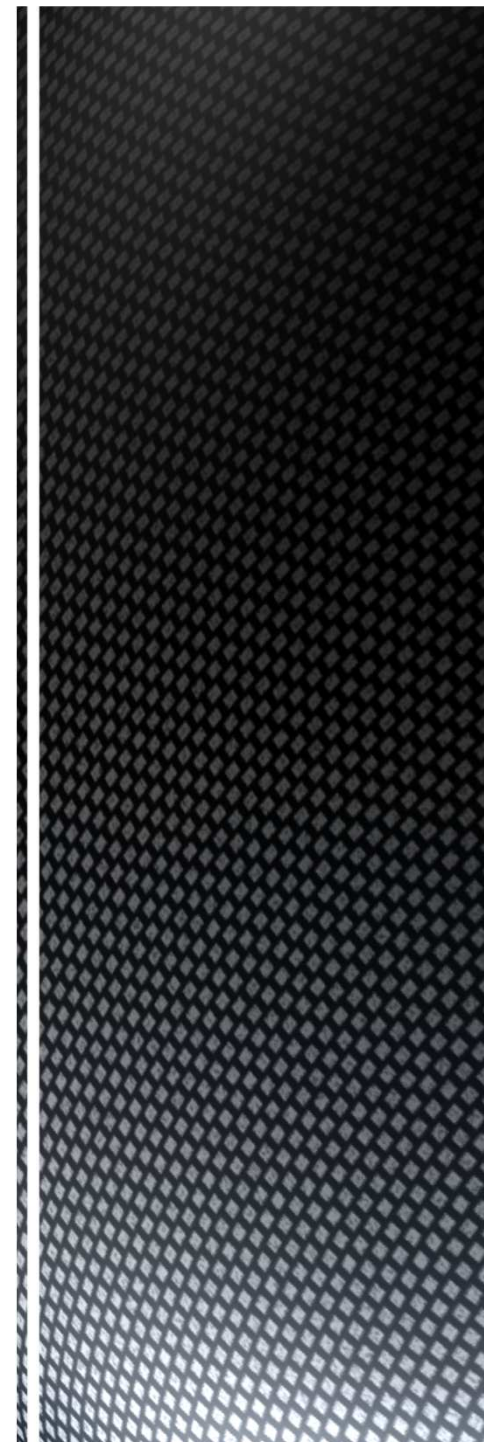


Systemy i urządzenia dynamicznego pozycjonowania



Literatura:

Grzegorz Rutkowski – Eksploatacja statków dynamicznie pozycjonowanych

...

Okólnik IMO MSC 645 *Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems*

Statek pozycjonowany dynamicznie (statek DP) oznacza jednostkę lub też statek, który automatycznie utrzymuje swoją pozycję (względną lub bezwzględną) lub też podąża po wyznaczonej trajektorii ruchu (np. utrzymując zadany kurs i/lub prędkość), wykorzystując do tego celu pędniki okrętowe.



Poradnik IMCA (International Marine Contractors Association) – *Guidelines for the Design and Operation of Dynamically Positioned Vessel*

Dynamiczne pozycjonowanie jest to automatyczna kontrola pozycji statku i jego ustawienia na danym kierunku przy użyciu pędników z uwzględnieniem jednego lub większej liczby pozycyjnych systemów referencyjnych dużej dokładności.



Publikacje firmy Kongsberg

Dynamiczne pozycjonowanie jest to metoda utrzymania pozycji statku morskiego w ściśle określonym obszarze (przestrzeni) przy użyciu kombinacji komputerów, pozycyjnych systemów referencyjnych dużej dokładności i pędników



KONGSBERG

Historia

Rozwój systemów DP nierozzerwalnie związany jest z odwiertami u rozwoju przemysłu naftowego w obszarach morskich.

- Początek XIX wieku – Morze Kaspijskie – pierwszy odwiert w dnie morskim w odległości ok 30m od brzegu z wykorzystaniem drewnianego mola
- Kolejne odwierty mające stałe połączenie z lądem w postaci pomostów wiertniczych przekraczających długość 400m
- 1925 – Morze Kaspijskie – pierwsze samopodnośne platformy wiertnicze i produkcyjne typu „Jack up”. Platformy te mogły prowadzić operacje wiertnicze i wydobywcze na akwenach o głębokościach do ok. 60m.

Historia

- Jednostki pływające, stabilizujące swoją pozycję poprzez odpowiedni dobór sił naciągu na linach (łańcuchach) kotwicznych doczepianych do kotwic, które wcześniej odpowiednio rozmieszczano i osadzano. Rozwiązanie to umożliwiało odwierty i eksploatację złóż na głębokościach do ok 600m.
- 1961 – Kalifornia USA – statek CUSS I wykonał odwiert La Jolla utrzymując swą pozycję przy pomocy ręcznego dynamicznego pozycjonowania



Historia

- 1961 – USA – zwodowanie pierwszego statku wiertniczego z w pełni funkcjonalnym (automatycznym) systemem dynamicznego pozycjonowania Statek EUREKA wybudowany dla koncernu Shell. Odwierty na głębokościach do 1300m (fala do 6m wiatr do 21 m/s)
- 1963 – Francja – zwodowanie dwóch statków DP (Salvor i Terebel) przeznaczonych do kładzenia rurociągów na dnie morskim oraz zabezpieczenia prac podwodnych.
- 1964 – USA – zwodowanie statku Caldrill (Caldrill Offshore Company). Odwierty na głębokościach do 2000m.

Historia

- 1971 – Wielka Brytania – rozpoczęcie produkcji systemów DP przez firmę British GEC Electrical Projects Ltd.
- 1974 – Wielka Brytania – przebudowa statku handlowego Wimpey Sealab na statek wiertniczy do badania przybrzeżnych złóż węgla kamiennego
- 1977 – Wielka Brytania – zwodowanie pierwszej półzanurzeniowej platformy wiertniczej Uncle John



Historia

- 1975 – Norwegia – pierwsze badania nad systemami DP prowadzone na zlecenie firmy Stolt Nielsen przez Kongsberg Vapenfabrikk(KV)
- 1977 – Norwegia – zwodowanie (Seaway Eagle) pierwszego stateku z norweskim systemem DP.

Systemy norweskie firmy Kongsberg cieszyły się dużym uznaniem, co sprawiło, że firma stała się jednym z największych producentów systemów DP. Według folderu reklamowego z 2012 roku pokrywała ona ponad 75% światowego rynku systemów DP

Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Poszukiwanie, wydobywanie i eksploatacja złóż ropy naftowej i gazu oraz innych bogactw naturalnych (statki badawcze, sejsmiczne, hydrograficzne, statki i platformy wiertnicze, statki inicjalizujące i stymulujące odwierty, jednostki produkcyjne, statki wybierające urobek skalny z dna)



Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Budowa nawodnych i podwodnych instalacji wydobywczo-eksploatacyjnych (statki układające rurociągi, i instalacje podwodne, jednostki wspomagające operacje budowy instalacji podwodnych dźwigi pływające, transportowe statki dźwigające, pogłębiarki, statki obkładające urobkiem skalnym i/lub zasypujące rurociągi, kable i inne instalacje denne)



Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Odbiór, przetwarzanie, przeładunek i transport produktów ropopochodnych na pełnym morzu (statki przeładunkowo-magazynowe, zbiornikowce dowozowe)



Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Konserwacja, naprawa, modyfikacja i eksploatacja instalacji wydobywczo-eksploatacyjnych (statki zabezpieczające prace nurkowe, statki zabezpieczające pracę zdalnie sterowanych robotów podwodnych, wielozadaniowe statki konstrukcyjno-konserwacyjno-naprawcze)



Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Obsługa eksploatacyjna oraz zabezpieczenia logistycznego i nawigacyjnego stałych i ruchomych instalacji pełnomorskich (holowniki, statki serwisowe, statki zaopatrzeniowe, jednostki hotelowe, jednostki ustawiające stałe i ruchome elementy oznakowania nawigacyjnego, statki dozoru ratownicze, jednostki rozstawiające i zabezpieczające systemy kotwiczenia platform)



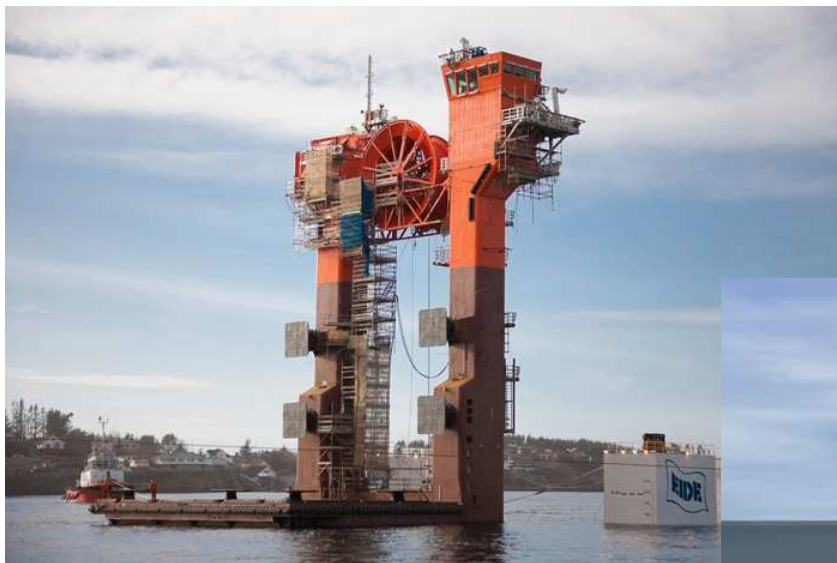
Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Zabezpieczenie operacji manewrowych statków pasażerskich, promów oraz innych jednostek rekreacyjnych
- Zabezpieczenie operacji wojskowych i militarnych
- Zabezpieczenie innych operacji



Zastosowanie statków wyposażonych w systemy DP

- Terminale przeładunkowe HiLoad DP

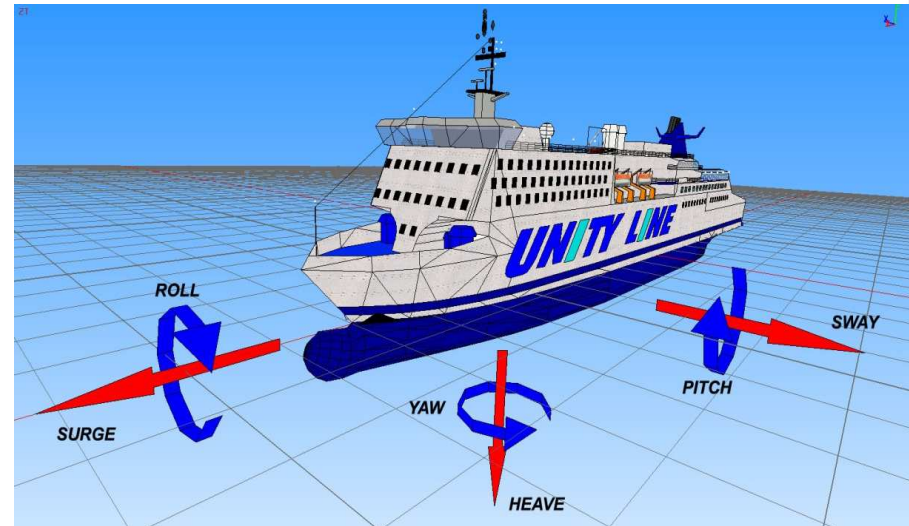


Zasada działania

6 stopni swobody

Ruchy statku w płaszczyźnie poziomej:

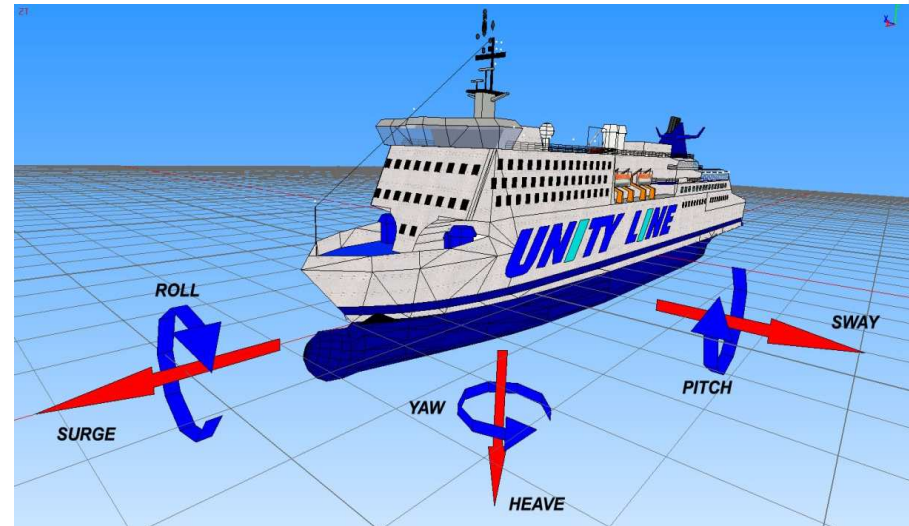
- Oscylacje poprzeczne (sway) powodujące przemieszczania poprzeczne do wzdłużnej osi symetrii statku.
- Oscylacje wzdłużne (surge) powodujące przemieszczenia statku w kierunku zgodnym ze wzdłużną osią symetrii
- Myszowanie (yaw) powodujące obrót statku w płaszczyźnie horyzontalnej względem jego osi pionowej



Zasada działania

Ruchy statku w płaszczyźnie pionowej:

- Kiwanie (pitch), powodujące obrót statku względem jego osi poprzecznej
- Nurzanie (heave) powodujące wznoszenie i opadanie statku wzdłuż jego osi pionowej
- Kołysanie (roll) powodujące obrót statku względem jego osi wzdłużnej



Zasada działania

Systemy DP opracowane dla jednostek nawodnych wykorzystuje się jedynie do kontroli trzech z sześciu wymienionych kierunków ruchu:

- Oscylacje poprzeczne – systemy pozycyjne
- Oscylacje wzdłużne – systemy pozycyjne
- Myszowanie – kompasy, systemy referencyjne dużej dokładności

Zasada działania

Zasada działania systemu DP opiera się na wyliczeniu nastaw sterów i pędników tak, aby różnica pomiędzy wartościami otrzymanymi z pomiarów rzeczywistych, a wartościami zadanymi przez użytkownika mieściła się w dopuszczalnych granicach

Aby możliwe było osiągnięcie założonego celu w systemach DP zastosowano metody modelowania matematycznego. W skład systemu wchodzi:

- Model statku
- Model wiatru
- Model naporu
- Model korekcyjny
- Regulator optymalny

Zasada działania

Model statku – zawiera opis hydrodynamiczny jednostki w funkcji jej zanurzenia, prędkości oraz sił generowanych przez pędniki statku

Model wiatru – zawiera zbiór współczynników pozwalających na obliczenie siły generowanej przez wiatr w zależności od kąta natarcia wiatru oraz jego prędkości

Model naporu – zawiera charakterystyki pędników pozwalających na obliczenie siły naporu na podstawie sygnału z wykorzystywanych urządzeń napędowych (sterów i pędników)

Zasada działania

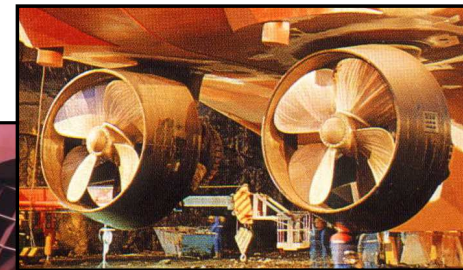
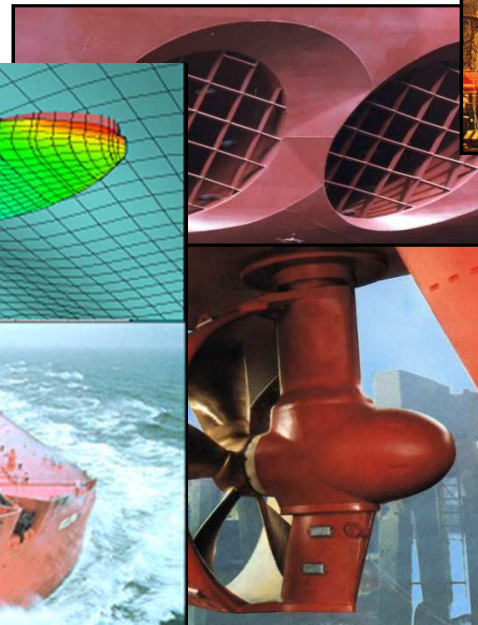
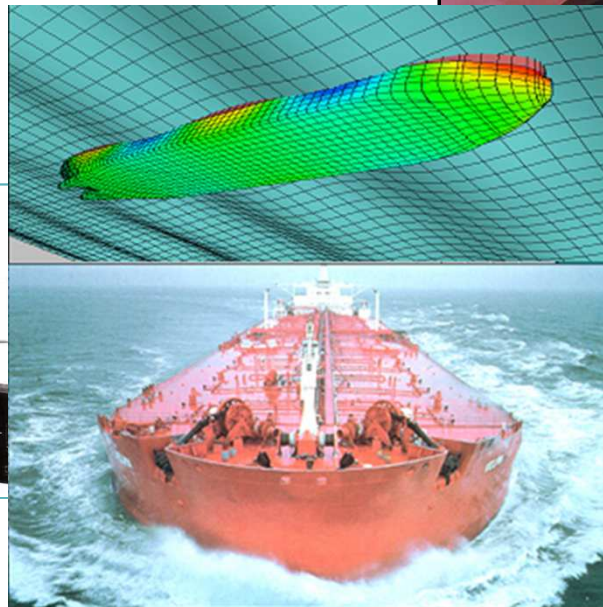
Model korekcyjny – jego zadaniem jest porównanie przewidywanej pozycji i zorientowania (kursu) jednostki ze zmierzoną wartością jej pozycji i zorientowania (kursu)

Regulator optymalny – jego zadaniem jest obliczenie sił naporu potrzebnych do utrzymania jednostki w zadanej pozycji i/lub na zadanym zorientowaniu (kursie)

Zasada działania

W tradycyjnych systemach DP do modelu statku dostarczane są dane dotyczące:

- Siły wiatru
- Siły naporu pędników okrętowych
- Siły oporów ruchu



Zasada działania

Siła wiatru – siła oddziaływania wiatru obliczana jest na podstawie przyjętego modelu zakłóceń zewnętrznych. System porównuje dane (kierunek i prędkość wiatru) otrzymane bezpośrednio z urządzeń pomiarowych (wiatromierzy) z aktualnym zorientowaniem jednostki (jej kursem, pozycją, zanurzeniem). Model wiatru może być opisany za pomocą równań matematycznych lub np. w postaci tabelarycznej macierzy danych, zawierających specjalnie określone współczynniki ruchu statku wyznaczone w funkcji kierunku natarcia wiatru i jego prędkości względnej.

Zasada działania

Siła naporu pędników okrętowych – siła ta określana jest zwykle na podstawie przyjętego modelu matematycznego pędników statku, który w zależności od zmierzonych (obliczonych) sił zewnętrznych dobiera takie nastawy na sterach i pędnikach, które umożliwiają efektywne zrównoważenie zakłóceń zewnętrznych. Siły naporu pędników określone są zwykle w funkcji przyłożonej mocy oraz kierunku działania siły hydrodynamicznej wytworzonej przez pędniki. Dane te mogą być opisane w postaci równań matematycznych lub w postaci tabelarycznej macierzy danych, tworzonej podczas badań modelowych oraz prób morskich

Zasada działania

Siła oporów ruchu – dane te opisywane są zwykle w postaci tabelarycznej macierzy danych zawierających współczynniki oporów ruchu oszacowane podczas badań modelowych oraz prób morskich statku w funkcji kwadratu jego prędkości, masy statku wraz z ładunkiem i zapasami (zanurzenie, trym) oraz jego kursu i zorientowania względem wiatru, prądu i fali.

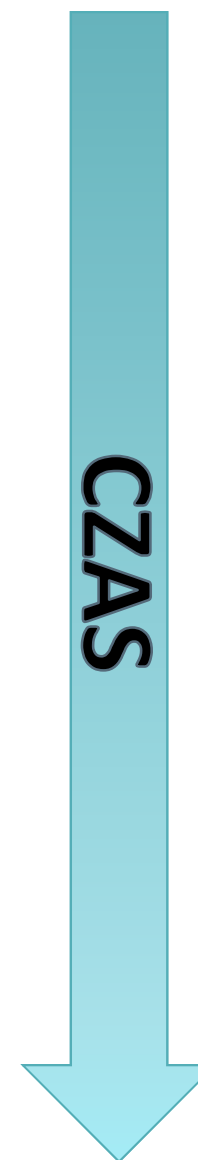
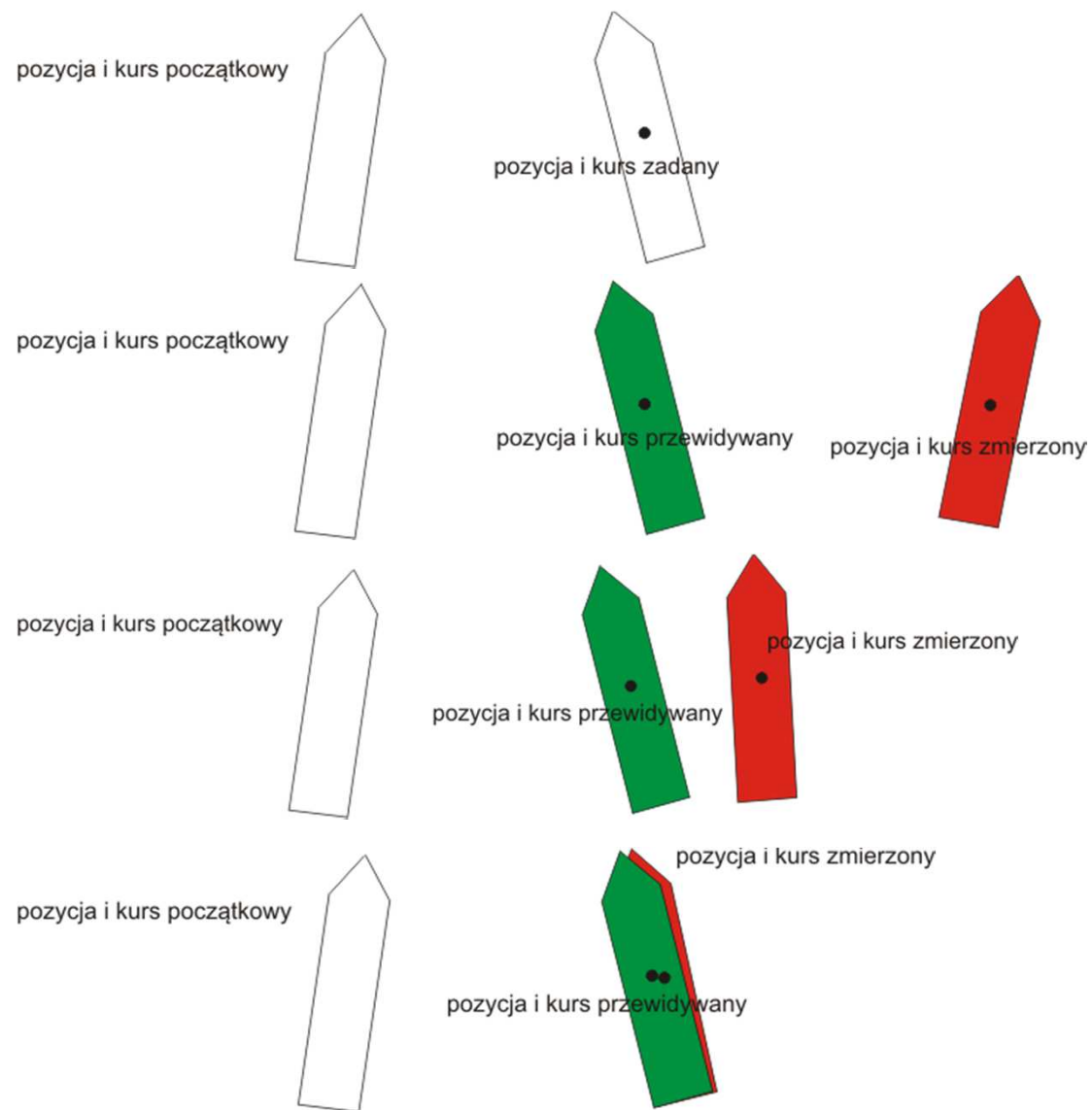
Zasada działania

Na podstawie powyższych danych i przy wykorzystaniu przedstawionych modeli obliczana jest pozycja statku, jego prędkość i kurs.

Modele matematyczne nigdy nie oddają wiernie charakterystyki statku rzeczywistego, stąd każdorazowo wymaga się, aby modele te podlegały procesowi ciągłego dostrajania względem aktualnych wartości zakłóceń zewnętrznych.

Na pełne dostrojenie systemu dynamicznego pozycjonowania potrzeba zwykle około 30 minut pracy systemu.

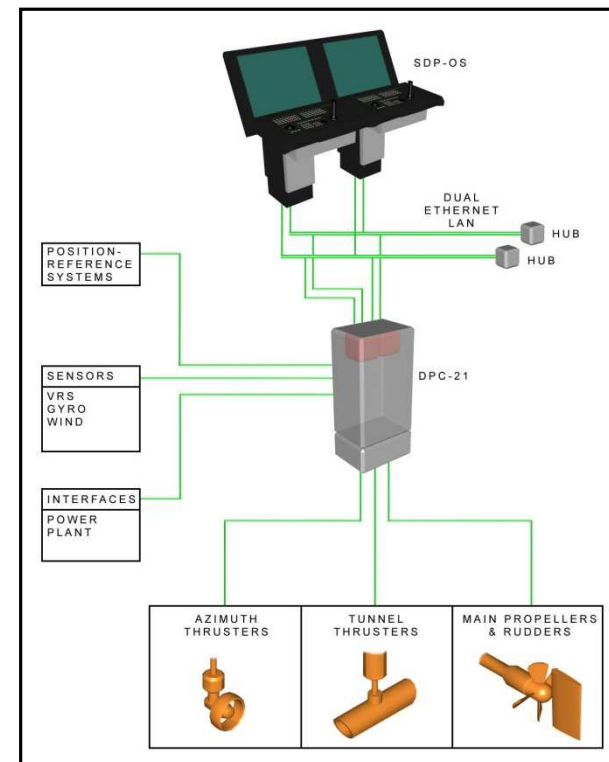
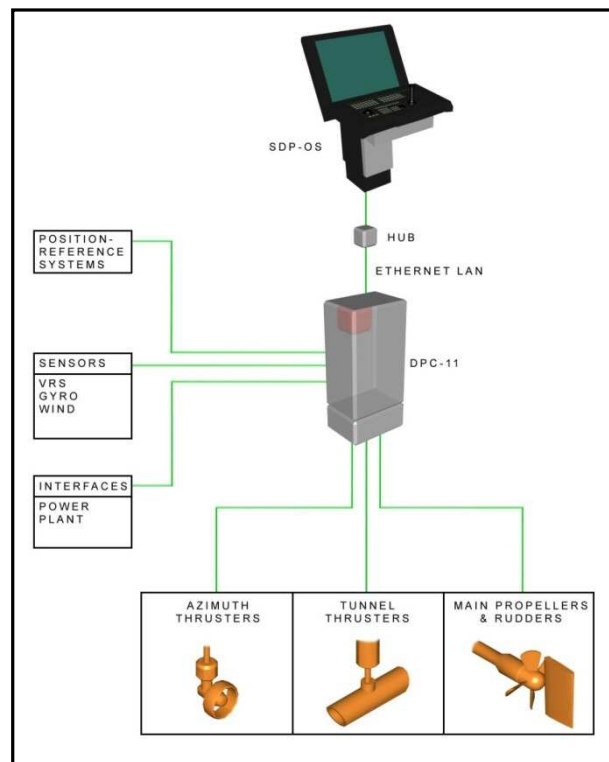
Zasada działania



Budowa – okólnik IMO MSC 645

W skład systemu dynamicznego pozycjonowania wchodzi:

- System zasilania (power system)
- System napędowy (thruster system)
- System sterujący DPC (DP control system)



Budowa – okólnik IMO MSC 645

System zasilania (power system) – wszystkie komponenty i systemu potrzebne do zaopatrzenia systemu DP w energię elektryczną. Zawiera on:

- Podstawowe przekaźniki energii wraz z niezbędnymi podsystemami pomocniczymi
- Generatory prądotwórcze
- Tablice rozdzielcze
- System dystrybucji energii (okablowanie, przełączniki przekaźniki i inne urządzenia pomocnicze)

Budowa – okólnik IMO MSC 645

System napędowy (thruster system) oznacza wszystkie komponenty i systemy niezbędne do zapewnienia systemowi DP siły napędowej. W jego skład wchodzi:

- Pędniki z systemem sterującym i niezbędnymi systemami pomocniczymi
- Główna śruba napędowa i ster(y) jeżeli są one kontrolowane przez system DP
- Elektronika sterująca pędnikami
- Układ ręcznego sterowania pędnikami
- Przełączniki, przekaźniki, okablowanie i inne urządzenia pomocnicze

Budowa – okólnik IMO MSC 645

System sterujący DPC (DP control system) oznacza wszystkie komponenty i systemy sterujące, osprzęt oraz oprogramowanie niezbędne do dynamicznego pozycjonowania statku. W jego skład wchodzi:

Układ komputerowy automatyczny (stacjonarny) lub układ półautomatyczny (przenośny)

System czujników i sensorów

Wyświetlacz (panel operatora)

Pozycyjne systemy referencyjne dużej dokładności

Okablowanie, przełączniki, przekaźniki i inne urządzenia pomocnicze

Budowa

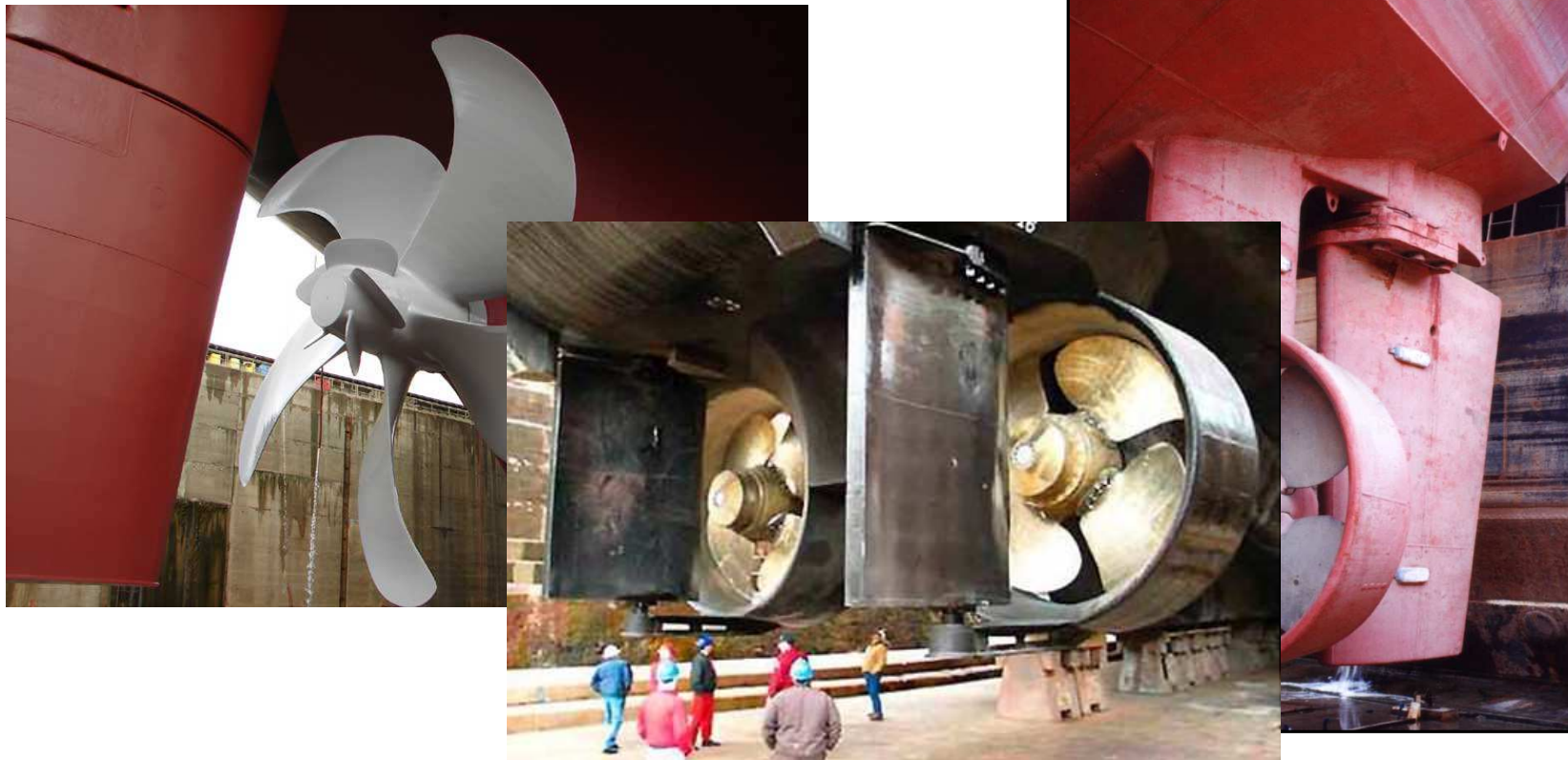
W szerszym ujęciu w systemie DP można wyróżnić następujące komponenty:

- System napędowy
- System zasilania
- Pozycyjne systemy referencyjne
- System czujników i sensorów pomiarowych
- System sterowania
- Konsola sterująca
- Operator systemu

Budowa

System napędowy:

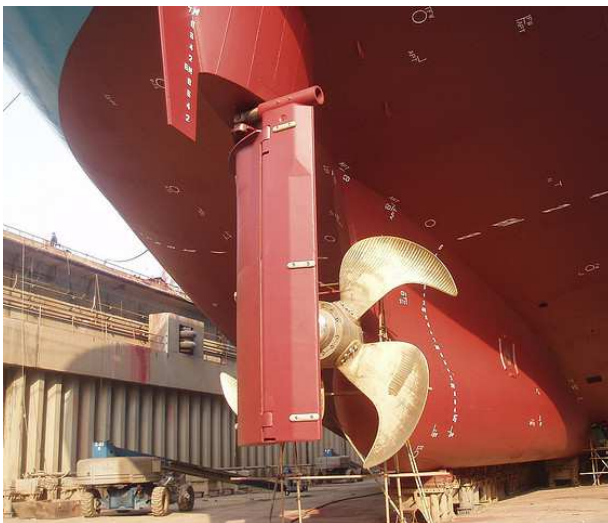
- Śruba okrętowa – jedna lub dwie, najczęściej nastawna o stałych lub zmiennych obrotach



Budowa

System napędowy:

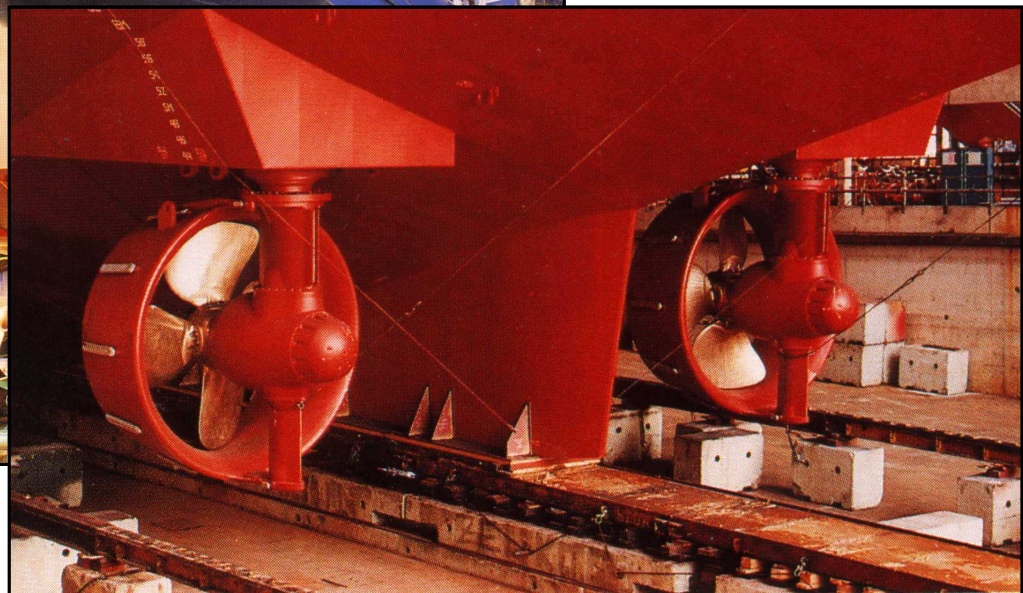
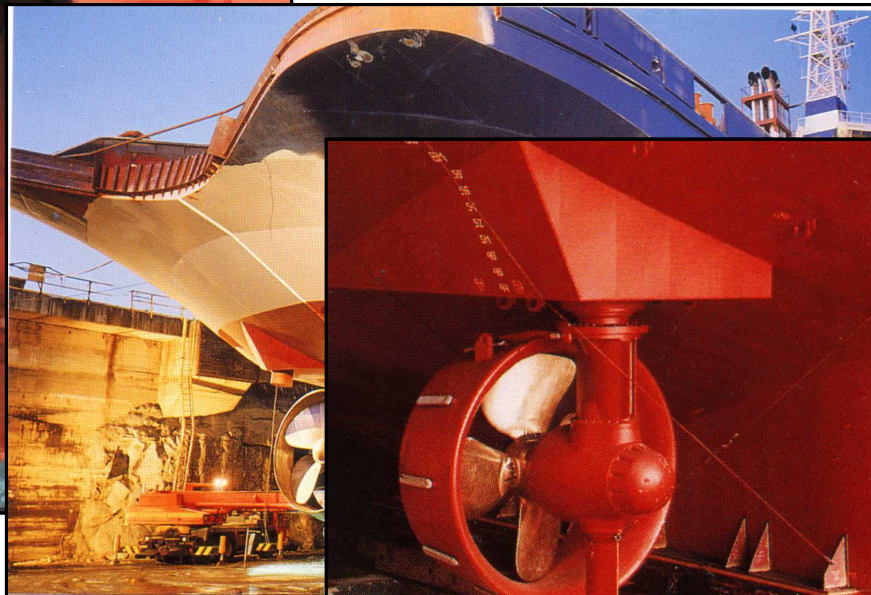
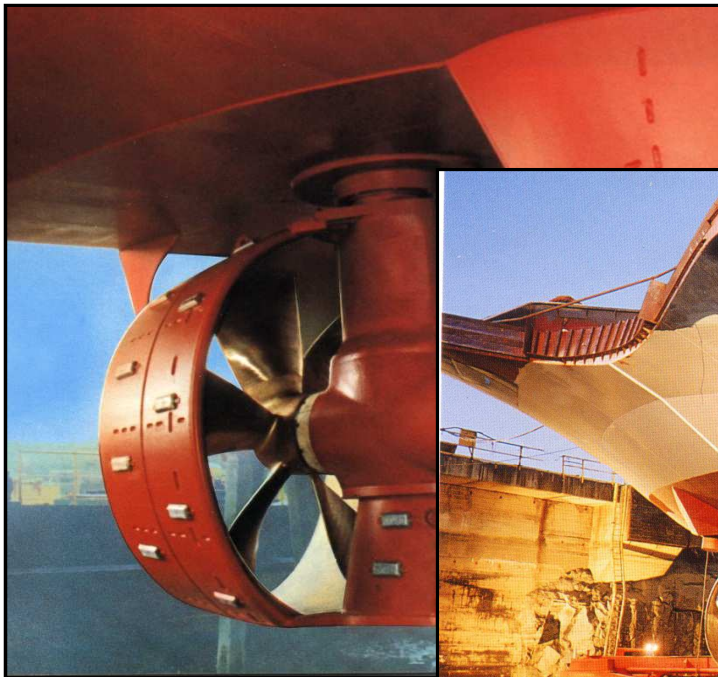
- Ster – zwykle zmodyfikowane urządzenia sterowe np. ster Beckera, ster Schillinga, ster z cylindrem obrotowym, ster z obrotową dyszą Korta



Budowa

System napędowy:

- Pędniki azymutalne



Budowa

System napędowy:

- Pędniki typu Azipod



ABB

Power and productivity
for a better world™

Budowa

System napędowy:

- Pędniki typu Azipod



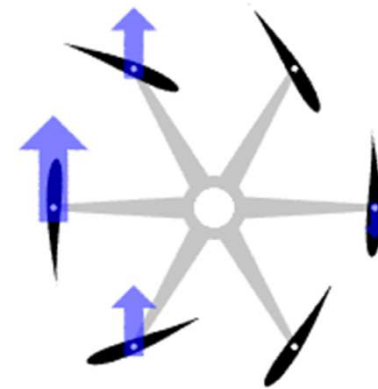
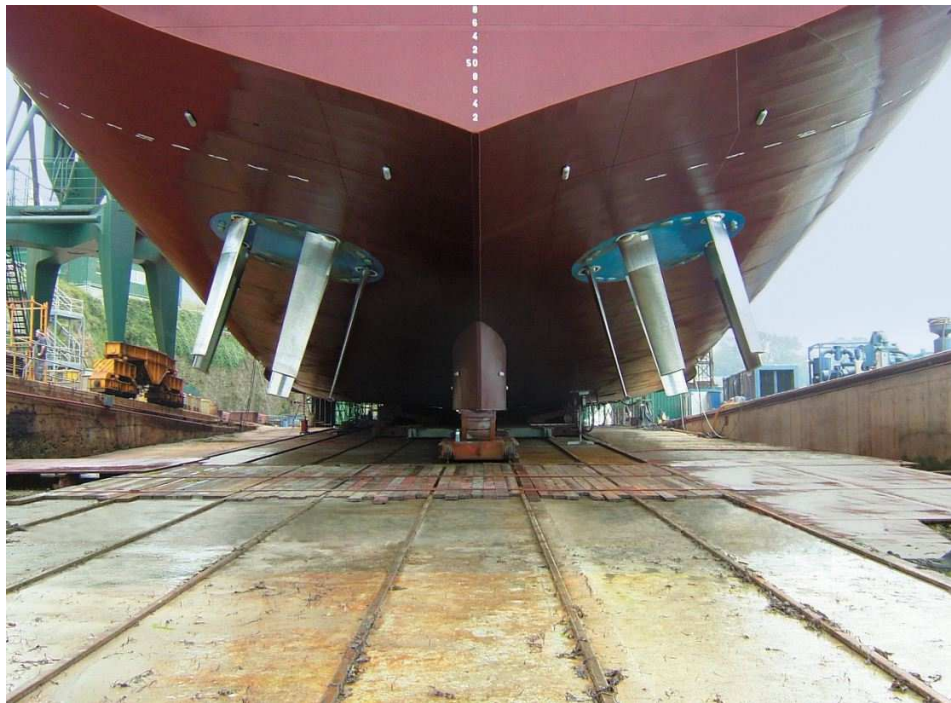
ABB

Power and productivity
for a better world™

Budowa

System napędowy:

- Pędniki typu Voit-Schneider



Budowa

System zasilania:

Z systemu tego korzystają wszystkie podsystemy systemu DP. System ten musi więc charakteryzować się dużą elastycznością pracy, ze względu na możliwość zaistnienia gwałtownych zmian zapotrzebowania mocy wywołanych np. nieregularną pracą pędników okrętowych.

System sterujący, konsola sterująca, wyświetlacze oraz systemy alarmowe i referencyjne systemu DP nawet w przypadku awarii głównego systemu zasilania będą mogły działać jeszcze przez co najmniej 30 minut.

Budowa

Systemy referencyjne:

Systemy referencyjne wchodzące w skład systemu DP muszą charakteryzować się wysoką dokładnością, dużą niezawodnością i ciągłością pracy.

Liczba i typ wykorzystywanych systemów referencyjnych zależy od:

- Poziomu ryzyka związanego z wykonywaną operacją
- Wymaganego poziomu redundancji (nadmiarowości)
- Dostępności systemów referencyjnych
- Skutków utraty jednego lub więcej systemów referencyjnych

Najczęściej stosowane są systemy satelitarne, mikrofalowe, laserowe, mechaniczne i hydroakustyczne

Budowa

Czujniki pomiarowe:

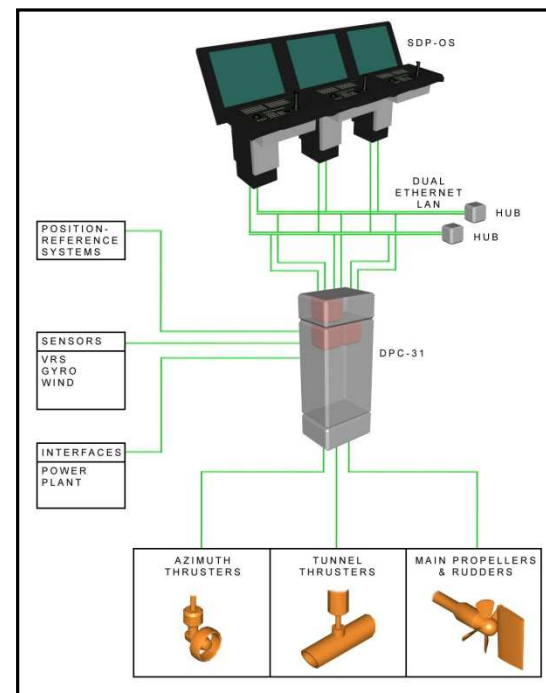
System czujników, sensorów i innych urządzeń pomiarowych służących do określenia parametrów ruchu statku, jego kursu, szacowania zakłóceń zewnętrznych oraz pomiaru innych parametrów lub czynników nieodzownych w procesie dynamicznego pozycjonowania.



Budowa

Systemy sterowania i kontroli systemu:

W pierwszych systemach DP wykorzystywano techniki analogowe, od roku 1968 wykorzystywane są techniki cyfrowe, a od roku 1980 mikroprocesory.

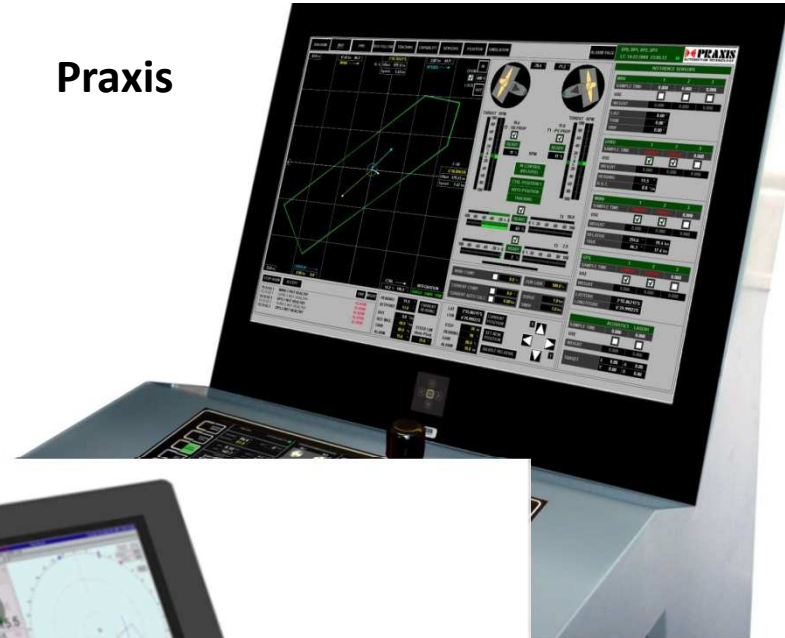


Budowa

Konsole sterujące:



Praxis



Kongsberg

Budowa

