

HERDZIK Jerzy¹

Możliwości wspomagania systemów dynamicznego pozycjonowania statków

Słowa kluczowe:
napęd statku, wspomaganie, pozycjonowanie

Streszczenie

W referacie przedstawiono możliwości poprawy dokładności pozycjonowania statków, posiadających systemy dynamicznego pozycjonowania, z wykorzystaniem innych metod lub systemów. W skrajnie niekorzystnych sytuacjach, w których może być niemożliwe utrzymanie pracy części przemysłowej statków wielofunkcyjnych, zachodzi potrzeba wspomoczenia systemów pozycjonowania dodatkowymi systemami, które zachowują dopuszczalne warunki pracy. Ponadto po przekroczeniu krytycznych parametrów pomogą zapewnić bezpieczeństwo i przetrwanie statku i jego załogi. Możliwych rozwiązań jest kilka, które wskazano w referacie. Podjęto próbę analizy tego problemu.

AIDS POSSIBILITIES OF SHIP DYNAMIC POSITIONING SYSTEMS

Abstract

The paper presents the aid possibilities of ship positioning accuracy improvement, equipped in dynamic positioning systems, with other methods or systems utilization. In extremely adverse situations, when it would be impossible the keeping in work the industry part of multifunction ship, it proceeds an aid necessity of ship dynamic positioning systems by additional systems, that they maintain the acceptable work parameters. Moreover they assist to ensure the safety and survive of ship and her crew. There are a few solutions, which they mentioned in the paper. It was undertaken the analysis of that problem.

1. UWAGI WSTĘPNE

Układ napędowy statku wielofunkcyjnego winien spełniać uzyskaną klasę dynamicznego pozycjonowania w czasie pracy do określonych warunków zewnętrznych. projektowanej dla danego typu statku wraz z pewnością zasilania części przemysłowej w odpowiedniej jakości energią elektryczną [5]. Rozwój pędników okrętowych umożliwił budowę statków, które samodzielnie mogą sprostać wymaganiom dokładności utrzymania prędkości i wymaganego kursu (przemieszczania się kadłuba względem stron świata) lub utrzymywania pozycji względem określonego punktu na dnie morza [3,6,7].

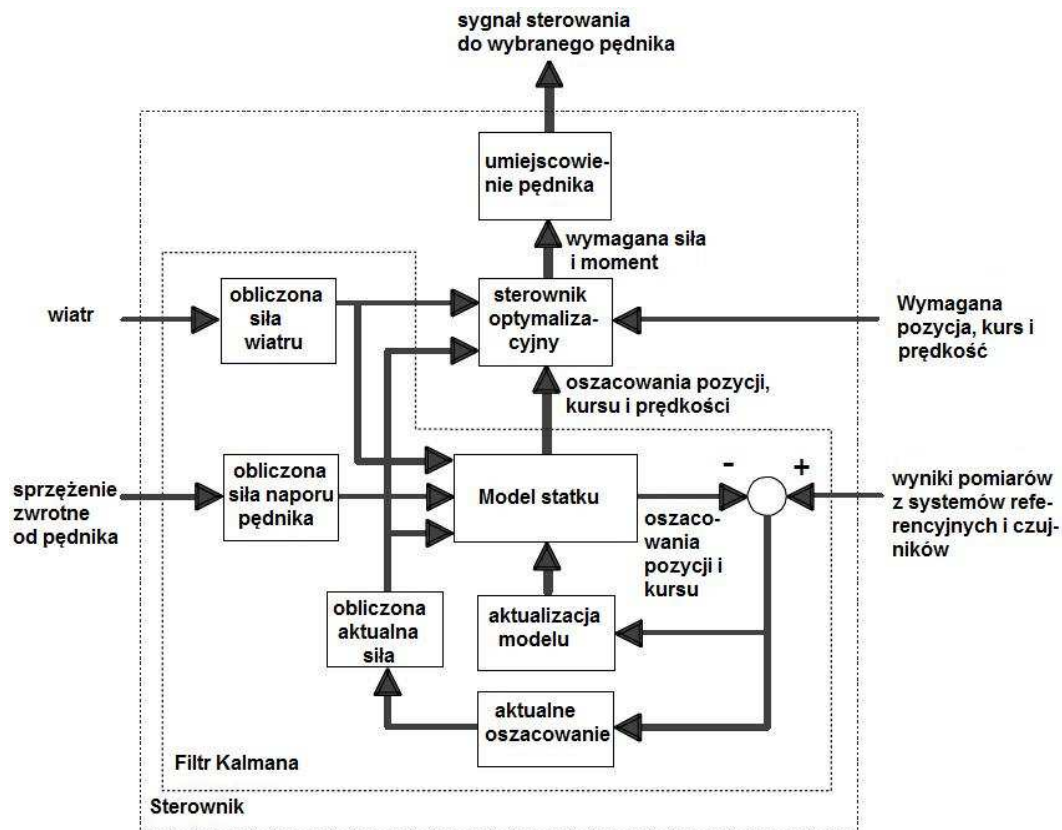
Konieczna była budowa systemów automatyki, które na podstawie danych wejściowych: aktualnego położenia kadłuba, zmiany jego położenia, siły i kierunku wiatru oraz stanu morza (czyli wymuszeń od warunków zewnętrznych), pozwalają wytworzyć sygnał sterujący do pędników okrętowych, dzięki którym będzie możliwy powrót lub utrzymanie położenia. Procesy te wykorzystują tzw. filtr Kalmana. Ideę tego procesu wraz z ogólnie przedstawionym sterownikiem optymalizacyjnym przedstawiono na schemacie blokowym (Rys. 1).

Istotnym parametrem mającym wpływ na dokładność pozycjonowania są wyniki pomiarów z systemów referencyjnych i czujników. Obecnie bazują one na systemach określenia pozycji statku z wykorzystaniem satelitów (amerykański GPS, rosyjski Glonass oraz jeszcze w budowie europejski Galileo). Dodatkowo można zwiększyć dokładność pozycjonowania z wykorzystaniem dodatkowych systemów [8,9,10,11]:

- czujników różnicowania pozycji (ang. Differential Positioning Sensors DPS);
- względnych systemów referencyjnych (RADIUS, CyScan, RadaScan, Fanbeam, DARPS);
- czujników systemów hydroakustycznych (podwodne pozycjonowanie);
- namiarów na boje (o ustalonej pozycji) wysyłające sygnał radiowy (ang. beacons);
- systemów bazujących na napiętych linach (na głębokościach do 500 m), podstawowy system dla statków wspomagających nurkowanie;
- namiarów na systemy lądowe wspomagające pozycjonowanie (o ile zasięg na to pozwala);
- wykorzystania sił i momentów z odpowiednio rozmieszczonych kotwic (dla jednostek utrzymujących określoną pozycję);
- wykorzystania możliwości wspomagania pozycjonowania z wykorzystaniem dodatkowej jednostki (np. holownika) w warunkach, które przekraczają możliwości samodzielnego utrzymania pozycji.

Przykład konfiguracji systemów wspomagających dynamiczne pozycjonowanie dla referencyjnego statku przedstawiono w tab.1.

¹Wydział Mechaniczny, Akademia Morska w Gdyni, 81-225 Gdynia, georgher@am.gdynia.pl

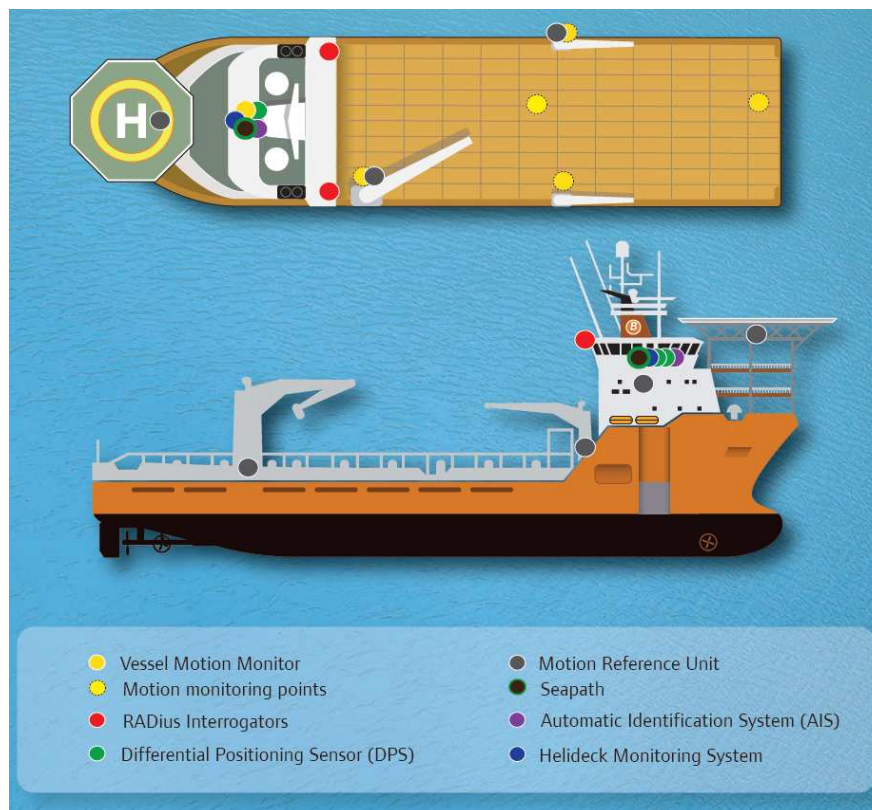


Rys. 1. Przykład procesu wytwarzania sygnałów sterujących do pędników w systemach dynamicznego pozycjonowania statku z wykorzystaniem filtru Kalmana [2]

Tab. 1. Konfiguracja systemów wspomagających dynamiczne pozycjonowanie dla statku referencyjnego [9]

Typ statku: OSV (offshore vessel)	Klasa systemu pozycjonowania DP II	Obszar działań: cały świat
Wyposażenie:	Model:	Komentarz:
DPS Ogólnoświatowy system nawigacji satelitarnej	DPS 232 + DPS 132	Zdublowany, powiązany z systemami dynamicznego pozycjonowania, z wykorzystaniem systemów GPS i GLONASS
Monitor ruchu statku	VMW 200	Monitorowanie ruchu dowolnego (każdego) punktu statku. Narzędzie decyzyjne do bezpiecznych i efektywnych manewrów.
RADius Względny system referencyjny	RADius 1000D	Bezobsługowy, może pracować w każdych warunkach pogodowych. Bez licencji, bez ruchomych części.
System referencyjny ruchu	MRU 2, 5, H	Zasadniczo standard wyposażenia w określaniu położenia (orientacji) statku (dokładność 0,01°).
System monitorujący pokład śmigłowcowy	HMS 100	Zgodny ze wszystkimi dominującymi wymaganiami większości operatorów, administracji i firm śmigłowcowych.
Seapath	Seapath 330+	Dokładna pozycja, kurs i położenie dlażądanego manewru w wymagających warunkach zewnętrznych.
System automatycznej identyfikacji statku	AIS 200	Obligatoryjny w żegludze międzynarodowej.

W zależności od posiadanej przez statek klasy dynamicznego pozycjonowania zależy konfiguracja systemów wspomagających, klasa modelu i jego możliwości, dublowanie systemów itd. [1,2,4]. Przykład rozmieszczenia systemów wspomagających pozycjonowanie statku typu OSV omawianego w tab. 1, przedstawiono na rys. 2.




Rys. 2. Rozmieszczenie systemów wspomagających pozycjonowanie [9]

2. SYSTEMY HYDROAKUSTYCZNE WSPOMAGAJĄCE SYSTEMY POZYCJONOWANIA

Brak możliwości określania pozycji z nawigacyjnych znaków lądowych, niewystarczająca dokładność pozycjonowania uzyskiwana z systemu satelitów geostacjonarnych, zmusiła do wykorzystania sygnałów pochodzących bezpośrednio z dna pod statkiem. Wymaga to umieszczenia na dnie akwenu systemu boi akustycznych i precyzyjnego określenia ich pozycji, ale pozwala wykorzystać dodatkowy sygnał znacznie poprawiający dokładność pozycjonowania, bowiem pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem sygnału jest stosunkowo niewielka odległość, rzędu 3-4 km (rys.3).


HiPAP family




Gate valve
500 mm
392 mm
60 kg

HiPAP® 500

- Acoustic operating area recommended: $\pm 100^\circ$
- Operating range: 4000m
- Range accuracy: $\leq 0.10m$
- Angle accuracy: $\leq 0.12^\circ$ (0.2% of slant range)




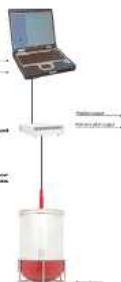


Gate valve
350 mm
320 mm
30 kg

HiPAP® 350


- Acoustic operating area recommended: $\pm 60^\circ$
- Operating range: 3000m
- Range accuracy: $\leq 0.20m$
- Angle accuracy: $\leq 0.18^\circ$ (0.3% of slant range)






HiPAP® 350P

- Acoustic operating area recommended: $\pm 60^\circ$
- Operating range: 3000m
- Range accuracy: $\leq 0.20m$
- Angle accuracy: $\leq 0.18^\circ$ (0.3% of slant range)



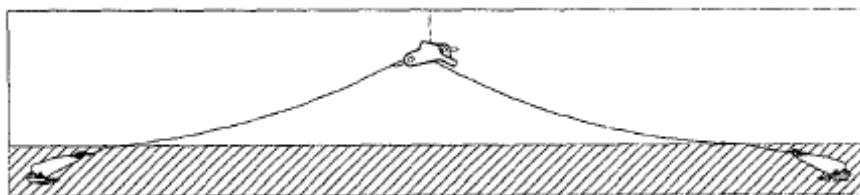


Rys. 3. System hydroakustyczny z rodziny HiPAP firmy Kongsberg [10]

Zaletą podstawową systemu jest dokładność określenia pozycji rzędu 0,1-0,2 m oraz niezależność od pozostałych źródeł. Wadą są koszty instalacji tego systemu, które trzeba ponieść na określonym, stosunkowo niewielkim obszarze, bowiem dokładność określenia pozycji maleje wraz ze zmniejszaniem się kąta, pod którym widziana jest boja hydroakustyczna (zalecany kąt wynosi tylko 60-100°, w zależności od systemu).

3. WYKORZYSTANIE KOTWIC W SYSTEMACH POZYCJONOWANIA

Dla jednostki, od której wymaga się utrzymania stałej pozycji (np. jednostki poszukiwania i wiertnictwa górniczego), można poprawić jej „stabilność” poprzez zastosowanie systemu kotwic, które będą w wyniku naprężenia w linach kotwicznych utrzymywać ją na określonej pozycji. Konieczne jest w tym celu naprowadzenie jednostki na wymaganą pozycję, rozwieszenie kilku kotwic (najczęściej sześć lub osiem) przez holowniki typu AHV (ang. anchor handling vessel) na odpowiednią pozycję do ich rzucenia i „zahaczenia” o dno [12]. Ograniczeniem tego sposobu jest głębokość akwenu, bowiem masa kotwicy i łańcucha kotwicznego może przekraczać jego wytrzymałość. Z tego powodu część zestawu wykonana jest z lin elastycznych, o odpowiedniej wytrzymałości, a zarazem wielokrotnie lżejszych. Często stosowane jest rozwieszenie jednocześnie dwóch kotwic (pracujących później w tandemie), które połączone są napinaczem (rys.4). Siły napięcia reguluje się za pomocą wciągarek kotwicznych zainstalowanych na wieżach wiertniczych.



Rys. 4. Kotwice zagłębione w dnie z napinaczem [12]

System ten dominuje na wodach przybrzeżnych, szelfach kontynentalnych o głębokości akwenu do około 300 m. Przykład statku typu AHV wykonującego pracę rozwieszenia kotwic pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Holownik AHV „Olympic Pegasus” w czasie rozwieszenia kotwicy [13]

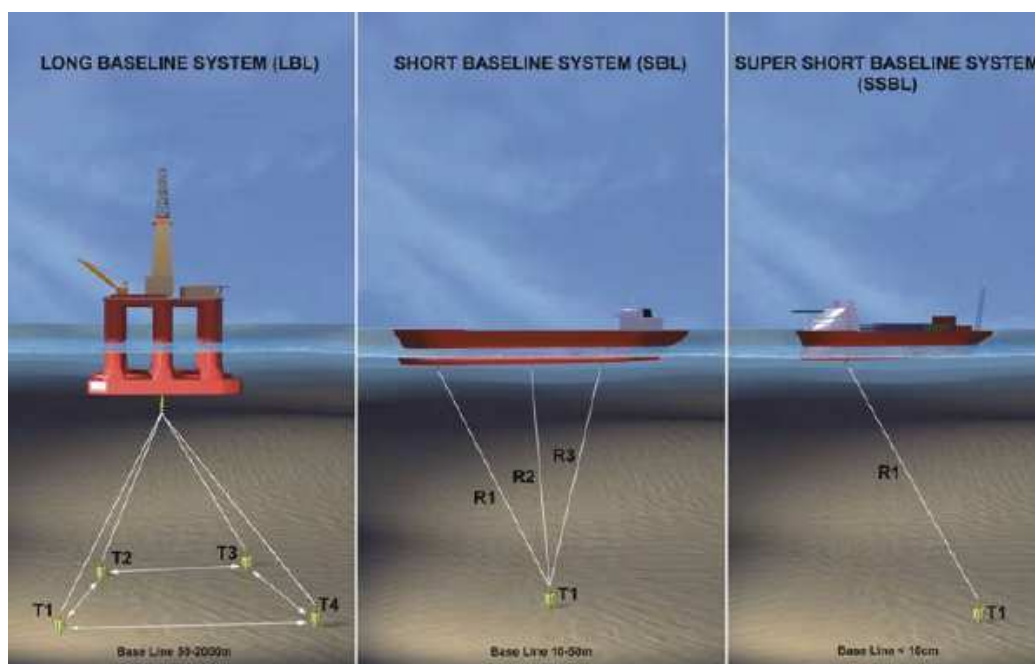
System kotwiczenia może być wykorzystywany w celu pozycjonowania lub stabilizacji pozycji innych typów statków np. do montażu elektrowni wiatrowych (rys. 6). System ten będzie preferowany dla jednostek, dla których przewidywany jest długi postój na określonej pozycji. Dzięki temu będzie możliwa rezygnacja z systemów dynamicznego pozycjonowania i zmniejszenie kosztów utrzymywania pozycji. Systemy wciągarek hydraulicznych utrzymujących stałe napięcie w linach kotwicznych są tańsze w kosztach inwestycyjnych, a szczególnie w kosztach eksploatacyjnych.



Rys. 6. Statek do montażu elektrowni wiatrowych [10]

4. UKŁADY LIN BAZOWYCH W SYSTEMACH HYDROAKUSTYCZNYCH

W celu określenia pozycji lub pozycjonowania obiektów podwodnych (nurków, robotów itp.) wykorzystuje się układy lin bazowych, umożliwiających poprzez pomiar odległości od boi hydroakustycznej, wyznaczenie rzeczywistego położenia obiektu [13]. System ten może być wykorzystywany również przez jednostki nawodne, do określania pozycji własnej i urządzeń głębokowodnych. W najprostszej postaci występuje tylko jedna boja. Systemy są dostępne od głębokości akwenu 10 m do około 2000 m (rys.7.), co obecnie jest zgodne z zasięgiem działań przemysłowych na morzu.



Rys. 7. Układy wirtualnych lin w systemach hydroakustycznych [13]

5. WSPOMAGANIE OKREŚLANIA POŁOŻENIA POPRZEZ ZEWNĘTRZNE SYSTEMY

Możliwe jest wspomaganie określania pozycji poprzez wykorzystanie sygnałów z mobilnych układów „naprowadzania” (rys.8) lub uzyskiwanie „dokładnej” informacji o własnej pozycji ze źródeł specjalistycznych (militarnych).

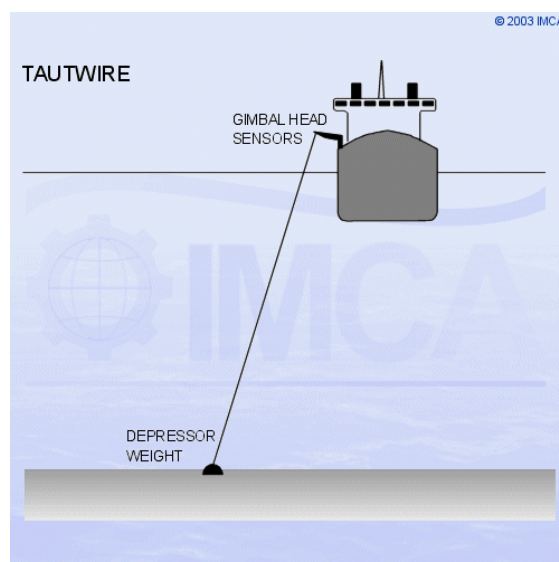


Rys. 8. Militarne zastosowanie statku z systemami dynamicznego pozycjonowania [10]

W chwili obecnej nie są mi znane możliwości wykorzystania takich systemów w działalności „cywilnej”, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby były one przeniesione do sektora przemysłu i górnictwa morskiego. Jeśli system miałby wspomagać kilkanaście lub kilkadziesiąt jednostek, może stać się opłacalna budowa takiego systemu.

6. SYSTEM NAPIĘTEJ LINY

System napiętej liny jest jednym z najprostszych systemów umożliwiających utrzymanie określonej pozycji poprzez napięcie liny przy pomocy wciągarki hydraulicznej utrzymującej określone napięcie z wykorzystaniem wysięgnika burtowego (rys.9). Wymagane są dodatkowo czujniki kąta położenia liny. Sygnał z czujników i długość wydanej liny pozwalają określić korektę położenia w stosunku do wyjściowego. System może pracować również z liną umieszczoną w poziomie (zamocowaną do innej jednostki). Wadą tego rozwiązania jest konieczność uwzględnienia zmiany położenia jednostki „referencyjnej”. Kolejnym istotnym ograniczeniem stosowania jest ograniczenie głębokości akwenu, na którym może być ten system wykorzystywany.



Rys. 9. Idea systemu napiętej liny [14]

7. UWAGI KOŃCOWE

Wraz z rozwojem zapotrzebowania na systemy wspomagające określanie pozycji jednostki na morzu oraz dokładności jej pozycjonowania, realizowane będą również nowe pomysły, które będą zapewniać poprawę istniejących rozwiązań i możliwości. Wskazane jest wykorzystywanie kilku systemów w celu zwiększenia niezawodności, jak i poprawy dokładności określenia i utrzymania pozycji [14]. W referacie wskazano, że wykorzystuje się różnorodne źródła, w miarę możliwości najmniej kosztochłonne. Wzrost możliwości technicznych, w tym układów pomiarowych oraz

opracowujących otrzymane sygnały, przekłada się na rozwój systemów wspomagających systemy dynamicznego pozycjonowania jednostek.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Wymagania techniczne dla okrętowych układów energoelektronicznych*, Przepisy PRS, Gdańsk 2006.
- [2] Rules for Classification of Ships DNV part 6 chapter 7: *Dynamic Positioning Systems*, 2011.
- [3] *Reference List Offshore Drilling Rigs and Drill Ships. Electrical System Solutions*. ABB 2010. www.abb.com/marine
- [4] Sims C.: *How to choose a DP Class*, Dynamic Positioning Conference, Houston, USA, 1998.
- [5] Herdzik J.: „Wymagania stawiane okrętowym układom zarządzania energią“, Komputerowe Systemy Wspomagania Nauki, Przemysłu i Transportu, TransComp, Zakopane, 6-10 grudnia 2010 r. czasopismo Logistyka nr 6/2010. ISSN 1231-5478, pages 1089-1099.
- [6] Hutchinson B.L: *New Insights into Voith Tractor Tug Capability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Seattle, USA, III 1993.
- [7] Minsaas K.J., Lehn E.: *Hydrodynamical Characteristics of Thrusters*, NSF Report R69-78, 1978.
- [8] *Annual Report*, Fred Olsen Energy ASA, 2000.
- [9] *Offshore Support Vessel*, Brochure Kongsberg Seatex AS 2010.
- [10] Overdam Van N., Philips A.: *Today's Dynamic Positioning Systems*, Kongsberg 2011.
- [11] Fay H.: *Dynamic Positioning Systems, Principles, Design and Applications*, Editions Technip, 2008.
- [12] Ruinen R., Degekamp G.: *Anchor Selection and Installation for Shallow and Deepwater Mooring Systems*, Proceedings of the Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference, Stavanger, Norway 2001.
- [13] http://www.hydro-international.com/files/productsurvey_v_pdfdocument_20.pdf
- [14] <http://www.imca-int.com/divisions/marine/reference/intro05.html>.