

Ryszard **KAMIŃSKI**
Michał **KOSIARZ**
Ryszard **ZAJĄC**

ZASTOSOWANIE MAGISTRALI CAN W SYSTEMIE PRZECIWTORPEDOWYCH CELÓW POZORYCH

Streszczenie: W artykule zaprezentowano System Przeciwtorpedowych Celów Pozorych (SPCP) wdrożony w roku 2007 w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Centrum Techniki Morskiej. Obrona przeciwtorpedowa okrętu jest bardzo ważnym elementem obrony pasywnej i obecnie w świecie trwa intensywny rozwój takich systemów.

Wdrożony system obrony przeciwtorpedowej składa się z następujących elementów:

- Konsola Operatorska (KO),
- Wyrzutnia Celów Pozorych (WCP),
- Cele Pozorne: Zakłócający Cel Pozorny (ZCP), Stacjonarny Cel Pozorny (SCP), Mobilny Cel Pozorny, (MCP).

Wyrzutnia Celów Pozorych wyposażona jest w 6 luf przeznaczonych do wystrzeliwania Celów Pozorych przy pomocy sprężonego powietrza. Każda lufa jest sterowana oddzielnym sterownikiem przemysłowym, które są ze sobą połączone magistralą CAN i tworzą Układ Sterowania Wyrzutnią (USW). USW jest połączony z Konsolą Operatorską również magistralą CAN. Dzięki takiemu rozwiązaniu sterowanie WCP jest szybkie i niezawodne. Konsola może jednocześnie sterować dwiema WCP magistralami CAN.

Słowa kluczowe: okręt, system przeciwtorpedowy, cel pozorny, torpeda, obrona, sonar, zakłócanie, sterowanie

1. WPROWADZENIE

Podstawową bronią zwalczania okrętów nawodnych i podwodnych są nowoczesne torpedy z zaawansowanym systemem akustycznego naprowadzania i cyfrowym przetwarzaniem sygnałów akustycznych. W OBR CTM wdrożony został w 2007 roku System Przeciwtorpedowych Celów Pozorych, zadaniem którego jest ochrona okrętu przed atakiem torped, zwiększając prawdopodobieństwo ucieczki okrętu poza zasięg ataku torpedy. System realizuje te zadania przy pomocy Celów Pozorych generujących w wodzie sygnały hydroakustyczne, które zakłócają pracę sonaru naprowadzającego torpedy lub też poprzez symulację echa sygnału odbitego od okrętu ściąągają (wabią) torpedę w akwen, w którym w rzeczywistości okrętu nie ma.

Służą do tego trzy rodzaje celów pozorych:

- Zakłócający Cel Pozorny (ang. jammer),
- Statyczny Cel Pozorny (ang. decoy),
- Mobilny Cel Pozorny (ang. mobile decoy).

Cele pozorne są wystrzeliwane z Wyrzutni Celów Pozorych sprężonym powietrzem. Na okręcie są zainstalowane dwie wyrzutnie: na prawej i lewej burcie. Po wystrzeleniu i osiągnięciu odpowiedniej odległości przez Cel Pozorny otwiera się mały spadochron (ZCP i SCP), którego zadaniem jest wyciągnięcie z korpusu CP pływaka, który napełnia się powietrzem. Zadaniem pływaka jest utrzymanie CP na określonej głębokości podczas generowania sygnałów zakłócających. Po zakończeniu pracy odcinana jest linka utrzymująca CP a elektronika ulega zniszczeniu.

Mobilne Cele Pozorne wystrzeliwane są na małą odległość od okrętu (10m), nie posiadają spadochronu oraz pływaka, lecz są wyposażone w układ napędowy oraz elektronikę, która zapewnia - oprócz generowania sygnałów zakłócających i wabiących -

sterowanie sterami kierunkowymi oraz głębokościowymi. Dzięki temu MCP utrzymuje określony kierunek oraz głębokość pływnięcia.

Parametry sygnałów zakłócających generowanych przez CP są programowane przed ich wystrzeleniem z Wyrzutni Celów Pozornych (WCP). Do podstawowych parametrów programowanych należą:

- pasmo częstotliwości generowanych sygnałów;
- czas trwania impulsów,
- częstotliwość powtarzania impulsów,
- rodzaj modulacji sygnałów,
- kąt kursowy oraz głębokość dla MCP.

Obsługa wyrzutni i programowanie celów jest skomplikowanym procesem, który zrealizowano przy pomocy Układu Sterowania Wyrzutnią i Konsoli Operatorskiej.

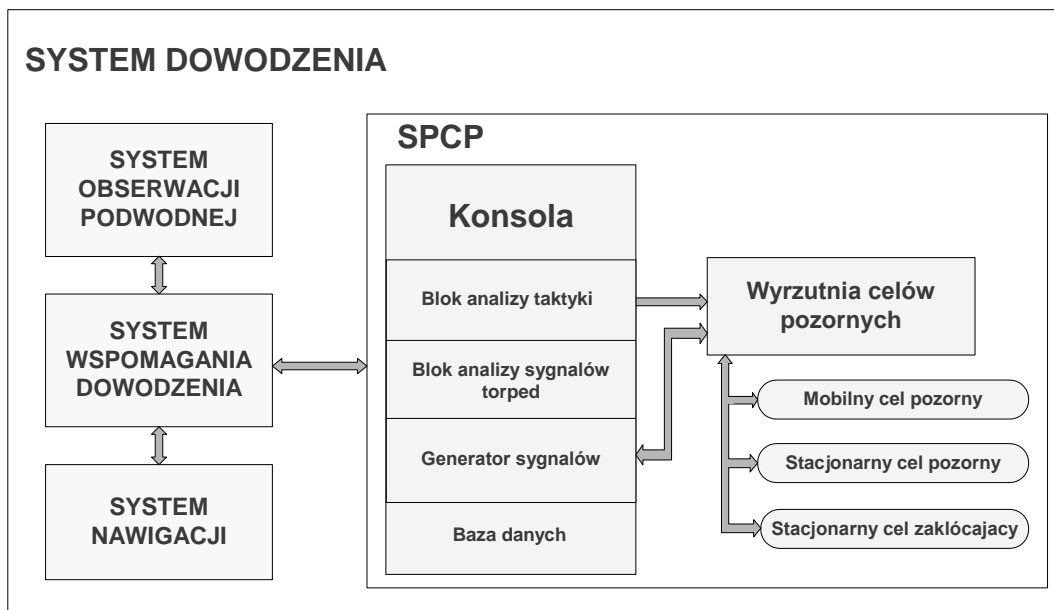
2. ARCHITEKTURA SPCP

W skład systemu wchodzi następujące elementy składowe:

- dwie 6 lufowe Wyrzutnie Celów Pozornych z Układem Sterującym Wyrzutnią,
- konsola Operatorska,
- komplet celów pozornych.

SPCP może pracować autonomicznie, z Systemem Nawigacyjnym lub pod kontrolą Systemu Dowodzenia Okrętem. Dodatkowo istnieje możliwość rozbudowy konsoli o komputer analizy sygnałów otrzymywanych z sonarów przechwytyjących, których zadaniem jest wykrycie ataku torpedy oraz odbiór sygnałów generowanych przez jej sonar. Programowane parametry sygnałów zakłócających mogą być programowane w oparciu o wynik analizy tych sygnałów lub na podstawie danych zawartych w bibliotece sygnałów systemu. Zobrazowane jest to na

Rys. 1.

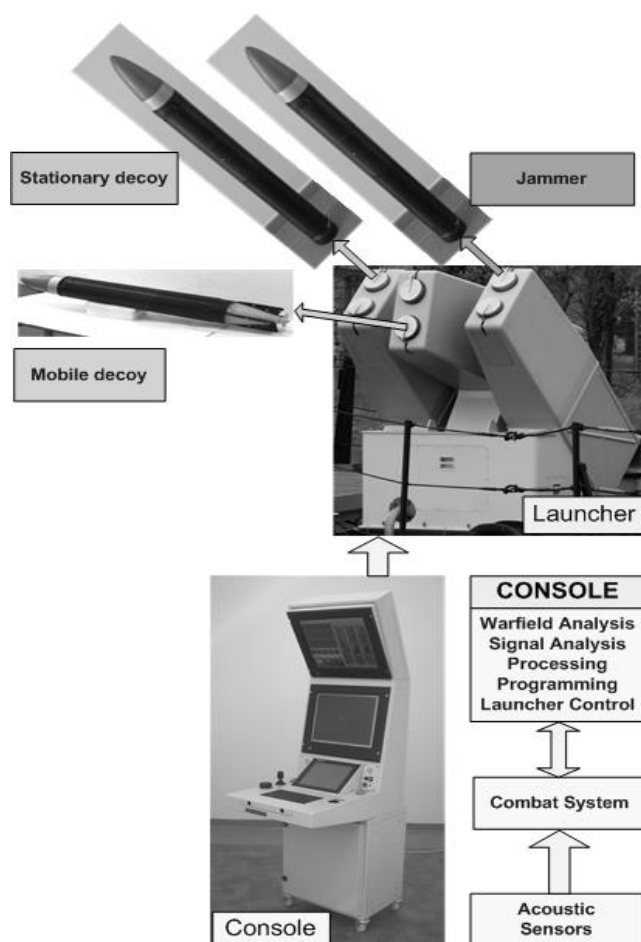


Rys. 1. Miejsce SPCP w systemie okrętowym

Wyrzutnia zawiera 6 luf o średnicy 3'' lub 5'' – liczba luf wyrzutni, w tym liczba luf o określonej średnicy, liczba i rodzaj celów pozornych zależy od typu okrętu. Cele pozorne wystrzelwane są przy pomocy sprężonego powietrza w określonym kierunku i na określony zasięg.

Na Rys. 2 znajduje się zestawienie fotografii oraz połączenia elementów wchodzących w skład SPCP. Widoczna jest WCP z 6 lufami oraz KO. Ponadto na rysunku znajdują się zdjęcia ZCP oraz SCP, które wystrzelwane są z luf ustawionych pod kątem około 45° i MCP wystrzelwane z luf ustawionych pod kątem 15° .

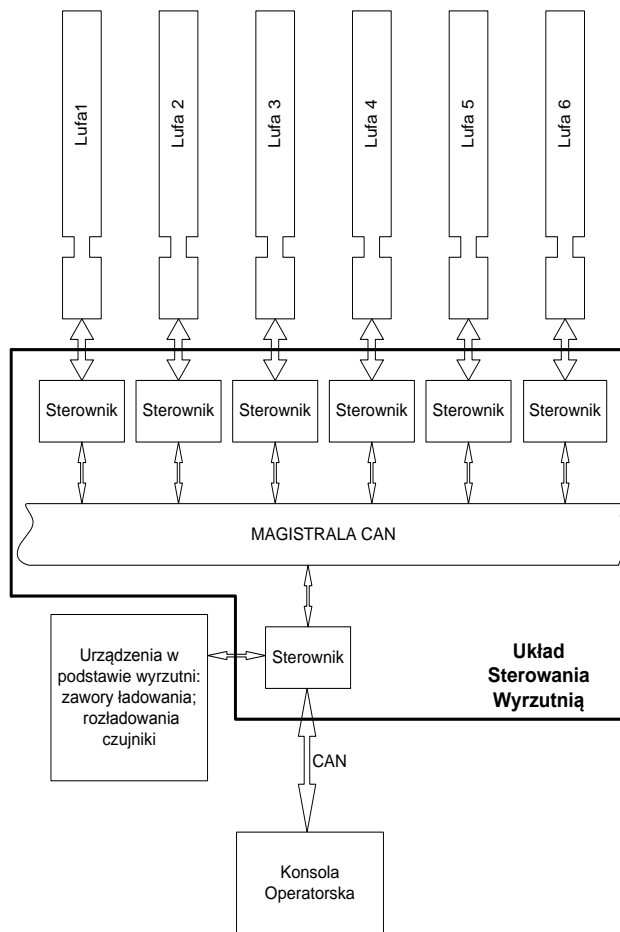
Układ Sterowania Wyrzutnią jest zamontowany w podstawie wyrzutni.



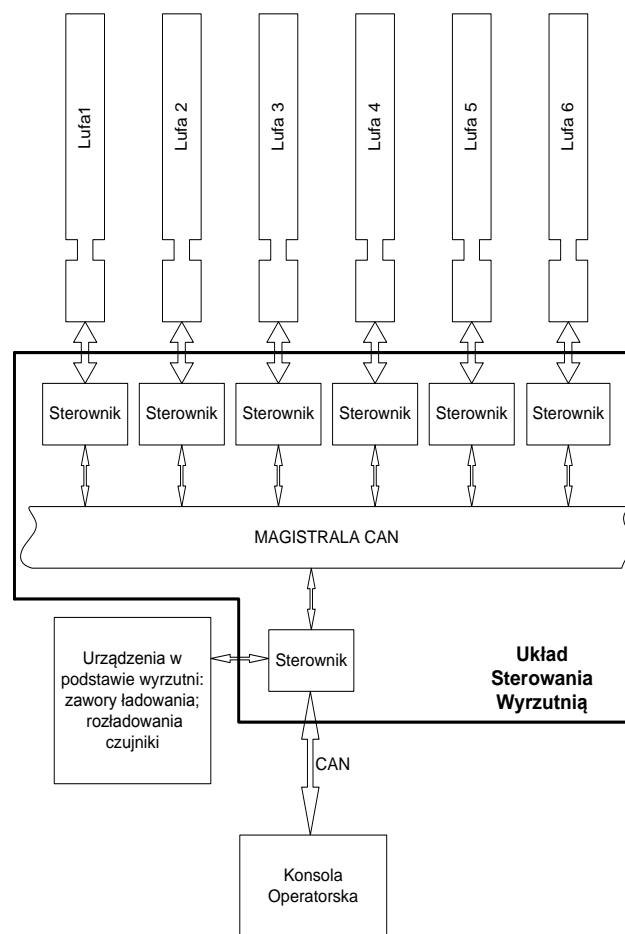
Rys. 2. Ukompletowanie Systemu Przeciwtorpedowych Celów Pozornych

3. SIEĆ CAN - ROZWIĄZANIE SPRZĘTOWE

Architektura SPCP została zaprojektowana tak, aby zapewnić optymalne wykorzystanie procesorów sterujących lufami WCP i odciążyc komputer konsoli od wysyłania rozkazów, które powtarzają się dla każdej lufy i dla każdej procedury strzelania lub testowania. W tym celu pomiędzy sterowniki luf a konsolę został wkomponowany siódmy sterownik.



Na Rys. 3 znajduje się schemat transmisji SPCP. W skład USW wchodzi 7 sterowników przemysłowych, z czego 6 sterowników steruje każdą swoją lufą a siódmy sterownik realizuje transmisję do/z Konsoli Operatorskiej. Ponadto steruje on innymi elementami, które nie wchodzi w skład wyposażenia pojedynczych luf, lecz wspomagają ich pracę.



Rys. 3. Schemat transmisji SPCP

System Przeciwtorpedowych Celów Pozornych wyposażony jest w dwie rozdzielone sieci CAN:

- zewnętrzna: łączy KO z sterownikami głównymi dwóch WCP;
- wewnętrzna: łączy 6 sterowników luf WCP ze sterownikiem głównym.

Sieci te zostały wyodrębnione w celu zapewnienia dodatkowego zabezpieczenia przed zakłóceniami. Połączenie pomiędzy WCP a KO przebiegać ma w środowisku, w którym istnieje wiele możliwości zakłócenia transmisji bardzo często o znacznej mocy (sieć jest przeznaczona do prowadzenia na pokładzie okrętów).

Komunikacja w sieci zewnętrznej została oparta na protokole CAN 2.0A przy prędkości transmisji 125kb/s. Prędkość transmisji została wymuszona długością magistrali pomiędzy KO a sterownikiem głównym, która wynosi około 60m, przyjmując dodatkowe obniżenie prędkości jako próg błędów. Tak dobrana prędkość transmisji zapewnia odpowiednie parametry transmisji do obsługi dwóch wyrzutni.

Protokół transmisji sieci zewnętrznej został oparty na standardowym protokole CAN, włączając w to własne przyporządkowanie identyfikatorów wiadomości oraz własną obsługę błędów sieci CAN.

Sieć zewnętrzna ma za zadanie przekazać z WCP do KO status wyrzutni (a dokładniej każdej z luf) oraz przesłać z KO do sterowników podległych polecenia dotyczące obsługi luf

wyrzutni. KO wydaje jedynie polecenia, algorytmy wykonania poszczególnych poleceń zawarte są w Układzie Sterowania Wyrzutnią WCP. Dzięki temu rozwiązaniu KO nie jest bezpośrednio zaangażowana w procedury sterowania elementami wykonawczymi WCP.

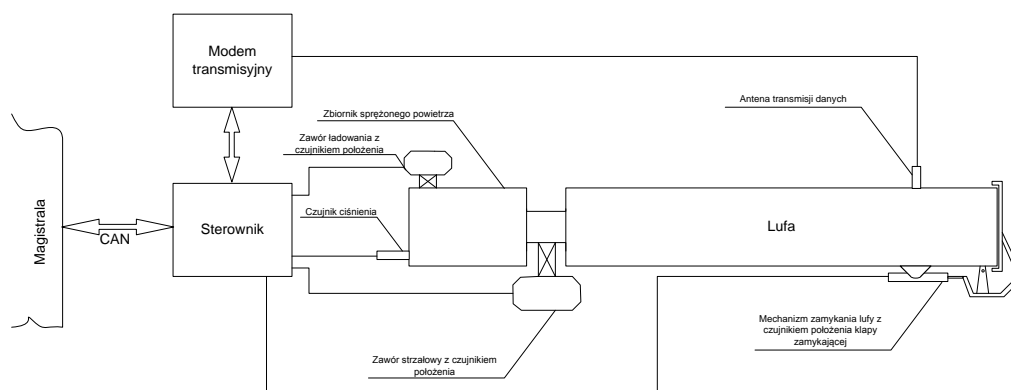
Sieć wewnętrzna WCP łączy między sobą 6 identycznych modułów luf, z których każdy wyposażony jest w sterownik z podwójnym interfejsem CAN. Dodatkowo do sieci wewnętrznej podłączony jest siódmy sterownik (główny) zapewniający sterowaniem urządzeniami wspólnymi dla wszystkich luf. Siódmy sterownik dodatkowo pracuje jako brama połączeniowa między siecią wewnętrzną a zewnętrzną realizując konwersję protokołu sieci zewnętrznej i wewnętrznej.

Komunikacja w sieci wewnętrznej została oparta na protokole CAN 2.0A przy prędkości transmisji 1Mb/s. Tak dobrana prędkość transmisji zapewnia odpowiednie parametry transmisji do obsługi i wymiany danych pomiędzy wszystkimi sterownikami USW.

Protokół transmisji sieci wewnętrznej został oparty na standardowym protokole CAN, włączając w to własne przyporządkowanie identyfikatorów wiadomości oraz własną obsługę błędów sieci CAN.

Sieć wewnętrzna ma za zadanie przekazać polecenia z KO do poszczególnych sterowników, przekazać do KO status poszczególnych sterowników oraz przekazać dane o stanie urządzeń wspólnych dla wszystkich modułów. Niewielka część informacji przekazywanych w sieci wewnętrznej przechodzi do sieci zewnętrznej.

Budowę pojedynczego modułu lufy przedstawia Rys. 4.



Rys. 4. Budowa modułu lufy

Pojedynczy sterownik obsługuje:

- zawór ładowania zbiornika ciśnieniowego ze sterowaniem elektromagnetycznym i z dwoma czujnikami położenia,
- zawór strzałowy ze sterowaniem elektromagnetycznym i z dwoma czujnikami położenia,
- pokrywę zamykającą lufę z zaworami sterowania mechanizmem hydraulicznym i dwoma czujnikami położenia,
- czujnik ciśnienia komory sprężonego powietrza,
- modem transmisyjny wymiany danych z Celem Pozornym (realizacja programowania Celów Pozornych, inicjacja pracy CP),
- komunikację z KO i innymi sterownikami za pomocą magistrali CAN.

Sercem modułu lufy jest sterownik PLC CR-0020 firmy IFM z dedykowanym systemem operacyjnym czasu rzeczywistego. Wybór sterownika determinowany był środowiskowymi warunkami pracy WCP. Zainstalowana ona jest na pokładzie otwartym i narażona jest na:

- niskie i wysokie temperatury;
- wysoką wilgoć, łącznie z okresowym obmywaniem przez wodę morską i deszczową.

Jak zostało wspomniane powyżej wszystkie moduły luf są takie same, dodatkowo wszystkie sterowniki zawierają takie same oprogramowanie, miejsce wpięcia sterownika do systemu identyfikuje jego numer i funkcję w systemie.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawione rozwiązanie transmisji danych i sterowania Wyrzutnią Celów Pozornych zostało przetestowane wielokrotnie podczas prób i badań zarówno w laboratorium, jak i w rzeczywistych warunkach morskich, ponieważ System Przeciwtorpedowych Celów Pozornych został w tym celu zamontowany na jednym z okrętów Marynarki Wojennej. Praktyka wykazała dużą przydatność, łatwość uruchamiania i niezawodność sieci CAN. Prędkość transmisji zapewnia pracę całego systemu bez opóźnień. Szczególnie istotnym elementem jest transmisja pomiędzy WCP a KO. Połączenie przy pomocy rozwiązania sieciowego zapewnia minimalizację liczby kabli do przewodu sieci CAN oraz kabla zasilającego.

Również strzelanie poszczególnymi Celami Pozornymi, które jest realizowane osobnymi przyciskami zainstalowanymi na pulpicie konsoli, odbywa się transmisją sieci CAN.

Przedstawione w referacie rozwiązanie sterowania Wyrzutnią Celów Pozornych z Konsoli Operatorskiej siecią CAN w pełni zdało egzamin.

Doświadczenie zdobyte podczas realizacji projektu z całą pewnością zaowocuje podobnymi rozwiązaniami w innych systemach okrętowych.

CAN NET APPLICATION FOR ANTITORPEDO COUNTERMEASURES SYSTEM

Abstract: The R&D Marine Technology Centre has implemented modern antitorpedo decoy and jammer system at 2007 year. Antitorpedo ship systems are important elements of passive defence and they are developed very intensively in the world

Implemented antitorpedo system consists of:

- operators console (KO),
- launcher (WCP),
- jammer (ZCP),
- stationary (SCP) and mobile decoy (MCP).

Launcher consist of 6 tube dedicated to shoot jammers and decoys by compression air.

Every tube is managed by its own industrial controller. The controllers are connected by CAN network and they are called Launcher Control Module (USW). USW is connected with Operators Console by CAN net too. This link is fast and dependable (reliable).

Operator console can control two launchers at one time: port side and starboard, simultaneously by separated CAN network.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Tadeusz SKUBIS