

Tomasz **MAKOWSKI**
Marek **KCIUK**

ZASTOSOWANIE STANOWISKA LABORATORYJNEGO DO BADANIA MAGISTRALI CAN

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę stabilności magistrali CAN przy zastosowaniu warunków technicznych niezgodnych z zaleceniami normalizacyjnymi oraz w stanach zakłóceń i zwarciovych. Badania przeprowadzono na autorskim stanowisku laboratoryjnym z modułem przeznaczonym do badania magistrali CAN.

Słowa kluczowe: magistrala CAN, protokół CANOpen, badania magistrali CAN.

1. KONCEPCJA STANOWISKA LABORATORYJNEGO Z MODUŁEM PRZEZNACZONYM DO BADANIA MAGISTRALI CAN

Celem pracy było przeprowadzenie badań magistrali CAN w stanach normalnej pracy, jak i w stanach zaburzeniowych. Założono szereg możliwych zaburzeń mogących wystąpić na magistrali CAN, a następnie tak opracowano program badań, aby przeanalizować wpływ możliwie dużej liczby zakłóceń na jakość transmisji wewnątrz magistrali. Przed przystąpieniem do realizacji postawionego zadania zaprojektowano i wykonano stanowisko laboratoryjne zawierające dwa moduły sterowników magistrali CAN, które następnie oprogramowano. Moduły to mikrokontrolery ośmiobitowe wraz z wymaganym osprzętem umożliwiającym komunikację z zastosowaniem magistrali CAN. W celu zapewnienia dużej uniwersalności projektowanego układu stanowisko zaprojektowano w taki sposób, aby umożliwiała ono naukę programowania mikrokontrolerów z uwzględnieniem różnych systemów komunikacyjnych. W efekcie, prócz badania magistrali CAN, stanowisko umożliwia zapoznanie się z zasadą programowania następujących protokołów: TWI(I2C), SPI, OneWire, USART(UART), USB, RC5. Wybór protokołu komunikacyjnego związany jest z napisaniem odpowiedniego oprogramowania dla mikrokontrolerów.

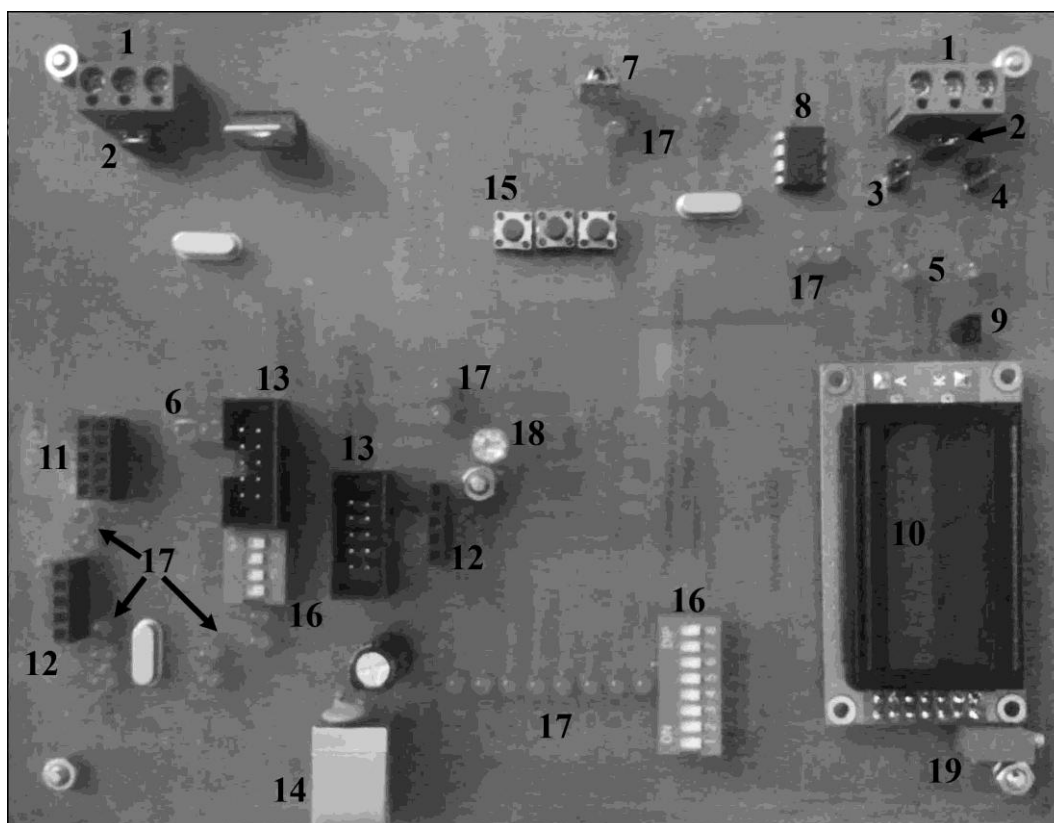
Najistotniejszym jednak elementem, umożliwiającym wygodne przeprowadzenie szerokiego wachlarza badań, było zastosowanie w magistrali CAN złącz śrubowych zamiast gniazd DB9. Wprowadzono również złącza stykowe i diody LED informujące o stanie magistrali CAN. Aby możliwe było podpięcie do stanowiska standardowych urządzeń pracujących w magistrali CAN lub możliwe było połączenie urządzenia z działającą magistralą, wykonano przejściówki ze złącz śrubowych na standardowe gniazda DB9.

Poszczególne elementy stanowiska laboratoryjnego od strony górnej - użytkowej przedstawione na rys. 1 są następująco oznaczone:

- 1 - magistrala CAN (dwie niezależne linie magistrali CAN),
- 2 - zworka rezystancji terminującej,
- 3 - zworka zawierająca linie CAN_L z masą,

- 4 - zworka zwierająca linie CAN_H z zasilaniem,
- 5 - diody stanu pracy magistrali CAN,
- 6 - diody stanu buforu odbiorczego magistrali CAN,
- 7 - dioda odbiorcza IR – interfejs RC5,
- 8 - termometr z termostatem – interfejs TWI (I²C),
- 9 - termometr – interfejs OneWire,
- 10 - wyświetlacz LCD,
- 11 - złącze modułu LAN – interfejs SPI,
- 12 - złącze USART,
- 13 - złącze programatora uC – interfejs ISP,
- 14 - złącze USB,
- 15 - przyciski,
- 16 - przełączniki,
- 17 - diody LED,
- 18 - dioda RGB,
- 19 - potencjometr do regulacji ostrości wyświetlacza LCD,

oraz stabilizator napięcia 3V i rezonatory kwarcowe. Po drugiej stronie znajduje się złącze kard SD oraz układy - scalony wraz z niezbędnymi elementami.



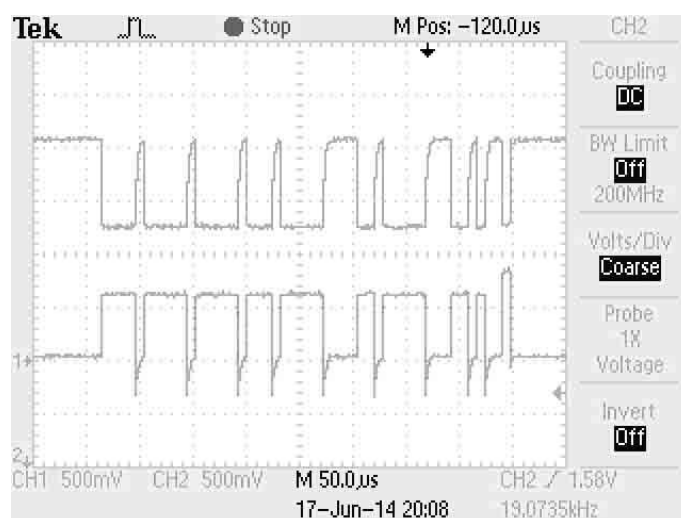
Rys. 1. Stanowisko laboratoryjne, strona górna

2. BADANIA MAGISTRALI CAN

W ramach pracy badawczej przeprowadzono badania magistrali CAN w stanach normalnej pracy, jak i w stanach zaburzeniowych. Prędkość magistrali CAN podczas testowania wynosiła 125Kbps.

2.1. Wykrywanie połączenia

Przeprowadzona próbna transmisja danych, przy zastosowaniu zalecanych parametrów technicznych medium transmisyjnego zgodnie z normą ISO 11898, posłużyła jako wzorcowa ramka danych (rys. 2). Przebiegi zostały zarejestrowane przy użyciu oscyloskopu. Na rysunkach linia CAN_H jest reprezentowana przebiegiem dolnym, natomiast linia CAN_L jest reprezentowana przebiegiem górnym.



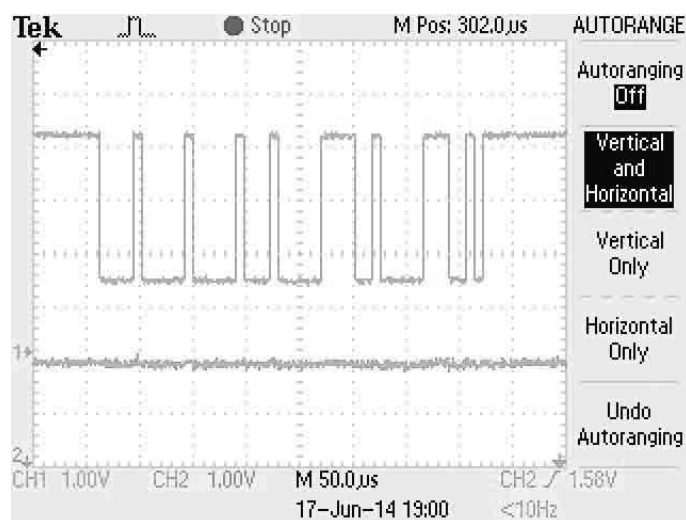
Rys. 2. Ramka danych o wartości danych 7

2.2. Badania przy stanach zwarciovych i błędnym podłączeniu przewodów magistrali CAN

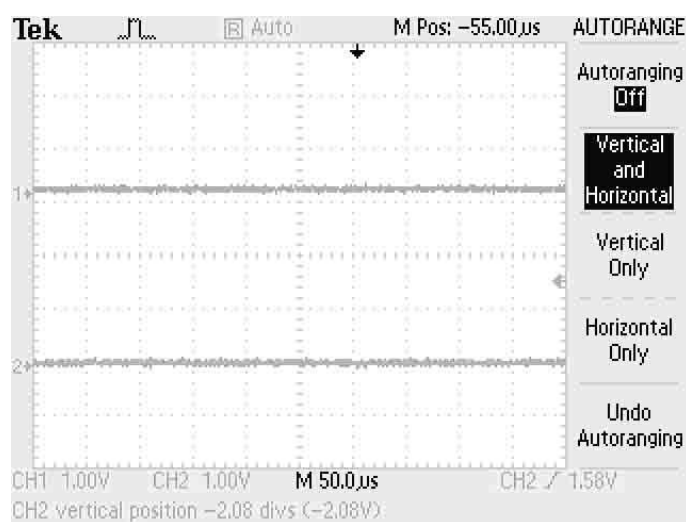
Podczas badań zwarciovych magistrali CAN zostały przeprowadzone i zarejestrowane wszystkie możliwe przypadki zwarcia magistrali CAN (wybrane przebiegi zostały przedstawione na rysunkach poniżej):

- zwarcie linii CAN_L z masą;
- zwarcie linii CAN_H z zasilaniem (rys. 3);
- zwarcie linii CAN_L z zasilaniem (rys. 4);
- zwarcie linii CAN_H z masą;
- zwarcie linii CAN_H z zasilaniem oraz CAN_L z masą;
- zwarcie linii CAN_L z CAN_H (rys. 5).

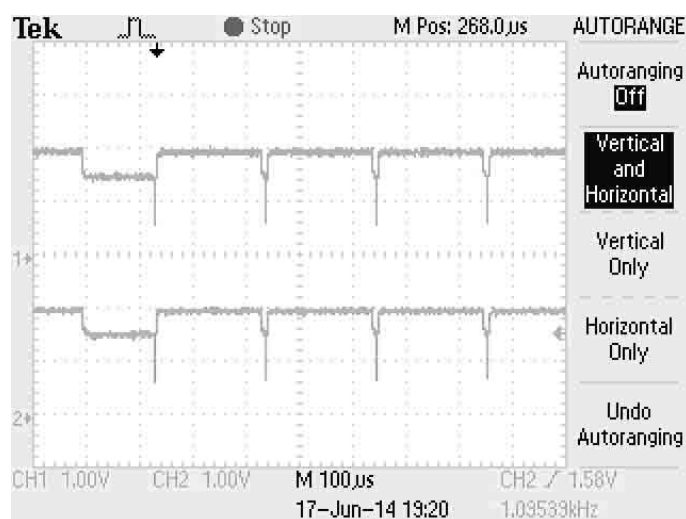
Komunikacja przebiegała prawidłowo w przypadku zwarcia linii CAN_H z zasilaniem lub zwarcia linii CAN_L z masą. Natomiast w pozostałych przypadkach transmisja danych była niemożliwa.



Rys. 3 Zwarcie CAN_H z zasilaniem



Rys. 4. Zwarcie CAN_L z zasilaniem

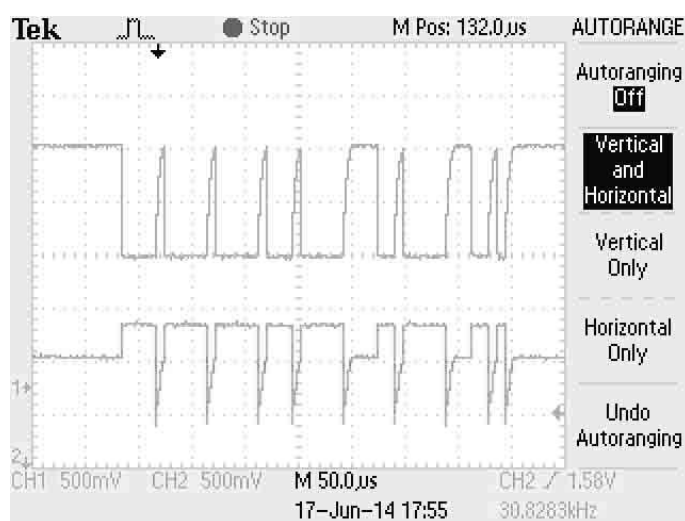


Rys. 5. Zwarcie CAN_H z CAN_L

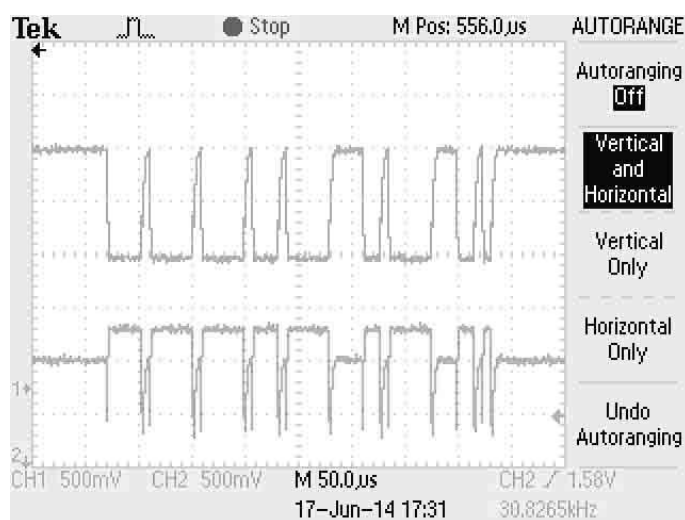
W przypadku skrosowania przewodów tak, że linia CAN_L z jednego układu była połączona w miejsce linii CAN_H w drugim układzie i odwrotnie, komunikacja nie była realizowana prawidłowo. Zarejestrowane przebiegi sygnałów, w porównaniu z przebiegiem wzorcowym, wyglądały jakby zostały zamienione miejscami.

2.3. Badania przy wykorzystaniu różnych przewodów

Wykonane stanowisko badawcze umożliwia w łatwy sposób badanie przewodów o różnych parametrach technicznych dzięki zastosowaniu złącza śrubowego dla podłączenia medium transmisyjnego magistrali CAN. W ramach pracy badawczej sprawdzono różne przewody o długości do 100 cm. Przebieg o najkorzystniejszym wyglądzie sygnału (rys. 6) został uzyskany podczas badania przewodu stosowanego przy sprężce USB (AWG 28, skręcony, izolowany), natomiast przewód głośnikowy 2x0.5 (AWG 20) charakteryzował się największą ilością szumów (rys. 7).



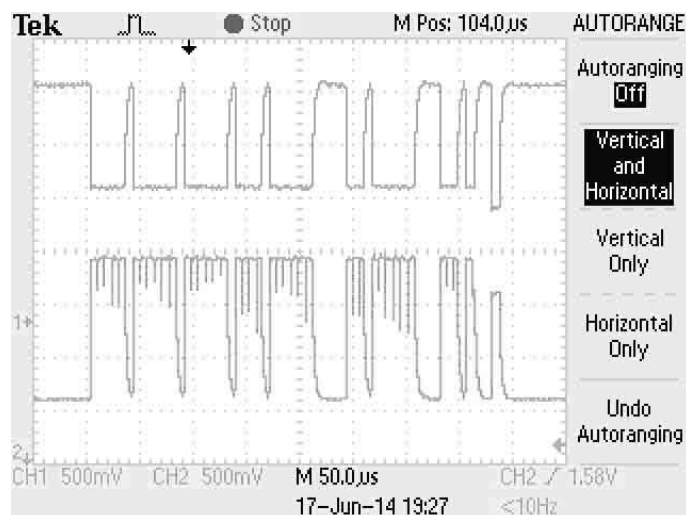
Rys. 6. Przewód AWG 28 skręcony izolowany - USB



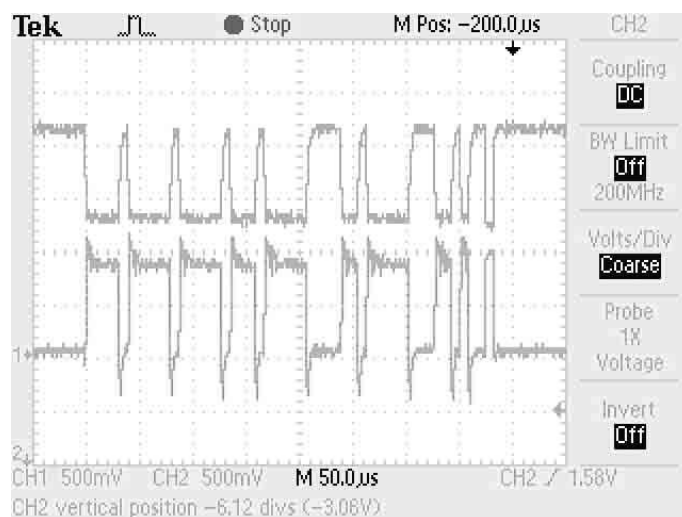
Rys. 7. Przewód AWG 20 - głośnikowy

2.4. Badania przy zastosowaniu różnych wartości terminatorów

Na stanowisku w prosty sposób możliwe jest przeprowadzenie badań wpływu rezystancji terminującej na zachowanie się sygnału magistrali CAN. Sygnał przedstawiony na rys. 8 wystąpił przy braku rezystancji terminujących. Sytuacja, w której jedna strona jest zakończona dwukrotnie większą rezystancją terminującą, natomiast druga nie posiada zakończenia przedstawiona została na rys. 9. Zakłócenia sygnału są widoczne dla obu przypadków, pomimo nich komunikacja przebiegała prawidłowo.



Rys. 8. Brak rezystancji terminujących

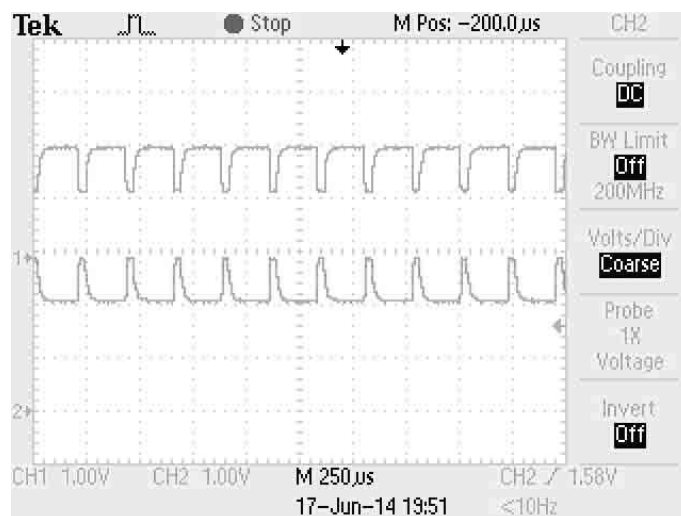


Rys. 9. Jeden rezystor 210Ω

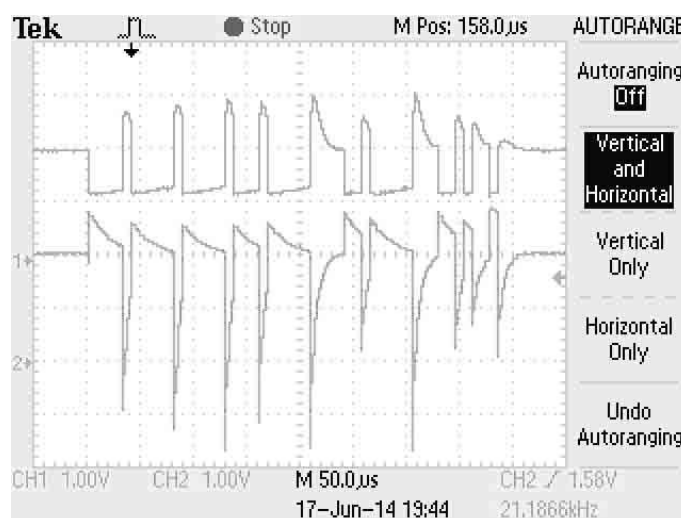
2.5. Badania przy zastosowaniu elementu pojemnościowego i indukcyjnego

Dokonano również sprawdzenia jakości sygnału, gdy w miejsce rezystancji terminującej zastosowano kondensator o pojemności 100 nF lub cewkę o indukcyjności 1 mH. Sygnał przedstawiony na rys. 10 pokazuje przypadek, gdy jedna strona zakończona jest rezystancją terminującą, natomiast druga kondensatorem. Rys. 11 obrazuje badanie

przeprowadzone, gdy magistrala zakończona jest z jednej strony cewką, a druga strona magistrali CAN rezystancją terminującą.



Rys. 10. Zakończenie pojemnościowe i rezystancyjne



Rys. 11. Zakończenie indukcyjne i rezystancyjne

3. WNIOSKI

Podczas projektowania stanowiska laboratoryjnego zdecydowano się na nietypowe innowacyjne rozwiązania związane z magistralą CAN. Sygnał magistrali CAN został wprowadzony na złącza śrubowe. Zamieszczone diody LED informują o aktualnym stanie pracy systemu CAN. W celu zwiększenia bezpieczeństwa użytkowników zastosowano bezpieczniki polimerowe i bezpieczne zasilanie (5V). Płytkę od strony ścieżek elektrycznych pokryto warstwą ochronną.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż największy wpływ na jakość sygnału ma rezystor terminujący. Zmiana wielkości rezystancji terminującej wpływa również na zmianę amplitudy sygnału.

W pracy sprawdzono wpływ zastosowanego przewodu transmisyjnego. W sumie przebadano osiem różnych przewodów - nie stwierdzono znaczących różnic w jakości sygnału. Zapewne fakt ten wynika z przeprowadzenia badań w miejscu o znikomych oddziaływaniach elektromagnetycznych oraz sprawdzeniu krótkich odcinków przewodów.

Pomimo zwarcia linii CAN_L z masą lub CAN_H z zasilaniem, transmisja danych była w dalszym ciągu możliwa. Można więc transmitować sygnał, wykorzystując tylko jeden przewód magistrali CAN, lecz tym samym obniżamy odporność magistrali na zakłócenia. Przy innych zwarciach magistrali CAN transmisja nie jest możliwa.

Najbardziej interesujące przebiegi uzyskano wprowadzając elementy indukcyjne i pojemnościowe - zarejestrowany sygnał był całkowicie zdeformowany. Można więc wywnioskować, iż największy wpływ na jakość sygnału mają pojemność oraz indukcyjność zastosowanego przewodu magistrali CAN.

Zapewnienie możliwości programowania i badania różnych magistral komunikacyjnych powoduje, że wykonane stanowisko daje duże możliwości dydaktyczne. Znajdzie ono zastosowanie na zajęciach laboratoryjnych przedmiotów związanych z systemami komunikacji.

4. LITERATURA

- [1] Widerski T.: Samochodowe sieci informatyczne. Warszawa: Instalator Polski, 2005, nr 5.
- [2] Fryškowski B., Grzejszczyk E.: Systemy transmisji danych. Warszawa: WKŁ, 2010.
- [3] Makowski T.: Projekt i wykonanie płyty deweloperskiej z modułem przeznaczonym do badania magistrali CAN. Gliwice, Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, 2014.

DEVELOPMENT KIT WITH DESIGNED MODULE FOR CAN BUS TESTING

Abstract. The article presents an analysis of the stability of the CAN bus using the technical specifications inconsistent with the recommendations of the standards and conditions of disruption and short-circuit. The study was conducted on a author development kit with designed module for CAN bus testing.

Keywords: CAN bus, Performance testing of CAN bus, Stability studies of the CAN bus signal.