

Adam **BARTNICKI**
Andrzej **TYPIAK**
Rafał **TYPIAK**

MAGISTRALA CAN W SYSTEMIE ZDALNEGO STEROWANIA PLATFORMĄ BEZZAŁOGOWĄ WYSOKIEJ MOBILNOŚCI

Streszczenie: W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania standardu CAN jako medium i protokołu przesyłania sygnałów sterujących w bezzałogowym pojeździe ratowniczym, gdzie główny nacisk położony jest na niezawodność pracy. Przedstawiono opis magistrali CAN oraz drogi jej rozwoju od początków jej wprowadzania do czasów współczesnych. Zaproponowano możliwe sposoby wykorzystania pojazdów bezzałogowych w strukturach jednostek ratowniczych. Zaprezentowano bezzałogowy pojazd dużej mobilności z hydrostatycznym układem napędowym sterowany w oparciu o magistralę CAN, jako potencjalny nośnik osprzętów roboczych wykorzystywanych w zadaniach ratowniczych.

Słowa kluczowe: teleoperacja, układy sterowania, magistrala CAN, pojazdy bezzałogowe.

1. WPROWADZENIE

Specyfika zadań realizowanych przez współczesne bezzałogowe pojazdy lądowe, możliwość wykorzystania ich w zadaniach ratownictwa ogólnego, stawiają bardzo wysokie wymagania zarówno ich układom napędowym, jak również systemom sterowania nimi. Podstawowym wymaganiem dla tego typu rozwiązań jest zapewnienie dużej mobilności i precyzji sterowania podczas prowadzonych misji rozpoznawczych i ratowniczych. Postępujący rozwój elementów hydraulicznych, ich niezawodność i podatność na sterowanie, sprawiają, iż coraz częściej w rozwiązaniach układów napędowych współczesnych maszyn i pojazdów stosowane są hydrostatyczne układy napędowe. Pełne wykorzystanie potencjalnych możliwości tychże układów napędowych możliwe jest jedynie w przypadku wprowadzenia nowoczesnych systemów sterowania nimi.

Pojawienie się nowej technologii sterowania podzespołami hydraulicznymi – systemu CAN-bus w wersji mobilnej otwiera nowe, długo oczekiwane możliwości w dziedzinie sterowania osprzętami i procesami roboczymi maszyn wyposażonych w hydrostatyczne układy napędowe.

Katedra Budowy Maszyn Wojskowej Akademii Technicznej prowadzi liczne prace badawcze nad możliwością zaimplementowania technologii CAN w układach sterowania bezzałogowymi pojazdami z napędem hydrostatycznym, w ramach których opracowano lekki pojazd gąsienicowy wysokiej mobilności, w którym wykorzystano magistralę CAN jako standard transmisji sygnałów sterujących, diagnostycznych i informacyjnych.

2. MAGISTRALA CAN

CAN-bus (ang. Controller Area Network) jest rodzajem multipleksowej magistrali szeregowej. Prekursorem jej stworzenia była niemiecka firma Bosch. Jej środowiskiem docelowym były układy sterowania w samochodach, w szczególności sterowanie silnikiem układem wspomagania hamowania ABS. Oparta jest ona na łączu dwuprzewodowym i wykorzystuje zasadę pół-dupleksu. Wykazuje znaczną, efektywną prędkość przesyłu danych, szczególnie przy przesyłaniu krótkich wiadomości. Dzięki oferowanej przez nią możliwości szybkiej komunikacji (do 1 Mbps), możliwa jest kontrola nad elementami wykonawczymi w „czasie rzeczywistym”. Właściwość ograniczania i wykrywania błędów czyni sieć szczególnie niezawodną w krytycznych warunkach zakłóceńowych.

Początkowo sieć CAN była zaprojektowana do zastosowania w systemach wbudowanych, przede wszystkim dla przemysłu samochodowego, ale jej niezaprzeczalne cechy użytkowe sprawiły, że stała się magistralą popularną także w automatyce przemysłowej, w automatyce budynków i wielu innych zastosowaniach, w tym także w sprzęcie wojskowym. Przez ponad 20 lat magistrala ta podlegała rozwojowi, licznym modyfikacjom i coraz większej standaryzacji. Obecnie trwają prace nad wykorzystaniem magistrali CAN w zastosowaniach militarnych, szczególnie w systemach mobilnych.

Pierwsze prace nad uniwersalną magistralą rozpoczęto w firmie Bosch na początku lat 80. Inżynierowie Boscha rozwinęli i dopasowali protokoły wykorzystujące komunikację szeregową. Celem ich działania była implementacja tych protokołów w samochodach osobowych. Oficjalna prezentacja CAN odbyła się na kongresie SAE w Detroit w 1986 roku. System ten został zaprezentowany przez Boscha jako Automotive Serial Controller Network. System oparty był na niedestrukcyjnym mechanizmie arbitrażu, który stosował dostęp priorytetowy z najwyższym priorytetem bez opóźnień i nie posiadał centralnej jednostki zarządzającej. Pierwsze scalone kontrolery magistrali CAN opracowano w firmach Philips i Intel w 1987 roku, a w 1991 roku wydano publikację „CAN 2.0” [1] opisującą protokół CAN Kingdom wprowadzający komunikację warstw wyższych w systemie automatyki. W kolejnym roku podjęto już próby zastosowania magistrali CAN w automatyce przemysłowej. Po raz pierwszy na dużą skalę sieci CAN zastosowano w samochodach Mercedes S. W pojazdach tych była ona wykorzystana tylko do zarządzania tzw. "układami komfortu jazdy". Przyjęto takie rozwiązanie, bo pozwalało ono na sprawdzenie pracy nowego podzespołu w warunkach rzeczywistej eksploatacji pojazdu bez obawy, że może on wpłynąć na urządzenia odpowiedzialne za podstawowe funkcje samochodu i bezpieczeństwo jazdy. Rok 1994 przyniósł standard ISO 11898 i ISO 11519. W kolejnych latach pojawiły się standardy CANOpen oraz DeviceNet, a w 2000 roku TTCAN (Time-Triggered Communication).

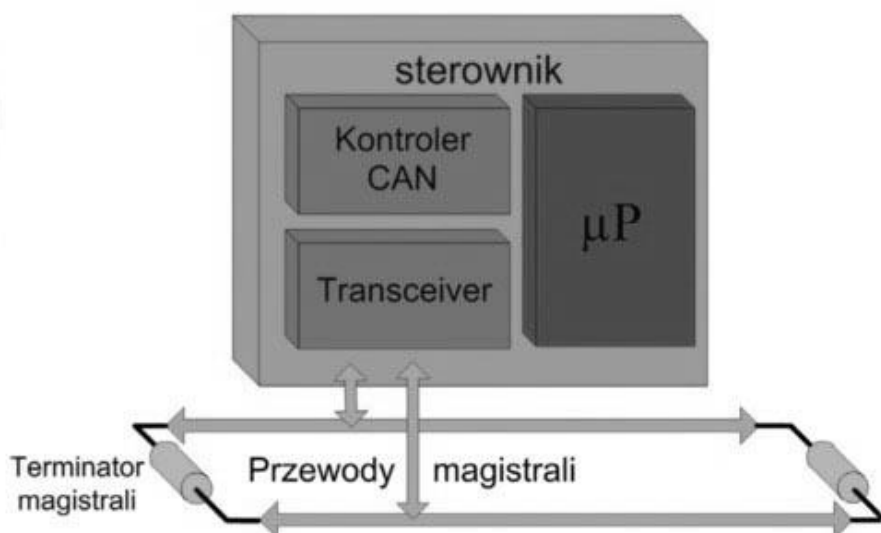
Działanie CAN opiera się na mechanizmie identyfikacji wysyłanych wiadomości zgodnie z ich zawartością, w odróżnieniu od innych systemów magistralowych, zgodnie z adresem węzła nadawczego lub odbiorczego. Komunikacja ma charakter „rozgłoszeniowy”, a węzły sieci odbierają i przetwarzają wiadomości, bazując na ich ważności oraz priorytecie. Tego typu adresowanie zwiększa elastyczność systemu, pozwalając na łatwe dodawanie nowych urządzeń do istniejących sieci, bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń lub modyfikacji oprogramowania. Węzeł CAN przed wysłaniem wiadomości sprawdza, czy magistrala jest już zajęta, używając funkcji wykrywania kolizji. Pod tym względem podobny jest do niej Ethernet, jednak kiedy sieć Ethernet wykryje usterkę oba wysyłające węzły zaprzestają transmisji sygnału. Zanim nastąpi ponowna próba wysłania musi minąć losowy odcinek czasu, co sprawia że Ethernet jest podatny na szybkie przeładowanie magistrali. Problem ten bardzo zręcznie rozwiązuje CAN, wykorzystując arbitraż. Zastosowanie arbitrażu wiadomości ma ogromne znaczenie dla wykorzystania dostępnej szerokości pasma

w trakcie transmisji wiadomości. Dowolny kontroler CAN może rozpocząć przesyłanie kiedy wykryje stan bezczynności magistrali. Może to prowadzić do sytuacji, że w tym samym czasie dwa lub więcej kontrolerów zaczną nadawać pewną wiadomość. Dla CAN nie stanowi to jednak trudności. Transmitujący węzeł monitoruje magistralę w chwili wysyłania, jeśli wykryje poziom dominujący, kiedy sam wysłał poziom niski, to natychmiast opuszcza proces arbitrażu i staje się odbiornikiem. Arbitraż ma miejsce na całym polu arbitrażu i kiedy to pole zostaje wysłane, to dokładnie jeden nadajnik „zostaje na magistrali”, kontynuując transmisję tak, jakby do kolizji w ogóle nie doszło. Pozostałe potencjalne nadajniki, w chwili gdy magistrala będzie dostępna, mogą starać się retransmitować swoje wiadomości. Stąd proces arbitrażu pozwala unikać zbędnych strat czasowych.

CAN może teoretycznie połączyć do 2023 urządzeń (zakładając jeden węzeł z jednym identyfikatorem) w pojedynczej sieci. Jednak z powodu praktycznych ograniczeń sprzętowych może połączyć tylko do 110 urządzeń w pojedynczej sieci. Oferuje szybkość komunikację do 1 Mbit/s, pozwalając na kontrolę w czasie rzeczywistym.

Wymiana danych następuje poprzez przesyłanie ramek wiadomości (komunikatów). W ramce komunikatu CAN nie ma określonego adresu odbiorcy wiadomości. Każdy kontroler CAN może śledzić cały ruch na magistrali i używając kombinacji sprzętowych filtrów i oprogramowania, decydować, czy wiadomość jest dla niego „interesująca”, czy nie. Jako że nie istnieje adres wiadomości CAN, to w zamian tego zawartość wiadomości jest określana przez identyfikator obecny w strukturze wiadomości. Bardzo często spotyka się, że zawartość pola arbitrażu pełni rolę identyfikatora wiadomości. Nie jest to jednak regułą, bowiem w standardzie nie jest powiedziane, że pole arbitrażu musi być używane jako identyfikator przekazywanych informacji.

Schemat ideowy magistrali Can-bus przedstawiono na rys.1. Warunkiem poprawnej wymiany informacji jest odpowiednia konstrukcja sterowników. Zawierają one więc blok przetwarzający treść przesyłanej informacji, kontroler CAN i układ nadawczo-odbiorczy ("transceiver"). Kontroler i "transceiver" są odpowiedzialne za nadawanie danym odpowiedniej postaci oraz komunikację z magistralą. Wszystkie bloki zawierają w sobie układy mikroprocesorowe.



Rys. 1. Schemat ideowy magistrali CAN

Magistrala to dwa przewody tworzące tzw. "skrętkę". Mała liczba przewodów jest podstawową zaletą magistrali CAN - nie zmieniając charakteru komunikacji pomiędzy poszczególnymi urządzeniami, "skrętka" zastępuje kilkunastoprzewodową wiązkę. Dodajmy, że forma komunikacji pomiędzy sterownikami pozwala na przenoszenie sygnałów w obu kierunkach (tzn. wysyłanie i odbieranie) nawet jednym przewodem, ale może wówczas dochodzić do przenikania zakłóceń z zewnątrz. Dlatego rozwiązanie takie bywa stosowane rzadko i wyłącznie w sieciach o małej szybkości przesyłu i niskich wymaganiach co do błędów odczytu (układ komfortu jazdy).

Podstawowymi elementami w urządzeniach obsługujących sieć CAN, są kontrolery oraz układy nadawczo-odbiorcze. Większość, liczących się na rynku półprzewodnikowym, firm stworzyła własne układy, wspierając standard CAN. W chwili obecnej występuje wiele różnych układów, począwszy od prostych układów nadawczo-odbiorczych, poprzez mikrokontrolery 8, 16 i 32-bitowe, a skończywszy na rozbudowanych procesorach DSP.

Pojęcie magistrali danych jest definiowane jako fizyczne połączenie dwóch lub więcej urządzeń zawierających układy mikroprocesorowe, które służy do transmisji i rozdziału informacji. Każdy sterownik podłączony do magistrali może wysyłać komunikaty, które będą odebrane przez pozostałe urządzenia. Należy jednak pamiętać, że kilka połączonych mikroprocesorów nie tworzy jeszcze sieci. Wymagany jest także ściśle określony format przesyłania danych i sposób ich transmisji. Mamy więc tu do czynienia z wzajemną zależnością oprogramowania i oprzyrządowania, które tworzą swoistego rodzaju "warstwy" zwane warstwami aplikacyjnymi (ang. Applications Layers).

Magistrala CAN jest powszechnie stosowana w różnych dziedzinach. Postępujący rozwój współczesnych maszyn roboczych oraz ich układów sterowania powoduje powszechniejsze stosowanie układów hydraulicznych sterowanych elektronicznie. Umożliwiają one precyzyjne sterowanie ruchami elementów wykonawczych maszyny proporcjonalnie do wysterowania dźwigni joysticka, a także automatyzację jej pracy. Coraz częściej układy te buduje się w oparciu o technologię CAN-bus. Jest to możliwe dzięki dostosowaniu elementów wykonawczych hydrostatycznych układów napędowych do funkcjonowania w sieci CAN. Na rynku można znaleźć wielu producentów, oferujących maszyny robocze wyposażone w tego typu aplikacje.

Przykładem takiej konstrukcji może być maszyna ROPA Euro-MAUS 3 niemieckiej firmy ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH (rys.2a). Jest to doczyszczarko-ładowarka buraków cukrowych, w której sterowanie i kontrola maszyny odbywa się z udziałem 3 komputerów pokładowych, komunikujących się z terminalem za pośrednictwem systemu CAN-bus. Innym przykładem wykorzystania systemu CAN-bus w maszynach roboczych jest podziemna maszyna górnicza RTB-14 oferowana przez firmę Ruda Trading International z Katowic (rys.2b). Ten samojezdny wóz strzelniczy przeznaczony jest między innymi do realizacji prac, związanych z zakładaniem ładunków materiału wybuchowego w podwyższonych wyrobiskach górniczych.

3. BEZZAŁOGOWA PLATFORMA LĄDOWA STEROWANA W OPARCIU O MAGISTRALĘ CAN W ZADANIACH RATOWNICTWA

Można wyróżnić dwa sposoby sterowania bezzałogowymi platformami mobilnymi: sterowanie autonomiczne i sterowanie zdalne. Próby nadania pojazdom bezzałogowym cech autonomiczności są ciągle podejmowane, a ich efekty można obserwować na bieżąco dzięki takim wydarzeniom jak choćby zawody samochodów autonomicznych (DARPA Grand Challenge). Jednakże tego typu sterowanie prawdopodobnie nie znajdzie zastosowania

w strukturach służb ratowniczych, gdzie margines błędu jest bardzo mały a ochrona życia ludzkiego jest podstawą ich funkcjonowania. Inaczej sprawa się ma w przypadku zdalnego sterowania, gdzie nadal podmiotem decyzyjnym i źródłem sygnałów sterujących jest człowiek, posiadający odpowiednie przeszkolenie i doświadczenie.

a)



b)



Rys. 2. Pojazdy sterowane z wykorzystaniem standardu CAN:

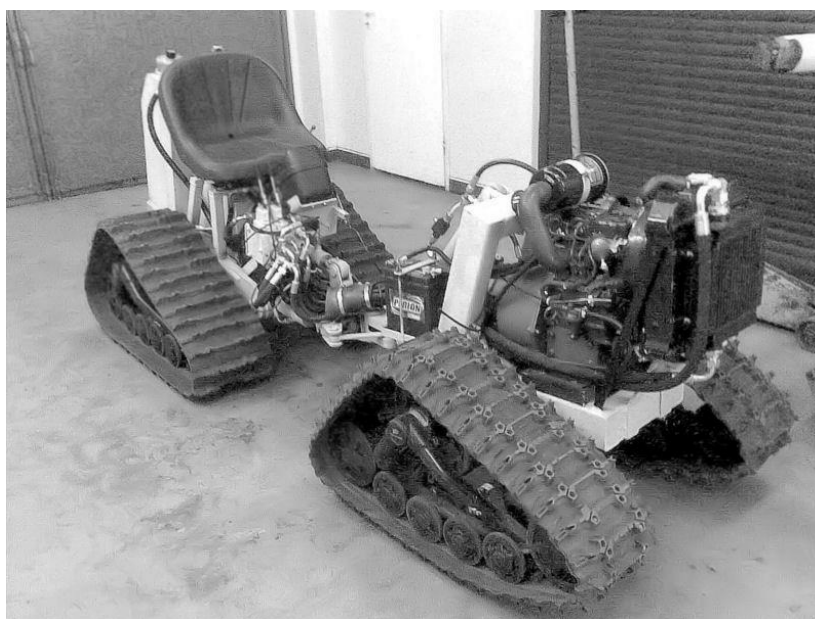
a) ROPA Euro-MAUS 3, b) RTB-14

Zdalnie sterowane pojazdy bezzałogowe mogą znacznie poprawić efektywność działania jednostek ratownictwa w wielu dziedzinach. Wśród podstawowych możliwych zastosowań można wymienić następujące:

- rozpoznanie miejsca, w którym doszło do katastrofy,
- określenie rodzaju skażenia terenu i obszaru jego wystąpienia,
- prowadzenie misji poszukiwawczych wewnątrz płonących budynków,
- prowadzenie misji poszukiwawczych na szlakach turystycznych i terenach objętych lawinami,
- gaszenie pożarów w warunkach bezpośredniego zagrożenia zdrowia i życia człowieka,
- ewakuacja i transport rannych z płonących budynków i terenów skażonych,
- uczestniczenie w usuwaniu skutków klęsk żywiołowych.

Można przewidzieć, że w przyszłości dodatkowym możliwym zastosowaniem pojazdów bezzałogowych byłoby podejmowanie ofiar wypadkowych z miejsca wypadku.

W ramach prowadzonych badań nad możliwością wykorzystania magistrali CAN do sterowania pojazdami bezzałogowymi, stworzono lekki pojazd bezzałogowy wysokiej mobilności ze sprzęgiem hydraulicznym, wyposażony w napęd hydrostatyczny, w którym skręt realizowany jest poprzez zmianę kąta wzajemnego położenia dwóch części pojazdu połączonych sprzęgiem (rys.3). Wysoką mobilność pojazdu zapewnia elastyczne podwozie gąsienicowe, w którym poszczególne gąsienice napędzane są niezależnie czterema silnikami gerotorowymi. Sterowanie pojazdem realizowane jest w oparciu o rozdzielacze hydrauliczne wyposażone w moduły elektroniczne pracujące w systemie CAN, które umożliwiają zarówno zmianę prędkości pojazdu, jak i kierunek jego ruchu. Główna jednostka napędowa pojazdu (silnik spalinowy) i hydrostatyczny układ napędowy umożliwiają wyposażenie pojazdu w dodatkowy osprzęt roboczy, wykorzystujący energię hydrauliczną cieczy roboczej bądź energię elektryczną generowaną przez jej źródła. Możliwe jest zatem montowanie na pojeździe wszelkiego rodzaju: samopoziomujących się platform, manipulatorów, pił tnących, hydraulicznych przecinaków itp. Wszystkie te elementy mogą być także przystosowane do zdalnego sterowania.



Rys. 3. Pojazd opracowany dla potrzeb testów sterowania z wykorzystaniem magistrali CAN

Prowadzone badania dowodzą, że możliwe jest wykorzystanie magistrali CAN do sterowania jazdą i osprzętem roboczym pojazdów bezzałogowych. Na rys.4 przedstawiono stanowisko operatora do testowania systemu zdalnego sterowania osprzętem roboczym, opartego na magistrali CAN. Układ wizyjny zapewnia panoramiczny widok otoczenia, a kamera zamontowana w szczęce pozwala na detekcję i analizę podnoszonych obiektów.

4. UKŁAD STEROWANIA BEZZAŁOGOWĄ PLATFORMĄ LĄDOWĄ

Analizowano dwa różne sposoby przesyłania sygnałów sterujących do aktuatorów pojazdu. Jednym z nich było całkowite pozbawienie pojazdu układów logicznych i oparcie sterowania wyłącznie o pulpity sterujące do interpretacji danych z HMI (jak joysticki i wyświetlacze). Drugim rozwiązaniem było wykorzystanie układu logicznego na pojeździe, który w zależności od potrzeb mógłby obsługiwać więcej różnych układów sterujących i automatycznie reagować na pewne zdarzenia (np. po utracie kontaktu z pulpitem sterowniczym zatrzymać pojazd i przejść do konfiguracji bezpiecznej). Ostatecznie zdecydowano się na wykorzystanie drugiego rozwiązania, jako bardziej przyszłościowego, które umożliwi testowanie różnych interfejsów człowiek – maszyna oraz zwiększy możliwości robocze samego pojazdu. Układ ten jest częścią sieci CAN, którą tworzą: rozdzielacze, sterownik pojazdu i pulpit sterowniczy.



Rys. 4. Stanowisko operatora do testowania systemu zdalnego sterowania osprzętem roboczym opartego na magistrali CAN

Pulpit sterowniczy (rys.5) pojazdu został opracowany w taki sposób, aby był jak najbardziej wszechstronny. Wykorzystanie komunikacji CAN-bus umożliwia łatwe przystosowanie go do pracy z innymi, bardziej rozbudowanymi pojazdami, które powstaną w przyszłości. Wizją przyświecającą temu rozwiązaniu, była możliwość sterowania różnego rodzaju pojazdami z wykorzystaniem tej samej jednostki kontrolnej.

Wszystkie elementy wchodzące w skład pulpitu sterującego pracują w oparciu o magistralę CAN, co zapewnia ciągłą kontrolę nad stanem poszczególnych komponentów i precyzję działania. Dodatkowo możliwe jest podłączenie do pulpitu dwóch kanałów wideo (rys.5). Sygnał PAL przesyłany z kamery jest wyświetlany na pulpicie prawie w czasie rzeczywistym. Daje to możliwość zastosowania np. dwóch rodzajów kamer (zwykłej i termowizyjnej) w celu sprawniejszej realizacji powierzonego zadania.

Pojazd obecnie przechodzi prace przystosowawcze do sterowania za pomocą aparatury sterującej typu „low cost”. Jest to trend zapożyczony z armii amerykańskiej, gdzie bezzałogowe jednostki saperskie sterowane są za pomocą kontrolerów do konsol gier. W przypadku tego pojazdu bezzałogowego postanowiono zastosować aparaturę RC wykorzystywaną do zdalnego sterowania modelami samochodów. Wybór padł na takie rozwiązanie, gdyż jest ono najbardziej zbliżone do sterowania samochodem (do czego większość osób jest przyzwyczajona), a dodatkowo jest przenośne, kompaktowe i zapewnia link komunikacyjny do przesyłania danych sterujących. Dodatkowo wybrana aparatura pozwala na śledzenie niektórych parametrów pojazdu, jak prędkość obrotowa silnika spalinowego czy temperatura w układzie chłodzenia.



Rys. 5. Pulpit sterujący pojazdu bezzałogowego wraz z kamerą

Zaletą sterowania z wykorzystaniem transmisji cyfrowej jest całkowity zanik sygnałów sterujących w przypadku uszkodzenia elementu kontrolnego. Dzięki temu, w razie uszkodzenia pulpitu, pojazd stanie w miejscu i nie będzie stwarzał zagrożenia dla otoczenia. Wykorzystanie układu hydraulicznego gwarantuje, że położenie pojazdu i elementów jego osprzętu roboczego nie zmieni się bez ponownego pojawienia się sygnału sterującego, co dodatkowo gwarantuje bezpieczeństwo w realizacji wykonywanych zadań.

W przypadku wykorzystania aparatury „low cost” jedyny problem może pojawić się po zniszczeniu odbiornika. Jednakże odpowiednie algorytmy sterujące sterownika pojazdu mogą wykryć to zdarzenie i zatrzymać pojazd. W przypadku utraty komunikacji z nadajnikiem, wszystkie wyjścia odbiornika zostają wysterowane w „położenie bezpieczne” (odpowiednio wcześniej zaprogramowane).

5. WNIOSKI

Według analiz oraz wstępnych badań przeprowadzonych w Katedrze Budowy Maszyna WAT wynika, że zastosowanie standardu CAN w sterowaniu bezzałogowymi pojazdami ratowniczymi może zwiększyć efektywność wykonywania zadań, jednocześnie zmniejszając zagrożenie dla życia członków grup ratowniczych, wykonujących swoje codzienne zadania. Dodatkowo możliwe jest zwiększenie komfortu wykonywanych zadań, co

nie pozostaje bez wpływu na precyzję ich realizacji. Obecnie magistrala CAN wykorzystywana jest na szeroką skalę zarówno w przemyśle, rolnictwie, jak i życiu codziennym (samochody, inteligentne budynki itp.). Najlepszym wykładnikiem zaufania, jakim darzy się tę magistralę jest wykorzystanie jej w pojazdach wojskowych, których niezawodność musi być gwarantowana nawet w najtrudniejszych warunkach (sterowanie transporterem opancerzonym ROSOMAK).

Opracowany w Katedrze pojazd z napędem hydrostatycznym, jest pierwszym z serii pojazdów sterowanych z wykorzystaniem magistrali CAN, a doświadczenia uzyskane podczas jego tworzenia i testowania posłużą w modernizacji obecnie powstających projektów w taki sposób, aby jeszcze lepiej można było wykorzystać potencjał tego typu sterowania.

Rozwój standardu i mocy obliczeniowych jednostek kontrolnych oraz zmniejszenie kosztów czujników z interfejsem CAN powodują, że następne wersje pojazdów będą posiadały większą funkcjonalność i operator będzie miał jeszcze pełniejszą kontrolę nad parametrami pojazdu.

6. LITERATURA

- [1] BARTNICKI A.: Hydrotroniczne systemy sterowania maszynami inżynieryjnymi oparte na magistrali CAN, Logistyka Nr 2/2008.
- [2] BARTNICKI A., MUSZYŃSKI T., Implementacja technologii CAN-bus w systemach sterowania hydrostatycznymi układami napędowymi, Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne 2009-10-20 str. 83-89, ISBN 978-83-87982-34-8.
- [3] BARTNICKI A., TYPIAK A.: Badania układów napędowych pracujących w systemie CAN-bus, „Badanie, konstrukcja, wytwarzanie i eksploatacja układów hydraulicznych”, Cylinder 2008.
- [4] BARTNICKI A., TYPIAK A.: Stanowisko do badań hydrotronicznych układów napędowych pracujących w systemie CAN-bus, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (23)” nr 1/2008 (2 pkt).
- [5] ETSCHBERGER K., Controller Area Network, IXXAT Automation GmbH, Niemcy 2001.
- [6] Materiały udostępnione przez firmę Sauer Danfoss.

CAN-BUS IN A REMOTE CONTROL SYSTEM OF A HIGH MOBILITY UNMANNED GROUND PLATFORM

Abstract: This paper is aimed at showing the possibility of using CAN standard for sending and receiving control signal and sensory data in an high reliability unmanned ground rescue vehicle. It describes the CAN-bus and it historical development from its early stages to present times. Additionally this paper presents the possibilities of using unmanned vehicles in rescue operations. It also describes the structure and characteristics of a hydrostatically driven unmanned ground vehicle which uses CAN standard for communication, as a carrier for rescue equipment.

Recenzent: dr inż. Włodzimierz BRAMOWICZ - Bosch-Rexroth Sp. z o.o., Warszawa