

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

**Lara Guimarães Fernandes Peres**

**O SISTEMA DE  
POSICIONAMENTO DINÂMICO**

**Rio de Janeiro**

**2013**

**LARA GUIMARÃES FERNANDES PERES**

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO**

Monografia apresentada 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: Capitão-de-Fragata (RM1-T) Jales

Rio de Janeiro

2013

**LARA GUIMARÃES FERNANDES PERES**

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO**

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: Marcio Fernandes Jales  
Capitão-de-Fragata (RM1-T)

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a meus pais Jorge e Luciene, que sempre me apoiaram e nunca mediram esforços ao longo desta jornada e dos quais herdei as duas coisas mais importantes que se pode deixar para um filho: caráter e educação. Dedico também a minha irmã Lívia por ter me dado forças sempre que precisei. Dedico por fim aos amigos que me deram suporte para tornar tudo isso possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade, aos meus pais, minha irmã, minha avó, familiares, professores e a todos que me apoiaram durante a trajetória do curso, contribuindo cada um da sua maneira, para a minha formação profissional.

## RESUMO

Atualmente, no cenário da Marinha Mercante, é observado um crescente desenvolvimento tecnológico abrangendo diversas áreas. Este trabalho de conclusão de curso aborda de forma objetiva e clara diversas informações no que tange ao Sistema de Posicionamento Dinâmico (DPS, em inglês), um dos principais componentes no marco das inovações nessa área.

Após a introdução, será apresentado o contexto histórico sobre a necessidade de criação do DPS, o seu desenvolvimento e aprimoramento. No capítulo posterior, os componentes do sistema e seu modo de operação serão detalhados, permitindo um maior aprofundamento do assunto.

Neste estudo, também será abordada a importância do operador no Sistema de Posicionamento Dinâmico a qual, apesar do atual desenvolvimento tecnológico, demonstra que o fator humano ainda é primordial para o sucesso do sistema durante as operações. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo aprimorar o conhecimento e tornar essa tecnologia mais compreensível quanto a sua utilização a bordo.

Palavra-chave: Sistema de Posicionamento Dinâmico

## **ABSTRACT**

Nowadays, in the Merchant Marine scenario we observe an increasing technological development covering many areas. This work of conclusion of course discusses objectively and clearly many information regarding the dynamic positioning system, one of the principal components within the framework of the innovations in this area.

After the introduction, the historical context will be presented about the necessity of the creation of the DPS and it's development and improvement. Last chapter, the components of the system and it's way to operate will be detailed, allowing a greater and deepening of the subject.

In this study, will also be addressed the importance of the operator in the dynamic positioning system which, despite the current technological development, demonstrates that the human factor is still vital to the success of the system during the operations. Therefore, this study aims to improve knowledge and make this technology more understandable regarding its use on board.

Keyword:DynamicPositioning System

## LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	Embarcação CUSS 1	14
2	Graus de liberdade de uma embarcação	18
3	Embarcações	21
4	Classificações do sistema DP	23
5	Subsistemas do sistema DP	24
6	Sistema DGPS	28
7	Sistema <i>Tautwire</i>	29
8	Sistema Cyscan	29
9	Sistema de referência Artemis	30
10	<i>Joystick Manual Heading</i> (JSMH)	31
11	<i>Joystick Auto Heading</i> (JSAH)	32
12	<i>Auto trackmode</i>	33
13	<i>Autopilotmode</i>	34
14	<i>Auto position</i>	34
15	Cursos de DP	37

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I: Desenvolvimento histórico do posicionamento dinâmico.</b>	12
1 - O cenário antes do sistema DP.	12
2 - Surgimento do sistema DP.	13
3 - Vantagens e desvantagens.	14
<b>CAPÍTULO II: Sistema de Posicionamento Dinâmico</b>	16
1 - Definição.	16
2 - Graus de liberdade de uma embarcação	17
3- Fatores que influenciam os movimentos do navio	19
4- Princípios Básicos e Aplicações	19
5- Classificação do Sistema DP	22
<b>CAPÍTULO III - Subsistemas do sistema DP.</b>	24
1 - Subsistema de sensoriamento.	24
1.1 - Agulha girascópica.	25
1.2 - Vertical Reference Unit (VRU).	25
1.3 - Anemômetro.	25
1.4 - Odômetro de efeito Doppler.	25
2 - Sistema de estima ou observação da posição do navio.	26
3 - Sistema de controle.	26
4 - Sistema de potência.	26
5 - Sistema de referência de posição.	27
5.1 - GPS/ DGPS.	27
5.2 - Sistema hidroacústico.	28
5.3 - Taut-wire.	28
5.4 - CYSCAN.	29
5.5 - ARTEMIS.	29
5.6 - Differential Absolute and Relative Positioning System (DARPS)	30
6 - Modos de operação do sistema DP	30
6.1 - Joystick Manual Heading (JSMH)	31
6.2 - Joystick Auto Heading (JSAH)	31
6.3 - Auto Area Position mode	32
6.4 - Auto Track mode	32
6.5 - Autopilot mode	33
6.6 - Auto Position	34

<b>CAPÍTULO IV: O fator humano nas operações de DP</b>	<b>35</b>
1-Dinamic Positioning Operator (DPO).	35
2- Qualificações do DPO.	35
3- O erro humano nos incidentes de DP.	37
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>40</b>

## INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias no setor de transporte marítimo tem se tornado imprescindível nas últimas décadas. Esse fato vem ocorrendo devido ao surgimento das operações em alto mar, que demandaram um controle mais específico sobre o movimento das embarcações, que por navegarem em superfícies fluidas, estão sujeitas a variações de graus de movimento que podem dificultar tais operações.

Tornou-se necessário então, desenvolver um sistema que permitisse manter as plataformas e embarcações com o mínimo possível de influência de agentes externos como ventos, marés, ondas e correntes, visto que existia muita dificuldade de fixar as plataformas no fundo do mar. Assim, foi criado o Sistema de Posicionamento Dinâmico, que previa minimizar estes efeitos.

Com o avanço da automação e computadores, esse sistema desenvolveu como principais funções: o controle automático da posição e o aproamento da embarcação por meio de propulsão ativa (thrusters) com especificações próprias, diferindo dos propulsores comumente utilizados em navegação, permitindo uma maior precisão durante operações mais sensíveis.

De forma geral, ele representa um complexo sistema de controle, composto por sensores (*Global Positioning System* - GPS, sonar, anemômetros, giroscópios etc.), atuadores (propulsores e leme) e um processador central responsável pela execução do algoritmo de controle e pela troca de informações com o operador.

Na atualidade, o operador possui o controle da embarcação através de um *joystick* que opera um sistema integrado entre impelidores e propulsores com uma interface eletrônica, possibilitando a harmonia do posicionamento da embarcação com as ordens para as máquinas.

Trataremos, neste trabalho, sobre a função, importância e outros aspectos desse sistema que cada vez se torna mais importante e essencial no meio marítimo.

## CAPÍTULO I

# DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO POSICIONAMENTO DINÂMICO.

## 1- O cenário antes do sistema DP.

Nos primórdios da exploração e perfuração de petróleo existia muita dificuldade com relação ao posicionamento das plataformas e muito investimento por parte das empresas, pois a instalação dessas plataformas demandava alto custo e havia muita dificuldade com relação a sua movimentação. A fixação se dava por pesos e âncoras que restringiam o movimento das mesmas e possibilitavam a perfuração em águas mais profundas.

Contudo, o sistema de ancoramento utilizado nessas embarcações possuía algumas deficiências, apesar de permitir a fixação da embarcação em determinada área com afastamento tolerável, tais como: falta de elasticidade, baixo amortecimento hidrodinâmico e exposição da embarcação ou plataforma a movimentos causados por correntes, ventos e ondas.

Além desse sistema, o controle de posição de embarcações também poderia ser feito através do posicionamento de sensores acústicos no fundo do mar. Utilizando o cálculo dos desvios da embarcação em relação aos sensores, um operador aciona os propulsores para compensar o movimento, fazendo com que o navio retorne o mais próximo possível da posição inicial de operação.

Esse método possuía uma elevada dificuldade para o operador manter a embarcação no local exato devido à necessidade de estar sempre acionando os *thrusters* manualmente, causando certa imprecisão.

## 2- Surgimento do sistema DP.

Em 1957, o primeiro sistema DP foi usado no projeto Mohole, que objetivava perfurar a camada Moho localizada na parte mais externa da Terra. Para alcançar esta camada, seria necessário realizar as operações em águas mais profundas possível.

A primeira embarcação a utilizar o Sistema de Posicionamento Dinâmico para realizar uma perfuração foi o navio sonda (NS) CUSS1. Foi projetado com um sistema automático de posicionamento dinâmico que contava com quatro *thrusters*, um sensor hidroacústico no fundo do mar e mais quatro bóias que emitiam ondas de rádio para o radar da embarcação.

Em março de 1961, utilizando o efeito conjugado dos impelidores, o CUSS1 foi capaz de manter-se sob o ponto de operação, realizando a perfuração a uma profundidade de 948m, na Califórnia.

No mesmo ano de 1961 a *Shell OilCompany* lançou o navio de perfuração “*Eureka*” que portava um controle automático para o Sistema DP, que tinha suporte de computador analógico-digital, propulsores, *thrusters*, *tautwire* e *beacons*. Em seguida, a *Caldrill Offshore Company* lançou o NS *Caldrill1*. Os dois puderam perfurar em profundidades maiores que 1300 metros.

No mesmo ano surgiu o conceito de redundância, que tinha o intuito de evitar interrupções na operação em decorrência de falhas de componentes. Alguns anos depois, franceses, ingleses e noruegueses também desenvolveram seus sistemas, estendendo a atuação de embarcações com posicionamento dinâmico até o Mar do Norte e Mar Cáspio.

No ano de 1969, surgiu o sistema *GlomarChallenger*, que utilizava um computador analógico. Com isso, a técnica foi consolidada e a partir desse ano, o número de embarcações com o sistema DP foi aumentando gradativamente. Em 1980, o número de navios utilizando o Sistema DP era em torno de 65 e em 1985 já havia 150 navios.

No ano de 2005, foi constatada na bacia de campos a existência de mais de 50 embarcações com o sistema. Hoje em dia, existem cerca de 1.000 embarcações equipadas com este sistema, algumas engajadas em operações não relacionadas à indústria do petróleo.

Todavia, o emprego desses sistemas de posicionamento dinâmico não se limitou ao uso em águas profundas. Em 1998, o DP foi adaptado a uma embarcação de apoio marítimo e atualmente existem sistemas de atracação automática de navios em portos, manutenção de

fundeadouros e canais, gerador automático de trajetórias, sistemas de dragagem automáticos, sistemas de combate a incêndio, etc.



(Figura 1)

### **3- Vantagens e desvantagens.**

O posicionamento dinâmico possui suas vantagens e desvantagens, assim como qualquer outro sistema, por isso na escolha do método a ser utilizado para fixar uma plataforma ou embarcações em uma determinada posição deve ser feita uma análise específica dos benefícios e malefícios.

Existem outras maneiras de fixar uma plataforma ou embarcação em uma determinada posição, cada sistema com vantagens e desvantagens que são fatores primordiais na escolha do tipo de embarcação que realizará uma operação específica.

O sistema DP possui as seguintes vantagens:

- Realiza operações mais rapidamente;

- As embarcações são totalmente autopropulsadas, portanto não necessitam de rebocadores em nenhum estágio da operação;
- Pode locomover-se para outra posição com facilidade;
- Evita o cruzamento de amarrações com outras embarcações;
- Evita danificar amarrações e instalações localizadas no fundo do mar;
- Versatilidade;
- Pode trabalhar com qualquer profundidade.

E as seguintes desvantagens:

- Maior consumo de combustível;
- Alto custo de investimento e gastos durante a operação;
- Pode perder a posição em correntes, ventos ou ondas muito fortes;
- Controle da posição depende de um operador;
- Pode sair da posição em caso de falha de algum equipamento elétrico;
- Necessidade de uma equipe maior para a manutenção.

Apesar das desvantagens, o sistema DP ainda é o mais viável, pois o risco de danificar os equipamentos instalados no solo oceânico é bem menor em relação a outros sistemas.

## CAPÍTULO II

### SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO.

#### 1- Definição.

A *International Maritime Organization* (IMO) define e trata uma embarcação de posicionamento dinâmico como aquela que mantém automaticamente sua posição (ponto fixo ou trajetória predefinida) somente por meio de propulsores. O Sistema de Posicionamento Dinâmico caracteriza-se por ser um sistema computadorizado que tem a função de manter a embarcação em uma mesma posição e estabelecer o aproamento automaticamente através de um conjugado de propulsores, impelidores e leme. Um computador central processa os dados obtidos por sensores como a agulha giroscópica, anemômetro e GPS, e compara com a posição e a direção da proa determinadas pelo operador, determinando assim o desvio e consequentemente a força aplicada pelos *thrusters*, a fim de manter-se na posição pré-estabelecida.

Tal tecnologia possui uma série de sensores que combinados fornecem informações ao computador relativas à magnitude e direção das forças atuantes na posição do navio. Sendo assim, um programa computacional, de acordo com o modelo matemático da embarcação, calcula o ângulo de leme e a força em cada um dos *thrusters*, permitindo operações em alto mar, onde amarrações ou fundeio não seriam possíveis tendo em vista impossibilidades como a grande profundidade local e o congestionamento do fundo oceânico (canos e dutos).

O Posicionamento Dinâmico pode ser absoluto, em que a referência é um ponto fixo na superfície, como um farol, ou pode ser relativa a um objeto móvel tanto na superfície quanto no fundo do mar, como outro navio ou plataforma. Há também a possibilidade de apenas colocar o navio em uma posição com ângulo favorável aos efeitos dos ventos, ondas e correntes, a fim de diminuir os esforços necessários para manter a embarcação na posição requerida.

Embarcações com DP vêm sendo utilizadas mais no setor *offshore*, onde operações como suprimento de plataformas, lançamento de tubulações, alívio de óleo das plataformas e perfurações de poços de petróleo, exigem que as mesmas tenham um controle preciso da sua posição.

## **2- Graus de liberdade de uma embarcação**

Devido a fatores externos, o navio poderá realizar movimentos que possuem seis graus de liberdade em torno de três eixos que passam pelo seu ponto de flutuação, um longitudinal, um transversal e um vertical. Os mesmos graus consistem basicamente em girar em torno dos eixos ou percorrê-los.

### **2.1- Pitch**

Conhecido como caturro, em português, o *pitch* é o giro em torno do eixo transversal do navio com o movimento da proa para cima e para baixo.

### **2.2- Roll**

O balanço, em português, tem característica de giro sobre o eixo longitudinal, os bordos se movimentam alternadamente para cima e para baixo.

### **2.3- Yaw**

O cabeceio, como é conhecido o *yaw*, é um movimento em torno do eixo que consiste basicamente no giro da proa.

### **2.4- Surge**

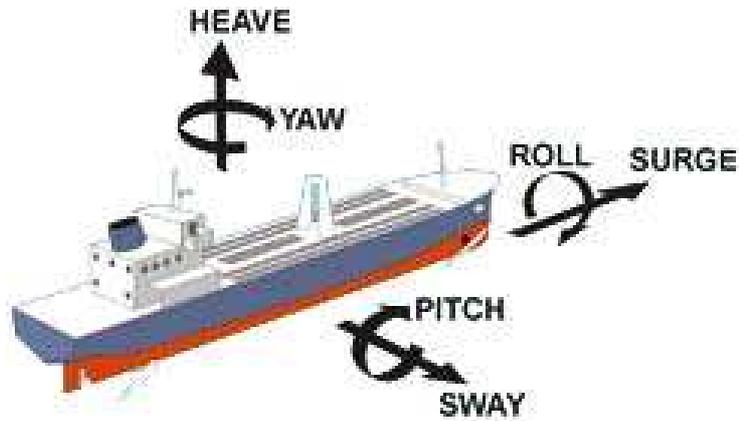
O “avanço e recuo” (*surge*) é o movimento longitudinal que percorre o eixo para frente e para trás.

### **2.5- Sway**

É o movimento que percorre o eixo transversal do navio, de um lado para o outro (caimento).

## 2.6- Heave

No eixo vertical ocorre a arfagem (*heave*), que é o movimento vertical da embarcação, influenciado pelas ondas.



(Figura 2)

Movimentos de Translação: *SURGE* (AVANÇO)

*SWAY* (DERIVA)

*HEAVE* (AFUNDAMENTO)

Movimentos de Rotação: *ROLL* (JOGO)

*PITCH* (ARFAGEM)

*YAW* (GUINADA)

Os movimentos que o sistema controla são o “avanço e recuo”, cabeceio e caimento, pois nas operações, somente interessa controlar a posição no plano horizontal, entretanto os demais graus devem ser monitorados, pois influenciam em alguns sistemas de referência de posição.

### **3- Fatores que influenciam os movimentos do navio.**

Os fatores que mais influenciam para o desvio da posição, ao tentar manter uma posição fixa, um aproamento ou determinada rota, são: os ambientais, que no mar seriam basicamente as correntes, o vento e as ondas, e os causados pelos propulsores como as descargas transversais e longitudinais.

O sistema de referência de posição, da agulha giroscópica e dos sensores de movimento vertical medem a resposta do navio a essas forças, ou seja, o desvio causado por elas. Assim, o sistema calcula a grandeza deste desvio e a força com que os impelidores devem atuar de forma a manter o menor erro possível em relação à posição desejada.

Outro recurso do sistema é estimar as forças da corrente, das ondas e do vento que agem sobre a embarcação, para calcular a força necessária para opô-las.

### **4- Princípios Básicos e Aplicações.**

O sistema de posicionamento dinâmico pode ser descrito como a integração de um determinado número de sistemas da embarcação com o objetivo de se manter ativamente a posição ou obter controle automatizado de manobras e navegação. Seu sistema básico pode ser dividido em três partes principais: Sistema de controle DP; Sistema de geração, distribuição e gerenciamento de energia; e Sistema de referência de posição e sensores.

A função principal do sistema é permitir que a embarcação mantenha a posição e o aproamento ordenado controlado por valores inseridos pelo operador. A posição é obtida através de um ou mais sistemas de referências de posição e a informação sobre o aproamento é obtida por meio de uma ou mais agulhas giroscópicas.

A diferença entre a posição e o aproamento desejados e a posição ou aproamento reais deve ser calculada em tempo real a fim de se obter a defasagem ou *offset* da posição e do aproamento (*heading*). O sistema DP como um todo opera no sentido de minimizar o

*offset* emitindo ao sistema de propulsão comandos para realização da correção necessária a fim de restabelecer o posicionamento e o aproamento desejados.

A embarcação deve possuir meios para manter a posição e o aproamento dentro dos limites aceitáveis, através de sensores que permitem ao sistema calcular e aplicar a força necessária para compensar essas mudanças da maneira mais rápida possível.

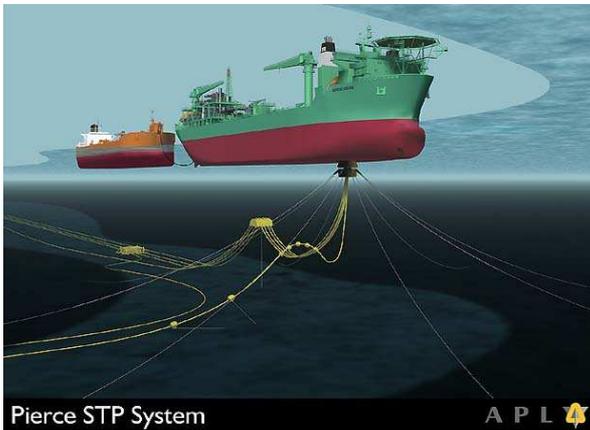
A função do operador desse sistema (DPO – *Dynamic Positioning Operator*) é além de manter a embarcação parada, poder utilizar do recurso de inserir uma nova posição ou aproamento usando o console de controle para a posição e escolhendo o *rate-of-turn* (Razão de Guinada) para o aproamento.

Outra função para esse sistema, e usada por alguns navios, é seguir uma derrota pré-determinada. Outras embarcações utilizam-se do SDP para permanecerem no interior de uma zona de tolerância ao redor de um ponto fixo.

Seguem abaixo exemplos de onde o Sistema DP pode ser utilizado:

- Perfuração de campos petrolíferos, produção e processamento;
- Estimulação de poços de petróleo;
- Navios tanques aliviadores (“*shuttletankers*”);
- Embarcações “*Supply*” (*Platform Supply Vessel* - PSV);
- Manuseio de âncoras (*Anchor Handling Tug Supply* - AHTS);
- Suporte a mergulho (*Diving Support Vessel*- DSV);
- Lançamento de linhas (tubulações rígidas e flexíveis);
- Lançamento e reparo de cabos submarinos;
- Serviços de acomodação (flotel);
- Levantamento hidrográfico e pesquisa oceanográfica;
- Plataforma para lançamento de foguetes;
- Mineração subaquática;

- Navios de passageiros;
- Unidades de resgate.



(Figura 3)

## 5- Classificação do Sistema DP.

Um sistema de posicionamento dinâmico é classificado seguindo as características da redundância de equipamentos e sistemas de controle. Pela definição da *International Maritime Organization*(IMO), redundância é o mesmo que reserva, e o sistema deve tê-la, pois não se pode perder o aproamento ou a posição devido a falhas simples. Isto ocorre pela instalação de vários componentes, sistemas ou meios alternativos para executar com êxito todas as funções. Caso ocorra algum tipo de falha em algum equipamento, existem peças reservas para que o sistema esteja constantemente operacional, mesmo em condições adversas.

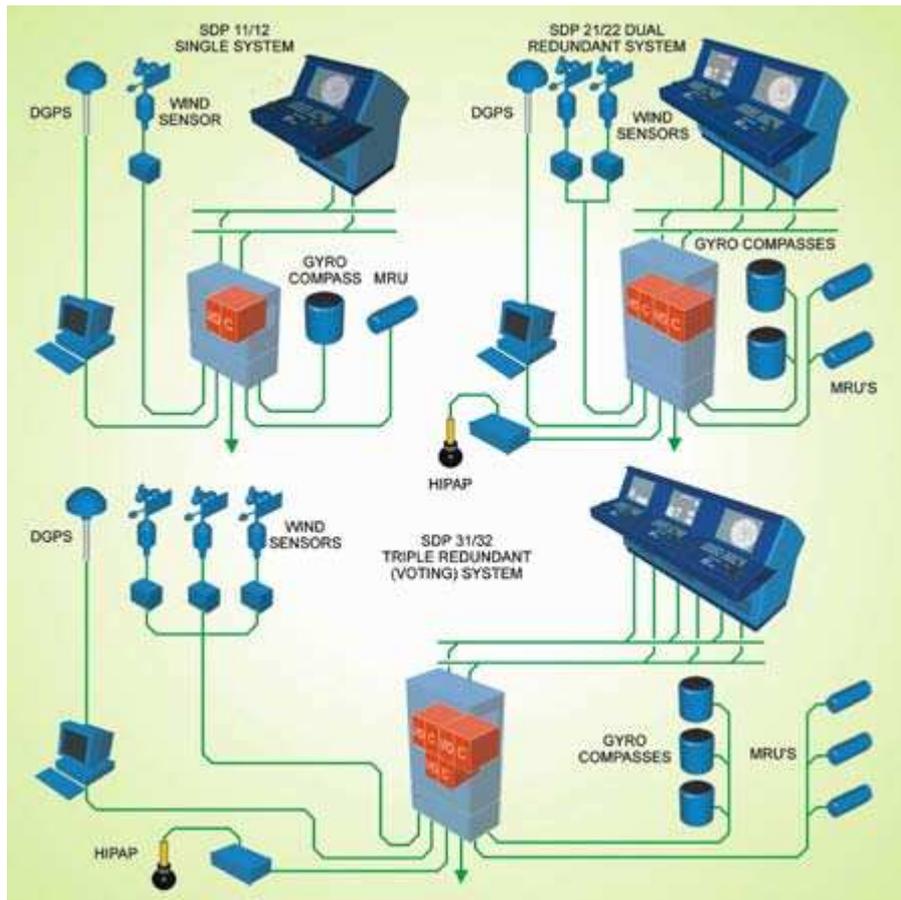
O sistema de posicionamento dinâmico pode ser classificado como:

DP classe 0: É a classe mais básica, possui controle automático de aproamento e controle manual de posição.

DP classe 1: possui controles de aproamento e posição automáticos, porém não possui redundância completa, podendo sair de posição com alguma falha simples.

DP classe 2: possui controles de aproamento e posição automáticos e possui redundância completa, garantindo o funcionamento pleno do sistema em caso de falha em um componente ativo ou de algum dos subsistemas (geradores, impelidores, sensores e etc.), mas está sujeito a mau funcionamento em caso de falha em algum componente estático como cabos e tubulações.

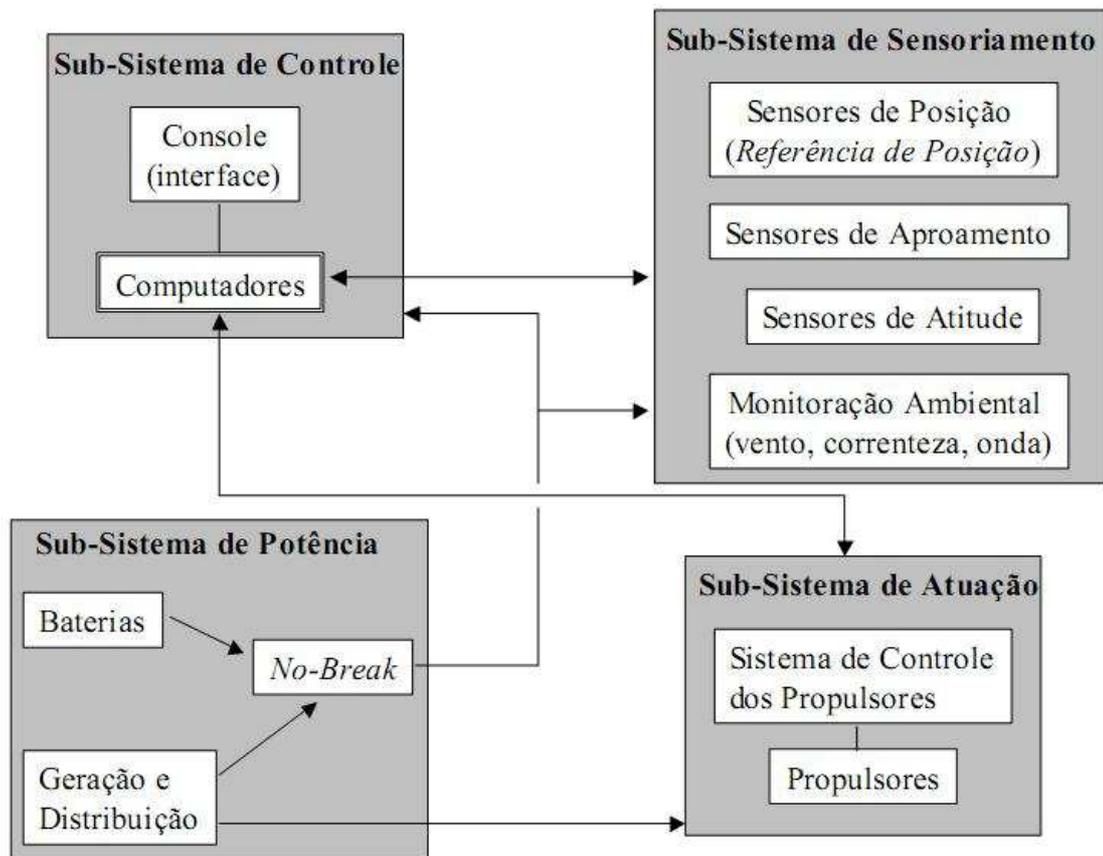
DP classe 3: possui controles automáticos de aproamento e posição e tripla redundância, inclusive de impelidores e geradores de energia. Possui uma estação de controle reserva em um compartimento estanque e resistente a fogo, para o caso de avarias na estação de controle principal.



(Figura 4)

## Capítulo III

### SUBSISTEMAS DO SISTEMA DP



Elementos de um SPD

(Figura 5)

#### 1 - Subsistema de sensoriamento.

Este subsistema é composto por sensores responsáveis por coletar dados que ajudam na determinação da posição atual e da grandeza das forças que atuam sobre a embarcação. Geralmente esses equipamentos possuem redundância, garantindo o adequado desempenho do sistema e maior confiança em qualquer situação.

Os mais consideráveis são aqueles que reúnem elementos alusivos à localização da embarcação em um plano horizontal e de fatores que possuem maiores influências sobre estes graus de liberdade.

### **1.1 – Agulha giroscópica.**

A agulha giroscópica é o aparelho empregado para calcular o ângulo formado entre a proa da embarcação e o norte verdadeiro. A variação é enviada ao computador, por estar diretamente vinculado ao aproamento. Baseia-se em um giroscópio, sendo muito mais exato que a agulha magnética, que sofre variação pelos ferros de bordo do navio.

### **1.2 – *Vertical Reference Unit (VRU)*.**

Os sensores de referência vertical (“Vertical Reference Unit”) estimam os movimentos de caturro (“pitch”), balanço (“roll”) e arfagem (“heave”). Apesar do Sistema de Posicionamento Dinâmico não controlar esses movimentos, a mensagem é enviada para o computador para obter exatidão na compensação dos equipamentos medidores de posição.

### **1.3 – Anemômetro.**

O anemômetro é um instrumento com a finalidade de medir a intensidade (velocidade em nós) do vento e sua direção. Os dados são analisados de maneira que o computador estabelece a força exercida sobre a embarcação e atue com os *thrusters* para contrabalançá-la.

Sua composição é dada por: dois sensores, um, semelhante a um ventilador, que se obtém a velocidade, e outro, semelhante a uma asa, que dá a direção. O anemômetro deve ser instalado no mínimo a dez metros de distância de algum mastro, pois é facilmente afetado por setores de sombra.

### **1.4 – Odômetro de efeito Doppler.**

O “Doppler Log”, ou odômetro de efeito Doppler, aponta o seguimento do navio em relação ao fundo e é muito vantajoso em manobras de atracação e desatracação devido a sua precisão.

## **2-Sistema de estima ou observação da posição do navio.**

O sistema de estima ou observação da posição do navio tem a função de filtrar o afastamento da embarcação e restaurar estados não medidos pelo sistema. Comparando os dados adquiridos e os estimados através de modelos matemáticos, o sistema obtém resultados que serão submetidos à análise.

## **3-Sistema de controle.**

O sistema de controle é a seção lógica que define a força com que os *thrusters* devem responder aos elementos externos motivadores do desvio do navio, para que este se posicione na condição determinada pelo operador. Este sistema deve ter a capacidade de manter o controle em eventuais danos nos sensores, no *hardware* ou mudança das forças externas.

Para verificar os dados oferecidos pelos sensores, esse sistema possui controladores, que comparam a posição e o aproamento com os valores comandados para se gerar sinais de erro.

Os principais tipos de controladores são: Filtros Kalman e PID. A principal diferença entre eles é que o filtro Kalman pode prever com antecedência as correções e aplicá-las antes do desvio ter acontecido, enquanto o controlador PID somente corrige o desvio após o mesmo ter acontecido.

## **4 -Sistema de potência.**

O sistema de potência ou sistema de geradores têm a função de fornecer energia para todo o sistema DP, sendo que a maioria é designada aos *thrusters*. Os equipamentos que abastecem o sistema devem sempre que possível evitar o consumo desnecessário de energia, e possuir características flexíveis de modo a fornecer a quantidade de energia requerida.

O sistema de potência possui um sistema *deback-up*, que entra em funcionamento em caso de defeito nos geradores, é conhecido como U.P.S. (*Uninterruptible Power Supplies*). O

U.P.S. é uma fonte de alimentação permanente. Suas baterias abastecem energia ao SDP por no mínimo trinta minutos, tempo requerido pelas Sociedades Classificadoras.

## 5- Sistema de referência de posição.

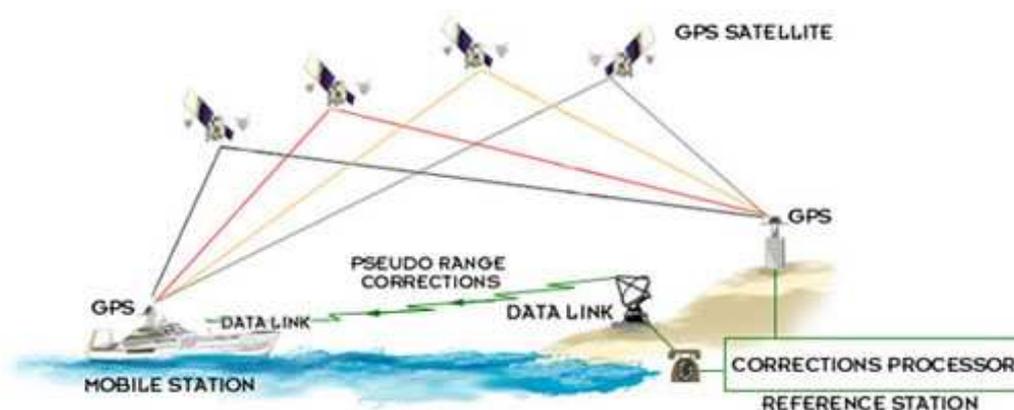
O sistema de referência de posição é capaz de determinar a posição da embarcação na superfície do mar ou em relação à outra embarcação, plataforma ou objeto, tanto na superfície quanto no fundo do mar. Estatísticas dizem que 75% dos problemas com DP ocorrem devido ao sistema de referência.

Este sistema pode ser dividido em dois grupos: um com sistemas de superfície, que são: GPS/DGPS, GLONASS, Artemis, sistema óptico por laser (Fanbeam, Cyscan), e o segundo grupo como sendo o de sub-superfície, que são: Hidroacústico e *TautWire*.

### 5.1- GPS/DGPS

O sistema de posicionamento global (GPS, em inglês) é um sistema de rádio-navegação que usa como artifício os satélites. Permite que em qualquer localização da superfície terrestre possa ser determinada a posição do usuário tridimensionalmente (latitude, longitude e altitude), velocidade e hora, 24 horas por dia, em qualquer ponto da superfície terrestre.

No DGPS (*Differential GPS*), um receptor GPS é estacionado numa estação de referência onde são calculadas correções de coordenadas ou de pseudodistâncias, que são transmitidas para os usuários da estação a ser posicionada. Foi criado visando à diminuição dos erros apresentados pelo GPS.



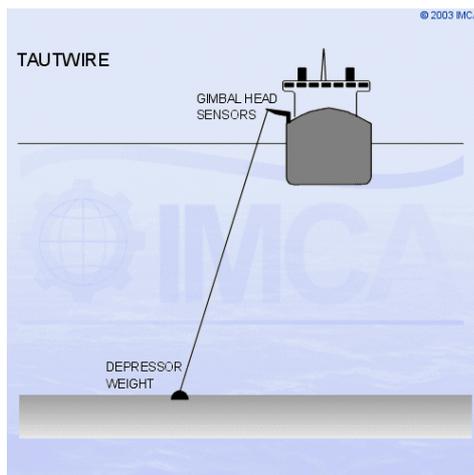
(Figura 6)

## 5.2- Sistemahidroacústico

Este sistema possui emissores de pulsos acústicos (*transponders*) que estão no fundo do mar e receptores acústicos que ficam localizados no casco da embarcação (*transducer/transceiverHipap*). Com a excitação dos *transponders* através de um sinal acústico emitido pelo transdutor, temos o envio de um sinal de resposta com frequência diferente pelo *transponder*. A posição da embarcação poderá ser determinada através da direção do sinal do *transponder* e do tempo da emissão e recepção do sinal.

## 5.3- Tautwire

O sistema utiliza um cabo preso em uma poita que é mantido tensionado constante por um sistema de compensadores interligados a um guincho hidráulico. Um sensor eletromecânico calcula os ângulos de inclinação em relação aos eixos longitudinal e transversal. As diferenças de voltagem em dois planos são interpretadas pelo sistema de posicionamento dinâmico como ângulos, os quais associados à lâmina d'água e à posição da poita em relação à locação indicam o afastamento da embarcação do ponto estipulado.



(Figura 7)

## 5.4- CYSCAN

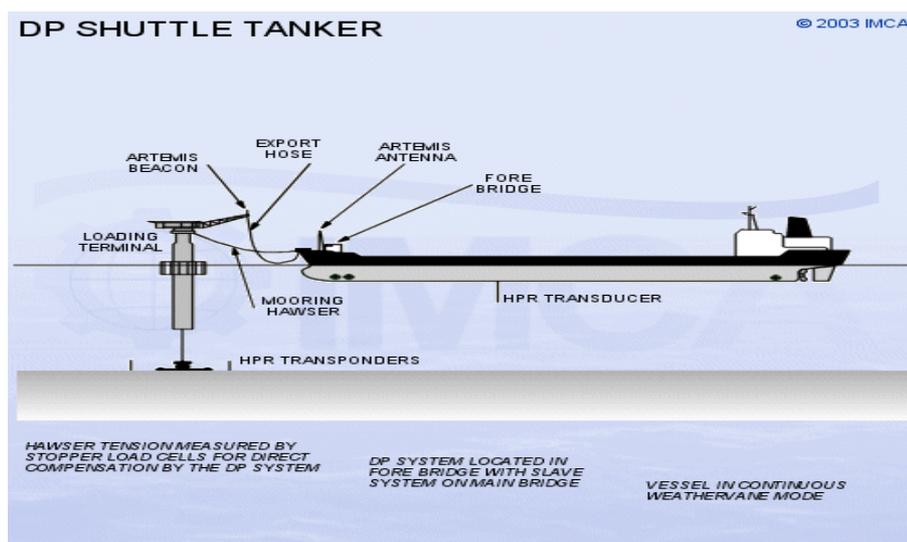
O CYSCAN baseia-se na leitura óptica por laser infravermelho. Uma estação é instalada em um ponto fixo como uma plataforma, terra ou FPSO, que são chamados de refletorese outra é colocada na embarcação. A unidade ligada ao SDP envia um laser que é refletido pelos refletores de volta para a unidade emissora, que mede a distância em relação ao ponto fixo.



(Figura 8)

### 5.5– Artemis

Sistema de referência que utiliza o meio de comunicação via ondas de rádio para obter a posição. É composto por duas estações: uma em algum ponto fixo de terra, em outra embarcação, em plataformas fixas, plataformas semi-submersíveis DP ou ancoradas e outra localizada a bordo da própria embarcação DP. A primeira é conhecida como estação “fixa”, enquanto a estação a bordo da embarcação DP é conhecida como estação “móvel”. A posição é calculada tomando como base o tempo entre a transmissão e recepção do sinal pelas antenas.



(Figura 9)

### **5.6– *Differential Absolute and Relative Positioning System (DARPS)***

O DARPS (Differential Absolute and Relative Positioning System) é um sistema de referência de posição relativo baseado no sistema GPS e é empregado quando duas embarcações necessitam posicionar-se com a mesma posição relativa. O DARPS fornece informações de velocidade e a posição absoluta da embarcação.

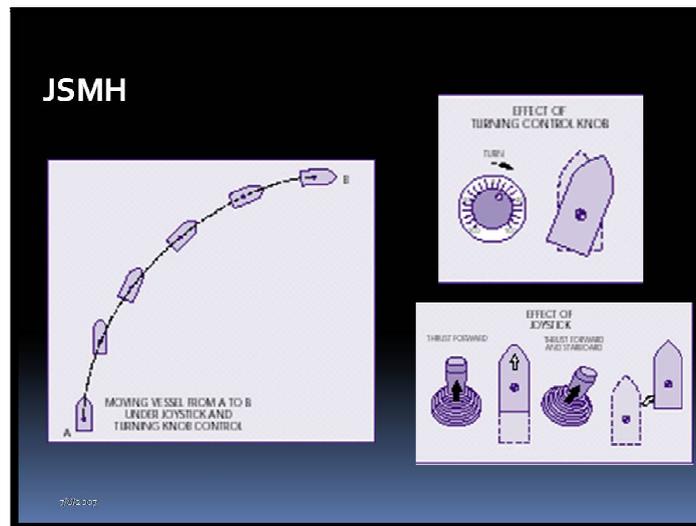
## **6 - Modos de operação do sistema DP**

O Sistema de Posicionamento Dinâmico pode ser operado de diversas maneiras e nesse tópico serão listados e explicados alguns deles. O tipo de manobra e cada modo operacional estão diretamente ligados.

### **6.1- *Joystick Manual Heading (JSMH)*.**

No *Joystick Manual Heading*(JSMH), o operador controla a embarcação no modo manual e utiliza o joystick, tendo total controle nas operações. Neste modo, também é possível controlar o aproamento da embarcação e realizar movimentos no sentido transversal e longitudinal.

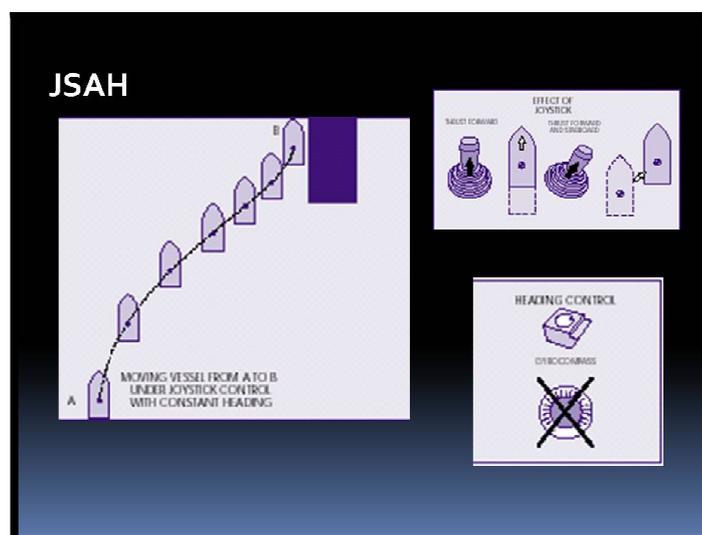
Assim, quando o operador aplica ao *joystick* força na direção em que pretende que o navio se movimente, esse movimento condiz com o movimento que o navio fará. O empuxo é controlado pela intensidade com que o *joystick* é acionado e pode tanto mover a embarcação quanto mantê-la estacionária sob as forças ambientais. O botão controle de giro comanda o aproamento através dos propulsores a embarcação gira em torno do seu centro de rotação.



(Figura 10)

## 6.2- Joystick Auto Heading (JSAH).

No *Joystick Auto Heading* (JSAH), assim como no JSMH, apenas o operador utilizando o joystick controla os movimentos transversais e longitudinais dependendo, então, da sensibilidade do operador. Já o aproamento da embarcação é mantido automaticamente em um determinado valor usando o sinal vindo da agulha giroscópica. Desta forma, o botão de controle de giro fica desabilitado nesse modo.



(Figura 11)

### 6.3- *Auto area position mode.*

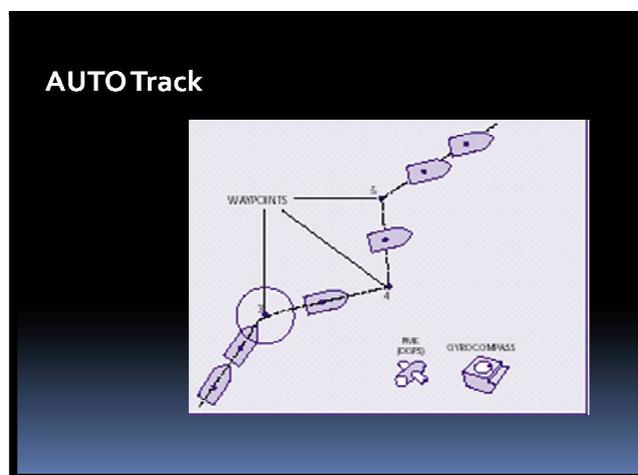
O *Auto area position mode* permite que a embarcação permaneça em determinada região realizando o menor consumo de energia possível. É colocado neste modo quando é necessário realizar uma espera em determinada área, logo a embarcação não ficará exatamente no centro dessa área podendo ocorrer certos desvios.

### 6.4- *Auto trackmode.*

O *Auto trackmode* possibilita que as posições sejam antecipadamente programadas com o uso de “waypoints”, os pontos de guinada, mantendo o navio na derrota planejada. É possível também, realizar correções no abatimento e caimento.

Em baixas velocidades, o controle de posição e aproamento são aplicados em todos os três eixos de movimento. A velocidade pode ser de poucos centímetros por segundo até três nós, acima disso o efeito lateral dos *thusters* é reduzido e, portanto, o sistema fica menos preciso.

Em altas velocidades, a embarcação pode manter-se na derrota estipulada pelo operador até sua velocidade mais alta. Este controle é feito pela manutenção do rumo da embarcação, que é calculado continuamente pelo sistema, de acordo com a velocidade do navio e a grandeza das forças ambientais.

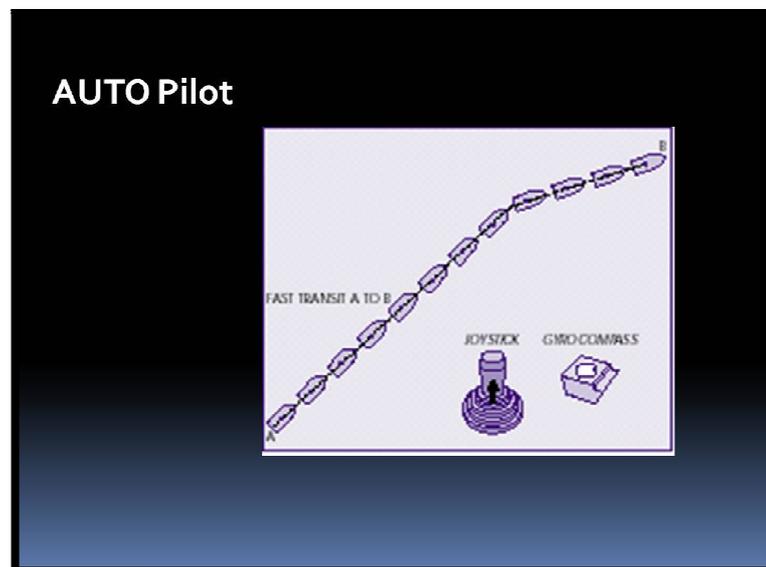


(Figura 12)

### 6.5 - *Autopilotmode.*

O *Autopilotmode* ou modo piloto automático possibilita que a embarcação navegue em uma rota pré-definida automaticamente, controlando com precisão os rumos da embarcação. Este modo utiliza os propulsores e o leme ou os azimutais, e compensa a força do vento que age sobre o navio.

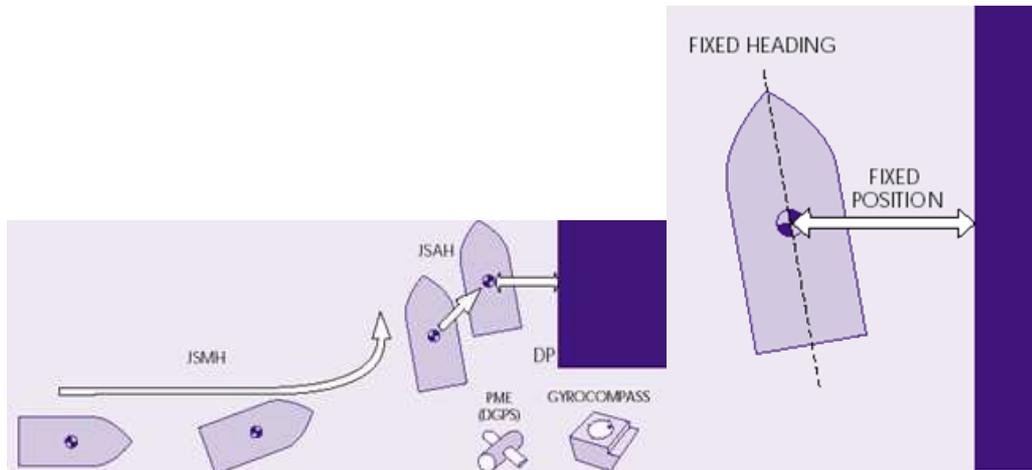
Esta função do sistema poderia ser usada para substituir o piloto automático convencional das embarcações, pois garante uma precisão muito maior. Muitas embarcações *offshore* a utilizam para pequenas pearnadas entre as plataformas ou ainda para viagens de volta para o porto. Porém, o inconveniente desse modo é que o consumo de combustível do piloto automático do sistema DP é muito maior do que o consumo do piloto automático convencional, tornando-o impraticável em viagens mais longas.



(Figura 13)

### 6.6-*Auto Position*

O modo *Auto Position* mantém a embarcação numa posição fixa em relação a um ponto de referência fixo, com aproamento fixo. Quando o modo *Auto Position* é selecionado, a posição e o aproamento da embarcação no momento são considerados como referência.



(Figura 14)

## CAPÍTULO IV

### FATOR HUMANO NAS OPERAÇÕES DE DP

#### ***1-DinamicPositioningOperator (DPO)***

O *DinamicPositioningOperator*(DPO) ou Operador do Sistema de Posicionamento Dinâmico é o indivíduo responsável e capacitado que irá decidir em que modo de operação a embarcação irá trabalhar e realizar manobras com essa escolha. A função do operador é controlar e verificar as informações recebidas pela unidade de controle e através destas, realizar uma análise para saber quais serão as melhores condições de funcionamento. O operador deverá sempre objetivar o menor gasto de energia para realizar o posicionamento, porém levando em consideração à segurança da embarcação e da tripulação.

Contudo, é o mais suscetível a erros de todo o sistema, sendo agravado devido a períodos muito longos de operação, tendo seu nível de atenção prejudicado. A atenção deverá

estar sempre voltada para a operação, para que, no caso de alguma situação de emergência ou falha, possa agir com precaução.

## 2 -Qualificações do DPO

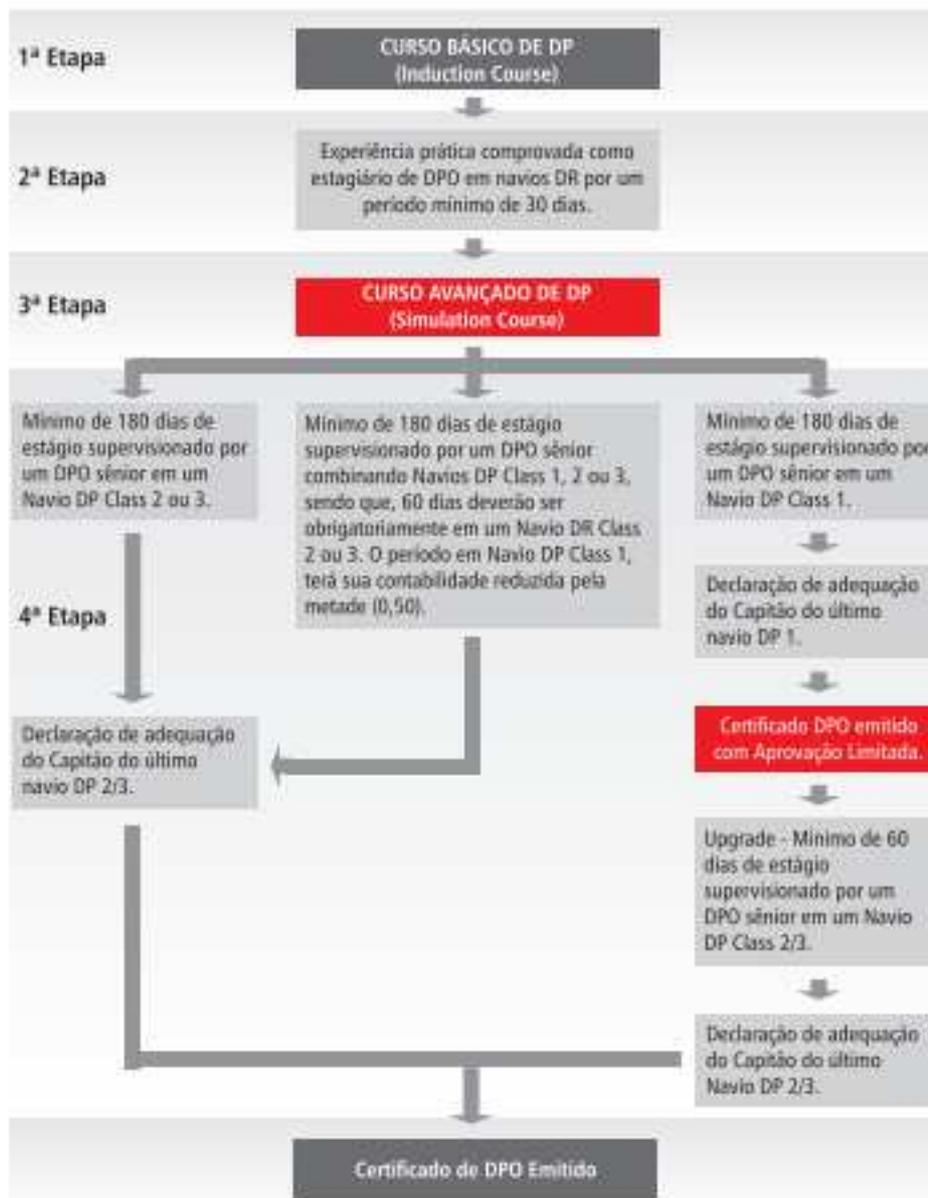
A qualificação e certificação dos operadores de sistemas de posicionamento dinâmico (sigla em inglês, DPO), realizadas em conformidade com as orientações da *International Marine Contractors Association* (IMCA) e por ela reconhecidas, estão a cargo do *The Nautical Institute* (NI) de Londres. O operador deverá realizar cursos de especialização nos centros credenciados pelo *The Nautical Institute* (NI), iniciando pelo curso Básico de Posicionamento Dinâmico (*Dynamic Positioning Basic/Induction Course*). Este curso é essencialmente teórico sobre as características do sistema DP e sua operação, contudo exercícios complementares são realizados com prática em simulador, fixando a teoria aprendida durante a indução.

Após a conclusão com êxito do curso básico, o operador iniciará o período de familiarização (*Familiarization Period*), no qual precisa embarcar em um navio DP, de qualquer classe, para cumprir uma lista de tarefas contidas no *Log Book*. O “*DP Operator Log Book*” (Caderneta de Registro do Operador de DP) registra a experiência dos operadores de DP. Além da duração do embarque, é anotado o tipo de sistema usado, a classe de DP do navio e o tipo de serviço que o mesmo realiza, assim como a região do mundo onde está operando. O registro foi desenvolvido com base no modelo usado para registrar o histórico de serviço de mergulhadores e pilotos de aeronave.

Após estes passos e com o cumprimento de no mínimo 30 dias de utilização do software de DP em operação, monitorado por uma pessoa competente, o operador está habilitado a comparecer ao curso avançado de DP.

Após estes 30 dias, o aluno já estará capacitado para realizar o curso Avançado de Posicionamento Dinâmico (*Dynamic Positioning Advanced / Simulation Course*). Nesta etapa, o aluno passará por uma série de exercícios simulados, contendo as mais diversas operações com posicionamento dinâmico. Neles, o aluno estará sujeito aos diversos defeitos e falhas que o sistema e seus equipamentos auxiliares podem apresentar, aprendendo na prática como reagir a cada um deles.

A visão e a política da indústria a respeito dos requisitos para os operadores foram delineadas em uma publicação da DPVOA (theDynamicPositioningVesselOwnersAssociation) chamada “*Training & Experience of Key DP Personnel*” (Treinamento e experiência do pessoal chave nas operações de posicionamento dinâmico). Neste documento estão estabelecidas a qualificação e a experiência necessária para as diversas posições dentro da indústria marítima de Posicionamento Dinâmico.



(Figura 15)

### **3 -O erro humano nos incidentes de DP.**

Outra área do posicionamento dinâmico onde o elemento humano aparece claramente é o da investigação de incidentes de DP, cujos resultados são publicados e distribuídos regularmente para a indústria. Algumas análises de incidentes de posicionamento dinâmico ocorridos entre 1980 e 1993, indicavam que aproximadamente 50% deles ocorriam por erro humano.

O potencial para a ocorrência do erro humano é intensificado em momentos de stress e pânico. Por outro lado, é reconhecido que para se obter um ótimo desempenho é necessária certa dose de pressão e até certo grau de stress porque, comprovadamente, nessas circunstâncias, o grau de concentração e alerta se intensificam.

Alguns dos fatores que costumam ser encontrados na atividade marítima offshore e nas operações com embarcações DP e que podem contribuir para o erro humano e que exemplificam são:

- Cansaço, sonolência ou limitação física;
- Ignorância do processo ou incompetência;
- Negligência ou tédio;
- Falta de atenção;
- Uso de álcool ou drogas (incluindo alguns medicamentos prescritos);
- Falta de seriedade ou comprometimento;
- Avaliação equivocada ou excesso de confiança;
- Treinamento inadequado;
- Stress.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O tema Sistema de Posicionamento Dinâmico tem se destacado devido à importância que o mesmo tem conquistado nos últimos anos na área da Marinha Mercante. Assim, ele tem estado presente neste contexto devido a sua importância no cenário das operações marítimas, principalmente nas relacionadas à prospecção de petróleo. Com seu destaque, ocorreu um crescente número de empregos ligados a essa área, porém com o pré-requisito da especialização e familiarização do sistema. Destacando dessa forma, as oportunidades de emprego para Oficiais da Marinha Mercante prontos para a operação do sistema DP.

No presente trabalho, foram apresentados: a história do sistema, suas funções, aplicações, classes, equipamentos envolvidos, modos de operação e o operador do sistema. A importância do sistema DP nas operações marítimas foi destacada, bem como esclareceu diversas dúvidas acerca de suas funcionalidades, ajudando a esclarecer dúvidas pertinentes ao sistema.

Por fim, não só a importância do operador do Sistema de Posicionamento Dinâmico deve ser destacada, mas também a grande responsabilidade depositada em suas mãos, pois sem o seu conhecimento e habilidade não seria possível operar embarcações na área marítima com segurança.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KONGSBERG. DynamicPositioning (DP) Basic OperatorCourse.
2. KONGSBERG. “Optimizing complex vessel operations”
3. KONGSBERG. “Introduction to the Dynamic Positioning System”
4. SANTOS, Edson Mesquita dos. Um simulador de manobras em tempo real com sistema de posicionamento dinâmico. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Oceânica). Rio de Janeiro: UFRJ, Rio de Janeiro.
5. ALSTOM. Dynamic positioning system induction course.
6. [http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamento\\_dinamico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_dinamico)
7. <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/14E17775E088ADC2C1256A4700319B04?OpenDocument>
8. <http://www.suapesquisa.com/geografia/petroleo/>
9. <http://portalmaritimo.com/2011/03/16/posicionamento-dinamico/>

10. <http://www.nautinst.org/en/dynamic-positioning/index.cfm>
11. <http://www.imca-int.com/marine-division/dynamic-positioning.aspx>
12. <http://gcaptain.com/history/>
13. <http://www.l-3mps.com/dpcs/pdfs/Brazil%20training%20brochure.pdf>
14. <http://www.csaq.org.br/site/noticias/pagina/15>
15. <http://www.imca-int.com/media/73073/imcam117.pdf>