

Ryszard JAN
Edward HRYNKIEWICZ

KARTA INTERFEJSU CAN DO KOMPUTERA IBM PC DLA MONITOROWANIA SIECI CAN W SAMOCHODACH I PRZEMYSŁE

Streszczenie: Opracowanie poświęcone jest charakterystyce oraz sposobowi realizacji prostego interfejsu CAN w postaci karty do komputera IBM PC. Zaprezentowane dalej urządzenie może pełnić rolę węzła sieci CAN w celu przeprowadzania testów laboratoryjnych bądź monitorowania przemysłowej lub samochodowej sieci opartej o standard *Controller Area Network*.

Charakterystyka urządzenia obejmuje zarówno proces jego realizacji, budowę blokową elementów składowych, jak również spostrzeżenia autora wynikające z przeprowadzonych testów laboratoryjnych wykonanego prototypu karty.

1. WSTĘP

W ramach pracy dokonano analizy struktur oraz działania sieci *Controller Area Network*, a następnie zaprojektowano i wykonano węzeł sieci CAN w postaci karty do komputera typu IBM PC wraz z oprogramowaniem monitorującym pracę sieci.

Praktyczne realizacje sieci CAN składają się prawie wyłącznie z wyspecjalizowanych modułów, realizujących określone zadania związane ze sterowaniem i kontrolą urządzeń pokładowych pojazdów lub maszyn. Podczas eksploatacji komunikacja w sieci odbywa się bezustannie, a użytkownik jest tylko świadkiem efektów jej działania. Pomysł realizacji karty interfejsu CAN wynika z zapotrzebowania na urządzenie pozwalające na wizualizację stanu sieci *Controller Area Network* opartej o rozwiązania spotykane w pojazdach samochodowych oraz przemyśle.

Dla takiego urządzenia – karty interfejsu CAN, można sprecyzować następujące wymagania:

- Urządzenie w postaci karty przeznaczonej do instalacji wewnątrz komputera IBM-PC. Komunikacja z kartą np. poprzez szynę ISA komputera [6].
- Pełna obsługa standardu CAN2.0 A/B, czyli możliwość obsługi zarówno wiadomości z 11-bitowym identyfikatorem, jak i w standardzie rozszerzonym - 29-bitowym.
- Część interfejsowa CAN izolowana galwanicznie od komputera, zdolna do komunikacji w całym zakresie prędkości transmisji dla systemu CAN (do 1Mbit/s).
- Kompatybilność interfejsu fizycznego karty z popularnym standardem ISO11898 [9].
- Wyposażenie karty w kontroler protokołu CAN oferujący możliwości sprzętowej filtracji wiadomości sieciowych, tak, aby móc obserwować wybrane informacje nawet podczas bardzo dużego natężenia ruchu.

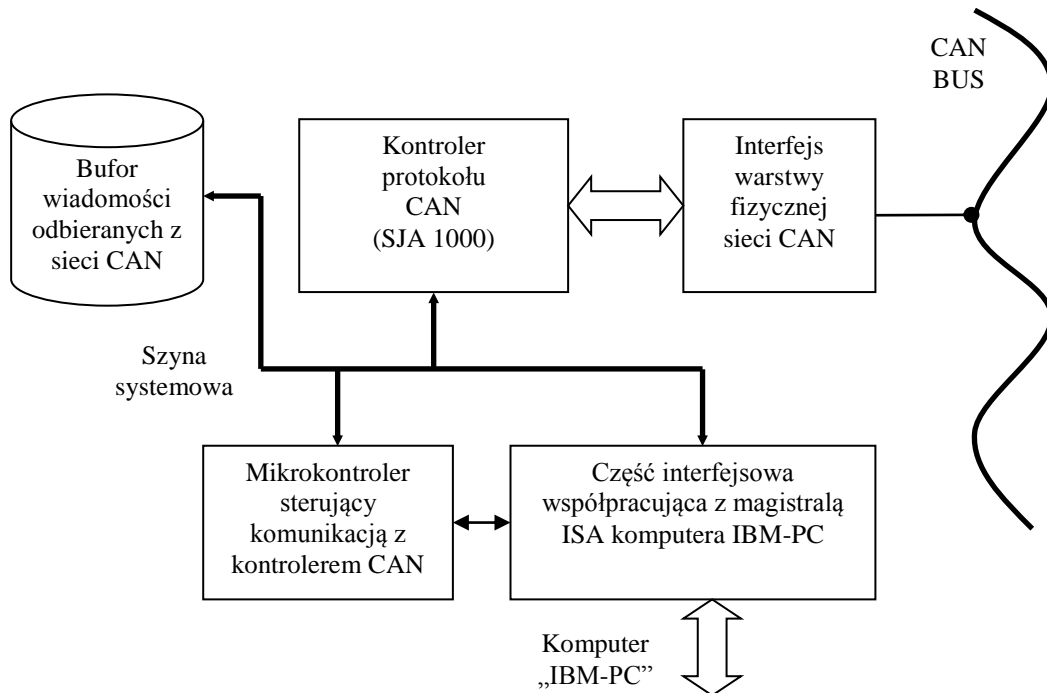
2. KARTA INTERFEJSU CAN – STRUKTURA I ZASADA DZIAŁANIA

„Sercem” karty interfejsu *Controller Area Network* [9] jest niewątpliwie sam układ realizujący obsługę tegoż protokołu. Po przejrzaniu oferty układowej zdecydowano się na układ Philips SJA1000; ze względu na dużą popularność, niewygórowaną cenę oraz rozbudowane parametry konfiguracyjne. Układ SJA1000 jest stacjonarnym, niezależnym

kontrolerem magistrali CAN, przeznaczonym głównie dla aplikacji przemysłowych oraz motoryzacji [11].

2.1. Schemat blokowy urządzenia

Po dokonaniu wyboru odpowiedniego kontrolera sieci CAN, należało by „obudować” go o niezbędne bloki funkcjonalne, umożliwiające wymianę informacji między fizyczną siecią *Controller Area Network*, a oprogramowaniem komputera IBM-PC. Rysunek 1. prezentuje strukturę urządzenia w postaci blokowej.



Rys.1. Schemat blokowy karty z niezależnym kontrolerem CAN

Zadaniem części interfejsowej komputera, współpracującej z magistralą ISA jest przechwytywanie zaadresowanych danych z szyny ISA oraz wysyłanie określonych bajtów podczas każdorazowego odczytu z wyznaczonej przestrzeni adresowej. Do realizacji takich działań idealnie nadaje się układ kombinacyjny, zintegrowany w cyfrowym układzie programowalnym lub złożony z klasycznych układów cyfrowych małej skali integracji.

W modelu wybrano rozwiązanie pośrednie, wykonując blok współpracy z szyną ISA z trzech układów scalonych niskiej skali integracji oraz jednego układu programowalnego. Głównym elementem sterującym blokiem wymiany danych z szyną ISA jest układ programowalny GAL22V10, w którego strukturze zawarto algorytm komunikacji z magistralą komputera [13]. Zalecaną przestrzenią adresową dla karty jest przedział 300h-31Fh, który w komputerach IBM-PC został dedykowany dla kart prototypowych.

Dwa najmłodsze bity magistrali adresowej ISA [$A_1 A_0$] służą do rozróżnienia własnej przestrzeni adresowej karty. Odbierane rozkazy są odmiennie interpretowane w zależności od tego pod jaki adres zostały nadesłane. Ze względu na fakt, iż cykl zapisu/odczytu magistrali ISA jest znacznie krótszy niż czas obsługi rozkazu przez mikrokontroler – każdy zapis do karty powoduje inicjalizację zewnętrznego przerwania /INT_REQ. Jednocześnie podczas każdego cyklu zapisu zostają zapamiętane stany dwóch najmłodszych bitów magistrali

adresowej (offset adresu), które zostają zinterpretowane przez mikrokontroler podczas cyklu obsługi przerwania.

2.2. Zadania wykonywane przez mikrokontroler karty

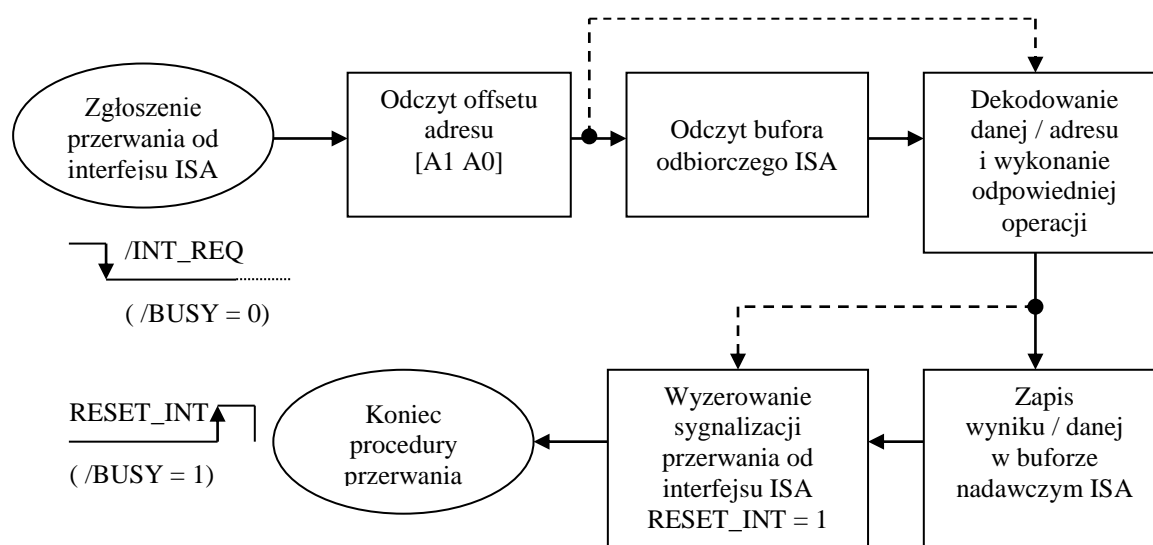
Najważniejszym elementem sterującym karty interfejsu jest niewątpliwie sam mikrokontroler, od którego zależy pomyślność działania całego urządzenia oraz efektywność współpracy z kontrolerem sieci CAN [12]. Rolę jednostki sterującej pełni mikrokontroler z rodziny MCS-51 – Atmel AT89C51.

Do głównych zadań wykonywanych przez mikrokontroler należą:

- wymiana informacji między blokiem współpracy z szyną ISA,
- realizacja nadsyłanych rozkazów ze strony oprogramowania komputera,
- automatyczne buforowanie nadchodzących ramek sieci CAN w pamięci podręcznej RAM,
- programowy pomiar odstępów czasowych pomiędzy wiadomościami.

Poniżej zostały scharakteryzowane poszczególne zadania wraz z przestawieniem sposobu ich realizacji. Z punktu widzenia mikrokontrolera sterującego, wywołanie przerwania (sygnał /INT_REQ) jest dla niego informacją, że oprogramowanie dokonało zapisu do karty. Należy więc dokonać „obróbki” - interpretacji nadesłanego rozkazu.

Etapy działania mikrokontrolera podczas obsługi komunikacji z szyną ISA komputera przedstawia rys. 2.



Rys.2. Czynności wykonywane przez mikrokontroler podczas dostępu do karty

W trakcie obsługi zgłoszenia przerwania karta ustawia bit statusu /BUSY=0 sygnalizując stan „zajętości”. W ten prosty sposób oprogramowanie „wie”, że karta wykonuje określone zadanie i należy oczekiwać na jego zakończenie, aby pobrać wynik operacji lub przesłać kolejny rozkaz.

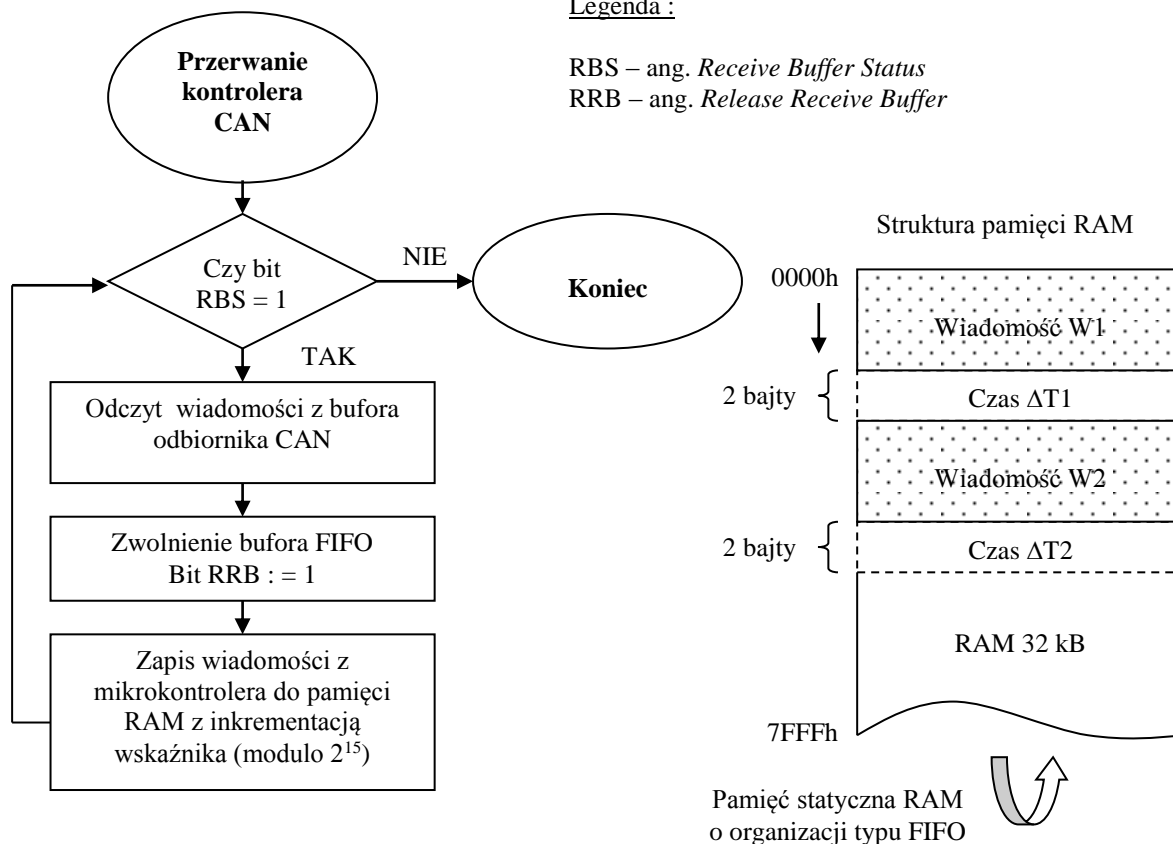
Istotną wytyczną podczas pracy nad kartą było skonstruowanie urządzenia odpornego na chwilową niestabilność systemu komputerowego. W tym celu zastosowano buforowanie w postaci dodatkowej pamięci RAM, zapobiegając utracie odbieranych informacji z sieci.

Buforowanie ramek z kontrolera CAN do pamięci odbywa się automatycznie bez ingerencji komputera PC. Algorytm zapisu wiadomości w pamięci RAM przedstawia rys.3.

Legenda :

RBS – ang. *Receive Buffer Status*

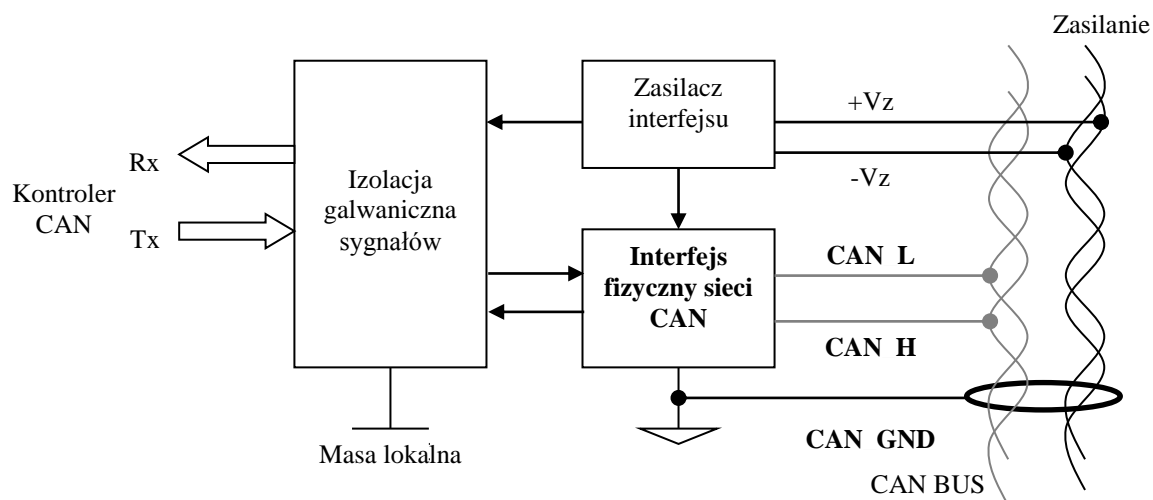
RRB – ang. *Release Receive Buffer*



Rys.3. Realizacja odbioru i buforowania wiadomości w pamięci RAM karty

2.3. Interfejs warstwy fizycznej sieci CAN

Interfejs warstwy fizycznej pośredniczy między układem realizującym protokół sieci (warstwy łącza danych), a medium transmisyjnym. Określoną sieć można zbudować z użyciem różnych interfejsów, jednakże warunkiem jej działania jest kompatybilność wszystkich modułów pod względem stanów logicznych i stosowanych prądów lub napięć.



Rys.4. Schemat blokowy części interfejsowej karty

Najczęściej do budowy sieci CAN stosowana jest skrętka miedziana, która stanowi jednocześnie najtańszy środek transmisji sygnału. W przypadku sieci *Controller Area Network* skrętka stosowana jest jako łącze wielopunktowe, w którym znaczna liczba modułów jest dołączana do tego samego kabla.

Jednym z celów postawionych w założeniach projektowych karty była możliwość transmisji wiadomości w całym zakresie określonym przez standard, tzn. do 1Mbit/s. Własność taką posiadają układy typu Philips PCA 82C250/251, które są dedykowanymi rozwiązaniami dla aplikacji przemysłowych oraz samochodowych [11]. Z tego względu ostateczny wybór padł na układ PCA82C250, który jest głównie przeznaczony dla sieci samochodowych wyposażonych w instalację 12-woltową.

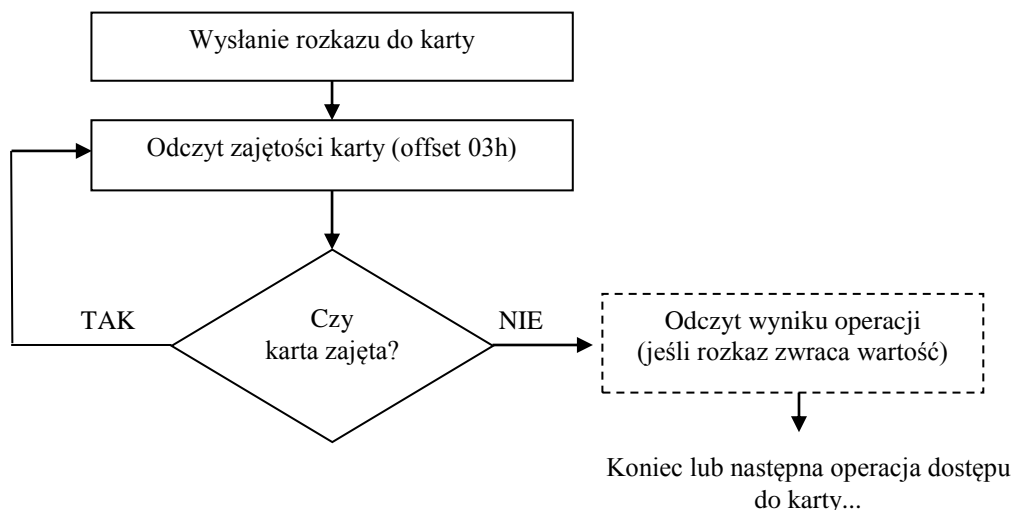
Ze względu na ryzyko uszkodzenia karty i komputera w wyniku przepięcia lub przebicia pochodzącego z zewnątrz sieci, urządzenie jest separowane za pomocą optoizolatorów. Ponieważ zdecydowano się na zastosowanie zewnętrznego źródła zasilającego przewód magistralowy CAN, zasilanie interfejsu zrealizowano w oparciu o układ klasycznego stabilizatora napięcia. Schemat poglądowy części interfejsowej karty przedstawiony jest na rys. 4.

3. OPROGRAMOWANIE MONITORUJĄCE KARTY

3.1. Wymiana informacji między komputerem a kartą

Początkowym zamiarem autorów było zrealizowanie komunikacji z kartą za pośrednictwem przerwania sprzętowego generowanego przez urządzenie. Jednak dla uniknięcia kosztów zdecydowano się na zastosowanie ogólnie dostępnej wersji sterownika – komponentu dla środowiska *Delphi*, umożliwiającego komunikację z magistralą ISA, jednak bez informacji o przerwaniach. Z tego względu komunikacja z kartą musi odbywać się na zasadzie okresowego „przepytывania” jej statusu.

Rysunek 5. przedstawia etapy komunikacji z urządzeniem. Po wysłaniu któregośkolwiek z rozkazów zawsze należy pamiętać o odczekaniu czasu potrzebnego na realizację danego zadania (czas, w którym karta jest „zajęta” przetwarzaniem rozkazu).



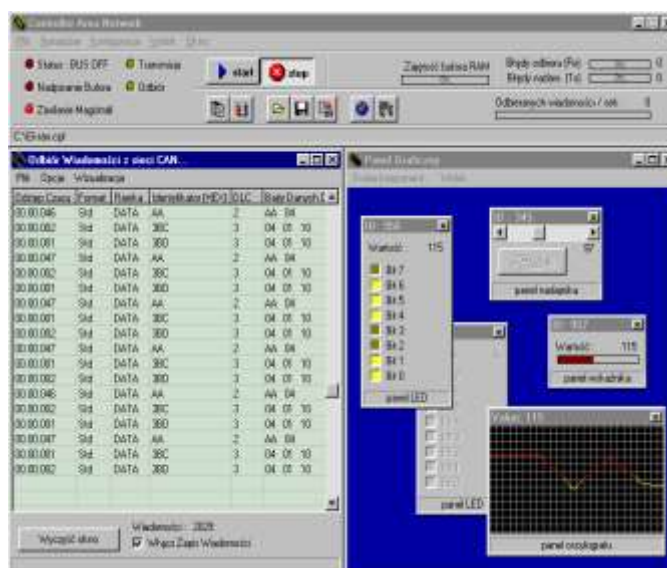
Rys.5. Uproszczony algorytm komunikacji z kartą

Dla potrzeb stworzonego urządzenia opracowano program do wizualizacji parametrów interfejsu CAN oraz zasobów sieciowych, pracujący w środowiskach *Windows 95/98*.

Program o nazwie *CANCARD* został napisany w języku *Object Pascal*, za pomocą popularnego środowiska programistycznego *DELPHI ver.3.0* dostarczanego przez firmę *Borland International* [4]. Przykładowy widok aplikacji zamieszczono na rys. 6.

Z powodu znacznej złożoności programu, pominięto szczegółowy opis jego działania, wyszczególniając tylko najważniejsze cechy istotne z punktu widzenia użytkownika:

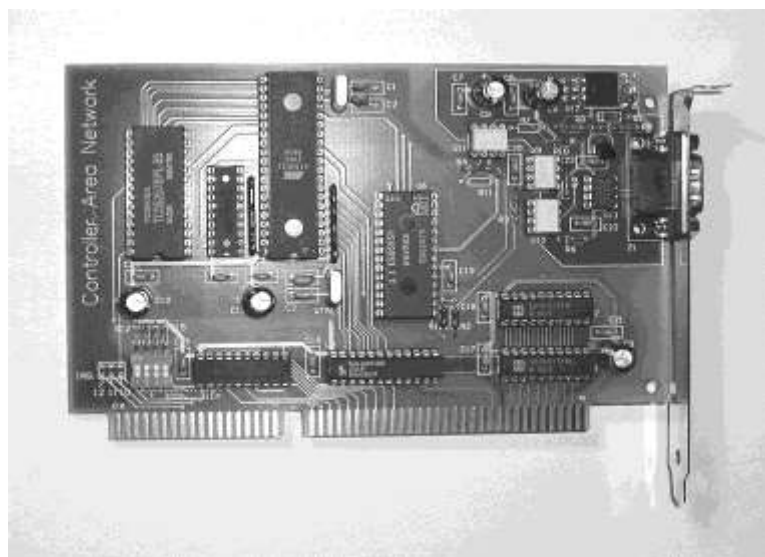
- swobodna konfiguracja parametrów sieci CAN przez użytkownika (szybkość transmisji, programowanie filtrów akceptacji wiadomości, tryb pracy kontrolera),
- bieżący stan kontrolera wyświetlany na głównym panelu programu,
- wyświetlanie stanu liczników błędów i stopnia zajętości pamięci bufora RAM,
- dualny sposób prezentacji odbieranych wiadomości za pomocą:
 - okna wyświetlającego informacje w postaci tekstowej,
 - pulpitu graficznego konfigurowanego przez użytkownika,
- wysyłanie dowolnych wiadomości zdefiniowanych przez użytkownika.



Rys.6. Oprogramowanie monitorujące karty

4. PODSUMOWANIE

Karta interfejsu CAN została zrealizowana praktycznie, a jej fotografię przedstawiono na rys.7. Podczas konstrukcji urządzenia brano pod uwagę jego uniwersalność oraz możliwość dostosowania go do specyficznych warunków, jak np. w aplikacjach przemysłowych lub serwisie samochodowym. Urządzenie może również znaleźć praktyczne zastosowanie jako obiekt szkoleniowy dla studentów. Karta została poddana badaniom w laboratorium Instytutu Elektroniki Politechniki Śląskiej.



Rys. 7. Widok zbudowanego urządzenia

Po przeprowadzeniu testów, słabym punktem okazała się przepustowość komunikacji urządzenia z komputerem, co ogranicza zdolność ciągłego odbioru dużych porcji informacji. Głównym „hamulcem” okazał się tu zastosowany mikrokontroler. W przyszłości można by temu zaradzić stosując wydajniejszy typ mikrokontrolera w miejsce popularnego, lecz mało

wydajnego AT89C51. Idealnym kandydatem wydaje się być układ z rodziny AVR Atmel lub jeden z mikrokontrolerów serii PIC Microchip.

Kolejnym elementem możliwym do modernizacji jest oprogramowanie monitorujące. Napisane sterownika umożliwiającego komunikację z użyciem przerwań wyeliminowałoby konieczność ciągłego „przepytywania” podczas obsługi jednostki.

5. LITERATURA

- [1] GAŁKA P. i P. – *Podstawy programowania mikrokontrolera 8051* – Wydawnictwo Mikom, Warszawa 1995.
- [2] MAŁYSIAK H. – *Mikrokomputery jednocukładowe serii MCS48, MCS51, MCS96* – Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1992.
- [3] MIELCZAREK W. – *Szeregowe interfejsy cyfrowe* – Wydawnictwo Helion, Gliwice 1993.
- [4] REISDORPH K. – *Delphi 4* – Wydawnictwo Helion, Gliwice 1999.
- [5] JAKUBOWSKI A. – *Delphi 3 - Tworzenie komponentów* – Wydawnictwo Lynx-SFT, Warszawa 1998.
- [6] METZGER P. – *Anatomia PC* – Wydawnictwo Helion, Gliwice 1996.
- [7] KERNIGHAN B. W., RITCHIE D. M. – *Język ANSI C* – Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
- [8] HOROWITZ P., HILL W. – *Sztuka Elektroniki* – WKŁ, Warszawa 1997.
- [9] <http://www.can.bosch.com/> – informacje o sieci i sprzęcie
- [10] <http://www.kvaser.com> – informacje o sieci i sprzęcie
- [11] <http://www.semiconductors.philips.com/buses/can/> – oferta układowa firmy Philips
- [12] <http://www.atmel.com/> – mikrokontroler AT89C51
- [13] <http://www.latticesemi.com/> – układy programowalne GAL

CAN INTERFACE CARD FOR IBM COMPATIBLE PC FOR MONITORING CAN NETWORK IN THE CARS AND IN INDUSTRY

Abstract: The paper deals with the problem of characterization and the way of implementation of simple Controller Area Network interface built-in as an IBM-PC compatible computer card. The presented device can work as a part of CAN network used for research purposes, or as a monitoring node within industrial or automotive application of such network.

The scope of the paper includes the block structure of the device, its designing and implementation as well the author conclusions resulted from carried out tests made with the device.

Recenzent: dr inż. Zbigniew RACZYŃSKI