

Tomasz **MAKOWSKI**  
Szymon **PAWŁOWSKI**  
Tomasz **PLATEK**

## UKŁAD STEROWANIA MOSTU PRZEWOŹNEGO WYKORZYSTUJĄCY MAGISTRALĘ CAN

**Streszczenie.** Artykuł przybliży złożoność problemu, jakim jest sterowanie pojazdem mostowym, umożliwiającym rozłożenie przęsła mostu na przeszkodzie szerokości 40 m. W artykule przedstawiono rozwiązanie komunikacji pomiędzy czujnikami, elementami wykonawczymi oraz sterownikami PLC, z wykorzystaniem magistrali CAN i protokołu CANOpen. W oparciu o schemat blokowy omówiono podstawowe elementy układu sterowania. Opisano również możliwość sterowania pracą żurawia oraz układacza mostu za pomocą uniwersalnego pulpitu sterowania.

**Słowa kluczowe:** most towarzyszący, DAGLEZJA-S, magistrala CAN, protokół CANOpen.

### 1. MOST PRZEWOŹNY MS-40

Most przevoźny na podwoziu samochodowym MS-40 „DAGLEZJA-S” przeznaczony jest do przewożenia i układania przęsła mostu na przeszkodzie wodnej lub terenowej o szerokości do 40 m, umożliwiając przeprawę wodną pojazdom klasy MLC70/110 (wg norm STANAG 2021). [1] Pojazd został skonstruowany w taki sposób, że jego naciski na osie oraz wymiary gabarytowe dopuszczają go do ruchu po drogach publicznych. Most składa się z pojazdu układającego oraz pojazdów transportujących osprzęt i przęsła mostu. Rys. 1 przedstawia pojazd układający wraz z rozłożonym i ułożonym przęsłem mostu [2].



**Rys. 1. Most przevoźny MS – 40 – pojazd układający**

Most MS-40 jest jednym z rodziny mostów przevoźnych DAGLEZJA, które zostały opracowane w Ośrodku Badawczo – Rozwojowym Urzędzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. Oprócz przedstawianego w tym artykule mostu MS-40 z rodziny DAGLEZJA w Ośrodku opracowano i wykonano mosty na podwoziu gąsienicowym MG-20 oraz na podwoziu kołowym MS-20, umożliwiające pokonywanie przeszkód terenowych o szerokości do 20 m [3].

Zatwierdzone Założenia Taktyczno-Techniczne [4] stanowiące podstawę realizacji pracy rozwojowej narzucają wysokie wymagania techniczne, zwłaszcza definiujące parametry eksploatacyjne:

- czas ułożenia nad przeszkodą do 90 [min];
- możliwość pracy na pochyłości do 15°;
- kontrola pochyłości jezdni mostu;
- praca w różnych warunkach terenowych i klimatycznych.

Tak określone parametry w dużym stopniu wymuszają konieczność zastosowania systemów półautomatycznego sterowania procesami układania przęsła na przeszkodzie oraz jego późniejsze podjęcie z przeszkody [5].

Dodatkowym czynnikiem determinującym tryb pracy mostu MS-40 jest wymóg unifikacji zastosowanych rozwiązań, w tym wykorzystanie zaprojektowanego w ośrodku „OBRUM” sp. z o.o. uniwersalnego pulpitu sterowania opartego na panelu operatorskim HMI (ang. Human Machine Interface) [6].

## **2. MAGISTRALA UKŁADU STEROWANIA MS-40**

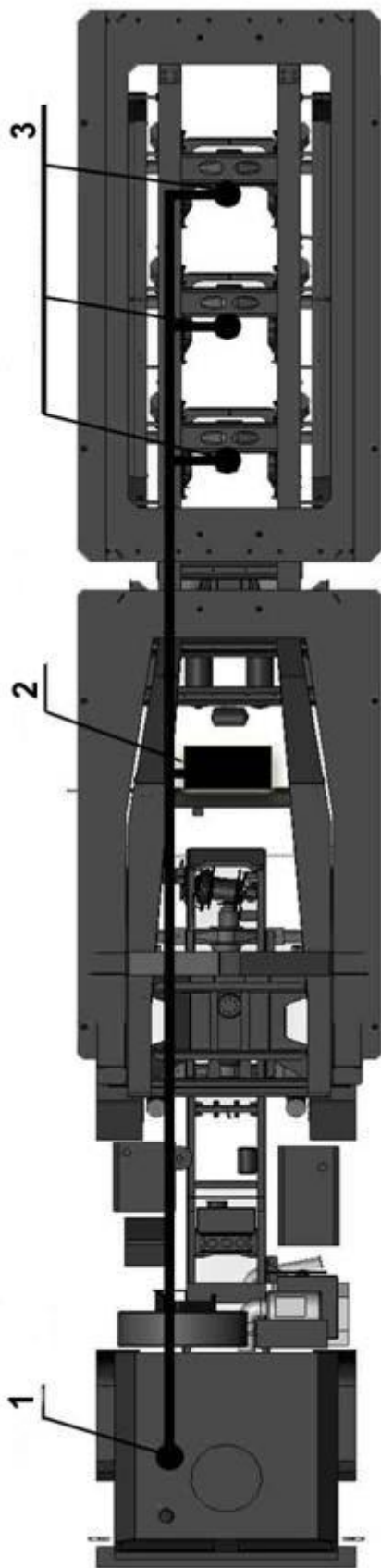
Bazując na zdobytych doświadczeniach podczas projektowania układów sterowania w mostach MS-20 oraz MG-20, zdecydowano, że główną magistralą wymiany danych w układzie sterowania będzie magistrala CAN z protokołem CANOpen [7][8]. W przywołanej literaturze można zapoznać się z właściwościami magistrali CAN. Wyróżniającymi cechami w odniesieniu do innych magistral są:

- zwiększona odporność na zakłócenia,
- zmniejszona podatność na zakłócenia elektromagnetyczne – EMS,
- duży współczynnik tłumienia sygnału współbieżnego – CMR,
- zwiększona odporność na wyładowania elektromagnetyczne,
- możliwość likwidacji zakłóceń zewnętrznych.

Ponadto ważną korzyścią wynikającą z zastosowania szeregowej magistrali, jaką jest CAN nad połączeniami równoległymi, jest mniejsza ilość żył elektrycznych w linii kablowej. Dzięki redukcji ilości wymaganych przewodów zmniejszają się koszty wykonania oraz przekrój linii kablowej, umożliwiając wybranie optymalnego miejsca prowadzenia wiązek elektrycznych na wyrobie.

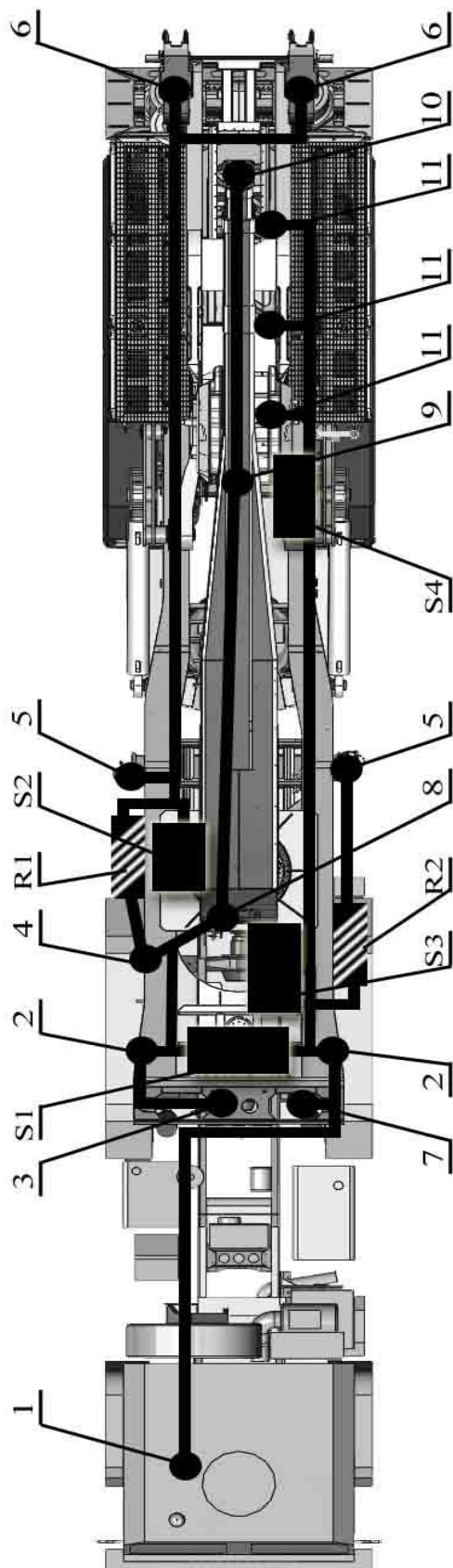
## **3. UKŁAD STEROWANIA POJAZDU MS-40**

Most MS – 40 składa się z dwóch typów pojazdów: pojazdu układającego i pojazdów transportowych [2]. Przykładowe topologie magistral zainstalowanych w poszczególnych pojazdach przedstawiono na rysunkach 2 oraz 3. W pojeździe układającym, ze względu na złożoność układu sterowania, zdecydowano się na zastosowanie trzech magistral danych, które łączą się w centralnych miejscach. Nadzór nad systemem wymiany danych sprawują mobilne sterowniki programowalne PLC z modułami WE/WY przystosowanymi do magistrali CAN.



**Rys. 2. Schemat ideowy magistrali CAN w pojeździe transportowym**

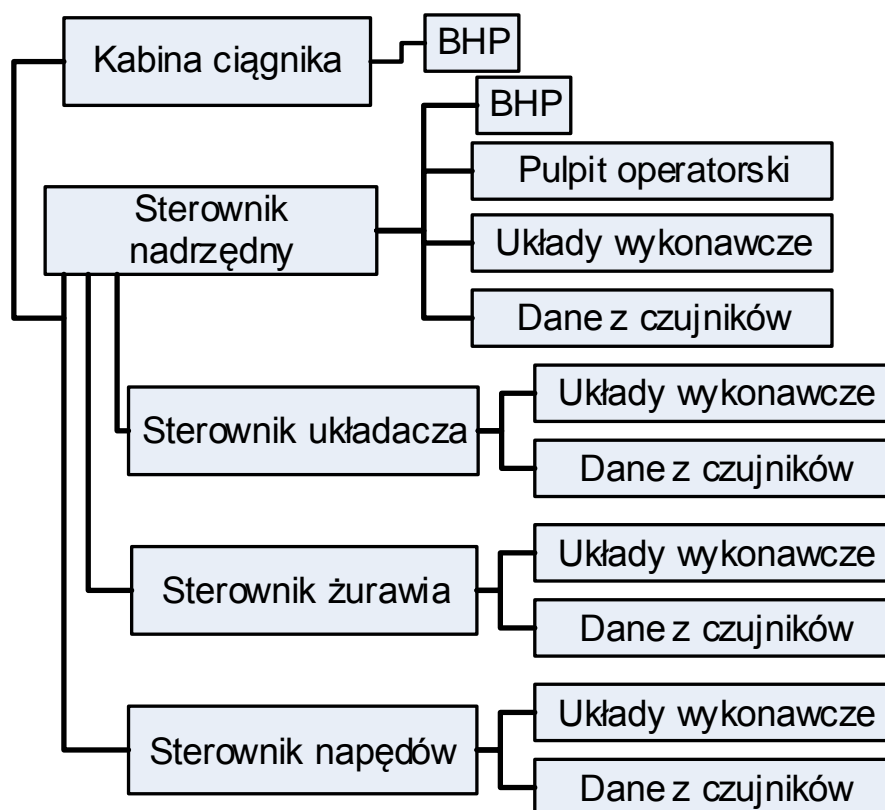
1 przycisk BHP, 2 sterownik PLC, 3 napędy z czujnikami



**Rys. 3. Schemat ideowy magistrali CAN w pojeździe układającym**

- 1 przycisk BHP, 2 złącze pulpitu i przycisk BHP, 3 czujniki poziomu, temperatury, zanieczyszczenia medium roboczego;
- 4 czujnik przechylenia wozu, 5 czujniki w siłownikach hydraulicznych podpór bocznych, 6 siłowniki hydrauliczne wraz z czujnikami wysunięcia podpora tylnych, 7 czujniki informujące o sprężgnięciu naczepy z ciągnikiem, 8 czujniki określające kąty położenia żurawia, 9 czujnik określający wysunięcie żurawia, 10 czujnik siły, ciężaru zawieszzonego na haku żurawia, 11 bloki pomocniczego napędu jazdy wraz z czujnikami prędkości, R1, R2 blok rozdzielaczy hydraulicznych 2, S1 Sterownik nadrzędny, S2 Sterownik żurawia, S3 Sterownik układaacza, S4 Sterownik pomocniczych napędów.

Na rys. 4 poglądowo przedstawiono w sposób blokowy układ sterowania pojazdu układającego wraz z ogólnymi zależnościami pomiędzy poszczególnymi blokami.



**Rys. 4. Układ sterowania pojazdu układającego**

Układ sterowania pojazdu układającego złożony jest z kilku podukładów sterowania. Poszczególne moduły można podzielić ze względu na pełnione główne funkcje:

- układ nadrzędny i sterowanie poziomem oleju w układzie kompensacji;
- układ sterowania rozkładania przęsła;
- układ sterowania żurawia;
- układ sterujący pomocniczym napędem jazdy.

Wymiana danych pomiędzy sterownikami odbywa się za pośrednictwem magistrali CAN. Ze względu na bezpieczeństwo obsługi niektóre sygnały, takie jak BHP, są zdublowane i przesyłane z wykorzystaniem sygnałów cyfrowych 0/1.

Układ hydrauliczny mostu korzysta z elektronicznych rozdzielaczy bloków hydraulicznych, którymi steruje się poprzez magistralę CAN. Za pośrednictwem pulpitu operatorskiego (rys. 5) jest zadawana wartość wysterowania w sposób proporcjonalny. Na ekranie pulpitu są zwizualizowane ruchy oraz wszystkie ostrzeżenia, możliwy jest również podgląd statystyk i bieżących parametrów pracy. Uniwersalny pulpit sterowania posiada standardowe przyciski oraz dwa manipulatory – joysticki ułatwiające operatorowi sterowanie procesami układania i podejmowania mostu. Ze względu na wymogi przepisów BHP oraz bezpieczeństwa użytkownika, pulpit posiada, wyróżniający się spośród pozostałych

elementów, przycisk BHP w łatwo dostępnym miejscu, którego załączenie blokuje wszystkie wykonywane ruchy. Przedstawiony pulpit operatorski ma zastosowanie również w pozostałych mostach rodziny DAGLEZJA. Zasadniczą różnicą pulpitu operatorskiego w moście MS-40 jest jego wersja oprogramowania. Wynika to z rozbudowanego układu sterowania oraz różnic konstrukcyjnych samego mostu.



**Rys. 5. Uniwersalny pulpit sterowania [9]**

Proces sterowania pojazdem układającym jest półautomatyczny, niektóre czynności można wykonać w trybie automatycznym. Większość czynności wymaga od użytkownika-operatora podejmowania bieżących decyzji, co uniemożliwia wykonanie w pełni automatycznego rozkładania mostu. Fakt ten wynika między innymi z konieczności obsługi żurawia podającego kolejne segmenty mostu z pojazdu transportowego. Nie można przewidzieć dokładnie miejsca rozkładania przęseł oraz zapewnić stabilnych warunków atmosferycznych np. wiatru. W pełni automatyczny jest natomiast układ odpowiedzialny za dostosowywanie poziomu medium roboczego (oleju hydraulicznego) w poszczególnych zbiornikach oraz układ pomocniczego napędu jazdy. Na podstawie danych uzyskanych z czujników, sterownik samodzielnie określa prędkość jazdy oraz wykrywa jej kierunek (przód lub tył). Na bieżąco dostosowuje zadawane parametry dla rozdzielaczy bloków hydraulicznych odpowiedzialnych za dodatkowe napędy. Za pośrednictwem zamontowanych sensorów, sterowniki PLC (rysunek 2 i 3) nadzorują pracę operatora. Gdy nastąpi wykrycie zagrożenia zostają podjęte odpowiednie działania oraz odpowiednie informacje są przekazywane operatorowi. Taka sytuacja może mieć miejsce np. gdy operator próbuje podnieść element mostu bez wypoziomowania pojazdu. Natomiast wszystkie procesy wykonywane czy to przez operatora, czy automatycznie można przerwać przyciskiem BHP.

#### 4. WNIOSKI

Zastosowany w moście MS-40 układ sterowania wymagał połączenia wszystkich sterowników PLC pomiędzy sobą. Zadawanie parametrów następuje z uniwersalnego pulpitu sterowania, na którym wizualizowane są wszystkie dane. W opracowanej konstrukcji mostu MS-40 zdecydowano się na zastosowanie magistrali CAN, ponieważ jej odporność na błędy oraz wymagana ilość przewodów spełniają narzucone warunki. Aspekty użytkowania oraz niezawodność magistrali CAN sprawiają, iż będzie ona także uwzględniana w przyszłych projektach realizowanych w OBRUM sp. z o.o.

#### 5. LITERATURA

- [1] 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).
- [2] MS-40 „Daglezja-S”. [www.obrum.gliwice.pl](http://www.obrum.gliwice.pl) [Dostęp: 25 stycznia 2015r.].
- [3] Pasięka D. Most towarzyszący na podwoziu samochodowym MS-20. Inżynieria Wojskowa. Problemy i Perspektywy (str. 89-98), Wrocław 2014 r.
- [4] Założenia Taktyczno – Techniczne na mobilny most składany MLC70/110 do pokonywania średnich przeszkód wodnych i terenowych. Kryptonim DAGLEZJA-S (Materiały własne ORBUM sp. z o.o. – nie publikowane). Departament Polityki Zbrojeniowej MON. Warszawa, 08.05.2007 r.
- [5] Biedak R.: Kinematyka układacza mostu wsparcia. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (str. 77-86), nr 3/2012. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2012 r.
- [6] Chwiedoruk S.: Interfejs Człowiek-Maszyna z Magistralą CAN. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (str. 97-104), nr 1/2008. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2008 r.
- [7] CANOpen protocols, <http://can-cia.org/>, [Dostęp: 25 stycznia 2015 r.].
- [8] Specyfikacja CANOpen, <http://diga.biz.pl>, [Dostęp: 25 stycznia 2015 r.].
- [9] Płatek T., Płatek D.: Uniwersalny pulpit sterowania. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, (str. 75-82), nr 1/2011. OBRUM Sp. z o.o. Gliwice, 2011 r.

## **CONTROL SYSTEM ASSOCIATED BRIDGE THROUGH THE USE CAN BUS**

**Abstract.** The subject of matter of this article is the problem of complexity of the control the modern vehicle bridge which is able to set over an obstacle spans up to 40 m long. Brought closer solutions concerning communication between sensors, actuators and controllers PLC using CAN bus with CANOpen protocol and also presents possibility of control with use of universal control desk built in OBRUM company.

**Keywords:** CAN bus, DAGLEZJA-S, associated bridge.