

SYSTEM INTERBUS-C FIRMY PHOENIX CONTACT (RFN) jako przykład wykorzystania standardu BITBUS w aplikacjach przemysłowych

1. BITBUS

1.1. Charakterystyka standardu

Standard BITBUS został wprowadzony przez firmę Intel w 1984 roku jako definicja środowiska sterowania rozproszonego przeznaczonego do realizacji aplikacji w takich dziedzinach jak robotyka, sterowanie procesami przemysłowymi, zbieranie danych, kontrola rozległych obiektów itp. BITBUS daje użytkownikowi proste i efektywne środki umożliwiające komunikację z rozproszonymi sterownikami DCM (Distributed Control Modules) z poziomu systemu nadrzędnego, którym może być np. komputer z magistralą AT-bus. Zestaw funkcji RAC (Remote Access Control) realizowanych systemowo czyni warstwę komunikacyjną niewidoczną dla użytkownika. Komunikacja, oparta na transmisji szeregowej (RS485) i protokole SDLC jest optymalizowana pod kątem szybkiej transmisji krótkich komunikatów w systemie hierarchicznym. Transmisja może odbywać się z szybkościami 62,5, 375, 500 i 2400 kilobitów na sekundę.

1.2. Dostępne środki techniczne

Firma Intel dostarcza bogaty zestaw sprzętu i oprogramowania, zarówno elementów systemów jak i narzędzi do ich tworzenia i wdrażania, takich jak:

- procesory Intel 8044 i ich odmiany,
- sterowniki magistrali BITBUS pracujące na magistrali Multibus, AT-bus, VME itp.,
- system operacyjny iDCX51,
- biblioteki do systemów iRMX, MS-DOS, XENIX, ISIS.

2. ŚRODOWISKO PRZEMYSŁOWE

Specyfika środowiska przemysłowego dotyczy zarówno aspektów informatycznych systemu charakteryzujących się:

- rozproszeniem informacji,

- dużą liczbą sygnałów o różnorodnej postaci informacji,
- pracą w czasie rzeczywistym,
- koniecznością uwzględniania przekłamań i utraty informacji w wyniku istnienia zakłóceń;
jak też aspektów technicznych, takich jak:
- różnorodność sygnałów elektrycznych,
- narażenie na uszkodzenia spowodowane czynnikami środowiskowymi,
- wysokie wymagania niezawodności i bezpieczeństwa,
- wymagania łatwej instalacji i obsługi ruchowej.

Systemy przeznaczone do pracy w obiektach przemysłowych winny uwzględniać powyższe cechy w pełnym zakresie. Adaptowanie do środowiska przemysłowego stosunkowo tanich, popularnych systemów zaprojektowanych do zastosowań laboratoryjnych nie jest w pełni możliwe ze względów konstrukcyjnych (nieodstateczne oddzielenie galwaniczne sygnałów, niewłaściwe systemy zasilania itp.).

3. PRZEGLĄD PRODUKTÓW firmy PHOENIX CONTACT

Firma produkuje szeroki asortyment podzespołów kontaktowych, od takich jak listwy zaciskowe, złącza pakietowe i kablone począwszy, przez urządzenia przekształcające sygnały analogowe i cyfrowe, do kompletnych systemów interfejsowych InterBus. W zastosowaniach przemysłowych szczególnie interesujące mogą okazać się następujące wyroby:

- złącza COMBICON, umożliwiające niezawodne, rozłączalne połączenie wiązki przewodów obiektowych z modulem elektronicznym,
- system zabezpieczeń przeciwzakłóceńowych linii zasilających i sygnałowych TRABTECH,
- system modułów MRC przekształcających, standaryzujących i separujących sygnały obiektowe,
- modemy przemysłowe i przekształtniki interfejsów RS232/RS422/RS485, w tym światłowodowe lokalne modemy RS232 (do 1000 m, do 10 dwukierunkowych łączy),
- system rozproszonego wprowadzania sygnałów obiektowych InterBus-S wraz z blokami sprzęgającymi do sterowników PLC wytwarzanych przez firmy AEG, Bosch, Siemens (SIMATIC S5) oraz do systemów opartych na VME-bus, IBM-PC i BITBUS,
- system InterBus-P umożliwiający tworzenie gałęzi otwartego systemu PROFIBUS (w/g normy DIN 19245 cz.1 i 2) z wykorzystaniem modułów InterBus-S oraz modułów przeznaczonych do pracy w trudnych warunkach (IP65).

- system InterBus-C, inteligentny, rozproszony system wejścia/wyjścia sygnałów obiektowych oparty na standardzie BITBUS firmy Intel.

Powyższy wykaz pozwala stwierdzić, że działalność firmy PHOENIX-CONTACT obejmuje wszystkie najważniejsze problemy przemysłowych systemów interfejsowych.

4. INTERBUS-C

4.1. Ogólna charakterystyka

InterBus-C jest zgodny ze standardem BITBUS i stanowi rozproszony, inteligentny podsystem wejścia/wyjścia komputerów "master" klasy IBM-PC, microVAX, opartych na szynach VME, SMP firmy Siemens itp, które same mogą być węzłami sieci komputerowej. InterBus-C spełnia wymagania środowiska przemysłowego w zakresie rozwiązań mechanicznych (obudowy, łączówki), zabezpieczeń (izolacja galwaniczna, kontrola błędów transmisji za pomocą CRC) oraz stopnia rozproszenia i pojemności (do 13,2 km i do 250 modułów przy szybkości transmisji 62,5 kbitów/s). System jest dostarczany z oprogramowaniem systemowym (moduły DCM z wielozadaniowym systemem operacyjnym iDCX51 i oprogramowaniem RAC oraz wieloma funkcjami obsługi wejść i wyjść obiektowych specyficznymi dla danego modułu). Oprogramowanie na poziomie "master" może być pisane w językach wysokiego rzędu, do których dostarczane są biblioteki. Oprogramowanie jest bardzo dobrze udokumentowane.

4.2. Moduły typu "master" (sterujące magistralą BITBUS)

Obiektowa sieć modułów wejścia/wyjścia systemu InterBus-C może być dołączona do różnych typów komputerów "master" za pośrednictwem właściwego dla danego komputera bloku sterującego. Umożliwia to łatwą zmianę przyporządkowania podsystemu wejść/wyjść obiektowych komputerowi nadrzędnemu. W przypadku zastosowania innego komputera "master" wystarczy zmienić tylko sterownik, pozostawiając bez zmian moduły obiektowe i połączenia z obiektem. Dostępne są sterowniki do następujących systemów:

- microVAX z systemem operacyjnym VMS,
- komputery OEM firmy Intel z systemami operacyjnymi iRMX, XENIX i MS-DOS,
- VMEbus,
- SMP, AMS i OSM firmy Siemens,
- IBM-PC z szyną XT lub AT,

- **Master Module V.24 (RS232C)** do połączenia z dowolnym komputerem wyposażonym w to złącze.

Moduł przeznaczony do współpracy z komputerami IBM-PC, oznaczony przez producenta symbolem IBC PC CON, jest skonstruowany jako typowa, zajmująca jedno 8-bitowe miejsce płytki sterownika, wyposażona w złącze magistrali BITBUS. W komputerze może być umieszczonych do sześciu sterowników. Można stosować dwie szybkości transmisji: 375 kBit/s (max. długość segmentu magistrali oraz wynikająca z tego odległość między wzmacniaczami transmisji 300 m, max. dwa wzmacniacze) lub 62,5 kbit/s (odpowiednio 1200 m, max. 10 wzmacniaczy). W segmencie magistrali może pracować do 28 modułów. Maksymalna liczba modułów: 250. Sterownik gwarantuje izolację magistrali BITBUS (RS485) do 2,5 kV.

W sterowniku zastosowany jest mikroprocesor Intel 8044 realizujący całkowicie autonomicznie protokół transmisji w wielozadaniowym systemie operacyjnym czasu rzeczywistego iDCX51 oraz realizujący funkcje RAC (task 0). Sterownik wyposażony jest we własną pamięć RAM. Współpraca z szyną komputera odbywa się poprzez rejestry kontrolny i stanu oraz kolejkę FIFO. Transmisja w magistrali BITBUS jest kontrolowana za pomocą specjalnych obwodów typu "watchdog". Komputer klasy IBM-PC wyposażony w kontroler IBC PC CON staje się węzłem typu "master" w sieci BITBUS. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dzięki autonomiczności sterownika komputer nie jest obciążony obsługą transmisji i funkcji sieciowych.

4.3. Moduły typu "slave" (sterowniki DCM)

Inteligentne moduły wyposażone są w procesory Intel 8044 lub ich wersje, jak np. 80C152 realizujące protokół BITBUS, listę rozkazów mikroprocesora Intel 8051 i pracujące w systemie iDCX51 umożliwiającym pracę do siedmiu zadań użytkownika. Dostępne są moduły o różnych zestawach sygnałów obiektowych, co ułatwia dopasowanie do obiektu oraz zestaw modułów komunikacyjnych pozwalających na współpracę z innymi urządzeniami i systemami. Podstawowe dane techniczne:

- izolacja galwaniczna magistrali transmisyjnej do 2,5 kV,
- szybkość transmisji (wybierana zworką) 62,5 lub 375 kBit/s (self clocking mode),
- obudowa umożliwiająca zawieszanie bezpośrednio na ścianie lub na listwach montażowych DIN 35 mm,
- rozłączalne złącza obiektowe typu COMBICON,
- wyświetlanie (LED) stanów sygnałów obiektowych,
- zasilanie 24 V dc,
- wymiary 245x136x66 lub 245x266x66 mm.

Moduły wejść i wyjść obiektowych (z wyjątkiem IBC 24 CDIO i IBC 24 CADIO) realizują równocześnie funkcje wzmacniacza transmisji. Dostępne są następujące moduły:

● Wejścia/wyjścia dwustanowe 24V dc

- IBC 24 CDIO 16 IN 8 OUT
- IBC 24 DIO 24 IN 8 OUT
- IBC 24 DIO/O 8 IN 24 OUT

● Wejścia analogowe

Cztery programowalne wzmacnienia: 1, 10, 100, 200

- IBC AI 1A 8 IN 0-10 V ... 0-50 mV różnicowe
- IBC AI 2A 8 IN +/-10 V ... +/-50 mV różnicowe
- IBC AI 3A 16 IN 0-10 V ... 0-50 mV wsp. masa
- IBC AI 4A 16 IN +/-10 V ... +/-50 mV wsp. masa
- IBC AI 5A 8 IN 0-20 mA , 0-2 mA , 0-1 mA (3 zakresy)

● Wyjścia analogowe

- IBC AO 1A 8 OUT +/-10 V lub 0-20 mA
- IBC AO 2A 8 OUT 0-10V lub 4-20 mA

● Wejścia analogowe, 24 wejścia/8 wyjść dwustanowych

Cztery programowalne wzmacnienia: 1, 10, 100, 200

- IBC 24 ADIO 1 8 IN 0-10 V ... 0-50 mV różnicowe
- IBC 24 ADIO 2 8 IN +/-10 V ... +/-50 mV różnicowe
- IBC 24 ADIO 3 16 IN 0-10 V ... 0-50 mV różnicowe
- IBC 24 ADIO 4 16 IN +/-10 V ... +/-50 mV różnicowe
- IBC 24 ADIO 5 8 IN 0-20 mA, 0-2 mA, 0-1 mA (3 zakresy)

● Wyjścia analogowe, 24 wejścia/8 wyjść dwustanowych

- IBC 24 A ODIO 18 OUT +/-10 V lub 0-20 mA
- IBC 24 A ODIO 28 OUT 0-10 V lub 4-20 mA

● We/wy analogowe, 16 wejść/8 wyjść dwustanowych

- IBC 24 CADIO 4 IN 0-10 V wsp. masa 1 OUT 0-10 V
1 IN 0/24 V licznik 10 kHz

● Wejścia licznikowe 16 bitowe (możliwość pracy kaskadowej)

- IBC CNT 4 IN 0/5 V (1 MHz) lub 0/24 V (200 kHz)

● Moduły komunikacyjne

- IBC V.24 A 2 kanały transmisji szeregowej V.24 (RS232C)
- IBC V.11 2 kanały transmisji szeregowej V.11 (RS422)
- IBC V.24 DUST 2 kanały transmisji szeregowej V.24 (RS232C)
z konwersją protokołu 3964(R)

- IBC V.24 /4 4 kanały transmisji szeregowej V.24 (RS232C)
- IBC S5/SL pakiet interfejsu BITBUS do sterowników
PLC SIMATIC S5 firmy Siemens
- IBC GS sterownik gałęzi InterBus-S (gateway)

4.4. Oprogramowanie

4.4.1. System operacyjny iDCX51

Zastosowany w modułach InterBus-C oryginalny wielozadaniowy system operacyjny iDCX51 stanowi ich integralną część (jako oprogramowanie firmowe, stanowiąc wraz z mikroprocesorami 8044/8344/8744 mikrosterownik BITBUS, tzw. BEM-Bitbus Enhanced Microcontroller). System operacyjny opracowany do mikroprocesorów rodziny Intel 8051 jest dopasowany do potrzeb tworzenia aplikacji czasu rzeczywistego, wymagających wielozadaniowości i szybkiej reakcji na zdarzenia. W modułach "slave" użyta jest prekonfigurowana ośmiozadaniowa wersja iDCX51, z możliwością użycia do programów aplikacyjnych siedmiu zadań. Komunikacja zadań (tasków) z systemem następuje poprzez dyrektywy systemowe (system call interface), a między zadaniami za pomocą komunikatów (inter task messages) o strukturze identycznej z normalnymi komunikatami (BITBUS messages).

4.4.2. Komendy RAC (Remote Access Control)

Moduły systemu InterBus-C realizują wszystkie komendy RAC zdefiniowane przez firmę Intel. Dzięki temu system InterBus-C jest kompatybilny ze standardem BITBUS. Komendy RAC są zawarte w zadaniu o najwyższym priorytecie (task 0). Dają one możliwość tworzenia aplikacji sieciowych dzięki udostępnieniu następujących operacji (w nawiasie umieszczono numer kodowy operacji):

- | | |
|-------------------------|---|
| — Reset Slave (00H) | — inicjalizacja modułu, |
| — Create Task (01H) | — inicjalizacja zadania i rozpoczęcie jego wykonywania, |
| — Delete Task (02H) | — zakończenie wykonywania zadania i jego usunięcie, |
| — Get Function ID (03H) | — odczytanie identyfikatorów zadań, |
| — RAC Protect (04H) | — zezwala lub zabrania używanie komend RAC w module typu slave przez zadanie wykonywane w module typu master, |
| — Read I/O (05H) | — odczyt portu wejścia/wyjścia, |
| — Write I/O (06H) | — zapis do portu (bramy) wejścia/ /wyjścia, |
| — Update I/O (07H) | — zapisanie do portu (bramy) wejścia/wyjścia, a następnie odczytanie, |

- Upload Memory (08H)
- Download Memory (09H)
- OR I/O (0AH)
- AND I/O (0BH)
- XOR I/O (0CH)
- Status Read (0DH)
- Status Write (0EH)
- odczytanie danych z pamięci,
- wpisanie danych do pamięci,
- bitowa suma logiczna przesyłanego bajtu i zawartości portu (bramy) wejścia/wyjścia,
- bitowy iloczyn logiczny przesyłanego bajtu i zawartości portu (bramy) wejścia/wyjścia,
- bitowa różnica symetryczna przesyłanego bajtu i zawartości portu (bramy) wejścia/wyjścia,
- odczyt do 256 bajtów pamięci,
- zapis do 256 bajtów do pamięci.

Przedstawione wyżej komendy RAC znajdują się w specyfikacji firmy Intel. Ponadto w systemie InterBus-C dołączono:

- Node Info (0FH)
- Off line (10H)
- Upload Code (11H)
- Download Code (12H)
- odczyt informacji o module,
- wyłączenie modułu,
- odczyt pamięci programu,
- zapis do pamięci programu (np. typu EEPROM).

Ostatnio wymienione komendy posiadają numery kodowe określone przez firmę Intel jako zastrzeżone.

4.4.3. Dodatkowe komendy firmy Phoenix Contact

Każdy moduł InterBus-C jest wyposażony w oprogramowanie firmowe zawierające dodatkowe komendy zdefiniowane przez Phoenix Contact. Realizują one funkcje specyficzne dla danego modułu, a przez to ułatwiają jego obsługę. Komendy te zajmują od jednego do trzech zadań (tasks). W szczególności do zadania o najwyższym priorytecie (task 0), zajmowanego przez komendy RAC, dołączone są dwie dodatkowe komendy firmy Phoenix Contact:

- PhoenixInfo
- Emergencymode
- odczyt rozszerzonej informacji o module,
- obsługa specjalnej linii alarmowej.

Za pomocą komend dodatkowych można, korzystając z wejść i wyjść danego modułu, definiować urządzenia logiczne o określonych właściwościach, a następnie z nimi współpracować. W ten sposób można definiować liczniki, człony czasowe, generatory impulsów, inwertery wejść oraz wyjść itp. Odpowiednie komendy umożliwiają stosunkowo łatwą współpracę ze złożonymi urządzeniami, takimi jak przetwornik ze wzmacniaczem czy kanał transmisyjny.

4.4.4. Programy narzędziowe

Komunikację między komputerem "master" a siecią modułów zapewnia program IBCM. Jest to monitor umożliwiający wybieranie z menu i wysyłanie komend RAC i komend dodatkowych. Monitor IBCM jest szczególnie użyteczny w czasie uruchamiania i instalowania systemu. Do opracowywania programów przewidzianych jako zadania przesyłane do modułów może być użyte całe bogate oprogramowanie narzędziowe mikroprocesorów rodziny Intel 8051, w szczególności MCS 51 oraz kompilatory PL/M i kompilatory skrośne do komputerów IBM-PC. Firma PHOENIX CONTACT dostarcza oprogramowanie IBC PTCU (Task Creation Utilities) ułatwiające budowanie zadań użytkownika oraz pozwalające na współzystowanie ich z oprogramowaniem firmowym. Oprogramowanie to pozwala na wykorzystywanie zaimplementowanego w modułach InterBus-C mechanizmu zarządzania pamięcią, pozwalającego rezerwować obszary pamięci do buforowania komunikatów lub tworzenia pamięci dynamicznej.

4.4.5. Interfejsy do języków wysokiego poziomu.

Firma PHOENIX CONTACT dostarcza kompletny interfejs pozwalający tworzyć oprogramowanie stacji "master" zbudowanej na komputerze IBM-PC w językach wysokiego poziomu, obejmujący sterownik (driver) karty sieciowej oraz biblioteki umożliwiające wywoływanie komend odnoszących się do sterownika, komend RAC i komend dodatkowych. Biblioteki dostarczane są do następujących języków:

- Microsoft QUICK BASIC,
- Microsoft PASCAL,
- Microsoft C,
- Borland TURBO PASCAL.

Oprogramowanie dostarczane jest z bogatą dokumentacją zawierającą kompletne definicje i przykłady.

4.4.6. Nadrzędne systemy wizualizacji

Systemy zbudowane w oparciu o InterBus-C mogą być wyposażone w mocne stacje master wykorzystujące komputery PC/AT/386 i uniwersalne, mogące współpracować z różnymi systemami wejścia/wyjścia systemy wizualizacji, takie jak:

- GENESIS mogący obsługiwać do 120 modułów,
- INTOUCH pracujący w systemie Microsoft Windows i umożliwiający używanie mechanizmów dynamicznej wymiany danych DDE,
- WIZCON pracujący w systemie MS-DOS lub OS-2, wykorzystujący 16-kolorową grafikę wektorową. Otwarta, oparta na standardach koncepcja systemu InterBus-C sprawia, że bez trudności może on być integrowany z innymi, nowoczesnymi systemami wizualizacji, takimi jak pracujący w systemie Microsoft Windows (DDE,

grafika "object oriented") system IPC-Xpert firmy East Point Software Corporation
— USA (wyłączny dystrybutor w Polsce firma CompArt Ltd.).

4.5. Dystrybucja systemu

Obsługę techniczno-handlową w zakresie systemu InterBus-C i innych wyrobów firmy PHOENIX CONTACT prowadzi w firmie CompArt Ltd. (ul. Hetmańska 35, 04-305 Warszawa, tel./fax 610 63 92, tel. 625 77 00) mgr inż. Jerzy Zajdel. Usługi techniczne mogą obejmować konsultacje, szkolenie indywidualne lub grupowe a także współdziałanie w aplikacjach w uzgodnionym zakresie. Ponadto firma może służyć pomocą przy kompletacji systemów, dostarczając szeroki asortyment urządzeń pomiarowych, automatyki i osprzętu elektrycznego (np. nowoczesne wyłączniki różnicowe firmy ABL-SURSUM RFN). W szczególności CompArt Ltd. dostarcza, jako autoryzowany dystrybutor firmy Honeywell, przetworniki pomiarowe, urządzenia wykonawcze, regulatory, rejestratory i systemy a także, jako wyłączny dystrybutor amerykańskiej firmy Cardinal DETECTO, przetworniki tensometryczne, wzmacniacze i wskaźniki-wagowe oraz kompletne wagi przystosowane do współpracy z systemami komputerowymi, od małych jednostek po duże wagi samochodowe włącznie.

5. OCENA UŻYTKOWA

Zarówno poziom techniczny systemu, jego otwartość jak i jego w pełni kompletna oferta, optymalnie dopasowana do potrzeb aplikatorów nie zamierzających prowadzić prac na poziomie-systemowym, czyni InterBus-C bardzo atrakcyjnym produktem dla małych zespołów projektowo-wdrożeniowych, zajmujących się kompleksowymi dostawami systemów automatyki przemysłowej.

LITERATURA

W niniejszym opracowaniu wykorzystano następujące materiały firmy PHOENIX CONTACT:

- InterBus-S High speed serial data highway kat. nr 75
- InterBus-P The I/O extension within PROFIBUS kat. nr 103
- InterBus-C The industrial Bitbus standard kat. nr 74
- InterBus-C User Manual for InterBus-C High-Level Language Interface IBC UPBI E Version: 3.1

Copyright PHOENIX-CONTACT 1991