

Tomasz **PLATEK**

MAGISTRALA CAN W PROJEKTACH OBRUM sp. z o.o.

Streszczenie. W artykule szczegółowo omówiono przykłady zastosowania magistrali CAN w nowych konstrukcjach wybranych maszyn inżynierskich zrealizowanych przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych OBRUM sp. z o.o. w Gliwicach. Szczegółowiej przedstawiono problematykę związaną z zagadnieniem sterowania oraz bezpieczeństwem pracy operatorów podczas sterowania pojazdami inżynierskimi specjalnego zastosowania.

Słowa kluczowe: maszyny inżynierskie, mosty mobilne, magistrala CAN, sterowniki, bezpieczeństwo sterowania.

1. WSTĘP

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. w Gliwicach w zasadniczym stopniu koncentruje się na rozwoju oraz wdrażaniu nowych konstrukcji i technologii zarówno w dziedzinie cywilnej, jak i wojskowej.

Prace te realizowane są zawsze w wielu etapach procesu konstruowania danej maszyny lub urządzenia począwszy od koncepcji projektu, wykonanie projektu i jego badania, po wdrożenie gotowego wyrobu u użytkownika.

Jednym z głównych obszarów działalności Ośrodka są projekty realizowane na rzecz obronności kraju. Posiadane znaczące doświadczenie w obszarze rozwoju konstrukcji ciężkich pojazdów i maszyn mobilnych wypełnia lukę w krajowej produkcji maszyn specjalnego przeznaczenia, takich jak:

- maszyny inżynierskie;
- mobilne mosty;
- gąsienicowe wozy bojowe;
- symulatory i trenażery.

Zaznaczyć należy, że większość z wymienionych powyżej urządzeń znajduje zastosowanie nie tylko w sferze wojskowej, ale również podczas sytuacji kryzysowych, takich jak klęski żywiołowe (pożary, wypadki drogowe, powodzie).

W niniejszym artykule przedstawiono wybrane nowe konstrukcje, w których zastosowano magistralę CAN [1] jako podstawowy kanał transmisji danych. Omówiono rodzinę mostów mobilnych o rozpiętości 20 m i 40 m wraz z opisem modernizacji zastosowanych urządzeń sterujących i kontrolnych.

2. MOST SAMOCHODOWY MS-20

Jednym z omawianych projektów, w którym zastosowana została magistrala CAN jest most na podwoziu samochodowym [2], [3] MS-20 o rozpiętości 20 m (rys. 1).



Rys. 1. Widok ogólny mostu samochodowego MS-20

Most ten został zaprojektowany na potrzeby przepraw wojskowych z przeszkodami o maksymalnej rozpiętości brzegowej nieprzekraczającej 20 metrów. Specjalna konstrukcja przęseł zapewnia uzyskanie szerokości użytecznej 3 m do 4 m. W odróżnieniu od proponowanych konkurencyjnych rozwiązań mostów, opracowana konstrukcja przęseł, dzięki zastosowaniu wypełnień między pasami jezdni, umożliwia przemarsz piechoty bądź ludności cywilnej. Sposób rozkładania mostu został oparty na tzw. systemie nożycowym, który dzięki odpowiedniej konstrukcji naczepy wyposażonej w element załadowczo – wyładowczy umożliwia ułożenie przęsła nad przeszkodą (rys. 2) w czasie 3 minut. Zastosowanie cywilne wymaga dodatkowego zabudowania przez obsługę barierek i krawężników niezbędnych w przypadku uszkodzenia bądź losowego zerwania przepraw spowodowanych np. powodzią.

Na rys. 2 zobrazowano kolejne fazy rozkładania mostu w zastosowanym, oryginalnym systemie nożycowym.



Rys. 2. Most samochodowy MS-20 – kolejne fazy rozkładania

Do podstawowych cech użytkowych mostu samochodowego MS-20 możemy zaliczyć:

- możliwość poruszania się po drogach publicznych bez konwoju z prędkością do 80 km/h;
- możliwość pokonywania trudnego terenu dzięki dodatkowo zainstalowanym napędom hydraulicznym;
- czas gotowości do przeprawy nie przekraczający 30 min.,
- modułowe przęsła mostowe z automatycznie rozsuwanymi wypełnieniami między pasami jezdni.

Proces rozkładania mostu przeprowadzany jest przez operatora za pośrednictwem pulpitu sterującego (rys. 8) [4]. W celu poprawnej pracy układu sterującego kolejnymi fazami rozkładania mostu, zastosowano szereg czujników oraz elementów wykonawczych a mianowicie:

- sterowniki PLC [5];
- panel HMI [6];
- czujniki ciśnienia;
- enkodery położenia;
- czujniki wysunięcia;
- rozdzielacze proporcjonalne;
- wyłączniki bezpieczeństwa.

Wymienione elementy sterujące oraz wykonawcze bądź sygnalizacyjne zostały odpowiednio dobrane pod kątem niezawodnej współpracy z magistralą CAN. Zastosowanie w projekcie tego typu rozwiązania pozwoliło między innymi na znaczne obniżenie kosztów związanych z wykonaniem instalacji elektrycznej, a także umożliwiło zaimplementowanie specjalistycznego systemu diagnostycznego umożliwiającego pełną kontrolę nad pracą całego układu.

Dodatkową zaletą zastosowania systemu diagnostycznego opartego na przesyłaniu danych za pośrednictwem magistrali CAN jest monitorowanie stanu pojazdu oraz możliwość określenia przyczyn zaistniałych awarii.

3. MOST NA PODWOZIU GĄSIENICOWYM MG-20

Kolejnym z rodziny mostów DAGLEZJA zaprojektowanych w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urządzeń Mechanicznych OBRUM sp. z o.o. w Gliwicach jest most szturmowy, MG-20 (rys. 3) na podwoziu gąsienicowym [7].

Podczas jego konstruowania wykorzystano doświadczenie uzyskane w procesie projektowania MS-20. Między innymi zastosowano ten sam rodzaj przęsła i sposób jego układania na przeszkodzie. Zmieniono natomiast posadowienie przęsła na podwoziu gąsienicowym. Jako bazowe wykorzystano podwozie czołgu PT-91 [8], po odpowiedniej adaptacji kadłuba. Dokonano niezbędnych przeróbek oraz wzmocnień konstrukcji w celu uzyskania odpowiednich parametrów wytrzymałościowych oraz stabilizacyjnych podwozia.

Podobnie jak w przypadku mostu MS-20 operator wykonuje czynności związane z układaniem i podejmowaniem przęsła mostu za pomocą pulpitu sterującego [4].



Rys. 3. Widok mostu MG-20 na podwoziu gąsienicowym

Założenia główne mostu MG-20 określają jego podstawowe zadanie jako mostu szturmowego [9] [10]. W tym przypadku jednym z najważniejszych aspektów sterowania było uzyskanie możliwości w pełni automatycznego rozkładania przęsła z wnętrza pojazdu, bez konieczności opuszczania kadłuba przez operatora. Zastosowanie magistrali CAN oraz sterowników programowalnych pozwoliło na uzyskanie tych możliwości w trzech wariantach:

1. Rozkładanie półautomatyczne z konieczną wizualną kontrolą pracy przez operatora.
2. Rozkładanie w pełni automatyczne poprzez obserwację parametrów na pulpicie sterującym.
3. Rozkładanie sterowane za pomocą dźwigni ręcznych.

Dla uzyskania kompatybilności rozwiązań układ sterowania zarówno mostem gąsienicowym MG-20, jak i samochodowym MS-20 został wyposażony w te same podzespoły, czujniki czy elementy wykonawcze. Wpłynęło to na znaczne obniżenie kosztów związanych ze szkoleniem użytkownika oraz koniecznym zabezpieczeniem materiałów serwisowych niezbędnych do usuwania awarii podczas działań w warunkach bojowych.

4. MOST SAMOCHODOWY MS-40

Bazując na doświadczeniach związanych z realizacją projektów MS-20 oraz MG-20, w OBRUM sp. z o.o. rozpoczęto również prace związane z projektem mostu o kryptonimie MS-40, o rozpiętości przęsła 40 m na posadowionym podwoziu samochodowym. Koncepcja rozkładania przęsła mostu została jednak zmieniona, ze względu na znacznie zwiększoną rozpiętość.

Most MS-40 [11], zaprojektowany został w sposób segmentowy umożliwiający uzyskanie wymaganej długości roboczej 40 m bez konieczności wykonywania specjalnego pojazdu ponadgabarytowego. W wariantach konstrukcyjnych przewidziano dwa rodzaje pojazdów, a mianowicie: pojazd układający (rys. 4) oraz pojazd transportowy (rys. 5).

Dodatkową zaletą mostu MS-40 jest możliwość ułożenia dwóch mostów kombinowanych o łącznej długości maksymalnej 40 m.



Rys. 4. Widok pojazdu układającego most MS-40



Rys. 5. Widok pojazdu transportowego dla mostu MS-40

W tym przypadku, ze względu na złożoność procesu układania przęsła na przeszkodzie, zdecydowano się na zastosowanie wielu magistral CAN [1], które umożliwiają znaczne zmniejszenie kosztów związanych z instalacją elektryczną, a także umożliwiają w sposób bezpieczny kontrolę nad systemem sterowania rozkładaniem mostu.

W pojeździe zastosowano niezbędną liczbę czujników, które przesyłają wartości za pośrednictwem magistrali CAN oraz pozwalają na identyfikację aktualnego stanu pracy oraz zabezpieczenie osób i mienia przed nieprawidłowym funkcjonowaniem wyrobu.

W szczególności zastosowane czujniki pozwalają na pomiar następujących parametrów użytkowych:

- siły działającej na ramię żurawia;

- wielkości wysunięcia ramienia żurawia;
- kąta pochylenia oraz obrotu żurawia;
- stanu pracy układu napędowego;
- pochylenia pojazdu (wzdłużnego oraz poprzecznego);
- poziomu medium roboczego (oleju hydraulicznego) w zbiornikach;
- informacji o aktualnym położeniu wybranych elementów (wysunięciu siłowników, kontrolę wybranych działań roboczych itp.).

Poprzez pomiar wyżej wymienionych parametrów oraz dzięki wizualnej oceny na podstawie stanu pracy możliwe jest niezawodne i bezpieczne użytkowanie mostu w poszczególnych etapach realizacji fazy rozkładania.

W odróżnieniu od mostów MS-20 oraz MG-20 most MS-40 wymaga większej liczby osób obsługujących pracę związaną z rozłożeniem przęsła na przeszkodzie. Wymusiło to zastosowanie układów zapewniających bezpieczeństwo osób znajdujących się w bezpośrednim kontakcie z elementem układającym czy z żurawiem.

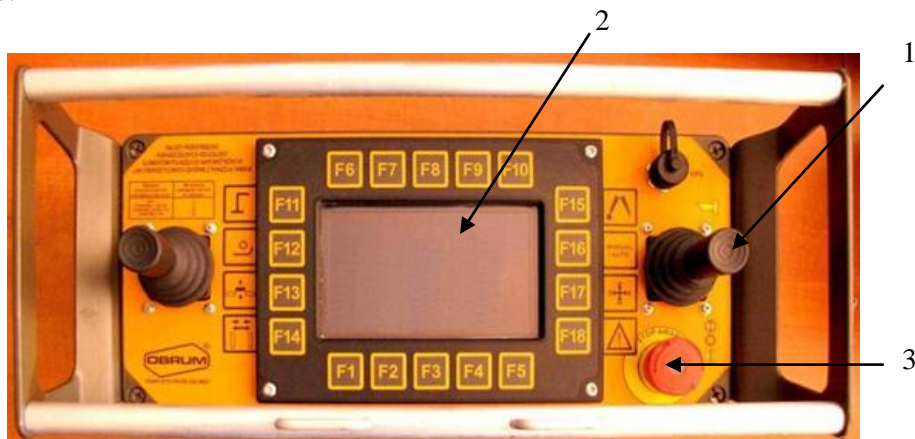
Znaczącym atutem przyjętych rozwiązań jest uzyskanie nośności, rzędu 70/110MLC, przy zmniejszonej do minimum masie całego zestawu mostowego [12].

5. CHARAKTERYSTYKA UNIWERSALNEGO PULPITU STERUJĄCEGO

Konieczność opracowania optymalnego i bezpiecznego sterowania projektowanymi maszynami inżynierskimi postawiła przed pracownikami Ośrodka kolejne wyzwania uwzględniające ważne zagadnienia, a mianowicie pośredniczenie w komunikacji pomiędzy operatorem danego urządzenia a maszyną (odbieranie i przekazywanie sygnałów, zbieranie danych pomiarowych z czujników znajdujących się na obiekcie sterowanym), ich wizualizację oraz alarmowanie w razie wykrycia uszkodzenia mogącego spowodować zagrożenie osób znajdujących się w obrębie pracy obiektu sterowanego.

Dzięki zastosowaniu magistrali CAN pulpit operatorski zaprojektowano i wykonano w OBRUM sp. z o.o. [13] (rys. 6).

Uniwersalność pulpitu związana z możliwością implementacji dowolnego oprogramowania w zależności od potrzeby sterowania pojazdem bądź urządzeniem daje szeroki zakres możliwości wykorzystania prostego i łatwego w obsłudze panelu operatorskiego.

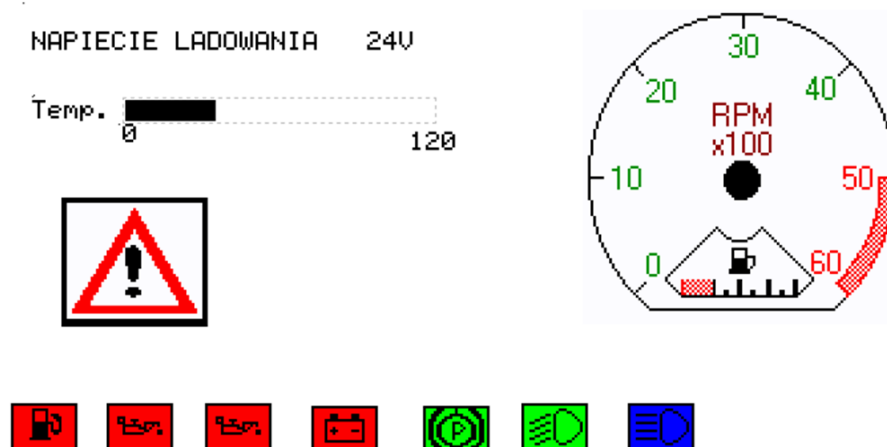


Rys. 6. Widok ogólny uniwersalnego pulpitu sterującego

1 – joystick, 2 – wyświetlacz, 3 – przycisk bezpieczeństwa

Wizualizacja parametrów oraz danych zbieranych z czujników rozmieszczonych na pojeździe odbywa się za pośrednictwem wbudowanego wyświetlacza (ekranu) (poz. 2 – rys. 6) [4].

Wyświetlacz, oprócz dowolnej implementacji oprogramowania, umożliwia tworzenie przez programistę masek graficznych w zależności od potrzeb danej aplikacji. Przykład maski graficznej przedstawia rys. 7 (wizualizacja prędkości obrotowej silnika oraz podstawowych parametrów związanych z poprawną pracą silnika w pojeździe czołgowym).



Rys. 7. Przykładowa maska graficzna tablicy kierowcy pojazdu gaśnicowego, przedstawiająca wizualizację bieżących parametrów pracy silnika napędzającego pojazd (maska wyświetlana jest również na pulpicie sterowania po jej wywołaniu)

Uniwersalny pulpit sterowania w wykonaniu standardowym posiada szereg przycisków oraz dwa manipulatory – joysticki (poz. 1 – rys. 6) ułatwiające operatorowi sterowanie. Ze względu na wymogi bezpieczeństwa użytkowania pulpit posiada wyróżniający się spośród pozostałych elementów, przycisk BHP (poz. 3 – rys. 6), którego załączenie blokuje wszystkie ruchy elementów wykonawczych.

Pulpit dodatkowo ma wbudowaną stacyjkę z kluczykiem, która zabezpiecza przed uruchomieniem sterowania przez niepowołane osoby.

6. MODERNIZACJA TABLICY KIEROWCY

Magistrala CAN została także wykorzystana w jednym ze zrealizowanych projektów w celu modernizacji tablicy kierowcy dla silników typu S12U [14]. W dotychczasowych rozwiązaniach informacje kontrolne o bieżącym stanie pracy silnika w pojeździe były przesyłane drogą analogową. W projekcie wprowadzono modernizację polegającą na tym, że układ odpowiadający za kontrolę parametrów pracy silnika jest realizowany za pośrednictwem magistrali CAN. Zastosowanie konwertera sygnału analogowego na sygnał cyfrowy (rys. 8) umożliwiło konwersję sygnałów analogowych rejestrowanych przez czujniki rezystancyjne.

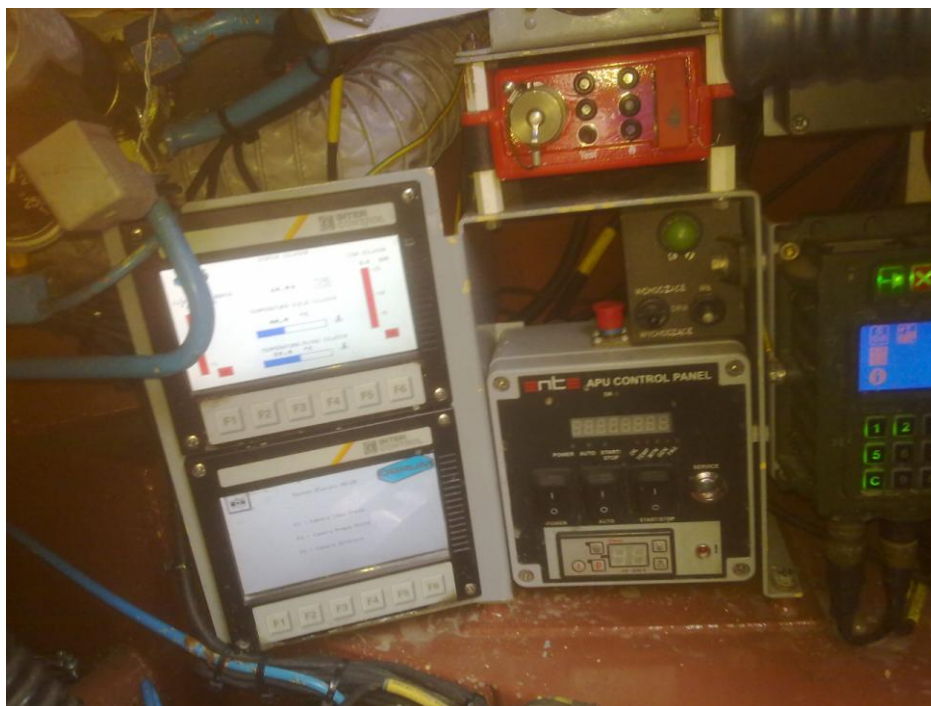


Rys. 8. Widok konwertera analogowo - cyfrowego

Wprowadzono również pomiar ciśnienia oleju w silniku, dzięki czujnikom ciśnienia z wyjściem dostosowanym do transmisji danych poprzez interfejs CAN.

Ten kierunek działań pozwolił na wizualizację wszystkich parametrów silnika za pomocą jednego monitora, a nie jak dotychczas za pośrednictwem kilku analogowych mierników wskazówkowych. Kolejną z informacji, którą dostarcza przetwornik z interfejsem CAN to poziom paliwa w zbiornikach. Adaptacja proponowanego rozwiązania umożliwia w sposób uśredniony określenie szacowanego przebiegu, pozostającego do przejechania bez koniecznego uzupełniania paliwa.

Wszystkie uzyskane informacje są przetworzone przez program w sterowniku PLC [15] i zobrazowane za pomocą monitora tworzącego nową tablicę kierowcy. Kierowca, oprócz parametrów pracy silnika, ma także możliwość podglądu stanu naładowania akumulatorów w pojeździe oraz napięcia ładowania akumulatora. Niewielka ingerencja w układ mechaniczny oraz całkiem nowa koncepcja układu elektrycznego pozwoliły na uzyskanie funkcjonalnego systemu kontroli stanu pojazdu, z możliwością dalszej modernizacji i rozwoju o kolejne układy sterowania. Widok zmodernizowanej tablicy kierowcy przedstawia rys. 9.



Rys. 9. Widok tablicy kierowcy MG-20

Układ zmodernizowanej tablicy kierowcy można nazwać uniwersalnym, ponieważ istnieje możliwość jego zastosowania we wszystkich pojazdach z silnikiem czołgowym typu S12U. Zmniejszone wymiary gabarytowe elementów wchodzących w skład kompletacji systemu sterowania pozwalają na zwiększenie wolnej przestrzeni w strukturze pojazdu.

7. WNIOSKI

Przedstawione w niniejszym artykule charakterystyki mostów mobilnych MS-20, MG-20 oraz MS-40 cechuje podstawowa zaleta, mianowicie sterowanie oraz kontrola pracy pojazdu za pośrednictwem magistrali CAN. Sterowanie związane z sekwencjami rozkładania wymienionych mostów odbywa się za pośrednictwem jednego rodzaju uniwersalnego pulpitu sterującego, który w zależności od opracowanego oprogramowania może służyć do układania przęsła w pojazdach mostowych, jak i sterowania rozkładaniem układu wsporczego np. w stacjach radiolokacyjnych.

Podsumowując przedstawione opisy nowych rozwiązań opracowanych w OBRUM sp. z. o.o. dotyczące mostów mobilnych i zastosowanych w nich oryginalnych układów sterujących opartych na systemie magistrali CAN, można sformułować następujące wnioski końcowe:

- Zastosowanie magistrali CAN znacznie wpływa na zoptymalizowanie struktury instalacji elektrycznej w pojazdach specjalnych oraz zmniejsza prawdopodobieństwo jej uszkodzenia.
- Opracowana w OBRUM sp. z. o.o. modernizacja układów w oparciu o magistralę CAN przyczyniła się do unowocześnienia pojazdów mostowych, pozwalając na zastosowanie nowoczesnych, niezawodnych układów spełniających takie same funkcje jak podstawowe systemy montowane dotychczas w pojazdach gąsienicowych.
- Wykorzystując możliwości elementów układu przesyłającego dane za pośrednictwem magistrali CAN, istnieje możliwość ich modyfikacji, a także precyzyjnej kontroli stanu pojazdu podczas pracy w terenie przy jego implementacji w system lub układ przekazywania i transmisji danych drogą radiową.
- Znacznie większe możliwości obróbki i archiwizowania sygnałów cyfrowych dają także większe możliwości kontroli i archiwizacji stanów wybranych sygnałów wozu. Przyczynia się to do możliwości kontroli stanu poszczególnych układów w pojeździe, jednocześnie umożliwiając wcześniejsze stwierdzenie uszkodzeń, które w niewiadomym dla operatora czasie zmieniają swój status na awarię unieruchamiającą wyrób.

8. LITERATURA

- [1] CANOpen protocols, <http://can-cia.org/> [Dostęp: 17 lutego 2015 r.]
- [2] Pasięka D.: Most towarzyszący na podwoziu samochodowym MS-20. Inżynieria Wojskowa Problemy i Perspektywy (str. 89-98), Wrocław 2014.
- [3] MS-20 „Daglezja-S”, <http://www.obrum.gliwice.pl/> [Dostęp: 17 lutego 2015 r.]
- [4] Płatek T., Płatek D.: Uniwersalny Pulpit Sterowania. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, (str. 75-82), nr 1. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice 2011.
- [5] Sterowniki PLC. <http://www.diga.biz.pl/> [Dostęp: 17 lutego 2015 r.]
- [6] Panele operatorskie. <http://www.diga.biz.pl/> [Dostęp: 17 lutego 2015 r.]

- [7] Założenia Taktyczno – Techniczne na most towarzyszący na podwoziu gąsienicowym kryptonim Daglezja – G (Materiały Własne OBRUM Sp. z o.o. – nie publikowane). Departament Polityki Zbrojeniowej MON. Warszawa, 03.06.2008 r.
- [8] Wóz PT-91 Opis i użytkowanie. Opracowanie OBRUM Sp. z o.o. (nie publikowane).
- [9] Instrukcja eksploatacji MG-20 „Daglezja-G”, Opracowanie OBRUM Sp. z o.o. (nie publikowane).
- [10] Foremny S., Grabania m. Ł., Olek j.: Most towarzyszący na podwoziu gąsienicowym. Inżynieria Wojskowa. Problemy i perspektywy (str. 99 – 107), wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej. Wrocław, 2014 r.
- [11] Biedak R.: Kinematyka układacza mostu wsparcia. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (str. 77-86), nr 3. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2012 r.
- [12] Zarządzenie nr 38 Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2010 r. w sprawie postępowania w zakresie wyznaczania klasy MLC dla nowobudowanych i przebudowywanych obiektów mostowych na drogach publicznych
(Dz. Urz. MI.2010.13.37).
- [13] Chwiedoruk S.: Interfejs Człowiek – Maszyna z magistralą CAN. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (str. 97 – 104), nr 1. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2008 r.
- [14] Płatek T.: Modernizacja układów sterowania w pojeździe gąsienicowym. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (str. 61 - 67), nr 3. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2012 r.
- [15] Kwaśniewski J.: Sterowniki PLC w praktyce inżynierskiej. Wydawnictwo BTC Warszawa, 2008 r.

APPLICATION OF CANBUS IN PROJECTS DEVELOPED BY OBRUM

Abstract. The paper discusses examples of applying CANbus in the process of controlling some engineering machines developed by OBRUM Gliwice. The paper covers the problems of control and working safety of operators during the operation of special purpose engineering vehicles.

Keywords: Engineering machines, CANbus, PLC controllers, control safety, HMI devices, modernization.