

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

O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

Por: Juliana Fernandes Ferreira Oliveira

**Orientador
CLC Mauro
Rio de Janeiro
2012**

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

O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

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 Náutica (FONT) da Marinha Mercante.

Por: Juliana Fernandes Ferreira Oliveira.

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 a Deus pela oportunidade e a todos que me apoiaram, contribuindo cada um em sua maneira, para a minha formação profissional.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, que sempre me apoiaram e dos quais herdei as duas coisas mais importantes que se pode deixar para um filho: caráter e educação. Dedico também ao meu namorado Leon pelo amor e companheirismo.

RESUMO

Hoje em dia observamos um crescente desenvolvimento tecnológico em diversas áreas da Marinha Mercante. Sendo assim, este documento apresenta de forma clara e concisa diversas informações a respeito do Sistema de Posicionamento Dinâmico, um dos principais componentes desse cenário de inovações.

Após a introdução, o contexto histórico de como se desenvolveu a necessidade de criação do SDP é apresentado. No capítulo seguinte, os componentes do sistema e seu modo de operação são detalhados, permitindo um maior entendimento do assunto.

No estudo também é abordada a importância do operador no sistema de posicionamento dinâmico, exaltando que, apesar do desenvolvimento tecnológico, o fator humano é primordial para o bom uso do sistema durante as operações.

Palavras-chave: Sistema de Posicionamento Dinâmico, tecnologia.

ABSTRACT

Nowadays we observe a crescent technologic development in many areas of the Merchant Marine. Being like this, this document shows in a clear and brief way several pieces of information about the Dynamic Positioning System, one of the most important components of this scenery of innovations.

After the introduction, the historic context of how the necessity of creation of the DPS was developed is presented. On the follower chapter, the components and operation ways of the system are detailed, allowing a better comprehension about the subject.

On the paper the importance of the Dynamic Positioning System Operator is also commented, showing that in spite of the technologic development the human factor is extremely necessary to the good use of the system during operations.

Key words: Dynamic Positioning System, technology.

LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	Embarcação CUSS1	13
2	Graus de liberdade do navio	16
3	Elementos de um SDP	18
4	Sistema DGPS	22
5	<i>Joystick Manual Heading</i>	25
6	<i>Joystick Auto Heading</i>	26
7	<i>Auto track position mode</i>	27
8	<i>Autopilot mode</i>	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I: Desenvolvimento histórico do posicionamento dinâmico.	12
1 - Surgimento do sistema DP.	12
2 - Vantagens e desvantagens.	13
CAPÍTULO II: Sistema de Posicionamento Dinâmico	15
1 - Definição.	15
2 - Graus de liberdade do navio e efeitos externos	15
3 - Classificação do sistema DP.	17
4 - Subsistemas do sistema DP.	18
4.1 - Sistema de sensoriamento.	18
4.1.1 - Agulha girascópica.	19
4.1.2 - <i>Vertical Reference Unit</i> (VRU).	19
4.1.3 - Anemômetro.	19
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.	20
4.4 - Sistema de alocação de força de empuxo.	21
4.5 - Sistema de potência.	21
4.6 - Sistema de referência de posição.	21
4.6.1 - GPS/ DGPS.	22
4.6.2 - Sistema hidroacústico.	22

4.6.3 - Taut-wire.	23
4.6.4 - CYSCAN.	23
4.6.5 - ARTEMIS.	23
4.6.6 - Differential Absolute and Relative Positioning System (DARPS).	23
5 - Modos de operação do sistema DP.	24
5.1 - <i>Joystick Manual Heading (JSMH)</i> .	24
5.2 - <i>Joystick Auto Heading (JSAH)</i> .	25
5.3 - <i>Auto Area Position mode</i> .	26
5.4 - Auto Track mode.	26
5.5 - Autopilot mode.	27
5.6 - Follow target mode.	28
CAPÍTULO III: O fator humano nas operações de DP	32
1. Dinamic Positioning Operator (DPO).	29
2. Qualificações do DPO.	29
3. O erro humano nos incidentes de DP.	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico no setor de transporte marítimo tem se tornado cada vez mais patente nas últimas décadas. Isso ocorreu principalmente devido o surgimento das operações em alto mar, que demandaram 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.

Com o avanço da automação e computadores, surgiu o sistema de posicionamento dinâmico que controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação por meio de propulsão ativa (thrusters), permitindo uma maior precisão durante operações mais sensíveis.

Hoje em dia, o operador consegue controlar uma embarcação com apenas um *joystick* devido a um sistema integrado entre impelidores e propulsores com uma interface eletrônica, possibilitando a harmonia do posicionamento da embarcação com as ordens para as máquinas.

CAPÍTULO I

DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO POSICIONAMENTO DINÂMICO.

1 - Surgimento do sistema DP.

Antigamente a extração de petróleo era feita em poços localizados no continente, entretanto a necessidade de extrair cada vez mais barris levou o homem a explorar os poços que se encontravam em alto mar.

Para a exploração do petróleo em alto mar foi necessária a instalação de plataformas semelhantes com as atuais. A fixação se dava por pesos e âncoras que limitavam o movimento das mesmas e permitiam a perfuração em águas mais profundas. Contudo, o sistema de ancoramento, apesar de permitir a fixação da embarcação, tinha defeitos como elasticidade, baixo amortecimento hidrodinâmico e exposição da embarcação ou plataforma a movimentos causados por correntes, ventos e ondas, fazendo com que as instalações ficassem sujeitas a avarias.

A primeira embarcação a utilizar o Sistema de Posicionamento Dinâmico é a CUSS1. Ela foi utilizada do projeto Mohole e realizou a perfuração na camada Moho, que se localiza na parte mais externa da Terra.

A fim de alcançar esta camada, seria necessário realizar as operações em águas mais profundas possível. 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.

Em 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 948 m.



(Figura 1)

Tamanho foi o sucesso da operação, que ainda em 1961 surgiram embarcações com sistemas semelhantes como a Caldrill-I e a Eureka, da Shell Oil Company.

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.

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.

2 -Vantagens e desvantagens.

Assim como qualquer outro sistema, o posicionamento dinâmico possui suas vantagens e desvantagens, por isso na escolha do método a ser utilizado para fixar uma plataforma ou embarcação em uma determinada posição deve ser feita uma análise coerente dos prós e contras.

O sistema DP possui as seguintes vantagens:

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

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.

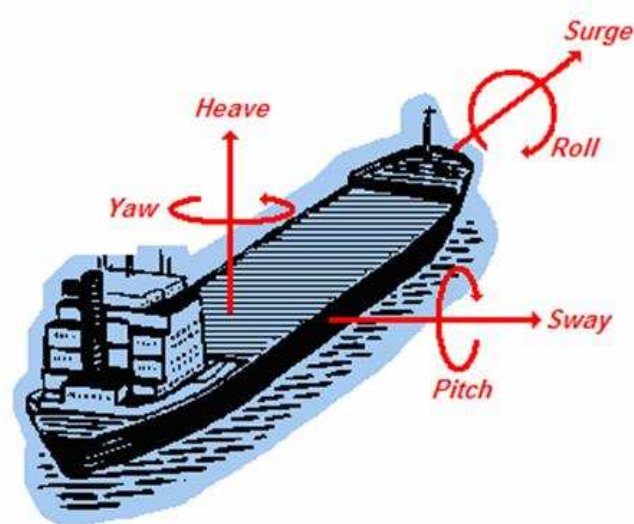
Tal tecnologia possui uma série de sensores que combinados fornecem informações ao computador relativas à magnitude e direção das forças atuantes na posição do navio. Sendo assim, um programa computacional, de acordo com o modelo matemático da embarcação, calcula o ângulo de leme e a força em cada um 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.

O movimento realizado pelo navio devido a fatores externos possui seis graus de liberdade em torno de três eixos que passam pelo seu ponto de flutuação, um longitudinal, um transversal e um vertical. 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 2)

Movimentos de Translação: *SURGE* (AVANÇO)

SWAY (DERIVA)

HEAVE (AFUNDAMENTO)

Movimentos de Rotação: *ROLL* (JOGO)

PITCH (ARFAGEM)

YAW (GUINADA)

No eixo vertical ocorre a arfagem (*heave*), que é o movimento vertical da embarcação, sofre grande influência das ondas. Outro movimento em torno do eixo é o cabeceio (*yaw*) que constitui basicamente no giro da proa.

O balanço (*roll*) e “avanço e recuo” (*surge*) são movimentos que atuam sobre o eixo longitudinal, sendo o primeiro com característica de giro e o segundo percorrendo o eixo, avançando e recuando como o próprio nome sugere.

O giro em torno do eixo transversal é chamado de caturro (*pitch*), 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 o “avanço e recuo”, cabeceio e caimento, pois nas operações, somente interessa controlar a posição no plano horizontal, 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.

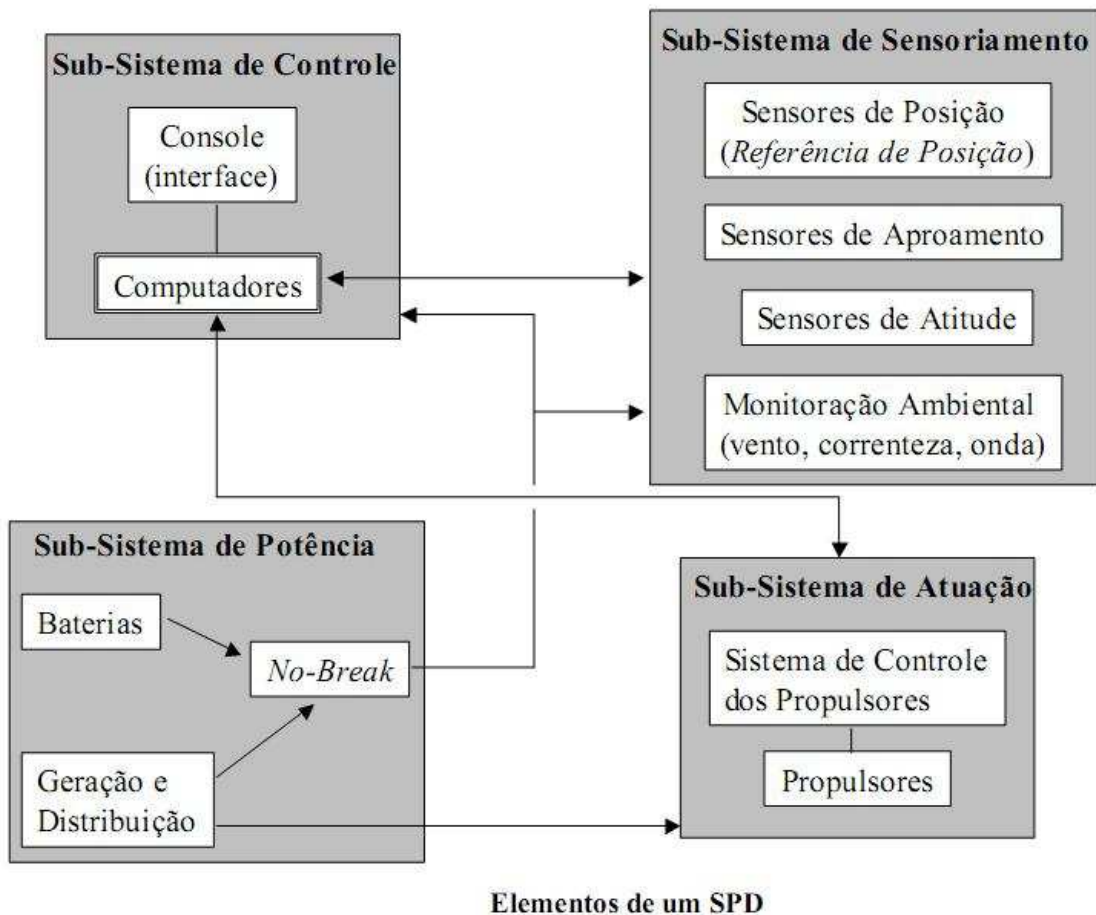
DP classe 1 - possui controles de aproamento e posição automáticos, porém não possui redundância completa, podendo sair de posição com qualquer falha simples.

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.



(Figura 3)

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.

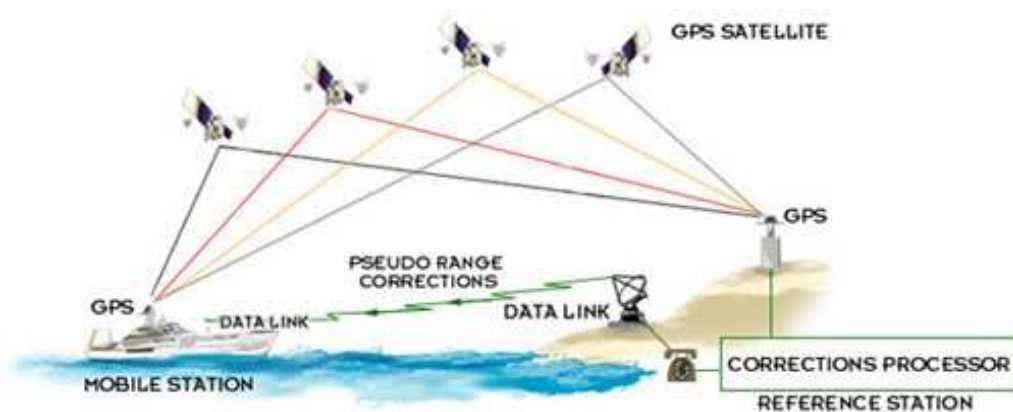
4.6 - Sistema de referência de posição.

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 4)

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 alguma 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.

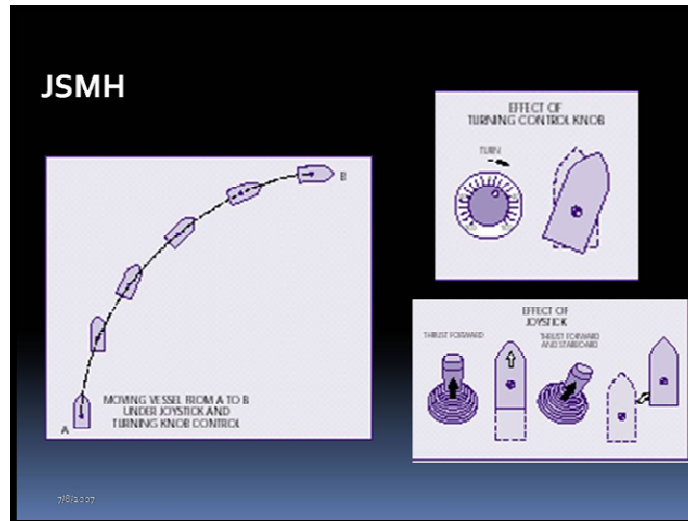
5.1-*Joystick Manual Heading (JSMH)*.

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:

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

Neste modo, também é possível selecionar o controle automático do movimento transversal ou longitudinal, que combinado com o controle automático do aproamento, permite que o operador tenha que se preocupar somente com um eixo de movimento do navio.



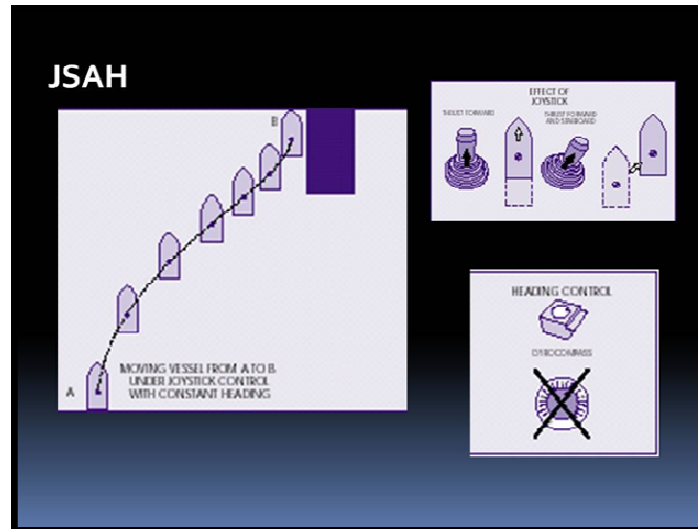
(Figura 5)

5.2- Joystick Auto Heading (JSAH).

O modo de posição automática controla o aproamento e a posição. No controle de aproamento, o operador dispõe das funções 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.

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.

Esse modo de operação é muito utilizado 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 6)

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.

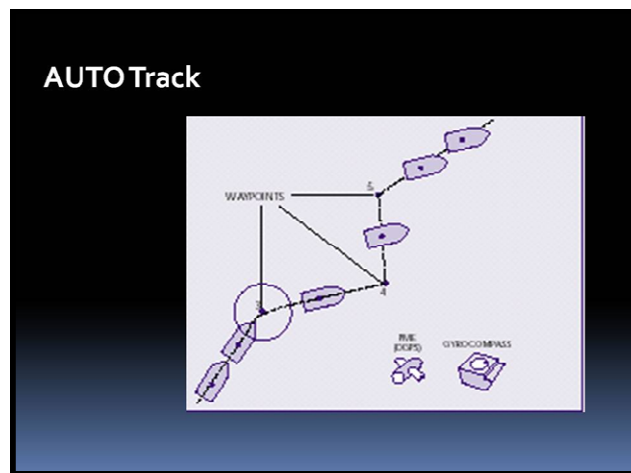
5.4- *Auto track mode.*

No modo “auto track” as posições são previamente programadas 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.

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.



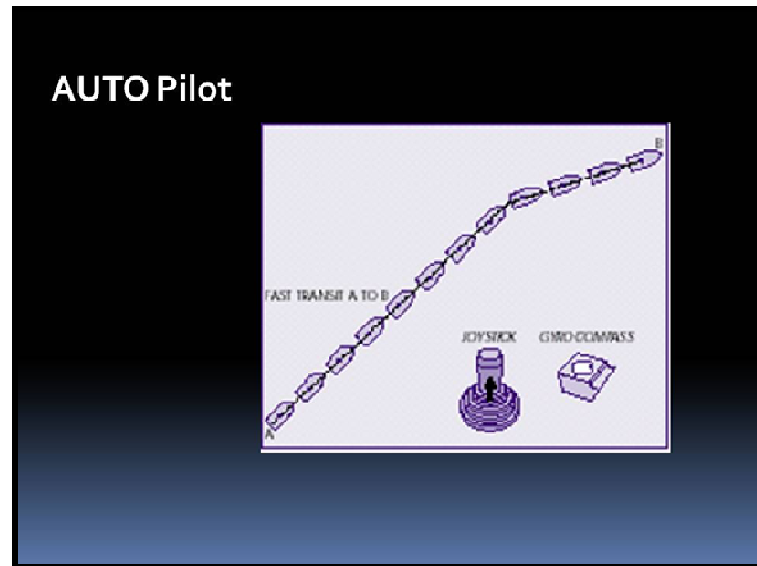
(Figura 7)

5.5 - *Autopilot mode.*

O modo piloto automático faz com 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 *off-shore* a utilizam para pequenas pernadas entre as plataformas ou ainda para viagens de volta para o porto. Porém, 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 8)

5.6 - *Follow target mode.*

O modo de acompanhamento de alvo, certamente o modo mais complexo, permite que a embarcação acompanhe um alvo em movimento, mantendo-se uma distância relativa entre eles. 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. A posição do navio se mantém constante em relação ao ROV, unidade robótica submersa em movimento ou parada.

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 irá se movimentar caso o alvo ultrapasse o limite deste círculo. Esta função é chamada de “raio de reação”.

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 esta 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 esse trabalho foi possível esclarecer dúvidas sobre o Sistema de Posicionamento Dinâmico, que é de vital importância na profissão em tempos modernos.

Foi possível, também, 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

- 1 - <http://gcaptain.com/history/>
- 2 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_dinâmico
- 3 - <http://www.oceanica.ufrj.br/>
- 4 - <http://www.km.kongsberg.com>
- 6 - <http://www.suapesquisa.com/geografia/petroleo/>
- 7 - <http://www.rov.org/educational/pages/whatis.html>
- 8 - <http://www.imca-int.com/>
- 9 - KONGSBERG. “Introduction to the Dynamic Positioning System”
- 10 - KONGSBERG. “Optimizing complex vessel operations”