

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

MONIQUE RODRIGUES DA SILVEIRA

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS
OPERAÇÕES OFFSHORE**

Rio de Janeiro
2014

MONIQUE RODRIGUES DA SILVEIRA

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS
OPERAÇÕES OFFSHORE**

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/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador(a): Marcelo Alves

RIO DE JANEIRO

2014

MONIQUE RODRIGUES DA SILVEIRA

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS
OPERAÇÕES OFFSHORE**

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/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ___/___/___

Orientador:

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, que nunca mediram esforços para tornarem meus sonhos possíveis e dos quais herdei os dois ensinamentos mais importantes que se pode deixar para um filho: educação e caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade e a minha família e aos meus amigos que me apoiaram, contribuindo cada um de alguma forma, para a minha formação profissional.

RESUMO

Esta monografia apresenta de forma clara, diversas informações a respeito do sistema de posicionamento dinâmico. Este trabalho contém um histórico de como se desenvolveu a exploração do petróleo e a necessidade de criação do SDP, descrição das forças que agem sobre o navio, os subsistemas que compõem o sistema DP, exemplos de modos de operação e aplicações do sistema em situações práticas.

Palavras-chave: Sistema de Posicionamento Dinâmico.

ABSTRACT

This monograph presents several informations about the dynamic positioning system in a brief way. This work contains a historical review in how the oil exploration was developed and the necessity to create the DPS, description of the forces that act on the ship, the subsystems that composes the DP system, examples of operation modes and the system's application in practical situations.

Key words: Dynamic Positioning System.

LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	Graus de liberdade do navio	17
2	Elementos de um SDP	19
3	Sistema DGPS	23
4	Joystick Manual Heading	25
5	Joystick Auto Heading	26
6	Auto track position mode	27
7	Autopilot mode	28
8	Plataforma semi-submersível DP West Taurus da Seadrill	30
9	Navio Sonda DP Ocean Clipper da Diamond Offshore Drilling Company	31
10	FPSO OSX 1 da OSX	32
11	DP Shuttle Tanker Navion Stavanger da Transpetro	32
12	PLSV Pertinácia da Acergy Brasil AS	33
13	DSV Toisa Pegasus da Sealion Shipping Company	34
14	WSV Blue Angel da Bram Offshore Transporte Marítimos Ltda	34
15	RSV Toisa Voyager da Sealion Shipping Company	35
16	Seismic Vessel Northern Resolution da C&C Technologies do Brasil Ltda	36
17	PSV Siem Supplier da Siem Offshore Rederi AS	36
18	UT Fast Dutra da Bram Offshore Transportes Marítimos Ltda	37

19	AHTS Siem Pearl da Siem Offshore Rederi AS	38
----	--------------------------------------------	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I : Desenvolvimento histórico do posicionamento dinâmico.	13
1 - A exploração do petróleo e sua importância.	13
2 - O cenário antes do sistema DP.	13
3 - Surgimento do sistema DP.	14
4 - Vantagens e desvantagens.	14
CAPÍTULO II: Sistema de Posicionamento Dinâmico	16
1 - Definição.	16
2 - Graus de liberdade do navio e efeitos externos	16
3 - Classificação do sistema DP.	18
4 - Subsistemas do sistema DP.	19
4.1 - Sistema de sensoriamento.	19
4.1.1 - Agulha girascópica.	19
4.1.2 - <i>Vertical Reference Unit</i> (VRU).	20
4.1.3 - Anemômetro.	20
4.1.4 - Odômetro de efeito Doppler.	20
4.2 - Sistema de estima ou observação da posição do navio.	20
4.3 - Sistema de controle.	21
4.4 - Sistema de alocação de força de empuxo.	21
4.5 - Sistema de potência.	22
4.6 - Sistema de referência de posição.	22
4.6.1 - GPS/ DGPS.	22
4.6.2 - Sistema hidroacústico.	23
4.6.3 - Taut-wire.	23

4.6.4 - CYSCAN.	24
4.6.5 - ARTEMIS.	24
4.6.6 - Differential Absolute and Relative Positioning System (DARPS).	24
5 - Modos de operação do sistema DP.	25
5.1 - <i>Joystick Manual Heading</i> (JSMH).	25
5.2 - <i>Joystick Auto Heading</i> (JSAH).	26
5.3 - <i>Auto Area Position mode</i> .	26
5.4 - <i>Auto Track mode</i> .	27
5.5 - <i>Autopilot mode</i> .	28
5.6 - <i>Follow target mode</i> .	28

CAPÍTULO III: Aplicação e Utilização do Sistema DP no segmento Offshore 30

1.1 Perfuração, Produção e Alívio	30
1.1.1 Plataformas Semi-Submersíveis DP	30
1.1.2 Navios Sondas DP (Drill Ships)	31
1.1.3 Navios de Produção, Estoque e Descarga (FPSO)	31
1.1.4 Navios Aliviadores DP (Shuttle Tankers)	32
1.2 Apoio Offshore	33
1.2.1 Navios de Lançamento de Linha (PLSV)	33
1.2.2 Embarcações de Mergulho Saturado (DSV)	33
1.2.3 Embarcações de Estimulação de Poço (WSV)	34
1.2.4 Embarcações com ROV (RSV)	35
1.2.5 Embarcações de Pesquisas Sísmicas (Seismic Vessel)	35
1.2.6 Embarcações de Apoio Offshore (PSV)	36
1.2.7 Embarcações de Carga Rápidas (UT)	37
1.2.8 Embarcações de Manuseio de Âncoras (AHTS)	37

CAPÍTULO IV: O fator humano nas operações DP	39
1. Dinamic Positioning Operator (DPO).	39
2. Qualificações do DPO.	39
3. O erro humano nos incidentes de DP.	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia no setor de transporte marítimo e o surgimento das operações em alto mar, surgiu a necessidade de ter um melhor controle sobre o movimento das embarcações, que por navegarem em superfícies fluidas, estão sujeitas a varias graus de movimento que podem dificultar tais operações.

Antigamente, o controle da posição dessas embarcações era feito através de outros navios ou manualmente através de um operador que jogava com os propulsores e *thrusters* para tentar manter a embarcação na posição desejada, mas estes métodos não garantem a precisão requerida por operações mais sensíveis.

Com o avanço da automação e computadores, surgiu o sistema de posicionamento dinâmico que através de sensores e outros referenciais, consegue manter a embarcação nas posições e trajetórias desejadas.

Atualmente, todos os impelidores e propulsores são integrados de forma que o operador consegue controlar uma embarcação com apenas um *joystick* com interface eletrônica entre o posicionamento da embarcação e as ordens para as máquinas.

CAPÍTULO I

DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO POSICIONAMENTO DINÂMICO.

1 A exploração do petróleo e sua importância.

O petróleo e seus derivados sempre exerceram um papel importante no desenvolvimento das civilizações. Desde o surgimento das primeiras embarcações, o piche era usado para impedir vazamentos. Hoje em dia utilizamos o óleo não só para a produção de gasolina, mas também produzimos vários produtos derivados como a parafina, o gás natural, produtos asfálticos, óleos combustíveis, solventes, óleo lubrificantes e combustíveis de aviação.

Inicialmente o óleo era encontrado em depósitos em terra, mas com o passar do tempo, foi descoberto que as bacias se estendiam também para o mar. O surgimento do combustível a base de petróleo e a eletricidade desencadearam a Revolução Industrial, iniciando o crescimento da demanda do petróleo chegando até as dimensões que conhecemos hoje. A necessidade de extrair cada vez mais barris levou o homem a explorar os poços que se encontravam em alto mar.

2 O cenário antes do sistema DP.

Os primeiros poços de petróleo no mar foram perfurados no Mar Cáspio e na Califórnia, estes últimos eram ligados à costa por meio de piers, mas não duraram muito tempo e foram substituídos pelas plataformas de perfuração atuais.

A instalação destas plataformas eram caras, assim como sua movimentação. A fixação se dava por pesos e âncoras que limitavam o movimento das mesmas e permitiam a perfuração em águas mais profundas.

Apesar de permitir a fixação da embarcação em uma determinada área com afastamento tolerável, o sistema de ancoramento tinha seus defeitos como elasticidade, baixo amortecimento hidrodinâmico, e exposição da embarcação ou plataforma a movimentos causados por correntes, ventos e ondas.

O controle de posição de embarcações também era feito através do posicionamento de sensores acústicos no fundo do mar e através dos desvios da embarcação em relação aos sensores, um operador acionava os impelidores para compensar o movimento e retornar o mais próximo possível da posição inicial. Este método apresentava uma elevada dificuldade para o operador manter a embarcação no local exato devido a necessidade de estar sempre acionando os *thrusters* manualmente, causando assim certa imprecisão.

3 Surgimento do sistema DP.

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

A embarcação que realizaria a perfuração é a CUSS1. Equipada com um sistema automático de posicionamento dinâmico, ela 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.

Ao utilizar o efeito conjugado dos impelidores ,em 1961, o CUSS1 foi capaz de manter-se sob o ponto de operação, conseguindo realizar a perfuração a uma profundidade de 948 m.

O desempenho foi tão satisfatório, que não demorou muito para surgirem embarcações com sistemas semelhantes como a Caldrill e Eureka.

Alguns anos depois, franceses, ingleses e noruegueses também desenvolveram seus sistemas, estendendo a atuação de embarcações com posicionamento dinâmico até o Mar do Norte.

Hoje em dia existem cerca 1.000 embarcações equipados com este sistema, algumas engajadas em operações não relacionadas à indústria do petróleo.

4 Vantagens e desvantagens.

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

O sistema DP possui as seguintes vantagens:

- As embarcações são totalmente autopropulsadas; não necessitando de rebocadores em nenhum estágio da operação;
- Realiza tarefas mais rapidamente;
- Evita o cruzamento de amarrações com outras embarcações;
- Pode locomover-se para outra posição com facilidade, 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.

O sistema DP apresenta-se como mais viável, apesar das desvantagens, visto que o risco de danificar os equipamentos instalados no solo oceânico é muito menor em relação a outros sistemas.

CAPÍTULO II

SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO.

1- Definição.

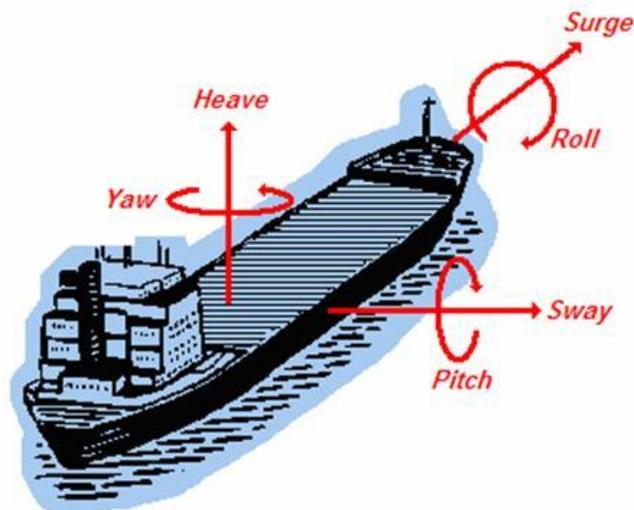
O Sistema Posicionamento Dinâmico é um complexo sistema que controla automaticamente a embarcação, mantendo sua posição e aproamento exclusivamente por acionamento dos propulsores.

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 *thusters*, 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 de vento, ondas e correntes, a fim de diminuir os esforços necessários para manter a embarcação na posição requerida.

2- Graus de liberdade e efeitos externos.

Seis graus de liberdade em torno de três eixos (um longitudinal, um transversal e um vertical) que passam pelo ponto de flutuação do navio, são movimentos em virtude da atuação de fatores externos sobre ele. Os seis graus consistem basicamente em girar em torno dos eixos ou percorrê-los. Todos esses movimentos são respostas do navio à incidência de ondas no seu casco. Essa incidência de ondas no casco do navio contribui para um aumento da resistência ao avanço.



(Figura 1)

Movimentos de Translação: *SURGE* (AVANÇO)

SWAY (DERIVA)

HEAVE (AFUNDAMENTO)

Movimentos de Rotação: *ROLL* (JOGO)

PITCH (ARFAGEM)

YAW (GUINADA)

Ocorre a arfagem (*heave*), que é o movimento vertical da embarcação no próprio eixo vertical e esta sofre grande influência das ondas. O movimento em torno desse mesmo eixo é o cabeceio (*yaw*) que constitui basicamente no giro da proa.

No eixo longitudinal, aparece o balanço (*roll*) que tem característica de giro e o “avanço e recuo” (*surge*) que percorre o eixo, avançando e recuando como o próprio nome sugere.

No eixo transversal, o giro em torno desse eixo é chamado de caturro (*pitch*), que é o movimento para cima e para baixo da proa, e o movimento que percorre o mesmo eixo é chamado de caimento (*sway*).

Os únicos movimentos que o sistema controla são os da posição no plano horizontal, ou seja, o “avanço e recuo”, cabeceio e caimento, pois são aqueles que interessam nas operações, entretanto existem equipamentos que monitoram os outros graus de liberdade.

3 - Classificação do sistema DP.

Os sistemas de posicionamento dinâmico podem ser classificados como classe 0, classe 1, classe 2 ou classe 3 de acordo com a redundância dos seus equipamentos. Redundância seria quando dois ou mais equipamentos fornecessem os mesmos dados sobre determinado fator ou equipamentos que exercem a mesma função como dois *bow thrusters*, servindo como *back-up* caso ocorra alguma falha em um dos equipamentos, garantindo que o sistema continue em funcionamento. De acordo com a classe, sabemos se o sistema possui controle de aproamento e posição automáticos ou manuais.

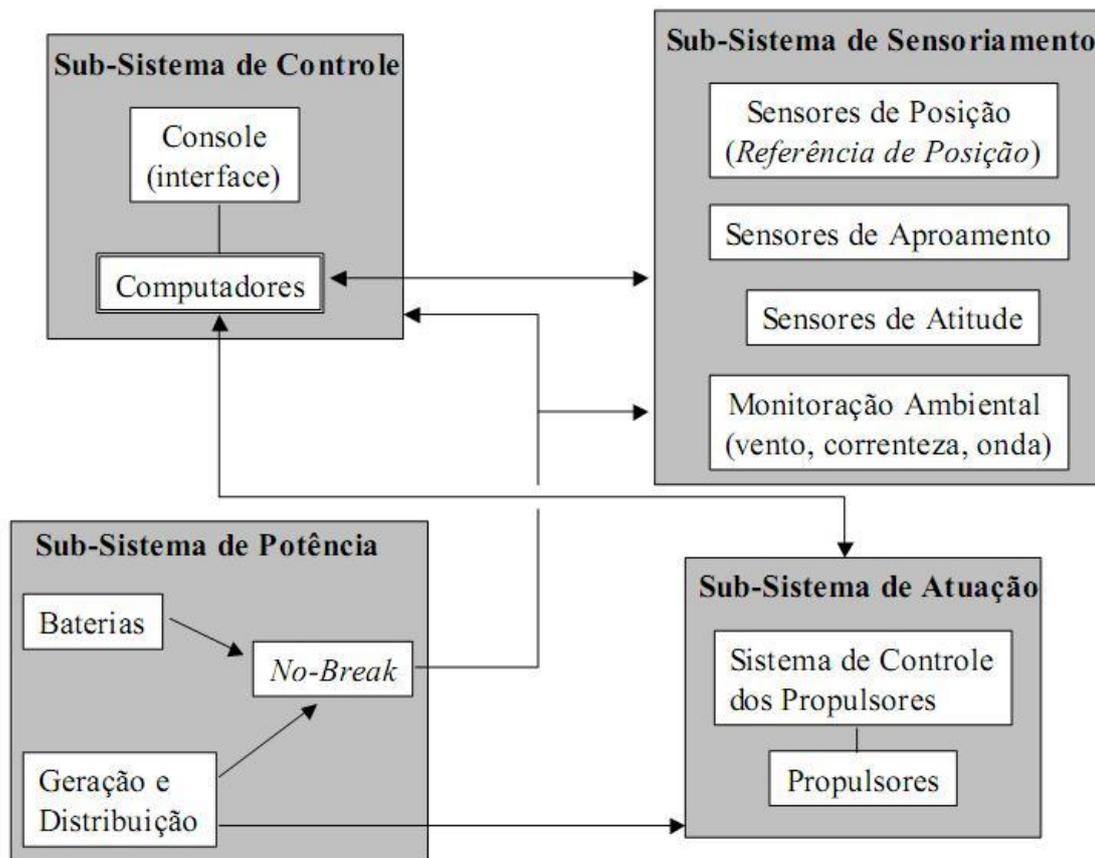
DP classe 0 - possui controle automático de aproamento e controle manual de posição.

DP classe 1 - possui controles de aproamento e posição automáticos, porém não possui redundância completa, podendo sair de posição com qualquer 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 mal 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 impelidores e geradores de energia. 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.

4 – Subsistemas do sistema DP.



Elementos de um SPD

(Figura 2)

4.1 – Subsistema de sensoriamento.

Composto por sensores responsáveis por coletar dados que auxiliam na determinação da posição atual e da grandeza das forças que atuam sobre o navio. Geralmente esses equipamentos possuem redundância, garantindo o bom funcionamento do sistema e maior confiabilidade.

Os mais importantes são aqueles que coletam dados relativos à posição da embarcação em um plano horizontal e de fatores que possuem maiores influências sobre estes graus de liberdade.

4.1.1 – Agulha giroscópica.

A agulha giroscópica é o instrumento usado para medir o ângulo formado entre a proa da embarcação e o norte verdadeiro. É diretamente ligada ao aproamento,

enviando sua variação ao computador. Baseia-se em um giroscópio, sendo muito mais precisa que a agulha magnética, que é influenciada pelos ferros de bordo do navio.

4.1.2 – Vertical Reference Unit (VRU).

Os sensores de referência vertical (“Vertical Reference Unit”) medem os movimentos caturro (“pitch”), balanço (“roll”) e arfagem (“heave”). Embora o Sistema de Posicionamento Dinâmico não controle esses movimentos, as informações são enviadas para o computador para que se tenha precisão na compensação dos equipamentos medidores de posição.

4.1.3 – Anemômetro.

O anemômetro é um medidor utilizado para a obtenção da direção e da intensidade (velocidade em nós) do vento. As informações são analisadas de maneira que o computador estime a sua força exercida sobre a embarcação e atue com os *thrusters* para contrabalanceá-la.

É composto por dois sensores, um, semelhante a um ventilador, que dá a velocidade e um, semelhante a uma asa, que dá a direção. O anemômetro é facilmente afetado por setores de sombra, por isso devem ser instalados no mínimo a dez metros de distância de algum mastro.

4.1.4 – Odômetro de efeito Doppler.

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

4.2- Sistema de estima ou observação da posição do navio.

O sistema de estima ou observação da posição do navio é responsável por filtrar o desvio da embarcação e reconstruir estados não medidos do sistema.

Comparando os dados obtidos e os estimados através de modelos matemáticos, o sistema obtém resultados que serão submetidos a análise.

4.3- Sistema de controle.

O sistema de controle é a parte lógica que determina a força com que os *thrusters* devem reagir aos fatores externos causadores do desvio do navio, para que este se posicione na condição determinada pelo operador. Este sistema deve estar apto a manter o controle em eventuais falhas nos sensores, no *hardware* ou mudança das forças externas.

Para processar das informações oferecidas pelos sensores, esse sistema possui controladores, que comparam a posição e o aproamento com os valores comandados para se gerar sinais de erro, transformando as forças comandadas em sinais de comando para os *thrusters*, já com as forças e o momento a serem exercidos nos três eixos.

Os controladores podem ser de dois tipos principais: PID ou Filtros Kalman. Principal diferença entre eles é que o controlador PID somente corrige o desvio após o mesmo ter acontecido, enquanto o filtro Kalman pode prever com antecipação e aplicar as correções antes do desvio ter acontecido.

4.4 - Sistema de alocação de força de empuxo.

O sistema de alocação de força de empuxo é um algoritmo instalado no subsistema de controle, e é responsável por fazer com que o conjunto de propulsores mantenha a embarcação em uma determinada posição no maior tempo possível com o menor consumo de energia possível. O subsistema não só gera uma economia no combustível, como evita a saturação dos propulsores e compensa as forças em caso de mau funcionamento de um deles.

Para o cálculo da distribuição de forças, o subsistema deve levar em consideração algumas restrições funcionais como a interação entre o casco e o propulsor, a saturação de cada um dos *thrusters* e a interação entre eles.

4.5 - Sistema de potência.

O sistema de potência ou sistema de geradores é responsável por fornecer energia para todo o sistema DP, sendo que a grande maioria é destinada aos *thrusters*. Existem diferentes tipos de equipamentos que trabalham com o fornecimento de energia, destacando-se os com características diesel-elétricas e os motores a diesel, todos devem ser flexíveis de modo a fornecer a quantidade de energia requerida e evitar o consumo desnecessário.

Como outros subsistemas, o sistema de potência também possui um *back-up*, que entram em funcionamento em caso de falha nos geradores, o U.P.S. (*Uninterruptible Power Supplies*). O U.P.S. é uma fonte de alimentação permanente. Suas baterias fornecem energia ao SDP por no mínimo trinta minutos, tempo requerido pelas Sociedades Classificadoras.

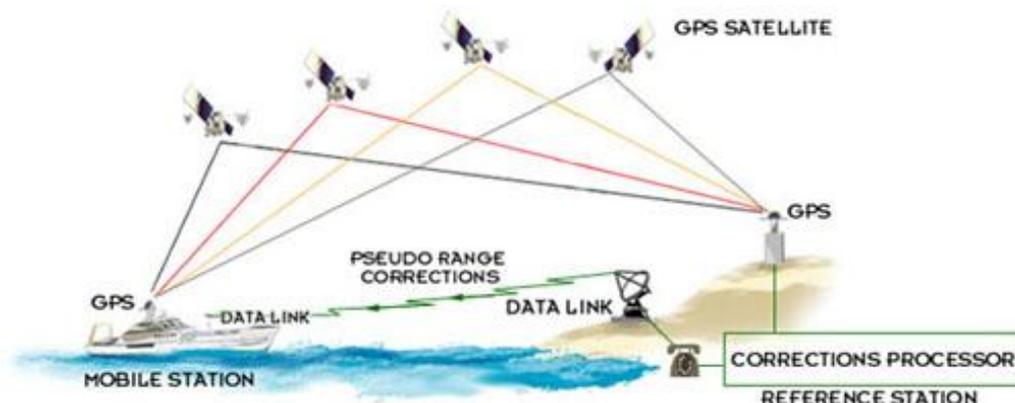
4.6 - Sistema de referência de posição.

Este subsistema possui varias ferramentas para a determinação da posição, seja de modo relativo ou absoluto. Cada equipamento possui métodos diferentes de operação, mas todos com grande confiabilidade a fim de que a posição e informações recebidas pelo sistema de controle sejam as mais próximas do real possível.

4.6.1 - GPS/DGPS

O sistema de posicionamento global (GPS) é um sistema de rádio-navegação baseado em satélites, desenvolvido e operado pelo Departamento de Defesa dos EUA. Permite que usuários em terra, mar e ar determinem suas posições tridimensionais (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. Este método foi desenvolvido visando reduzir o erro apresentado pelo GPS.



(Figura 3)

4.6.2 - Sistema hidroacústico

É composto por um transdutor no casco do navio que interroga um *transponder* posicionado no fundo do mar através de ondas sonoras. Este sensor “escuta” a interrogação e emite uma resposta para o transdutor, que calcula a sua posição em relação ao sensor através do tempo de resposta, da velocidade do som na água e do ângulo de incidência.

4.6.3 - Taut-wire

O sistema utiliza um cabo preso em uma poita que é mantido sob tensão constante por um sistema de compensadores interligados a um guincho hidráulico. Um sensor eletromecânico mede os ângulos de inclinação no 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.

4.6.4 - CYSCAN

O CYSCAN é um sistema baseado em leitura óptica por laser infravermelho. Uma estação é posicionada na embarcação e outra instalada em um ponto fixo como uma plataforma, terra ou FPSO, que são chamados de refletores. A unidade ligada ao SDP emite um laser que é refletido pelos refletores de volta para a unidade emissora, que calcula a distância em relação ao ponto fixo.

4.6.5 – Artemis

Sistema de referência em que a posição é obtida por meio de comunicação nas ondas de rádio de nove gigahertz ou microondas. O sistema envolve duas estações; uma localizada a bordo da própria embarcação DP e outra em algum ponto fixo de terra, em outra embarcação, em plataformas fixas, plataformas semi- submersíveis DP ou ancoradas. A estação a bordo da embarcação DP é conhecida como estação "móvel", enquanto a outra unidade é conhecida como estação "fixa". A posição é calculada levando-se em consideração o tempo entre a transmissão e recepção do sinal pelas antenas.

4.6.6 – *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. É utilizado quando há necessidade de manter duas embarcações com mesma posição relativa. O sistema fornece a posição absoluta da embarcação e informações de velocidade com controle de qualidade integrado. Um exemplo de utilização é na operação entre um navio aliviador e uma FPSO.

5– Modos de operação do sistema DP

Uma embarcação pode ser controlada em modos diferentes. A diferença entre os modos é como os *set-points* de velocidade e posição são gerados.

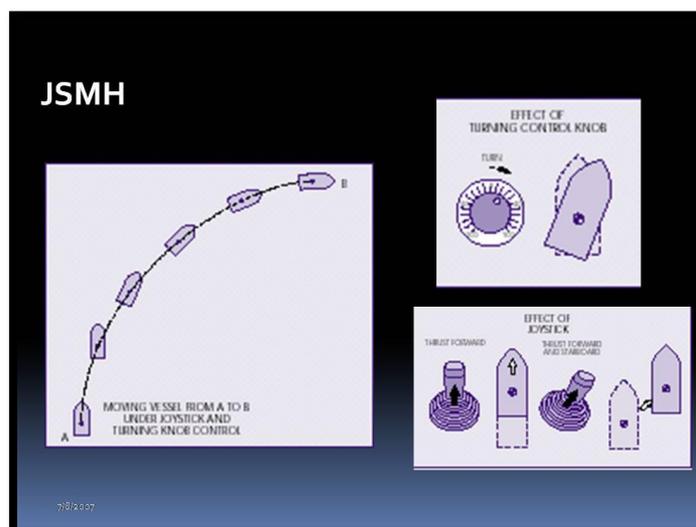
5.1- Joystick Manual Heading (JSMH).

No modo manual, o operador possui total controle da embarcação utilizando um *joystick*. O operador consegue movimentá-la no sentido longitudinal e transversal e ainda controla o aproamento da embarcação.

As funções disponíveis no modo manual são:

- Rotação da proa e da popa.
- Compensação de forças ambientais.
- Seleção de ganho do *joystick*.

O operador pode se preocupar somente com um eixo de movimento do navio caso selecione o controle automático do movimento transversal ou longitudinal, combinado com o controle automático do aproamento.



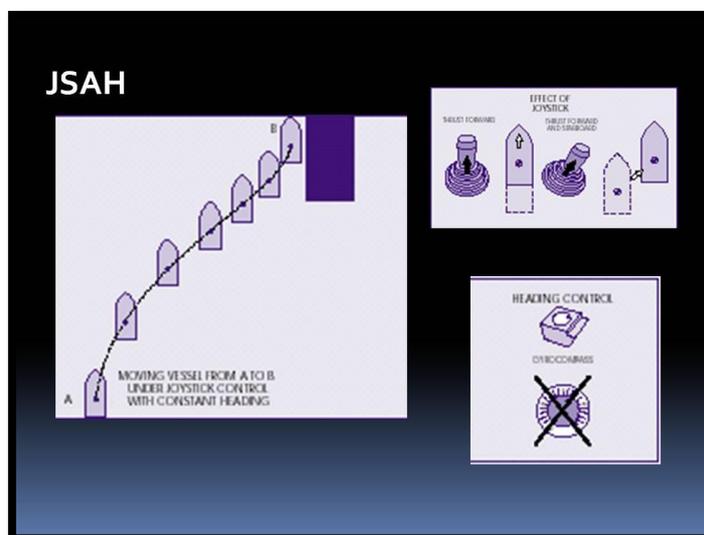
(Figura 4)

5.2- Joystick Auto Heading (JSAH).

O modo de posição automática é responsável por controlar não só o aproamento como também a posição. No controle de posição o sistema irá manter a embarcação na posição desejada, e o controlador pode estabelecer que o navio seja mantido na posição atual, na posição estipulada, na posição marcada ou na posição que a embarcação se encontrava anteriormente. Assim como no controle da proa, o operador pode estabelecer a velocidade da embarcação e o alarme de posição.

O operador dispõe das funções, no controle de aproamento, que permite estabelecer o rumo da proa de acordo como rumo atual, inserir um valor desejado (que acarretará no giro da embarcação até o valor determinado) e o controle da proa com utilização mínima de energia. Também é possível estabelecer a velocidade de giro e o alarme de aproamento.

Utilizado ,muitas vezes, em manobras de aproximação de plataformas onde a referência visual também é importante. Apesar da proa fixa, o movimento de vante, ré, bombordo e boreste funcionam como no modo JSMH.



(Figura 5)

5.3- Auto area position mode.

Este modo permite que a embarcação permaneça em uma determinada área com o consumo mínimo de energia. Geralmente usado quando a embarcação

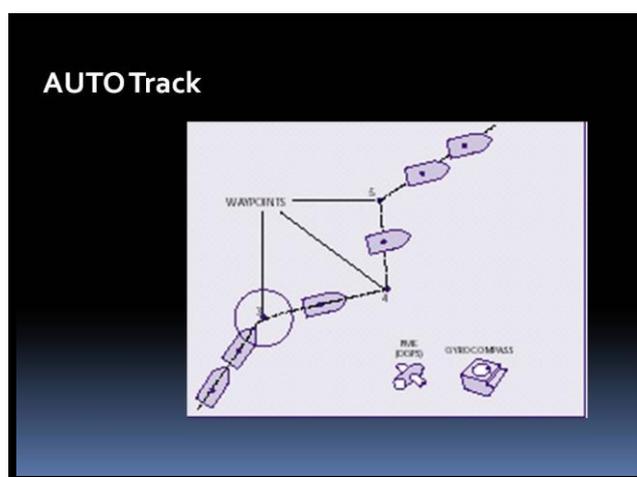
precisa ficar em espera em uma determinada região. O modo não mantém a embarcação necessariamente no centro da área, permitindo certo desvio. Os propulsores e/ou impelidores são acionados apenas quando o navio ultrapassa certos limites, utilizando o mínimo de energia possível.

5.4- *Auto track mode.*

As posições são previamente programadas, no modo “auto track”, através de “waypoints”, os pontos de guinada, mantendo o navio a derrota planejada. Faz ainda as correções no abatimento e caimento. O controle é feito tanto em baixas como em altas velocidades, utilizando estratégias de controle diferentes para cada uma delas. O sistema pode trocar automaticamente a estratégia de controle, ou a mudança pode ser feita manualmente pelo operador.

O controle de posição e aproamento são aplicados em todos os três eixos de movimento em baixas velocidades. 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.

A embarcação pode manter-se na derrota estipulada pelo operador até sua velocidade mais alta em altas velocidades. 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.

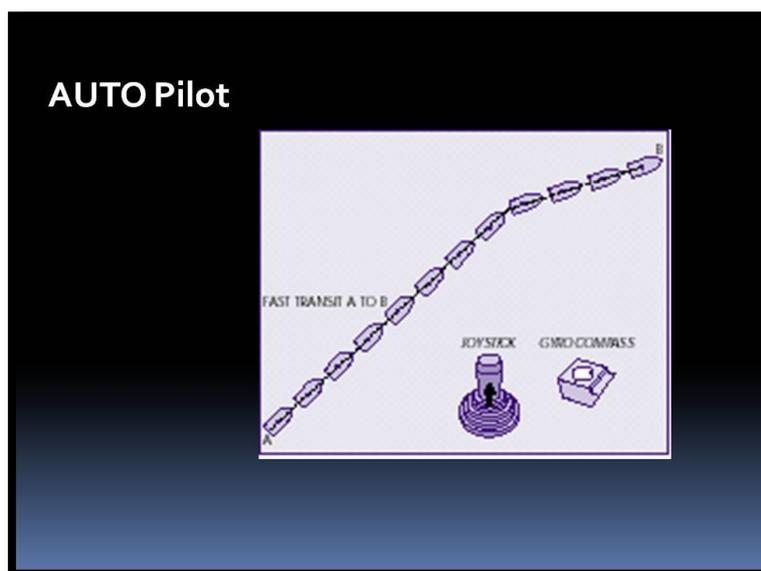


(Figura 6)

5.5 - *Autopilot mode.*

O modo piloto automático permite que a embarcação navegue em uma rota pré-definida automaticamente que é capaz de controlar 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.

Por garantir uma precisão muito maior, esta função do sistema poderia ser usada para substituir o piloto automático convencional das embarcações. É utilizada por várias embarcações *off-shore* para pequenas pernadas entre as plataformas ou ainda para viagens de volta para o porto. Contudo, o consumo de combustível do piloto automático do sistema DP é muito maior do que o consumo do piloto automático convencional, tornando-o inviável em viagens mais longas.



(Figura 7)

5.6 - *Follow target mode.*

O modo de acompanhamento de alvo permite que a embarcação acompanhe um alvo em movimento, mantendo-se uma distância relativa entre eles e certamente é o modo mais complexo. Para que isto seja possível, é necessário que o alvo esteja equipado com um transponder para que o sistema DP possa monitorar sua

posição. Tem utilidade crucial nos barcos ROV, unidade robótica submersa em movimento ou parada, sendo que a posição do navio se mantém constante em relação ao ROV.

O operador define um círculo de operação em que o alvo pode se movimentar sem fazer com que a embarcação também se movimente. O navio somente ira se movimentar caso o alvo ultrapasse o limite deste círculo. Esta função é chamada de “raio de reação”.

CAPÍTULO III

APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DP NO SEGMENTO OFFSHORE

Este capítulo tem fundamental importância já que fornece uma visão sobre como a tecnologia DP é utilizada nos diversos setores e segmentos offshore. Sabemos que hoje é consenso que Unidades de Posicionamento Dinâmico constituem-se na ferramenta mais apropriada e versátil para a exploração e o desenvolvimento de campos situados em lâminas d'água profundas.

1.1 PERFURAÇÃO, PRODUÇÃO E ALÍVIO

1.1.1 PLATAFORMAS SEMI-SUBMERSÍVEIS DP

As plataformas semi-submersíveis são compostas de uma estrutura de um ou mais conveses, apoiada em flutuadores submersos. Uma unidade flutuante sofre movimentações devido à ação das ondas, correntes e ventos, com possibilidade de danificar os equipamentos a serem descidos no poço. Por isso, torna-se necessário que ela fique posicionada com estabilidade na superfície do mar.



(Figura 8)

1.1.2 NAVIOS SONDAS DP

Navio Sonda é um navio projetado para a perfuração de poços submarinos. Sua torre de perfuração localiza-se no centro do navio, onde uma abertura no casco permite a passagem da coluna de perfuração. O sistema de posicionamento do navio-sonda, composto por sensores acústicos, propulsores e computadores, anula os efeitos do vento, ondas e correntes que tendem a deslocar o navio de sua posição. Os navios sonda, assim como as plataformas semi-submersíveis, são destinados à perfuração de poços em águas profundas e ultra-profundas.



(Figura 9)

1.1.3 NAVIOS DE PRODUÇÃO, ESTOQUE E DESCARGA (FPSO)

Os FPSOs (*Floating, Production, Storage and Offloading*) são navios com capacidade produzir, processar e armazenar o petróleo, e fazer a transferência do petróleo e/ou gás natural para terra, através de navios - tanque ou, por dutos.

No convés do navio é instalada uma planta de processo para separar e tratar os fluidos (petróleo, gás e água) produzidos pelos poços. Depois de separado da água e do gás, o petróleo é armazenado nos tanques do próprio navio, sendo transferido para um navio aliviador de tempos em tempos. O FPSO Seillean quando lançado, foi descrito como o mais sofisticado FPSO do mundo. Dotado de Posicionamento Dinâmico (DP), o que permite uma descarga pioneira entre navios DP e aliviadores igualmente dotados de DP. No caso de um furacão se aproximando, esse recurso, altamente avançado,

permitirá ao FPSO desconectar-se do poço e mover-se usando a propulsão de posicionamento dinâmico para buscar águas abrigadas.



(Figura 10)

1.1.4 NAVIOS ALIVIADORES DP (DP SHUTTLE TANKERS)

O navio aliviador é um petroleiro que se posiciona na popa/proa da FPSO para receber petróleo que foi armazenado em seus tanques e transportá-lo para terra. O gás comprimido é enviado para terra através de gasodutos e/ou re-injetado no reservatório. Durante a operação de alívio da plataforma, o navio se aproxima da plataforma e um mangote flexível é utilizado para fazer a transferência do óleo plataforma para o aliviador.



(Figura 11)

1.2 APOIO OFFSHORE

1.2.1 NAVIOS DE LANÇAMENTO DE LINHA (PLSV)

São embarcações que lançam e recolhem linhas no mar, utilizadas para conectar as plataformas a sistemas de produção de petróleo. São destinadas ao lançamento e posicionamento no fundo do mar de cabos de telecomunicações e flexíveis de produção de petróleo. Possui recursos avançados de posicionamento, bem como de mapeamento e acompanhamento das operações.



(Figura 12)

1.2.2 EMBARCAÇÕES DE MERGULHO SATURADO (DSV)

São embarcações de apoio às operações de mergulho de “superfície” ou saturado, dotados de vários equipamentos especiais (sino de mergulho, câmaras de saturação, guinchos especiais etc). Esta embarcação é construída com recursos de manobras de última geração para atender às necessidades de manutenção da posição durante o trabalho de mergulhadores no fundo. Os equipamentos de mergulho incluem câmaras hiperbáricas e sinos. Normalmente são dotadas de heliponto.



(Figura 13)

1.2.3 EMBARCAÇÕES DE ESTIMULAÇÃO DE POÇO (WSV)

São embarcações dotadas de “plantas” para aplicação de injeção de agentes químicos, visando monitorar e melhorar a produtividade dos poços e linhas em operação. A embarcação com capacidade de manobra similar ao supridor com planta de estimulação instalada no convés principal. Alguns tipos utilizam o convés principal protegido do tempo permanecendo exposta somente a área de embarque de carga e pessoal. A operação de estimulação tem o propósito de melhorar a produção do poço através do fraturamento (da formação), quando são alcançadas pressões superiores a 15000 psi, ou pela acidificação (ácido clorídrico) na limpeza da coluna e revestimento.



(Figura 14)

1.2.4 EMBARCAÇÕES COM ROV (RSV)

A embarcação equipada com veículo de operação remota (ROV), podem chegar a um grau de complexidade muito alto, portanto sua operação é uma tarefa difícil. Com o avanço das plataformas de exploração de petróleo rumo ao oceano, em águas cada vez mais profundas, a utilização de ROV na pesquisa, instalação, operação e manutenção de poços se tornou imprescindível.

O RSV deve fornecer as melhores condições possíveis para a operação do ROV ser mais rápida, segura e eficiente. Além dos ROV, a embarcação deve estar apta a locomoção de dutos submarinos e outros equipamentos pesados que possam estar envolvidos numa instalação ou manutenção submarina. Podemos dizer que são equipamentos não-tripulados que possuem controle à distância. Na engenharia naval e offshore, os ROV (remotely operated vehicle) são usados para atingir profundidades em que o ser humano não pode sobreviver devido as condições de temperatura e pressão.



(Figura 15)

1.2.5 EMBARCAÇÕES DE PESQUISAS SÍSMICAS (SEISMIC VESSELS)

Embarcação destinada ao levantamento sísmico de determinada região a ser explorada ou revisada. Seus equipamentos de levantamento geológico utilizam cabos com bóias e transdutores muito sensíveis lançados pela popa.



(Figura 16)

1.2.6 EMBARCAÇÕES DE APOIO OFFSHORE (PSV)

Este projeto utiliza borda livre alta e capacidade de manobra com recursos de última geração (posicionamento dinâmico - DP). Para melhor enfrentar as condições adversas, a embarcação possui dimensões acima das consideradas normais para um supridor.



(Figura 17)

1.2.7 EMBARCAÇÕES DE CARGA RÁPIDAS (UT)

Embarcação de alta velocidade destinada ao transporte de cargas rápidas e emergenciais, possuem sistema de posicionamento dinâmico.



(Figura 18)

1.2.8 EMBARCAÇÕES DE MANUSEIO DE ÂNCORAS (AHTS)

São embarcações especializadas em Manuseio de ancoras, reboque e suprimento a unidades offshore. São embarcações muito versáteis, de multi-uso, possuem capacidade de realizar reboques de grandes estruturas, em alto-mar, como também podem servir como embarcações de socorro e salvamento, e no combate a incêndio, são usadas na re-locação de plataformas (DMA), na sua desancoragem e ancoragem, movimentando suas âncoras, no transporte de equipamentos para perfuração e operação de produção em alto-mar, e transporte de graneis em tanques próprios, como combustíveis e água, e produtos químicos, e outros graneis secos, como cimento, barita, betonita, cálcio, etc...

A maioria dos AHTS tem capacidade para também operar como embarcações de apoio submarino, devido ao seu porte avantajado, e grande autonomia no mar.



(Figura 19)

CAPÍTULO IV: FATOR HUMANO NAS OPERAÇÕES DE DP

1 – *Dinamic Positioning Operator (DPO).*

O operador é o elemento humano do sistema. É a pessoa responsável e capacitada que decide como o sistema deve operar e o que fazer. O operador controla todos os dados e informações recebidas pela unidade de controle e com isso, determina as melhores condições de funcionamento, minimizando o esforço da embarcação em manter seu posicionamento.

É o elemento mais vulnerável e sujeito a erros de todo o sistema. Principalmente quando opera por longos períodos, o DPO tem seu nível de atenção prejudicado. Deve estar sempre atento à operação e avaliando o modo mais favorável a situação, observando sempre a segurança. Deve sempre prever uma situação de falha e estar pronto para agir caso ela aconteça realmente.

2 - Qualificações do DPO.

O operador tem que ser qualificado. Para obter tal qualificação é necessário que ele tenha realizado no mínimo o curso básico de posicionamento dinâmico, onde são abordados a apresentação do sistema, componentes, modos de operação e resolução de problemas e como agir mediante às falhas do equipamento. Tem a duração de uma a duas semanas e pode ser feito em instituições públicas (CIAGA, Rio de Janeiro) ou particulares, localizadas principalmente no Rio de Janeiro e Macaé, onde os melhores cursos encontram-se. O investimento aproximado é de 5 mil reais para o DP Básico, sendo que é necessário uma experiência de no mínimo 30 dias de embarque para sua realização.

Mas é importante ressaltar que o curso proporciona apenas o conhecimento teórico e simulação da prática. O operador aprende apenas a manusear o sistema, e não a configurá-lo ou repará-lo, e apenas a efetiva prática vai proporcionar a devida destreza nas operações.

Existe também o curso avançado em Posicionamento Dinâmico. São pré-requisitos o registro de embarque em embarcação DP no Log Book do operador e o curso básico. Ainda há o curso *Full DP*, para o qual o oficial deve ter o curso avançado. Tais cursos são realizados em instituições particulares e, devido ao elevado investimento (ainda maior que para o básico), muitas empresas pagam para os seus funcionários a fim de capacitá-los.

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.

A visão e a política da indústria a respeito dos requisitos para os operadores foram delineadas em uma publicação da DPVOA 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.

3 – O erro humano nos incidentes de DP.

Outra área do posicionamento dinâmico onde o elemento humano aparece notoriamente 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. Como resultado tem havido um crescimento exponencial na influência que disciplinas relacionadas à psicologia ocupacional exercem sobre o gerenciamento do material humano no setor de operações off-shore e de posicionamento dinâmico.

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.

Um caso típico na indústria marítima é a entrada em canais estreitos e a aproximação de estruturas quando as condições não são as ideais. Mas quando a pressão e o stress geram ansiedade e hostilidade, o processo de raciocínio e análise lógica assim como a tomada de decisão são prejudicadas e as condições para erros intensificadas. Relaxamento ou excesso de confiança por outro lado podem contribuir significativamente para o erro humano. Assim pode-se dizer que os dois extremos da condição de alerta do ser humano durante a realização de uma tarefa podem contribuir para o erro. Para os operadores de posicionamento dinâmico o aparecimento das condições que geram o momento de stress excessivo costuma levar apenas alguns instantes.

Alguns dos fatores que costumam ser encontrados na atividade marítima off-shore e nas operações com embarcações DP e que podem contribuir para o erro humano e que o tipificam 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

Com a elaboração desse trabalho foi possível esclarecer dúvidas sobre o Sistema de Posicionamento Dinâmico, que é de vital importância nas embarcações em tempos modernos.

Além disso, foi possível corroborar a importância dessa tecnologia no meio marítimo, uma vez que ela é utilizada como um sistema hidrodinâmico necessário para manter uma embarcação em uma mesma posição, sendo esse recurso amplamente usufruído nas operações *offshore* da indústria do petróleo.

O desenvolvimento e implementação desse sistema se mostrou de extrema importância devido aos progressos realizados no meio marítimo, tornando patente que apesar da tecnologia o ser humano ainda é insubstituível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A história da perfuração. Disponível em: <<http://gcaptain.com/history/>> Acesso em: 14 jun. 2014

Sistema de Posicionamento Dinâmico. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_dinâmico> Acesso em: 17 jun.2014

Meio Marinho. Disponível em: <<http://www.oceanica.ufrj.br/>> Acesso em : 18 jun.2014

Introduction to the Dynamic Positioning System. Disponível em :<<http://www.km.kongsberg.com> > . Acesso em : 18 jun.2014

Optimizing complex vessel operations. Disponível em : <<http://www.km.kongsberg.com> > . Acesso em : 18 jun.2014

A Era do Petróleo. Disponível em : <<http://www.suapesquisa.com/geografia/petroleo/>> . Acesso em : 13 jun.2014

