

Jerzy **JURA**

## WYKORZYSTANIE MAGISTRALI CAN DO STEROWANIA ŻURAWIEM K20

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono historię rozwoju konstrukcji układów sterowania pojazdów pomocy technicznej i pojazdów inżynieryjnych w OBRUM. Rozwój konstrukcji układów sterowania w OBRUM rozpoczął się od układów dwustanowych do układów wykorzystujących magistralę CAN. Najbardziej zaawansowana jest konstrukcja układu sterowania dla żurawia K20 Wozu Zabezpieczenia Technicznego WZT4. W konstrukcji układu sterowania w maksymalnym stopniu wykorzystano magistralę CAN do zbierania danych pomiarowych oraz sterowania hydraulicznym układem wykonawczym.

### 1. WSTĘP

OBRUM od początku swojej działalności zajmował się pojazdami inżynieryjnymi (Maszyna Inżynieryjno-Drogowa) i pojazdami pomocy technicznej (WZT2, WZT3, WZT4). Głównym wyposażeniem tych pojazdów jest żuraw lub wysięgnik z manipulatorem. Dla pojazdów i sposobu zabudowy żurawia są stawiane specyficzne wymagania. Są to pojazdy wojskowe, a więc konstrukcja powinna zapewnić dużą niezawodność i wykorzystanie wszystkich możliwości konstrukcyjnych żurawia.

Przy konstruowaniu układu sterowania starano się uzyskać jak najprostszy układ pomiarowy. Starania te zaowocowały dwoma układami sterowania oznaczonymi symbolami EO101 i EO400. Powstała również implementacja układu sterowania oparta na cywilnym ograniczniku udźwigu MAK.

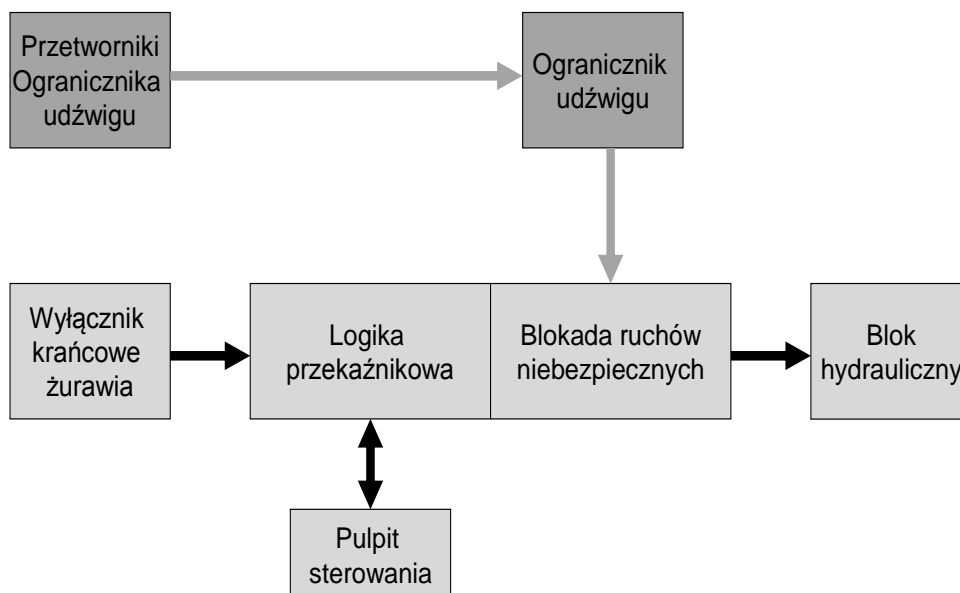
### 2. ZASADA DZIAŁANIA UKŁADU STEROWANIA

Dla zapewnienia bezpieczniejszej pracy żurawia zabudowanego na podwoziu gąsienicowym wymagane jest ograniczenie udźwigu. Ograniczenia to jest uzależnione od wytrzymałości mechanicznej żurawia, liny oraz od stateczności podwozia. Dla żurawi TD50 oraz K20 (zabudowanych na WZT3 i WZT4) przyjęto trzy podstawowe parametry ograniczające pracę. Są nimi:

- a) dopuszczalny moment wywracający mniejszy od momentu ustalającego podwozia oraz wytrzymałości łożyska obrotowego,
- b) dopuszczalnej siły w linie,
- c) minimalnego kąta podniesienia wysięgnika.

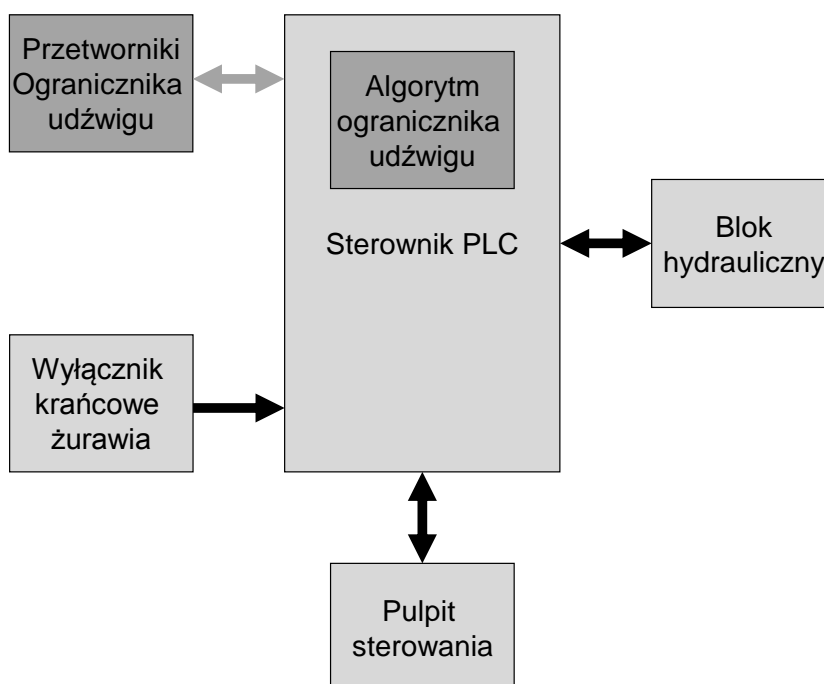
Elementem wykonawczym jest układ hydrauliczny. Dla zapewnienia bezpiecznej pracy żurawiem przy dużych masach zastosowany został mobilny proporcjonalny blok hydrauliczny M4-15. Zastosowanie proporcjonalnego bloku hydraulicznego radykalnie poprawiło użytkowe walory żurawia. Rozwiązanie to wymusiło całkowitą zmianę konstrukcji ogranicznika udźwigu.

W dotychczas stosowanych rozwiązaniach ogranicznik udźwigu był oddzielnym zespołem połączony z dwustanowym układem sterowania opartym na przekaźnikach. Przepływ sygnałów sterujących takiego rozwiązania przedstawia diagram Rys. 1. Jak widać na diagramie zespół ogranicznika udźwigu odcina napięcia dla poszczególnych niebezpiecznych ruchów roboczych. Niebezpiecznymi ruchami roboczymi są wszystkie ruchy powodujące zwiększenie obciążenia lub zwiększenie momentu wywracającego.



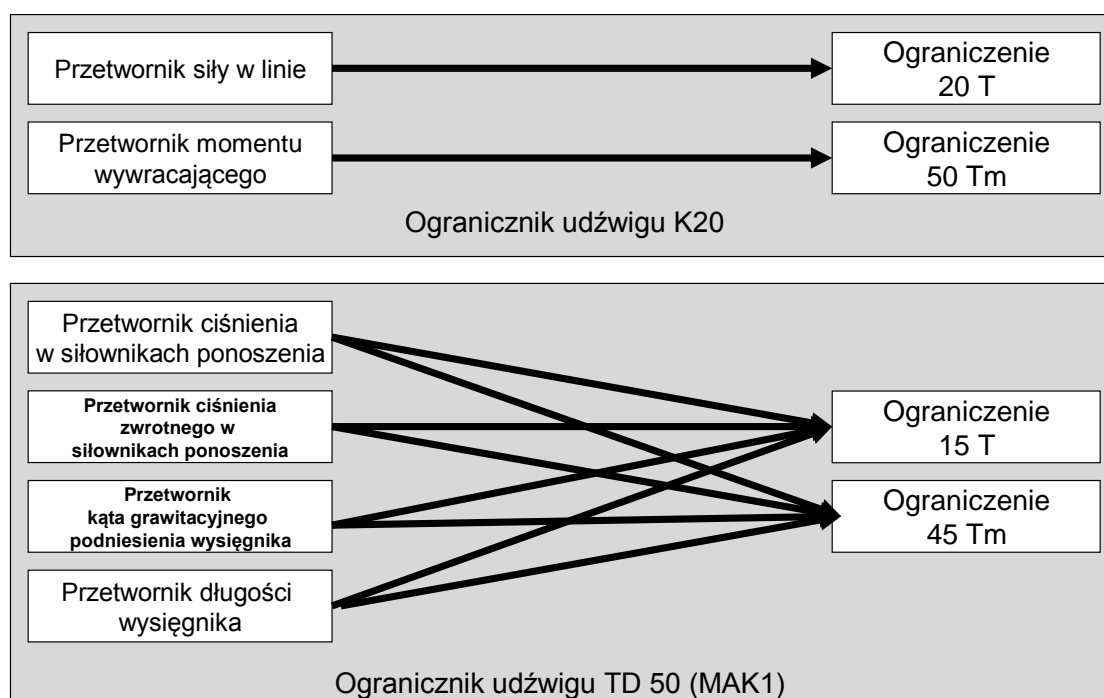
**Rys. 1. Diagram przepływu sygnału dla układu sterowania dwustanowego**

Wprowadzenie nowych technologii, to jest cyfrowej magistrali CAN oraz sterowania proporcjonalnego radykalnie zmieniło budowę ogranicznika udźwigu. Przepływ sygnałów sterujących w takim układzie przedstawiony jest na diagramie Rys. 2. Widać na nim, że modyfikacja polega na bardzo ścisłym powiązaniu układu sterowania z zespołem ogranicznika udźwigu. Takie powiązanie ma wiele zalet. W zakresie budowy układ sterownia jest prostszy, zawiera mniej elementów, w związku z tym jego niezawodność jest większa. Komplikuje się natomiast program - co jednak nie wpływa na cenę ani nie pogarsza stopnia bezpieczeństwa.



**Rys. 2. Diagram przepływu sygnału dla układu sterowania proporcjonalnego**

Niezależnie od konfiguracji układu sterowania bardzo ważnym zagadnieniem jest dobór zespołów pomiarowych ogranicznika udźwigu. Szczególnie ważne jest to dla sprzętu pracującego w trudnych warunkach jak, sprzęt wojskowy, który jest narażony na uszkodzenia bojowe oprócz uszkodzeń eksploatacyjnych. Prace prowadzone w OBRUM dążyły do maksymalnego uproszczenia konstrukcji pomiarowych. Efektem tego jest zastosowanie dwóch podstawowych przetworników pomiarowych pozwalających na pomiar siły w linie oraz momentu wywracającego powstającego od żurawia i ciężaru. Stosowanie bardzo popularnych w cywilnych rozwiązaniach pomiarów pośrednich polegających na pomiarze wysięgu poprzez pomiar kąta pochylenia i długości wysięgnika uznano za zbyt zawodne. Na Rys. 3 przedstawione jest porównanie obu rozwiązań na przykładzie ogranicznika żurawia TD50 MAK1 i ogranicznika żurawia K20.



**Rys. 3. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych ogranicznika udźwigu**

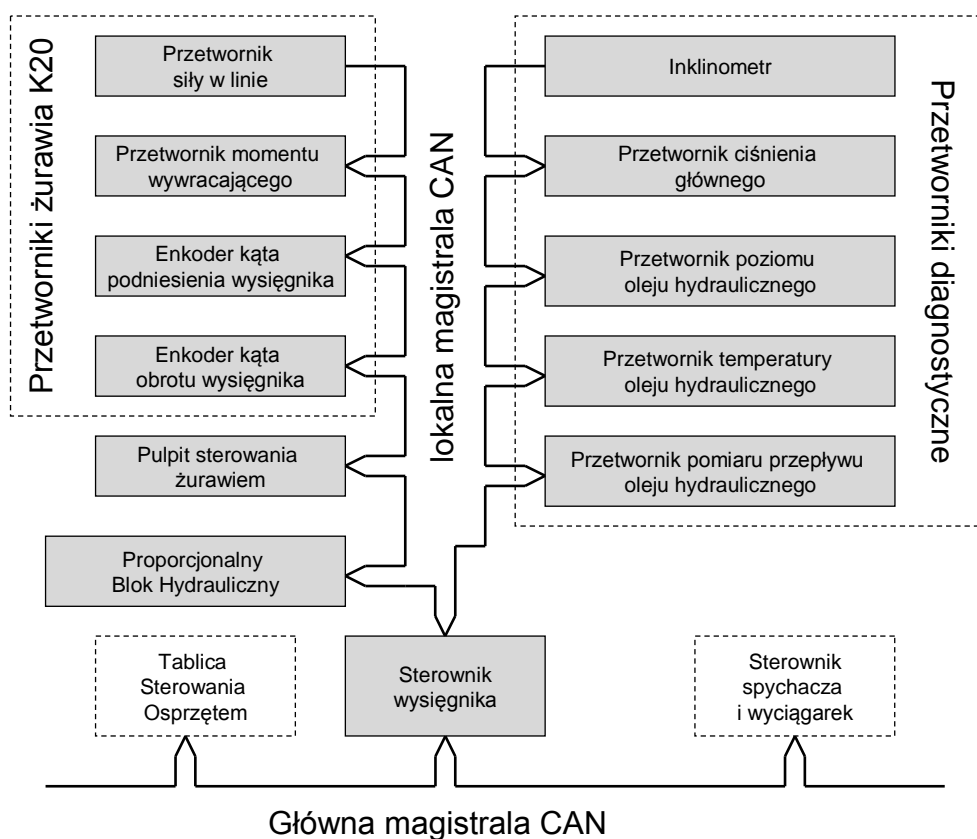
### 3. KONFIGURACJA SIECI CAN

Dla zapewnienia efektywnej i bezpiecznej pracy żurawia opracowany został układ sterowania wykorzystujący magistralę CAN. Przesył danych wykorzystujący magistralę CAN jest niezawodny i spełnia rygorystyczne wymagania bezpieczeństwa. Ponadto jest obecnie bardzo popularny wśród producentów maszyn i pojazdów, zarówno cywilnych, jak i wojskowych. Popularność zapewnia duży wybór gotowych zespołów, z których można zbudować bezpieczny układ sterowania.

Opracowany układ sterowania żurawia K20 zawiera następujące zespoły:

- przetwornik wielkości nieelektrycznych, takie jak przetwornik kąta, ciśnienia, siły, momentu czy inklinometr,
- mobilny sterownik PLC,
- proporcjonalny blok hydrauliczny.

Schemat blokowy opracowanego układu sterowania przedstawiony jest na Rys. 4.



Rys. 4. Schemat blokowy magistrali CAN sterownika żurawia K20

#### 4. WARUNKI BEZPIECZEŃSTWA

Ogranicznik udźwigu w żurawiu spełnia trzy różne zadania, a mianowicie:

- zapobiega przeciążeniu;
- zapobiega powstaniu ryzyka wywrócenia pojazdu;
- zapobiega niebezpiecznym ruchom ładunku.

Spełnienie tych zadań wymaga od układu sterowania kilku podstawowych warunków. Należą do nich:

- niezawodna transmisja danych (magistrala CAN),
- autotesty zespołów wchodzących w skład układu sterowania (BITE),
- funkcje diagnostyki zawarte w programie sterownika PLC,
- algorytmy pracy ogranicznika udźwigu.

Zastosowanie magistrali CAN oraz przetworników i rozdzielaczy hydraulicznych wykorzystujących magistralę CAN z protokołem CANopen jest podstawowym warunkiem bezpiecznego układu sterowania. Wykorzystane zespoły posiadają szereg mechanizmów pozwalających na zbudowanie układu sterowania reagującego na wszystkie nieprawidłowości w działaniu.

W układzie sterowania żurawiem K20 do diagnostyki działania zostały wykorzystane algorytmy potwierdzające poprawne działanie przetworników, a rozdzielacze hydrauliczne działają wyłącznie, gdy sterownik przesyła do nich dane. Zabezpieczenia te są zgodne z wymaganiami protokołu CANopen.

Zabezpieczenia te nie są realizowane przez dwustanowe układy sterownia ograniczników żurawia TD50 (EO101, EO400 i MAK1). Stosowane przetworniki w standardzie 4-20mA w ograniczniku MAK1 są wrażliwe na drobne uszkodzenia instalacji elektrycznej.

Zastosowanie sterownika PLC pozwoliło na wprowadzenie dodatkowych algorytmów przeznaczonych do monitorowania układu mechanicznego. W algorytmach tych zostały wykorzystane przetworniki i czujniki biorące udział w sterowaniu zespołów mechanicznych. Algorytmy monitorowania można podzielić na następujące grupy:

- algorytmy wykrywania błędów operatora – funkcje ogranicznika udźwigu,
- algorytmy wykrywania niesprawności części mechanicznych,
- algorytmy określania parametrów eksploatacyjnych pojazdu,
- algorytmy określania danych eksploatacyjnych dla producenta.

Dla porównania dwustanowe układy sterowania pozwalają na realizację wyłącznie algorytmów wykrywania błędów operatora, to jest realizację funkcji ogranicznika udźwigu.

## 5. WNIOSKI

Wprowadzenie magistrali CAN wraz z mobilnymi sterownikami wprowadziło OBRUM w nową erę konstrukcji Wozów Zabezpieczenia Technicznego WZT. Wprowadzone rozwiązania pozwalają na elastyczne dostosowanie warunków pracy żurawia do możliwości pojazdu, jak i wymagań użytkownika. Efektem tych rozwiązań jest wprowadzanie dla WZT4 dwóch różnych charakterystyk udźwigu żurawia K20. Jest to związane z niesymetrycznym momentem ustającym wytwarzanym przez podwozie. Wysokie parametry użytkowe żurawia mogą być wykorzystywane do przodu, tyłu i na lewą stronę wozu.

## 6. LITERATURA

- [1] JURA J. Rozwój cyfrowych sieci informatycznych integrujących wyposażenie elektryczne pojazdów o przeznaczeniu specjalnym., Biuletyn Naukowo – Techniczny SPG nr 13/2000 OBRUM – Gliwice, 2000 r s.143-147
- [2] JURA J., BARCIK J. Zestaw do pomiaru ilości paliwa w zbiornikach. Biuletyn Naukowo – Techniczny SPG nr 17/2003 OBRUM – Gliwice, 2003 r s.57-60
- [3] Żuraw K20, OBRUM – Gliwice, 2006 (Praca nie publikowana)

## USING CANBUS FOR CONTROL OF CRANE K20

**Abstract:** Paper presents the history of development of control system for recovery and engineering vehicles in OBRUM. Development of these control systems start from on/off system up to systems based on CAN bus. The most advanced control system was developed on crane K20 of recovery vehicle WZT4. CAN bus was used for data acquisition and control of hydraulic execution system.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Stanisław Wasilewski