

FUNCTIONAL DIAGRAM OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF APC AMV 8X8 "ROSOMAK" HITFIST 30 TURRET

Krzysztof M. Papliński

Military University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Poland
tel.: +48 22 6839752, fax: +48 22 6837370

Abstract

In the paper were described basic tactical and technical parameters as well as general construction of fire control system and gun stabilizer of HITFIST 30 turret system installed on armored personnel carrier AMV 8x8 „ROSOMAK”, that production was set in motion, for Polish Army needs, in polish factory. Were presented general working principles of gun and turret drives of HITFIST 30 turret system as automatic control systems as well as working principles while aiming at a target and stabilization of a given gun position on battlefield condition. Were shown basic functional modules of fire control system and theirs location as well as were described main function of the system essential for accurate firing by gunner and commander during day and night. Based on electrical schemes of the system and authors experience, general functional diagram of fire control system and gun stabilizer was worked out. Above-mentioned scheme will be the base for working out the mathematical model of described system.

Such model, thanks to simulation tests, will make possible to predict results of changes in construction of the system (while modernization concerned strengthening of armor or armament) before implementing to real construction of turret system.

Keywords: armored personnel carrier AMV 8x8 „ROSOMAK”, HITFIST 30 turret, fire control system, gun stabilizer

SCHEMAT FUNKCJONALNY UKŁADU AUTOMATYCZNEJ REGULACJI UZBROJENIA WIEŻY HITFIST 30 KTO AMV 8x8 „ROSOMAK”

Streszczenie

W artykule opisano podstawowe parametry taktyczno-techniczne oraz ogólną budowę systemu kierowania ogniem i stabilizatora uzbrojenia systemu wieży HITFIST 30 instalowanej na kołowych transporterach opancerzonych AMV 8x8 „ROSOMAK”, których produkcję, na potrzeby Polskiej Armii, uruchomiono w polskim zakładzie produkcyjnym. Przedstawiono ogólne zasady działania napędów armaty i wieży systemu wieżowego HITFIST 30 jako układów automatycznej regulacji oraz zasady ich funkcjonowania podczas naprowadzania na cel i stabilizacji zadanego położenia armaty w warunkach pola walki. Pokazano podstawowe moduły funkcjonalne systemu kierowania ogniem i sposób ich rozmieszczenia oraz omówiono najważniejsze funkcje systemu niezbędne dla celnego strzelania przez działonowego i dowódcę w dzień i w nocy. Na podstawie schematów elektrycznych układu i doświadczenia autora, opracowano ogólny schemat funkcjonalny systemu kierowania ogniem i stabilizatora uzbrojenia. Powyższy schemat stanowił będzie bazę do opracowania modelu matematycznego opisanego systemu.

Model taki, poprzez badania symulacyjne, umożliwi przewidywanie skutków zmian konstrukcyjnych układu (podczas modernizacji polegającej na wzmocnieniu opancerzenia lub uzbrojenia) przed ich wprowadzeniem do rzeczywistej konstrukcji systemu wieżowego.

Słowa kluczowe: kołowy transporter opancerzony AMV 8x8 „ROSOMAK”, wieża HITFIST 30, system kierowania ogniem, stabilizator uzbrojenia

1. Wprowadzenie

Na początku lat dziewięćdziesiątych minionego wieku pojawiła się potrzeba odnowienia w Wojsku Polskim parku kołowych transporterów opancerzonych (KTO). Już wówczas wszystkie będące na wyposażeniu transportery opancerzone SKOT (łącznie około 1700 szt.) utraciły przydatność do realizacji nowych zadań, a ich modernizację uznano za niecelową i nieopłacalną. Potrzeba pozyskania nowoczesnego transportera dla SZ RP wynikała również z konieczności stopniowego zastępowania ciężkich brygad typu pancernego lekkimi brygadami. Wtedy też rozpoczął się proces poszukiwania nowego kołowego transportera opancerzonego dla potrzeb SZ RP. Dopiero jednak w sierpniu 2001 roku, Minister Obrony Narodowej, powołał Komisję do przeprowadzenia postępowania przetargowego o udzielenie zamówienia publicznego na zasadach szczególnych, w trybie przetargu dwustopniowego na kołowy transporter opancerzony oraz kołowe podwozie bazowe dla potrzeb rodzajów wojsk i służb. Założono, że wojska lądowe otrzymają 690 nowoczesnych transporterów opancerzonych (KTO) w ciągu 10 lat.

W grudniu 2002 po otwarciu ofert ostatecznych okazało się, że oferta WZM Siemianowice Śląskie i fińskiej firmy Patria Vehicle Oy na transporter AMV 8x8 była najkorzystniejsza. Wybrany KTO ma system wieżowy HITFIST 30 włoskiej firmy OTO Melara.

W 2004 roku transporter poddano szeregu testom prowadzącym do sprawdzenia i oceny stopnia spełnienia podstawowych wymagań technicznych i funkcjonalnych oraz ukończenia technicznego. Ostatecznie komisja w protokole końcowym z badań, sporządzonym na podstawie sprawozdań zespołów badawczych, jednogłośnie uznała, że transporter AMV 8x8, któremu nadano nazwę ROSOMAK, jest konstrukcją nowoczesną, zaawansowaną technologicznie i może być wprowadzony na wyposażenie SZ RP.

Kołowy transporter opancerzony AMV 8x8 „ROSOMAK” posiada stabilizowane w dwóch płaszczyznach 30 mm działo BUSHMASTER i sprzężony z nią karabin maszynowy 7,62 x 51mm UKM 2000 C, które zamontowane są w dwuosobowej wieży HITFIST 30 oraz na zewnątrz wieży osiem wyrzutni granatów dymnych. Stabilizacja dwupłaszczyznowa (rys.1) zapewniająca prawdopodobieństwo trafienia celu o wymiarach 4,6m x 2,3 m (NATO) poruszającego się z prędkością 20 km/h w odległości 1500m:

- z transportera stojącego - powyżej 80%,
- z transportera poruszającego się z prędkością 20 km/h - około 70%.

Elektryczny napęd wieży i armaty zapewnia dużą dynamikę i szeroki zakres prędkości naprowadzania:

- maksymalna prędkość naprowadzania wieży - 1 radian/s,
- minimalna prędkość naprowadzania wieży - 0,5 miliradianów/s,
- maksymalne przyspieszenie wieży - 1 radian/s²,
- kąt obrotu wieży (azymut) - n x 360° (ciągły),
- maksymalna prędkość naprowadzania armaty - 0,5 radianów /s,
- minimalna prędkość naprowadzania armaty - 0,5 miliradianów /s,
- maksymalne przyspieszenie armaty - 1 radian/s²,
- kąt podnoszenie armaty (elewacja) - -10° - +60°.

Tak wysokie prawdopodobieństwo trafienia zapewnia nowoczesny stabilizator uzbrojenia współpracujący z systemem kierowania ogniem wyposażonym w dziennie – nocny celownik wykorzystujący kamerę termalną.

2. Budowa i działanie systemu kierowania ogniem oraz stabilizatora uzbrojenia

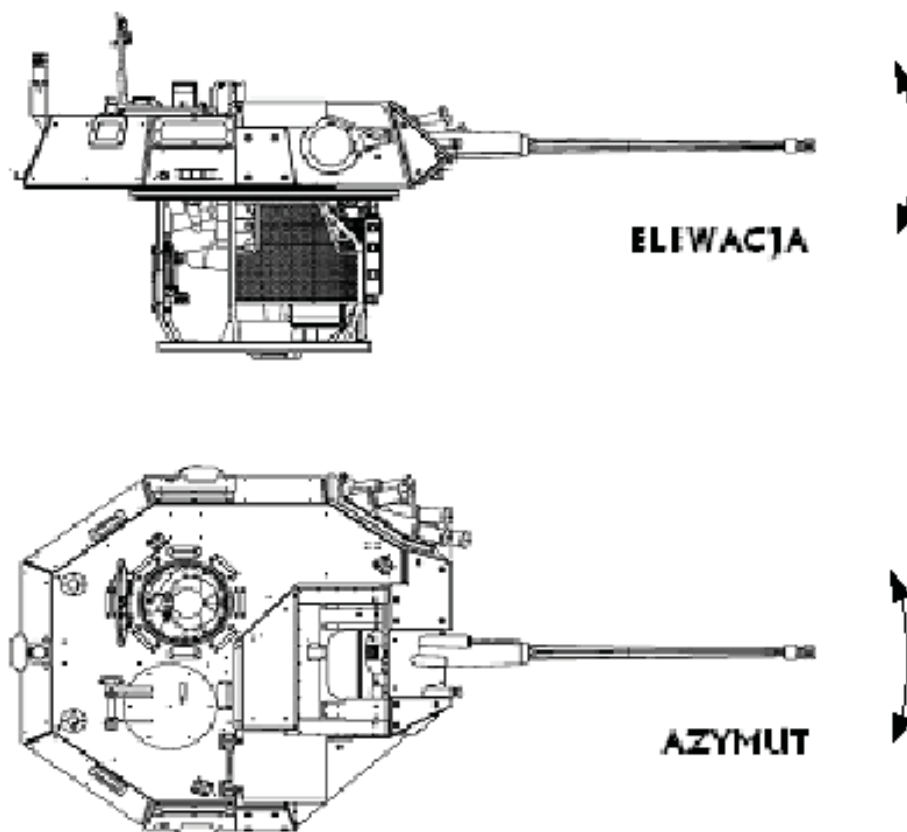
Podczas ruchu pojazdu wymuszenie od nierówności podłoża poprzez ogumienie, zawieszenie i kadłub przenosi się na wieżę. W wyniku tarcia w łożysku i uszczelnieniu wieży oraz wskutek bezwładności i niewyważenia wieży, a także bezwładności i oporom w silniku wykonawczym

powstaje moment zakłócający zadane położenie kątownie wieży z armatą. Drgania wieży i armaty przenoszą się na montowane na nich przyrządy obserwacyjne i celownicze transportera.

Stabilizator uzbrojenia jest urządzeniem zapewniającym stabilizację i naprowadzanie na cel uzbrojenia w elewacji i azymucie (rys 1) a tym samym umożliwiającym prowadzenie efektywnego ognia z armaty i sprzężonego z nią karabinu maszynowego podczas ruchu pojazdu.

W ujęciu funkcjonalnym stabilizator zbudowany jest z dwóch niezależnych układów. Są to:

- stabilizator w elewacji, służący do naprowadzania i stabilizacji położenia kątownego armaty w płaszczyźnie zawierającej oś przewodu lufy prostopadłej do osi czopów armaty;
- stabilizator w azymucie, służący do naprowadzania i stabilizacji położenia kątownego wieży w płaszczyźnie wyznaczonej przez jej łożysko oporowe.



Rys. 1. Ogólny widok stabilizowanego uzbrojenia wieży HITFIST 30
Fig. 1. General view of stabilized armament of HITFIST 30 turret

Napęd poziomy zapewnia możliwość obracania wieży przy bardzo małej prędkości kątownej, jest to potrzebne przy dokładnym naprowadzaniu działa na cel lub przy śledzeniu za celem znajdującym się w dużej odległości od pojazdu. Z drugiej strony wieża obraca się dostatecznie szybko gdy strzelanie odbywa się w ruchu przy znacznej prędkości pojazdu i niewielkiej odległości celu, a także przy przenoszeniu ognia z jednego celu na drugi.

Napędy armaty pracują przeważnie w warunkach drgań o szerokim zakresie amplitud i częstotliwości. W celu uzyskania wysokiego prawdopodobieństwa trafienia układ posiada mały czas regulacji, czas opóźnienia, przeregulowanie i oscylacyjność. To znaczy, że napęd posiada szybki rozbieg, szybkie przejście z jednej wybranej prędkości na inną, a także szybkie hamowanie. Szczególnie ważne jest szybkie hamowanie wieży obracającej się z maksymalną prędkością kątowną. Uzbrojenie, zamontowane na rozpedzonej wieży, nie wykracza poza sektor kątów dopuszczalnych, nie gubiąc celu z pola widzenia.

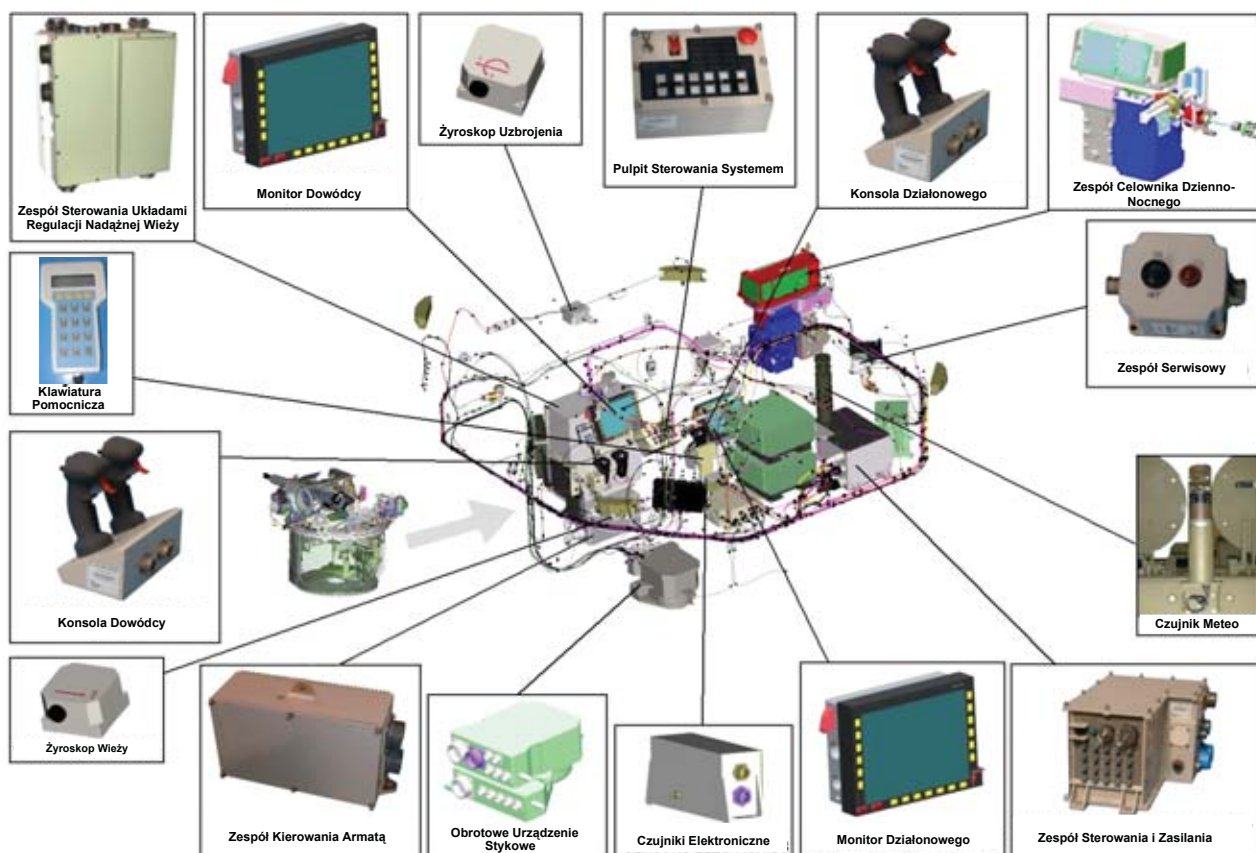
Napęd działa w obu płaszczyznach jednocześnie, a sterowanie nim jest możliwe przy użyciu jednej ręki. Możliwe jest naprowadzanie uzbrojenia z miejsca celowniczego oraz z miejsca dowódcy transportera. Przy czym rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia w każdej chwili ingerencję dowódcy.

Gdy transporter walczy w obronie, z taktycznego punktu widzenia, bardzo cenna jest możliwość korzystania z napędu uzbrojenia przy niepracującym silniku pojazdu. Jest to możliwe ponieważ straty mocy w napędzie są niewielkie i wystarcza zapas energii elektrycznej zawarty w bateriach akumulatorowych.

System kierowania ogniem SKO to szereg powiązanych funkcjonalnie urządzeń służących do wykrywania, rozpoznania i identyfikacji celów, określania ich współrzędnych i parametrów ruchu, wypracowania nastaw do strzelania oraz naprowadzania środków ogniowych na cel. Umożliwia on:

- obserwację terenu w dzień i w nocy z wielokrotnym powiększeniem obrazu,
- celność strzelania z postoju, z krótkich przystanków i w ruchu do nieruchomego bądź ruchomego celu,
- pomiar odległości do celów, dozorów i punktów terenowych w dzień i w nocy,
- określenie poprawek kątowych celownika uwzględniających temperaturę i ciśnienie powietrza, temperaturę ładunku prochowego, prędkość i kierunek wiatru, przechylenie osi czopów armaty,
- wprowadzenie poprawek, naprowadzanie armaty i sprzężonego z nią karabinu maszynowego na cel.

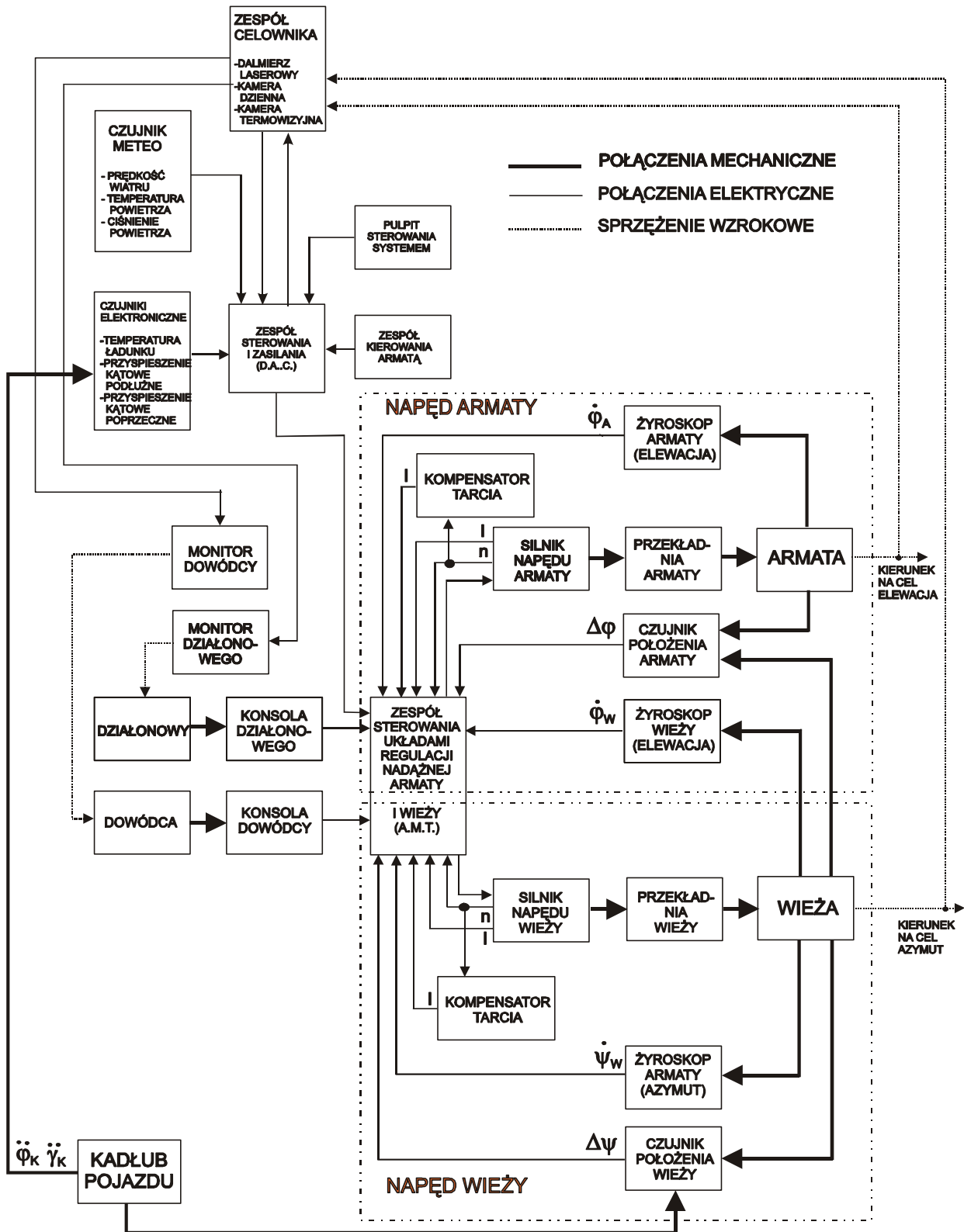
Na rysunku nr 2 przedstawiono rozmieszczenie elektroniki sterującej napędami i głównych zespołów SKO w wieży.



Rys. 2. Rozmieszczenie głównych zespołów w wieży (elementy elektryczne)
Fig. 2. Placement of main systems inside turret (electrical elements)

3. Schemat funkcjonalny systemu

Na podstawie schematów elektrycznych układu i doświadczenia autora, opracowano schemat funkcjonalny systemu kierowania ogniem i stabilizatora uzbrojenia (rys 3).



Rys. 3. Uproszczony schemat funkcjonalny systemu kierowania ogniem i stabilizatora uzbrojenia
 Fig. 3. General functional diagram of fire control system and gun stabilizer

Na rysunku przedstawiono uproszczony ogólny schemat systemu. Wprowadzone uproszczenia podzielić można na kilka grup i polegają one na: pominięciu niektórych mniej istotnych, ze względów funkcjonalnych, modułów, połączeniu kilku bloków funkcjonalnych oraz pominięciu pewnych połączeń mechanicznych. Wszystkie przyjęte uproszczenia nie zmieniają jednak głównej idei działania całego układu. Zastosowane indeksy „A”, „W” i „K” przy przemieszczeniach, prędkościach i przyspieszeniach kątowych (podłużnych „ ϕ ”, poprzecznych „ γ ” i poziomych „ ψ ”) wskazują odpowiednio na armatę, wieżę i kadłub pojazdu, Δ przemieszczenie względne zaś kropka pojedyncza i podwójna nad symbolem oznacza odpowiednią prędkość i przyspieszenie kątowe.

Zasady działania stabilizatora w elewacji i azymucie są podobne za wyjątkiem jednego dodatkowego wyprzedzającego sprzężenia prędkościowego w elewacji. Chcąc zmienić kierunek stabilizowanego położenia armaty w elewacji lub wieży z armatą w azymucie na nowe zadane położenie, w wyniku naprowadzania na cel lub jego śledzenia, operator (działonowy lub dowódca) wykonuje obrót manipulatora swojej konsoli powodując generowanie sygnału napięciowego, który jest sygnałem sterującym podawanym do zespołu sterowania układami regulacji nadążnej armaty i wieży (A.M.T.). Do A.M.T. dostarczane są jednocześnie dane z komputera zespołu sterowania i zasilania (D.A.C.). Komputer tego zespołu przelicza parametry ruchu kadłuba wraz z posadowioną na nim wieżą takie jak przyspieszenie kątowe podłużne „ $\ddot{\phi}$ ”, i poprzeczne „ $\ddot{\gamma}$ ” wypracowując sygnał napięciowy antycypacyjnego (wyprzedzającego) sprzężenia zwrotnego. Komputer zespołu sterowania i zasilania (D.A.C.) wykonuje również obliczenia balistyczne uwzględniające odległość do celu, prędkość i kierunek wiatru, temperaturę powietrza i ładunku prochowego. Wyniki obliczeń poprzez zespół celownika przekazywane są do monitorów dowódcy i działonowego jako poprawka balistyczna w postaci odpowiedniego przesunięcia znaku celownika (kąt wyprzedzenia czy podniesienia).

Zespół sterowania układami regulacji nadążnej armaty i wieży (A.M.T.) steruje prądem silników (impulsowych prądu stałego) napędu armaty i wieży. Prędkość i moment obrotowy regulowane są szerokością impulsów zaś kierunek obrotów zmieniany jest poprzez przełączanie pomiędzy dwoma przeciwnie nawiniętymi uzwojeniami. Silnik (armaty lub wieży) wytwarza moment naprowadzający, który przez reduktor (przekładnię armaty lub wieży), pokonując opory tarcia oraz opory wynikające z bezwładności (armaty lub wieży z armatą), powoduje przemieszczenie uzbrojenia (armaty lub wieży z armatą) w nowe, zadane położenie. Przemieszczenie uzbrojenia (armaty lub wieży z armatą) poprzez wieży konstrukcyjne przenosi się na obudowę żyroskopów armaty (w elewacji i azymucie). Żyroskopy mierzą prędkość obrotową (armaty lub wieży z armatą) i podają proporcjonalny do niej sygnał napięciowy do A.T.M. W ten sposób realizowane jest ujemne sprzężenie zwrotne prędkościowe w stabilizatorze położenia kątowego armaty „ $\dot{\phi}$ ” i wieży „ $\dot{\psi}$ ”. W układach napędu armaty i wieży stale mierzony jest prąd płynący przez uzwojenia silnika i w postaci proporcjonalnego sygnału napięciowego przekazywany jest do A.T.M. jako ujemne sprzężenie zwrotne prądowe „I”. Kompensator tarcia analizuje sygnały napięciowe sprzężenia tachometrycznego i wypracowuje stosowny sygnał dodatkowego sprzężenia zwrotnego eliminując skutki tarcia w czopach armaty i łożysku oporowym wieży. Siła elektromotoryczna (SEM) powoduje wewnętrzne ujemne sprzężenie zwrotne napięciowe. Istniejące w układach ujemne tachometryczne sprzężenie zwrotne „n”, zastępuje ujemne sprzężenie zwrotne prędkościowe realizowane przez żyroskopy armaty w przypadku ich uszkodzenia lub gdy żyroskopy nie są włączone (napęd półautomatyczny). Czujniki położenia armaty i wieży sygnalizują aktualne położenie odpowiednio armaty względem wieży i wieży względem kadłuba. Dowódca i działonowy obserwując na monitorach znaki celownicze mogą na bieżąco korygować ich położenie w stosunku do celu realizując tym samym wzrokowe sprzężenie zwrotne.

Przy braku sygnału sterującego oś główna armaty powinna zachowywać niezmiennione

położenie w przestrzeni. Drgania kątowe kadłuba transportera, przez więzy kinematyczne (ułożyskowanie i silnik napędu), powodują powstanie momentu zakłócającego zadane położenie kątowe armaty. Prędkość wytrącenia uzbrojenia (armaty i wieży z armatą) z zadanego położenia jest mierzona przez żyroskopy armaty. Pozostałe sprzężenia zwrotne działają wtedy w sposób opisany powyżej. Sygnały te podawane są na wejście A.T.M. i uzyskuje się sumaryczny sygnał sterujący silnikami napędu. Dalsze działanie układu jest identyczne jak podczas naprowadzania, a moment wytwarzany przez silnik przeciwdziała momentowi zakłócającemu. W tym przypadku moment ten jest momentem stabilizującym.

W napędzie armaty (w elewacji) istnieje dodatkowe wyprzedzające sprzężenie zwrotne prędkościom realizowane przez żyroskop wieży i podawane na wejście A.T.M. Żyroskop wypracowuje sygnał napięciowy proporcjonalny do prędkości podłużnej wieży, która zakłóca położenie kątowe armaty. Dzięki temu sprzężeniu w układzie stabilizacji wytwarzany jest moment stabilizujący równoległy z momentem zakłócającym dzięki czemu znacznie zmniejsza się amplituda drgań armaty w elewacji.

4. Uwagi końcowe

Przedstawiony powyżej schemat funkcjonalny obrazuje działanie stabilizatora położenia kąowego armaty i wieży współpracującego z systemem kierowania ogniem. Znając charakterystyki poszczególnych bloków funkcjonalnych stabilizatora oraz czujników w układzie możliwe będzie opracowanie jego modelu matematycznego. Wykorzystując model matematyczny układu prowadzone będą badania symulacyjne mające na celu przewidywanie wpływu zmian konstrukcyjnych wieży na dokładność stabilizacji uzbrojenia. Będzie to użyteczne ze względu na planowane dopancerzenie wieży oraz jej integrację z wyrzutniami przeciwpancernych pocisków kierowanych. Zmiany tego typu powodują wzrost masowego momentu bezwładności i zwiększają niewyważenia wieży, których ilościowy wpływ na dokładność stabilizatora jest dotychczas nie zbadany. Możliwe też będzie opracowanie metod kompensacji tych negatywnych wpływów poprzez dobór odpowiednich współczynników sprzężeń zwrotnych w układzie.

Literatura

- [1] *Notatka Biura Prasy i Informacji MON z dnia 30. 06.2004.*
- [2] *Kołowy Transporter Opancerzony 8x8 Rosomak*, Instrukcja Eksploatacji, Opis i użytkowanie, WZM Siemianowice Śląskie, 2006.
- [3] *Kołowy Transporter Opancerzony 8x8 Rosomak*, Instrukcja Eksploatacji, Opis i użytkowanie, Wieża Hitfist 30mm, WZM Siemianowice Śląskie, 2006 rok; Polska Norma PN-V- 80000.
- [4] Papliński, K., *Nowy kołowy transporter opancerzony dla Sił Zbrojnych RP*, Problemy eksploatacji uzbrojenia i sprzętu wojskowego, Symposium naukowo-techniczne WSO Wojsk Lądowych, Wrocław 2004.

