

**CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA  
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO**

**Por: Thiago Pereira Guedes**

**Orientador  
CLC Mauro  
Rio de Janeiro  
2012**

**CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA  
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas(FOMQ) da Marinha Mercante.

Por: Thiago Pereira Guedes

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA**

**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE  
EFOMM**

**AVALIAÇÃO**

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): \_\_\_\_\_

NOTA - \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

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

DATA: \_\_\_\_\_

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

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, o principal responsável por este trabalho, pois ele me concedeu a sabedoria e o entendimento necessários para ser quem eu sou hoje.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Odair e Elenice, meus avós, Hélio e Léa, e minha namorada, que são as pessoas nas quais encontro verdadeiro amor incondicional. Agradeço a todos os meus amigos e irmãos, em especial aqueles os quais convivi nos camarotes X-315, B-21 e X-209.

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um breve relato do sistema de posicionamento dinâmico e visa descrever suas principais características, bem como, abordar os requisitos e equipamentos necessários para o funcionamento desta tecnologia através de seus 50 anos de operação. Em outras palavras, serão abordados muitos tópicos referentes ao sistema de forma clara e objetiva, visando ao final deste trabalho aprimorar o conhecimento e tornar esta tecnologia mais compreensível e de fácil utilização.

## **ABSTRACT**

This project shows a short history of Dynamic positioning system and intends describing its main features, as well as, broaches the requirements and equipment needed to the operation of this technology through its 50 years of operation. In other words, it will be broach many topics related to the system in a concise and objective way, aiming at the end of this paper the improvement of the knowledge and become this technology more comprehensive.

## LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	<i>Movimentos que o sistema controla</i>	14
2	<i>Movimentos angulares</i>	15
3	Efeitos Externos sobre embarcação	15
4	Divisões do sistema DP	16
5	Consoles de controle de um sistema DP	19
6	LH– Line handling	23
7	UT– UTILITY BOAT;	23
8	MS– Mini Supridor;	24
9	RSV– ROV Support Vessel	24
10	DSV– Diving Support Vessel	25
11	WSV– Well Stimulation Vessel	25
12	PLSV– Pipe Laying Support Vessel	26
13	PSV–Platform Supply Vessel	26
14	AHTS– Anchor Handling and Tug Supply	27
15	Firefighting	27
16	OSRV– Oil Spill Response Vessel	28
17	Crewboat	28

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO _____	10
1 - HISTÓRICO. _____	11
1.1 – CENÁRIO E CONTEXTO MUNDIAL _____	11
1.2 – INÍCIO DA EXTRAÇÃO NO MAR. _____	11
1.3 – A ORIGEM DO POSICIONAMENTO DINÂMICO _____	12
1.4 – VANTAGENS E DESVANTAGENS _____	13
2 - GRAUS DE LIBERDADE DO NAVIO E FATORES AMBIENTAIS _____	14
2.1 – GRAUS DE LIBERDADE DO NAVIO _____	14
2.2 – FATORES AMBIENTAIS _____	15
3 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DP _____	16
3.1 - DEFINIÇÃO _____	16
3.2 – CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DP _____	17
4 - ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO _____	18
4.1 - SENSORES _____	18
4.2 – SISTEMAS DE CONTROLE _____	18
4.3 – SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA _____	19
4.4 – SISTEMA DE REFERÊNCIA DE POSIÇÃO _____	19
5 - MODOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DP _____	22
6 - EMBARCAÇÕES QUE UTILIZAM O SISTEMA DP _____	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	30

## INTRODUÇÃO

No início dos anos 60 a possibilidade de extração de petróleo em alto mar mostrava-se cada vez mais praticável. Para tanto se fazia necessário o desenvolvimento de um controle sobre o movimento das embarcações, que devido ao fato de estarem suspensas em um meio fluido, estão suscetíveis a variar seus graus de movimento, o que dificulta a operação.

Inicialmente a fixação de plataformas flutuáveis era feita com o apoio de outras embarcações ou até mesmo manualmente, através de um operador que tentava manter a embarcação na posição desejada, com o auxílio de propulsores, porém ainda haviam operações onde certa variação de posição acarretava em risco para todo processo, sendo assim, fazia-se necessária uma melhora dessa fixação.

Com o desenvolvimento da tecnologia nos ramos da comunicação, automação, informática e o estudo da hidrodinâmica aplicado a embarcações e hélices o aperfeiçoamento desejado de um sistema para posicionamento era construído.

Atualmente o operador do moderno sistema de posicionamento dinâmico é capaz de controlar a posição de sua embarcação com o uso de um console integrado aos sistemas de propulsão, comunicação e a sensores.

## **CAPÍTULO I**

### **HISTÓRICO**

#### **1. Cenário e contexto mundial.**

Em 1960, na cidade de Bagdá era criada a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), composta pelos cinco maiores produtores de petróleo da época, a saber: Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela. A criação da OPEP teve como contrapartida reivindicar frente à política de chatamento de preços dos barris de petróleo pelo cartel das grandes empresas petroleiras ocidentais as chamadas "sete irmãs" (Standard Oil, Royal Dutch Shell, Mobil, Gulf, BP e Standard Oil da Califórnia).

Frente a essa situação os principais importadores de petróleo pressentiram a intenção da OPEP em aumentar e sobretaxar o preço do barril do petróleo, como de fato ocorreu nos anos seguintes chegando a aumentar 400% em cinco meses (de 17 de Outubro de 1973 a 18 de Março de 1974), sendo assim, foi de suma importância o início da exploração em massa do petróleo armazenado abaixo da crosta terrestre em alto-mar, visando reduzir os efeitos da então iniciada crise do petróleo.

#### **2. Início da extração no mar.**

O início da extração no mar deu-se no Mar Cáspio e na Califórnia através de plataformas flutuantes e cuja fixação era por meio de pesos e ancoras, as quais possibilitavam a perfuração em águas pouco mais profundas do que o convencional das plataformas apoiadas ao fundo do mar. Embora estas novas plataformas tivessem mostrado certa eficiência sua instalação e movimentação eram onerosos.

Embora permita a fixação da embarcação em uma área de raio consideravelmente pequena, o sistema de ancoramento tinha suas desvantagens como elasticidade, baixo

amortecimento hidrodinâmico, e exposição da embarcação ou plataforma a movimentos causados por correntes, ventos e ondas.

O controle da embarcação era feito por um operador que acionava impelidores a fim de compensar o movimento e tentar permanecer o mais próximo possível da posição inicial. A detecção do desvio da posição era feito através de sensores acústicos posicionados no fundo do mar que detectavam a movimentação da embarcação em relação a eles, semelhantemente ao odômetro Doppler. Dada a imprecisão deste controle era necessária uma correção constante da posição da plataforma, sendo assim, não era um sistema a prova de falhas, uma vez que, havia a necessidade de um operador monitorando os graus de liberdade ininterruptamente por 24 horas.

### **3. A origem do Posicionamento Dinâmico.**

O primeiro sistema DP ( *Dynamic Positioning System* ) foi utilizado no projeto Mohole no ano de 1957, que objetivava perfurar a camada Moho, assim batizada em homenagem a seu descobridor Andrija Mohorovicic, o qual demonstrou a existência de uma camada descontínua entre a crosta e o manto terrestre. O objetivo do projeto era alcançar essa camada e perfurá-la, mas para isso era necessário perfurar em águas o mais profundas possível.

Os responsáveis pelo projeto Mohole assinaram um contrato com a *Global Marine of Los Angeles* para usar a sua sonda, experimental, de petróleo, a CUSS I, um consórcio entre as companhias petroleiras: Continental, Union, Superior e Shell. Equipada com um sistema automático de posicionamento dinâmico ela foi capaz de perfurar na 1ª fase do projeto a profundidade de 183 metros de crosta abaixo de uma lâmina de água de 3.500 metros enquanto mantinha sua posição dentro de um raio de 180 metros.

Embora tivesse obtido excelentes resultados e provado a possibilidade de se perfurar e extrair petróleo a mais de 180 metros do fundo do mar, sem que para isso houvesse a necessidade de um operador para corrigir a posição manualmente, o projeto foi abandonado e dissolvido pelo congresso americano em sua 2ª fase devido ao alto custo para a união. O projeto não foi concluído, porém, o maior sucesso do mesmo já havia sido alcançado, a

invenção de um sistema automatizado responsável por seu êxito que é conhecido atualmente como Sistema de Posicionamento Dinâmico.

#### **4. Vantagens e desvantagens.**

Deve-se levar em conta, antes de mais nada, a relação de custo-benefício de acordo com a necessidade da operação. Existem diversas maneiras de fixar uma plataforma ou embarcação em uma determinada posição, cada sistema possui suas vantagens e desvantagens que são fatores definitivos para a escolha de um sistema ou tipo de embarcação para determinado trabalho.

Como vantagens do sistema DP destaca-se:

- As embarcações manobram por si só, ou seja, não necessitam de rebocadores durante sua operação;
- Realiza tarefas mais rapidamente;
- Dispensa o uso de amarrações com outras embarcações;
- Rapidez e facilidade de locomoção para qualquer posição, inclusive para evitar mau tempo;
- Evita danificar amarrações e instalações localizadas no fundo do mar;
- Versatilidade;
- Pode trabalhar com qualquer profundidade.

E as seguintes desvantagens:

- Alto custo de investimento e gastos durante a operação;
- Maior consumo de combustível;
- Pode perder a posição em correntes, ventos ou ondas muito fortes;
- Pode sair da posição em caso de falha de algum equipamento elétrico;
- Controle da posição depende de um operador;
- 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 são bem menores em relação a outros sistemas.

## CAPÍTULO II

### GRAUS DE LIBERDADE DO NAVIO E FATORES AMBIENTAIS.

#### 1- Graus de Liberdade do Navio.

O navio tem seis graus de liberdade, três lineares e três angulares. Estes são *surge* (avanço e recuo), *sway* (caimento) e *heave* (arfagem) (movimentos lineares nos eixos x, y e z, respectivamente) e roll (balanço), pitch (caturro) e yaw (cabeceio) (movimentos angulares sobre os eixos x, y e z, respectivamente). Os únicos movimentos que o sistema controla são o “avanço e recuo”, cabeceio e caimento, pois nas operações, somente interessa controlar a posição no plano horizontal.

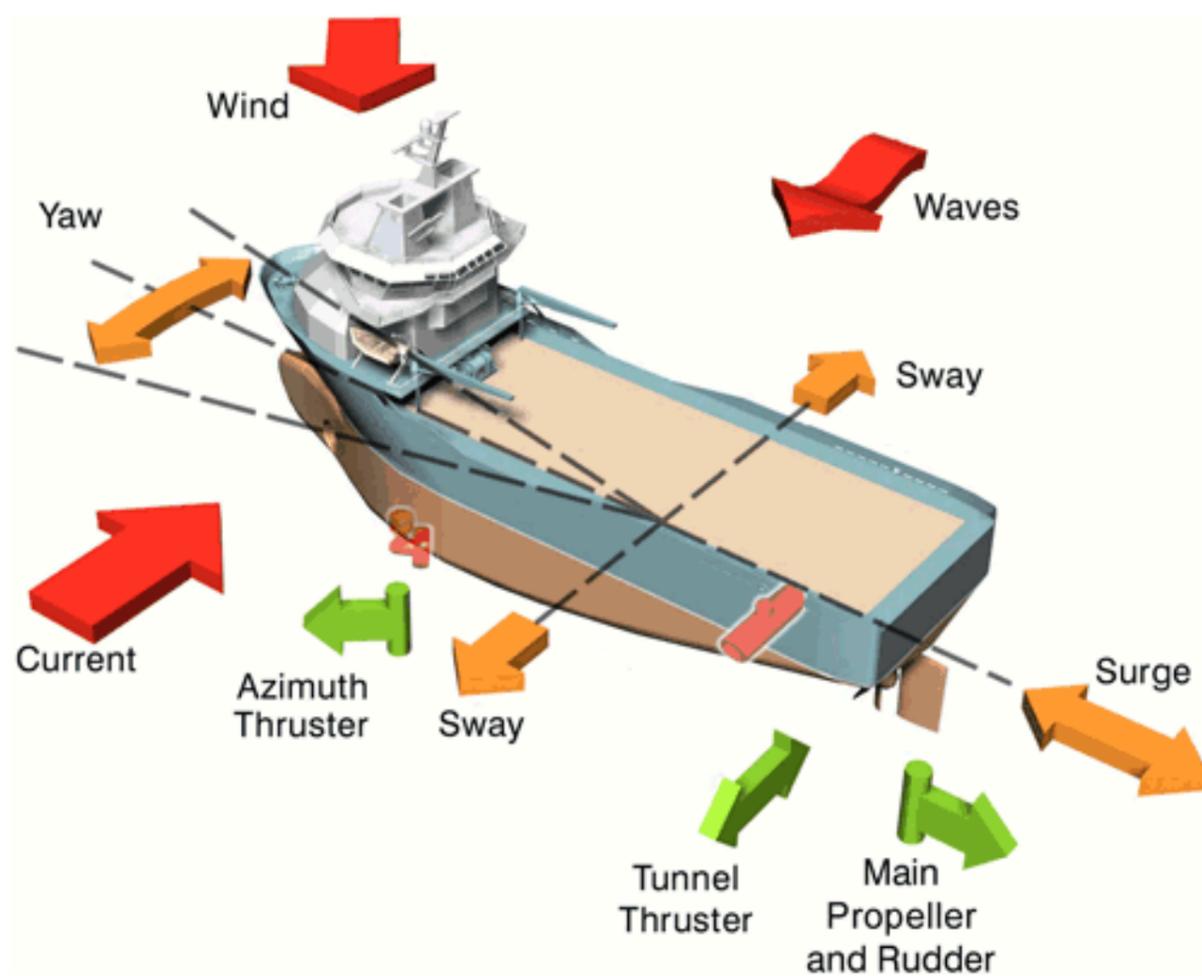


Figura 1- Movimentos que o sistema controla

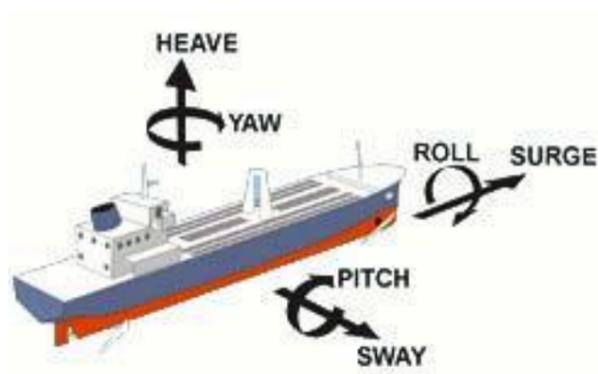


Figura 2- Movimentos angulares

## 2- Fatores Ambientais.

Basicamente ações do movimento das massas de ar e água, em diferentes temperaturas causam variações nos gradientes de pressão e, por conseguinte formam-se vento, ondas e correntes marítimas. Uma vez que a embarcação está exposta a ação dessas forças externas ela, conseqüentemente, sofrerá uma alteração de seu estado de equilíbrio.

Deve-se então levar em conta não só a superfície velica da embarcação, como também sua característica hidrodinâmica, ou seja, tentar reduzir esses efeitos com auxílio da hidro- e da aero- dinâmicas a fim de manter a embarcação fixa no ponto desejado.

Além desses agentes externos há, ainda, a ação das descargas longitudinais e transversais que podem também alterar a posição da embarcação, portanto, o sistema deve estimar as forças da corrente, das ondas, das descargas e do vento que agem sobre a embarcação, para calcular a força necessária para opô-las.



Figura 3- Efeitos externos sobre embarcação

## CAPÍTULO III

### CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DP.

#### 1- Definição.

Posicionamento Dinâmico pode ser descrito como uma integração de vários sistemas de bordo para ter uma melhor manobrabilidade. DP pode ser definido como: um sistema que controla automaticamente a posição da embarcação e aproamento exclusivamente por ação de *thrusters*. Essa definição inclui não só a capacidade de se manter em uma posição fixa, mas também a precisão das manobras, rastreamento e outras possibilidades de posicionamento especiais.

Um modo conveniente de visualizar a integração dos diversos elementos de um sistema DP é dividir o sistema em seis partes, como o esquema abaixo mostra.

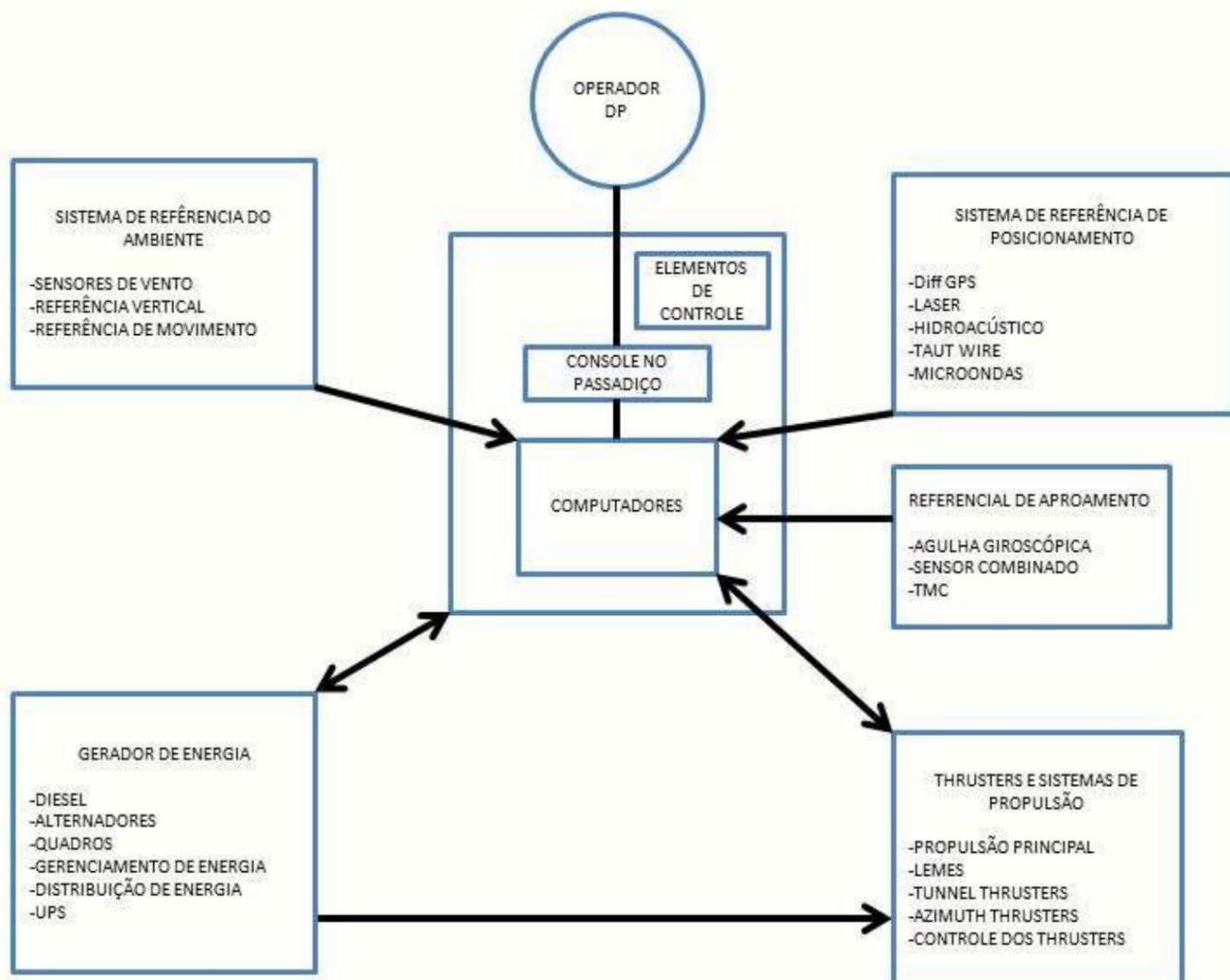


Figura 4 - Divisões do sistema DP

O sistema DP pode ser absoluto, em que a referência é um ponto fixo na superfície, ou relativo, quando a referência é outra embarcação, uma plataforma ou outro objeto qualquer tanto na superfície quanto no fundo do mar.

## **2- Classificação do sistema DP.**

Existem quatro classificações para os sistemas de posicionamento dinâmico, a saber: DP Classe 0, DP Classe 1, DP Classe 2 e DP Classe 3. A diferenciação entre elas é feita basicamente pela redundância de seus equipamentos. Redundância ocorre quando dois ou mais equipamentos fornecem dados idênticos, redundantes, a respeito de uma determinada variável ou equipamento que exerce a mesma função, em outras palavras, ela tem o significado de reserva, o seu surgimento teve como finalidade inibir falhas que possam causar a perda de posição ou do aproamento, sendo assim caso ocorra alguma falha em um dos equipamentos o sistema continua em funcionamento. De acordo com a classe, sabemos se o sistema possui controle de aproamento e posição automáticos ou manuais. Segue uma análise de cada sistema.

### **DP classe 0.**

- Controle automático da proa;
- Controle manual de posição.

### **DP Classe 1.**

- Controle automático da proa;
- Controle automático da posição;
- Sem redundância completa podendo sair de posição com qualquer falha simples.

### **DP Classe 2.**

- Controle automático da proa;

- Controle automático da posição;
- Completa redundância incluindo thruster e força, mas está sujeito a mal funcionamento em caso de falha em algum componente estático como cabos e tubulações.

### **DP Classe 3.**

- Controle automático da proa;
- Controle automático da posição;
- Tripla redundância incluindo: thrusters, força, incêndio e alagamento.
- Possui uma estação de controle reserva em outro compartimento estanque em caso de alagamento ou qualquer outro incidente no compartimento onde se localiza a primeira e também um sistema de proteção contra fogo.

## CAPÍTULO IV

### ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

#### 1. Sensores.

O sistema de sensoriamento é composto de sensores que são de grande importância para a captação de efeitos externos, mudanças de rumo e posição. Existem quatro tipos principais de sensores comuns em embarcações que utilizam o sistema de posicionamento dinâmico, são eles: sensores de referência vertical, agulha giroscópica, sensor do vento e sensor de velocidade. Geralmente esses equipamentos possuem redundância, garantindo o bom funcionamento do sistema e maior confiabilidade.

#### 2. Sistema de controle.

Os consoles de controle do sistema DP são as facilidades que permitem ao DPO (*Dynamic Positioning Operator*) enviar e receber dados, ou seja, prover a interface com o sistema (HMI– *Human Machine Interface*). É no console onde ficam localizadas as teclas de entrada de dados, interruptores, indicadores, alarmes e monitores. Em uma embarcação bem projetada, os painéis de controle dos sistemas de referência de posição, os painéis de controle dos *thrusters* e as comunicações são posicionados próximos dos consoles de controle do sistema DP.

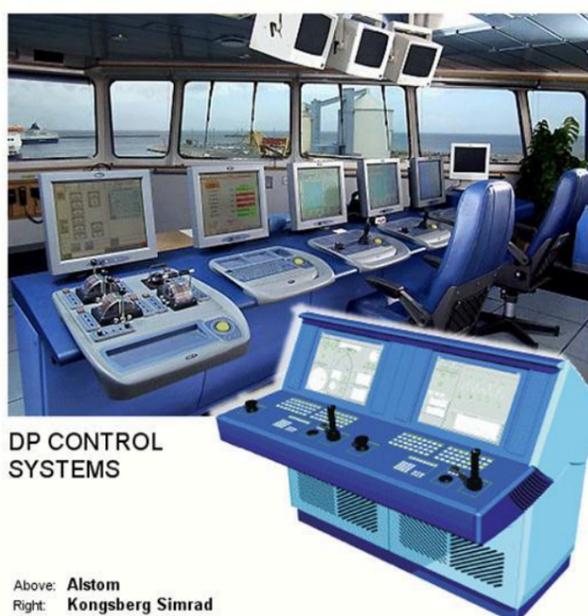


Figura 5- Consoles de controle de um sistema DP

### **3. Sistema de geradores de energia.**

A geração, distribuição e gerenciamento de energia são componentes fundamentais na operação das embarcações com sistema DP. Como mantém seu posicionamento de forma ativa ou dinâmica, dependem totalmente de um fornecimento contínuo de energia com qualidade (ou seja, com tensão e frequência constantes). Essa energia é responsável não apenas por alimentar seus maiores consumidores, os thrusters, como também todo o sistema de controle, referência de posição e sensores. Além, é claro, de suprir a atividade fim da embarcação e proporcionar, habitabilidade da mesma.

Os thrusters em uma embarcação DP, como maiores consumidores de energia a bordo, podem também exigir grandes mudanças na potência aplicada para manter a embarcação na posição devido às rápidas mudanças nas condições ambientais. O sistema da geração de energia deve ser flexível não somente para suprir essas rápidas demandas como também com a maior eficiência possível, de modo a evitar o consumo desnecessário de combustível.

O sistema de controle do DP ( *DP Controller Unit*) é protegido contra interrupções ou falhas na geração de energia por meio de fontes de alimentação ininterrupta (UPS - *Uninterruptible Power Supply* ). Estes sistemas fornecem fontes de alimentação estabilizada e contínua que não são afetadas por curtas interrupções ou por curtas flutuações no fornecimento de energia da embarcação, desta forma inclusive protegendo os diversos componentes eletrônicos ligados ao controle DP. O sistema fornece energia aos computadores, aos consoles de controle, monitores, alarmes, sistemas de referência e sensores. No evento de uma interrupção prolongada no suprimento de energia a partir do sistema principal de suprimento de corrente alternada da embarcação, baterias fornecerão energia a todos estes sistemas por um período mínimo de trinta minutos.

### **4. Sistema de referência de posição.**

A informação da posição exata, confiável e contínua é essencial para o posicionamento dinâmico. O sistema de controle do DP precisa ser alimentado de dados a uma taxa de tempo bastante estreita para conseguir a exatidão desejada. A confiabilidade é, naturalmente, de importância vital para as operações onde a vida e a propriedade podem ser colocadas em risco

com dados incorretos. Todas as embarcações DP têm sistemas de referência de posição independentes dos equipamentos normais de navegação da embarcação. Sete tipos de sistemas de referência de posição podem ser usados nas embarcações DP.

Quatro deles são considerados do tipo absoluto :

- **DGPS;**
- **DGLONASS;**
- **Hidroacústico;**
- ***Taut wire*.**

Outros três são considerados do tipo relativo :

- **DARPS;**
- **Sistema óptico por laser infravermelho ;**
- **Artemis.**

O sistema de controladores DP utiliza as informações da referência de posição de dois ou mais sistemas da referência de posição simultaneamente, para garantir redundância. Se somente um sistema de referência de posição for selecionado no sistema DP, então a informação é simplesmente verificada, filtrada e usada. Se dois ou mais sistemas de referência de posição estiverem disponíveis, o sistema usará as duas igualmente ou de acordo com seu desempenho individual. Para as operações que requerem redundância (operações da classe de equipamento 2 ou 3) é necessário o uso de no mínimo três sistemas de referência de posição operando a cada instante. A utilização de apenas dois sistemas não é adequada, pois se um falhar, os dados contraditórios fornecidos por esse sistema de referência causariam um impasse nas informações. Em se usando três sistemas, as informações dos três são analisadas e comparadas, se um deles fornecer informações contraditórias, essa informação será excluída não sendo usada no cálculo da posição. Nas operações DP onde se utilizem três sistemas de referência de posição, esses sistemas devem usar métodos diferentes de obtenção e cálculo da posição (ou seja, princípios de operação diferentes). Isto reduz a probabilidade de falha. O sistema de referência de posição serve para determinar a posição da embarcação na superfície do mar (absoluto) ou em relação à outra embarcação, plataforma ou outro objeto qualquer tanto na superfície quanto no fundo do mar (relativo).

## CAPÍTULO V

### MODOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DP.

Destacam-se sete principais modos operacionais presentes no sistema de posicionamento dinâmico, são eles: *Joystick Manual Heading* (JSMH), *Joystick Auto Heading* (JSAH), *Min Power*, *Auto Position*, *ROV Follow*, *Auto pilot* e *Auto track*.

- 1- *Joystick Manual Heading* (JSMH) – A embarcação é controlada pelo joystick vante/ré e bombordo/boreste o giro no centro de rotação é controlado pelo botão de proa. Este modo é utilizado para se ter a embarcação totalmente manobrada pelo manual.
- 2- *Joystick Auto Heading* (JSAH) – A proa da embarcação é automaticamente controlada. O joystick controla: os movimentos vante/ré e bombordo/boreste. Este modo é utilizado para manobras próximas.
- 3- *Min Power*– Mantém a posição usando o mínimo possível de força / thruster.
- 4- *Auto Position*– A proa e a posição são ambas automaticamente mantidas. Este modo é utilizado para manter uma posição fixa em relação a um alvo estacionário.
- 5- *ROV Follow*– A posição da embarcação é mantida seguindo o movimento relativo do alvo.
- 6- *Auto pilot*– Utilizado para se navegar com a propulsão principal ao longo de um curso fixo.
- 7- *Auto Track*– A posição da embarcação é automaticamente mudada ao longo do caminho estabelecido podendo também selecionar a velocidade.

## CAPÍTULO VI

### EMBARCAÇÕES QUE UTILIZAM O SISTEMA DP.

Neste capítulo serão mostradas algumas embarcações que utilizam o sistema DP. A maioria delas operam no setor *offshore* para instalação e apoio de plataformas.

LH– Line handling– Manuseio de espias;



Figura 6

UT– UTILITY BOAT- Supridores de cargas rápidas;



Figura 7

MS– Mini Supridor;



Figura 8

RSV– ROV Support Vessel– embarcações equipadas com veículo de operação remota;



Figura 9

DSV– Diving Support Vessel– embarcações de suporte ao mergulho;



Figura 10

WSV– Well Stimulation Vessel– estimulação de poços;



Figura 11

PLSV– Pipe Laying Support Vessel -Construção e lançamento de linhas



Figura 12

PSV–Platform Supply Vessel– Embarcação de suprimento às plataformas;



Figura 13

AHTS– Anchor Handling and Tug Supply Manuseio de âncoras, Reboque e suprimento;



Figura 14

Firefighting- Combate a incêndio.



Figura 15

OSRV– Oil Spill Response Vessel -combate a derramamento de óleo;



Figura 16

Crewboat– transporte de tripulantes para as plataformas;



Figura 17

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim abordamos os principais pontos no que diz respeito ao sistema de posicionamento dinâmico e, por conseguinte analisamos fatos históricos e todo o contexto que culminou no desenvolvimento desta tecnologia. A escolha deste tópico se justifica pela importância e minha curiosidade em aprender a respeito de tão comentado tópico, ouve-se muito falar a respeito de DP, porém pouco é aprendido efetivamente nos bancos da escola, até por se tratar de um curso a parte para aqueles que já gozam do privilégio que poucos mortais podem ter: ser um Oficial da Marinha Mercante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – Dynamic Positioning (DP) Basic Operator Course. Training Manual. Kongsberg.

2 - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamento\\_dinâmico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_dinâmico)

3 - <http://www.oceanica.ufrj.br/>

4 - <http://www.km.kongsberg.com>

5- <http://www.suapesquisa.com/geografia/petroleo/>

6 - <http://www.rov.org/educational/pages/whatis.html>

7 - <http://www.imca-int.com/>

8- <http://www.nautinst.org>

9- <http://www.dpoperators.org/6degrees>

10- [www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com)