

MARINHA DO BRASIL

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

ERICK MAIA NANJARA

O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS EMBARCAÇÕES

MERCANTES: topologia e operação

RIO DE JANEIRO

2015

ERICK MAIA NANJARA

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS EMBARCAÇÕES
MERCANTES: topologia e operação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Prof. Eng. Hermann Regazzi Gerck

Engenheiro Químico

Especialista em Mecânica dos Fluidos

RIO DE JANEIRO

2015

ERICK MAIA NANJARA

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS EMBARCAÇÕES
MERCANTES: topologia e operação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. Eng. Hermann Regazzi Gerk
Engenheiro Químico
Especialista em Mecânica dos Fluidos

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este Trabalho aos Alunos da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante na esperança que tenham maior acesso e familiarização, durante o curso, ao Sistema de Posicionamento Dinâmico, que hoje é tão empregado em navios da frota mundial garantindo aos tripulantes maior segurança e conforto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha mãe, pela base sólida que eu sempre encontrei em casa, pelo porto abrigado que ela me proporcionava mesmo nos mares mais revoltos da minha formação como cidadão e como Oficial da Marinha Mercante brasileira. Ao meu pai, por seu exemplo de profissionalismo, dedicação, honestidade, e valor a instituição fundamental que é a família, virtudes que guiam meus passos e muito me auxiliaram em todo o trajeto que se encerra com este Trabalho. Aos meus colegas de turma que me ensinaram na prática o real valor da liderança e a diferença entre um chefe e um líder, em especial aqueles que conviveram comigo no alojamento, verdadeiros irmãos de uma família criada com base no respeito e na solidariedade. Aos Oficiais que passaram pelo CIAGA durante meu breve período cursando a EFOMM, que me motivaram ao reconhecer o trabalho árduo e o empenho que sempre dediquei à Escola. Agradeço a todos os docentes pelos conhecimentos e experiências que transmitiram dentro e fora das salas de aulas, dedicando-se inclusive nos tempos de intervalo a sanar dúvidas, questionamentos. Agradeço em especial aos Professores Hermann Regazzi Gerk, que aceitou meu pedido para tê-lo como Orientador, e Henrique Vaicberg que, durante o segundo ano letivo, me possibilitou assistir as apresentações das Monografias do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Náutica (APNT), servindo de grande motivação ao desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também ao Capitão-de-Cabotagem Antonio Sergio Mesquita Felix, formado nesta turma do segundo semestre de 2014 do APNT que cedeu uma cópia escrita de sua monografia que serviu de inspiração ao desenvolvimento deste trabalho e ao meu colega de turma Eduardo Bastos Monteiro Mercado que buscou integrar os Alunos à Comunidade Marítima na DP Brasil Conference realizada em Maio de 2015.

“Não adianta dizer: “estamos fazendo o melhor que podemos”. Temos que conseguir o que quer que seja necessário.”

(Winston Churchill)

RESUMO

As embarcações se movimentam sobre e em torno de três eixos. Estes movimentos podem ser controlados de duas formas básicas: por meio de espias e amarras ou utilizando os propulsores. O sistema de posicionamento dinâmico se baseia em maximizar a eficiência dos propulsores para a obtenção da posição e do aproamento desejados de maneira inteligente.

O objetivo deste trabalho é apresentar ao leitor a estrutura do sistema, seus componentes e a maneira que este funciona, transformando os dados recebidos dos sistemas de referência de posição e sensores em respostas dos propulsores para que o vetor resultante definido seja alcançado. A familiarização prévia do usuário com o console tende a culminar em melhores resultados nos adestramentos posteriores ao curso da EFOMM.

Apesar do nome do sistema, existem diversos modos operacionais, que facilitam não apenas a manobra como a navegação conferindo maior precisão e segurança às operações *offshore*. Os modos operacionais foram criados visando melhor atender cada necessidade específica das mais variadas missões a serem cumpridas pelos navegantes.

ABSTRACT

Vessels move on three axis. These movements can be controlled two ways: through cables and anchors or using the vessel's own propellers. The Dynamic Positioning System smartly maximizes propeller's efficiency willing to achieve the desired position and heading.

This paper's main goal is to present the reader the system's structure, it's components and how it works, turning data received from Position Reference Systems and Sensors into mechanical answers so the propellers can make the vessel move on a predefined vector. This familiarization should improve the Students results on DP courses.

Even being called Dynamic Positioning System, there are many operational modes that make easier not only maneuvering but also navigating, providing safety and precision to offshore operations. The operational modes were created to serve each specific need the many missions to be accomplished demand.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diferença entre posição estática e dinâmica	12
Figura 2	Graus de Liberdade	13
Figura 3	Efeito das condições de tempo	14
Figura 4	Composição dos Movimentos do Navio	15
Figura 5	Topologia do Sistema	16
Figura 6	Estrutura do Sistema	17
Figura 7	Embarcação de manuseio de âncora	20
Figura 8	Ducted Thrusters	20
Figura 9	Eixo propulsor	21
Figura 10	Z-Drive	21
Figura 11	L-Drive	22
Figura 12	Propulsor Azipod®	22
Figura 13	Agulha Giroscópica	24
Figura 14	Efeito do balanço no posicionamento	24
Figura 15	Anemômetro	25
Figura 16	DGNSS	26
Figura 17	Short base line	27
Figura 18	Super short base line	27
Figura 19	Long base line	28
Figura 20	Cyscan	29
Figura 21	Diving Support Vessel	31
Figura 22	ROV	32
Figura 23	Pipe Laying Vessel	32
Figura 24	Platform Supply Vessel	32
Figura 25	Anchor Handling Tug Supply	33
Figura 26	Crew Boat	33
Figura 27	FPSO	33
Figura 28	Drillship	34
Figura 29	Semi Submersible Drilling Rig	34
Figura 30	JSMH	35
Figura 31	JSAH	36
Figura 32	Auto position	36
Figura 33	Auto area position	37
Figura 34	Auto track	37
Figura 35	Auto pilot	38
Figura 36	Auto sail	38
Figura 37	Fixed distance	39
Figura 38	Riser follow	39
Figura 39	Bow Loading System	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	BREVE HISTÓRICO	11
3	DEFINIÇÕES	12
3.1	Posicionamento estático	12
3.2	Posicionamento dinâmico	12
3.3	Graus de liberdade	13
3.3.1	<i>pitch</i> (caturro)	13
3.3.2	<i>roll</i> (balanço)	13
3.3.3	<i>heave</i> (arfagem)	13
3.3.4	<i>surge</i> (avanço e recuo; X)	14
3.3.5	<i>sway</i> (abatimento; Y)	14
3.3.6	<i>yaw</i> (cabeceio;N)	14
3.4	Forças externas	14
3.5	Controle do movimento do Navio	15
4	COMPOSIÇÃO DO DP	16
4.1	Controladores	17
4.1.1	forças ambientais	17
4.1.2	controlador Proporcional Integral Derivativo (PID)	17
4.1.3	filtros Kalman	18
4.2	Sistemas de propulsão e geração de energia	19
4.2.1	propulsores fixos	19
4.2.2	<i>tunnel thrusters</i>	19
4.2.3	<i>ducted thrusters</i>	20
4.2.4	<i>propellers</i>	20
4.2.5	propulsores azimutais	21
4.3	Sensores	23
4.3.1	giroscópios (<i>gyrocompass</i>)	23
4.3.2	VRU (<i>Vertical Reference Unit</i>)	24
4.3.3	anemômetros	24
4.4	Sistemas de referência	25
4.4.1	DGNSS	25
4.4.2	sistemas hidroacústicos	26
4.4.3	<i>taut wire</i>	28
4.4.4	DARPS	28
4.4.5	Cyscan	29
4.4.6	Fanbeam	29
4.4.7	Artemis (<i>Range-bearing</i>)	29
5	CLASSES, MODOS OPERACIONAIS	30
5.1	Classes do DP (redundância)	30
5.1.1	classe 1 (redundância parcial)	30
5.1.2	classe 2 (redundância completa)	30
5.1.3	classe 3 (redundância e <i>backup</i>)	31

5.2	Modos operacionais do sistema DP	35
5.2.1	<i>standby mode</i>	35
5.2.2	<i>joystick manual heading (JSMH)</i>	35
5.2.3	<i>joystick auto heading (JSAH)</i>	35
5.2.4	<i>dynamic positioning ou auto position</i>	36
5.2.5	<i>dynamic positioning minimum power ou auto area position</i>	36
5.2.6	<i>auto track</i>	37
5.2.7	<i>auto pilot</i>	37
5.2.8	<i>auto sail</i>	38
5.2.9	<i>remotely operated vehicle follow (ROV Follow)</i>	38
5.2.10	<i>riser follow</i>	39
5.2.11	<i>shuttle tanker modes</i>	39
5.2.12	<i>dead reckoning control</i>	40
6	EMERGÊNCIAS DP	41
6.1	DP Drift Off	41
6.2	DP Drive Off	41
6.3	Procedimentos e Treinamentos	41
6.4	Estados Operacionais	41
6.4.1	estado de operação normal	41
6.4.2	estado de operação degradado	41
6.4.3	estado de alarme amarelo	42
6.4.4	estado de alarme vermelho	42
6.4.5	estado de alarme vermelho direto	42
6.5	Cintilação ionosférica	42
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8	BIBLIOGRAFIA	45

1 INTRODUÇÃO

O ser humano desenvolve tecnologias sempre que um novo obstáculo se apresenta. O objetivo dos desenvolvedores normalmente é garantir maior praticidade, acurácia e, para o usuário marítimo, a Salvaguarda da Vida Humana e a Prevenção da Poluição oriunda de Navios são as metas fundamentais. Na Indústria Naval, o Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP) implementado, principalmente, nos Navios envolvidos na exploração dos recursos minerais do subsolo, veio suprir uma série de deficiências que comprometiam as operações pelos mais variados motivos.

A demanda por embarcações equipadas com DP veio da necessidade de manter a posição e o aproamento dos navios onde não se podia usar amarrações ou ancoragens, seja por causa da viabilidade, ou da praticidade. É o que acontece em áreas que o fundo é de coral ou onde a lâmina d'água é muito espessa e o fundeio se torna despendioso e demorado. O Sistema de Posicionamento Dinâmico é uma tecnologia que antes era considerada intangível e hoje é um requisito *sine qua non* a capacitação do Profissional Aquaviário, apesar de infelizmente ainda não fazer parte do sumário de todos os Cursos de Formação de Oficiais de Nautica.

O Sistema já é largamente utilizado em Navios das mais diversas utilidades. Barcos de Mergulho e ROV (DSV's e RSV's), lançadores de linhas rígidas, linhas flexíveis e cabos (PLSV's, Lay-SV's, etc), embarcações-guindaste de grande porte, lançadores de *templates* e *manifolds* (MSV's), dragas, embarcações lançadoras de enrocamento e construções submarinas, rebocadores de manuseio de âncoras, unidades de produção (FPSO's), *supply boats*, "flotéis", embarcações de recreio, porta-containers, navios aliviadores (*shuttle tankers*), navios científicos e hidrográficos e navios de salvamento.

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é trazer para o Aluno da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante uma noção básica sobre o funcionamento e a operação do Sistema de Posicionamento Dinâmico visando auxiliar na sua formação e desmistificar essa ferramenta que aos olhos de muitos ainda é inalcançável.

2 BREVE HISTÓRICO

“Inicialmente a esmo, ao sabor das correntes, (...), à força de remos e, em seguida, a vela aproveitando os ventos, o que perdurou até fins do século XIX”

O objetivo das pessoas em explorar o mar se adapta de acordo com as necessidades da sociedade como um todo. No início, as propulsões primitivas, a remo e a vela, eram suficientes para aqueles povos que as utilizavam. As máquinas térmicas substituíram esses meios de propulsão e hoje, na exploração do leito e do subsolo marítimo observa-se o frequente uso da propulsão elétrica que confere maior precisão e controle da potência e dos movimentos, visto que a falha em uma manobra pode causar danos profundos a vida, ao meio ambiente e a economia. Para limitar os movimentos de uma embarcação em alto mar, no passado, era exigida do operador uma capacidade extraordinária de simultaneamente observar as condições do tempo, calcular seus efeitos e acionar controles de propulsão e aproamento para evitar a deriva do navio.

Para minimizar os riscos, ao final da década de cinquenta e início da década de sessenta surgiu o primeiro projeto de desenvolvimento de sistema de posicionamento dinâmico, o Projeto *Mohole*, de 1957. Em 1961 foi implantado com sucesso o primeiro sistema a bordo do Navio Sonda CUSS I. Este sistema contava com quatro propulsores giratórios, dotados de controle individual, e mantinha sua posição com referência num sistema hidroacústico. Foi capaz de se manter num raio de 180m operando na profundidade de 948m, na Califórnia. Posteriormente a *Shell Oil Company*, lançou o NS Eureka que já contava com equipamentos automatizados que faziam o controle dos propulsores. Em 1964 foi lançado o NS Caldrill 1, com sistema similar ao Eureka. Apenas em 1977, com o lançamento do SS Uncle John, o sistema foi batizado como *Dynamic Positioning* (DP). Atualmente o controle de todos os propulsores da embarcação está integrado no console do equipamento, com interface eletrônica entre operador e máquina, de onde pode ser controlado por um Joystick. O primeiro fabricante de sistemas DP foi a americana *Honeywell*, a qual dominou o mercado até o final da década de 70. Ela foi seguida pela também americana AC Delco. Na Europa as primeiras foram as francesas CIT-Alcatel e Thomson, vindo depois a inglesa G.E.C e finalmente a norueguesa Simrad-Albatross, em 1977. Na atualidade os principais fabricantes são a Kongsberg (com a marca Simrad ainda ativa e recentemente tendo englobado a “divisão DP” da sueca ABB), a anglofrancesa Alston (anteriormente Cegelec, que por sua vez nasceu da fusão entre Alcatel e G.E.C) e finalmente a australiana Nautronix (a qual adquiriu a “divisão DP” da *Honeywell* no início da década de 90).

3 DEFINIÇÕES

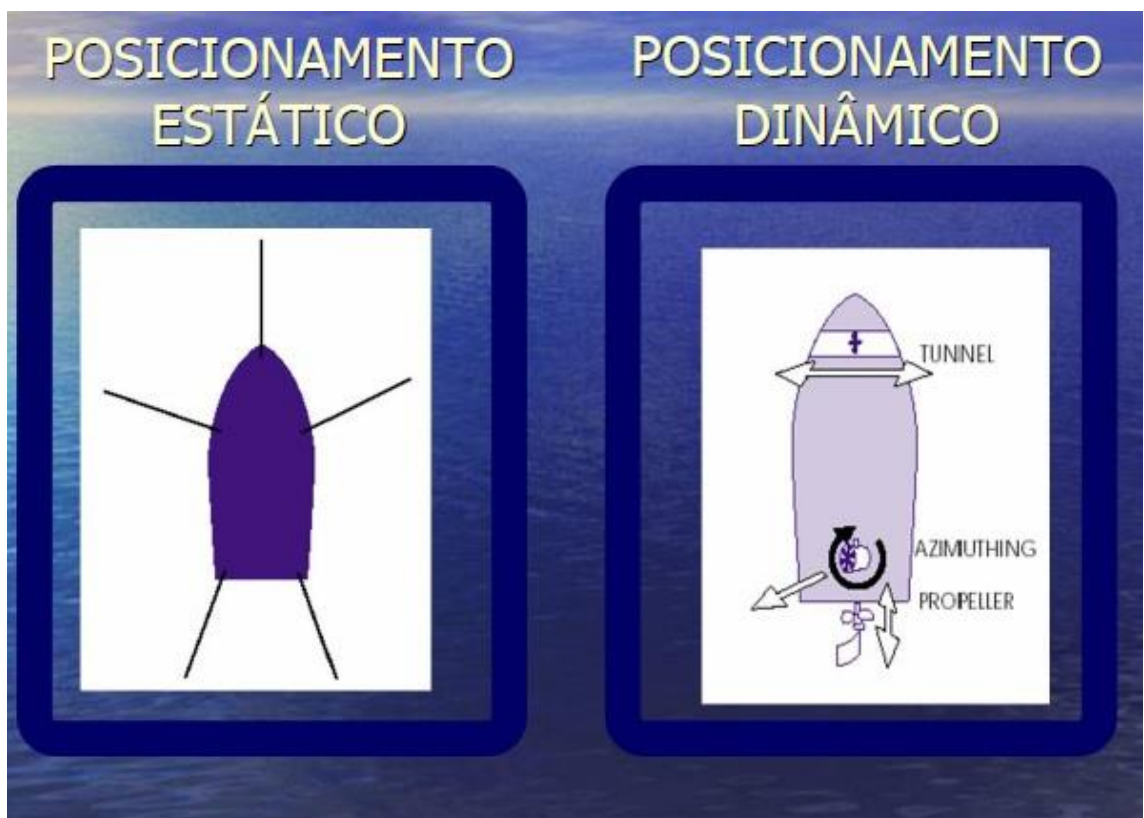
3.1 Posicionamento estático

Entende-se por posicionamento estático a condição na qual a embarcação reduz seu movimento mantendo sua posição por auxílio de âncoras e linhas.

3.2 Posicionamento dinâmico

Segundo a International Maritime Organization (IMO), uma embarcação de posicionamento dinâmico é aquela que mantém automaticamente sua posição (ponto fixo ou trajetória predefinida) por meio de propulsores. O sistema conta com um computador central que processa os dados de sensores e os compara com o determinado pelo operador, calculando a força a ser aplicada pelos propulsores para alcançar o set-point.

Figura 1 – Diferença entre posição estática e dinâmica

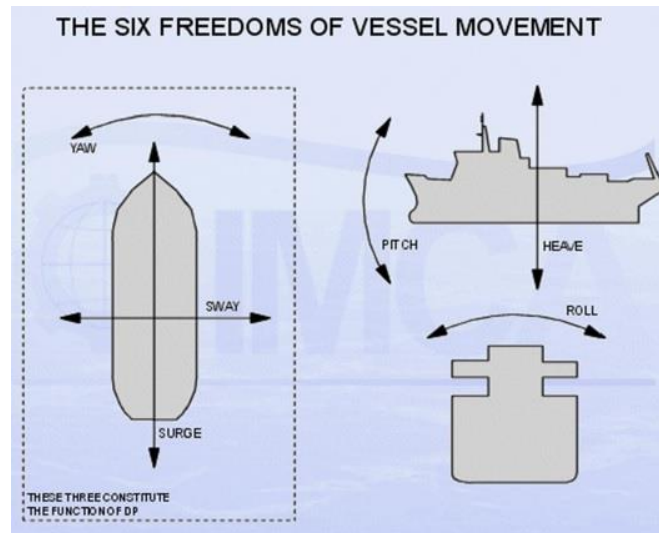


Fonte: Curso - The Dynamic Positioning Centre

3.3 Graus de liberdade

Para operar o sistema é necessário conhecer os “Graus de Liberdade da Embarcação”, que são os abaixo definidos:

Figura 2 – Graus de Liberdade



Fonte: Curso - The Dynamic Positioning Centre

3.3.1 *pitch* (caturro)

Giro em torno do eixo transversal do navio com movimento da proa e da popa para cima e para baixo.

3.3.2 *roll* (balanço)

Giro em torno do eixo longitudinal, com aproximação e afastamento do convés nos bordos da linha d'água.

3.3.3 *heave* (arfagem)

Movimento no eixo vertical da embarcação, influenciado pelas ondas. A distância da quilha (*keel*) ao leito marítimo aumenta e diminui repetidamente.

3.3.4 *surge* (avanço e recuo; X)

Movimento no eixo longitudinal, para vante e para ré.

3.3.5 *sway* (abatimento; Y)

Movimento no eixo transversal, a embarcação se desloca lateralmente de um bordo para o outro.

3.3.6 *yaw* (cabeceio; N)

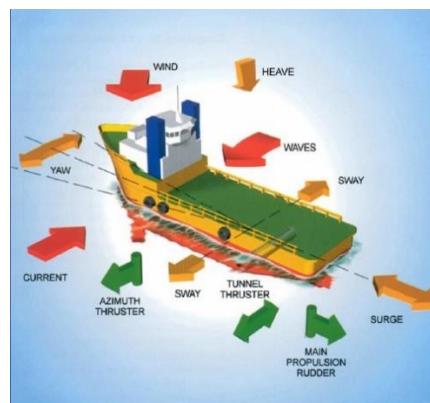
Giro em torno do eixo vertical, consiste na variação da proa.

É importante ressaltar que o sistema pode apenas controlar os movimentos *Surge*, *Sway* e *Yaw*, que de fato interferem na posição e no aproamento da embarcação. Recomenda-se um cuidado extra ao utilizar referências submarinas com o movimento *Roll*, que pode ser processado como um desvio na distância para os *Beacons* gerando uma posição imprecisa.

3.4 Forças externas

Qualquer embarcação, navegando, está sujeita ao meio marinho e, conseqüentemente, sofre com as forças causadas pela natureza: vento, corrente e ondas. O sistema deve, então, calcular o desvio entre a posição atual do navio e o *set-point* e determinar o sinal de controle necessário para que os propulsores exerçam força suficiente para que haja o menor desvio possível. A posição é fornecida pelos sistemas de referência e o aproamento pela agulha giroscópica.

Figura 3 - Efeito das condições do tempo



Fonte: Curso - The Dynamic Positioning Centre

3.5 Controle do movimento do Navio

A tarefa do sistema de controle de movimento do navio consiste em fazer com que o navio siga uma determinada trajetória definida em função de sua posição, velocidade e aceleração. Na maioria das condições operacionais do navio, a trajetória desejada é um movimento que varia em baixa frequência (lowfrequency motion) comparada com o movimento oscilatório induzido por ondas (wave-frequency motion).

Figura 4 – Composição dos Movimentos do Navio

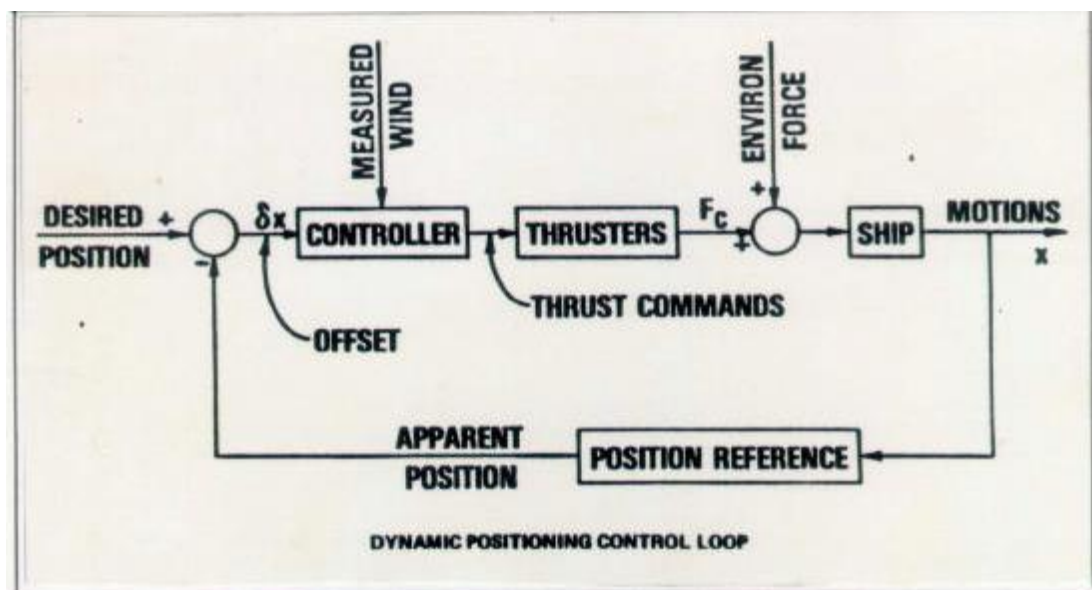


Fonte: Arquivo pessoal

4 A COMPOSIÇÃO DO DP

O Sistema DP é o responsável por determinar a posição atual da embarcação com base em informações recebidas dos Sistemas de Referência de Posição e Sensores Auxiliares, comparar os dados recebidos com a posição desejada pré-estabelecida, estimar o erro ou discrepância entre as duas medidas e emitir ordens ao Sistema de Propulsão comandando a correção necessária para restabelecer o posicionamento desejado.

Figura 5 – Topologia do Sistema

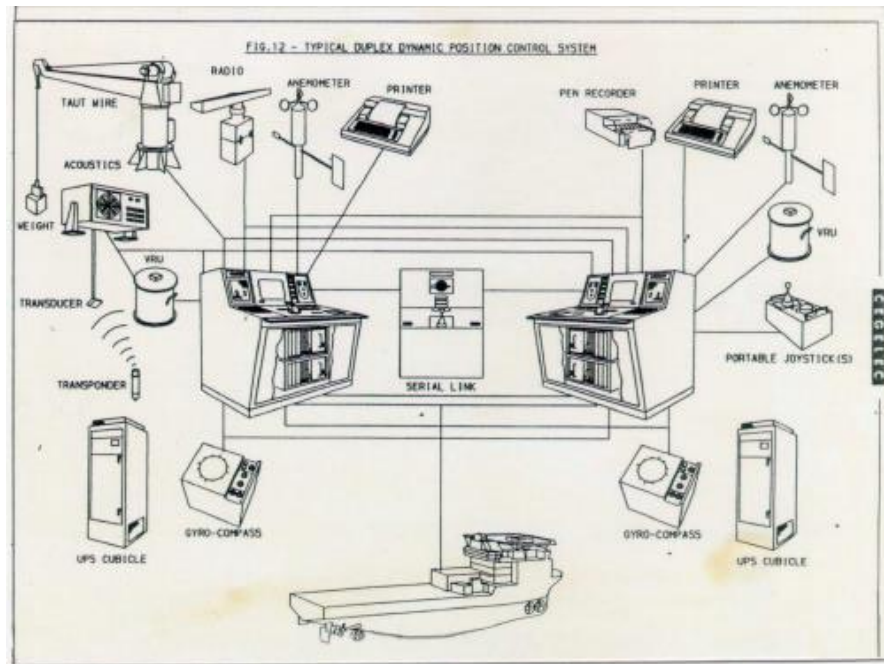


Fonte: RAPPINI, Sandro G. Fundamentos de posicionamento dinâmico

Esta linha de ação contudo é dificultada pelo efeito combinado das forças de origem oceano-meteorológica (vento, corrente, ondas), as quais devem ser levadas em conta no cálculo da força comandada ao Sistema de Propulsão visando a compensação dos 03 movimentos no plano horizontal (X, Y e N). São subsistemas que compõe o sistema DP: Controladores/Computadores; UPS's; Sensores; Referência de Posição.

4.1 Controladores

Figura 6 – Estrutura do Sistema



Fonte: RAPPINI, Sandro G. Fundamentos de posicionamento dinâmico

4.1.1 forças ambientais

Os algoritmos de controle trabalham com um modelo matemático que corresponde a uma descrição hidro e aerodinâmica da embarcação com base em suas características físicas tais como massa, volume, formato, calado e forças de arrasto (“drag forces”). O modelo matemático é afetado pelas mesmas forças que atuam sobre a embarcação, ou seja, é uma simulação da realidade.

As forças devido ao vento são calculadas a partir das medições de velocidade e direção nos anemômetros, decompondo-se em sinais de baixa ou alta frequência (rajadas); as forças devido às ondas e correntezas são calculadas a partir de estimativas dos efeitos que provocam no casco; As forças devido aos thrusters são calculadas a partir de suas características construtivas e de performance (dados que o modelo dispõe) em função da rotação, pitch e heading dos mesmos.

4.1.2 controlador Proporcional Integral Derivativo (PID)

É o tipo mais difundido, presente em sistemas DP mais antigos. O Controlador avalia o erro total entre a posição medida e a desejada, decompondo-o em cada uma das 3 direções

fundamentais: *Surge* (X), *Sway* (Y) e *Yaw* (N). Cada componente de erro é multiplicada por “Fatores de Ganho” específicos, resultando numa “Demanda de *Thruster*” para cada direção. Esses “Fatores de Ganho” são obtidos inicialmente a partir de cálculos proporcionais (força restauradora diretamente proporcional ao módulo do erro ou desvio de posição) e derivativos (força restauradora proporcional à derivada do desvio, qual seja à velocidade). Uma vez que o objetivo primordial é manter a embarcação estacionária, a velocidade é zero. Portanto, a componente derivativa do Controlador deve atuar no sentido de zerar a velocidade. Se o Sistema levasse em conta apenas a Componente Proporcional, o controle seria inevitavelmente oscilatório posto que a força comandada só seria invertida após a embarcação ultrapassar o “alvo”. A introdução da Componente Derivativa permite reduzir a força total necessária aos thrusters, uma vez que são acionados de forma antecipada no sentido de começar a “frear” o movimento antes de passar por cima do “alvo”, comandados em função da velocidade.

4.1.3 filtros Kalman

Consiste num conjunto de algoritmos extremamente complexos, desenvolvidos inicialmente para sistemas de controle de equipamentos bélicos tais como satélites, mísseis e submarinos nucleares. Aplicados em modernos sistemas DP, conjugam alta precisão, estabilidade e economia de thrusters se comparados com os tradicionais controladores “PID”.

A essência dos filtros Kalman é o caráter preditivo que incorporam a Controlador. O Sistema começa a adquirir os dados dos sensores, numa fase de “aprendizado” das condições atuais reinantes na locação, e depois de certo tempo passa a prever a posição, velocidade e forças atuantes na embarcação. Os dados previstos num determinado ciclo (da ordem de milissegundos) são comparados com os valores medidos e o erro associado será incorporado na previsão do próximo ciclo, num processo contínuo de retroalimentação cujo resultado é aumentar cada vez mais o grau de acerto das previsões, desde que mantidas constantes as condições externas. Como na prática isso não ocorre, ao menos consegue-se diminuir bastante as oscilações da Unidade em torno do “alvo”, por assim dizer “amortecendo” os desvios de posição e conseqüentemente economizando thrusters.

Combinando os resultados obtidos de posição, velocidade e força o Sistema estima de forma bastante precisa os “Fatores de Ganho” que, aplicados aos componentes do desvio total, fornecerão as “Demandas de Thrusters” correspondentes. Em resumo, a utilização dos Filtros Kalman possibilita redução efetiva de “ruídos” provenientes das medições de heading e posição, combinação de dados provenientes de diferentes Sistemas de Referência, capacidade

preditiva possibilitando a manutenção da posição mesmo em caso de “corte” de informações baseando-se em dados históricos recentes de posicionamento. Essa característica é conhecida como “Dead Reckoning Mode”, economia de combustível e menor desgaste de thrusters em função da menor solicitação aos propulsores.

4.2 Sistemas de propulsão e geração de energia

Os sistemas de propulsão são os responsáveis pela geração das forças de reação, que mantém o posicionamento e permitem o deslocamento da embarcação, sendo os principais consumidores de energia a bordo. A escolha dos propulsores apropriados para uma embarcação deverá ser baseada nas dimensões da embarcação, no papel que esta desempenhará e nas condições de trabalho. Num determinado projeto de embarcação DP existirão várias configurações possíveis de propulsores, a escolha recaindo naquela que melhor atender ao escopo e local de trabalho desejados para a Unidade. Entretanto, para uma dada potência de thrusters e propellers haverá limites de forças ambientais além dos quais o equilíbrio de forças e momentos não será mantido, e a partir daí a Unidade perderá o posicionamento. Esses limites portanto devem ser bem conhecidos de forma a interromper adequadamente as operações, sem riscos para o poço, o equipamento e as pessoas. Os *thrusters* podem estar dispostos de várias formas, sendo mais comuns:

4.2.1 propulsores fixos

São aqueles cuja direção do empuxo gerado tem direção constante em relação ao eixo longitudinal da embarcação. Podem ser:

4.2.2 *tunnel thrusters*

Instalados em túneis, com pás projetadas para proporcionar a mesma intensidade de empuxo nos dois sentidos de rotação, normalmente dispostos nas extremidades dos navios para que o momento em relação ao Centro de Flutuação ¹ seja máximo e para evitar perda de potência em função da interação do fluido com o túnel. Tem melhor desempenho no controle do aproamento (cabeceio) e do abatimento.

Figura 7 – Embarcação de manuseio de âncora



Fonte: Damen Products Online

4.2.3 *ducted thrusters*

Aspecto semelhante aos Azimutais mas não podem mudar a direção do empuxo que geram. O termo “Ducted” se refere ao tubo que envolve o propulsor a fim de conferir-lhe maior eficiência hidrodinâmica.

Figura 8 – Ducted thrusters

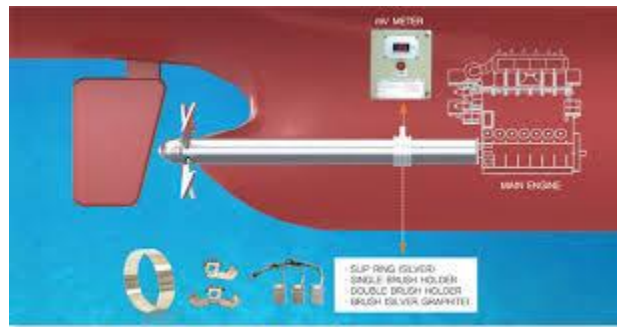


Fonte: Gerk, Hermann Regazzi – Slides Hidrodinâmica

4.2.4 *propellers*

Utilizados para controlar o “Surge” dos Navios quando operando pelo sistema de posicionamento dinâmico.

Figura 9 – Eixo propulsor



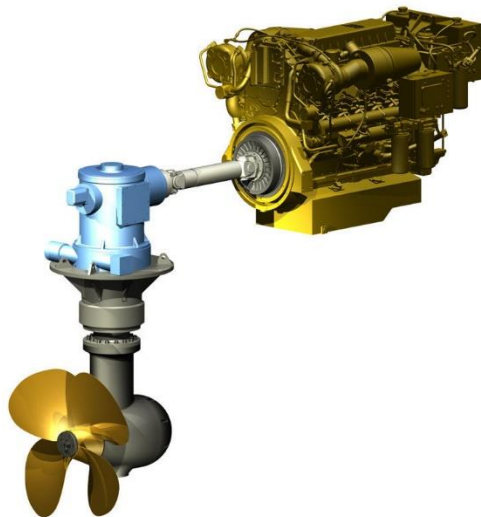
Fonte: Google Images

4.2.5 propulsores azimutais

Neste tipo de propulsor o eixo pode girar 360° conferindo à embarcação maior manobrabilidade e confiabilidade. Podem ser:

- a) **Z-drive**: O motor principal tem seu eixo na horizontal e o sistema conta com duas caixas de transmissão (*gearbox*) e um eixo intermediário entre o eixo propulsor e o eixo do motor.

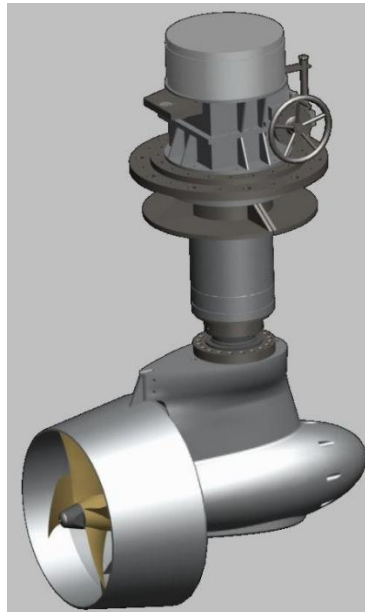
Figura 10 – Z-drive



Fonte: Google Images

b) L-Drive: O eixo do motor principal é vertical e há somente uma *gearbox*.

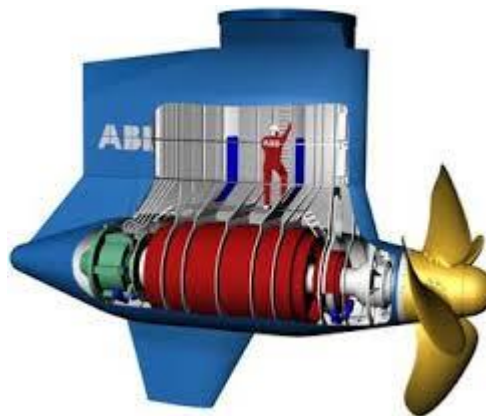
Figura 11 – L-Drive



Fonte: Google Images

c) Azipod®: O propulsor elétrico é envolvido por um “casulo” estanque a água e não há *gearbox*. O eixo do motor elétrico já é o eixo propulsor.

Figura 12 – Propulsor Azipod®



Fonte: ABB Online

d) UPS (*Uninterruptible Power Supply*):

Este Sistema, também conhecido como “No Breaks”, é responsável pelo suprimento contínuo de energia ao Sistema DP e garante o funcionamento de sistemas de referência de posição e sensores em caso de “blackout”, tornando possível continuar o monitoramento da

posição e outras informações correlatas, além de evitar a perda dos dados armazenados. Como toda a alimentação dos Controladores passa pelas UPS's, outra função é absorver picos de corrente ou ruídos normais da embarcação, preservando os equipamentos relacionados ao controle do posicionamento. Uma típica UPS é composta dos seguintes itens: Carregador de baterias que transforma a corrente alternada proveniente do sistema de geração da embarcação em corrente contínua, enviada simultaneamente para o inversor e para a alimentação do banco de baterias. Banco de baterias que fornece energia aos Controladores em caso de *black out*, com capacidade para no mínimo meia hora de operação. Inversor: Converte a corrente contínua recebida diretamente do Carregador (em condições normais) ou do Banco de Baterias (em caso de *blackout*) em corrente alternada de baixa voltagem que alimenta os Controladores (geralmente 115 V). A comutação carregador/baterias é efetuada por meio de um *switch* automático. Faz parte dos procedimentos de inspeção e auditoria de sondas DP uma verificação minuciosa do estado, do funcionamento e do nível de carga das UPS's. Em caso de falha podem acarretar danos irreversíveis ao sistema de Controladores. Chave estática: No caso de sistemas com dupla UPS, este switch tem por função comutar da principal para a *stand by* automaticamente no caso de falha ou esgotamento das baterias.

4.3 Sensores

4.3.1 giroscópios (*Gyrocompass*)

Consiste de um conjunto de agulhas giroscópicas, mais de uma para que haja redundância, que tem como função principal auxiliar no controle do aproamento da embarcação. O sistema é elétrico e não deve ser utilizado assim que entrar em funcionamento devido a imprecisões que pode apresentar. A agulha se autocalibra depois de um determinado tempo que foi energizada.

Figura 13 – Agulha giroscópica

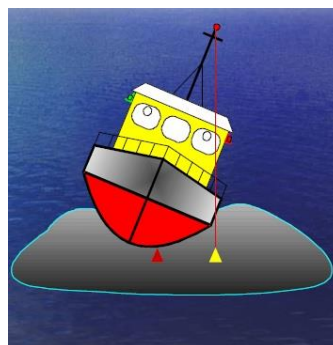


Fonte: Maritime Journal Online

4.3.2 VRU (*Vertical Reference Unit*)

Também chamado de VRS (*Vertical Reference Sensor*), fornece valores de *pitch* e *roll* da embarcação a fim de corrigir os sinais dos Sistemas de Referência de Posição acústicos (especialmente SBL e USBL) e DGPS, distorcidos em função da movimentação de seus respectivos receptores. Sem essa “pseudo-imobilização” da Unidade mediante a “anulação” (por compensação) dos movimentos em torno dos eixos transversal e longitudinal, a precisão desses Sistemas de Referência seria grandemente afetada.

Figura 14 – Efeito do balanço no posicionamento



Fonte: Curso - The Dynamic Positioning Centre

4.3.3 anemômetros

Das forças ambientais que predominantemente atuam sobre uma embarcação DP - corrente, ondas e vento - este último é o único que pode ser diretamente medido com razoável

grau de precisão. Adicionalmente é o elemento oceano-meteorológico cuja taxa de variação é mais acentuada, tanto no que tange à direção quanto na intensidade (rajadas).

Os anemômetros são instrumentos simples. A direção do vento é indicada por uma pequena pá que se alinha com o mesmo, e em cuja base de pivotamento existe um potenciômetro circular que origina variações de voltagem proporcionais ao ângulo. A velocidade é medida a partir de 3 ou 4 pequenas cuias que, ao girar, movimentam o eixo de um pequeno gerador de corrente contínua cuja intensidade é proporcional a essa velocidade. Os dois “outputs” são adequadamente interpretados pelo controlador DP. Entretanto é importante que existam diversos anemômetros, não somente em função da redundância como também pelo posicionamento, o qual deve ser diferente de modo a proporcionar uma média confiável e evitar que fatores externos (zonas de “sombra” ou barreiras, por exemplo) afetem todos ao mesmo tempo.

Figura 15 - Anemômetro



Fonte: Google Images

4.4 Sistemas de referência

Os equipamentos medidores de posição são divididos em dois grupos do tipo absoluto (1) e do tipo relativo (2):

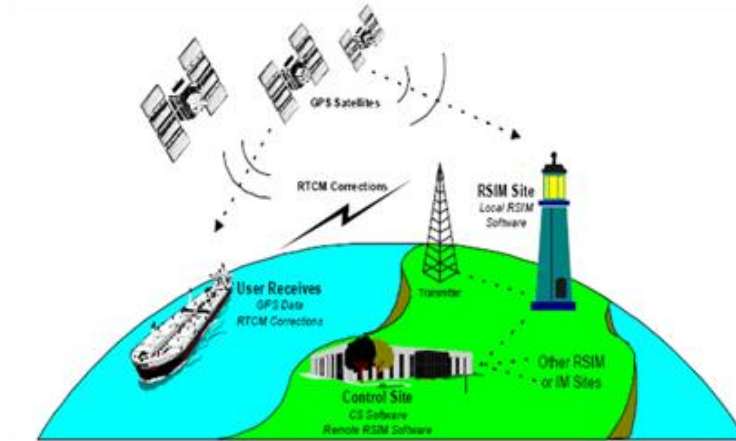
- 1 - DGNSS, Hidroacústico e Taut Wire;
- 2 - DARPS, Fanbeam, Cyscan e Artemis.

4.4.1 DGNSS

O uso do *Global Navigation Satellite System* (GNSS) tornou-se fundamental nas operações em que sistemas de referência independentes se fazem necessários. Em muitos casos, mais de um sistema baseado no GNSS é usado. Sendo assim, a correção de possíveis erros, a bordo, é vital. São vantagens a disponibilidade que raramente é afetada, acurácia, geração de

dados independente de outros sistemas, várias técnicas para prevenir o erro como os sinais rádio e a alta precisão dos relógios atômicos empregados nos satélites

Figura 16 - DGNS



Fonte: Google Images

4.4.2 sistemas hidroacústicos

Muito preciso e “independente”, os sistemas hidroacústicos não dependem de condições climáticas favoráveis ou estações costeiras. Dependem apenas dos componentes do sistema. A sua precisão é da ordem de menos que 1% da lâmina d’água.

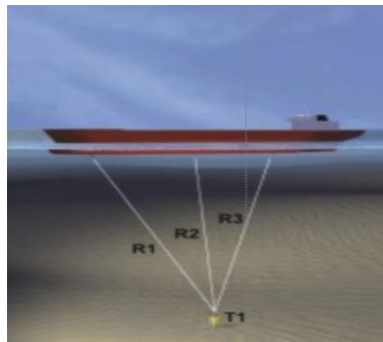
a) composição e princípio de funcionamento: Beacons – Utilizados em sistemas mais antigos, são lançados no fundo do mar, transmitem pulsos acústicos com duração de milissegundos a uma frequência fixa, espaçados de 1 a 3 segundos. Uma vez ativados transmitirão até o esgotamento das baterias. Transponders - Emitem um pulso a uma determinada frequência de sempre que são interrogados pelo equipamento de superfície. Utilizados em sistemas mais modernos, atualmente muitos deles já efetuam medições (temperatura da água, profundidade, tensão nas baterias etc). Hidrofones - No casco da embarcação, recebem sinais acústicos provenientes dos beacons transformam em pulsos elétricos que serão enviados ao processador. Transducers - equipamentos capazes de transmitir e receber sinais acústicos, podendo se relacionar com beacons ou transponders. Processador - Está diretamente ligado aos transreceptores dos quais recebem e processam os sinais elétricos correspondentes à troca de informações, além de gerar os pulsos de interrogação nos sistemas mais modernos.

Considerando um par emissor/receptor, a distância entre eles pode ser determinada pelo tempo de propagação do pulso multiplicado pela velocidade do som na água, a qual deve levar em consideração temperatura e salinidade do meio além das correntezas intermediárias. Isso é

feito inicialmente a partir de tabelas, gráficos e experiência de campo, porém somente a calibração do sistema possibilitará levar em conta na prática todas as variáveis envolvidas naquela locação específica.

b) *short base line (SBL)*: É lançado apenas um *beacon* no fundo e há uma série de (normalmente quatro) hidrofones no casco da embarcação.

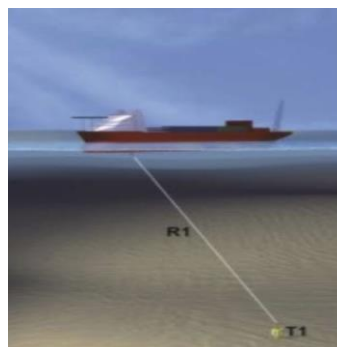
Figura 17 – Short base line



Fonte: IMCA 2000

c) *super short base line (SSBL)*: O princípio de funcionamento do SSBL é semelhante ao SBL, porém os espaços entre hidrofones não são da ordem de dezenas de metros e sim poucos centímetros. O que causa maior imprecisão, porém compacta o sistema.

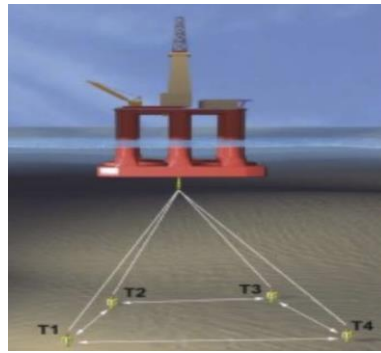
Figura 18 – Super short base line



Fonte: IMCA 2000

d) *long base line (LBL)*: Forma-se, normalmente, um quadrilátero com os beacons no fundo com dimensões conhecidas que serão utilizadas para determinar a posição da embarcação. Há somente um hidrofone ou transducer no casco que interage com os outros componentes. É um sistema caro, mas oferece ótima precisão.

Figura 19 – Long base line



Fonte: IMCA 2000

4.4.3 *taut wire*

Uma poita apoiada no fundo do mar é ligada à superfície por um cabo de aço sob tensão constante posicionado nos bordos da embarcação. Além disso existe um dispositivo denominado “gimbal” no qual é inserido o sensor eletromecânico, cuja função é compensar os movimentos de roll e pitch da embarcação. A poita é lançada próxima da locação na vertical, a leitura dos ângulos permite calcular o *offset*. Na prática, porém, embora seja mantido tensionado o cabo nunca assume uma reta perfeita. Antes de iniciar operações o DP efetua uma calibração do *Taut Wire* utilizando o sistema acústico e a partir daí o erro devido à curvatura do cabo é automaticamente levado em conta no cálculo da posição. Com isso sua precisão típica consegue atingir 2% da lâmina d’água.

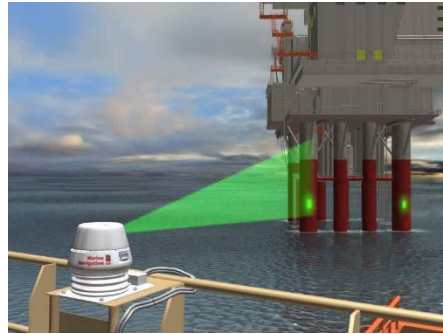
4.4.4 DARPS

O DARPS é um sistema de referência de posição relativo baseado no sistema GPS. Algumas operações DP requerem posicionamento relativo entre duas embarcações. Este sistema utiliza, simultaneamente, dados recebidos do GPS da embarcação *master* e da embarcação *slave*, assim ele calcula a distância e a marcação entre as duas unidades. Estas informações são transmitidas através de um rádio transmissor que utiliza a frequência UHF (*Ultra High Frequency*). O cálculo do vetor relativo é independente da correção diferencial do GPS, já que erros inerentes ao posicionamento GPS das embarcações são mutuamente anulados. Para o cálculo da posição absoluta, são utilizadas as correções diferenciais recebidas de uma Estação de Referência.

4.4.5 Cyscan

Feixe de laser de curta distância com alta precisão. Consiste de um rotor laser montado numa plataforma estabilizada e de três ou mais refletores que são posicionados na estrutura da embarcação a ser apoiada.

Figura 20 – Cyscan



Fonte: Curso - The Dynamic Positioning Centre

4.4.6 Fanbeam

É um sistema laser alternativo de curta distância. Consiste de uma unidade laser que emite um feixe luminoso vertical e pode girar 360° e um refletor, que fornecem distância e marcação.

4.4.7 Artemis (*Range-Bearing*)

Neste sistema há uma estação de referência e a outra móvel e instalada na unidade que se deseja posicionar. A antena móvel emite um feixe estreito e de baixa amplitude na direção da antena fixa, a qual responde informando a distância entre elas (*range*) e a marcação (*bearing*) do sistema móvel. Utiliza-se uma frequência próxima das usadas em radar de banda “X”.

5 CLASSES, MODOS OPERACIONAIS E ESTADOS

5.1 Classes do DP (redundância)

Para garantir a segurança numa unidade de posicionamento dinâmico é necessário “redundância”, possibilidade de funcionar com um componente a menos sem perda irreversível de posição. Por isso foram estabelecidas normas para a especificação, projeto, construção e operação de unidades de posicionamento dinâmico adotadas pelo IMCA (*International Marine Contractors Association*) e aplicados pelas Sociedades Classificadoras de embarcações (DNV, BV, ABS, Lloyds, etc), os quais definem classes de unidades DP a partir da “segurança intrínseca” necessária às mesmas, função do tipo de serviço que vão executar e do grau de risco aceitável para suas atividades.

5.1.1 classe 1 (redundância parcial)

Uma perda de posição poderá ocorrer em decorrência de uma “simples falha” em componente, equipamento ou sistema relacionado ao DP. Aplicado em rebocadores de manuseio de âncora de grande potência, barcos lançadores de linhas ou especiais mais antigos, navios-tanque aliviadores (“shuttle tankers”) convertidos para DP. Deve-se minimizar o risco de ocorrência de “black-out” ou perdas abruptas de posição e, na eventualidade de falhas, garantir ao menos alguma “margem de manobra” ou “capacidade residual de posicionamento” para viabilizar um desconexão segura do mangote, afastando-se então o navio do terminal oceânico para reparos.

5.1.2 classe 2 (redundância completa)

Não poderá ocorrer perda de posição causada por uma “simples falha” em qualquer componente, equipamento ou sistema ativo relacionado ao DP. Normalmente componentes “não ativos” ou “estáticos” (tubulações e válvulas manuais, por exemplo) não são considerados nas análises pressupondo-se que a probabilidade de falha é remota uma vez que estejam bem instalados, protegidos e com possibilidade de isolamento e “by pass” em caso de falha. Aplicado em navios aliviadores (“shuttle tankers”) de última geração. Barcos de mergulho e barcos lançadores de linha modernos. Sondas de perfuração / completação.

5.1.3 classe 3 (redundância e *backup*)

Não poderá ocorrer perda de posição causada por uma “simples falha” em qualquer componente, equipamento ou sistema ativo ou não ativo relacionado ao DP, incluindo-se perda de compartimentos por fogo ou inundação. Nesse tipo de unidade existe multiplicidade e independência em todos os equipamentos e subsistemas que compõe o DP. Pelo menos dois sistemas de referência de posição diferentes deverão estar fisicamente separados dos demais (geralmente no mesmo compartimento “à prova de fogo e alagamento” onde fica o sistema DP “back-up”). Aplicado em arcos de mergulho de última geração, certos tipos de MSV’s (“Multi Service Vessels”), SS-Guindastes, lançadores de templates / manifolds / oleodutos, sondas de perfuração / completação modernas que devem operar em áreas com legislação SMS mais rígida.

Tabela 1 – Tipos de embarcações DP

OSV	Crew boat	Drillship	Semi-submersible	Self-elevating	Shuttle tanker	Barge
83.2%	5.5%	4.6%	3.2%	1.4%	1%	0.8%

Fonte: American Bureau of Shipping

Tabela 2 – Classe a bordo dos diversos tipos

	DPS-1	DPS-2	DPS-3
OSV	25.8%	72.7	1.1
Crew Boat	40.0%	58.2%	1.8%
Drillship	0.0%	6.5%	93.5%

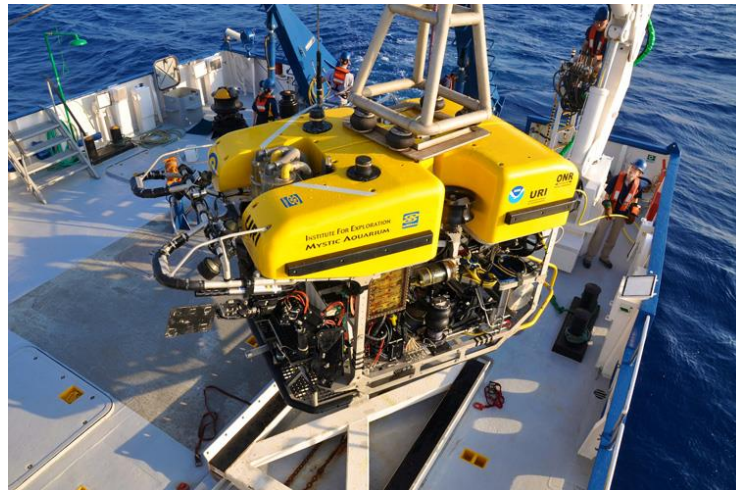
Fonte: American Bureau of Shipping

Figura 21 – Diving Support Vessel



Fonte: Offshore Fleet Online Journ

Figura 22 – ROV



Fonte: Offshore Fleet Online Journal

Figura 23 – Pipe Laying Vessel



Fonte: Offshore Fleet Online Journal

Figura 24 – Platform Supply Vessel



Fonte: Offshore Fleet Online Journal

Figura 25 – Anchor Handling Tug Supply



Fonte: Ship Technology

Figura 26 – Crew boat



Fonte: Malta Ship Photos

Figura 27 - FPSO



Fonte: SBM Offshore

Figura 28 – Drillship



Fonte: Ensco

Figura 29 –Semi Submersible Drilling Rig



Fonte: Arabian Oil&Gas

5.2 Modos operacionais do sistema DP

A embarcação pode ser controlada em diversos modos. A diferença principal entre eles é como a posição e a velocidade nos set-points são aplicadas.

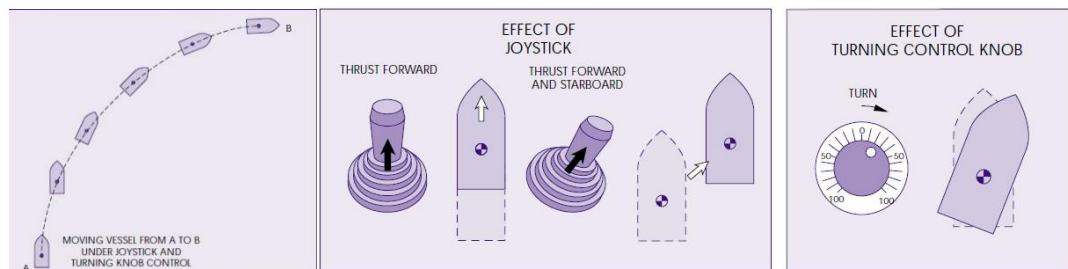
5.2.1 *standby mode*

Além dos outros modos que serão evidenciados, é importante citar também o stand-by que é um estado de prontidão, apenas, no qual o controle da embarcação não é feito pelo sistema de posicionamento dinâmico.

5.2.2 *joystick manual heading (JSMH)*

O operador controla o posicionamento da embarcação por meio de um joystick, que atua nos movimentos transversais, longitudinais e, através de um botão de proa ou a própria rotação do joystick o aproamento (heading) também é controlado.

Figura 30 - JSMH

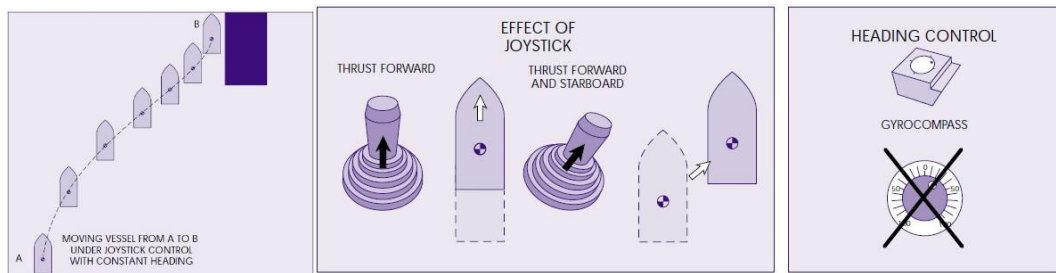


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.3 *joystick auto heading (JSAH)*

Manete único controla todos os propulsores indicando as direções transversais e longitudinais, mas o aproamento é controlado pela agulha giroscópica (gyrocompass). Pode-se tomar diferentes rumos, mas sempre com o mesmo aproamento automático predefinido.

Figura 31 - JSAH

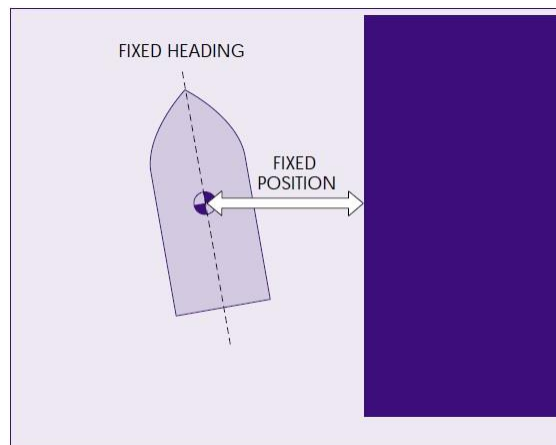


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.4 *dynamic positioning* ou *auto position*

Este modo mantém a embarcação em uma posição fixa em relação a um ponto de referência fixo enquanto mantém um mesmo aproamento. O operador pode selecionar posição e aproamento atuais para que estas variáveis sejam mantidas ou pode determinar para o sistema o seu objetivo, bem como determinar a velocidade de avanço ou de giro e configurar alarmes.

Figura 32 – Auto position



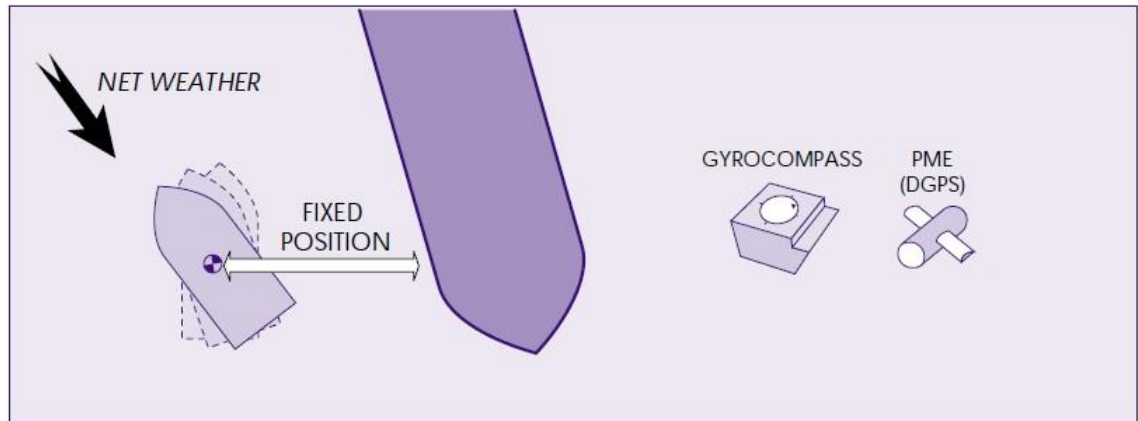
Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.5 *dynamic positioning minimum power* ou *auto area position*

Este modo mantém a posição de uma embarcação em relação a um ponto de referência fixo além de calcular e aplicar um aproamento ótimo de forma a minimizar a potência, conseqüentemente o consumo de combustível, apenas pela combinação das características físicas, hidro e aerodinâmicas com a planta de propulsores. Os thrusters são utilizados quando

os limites operacionais são ultrapassados. Largamente utilizado em operações nas quais a embarcação deve estar pronta a operar nas proximidades de uma sonda.

Figura 33 – Auto area position

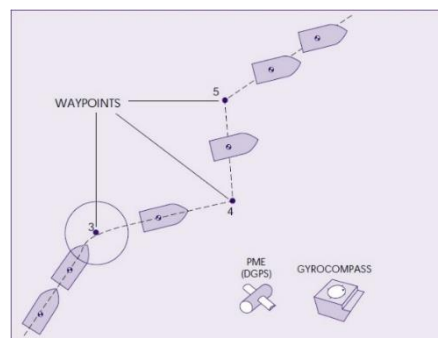


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.6 auto track

Permite que a embarcação siga uma derrota predefinida passando por uma série de waypoints com alta precisão. O sistema opera usualmente em baixas velocidades e as posições e aproamentos de cada “pernada” devem ser determinados pelo operador e os dados ficarão guardados em uma tabela e serão gerenciados pelo sistema a medida que a operação for ocorrendo.

Figura 34 – Auto track

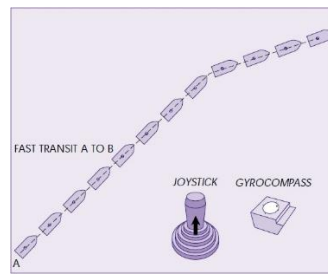


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.7 auto pilot

Modo rápido de navegar mantendo aproamento automaticamente mas controlando a velocidade (potência) pelo joystick.

Figura 35 – Auto pilot

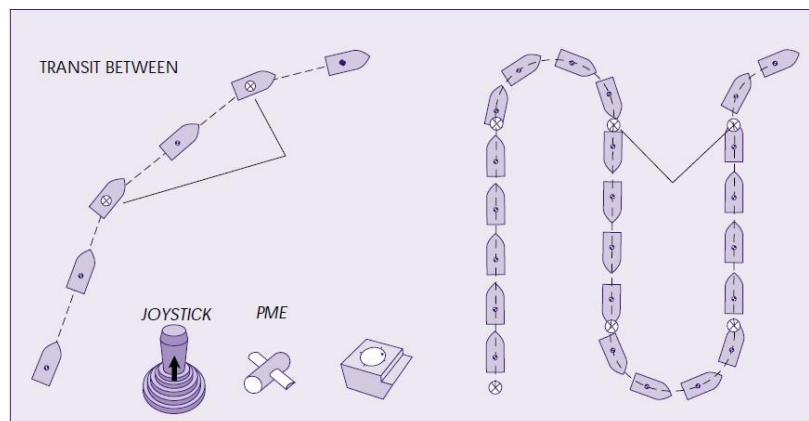


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.8 auto sail

O operador deve montar a derrota a ser seguida da mesma forma que no modo Auto Track para que o sistema mantenha a embarcação no rumo desejado corrigindo eventuais derivas pela mudança do aproamento.

Figura 36 – Auto sail



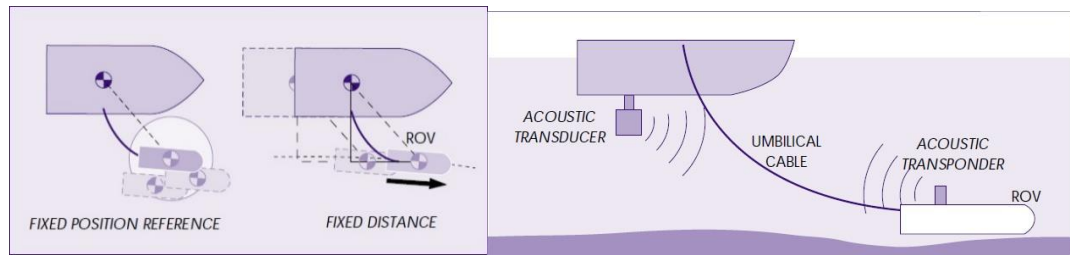
Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.9 remotely operated vehicle follow (ROV Follow)

Este modo tem como objetivo principal posicionar a embarcação em relação a um ROV em operação subaquática.

- a) **fixed position reference:** neste caso, a embarcação fica em uma posição determinada e o ROV pode circular em uma área, caso o ROV saia desta área a embarcação se move de forma que o centro da área permitida seja a nova posição do veículo. Para que isto ocorra, normalmente o ROV é equipado com um beacon para referência.
- b) **fixed distance:** neste outro caso a embarcação se posiciona mantendo uma distância horizontal fixa do ROV.

Figura 37 – Fixed distance

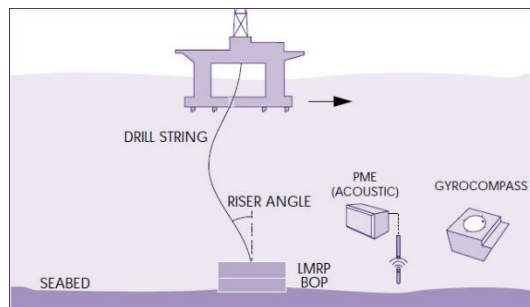


Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.10 riser follow

O sistema controla a posição da embarcação para manter o Riser Angle (indicado na figura tal) próximo a zero. É recebida informação advinda do inclinômetro e dos sinais de posição do módulo, com tais dados é calculada, então, a posição da embarcação que será corrigida automaticamente, se necessário.

Figura 38 – Riser follow



Fonte: Curso de Posicionamento Dinâmico - Kongsberg

5.2.11 shuttle tanker modes

Para a segurança das operações dos Navios Aliviadores, foram desenvolvidos modos característicos para este tipo de atividade. Consistem basicamente em posicionar o aliviador de maneira segura e quase sempre deixando os agentes climáticos pela proa.

Figura 39 – *Bow Loading System*

Fonte: Arquivo pessoal

5.2.12 *dead reckoning control*

É modo que, automaticamente, é acionado em caso de falha integral de todos os sistemas de referência. Permitindo que a embarcação seja controlada por um período de tempo com base nas condições predominantes no momento da falha. Este sistema atua até que o sistema DP passa a ser controlado manualmente por um operador, observa-se que este modo é usado por um período de um a dez minutos, dependendo das condições ambientais e externas do momento.

6 EMERGÊNCIAS DP

Estas emergências estão relacionadas com falhas no sistema que resultem na perda da posição ou do aproamento. Existem duas categorias, são elas *Drift Off* e *Drive Off*.

6.1 DP *Drift Off*

É a perda da posição causada perda total ou redução da propulsão resultando em deriva. Pode ser causada por uma perda de potência, relacionada ao suprimento de energia, falha do sistema (controle, referência de posição ou sensores), falta de combustível ou erro do operador.

6.2 DP *Drive Off*

É a perda de posição causada por uma força imprópria aplicada ao sistema, fazendo com que a embarcação se mova para uma posição indesejável. Pode ser causada por falhas no propulsor (*frozen pitch/RPM* ou *azimuth*), nos sistemas de referência ou na combinação deles, no sistema e controle mas, principalmente, mudanças climáticas repentinas.

6.3 Procedimentos e Treinamentos

Todos os procedimentos devem ser estabelecidos considerando os limites operacionais a embarcação e os treinamentos devem simular cenários realísticos e específicos para cada tipo de operação.

6.4 Estados Operacionais

6.4.1 estado de operação normal

Não é evidente ameaça de perda da capacidade operacional segura da unidade. Existe redundância plena de todos os equipamentos e sistemas relacionados ao DP.

6.4.2 estado de operação degradado

No qual foi detectada a perda da capacidade operacional segura da unidade no que se refere à manutenção da posição. Ele se inicia quando a sonda perde a redundância mínima

estabelecida para operação normal nos equipamentos e sistemas relacionados ao DP por algum tipo de falha, mau funcionamento ou excesso de solicitação, ou seja, decai para “Classe 1”. Normalmente não existe risco iminente de perda de posicionamento

6.4.3 estado de alarme amarelo

No qual a capacidade operacional segura da unidade em termos de manutenção da posição está de fato comprometida uma vez que foi constatado offset. É o estado em que a equipe a bordo deve se preparar para uma provável desconexão de emergência.

6.4.4 estado de alarme vermelho

No qual a Unidade perdeu irreversivelmente sua capacidade de manter posição, resultando em offset intolerável, como decorrência dos Estados anteriores. Não há mais tempo para nada e a Desconexão de Emergência apropriada deve ser executada o mais rapidamente possível (“push the button”). Uma desconexão de emergência não realizada, atuada tardiamente ou mal sucedida poderá acarretar severos danos ao poço, ao equipamento, ao meio ambiente ou mesmo às pessoas.

6.4.5 estado de alarme vermelho direto

No qual a capacidade da Unidade em manter posição foi subitamente perdida diretamente a partir do Estado de Operação Normal, mesmo que não tenha sido detectado offset. Não há tempo algum para preparativos, devendo-se executar imediatamente a Desconexão de Emergência. A causa mais comum é black out apesar de poder também ser causado por perda repentina de controladores, falha humana grosseira, perda súbita ou descontrole de todo o sistema de propulsão.

6.5 Cintilação ionosférica

Cintilação ionosférica é rápida mudança na fase e na intensidade de uma onda eletromagnética (OEM) que tenha atravessado a ionosfera terrestre. Os efeitos da cintilação são mais pronunciados nas altas latitudes no horário próximo à meia-noite local, e na região equatorial logo após o por-do-sol local. A Cintilação Ionosférica é um fenômeno que ocorre devido a atividade solar que acaba afetando as OEM, especialmente nos locais de baixa latitude, como é o nosso caso aqui no Brasil.

Tempestades solares são comuns, em geral durante picos na atividade solar e não causam danos diretos aos seres vivos na terra, pela proteção conferida pela atmosfera. Todavia, elas afetam o campo magnético do planeta e podem causar flutuações nas transmissões de dados.

No caso das unidades com sistema de Posicionamento Dinâmico, devido a esta ocorrência, o sistema perde as informações do DGNSS, resultando num erro de aproximadamente 15 metros; em condições normais o erro é de aproximadamente 18 centímetros.

Durante períodos de ocorrência de cintilação ionosférica, muito cuidado deve ser tomado e se devem realizar operações críticas pois, ainda que os sistemas acústicos estejam inicialmente operando a contento, uma falha súbita tal como ruído ou interferência poderá derrubar o HiPAP e o DGNSS ao mesmo tempo. Operar em "Classe 1", analogia feita no caso da falta de redundância causada pela perda do DGNSS, pode até não trazer problemas em certas circunstâncias, mas em caso de incidentes seria muito difícil justificar perante terceiros. É ideal habilitar outro sistema de referência, como Cyscan, Fanbeam, para aumentar a redundância durante a operação em ocorrências de cintilação ionosférica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda do mercado de exploração do subsolo marítimo atualmente tem proporcionado desenvolvimento de tecnologias e equipamentos que tornam necessária a operação por um profissional capacitado e devidamente certificado para o exercício da função. Hoje, mesmo com os dados apresentados neste trabalho de conclusão de curso, não é mandatório o estudo do Sistema de Posicionamento Dinâmico para a obtenção do Certificado referente ao item II/1 da Convenção STCW.

Além de conhecer, sob diversas perspectivas, o sistema, é importante debater sobre a necessidade dos centros de treinamento e instrução de aquaviários marítimos, dentre os quais dá-se ênfase aos Oficiais de Náutica, abordarem o tema com maior detalhamento visto seu uso diário a bordo dos navios de apoio marítimo e plataformas de exploração que compõem a maior parte das embarcações navegando em Águas Jurisdicionais Brasileiras.

Desde a navegação a remo, passando pela vela, pelo início dos navios com casco de metal, máquina a vapor e chegando nos tempos atuais, temos como ferramenta de maior sofisticação tecnológica o sistema de posicionamento dinâmico que tem como função auxiliar o navegante a manter posição e aproamento de acordo com o estipulado sem se basear apenas na experiência do mesmo, se tornando um meio mais seguro de operar num meio perigoso como o mar. Reitero então a importância de conhecer a fundo a topologia do sistema visando melhor operá-lo e ter segurança nos diagnósticos em caso de falha sabendo o que fazer para minimizar as perdas.

8 BIBLIOGRAFIA

1. RAPPINI, Sandro G. [et al] **Fundamentos de posicionamento dinâmico**. Rio de Janeiro: BR Petrobrás, E&P-BC / GEMPO / GSC / DP-PS, 1996. 103p. il.
2. MIGUENS, ALTINEU PIRES . **Navegação eletrônica e em condições especiais Vol III**. Niterói: Diretoria de Hidrografia e Navegação,2000.
3. ALSTON. **Dynamic Position System: Induction Course**
4. KONGSBERG. **Hipap Comissioning, check and Verification manual**. Kongsberg Maritime, 2010.
5. KONGSBERG. **High Precision Acoustic Positioning Hull Units**. Instruction Manual – Base version. Kongsberg Simrad AS, 2000.
6. KONGSBERG SIMRAD A.S.. **Operator manual Kongsberg Simrad SDP**.
7. THE INTERNATIONAL MARINE CONTRACTORS ASSOCIATION - IMCA. **The role of computers in dp loss of position incidents**. Disponível em: <<http://www.imca-int.com/core/imca/news/press/0305.html>>. Acesso em: 28 junho 2015.
8. THE DYNAMIC POSITIONING CENTRE. **Princípios de funcionamento do posicionamento dinâmico**.