Podsystemy nawigacyjne i pomiarowe stosowane w systemach DP

Literatura:

Grzegorz Rutkowski – Eksploatacja statków dynamicznie pozycjonowanych

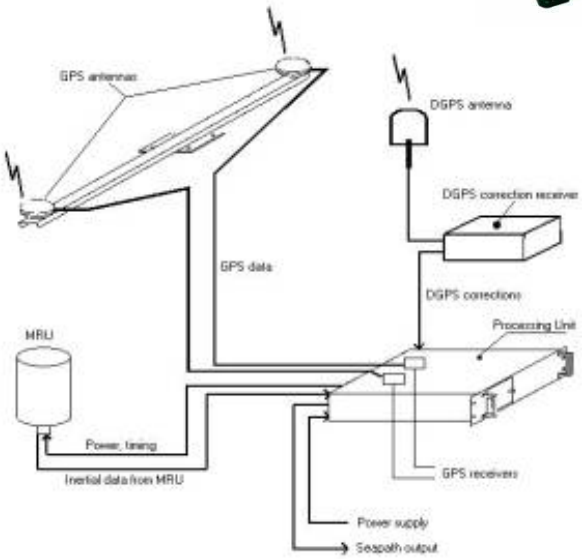
…

Czujniki pomiarowe kursu - żyrokompasy

W zależności od wymaganego poziomu redundancji dwa, trzy lub więcej żyrokompasów (monitorowanie różnic we wskazaniach)

Czujniki pomiarowe kursu - kompasy satelitarne

funkcja rezerwowa



Czujniki pomiarowe kursu - kompasy satelitarne

Seatex Seapath

- Pomiar kursu rzeczywistego w dowolnym punkcie na powierzchni Ziemi
- Duża dokładność pomiaru kursu niezależnie od szerokości geograficznej
- Zastąpienie kilku urządzeń nawigacyjnych (GPS, log, żyrokompas)
- Możliwość ustalenia kierunku ruchu nawet przy krótkotrwałych zanikóww sygnału GPS
- Stabilna wartość kursu rzeczywistego w czasie cyrkulacji i tuż po niej
- Wiarygodna i dokładna pozycja geograficzna statku

Czujniki pomiarowe kursu - kompasy satelitarne

Seatex Seapath

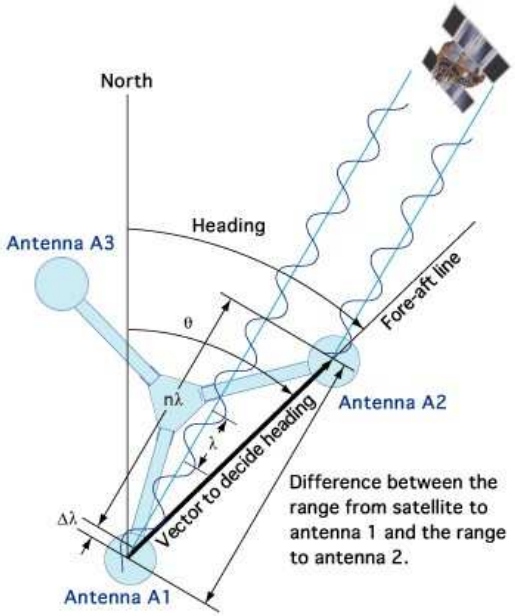
- Możliwość wyznaczenia pozycji geograficznej dowolnego punktu wyznaczonego przez użytkownika
- Dokładny pomiar przechyłów wzdłużnych i bocznych oraz wartości kąta myszkowania
- Dokładny pomiar prędkości statku nad dnem oraz prędkości obrotowej
- Częstotliwość odświeżania 20Hz
- Niewielkie wymiary i małe zużycie mocy
- Stosunkowo niski koszt instalacji

Czujniki pomiarowe kursu - kompasy satelitarne

Seatex Seapath

- Statyczny pomiar kierunku ruchu do ±0,3°
- Dynamiczny pomiar kierunku ruchu do ±0,5°
- Wskazanie kierunku z rozdzielczością do ±0,01°
- Informacje o kierunku ruchu możliwe do uzyskania przy przechyłach bocznych i wzdłużnych do ±30°
- Dokładność pomiaru prędkości kątowej statku (ROT) w granicach ±0,5°/min
- Dokładność pomiaru wartości przechyłów bocznych i wzdłużnych do ±0,3°
- Dokładność pozycji do 5 metrów (0,95) w trybie dGPS
- Dokładność pomiaru prędkości ±0,1m/s (0,95) w trybie dGPS

Czujniki pomiarowe kursu - kompasy satelitarne



Czujniki pomiarowe ruchów własnych

Ruchy w płaszczyźnie pionowej (kołysania, kiwania i nurzania) nie są kompensowane, znajomość ich aktualnych wartości konieczna jest w procesie stabilizacji

- Czujniki typu wahadłowego
- Urządzenia stabilizowane płynem
- VRU
- VRU/GPS
- Czujniki inercyjne

Czujniki pomiarowe ruchów własnych

Czujniki typu wahadłowego – dwa czujniki zamocowane na stałe w płaszczyźnie wzdłużnej i poprzecznej statku. Wartości kołysań i kiwań wyznaczane są poprzez pomiar składowej siły ciężkości:

Zalety:

- Niski koszt
- Dobre osiągi w warunkach statycznych

Wady:

- Niska dokładność
- Słabe osiągi w warunkach dynamicznych
- Niska częstość odświeżania danych, duża zwłoka
- Brak informacji o nurzaniach

Czujniki pomiarowe ruchów własnych

VRU – vertical reference unit – jako czujniki wykorzystywane są cewki umieszczone w cieczy o dużej lepkości. Odczyt następuje dzięki zmianie natężenia pól magnetycznych generowanych równolegle do osi kołysań i kiwań. Pola te generowane są przez dwie cewki, a ich zmiany rejestrowane są przez cewkę pomiarową zamocowaną do stabilizowanej platformy

Zalety:

- Wystarczająca dokładność dla stabilizacji pomiarów GPS oraz systemów hydroakustycznych
- Niski koszt instalacji
- Duży wybór dostępnych czujników

Wady:

- Brak informacji o zorientowaniu (kursie)
- Brak informacji o nurzaniu

Czujniki pomiarowe ruchów własnych

VRU/GPS:

Zalety:

- Zapewnienie danych dotyczących pozycji oraz zorientowania
- Wysoka dokładność

Wady:

- Stosunkowo duże koszty instalacji
- Dane dotyczące pozycji i zorientowania zależne od systemu GPS
- Brak informacji o nurzaniu

Czujniki pomiarowe ruchów własnych

Czujniki inercyjne – wykorzystują ortogonalne układy trzech akcelerometrów liniowych i trzech akcelerometrów kątowych (np. żyroskopowych)

Zalety:

- Możliwość określenia całkowitej wartości błędów wynikających z ruchów jednostki
- Niezależność od systemu GPS
- Wysoka dokładność
- Współpraca z systemami IBS

Wady:

- Stosunkowo duże koszty instalacji

Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

Wiatromierze (anemometry):

- Mechaniczne
- Ultradźwiękowe

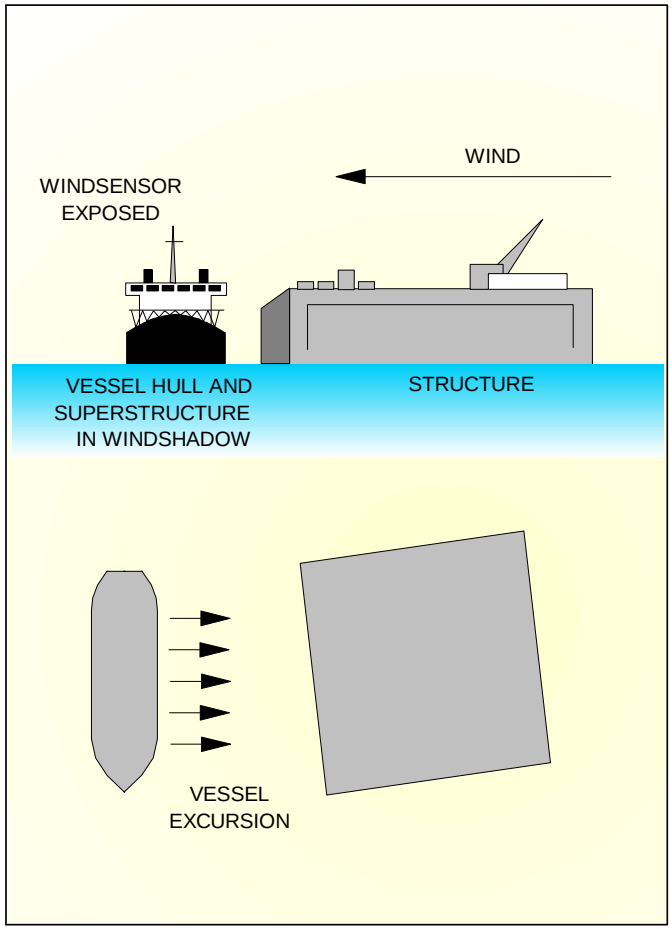
Dokładność:
Prędkości ok. 1%
Kierunku ok. 5°

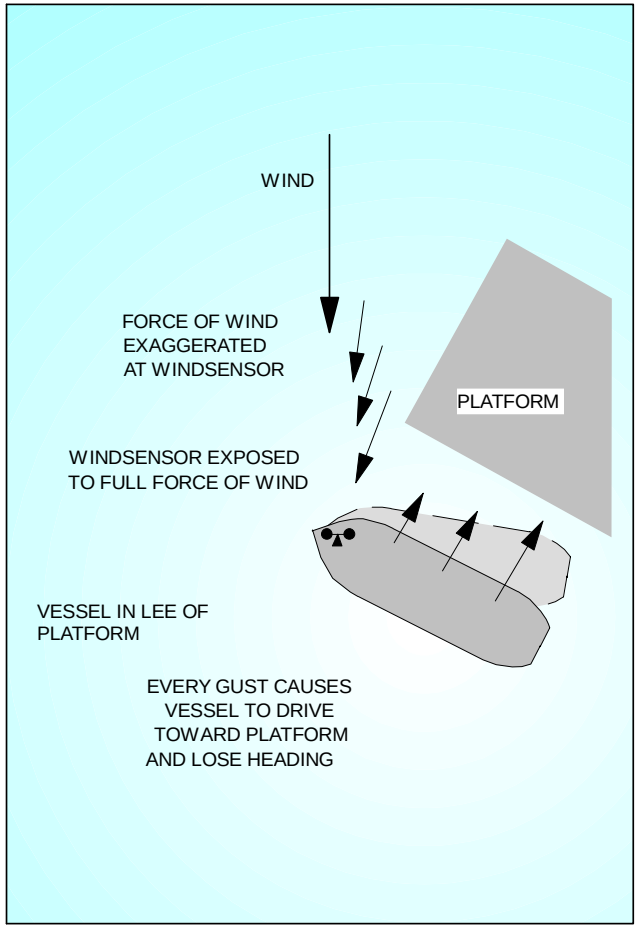
Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

Prawidłowo zainstalowany wiatromierz powinien znajdować się w miejscu w którym nie będzie znajdował się w polu martwym żadnej części konstrukcyjnej statku.
Czynniki wpływające na pomiar:
Turbulencje od konstrukcji
Lądujące śmigłowce
Wylot gazów produkcyjnych

Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

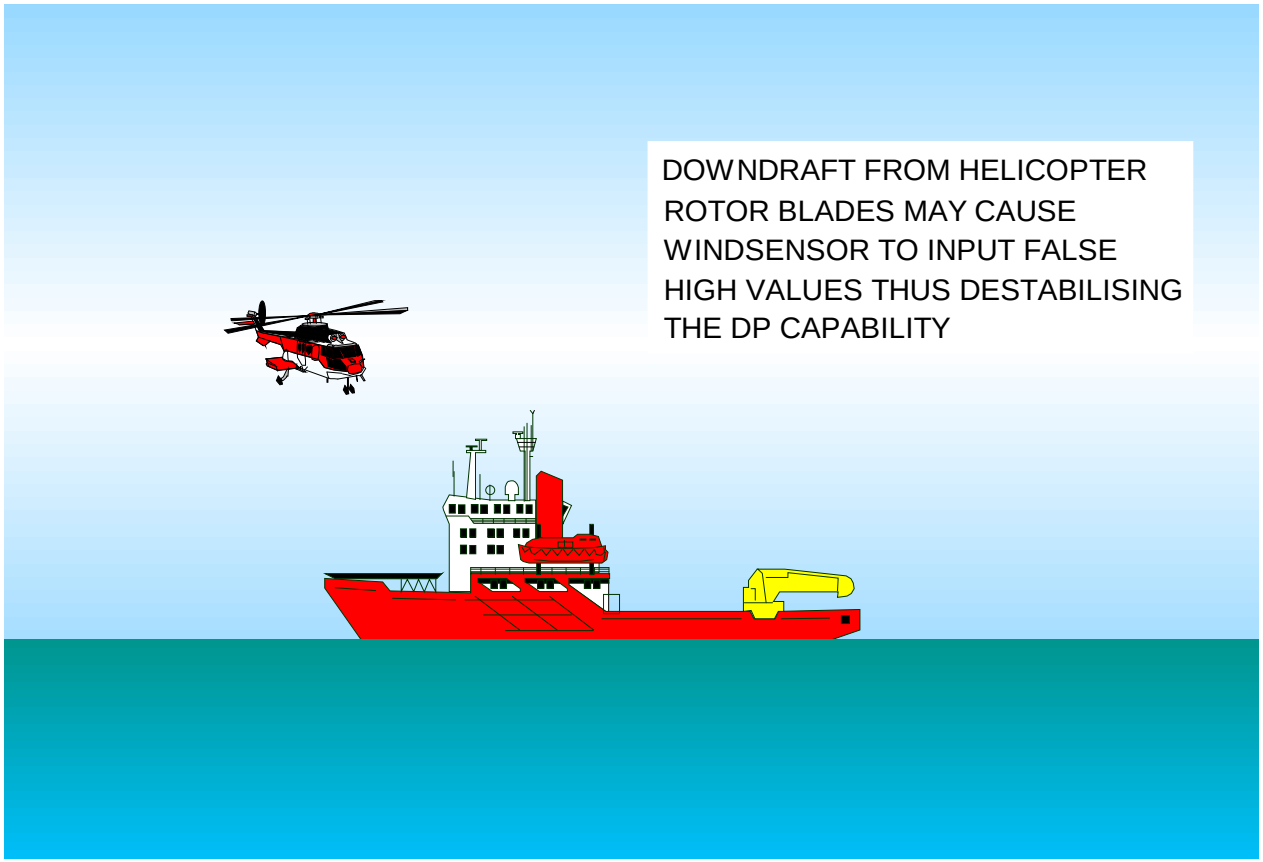
Turbulencje od konstrukcji





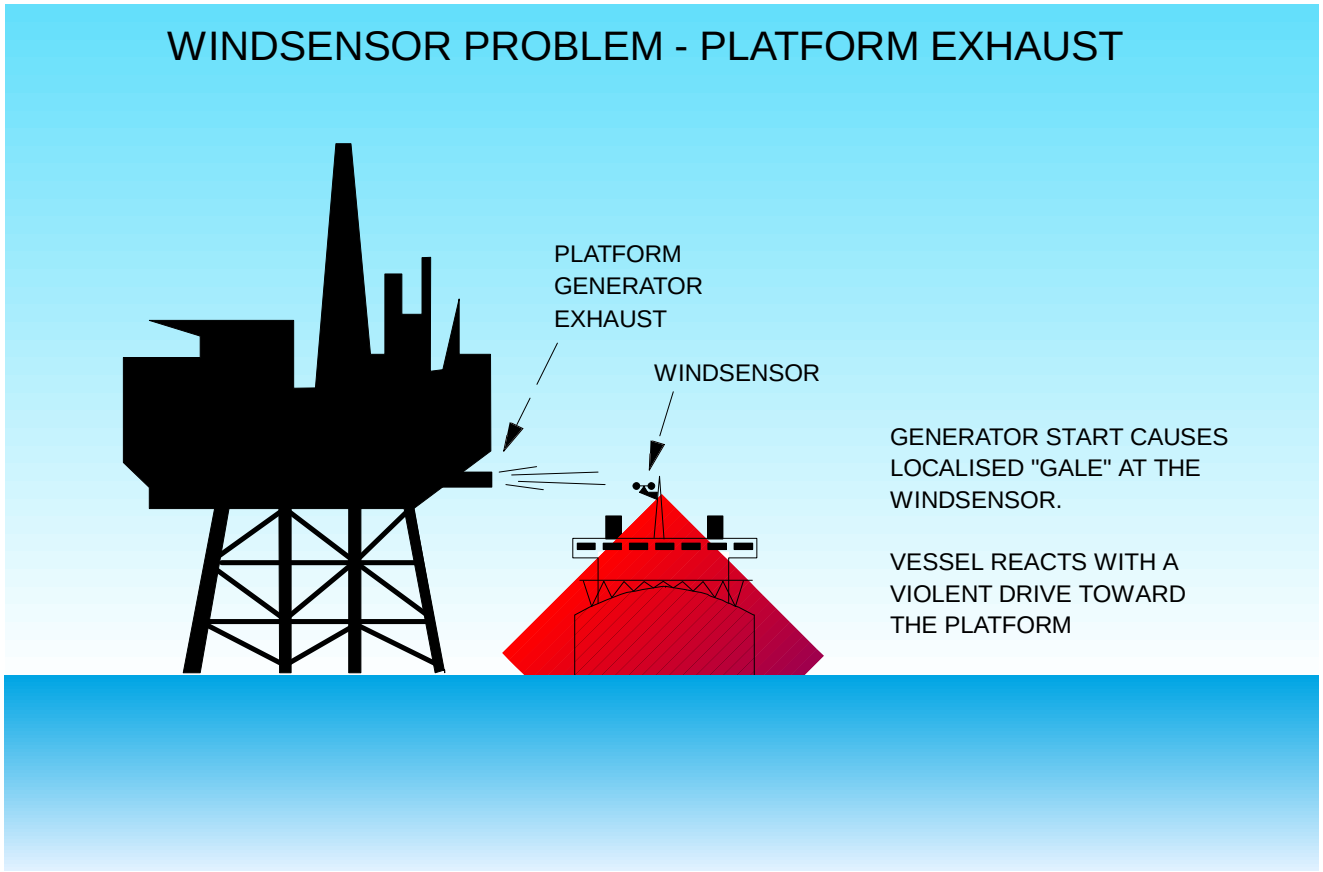
Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

Lądujące śmigłowce



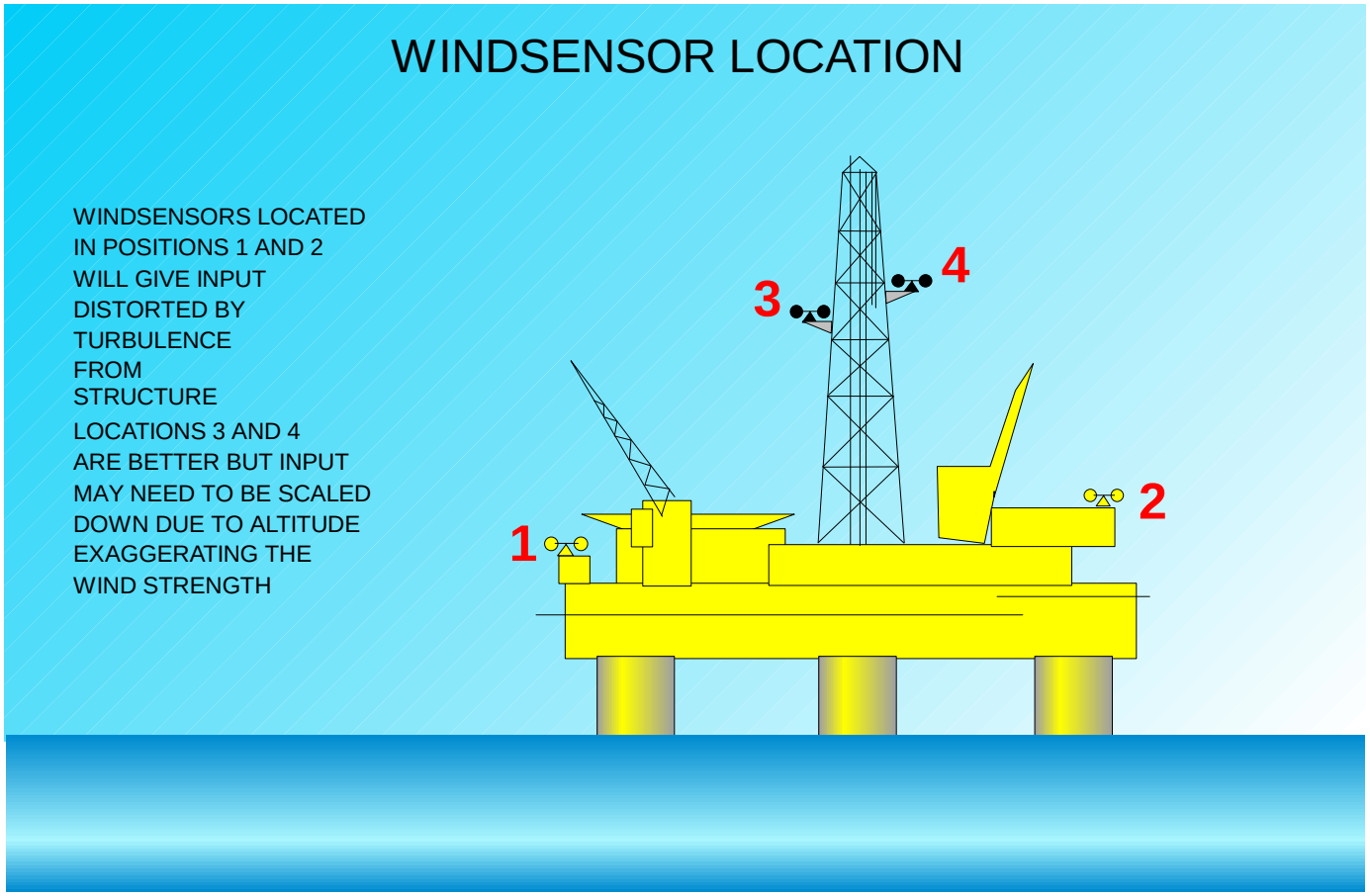
Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

Wylot gazów produkcyjnych



Czujniki pomiarowe siły i kierunku wiatru

Rozmieszczenie wiatromierzy



Czujniki środowiskowe – falomierze

Boje hydrometeorologiczne

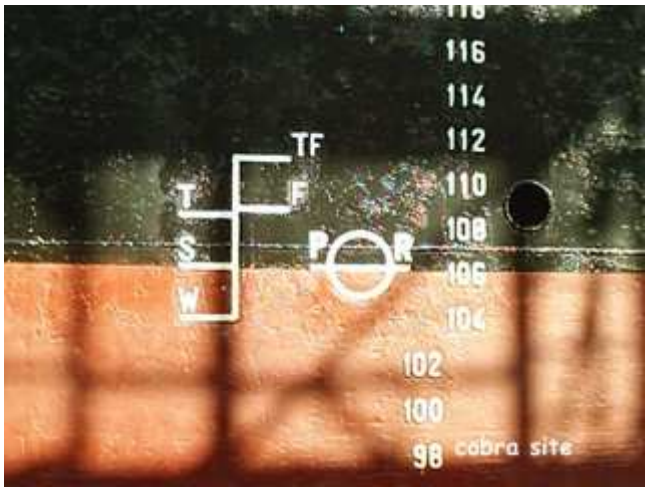
Czujniki środowiskowe – prądomierze

Kierunek i prędkość prądu wyznaczana jest analogiczny sposób jak prędkość statku (wykorzystanie logów)

Sensory pomocnicze:

Sensor zanurzenia statku – zanurzenie mierzone automatycznie przez sensory lub wprowadzane ręcznie przez operatora

Sensor prędkości statku – prędkość i kierunek poruszania się jednostki najczęściej wyznaczana jest na podstawie danych pochodzących z systemów referencyjnych dużej dokładności istnieje jednak możliwość wykorzystania dodatkowych sensorów prędkości lub logów okrętowych



Sensory pomocnicze:

Sensor głębokości akwenu – najczęściej ręcznie wprowadzana przez operatora

Sensory rejestrujące naprężania na urządzeniach cumowniczo-ładunkowych

Czujniki spójności systemu ładunkowego – zielonej linii

Pozycyjne systemy referencyjne

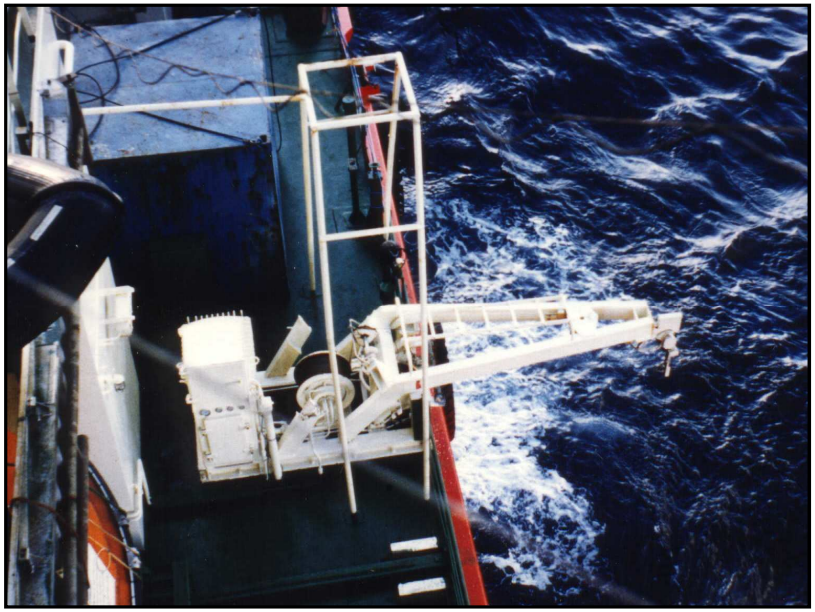
Tradycyjne systemy nawigacyjne (GPS, Glonass, Loran C) nie spełniają wymagań stawianych systemom referencyjnym wykorzystywanym w systemach DP

Najczęściej stosowane systemy:

- Mechaniczne
- Mikrofalowe
- Laserowe
- Różnicowe satelitarne
- Hydroakustyczne

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mechaniczne Taut wire

- Stosowane od początku lat 60-tych XX wieku (pierwsze jednostki)
- Obecnie wykorzystywany na akwenach o głębokościach do 600m z dnem piaszczystym lub mulistym
- Stosowana przy operacjach, które wymagają, aby jednostka DP przez dłuższy czas pozostawała w stałej pozycji



Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mechaniczne Taut Wire

Podział systemów:

- Podpowierzchniowe systemy burtowe o małym balaście LTW (Light Taut Wire)
- Systemy powierzchniowe STW (Surface Taut Wire)
- Podpowierzchniowe systemy denne opuszczane z dna statku lub pokładu roboczego platformy produkcyjnej MPTW (Moon Pool Taut Wire), WPTW (Work Pool Taut Wire)

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mechaniczne Taut wire

Zasada działania systemu Taut wire oparta jest na pomiarze kąta wychylenia linki, którą doczepia się do innej instalacji powierzchniowej (platformy, statku lub boi) lub obciążnika opuszczonego na dno akwenu.

W skład systemu wchodzi

- hydraulicznie sterowany wysięgnik wraz z osprzętem,
- moduł pomiarowy wychylenia liny oraz
- część elektroniczna instalowana wewnątrz nadbudówki

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mechaniczne Taut Wire

Zalety:

- Wysoka dokładność na umiarkowanych głębokościach
- Niezawodność (pod warunkiem dokonywania regularnych przeglądów i prac konserwacyjnych)
- Szybkość i łatwość samodzielnego przygotowania do użycia
- Możliwość dokonywania napraw we własnym zakresie

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mechaniczne Taut Wire

Wady:

- Ograniczony zasięg roboczy (w szczególności na płytkich akwenach)
- Podatność systemu na oddziaływanie pływów powodujących duże niedokładności)
- Dokładność systemu spada wraz ze wzrostem głębokości
- Ograniczona głębokość przy której można korzystać z systemu (około 600m)
- Ograniczona możliwość użycia na akwenach zalodzonych
- Możliwość wleczenia obciążnika dennego
- Możliwość spowodowania uszkodzeń w instalacjach dennych
- System zapewnia jedynie dane o informacji względnej
- Podatność na uszkodzenia mechaniczne
- Ograniczenie zasięgu przez obło statku

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy mikrofalowe

Wykorzystywane od lat 70-tych XX wieku
Najczęściej wykorzystywane systemy to:

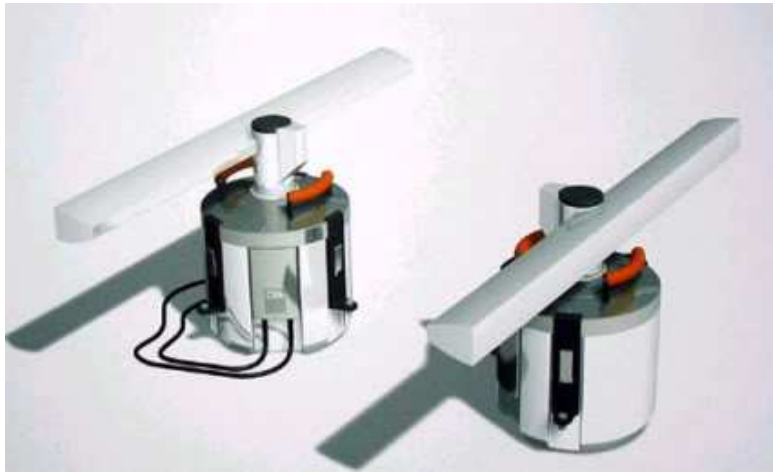
- Artemis
- RADius
- RadaScan
- Miniranger
- Trispondeur

Pozycyjne systemy referencyjne – Artemis

Stworzony w roku 1970 przez holenderską firmę Christiaan Huygens Laboratorium BV

Konfiguracja systemu obejmuje:

- Dwie stacje nadawczo odbiorcze (jednostki podstawowe ABU Artemis Basic Unit) lub
- Jedną jednostkę ABU i jeden radionadajnik Artemis



Pozycyjne systemy referencyjne – Artemis

Jedna ze stacji ABU montowana jest na obiekcie stałym lub ruchomym i określana jest mianem stacji referencyjnej lub stacji stałej (FIX) druga stacja umieszczana jest na statku i określana jest mianem stacji ruchomej (MOB).
Pomiar odległości dokonywany jest przez stację ruchomą (MOB), natomiast pomiar kąta przez stację referencyjną (FIX), umożliwia to uniknięcie błędów określenia zorientowania dziobu jednostki DP.

Pomiar odległości wykonywany jest poprzez pomiar czasu propagacji i obliczenie drogi jaką musiał przebyć impuls.
Pomiar kąta możliwy jest dzięki zastosowaniu spolaryzowanego sygnału, który przesłany do portów różnicujących pozwala na ciągłe utrzymywanie anteny prostopadle do kierunku odebranego sygnału.

Pozycyjne systemy referencyjne – Artemis

Zalety:

- Znaczny zasięg pracy (od 10m do 30km)
- Wysoka dokładność (±0,02° i ±1m)
- Możliwość geograficznego odniesienia danych dotyczących pozycji
- Dokładność i użyteczność w strefie 500m od stacji referencyjnej
- Wymóg tylko jednaj niezależnej stacji referencyjnej umieszczonej na obiekcie stałym lub ruchomym, względem którego określana ma być pozycja
- Niewielkich rozmiarów, przenośny panel obsługi

Pozycyjne systemy referencyjne – Artemis

Wady:

- Podatność na zakłócenia atmosferyczne, w szczególności opady deszczu i śniegu)
- Wymaga instalacji stacji referencyjnej
- Możliwość jednoczesnego określania pozycji obserwowanej jedynie dla jednej stacji referencyjnej
- Stacja referencyjna musi być poprawnie skalibrowana i skonfigurowana
- Niekompatybilność systemu z odbiornikami starszej generacji (MK III i MK IV)
- Konieczność korzystania z kilku stacji FIX dla pokrycia w sektorze 360 °
- Mały pionowy kąt operacyjny uniemożliwia prowadzenie operacji w bliskiej odległości od stacji
- Możliwość interferencji z radarami pasma X

Pozycyjne systemy referencyjne – RADius

System uruchomiony 19 kwietnia 2004 przez firmę Kongsberg

W skład systemu wchodzą:

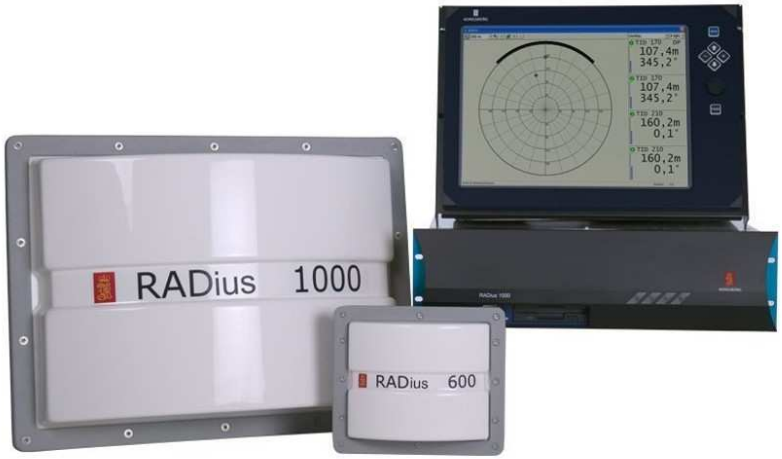
- Transpondery zainstalowane na jednostkach offshore względem których określana ma być pozycja jednostki DP
- Radiolokacyjne urządzenia zapytujące, czyli tzw. interrogatory instalowane na jednostkach mobilnych DP
- Stacje robocze systemu zainstalowane na jednostkach offshore i DP, obejmujące kontrolery systemu wraz z procesorem operacyjnym oraz interfejsem użytkownika

KONGSBERG

Pozycyjne systemy referencyjne – RADius

System działa w oparciu o pomiar odległości pomiędzy interrogatorem i transponderem oraz kąta zawartego pomiędzy kierunkiem odniesienia i transponderem. Wyniki pomiarów oraz status systemu przedstawiane są na jednostce obrazowo-kontrolnej lub monitorze LCD.

Do poprawnego działania systemu wystarcza jeden transponder, zwykle jednak w celu zwiększenia niezawodności systemu oraz polepszenia jego konfiguracji stosuje się większą ilość transponderów (od 3 do nawet kilkunastu)



Pozycyjne systemy referencyjne – RADius

Zalety:

- Wysoka dokładność
- Brak ruchomych części (małe koszty eksploatacyjne i konserwacyjne)
- Brak opłat za użytkowanie systemu
- Możliwość jednoczesnego korzystania z systemu przez wielu użytkowników
- Wysoka odporność na zakłócenie hydrometeorologiczne

Wady:

- Do określenia pozycji w zasięgu stacji odbiorczej musi być zainstalowany przynajmniej jeden transponder przekaźnikowy
- Maksymalny zasięg pracy systemu ograniczony jest odległością około 1km od rozlokowanych transponderów systemu
- W strefie akwizycji i śledzenia możliwy jest dokładny pomiar odległości, pomiar kąta obarczony jest znacznym błędem

Pozycyjne systemy referencyjne – RadaScan

System RadaScan składa się z następujących komponentów:

- Anteny poszukująco-skanującej
- Kontrolera systemu, który obejmuje:
    - Komputerową jednostkę obliczeniową PC wraz z oprogramowaniem
    - Interfejs użytkownika
    - Jednostkę kontrolno-informacyjną
- Jednego lub kilku transponderów systemowych umieszczonych na platformie (statku) i/lub innym obiekcie względem którego ma być określana pozycja

GUIDANCE

Pozycyjne systemy referencyjne – RadaScan

Zasada działania systemu opiera się o wykorzystanie fal radiowych o modulowanej częstotliwości nadawanych przez radiolokacyjne urządzenia zapytujące i odbieranych przez transpondery zamontowane na platformie (statku) lub innej konstrukcji offshore. Sygnał odebrany przez transponder zostaje zmodyfikowany poprzez dodanie unikatowego kodu ID, zawierającego informacje o zmierzonej odległości i kącie względnym pomiędzy stacją nadawczą i transponderem. Sygnał zostaje następnie retransmitowany z powrotem do anteny odbiorczej, zainstalowanej na jednostce DP

Pozycyjne systemy referencyjne – RadaScan

Zalety:

- Wysoka dokładność 0,25m i 0,03°
- Użyteczność w strefie od 10m do 1000m
- Małe koszty eksploatacyjne i konserwacyjne
- Brak opłat za użytkowanie systemu
- Możliwość korzystania z systemu jednocześnie przez wielu użytkowników
- Odporność na działanie warunków hydrometeorologicznych

Pozycyjne systemy referencyjne – RadaScan

Wady:

- Do określenia pozycji w zasięgu stacji odbiorczej musi być zainstalowany przynajmniej jeden transponder przekaźnikowy
- Maksymalny zasięg pracy systemu ograniczony jest odległością około 1km od rozlokowanych transponderów systemu
- W strefie akwizycji i śledzenia możliwy jest dokładny pomiar odległości, pomiar kąta obarczony jest znacznym błędem
- Brak możliwości geograficznego odniesienia pozycji

Pozycyjne systemy referencyjne – systemy laserowe

W referencyjnych systemach laserowych pomiar odległości możliwy jest poprzez pośredni pomiar czasu jaki upłynie od momentu wyemitowania impulsu laserowego z anteny nadawczo-odbiorczej w kierunku celu, aż do jego powrotu po odbiciu od reflektora pasywnego odbiorczej stacji referencyjnej i obliczeniu na tej podstawie połowy drogi, jaką w tym czasie przebył impuls.

Pomiar kąta względem wzdłużnej osi symetrii statku i/lub północy rzeczywistej możliwy jest natomiast poprzez zastosowanie czujników zorientowania obrotowej anteny nadawczo-odbiorczej

Pozycyjne systemy referencyjne – Fanbeam

Na system Fanbeam składają się następujące komponenty:

- Laserowa antena przeszukująca
- Jednostka sterująca
- Jednostka obrazowo-kontrolna
- Reflektor

Pozycyjne systemy referencyjne – Fanbeam

Zalety:

- Wysoka dokładność (±0,2m i ±0,02°)
- Łatwość obsługi i szybkość instalacji (na platformie wystarczy wystawić reflektor)
- Stacja referencyjna nie wymaga przeprowadzania specjalistycznych czynności konserwacyjno-operacyjnych
- Reflektor jako urządzenie pasywne nie wymaga zasilania
- Niskie koszty zakupu, instalacji oraz eksploatacji systemu
- Niskie koszty konserwacyjne

Pozycyjne systemy referencyjne – Fanbeam

Wady:

- Duża podatność na warunki widzialności
- Maksymalny zasięg do 2km od stacji referencyjnej, zwykle zasięg ten jest ograniczony do odległości około kilkuset metrów
- Zakłócenia pracy soczewek przez opady (deszcz, śnieg) kondensację wody i soli morskiej oraz jasne światło w pobliżu soczewek i/lub reflektora
- Zakłócenia pracy wynikające z odbić od innych obiektów stałych
- Brak możliwości geograficznego odniesienia danych dotyczących pozycji
- System nie mierzy odległości horyzontalnej, a jedynie odległość od anteny do reflektora, nieprawidłowe przeliczenie końcowych wyników może prowadzić do dużych błędów

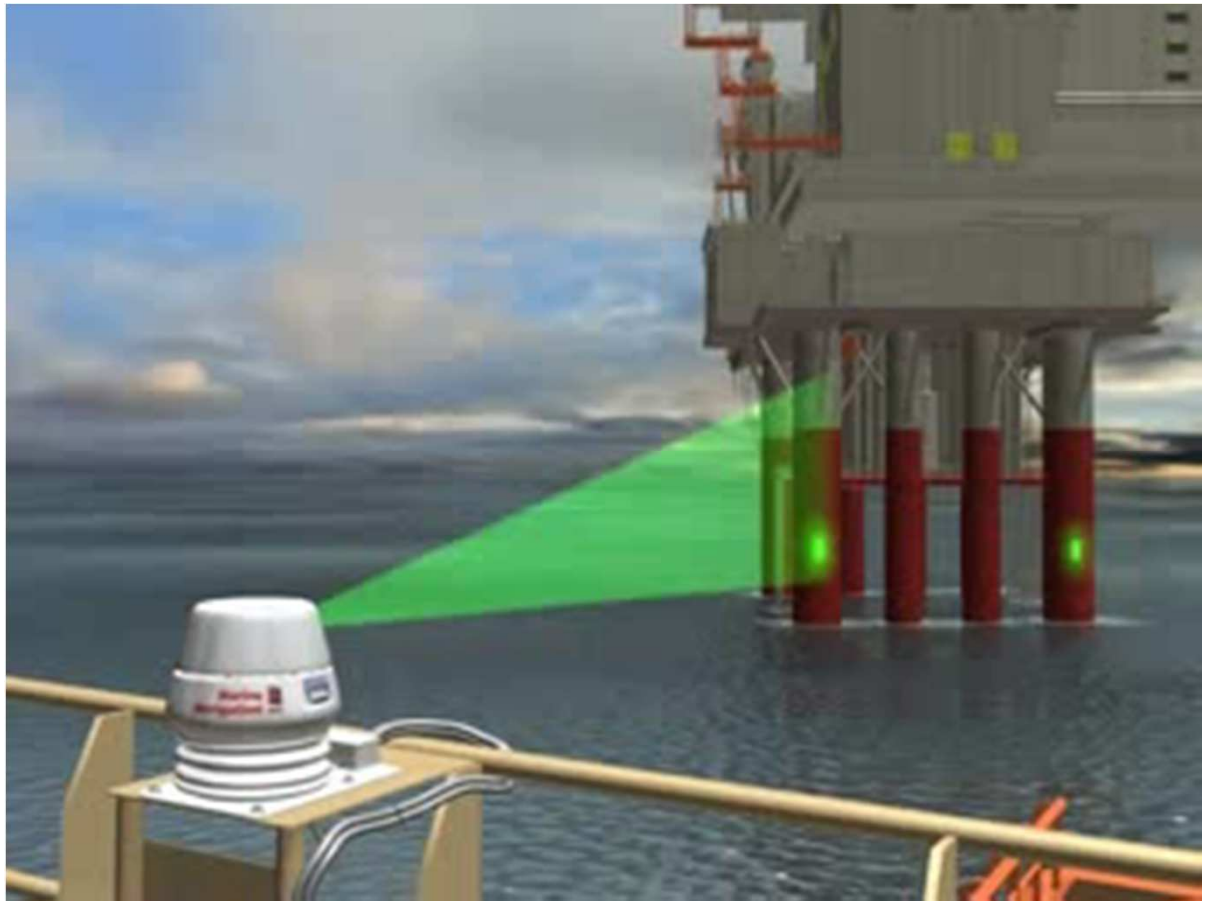
Pozycyjne systemy referencyjne – CyScan

W skład systemy CyScan wchodzą:

- Laserowa antena przeszukująca, zamontowana na trzyosiowym układzie żyroskopowym z układem kompensacji przechyłów wzdłużnych i bocznych
- Jednostka sterująca z kontrolerem systemu
- Jednostka obrazowo-kontrolna
- Reflektor lub reflektory

Pozycyjne systemy referencyjne – CyScan

Pozycyjne systemy referencyjne – CyScan



Pozycyjne systemy referencyjne – CyScan

Zalety:

Wysoka dokładność pomiarów (do 0,5% zakresu pracy i zwykle nie więcej niż 0,2m oraz 0,03°

Możliwość pracy przy wzburzonym morzu oraz w zakresie dużych wartości temperatur

Niski koszt zakupu, instalacji oraz eksploatacji systemu

Pozycyjne systemy referencyjne – CyScan

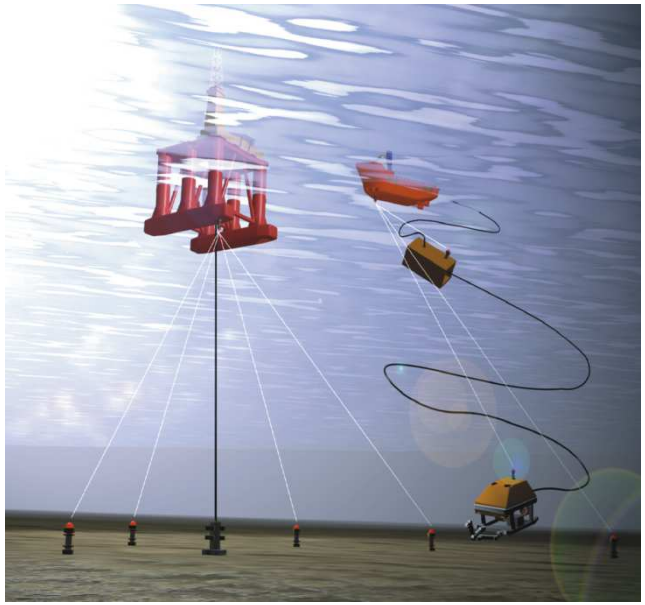
Wady:

- Duża podatność na warunki widzialności
- Maksymalny zasięg systemu do 1,5 km od stacji referencyjnej, zwykle jednak zasięg ten jest ograniczony do odległości około kilkuset metrów od reflektora
- Zakłócenia pracy soczewek przez opady (deszcz, śnieg) kondensację wody i soli morskiej oraz jasne światło w pobliżu soczewek i/lub reflektora
- Brak możliwości geograficznego odniesienia danych dotyczących pozycji
- System nie mierzy odległości horyzontalnej, a jedynie odległość od anteny do reflektora, nieprawidłowe przeliczenie końcowych wyników może prowadzić do dużych błędów

Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy hydroakustyczne

Na morskich jednostkach handlowych po raz pierwszy wykorzystane w 1968r.

Pozycja określana może być w odniesieniu do pojedynczego transpondera i/lub kilku transponderów jednocześnie



Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy hydroakustyczne

W skład systemów hydroakustycznych wchodzą:

- Stacja operatora
- Urządzenie dekodujące
- Przetwornik (lub kilka przetworników) aktywnych lub pasywnych
- Nadajnika lub transpondera lub układu kilku nadajników i kilku transponderów

Na jednostkach DP spotyka się systemy:
HPR (Hydroacoustic Positioning Reference System)
HiPAP (High Precision Acoustic Positioning)

Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy hydroakustyczne

Stacja operatora – komputer wyposażony w odpowiednie oprogramowanie i monitor

Urządzenia dekodujące – odpowiadają za dekodowanie sygnałów z przetwornika oraz za obliczenie pozycji przetwornika względem transpondera dennego, poprzez pomiar czasu przejścia sygnału i/lub poprzez pomiar różnicy faz i/lub opóźnienia sygnałów odbieranych przez przetworniki

Przetworniki – najczęściej umieszczana są w kadłubie s

Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy hydroakustyczne

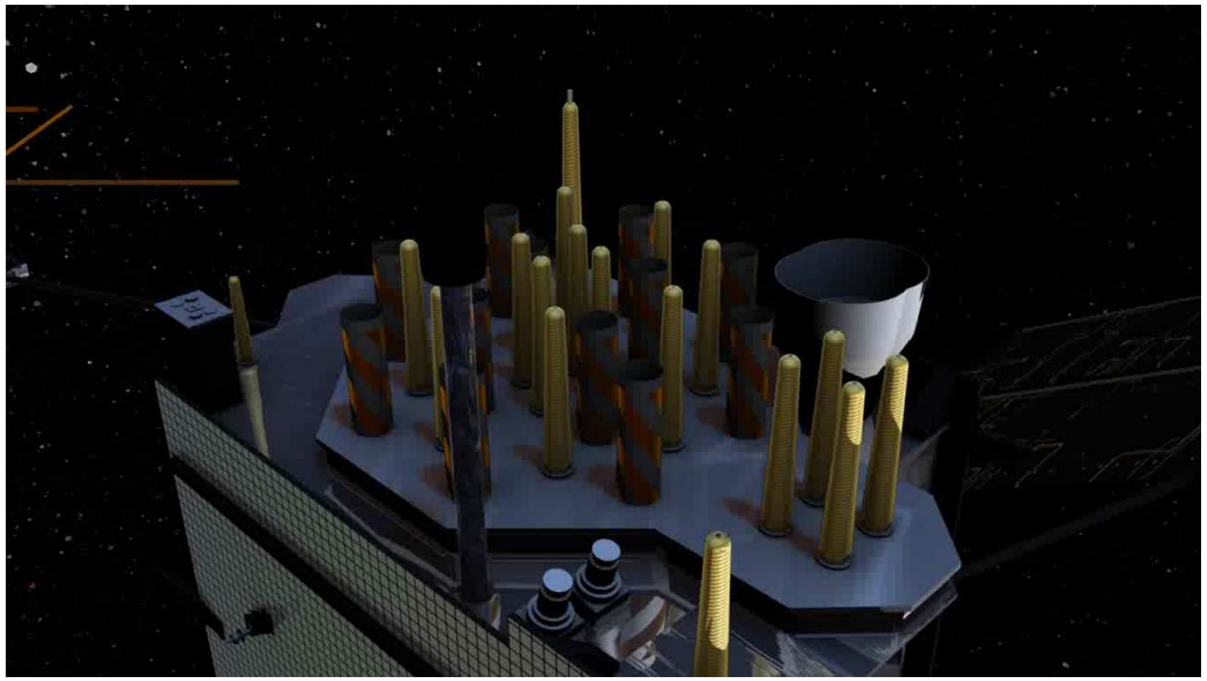
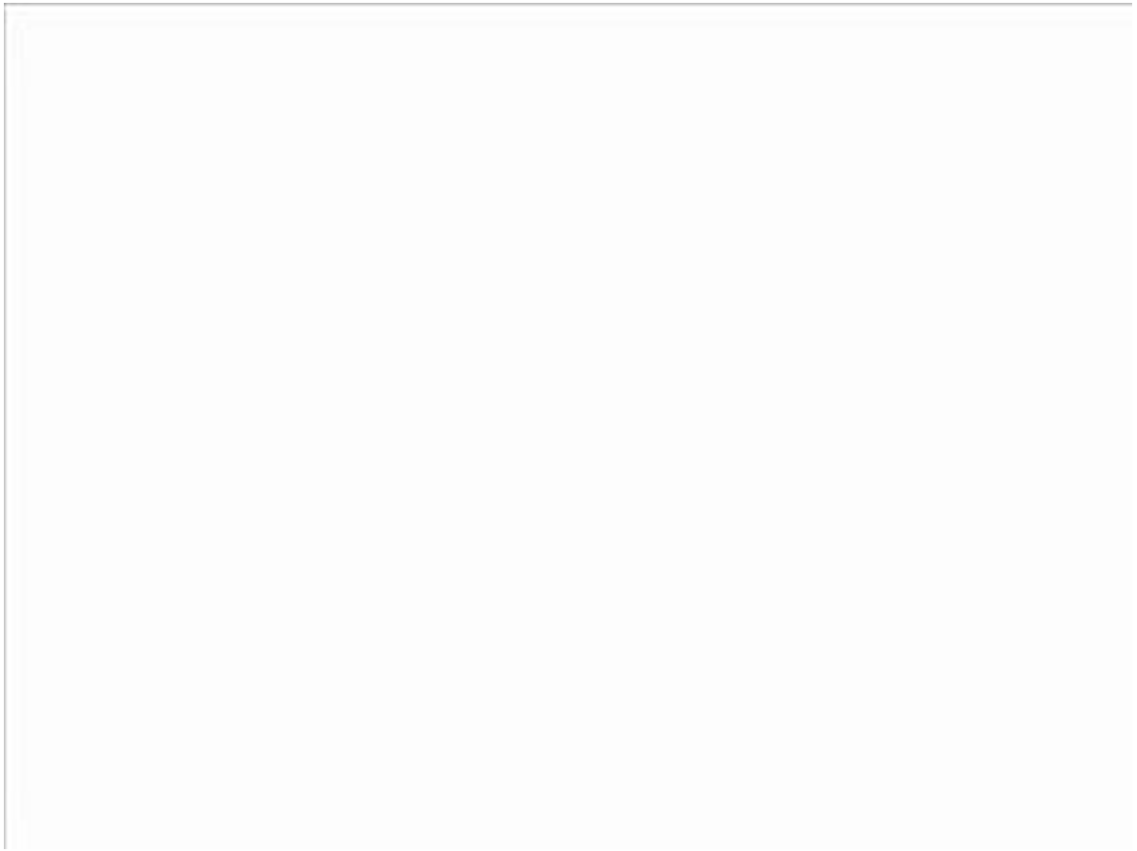
Przetworniki – najczęściej umieszczana są w kadłubie statku, odpowiadają za przetwarzanie sygnałów elektrycznych na akustyczne oraz ich wyemitowanie w kierunku transponderów dennych. Przetwarzają również sygnały akustyczne na sygnały elektryczne i przesyłają je do urządzeń dekodujących

Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy hydroakustyczne

Nadajniki i transpondery – umieszczone zwykle na dnie morskim w miejscu o znanej pozycji i odpowiadają za nadawanie sygnałów akustycznych i/lub danych telemetrycznych oraz retransmisję odebranych sygnałów w kierunku przetworników burtowych.

Pozycyjne systemy referencyjne – Systemy satelitarne – II semestr ☺

- DGPS
- DGLONASS
- GALILEO
- …
- …



DP - podsumowanie