REMOTE.

W urządzeniach interfejsu ICS-BUS wprowadzono ponadto pojęcie tzw. "stanu" urządzenia wyróżniając stan STOP i stan START. W stanie STOP blokowane są funkcje urządzenia (pomiary), odblokowana jest natomiast jego klawiatura służąca do zaprogramowania przyrządu. W stanie START odblokowane zostają funkcje urządzenia właściwego, blokowane są za to przyciski programujące urządzenie.

5. Organizacja komunikatów przesyłanych w interfejsie ICS-BUS

Wszystkie rodzaje informacji przesyłane w systemie pomiarowym ICS-BUS nazywają się komunikatami. Podstawową klasyfikację komunikatów przedstawia rys.4. Komunikaty



Rys. 4.Podstawowa klasyfikacja komunikatów w interfejsie ICS-BUS
Fig. 4. The classification of the ICS-BUS communiques

zdalne przesyłane są po magistrali, komunikaty lokalne natomiast przenoszą informacje w ramach urządzenia pomiędzy jego częścią interfejsową a częścią stanowiącą urządzenie właściwe. Komunikaty lokalne skierowane do części interfejsowej są wspólne dla wszystkich urządzeń w systemie, komunikaty lokalne skierowane do części urządzenia właściwego zależą od rodzaju urządzenia pomiarowego.

Komunikaty zdalne można podzielić ze względu na spełniane funkcje. W interfejsie ICS-BUS wyróżniono pięć grup komunikatów:

- **rozkazy uniwersalne (RU)**. W skład tej grupy wchodzą komunikaty działające na interfejsy wszystkich dołączonych do magistrali urządzeń. Przykładem rozkazu uniwer-

salnego może być rozkaz REMOTE, który powoduje przełączenie wszystkich urządzeń w systemie ICS-BUS w tryb pracy w sieci pod kontrolą sterownika systemu;

- **adresy (AD).** Są to komunikaty umożliwiające samoidentyfikację urządzeń dołączonych do magistrali. Adresy urządzeń w systemie ICS-BUS muszą być indywidualne, czyli nie mogą się powtarzać. Urządzenie, które rozpoznało swój adres własny w odebranym komunikacie AD, przechodzi do stanu "zaadresowania", w którym oczekuje na rozkazy adresowane;
- **rozkazy adresowane (RA).** Są to komunikaty działające selektywnie, tj wyłącznie na te urządzenia, które uprzednio wyznaczono (przez zaadresowanie) do odbioru tych komunikatów. Przykładem może być rozkaz SENDBUFF, który jest żądaniem przesłania do kontrolera systemu zawartości bufora danych zaadresowanego wcześniej urządzenia;
- **statusy (ST).** Są to komunikaty niosące informacje o stanie urządzenia. Za pośrednictwem statusu przesyła się zawartość rejestrów stanu urządzenia, które zawierają ważne flagi, takie jak np.: żądanie obsługi, flagi błędów itp.;
- **dane pomiarowe lub programujące (D).** Są to komunikaty zależne od urządzenia, a więc wszystkie wyniki pomiarów lub dane programujące urządzenia systemu.

Wszystkie komunikaty zajmują jeden bajt, przy czym trzy starsze bity określają kod grupowy komunikatu, jak to przedstawia tab.1.

Tabela 1

Kody grupowe komunikatów zdalnych w interfejsie ICS-BUS

Nazwa grupy komunikatów	Stany bitów 7	6	5	4	3	2	1	0
RU	1	1	0	K	K	K	K	K
RA	1	1	1	K	K	K	K	K
AD	1	0	0	A	A	A	A	A
ST	0	1	0	X	S	S	S	S
D	0	0	I	I	D	D	D	D

K - bity kodu rozkazu
A - bity kodu adresu odbiorcy
S - bity statusu
D - bity danych
I - bity kodu interpretacji pola danych
X - bit niezdefiniowany

Bit D7 oznacza słowo sterujące, którym może być rozkaz lub adres. Bit D6 rozróżnia rozkazy (D6=1) od adresów (D6=0). Dla kodu rozkazu lub adresu zarezerwowano pięć młodszych bitów, co oznacza, że można zdefiniować 32 rozkazy zdalne oraz do systemu można podłączyć do 32 urządzeń. Bity D5 i D4 w komunikacie danych określają interpretację pola danych (bity D3 D0) zgodnie z tab.2.

Tabela 2

Kodowanie danych

I I D5 D4	Znaczenie bitów na polu D3 - D0
0 0	liczba w kodzie binarnym
0 1	nie wykorzystywane
1 0	znak ASCII młodsza część
1 1	znak ASCII starsza część

6. Lista rozkazów zdalnych w interfejsie ICS-BUS

W interfejsie ICS-BUS zdefiniowano rozkazy uniwersalne, adresowane oraz wiele rozkazów posiadających zarówno wersję uniwersalną, jak i adresowaną. Poniżej podano zestaw rozkazów zdalnych dzieląc je na rozkazy uniwersalne, rozkazy adresowane oraz rozkazy zaimplementowane w dwóch wersjach: uniwersalnej i adresowanej. Wszystkie rozkazy, które wymagają przesyłu danych z urządzenia do kontrolera, posiadają oczywiście tylko wersję adresowaną.

Rozkazy uniwersalne

REMOTE - powoduje przełączenie urządzenia do pracy zdalnej. Po odebraniu tego rozkazu urządzenie zostaje "logicznie" podłączone do interfejsu.

ENRQ - otwiera okno czasowe w celu przesłania zgłoszenia żądania obsługi.

Rozkazy zaimplementowane w wersji uniwersalnej oraz adresowanej

LOCAL - rozadresowuje urządzenie i przełącza je do pracy lokalnej. Przy pracy lokalnej komunikacja z urządzeniem możliwa jest tylko poprzez klawiaturę i wyświetlacz umieszczony na płycie czołowej urządzenia.

START - przełącza urządzenie do stanu START. Rozkaz ten należy wysłać po uprzednim zaprogramowaniu urządzenia (zdalnym lub lokalnym) w stanie STOP.

STOP - przełącza urządzenie do stanu STOP.

CLEAR - zeruje wybrane rejestry urządzenia.

PROG - programuje rejestry sterujące urządzenia (rozkaz wielobajtowy, którego argumentami są komunikaty danych).

EFRCLR - zeruje flagi błędów w rejestrze statusu.

INITVAL - ustawia stany początkowe wybranych rejestrów urządzenia (rozkaz wielobajtowy, którego argumentami są komunikaty danych reprezentujące zapisywane wartości początkowe).

TRIG - wyzwala pomiar.

TEST - inicjuje procedurę autotestowania urządzeń.

Rozkazy adresowane

SENDBUFF - odczytuje bufor danych urządzenia. Ostatni bajt w buforze stanowi słowo kontrolne zabezpieczające przesyłaną informację.

STATUSRD - odczytuje rejestr stanu urządzenia.

SELFADR - żąda wysłania do kontrolera adresu własnego urządzenia.

DTCRD - odczytuje bajt określający typ urządzenia.

DDC - ustawia urządzenie do odbioru rozkazów zależnych od urządzenia.

COLTST - testuje kolizje (sprawdza, czy nie powtarzają się adresy selekcyjne urządzeń).

END - rozadresowuje urządzenie pozostawiając go w pracy zdalnej.

Oprócz wymienionych rozkazów istnieją jeszcze rozkazy zależne od urządzenia (dedykowane), to znaczy przeznaczone tylko dla określonego typu urządzeń. Przed ich wykorzystaniem należy ustawić urządzenie na odbiór rozkazów dedykowanych, odczytać rozkazem DTCRD bajt okreslający typ urządzenia i w zależności od niego dobrać właściwy zestaw rozkazów zależnych od urządzenia.

7. Protokół komunikacyjny

W interfejsie ICS-BUS zaimplementowano prosty protokół komunikacyjny typu master-slave. W protokole tym urządzenia pomiarowe odpowiadają jedynie na polecenia zdalne wysyłane przez kontroler systemu. Bezpośrednio po włączeniu napięcia zasilania wszystkie urządzenia znajdują się w trybie pracy lokalnej. Ich część interfejsowa odbiera przy tym komunikaty sprawdzając, czy nie jest to rozkaz REMOTE. Po rozpoznaniu rozkazu REMOTE urządzenia przechodzą do trybu pracy zdalnej i oczekują na zaadresowanie. Są teraz tzw. "odbiorcami pasywnymi", co oznacza, że mogą reagować tylko na rozkazy uniwersalne, a rozkazy adresowane ignorują, dopóki nie zostaną zaadresowane. Każdy komunikat adresowy jest przez nie sprawdzany, a jego pięć młodszych bitów porównuje się z adresem własnym urządzenia. W przypadku zgodności adresów (odebranego i własnego) urządzenie staje się "odbiorcą aktywnym", co oznacza jego zaadresowanie. Od tej chwili urządzenie wykonuje zarówno rozkazy uniwersalne, jak i adresowane. Rozadresowanie urządzenia (czyli przejście do odbioru pasywnego) następuje po odebraniu:

- rozkazu END (naturalne zakończenie wymiany informacji z urządzeniem),
- tzw. "innego adresu", którym jest adres różny od własnego.

Wysłanie rozkazu LOCAL również rozadresowuje urządzenie, co połączone jest jednak z przejściem do pracy lokalnej. Na rys.5 przedstawiono schemat blokowy procedury realizującej protokół komunikacyjny ICS-BUS w urządzeniu pomiarowym.

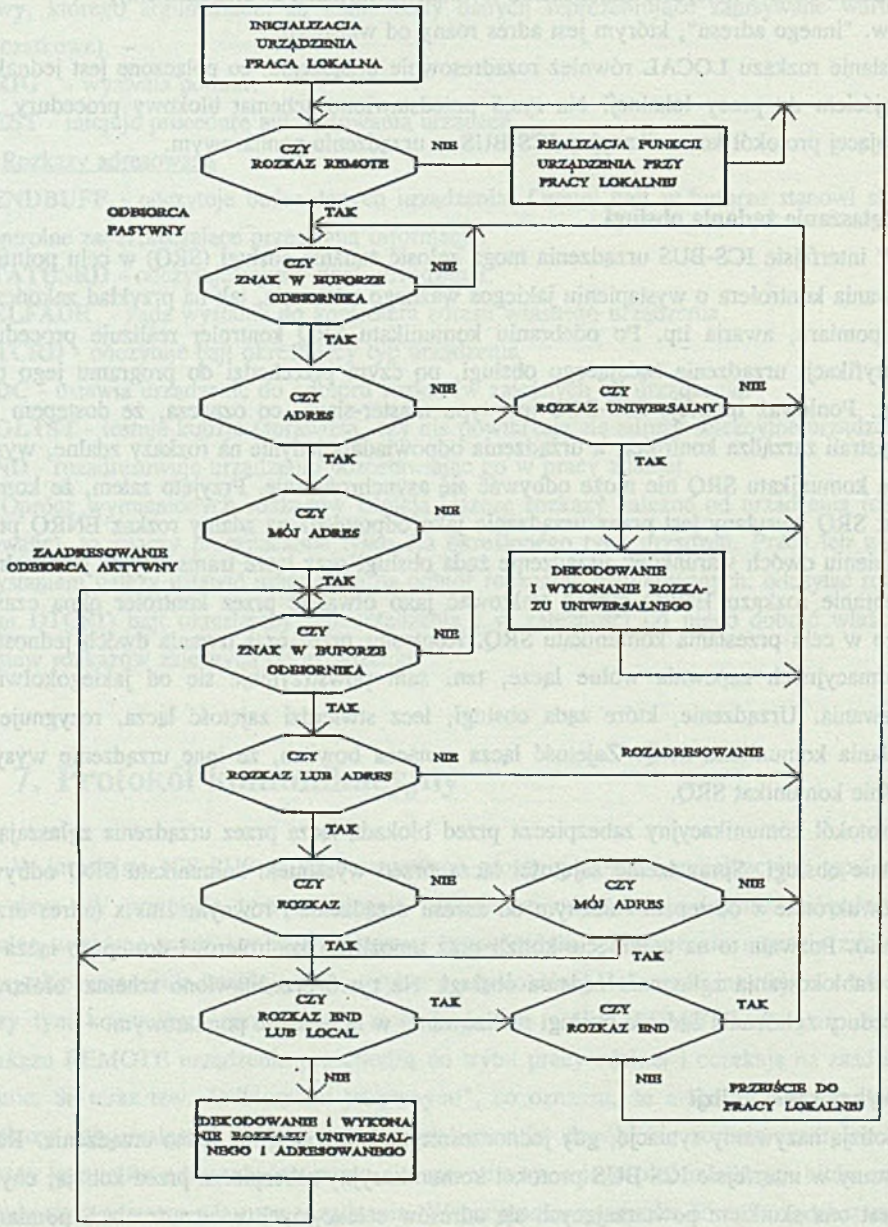
Zgłaszanie żądania obsługi

W interfejsie ICS-BUS urządzenia mogą zgłosić żądanie obsługi (SRQ) w celu poinformowania kontrolera o wystąpieniu jakiegoś ważnego zdarzenia, jak na przykład zakończenie pomiaru, awaria itp. Po odebraniu komunikatu SRQ kontroler realizuje procedurę identyfikacji urządzenia żądającego obsługi, po czym przechodzi do programu jego obsługi. Ponieważ interfejs ICS-BUS jest typu master-slave, co oznacza, że dostępem do magistrali zarządza kontroler, a urządzenia odpowiadają jedynie na rozkazy zdalne, wysyłanie komunikatu SRQ nie może odbywać się asynchronicznie. Przyjęto zatem, że komunikat SRQ wysyłany jest przez urządzenie jako odpowiedź na zdalny rozkaz ENRQ przy spełnieniu dwóch warunków: urządzenie żąda obsługi oraz łącze tramsmisyjne jest wolne. Odebranie rozkazu ENRQ można traktować jako otwarcie przez kontroler okna czasowego w celu przesłania komunikatu SRQ. Kontroler przez czas trwania dwóch jednostek informacyjnych zapewnia wolne łącze, tzn. sam powstrzymuje się od jakiegokolwiek nadawania. Urządzenie, które żąda obsługi, lecz stwierdzi zajętość łącza, rezygnuje z wysłania komunikatu SRQ. Zajętość łącza oznacza bowiem, że inne urządzenie wysyła właśnie komunikat SRQ.

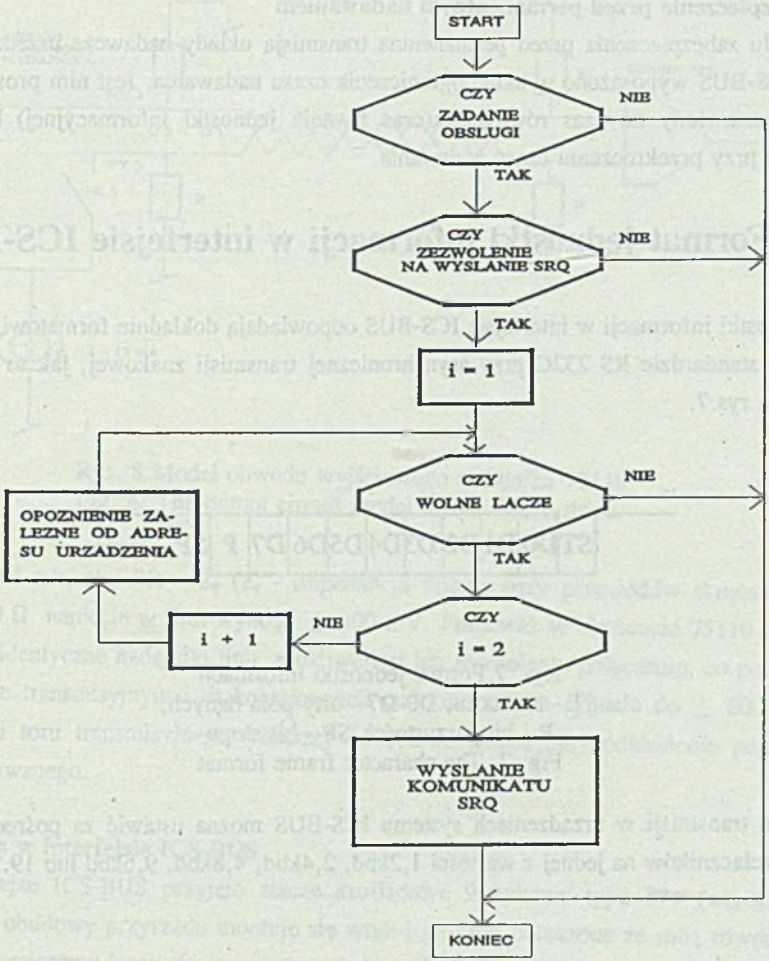
Protokół komunikacyjny zabezpiecza przed blokadą łącza przez urządzenia zgłaszające żądanie obsługi. Sprawdzenie zajętości łącza przed wysłaniem komunikatu SRQ odbywa się dwukrotnie z odstępem zależnym od adresu urządzenia i równym 1ms x (adres urządzenia). Pozwala to na uniknięcie kolizji oraz umożliwia kontrolerowi dostęp do łącza w celu zablokowania zgłaszania żądania obsługi. Na rys.6 przedstawiono schemat blokowy procedury zgłaszania żądania obsługi realizowanej w urządzeniu pomiarowym.

Wykrywanie kolizji

Kolizją nazywamy sytuację, gdy jednocześnie nadaje więcej niż jedno urządzenie. Realizowany w interfejsie ICS-BUS protokół komunikacyjny zabezpiecza przed kolizją, chyba że jest ona skutkiem powtarzających się adresów selekcyjnych w urządzeniach pomiarowych. Dwa lub więcej zaadresowanych jednocześnie urządzeń będzie odpowiadało mniej więcej w tym samym czasie na rozkazy zdalne wymagające przesyłania danych z urządzenia do kontrolera, co spowoduje kolizję.



Rys. 5.Schemat blokowy protokołu komunikacyjnego ICS-BUS
Fig. 5. The block diagram ilustrating the ICS-BUS system control



Rys. 6. Schemat blokowy procedury zgłaszania żądania obsługi
Fig. 6. The service request block diagram

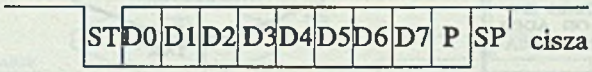
Wykrywanie kolizji w interfejsie ICS-BUS zrealizowano sprzętowo przy wykorzystaniu zjawiska zmiany poziomu sygnału w linii transmisyjnej w sytuacji, gdy nadaje kilka urządzeń. Do testowania kolizji służy rozkaz COLTST, na który zaadresowane urządzenie odpowiada wysłaniem znaku 00hex. Jeżeli nadaje więcej niż jedno urządzenie, poziom sygnału wzrasta w stosunku do wartości nominalnej, co jest wykrywane przez komparator napięciowy w układzie detektora kolizji. Sprawdzenie, czy nie powtarzają się adresy selekcyjne, wymaga zatem kolejnego adresowania urządzeń i wysyłania za każdym razem rozkazu COLTST.

Zabezpieczenie przed permanentnym nadawaniem

W celu zabezpieczenia przed permanentną transmisją układy nadawcze urządzeń interfejsu ICS-BUS wyposażono w układ ograniczenia czasu nadawania. Jest nim prosty uniwibrator nastawiony na czas równy 20x(czas trwania jednostki informacyjnej) blokujący nadajnik przy przekroczeniu czasu nadawania.

8. Format jednostki informacji w interfejsie ICS-BUS

Jednostki informacji w interfejsie ICS-BUS odpowiadają dokładnie formatowi stosowanemu w standardzie RS 232C przy asynchronicznej transmisji znakowej, jak to przedstawiono na rys.7.

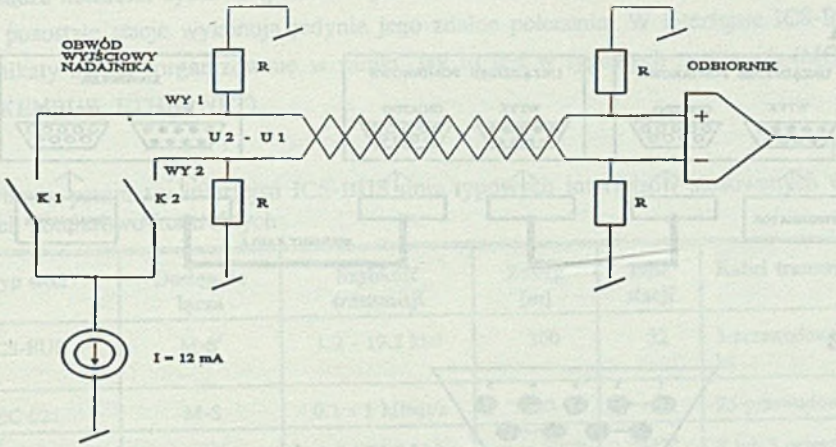


Rys. 7.Format jednostki informacji
ST - bit startu, D0-D7 - bity pola danych,
P - bit parzystości, SP - bit stopu
Fig. 7. The character frame format

Szybkość transmisji w urządzeniach systemu ICS-BUS można ustawić za pośrednictwem mikroprzełączników na jednej z wartości 1,2kbd, 2,4kbd, 4,8kbd, 9,6kbd lub 19.2kbd.

9. Charakterystyka elektryczna i mechaniczna interfejsu ICS-BUS

Na magistrali ICS-BUS zastosowano nadajniki i odbiorniki linii serii 75110 i 75107. Nadajnik 75110 jest przełączaną siłą prądomotoryczną o wartości 12 mA. Model jego obwodu wyjściowego przedstawiono na rys.8. Gdy na wejściu nadajnika znajduje się logiczna '1', to zamknięty jest klucz K1, a otwarty K2. Przeciwnie, gdy na wejściu nadajnika jest '0', to zamknięty jest klucz K2, a otwarty K1. Przełączanie kluczy K1, K2 powoduje powstanie na wyjściu różnicowym nadajnika napięcia U_2-U_1=0.5IR reprezentującego logiczną '1' i napięcia -0.5IR odpowiadającego logicznemu '0'. Rezystory R

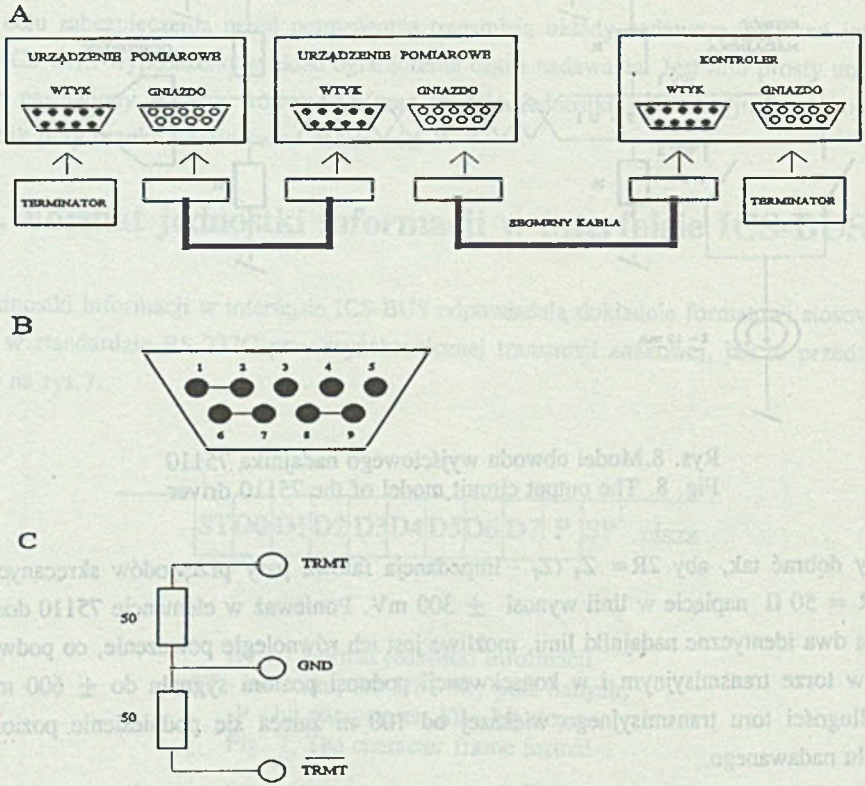


Rys. 8.Model obwodu wyjściowego nadajnika 75110
Fig. 8. The output circuit model of the 75110 driver

należy dobrać tak, aby 2R= Z_f (Z_f - impedancja falowa pary przewodów skręcanych). Dla R = 50 Ω napięcie w linii wynosi ± 300 mV. Ponieważ w elemencie 75110 dostępne są dwa identyczne nadajniki linii, możliwe jest ich równoległe połączenie, co podwaja prąd w torze transmisyjnym i w konsekwencji podnosi poziom sygnału do ± 600 mV. Dla długości toru transmisyjnego większej od 100 m zaleca się podniesienie poziomu sygnału nadawanego.

Połączenia w interfejsie ICS-BUS

Dla interfejsu ICS-BUS przyjęto złącze szufladowe 9-stykowe typu 871 (wtyk). Na płycie tylnej obudowy przyrządu montuje się wtyk i gniazdo połączone ze sobą równolegle. System pomiarowy łączy się segmentami kabla zakończonymi z jednej strony wtykiem i z drugiej gniazdem wymienionego wyżej złącza, jak to przedstawia rys.9a. Oba końce toru transmisyjnego należy zamknąć terminatorem (rys.9c). Organizację wyprowadzeń na złączu pokazano na rys.9b.



Rys. 9. Połączenia w interfejsie ICS-BUS.
A - podłączenie do kabla; B - organizacja złącza interfejsu:
1,2 - +TRMT, 6,7 - -TRMT, 8,9 - GND; C - terminator
Fig. 9. The connections in the ICS-BUS interface

10. Porównanie interfejsu ICS-BUS ze standardowymi systemami pomiarowo-kontrolnymi

W tab.3 przedstawiono wybrane parametry typowych systemów pomiarowo-kontrolnych o konfiguracji magistralowej w celu ich porównania z parametrami interfejsu ICS-BUS. Interfejs ICS-BUS posiadając pewne cechy charakterystyczne dla standardu IEC-625, jak tryby pracy urządzenia lokany i zdalny, sposób adresowania i rozadresowania urządzeń, podział komunikatów na rozkazy (adresowane i uniwersalne), adresy, dane i statusy, czy sposób identyfikacji urządzenia zgłaszającego żądanie obsługi, wyposażony został w łącze szeregowe, typowe dla systemów rozproszonych. Dostępem do magistrali

zarządza kontroler systemu (podobnie jak w standardzie MODBUS), podczas gdy wszystkie pozostałe stacje wykonują jedynie jego zdalne polecenia. W interfejsie ICS-BUS komunikaty nie są zorganizowane w ramki, jak to jest w typowych systemach (MODBUS, TOKENBUS, ETHERNET).

Tabela 3

Wybrane parametry interfejsu ICS-BUS oraz typowych interfejsów stosowanych w systemach pomiarowo-kontrolnych

Typ sieci	Dostęp do łącza	Szybkość transmisji	Zasięg [m]	Ilość stacji	Kabel transmisyjny
ICS-BUS	M-S*	1.2 - 19.2 kbd	300	32	3-przewodowa skrętka
IEC-625	M-S	0.1 - 1 Mbajt/s	20	15	25 przewodów
MODBUS	M-S	0.6 - 19.2 kbd	max 3000	31***	3 lub 5 przewodów
D^2B	D^2B AP**	max 7.8 kbajt/s	max 150	50	2-przewodowa skrętka
TOKEN-BUS	Krążący żeton	1, 5 lub 10 Mbit/s	max 500	100	kabel koncentryczny lub skrętka
ETHERNET	CSMA/CD	10 Mbit/s	max 500	100****	kabel koncentryczny

* M-S (Master-Slave) oznacza, że dostęp do łącza przydziela kontroler systemu.

** D^2B AP(Arbitration Protocol). Każda stacja może zostać Masterem (zarządzać łączem). Mastera wyłania specjalna procedura arbitrażowa oparta na indywidualnym adresie stacji.

*** Szybkość, zasięg oraz ilość stacji podano dla sieci N-BUS sterowników CEGELEC wykorzystującej interfejs RS485

**** Długość i ilość stacji podano dla jednego segmentu łącza.

11. Podsumowanie

Przedstawiony interfejs ICS-BUS jest prostym interfejsem pomiarowym możliwym do bezpośredniej implementacji na łączu RS-232C po wyposażeniu go w trójstanowe nadajniki linii. Zapewnia przy tym niezawodną wymianę danych pomiędzy urządzeniami systemu a kontrolerem z możliwością zgłaszania żądania obsługi, wykrywaniem kolizji i ograniczeniem czasu nadawania. Dzięki zastosowaniu symetrycznej transmisji prądowej uzyskano łącze odporne na zakłócenia i pozwalające przesyłać dane na odległość do 300 m.

Protokół komunikacyjny opracowany dla intefejsu ICS-BUS nadaje się do implementacji w mikroprocesorowych urządzeniach pomiarowych. Jeżeli mikroprocesor wykonu-

jący funkcje urządzenia nie jest przeciążony, jak to ma miejsce w wielu prostych urządzeniach pomiarowych, to można go również wykorzystać do realizacji procedur protokołu komunikacyjnego. Otrzymuje się w takim przypadku jednoprocesorowe urządzenie wyposażone w interfejs ICS-BUS. Jeżeli natomiast realizacja funkcji interfejsowych w mikroprocesorze wykonującym funkcje urządzenia jest trudna lub niemożliwa ze względu na konflikt pomiędzy zadaniami związanymi z pomiarami a zadaniami związanymi z obsługą interfejsu, to konieczne jest wykonanie sterownika komunikacyjnego realizującego funkcje interfejsu. Powstaje wtedy dwuprocesorowe urządzenie, w którym trzeba określić zasady współpracy systemów mikroprocesorowych realizujących funkcje urządzenia i funkcje interfejsu.

Interfejs ICS-BUS został uruchomiony i sprawdzony w Laboratorium Teleinformatyki, gdzie połączył komputer klasy IBM-PC jako kontroler systemu z ośmioma mikroprocesorowymi licznikami produkcji typu ICS1-LR oraz ICS2-LR jako urządzeniami pomiarowymi. W licznikach ICS1-LR zastosowano mikrokomputer jednoukładowy Intel 8039 realizujący funkcje urządzenia i funkcje interfejsu, przy czym jako sterownik interfejsu szeregowego wykorzystano układ 8251. W licznikach ICS2-LR wykorzystano mikrokomputer Intel 8031.

LITERATURA

[1] W.Nowakowski: "Systemy interfejsu w miernictwie", WKŁ, Warszawa 1987.

[2] T.Dudek, J.Sosnowski: "Organizacja przesyłania informacji w systemach cyfrowych", PWN, Warszawa 1981.

[3] IEEE Standard 488-1978 Digital Interface for Programmable Instrumentation. The IEEE, New York, Nov. 1978, II edition.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Adam Mrózek

Wpłynęło do Redakcji 7 lipca 1992 r.

Abstract

The ICS-BUS is a simple measurement interface which is possible to implement on the RS232C using three state drives. It assures the transmition in both directions with colission detection, service request and timeout when the transmission time is exceeded. Thanks to differential, current transmission, the medium is resistible to noises and the cable length can be up to 300m.

The communication rules in the ICS-BUS are so simple that they can be implemented in one microprocessor systems. In many cases the microprocessor that controls the measurement process can service the data exchange on the bus as well. It responds only to the controler commands and need'nt to compete for access to the medium. In situations when the microprocessor is so busy with the measurement functions that has no time to execute the communication procedures, the second microprocessor system is neccessary for communication purposes.

The ICS-BUS interface was built and checked in The Laboratory of Teleinformatic where it linked the IBM-PC AT computer as a system controler, with the eight production counters type ICS1-LR and ICS2-LR. The ICS1-LR counter uses the Intel 8039 microcontroler and the ICS2-LR uses the Intel 8031 microcontroler.