

Przemysław **OSTROWSKI**
Andrzej **KOWOLIK**

ROZPROSZONY UKŁAD STEROWANIA

Streszczenie: Artykuł opisuje system rozproszonego sterowania, zastosowany w stacji radiolokacyjnej JBR-15. Przedstawiono podstawowe parametry konstrukcyjne i konfiguracyjne omawianego nośnika radarów. Opisano sposób działania systemu sterowania urządzeniami hydraulicznymi oraz komunikację pomiędzy poszczególnymi urządzeniami wykorzystującą protokół CANopen.

Słowa kluczowe: stacja radiolokacyjna, układ poziomowania, układ rozkładania anteny, jednostka radiolokacyjna JBR-15, sterowanie rozproszone, magistrala CAN, protokół CANopen.

1. WSTĘP

Układ rozproszonego sterowania w nośnikach stacji rozpoznania radiolokacyjnego typu JBR-15 [3] został zbudowany na bazie podwozia kołowego TATRA (Rys. 1) i pełni funkcję mobilnego radaru ostrzegawczego. Jednostka została wyposażona w ramę, przeznaczoną do zabudowy wysoko wyspecjalizowanej elektroniki i system antenowy. Na ramie platformy, oprócz systemu antenowego, montowany jest kontener, w którym znajduje się jednostka centralna rozproszonego systemu sterownia wraz z osprzętem do obsługi stacji radiolokacyjnej [4].

JBR-15 może zostać wyposażony w radar pracujący w paśmie S o zasięgu 240 km. System antenowy pojazdu umożliwi automatyczne wykrywanie i śledzenie do 120 obiektów powietrznych do wysokości 30 km [3], [5].

Jednostka została przystosowana do pracy zgodnie z wymogami klimatycznymi i środowiskowymi zawartymi w normach obronnych, dzięki czemu JBR-15 może pracować w dowolnej porze roku, dnia i nocy przy temperaturze od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz w warunkach obniżonego ciśnienia atmosferycznego, panującego na wysokości 4160m [4].

Konfiguracja mobilnej stacji radiolokacyjnej JBR-15 [4]:

- platforma, stacji została zabudowana na podwoziu kołowym TATRY T815 VPR9 o mocy 275 kW i nośności 28 t,
- paleta wraz z hydraulicznym układem wsporczym anten, oraz zestawem podpór układu poziomowania,
- kabina aparatury z wyposażeniem elektronicznym, układem wentylacji, klimatyzacji i zasilania,
- kabina podantenowa z płytą obrotową, układami: wentylacji, sterowania, układem napędowym,
- płyta obrotowa z kabiną antenową pod zabudowę anteny głównej i anteny IFF,
- instalacja elektryczna 27VDC i 230/400VAC,
- jednostka zasilana jest z sieci zewnętrznej 230/400 V.



Rys. 1. Mobilna stacja radiolokacyjna JBR-15 na podwoziu TATRY [4], [5]

Rozproszony układ sterowania pojazdu pozwala na rozkładanie i automatyczne poziomowanie oraz składanie systemu anten radiolokacyjnych.

Czas rozwijania i składania systemu antenowego wynosi około 20 minut. Rozkładanie i zwijanie platformy nośnej i zespołu antenowego jest realizowane za pośrednictwem układu hydraulicznego. Dokładność poziomowania nośnika wynosi 0.1° RMS [3], [5].

2. SCHEMAT ROZPROSZONEGO UKŁADU STEROWANIA STACJI RADIOLOKACYJNEJ JBR-15

Rozproszony system sterowania w mobilnej stacji radiolokacyjnej możemy podzielić na trzy podsystemy, stanowiące jedną spójną całość.

Możemy tu wyróżnić:

- system odpowiedzialny za sterowanie zespołem poziomowania hydraulicznego,
- podsystem zespołu sterowania układu hydraulicznego anteny,
- wynośny pulpit sterujący.

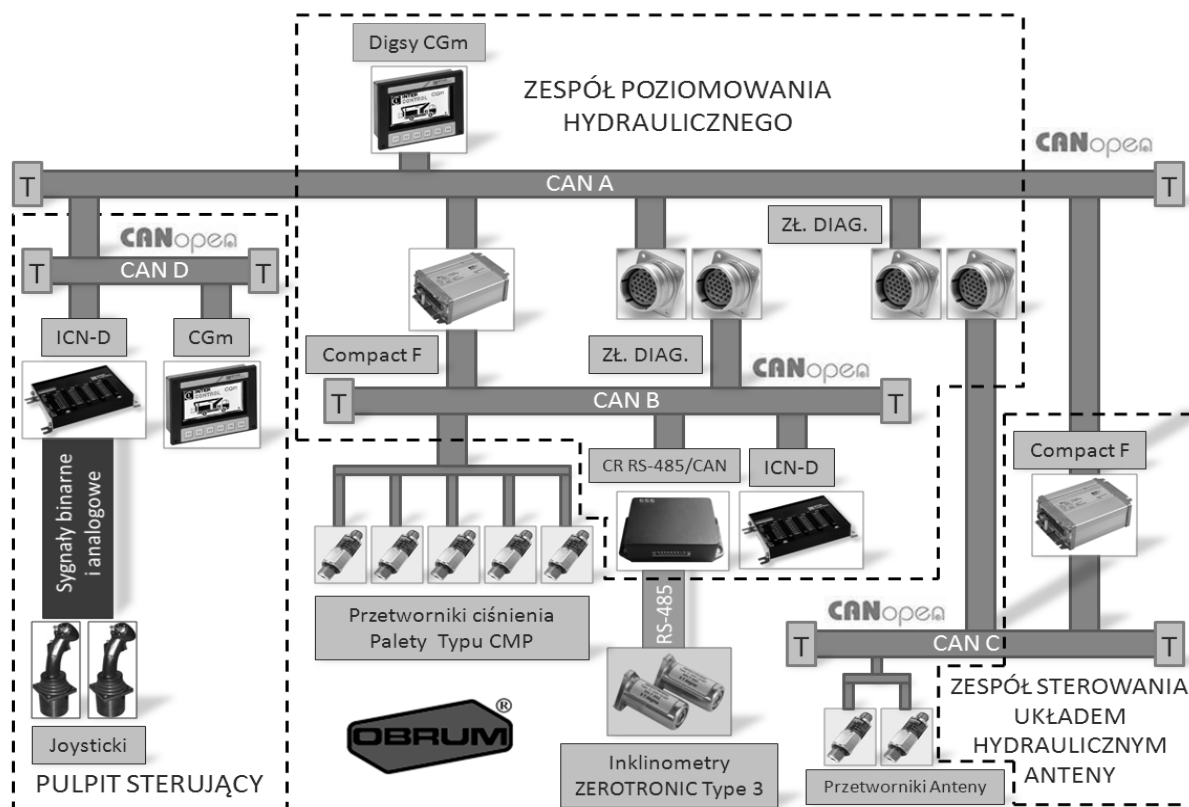
Wymiana danych pomiędzy podsystemami odbywa się za pośrednictwem czterech magistrali systemowych (Rys. 2) zaprojektowanych w oparciu o protokół CANopen. Magistrale te zostały oznaczone kolejnymi literami alfabetu (CAN A, CAN B, CAN C, CAN D).

System sterowania zespołem poziomowania hydraulicznego składa się z programowalnego wyświetlacza digsy CGM, sterownika PLC Compact, stacji rozproszonych wejść/wyjść ICN-D oraz konwertera sygnałów RS-485/CAN [2].

Jednostką centralą tego podsystemu jest sterownik Compact firmy Inter Control [2], zarządzający pracą całej gałęzi rozproszonego systemu sterowania, opartej głównie na magistrali oznaczonej symbolem CAN B. Podstawowym zadaniem PLC jest sterowanie blokiem hydraulicznym rozdzielaczy na podstawie informacji pochodzących z przetworników ciśnienia CMP [1], [6], [7] palety oraz zamontowanych w „koszu” anteny dwóch inklinometrów [8].

Wszystkie zastosowane czujniki ciśnienia [1], [6], [7] zostały fizycznie wyposażone w protokół CANopen. Natomiast podstawowym interfejsem komunikacyjnym inklinometrów ZEROTRONIC [8] jest port szeregowy RS-485, dlatego w celu zaadaptowania obu sensorów nachylenia konieczne było zastosowanie bramki sygnałów CR RS-485/CAN [2].

Zadaniem wyświetlacza CGM [2] jest reprezentowanie za pomocą znaków i symboli aktualnych parametrów pracy całego systemu sterowania. CGM [2] pełni tutaj również rolę narzędzia diagnostycznego, informującego obsługę stacji radiolokacyjnej o zaistniałych w systemie awariach lub niebezpieczeństwach zagrażających obsłudze, jak i prowadzących do uszkodzenia samego nośnika radaru.



Rys. 2 Schemat rozproszonego systemu sterowania w nośnikach stacji radiolokacyjnych JBR-15

Zespół poziomowania hydraulicznego pozwala na:

- rozsuwanie podpór stacji radiolokacyjnej,
- obrót tychże podpór,
- wysunięcie tłoków z cylindrów hydraulicznych podpór.

Podstawowym zadaniem tego zespołu jest poziomowanie pojazdu JBR-15. Proces poziomowania może być przeprowadzony tylko w momencie rozłożenia anteny stacji.

Poziomowanie nośnika stacji radiolokacyjnej realizowane jest na podstawie informacji o aktualnym położeniu pojazdu względem podłoża. Informacje dotyczące przemieszczeń, wychyleń pojazdu są czytywane z inklinometrów ZEROTRONIC [8] poprzez łącze RS-485, a następnie transmitowane magistralą CAN B do układu sterownia. Dane te zgodnie z utworzonym algorytmem sterowania są przetwarzane na język zrozumiały dla sterownika PLC. Sterownik, w oparciu o odczyt z czujników przemieszczenia kąтового, decyduje, które podpory i ewentualnie w jakiej kolejności powinny być wysuwane. Istotny tutaj jest również

bieżący odczyt ciśnienia w każdej z podpór za pomocą przetworników CMP [7]. Informacja o panującym ciśnieniu w danej podporze pozwala podjąć decyzję Compact F [2], która podpora powinna zostać dopompowana w celu uzupełnienia ciśnienia tak, aby można było wyrównać nośnik względem podłoża.

Kolejnym elementem rozproszonego systemu sterowania jest zespół sterowania układem hydraulicznym anteny, wyposażony we własny sterownik Compact F [2] sterujący rozdzielaczami hydraulicznymi odpowiedzialnymi za wysuwanie i chowanie cylindrów obu liniowych silników hydraulicznych układu podnoszenia anteny oraz dwóch siłowników rozkładających antenę. Do sterownika Compact F [2] zostały podłączone magistralą CAN C dwa czujniki ciśnienia, których zadaniem jest odczyt aktualnej wartości ciśnienia panującego w cylindrach. Konieczność odczytu wartości ciśnienia jest uwarunkowana możliwością nagłego spadku ciśnienia w układzie lub nagłego rozpoziomowania układu, co podczas pracy stacji radiolokacyjnej może doprowadzić do uszkodzenia anteny radaru.

Ostatnim członem rozproszonego systemu sterowania jest pulpit sterujący, który został sprzężony z całym systemem poprzez magistralę CAN A. Pulpit wynośny zbudowany jest z wyświetlacza CGM i modułu rozproszonych I/O ICN-D [2], do którego zostały podpięte dwa joysticki. Zadaniem pulpitu sterującego jest zdalne sterowanie procesem rozkładania i poziomowania stacji radiolokacyjnej. Proces poziomowania nośnika może odbywać się w dwu trybach: ręcznym lub automatycznym. W trybie ręcznym proces ten jest kontrolowany przez wykwalifikowanego operatora. Pulpit sterowania dokładniej opisany jest w artykule „Uniwersalny pulpit sterowania” w niniejszym numerze biuletynu SPG.

Magistrala CAN A jest rdzeniem funkcjonującego systemu sterowania, ponieważ łączy ze sobą wszystkie podsystemy, wszystkie gałęzi sieci (CAN A, CAN B, CAN C, CAN D) i urządzenia układu sterowania pojazdem JBR-15.

W całej sieci obejmującej magistrale CAN A, B i C przyjęto jedną wspólną dla wszystkich urządzeń prędkość transmisji i odczytu danych. Ustalono: 125 kbit/s przy zmierzonym obciążeniu sieci mniejszym niż 50%.

W celu przeprowadzenia ewentualnej diagnostyki lub serwisu systemu sterowania układ został wyposażony w złącza diagnostyczne pozwalające pracownikom serwisu na dostęp do danych procesowych, diagnostycznych oraz podgląd całego układu sterowania i wszystkich gałęzi sieci. Złącza tworzą pary umożliwiające podgląd poszczególnych rozgałęzień sieci, a przede wszystkim dostęp do aktualnych danych diagnostycznych wszystkich urządzeń w celu wykrycia ewentualnej usterki.

Diagnostykę układu sterowania przeprowadza się z poziomu programu użytkownika, tj. algorytmu zapisanego w pamięci sterowników lub wyświetlaczy.

Wszystkie programy w sterownikach i wyświetlaczach zostały napisane zgodnie z normą EN-IEC 1131 w następujących językach programowania: ST, FDB i LD.

3. MOŻLIWOŚĆ PRACY STACJI JBR-15 BEZ PODWOZIA

Konstrukcja nośnika stacji radiolokacyjnych została zaprojektowana w sposób umożliwiający pracę urządzenia bez podwozia (Rys. 3.).



Rys. 3. Stacja radiolokacyjna bez podwozia

Podwozie może zostać odłączone od kabiny dopiero po uprzednim rozłożeniu i wysunięciu wszystkich podpór na wysokość zapewniającą swobodny wyjazd samochodu, a następnie zwolnienie zaczepów łączących paletę z pojazdem. Warunkiem koniecznym do pracy stacji radiolokacyjnej bez podwozia jest ulokowanie jej na twardym i w miarę równym podłożu.

4. WNIOSKI

Zastosowanie omówionego w artykule rozproszonego systemu sterowania, opartego na jednej wspólnej magistrali CAN pozwoliło na:

- szybką i łatwą identyfikację ewentualnych awarii,
- uproszczenie procedury konfiguracji i programowania urządzeń pracujących w sieci,
- zmniejszenie podatności systemu sterowania na błędy,
- łatwiejszy wgląd do systemu sterowania stacji radiolokacyjnej i odczytanie raportów diagnostycznych wszystkich węzłów sieci CANbus,
- krótszy czas uruchamiania nowego pojazdu,
- uproszczenie okablowania, poprzez zredukowanie ilości wiązek przewodów do minimum, a tym samym odciążenie złącza obrotowego.

5. LITERATURA

- [1] E-automatyka.: <http://www.e-automatyka.eu/products/1098-cmp-przetwornik-cinienia-canopen>, 2010.
- [2] Inter Control.: <http://www.intercontrol.de/>, 2010.
- [3] „Mobilny trójwspółrzędny radar obserwacyjny średniego zasięgu w paśmie S – TRS-15”, Broszura informacyjna, PIT S. A., 2010.
- [4] OBRUM Sp. Z o. o.: <http://www.obrum.gliwice.pl/>, Gliwice, 2010.
- [5] PIT S.A.: <http://www.pit.edu.pl/>, 2010.
- [6] Poltraf.: <http://www.poltraf.com.pl/pl/product/view/284.html>, 2010.

- [7] Trafag,.: “CANOPEN MINIATURE PRESSURE-TRANSMITTER CMP”, Broszura, 2010.
- [8] Wylereg,.: <http://www.wylereg.com>, 2010.

DISSIPATED CONTROL SYSTEM

Abstract: The paper describes the dissipated control system, applied in JBR-15 radar station. Basic design and configuration parameters were presented of the radar vehicle under discussion. Hydraulic devices control system operation method was described as well as communication between separate devices that uses CANopen protocol.

Recenzent: dr hab. inż. Gabriel KOST – Politechnika Śląska, Gliwice