

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

IZABELI TEIXEIRA FERRETTI MAGALHÃES

**O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO: funcionamento e
aplicabilidade nas embarcações Offshore**

RIO DE JANEIRO

2014

IZABELI TEIXEIRA FERRETTI MAGALHÃES

O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO: funcionamento e aplicabilidade nas embarcações 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

IZABELI TEIXEIRA FERRETTI MAGALHÃES

O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO: funcionamento e aplicabilidade nas embarcações 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 aos meus pais, que foram os responsáveis por ter conseguido trilhar esse caminho com êxito, e também à minha irmã que sempre foi um exemplo. Dedico à minha grande amiga Wilma Beatriz por ter me apoiado nesses três anos de escola, estando sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por terem sido pacientes e sempre terem feito de tudo para que esse sonho pudesse ser concretizado, desde os tempos de curso, quando a dúvida e o medo de não passar eram muito grandes. Sem eles eu não estaria onde estou hoje. Agradeço à minha família e amigos que não se importaram com a minha ausência em certos momentos e sempre incentivaram que seguisse o meu caminho. Agradeço ao meu namorado por estar sempre me apoiando e me guiando pelo caminho certo, incentivando meu sucesso e minha felicidade, sem ele certamente teria sido mais difícil. Agradeço às minhas amigas dos camarotes por que passei durante os três anos de EFOMM, pela convivência e paciência, por tornarem a rotina mais leve. Agradeço ao meu orientador por ter me guiado durante a elaboração com êxito desse trabalho.

RESUMO

Este trabalho visa apresentar o esquema de funcionamento do sistema de posicionamento dinâmico como um todo, desde o seu surgimento, até os dias atuais. Busca, através de fatos históricos, entender a necessidade deste sistema nas operações em plataformas de perfuração em águas cada vez mais profundas, bem como nas embarcações de apoio a essas plataformas, que crescem visivelmente na Marinha Mercante brasileira e mundial. Apresenta parte do esquema de funcionamento dessa recente tecnologia, seus principais elementos e modos de operação, e algumas das principais embarcações que o utilizam nas principais operações, desde plataformas e navios, até embarcações de apoio. Em outras palavras, serão abordados muitos tópicos referentes ao sistema de forma concisa e objetiva, visando ao final deste trabalho fomentar o conhecimento e tornar esta tecnologia mais compreensível.

Palavras-chave: Sistema de Posicionamento Dinâmico. Plataformas. Marinha Mercante. Embarcações de Apoio. Tecnologia.

ABSTRACT

This paper presents the layout and operation of dynamic positioning system as a whole, from its inception until the present day. Search through historical facts, understand the need for this system in operations for drilling platforms in increasingly deep waters as well as in vessels to support these platforms, visibly growing in Brazil and worldwide Merchant Marine. Presents part of the scheme of operation of this latest technology, its main elements and modes of operation, and some of the major vessels that use it in major operations from platforms and ships by support vessels. In other words, will address many topics related to concise and objective system, aiming at the end of this work to foster knowledge and technology make this more understandable.

Keywords: Dynamic Positioning System. Platforms. Merchant Marine. Support Vessels. technology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A figura a esquerda mostra o motor utilizado no primeiro sistema DP e a foto a direita mostra o CUSS I no mar	13
Figura 2 – Graus de liberdade do navio.....	16
Figura 3 – Divisões do sistema DP	19
Figura 4 – Imagem de um MRU (Motion Reference Unit).....	21
Figura 5 – Console de um sistema DP.....	22
Figura 6 – Plataforma Semi-submersível	28
Figura 7 – Navio Sonda	29
Figura 8 – Navio FPSO	30
Figura 9 – Navio Aliviador	31
Figura 10 – Navio de lançamento de linha	32
Figura 11 – Embarcação de mergulho saturado	32
Figura 12 – Embarcação WSV	33
Figura 13 – Embarcação RSV	34
Figura 14 – ROV	34
Figura 15 – Embarcação de pesquisa sísmica	34
Figura 16 – PSV	35
Figura 17 – AHTS.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 BREVE HISTÓRICO	12
2.1 Dificuldades antes do sistema DP	12
2.2 Surgimento do sistema DP	12
3 VANTAGENS E DESVANTAGENS	15
3.1 Vantagens	15
3.2 Desvantagens	15
4 OS GRAUS DE LIBERDADE CONTROLADOS PELO SISTEMA DP	16
4.1 Os graus de liberdade	16
4.2 Fatores externos influenciando a embarcação	17
5 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DP	18
6 COMPONENTES DO SISTEMA DP	19
6.1 Conceituação	19
6.2 Elementos do sistema DP	20
6.2.1 Sensores	20
6.2.2 Unidade de Controle	21
6.2.3 Sistema de Geradores de Energia	22
6.2.4 Sistema de Referência de Posição	22
7 MODOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DP	25
7.1 Joystick Manual Heading (JSMH)	25
7.2 Joystick Auto Heading (JSAH)	25
7.3 Min Power	26
7.4 Auto Position	26
7.5 ROV Follow	26
7.6 Auto Pilot	26
7.7 Auto Track	26
8 APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DP NAS EMBARCAÇÕES OFFSHORE	28
8.1 Perfuração, Produção e Alívio	28
8.1.1 Plataformas semi-submersíveis DP	28
8.1.2 Navios Sonda DP	28

8.1.3 Navios de Produção, Estoque e Descarga (FPSO)	29
8.1.4 Navios Aliviadores	30
8.2 Apoio Offshore	31
8.2.1 Navios de Lançamento de Linha (PLSV).....	31
8.2.2 Embarcações de Mergulho Saturado (DSV)	32
8.2.3 Embarcações de Estimulação de Poço (WSV).....	32
8.2.4 Embarcações com ROV (RSV)	33
8.2.5 Embarcações de Pesquisa Sísmica (RH – Research Vessel).....	34
8.2.6 Embarcações de Apoio Offshore (PSV).....	35
8.2.7 Embarcação de Manuseio de Âncora (AHTS)	35
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

A indústria offshore mundial surgiu entre os anos de 1930 e 1950, na Venezuela e no Golfo do México, respectivamente. A partir de então, essa exploração passou a se expandir para o Mar do Norte, abrindo espaço para empresas dessa segmentação como Shell, Exxon e Texaco. No Brasil, desde o fim da década de 50, já havia o conhecimento de que o país possuía reservas de petróleo em profundidade marítima, sem uma definição precisa dos locais.

A confirmação ocorreu pela descoberta do primeiro poço *offshore* em 1968, no Campo de Guaricema, Sergipe. Tal fato marcou o nascimento do apoio marítimo no Brasil.

Em 1974 a Petrobras deu um grande salto marcando a sua história e a do Brasil: a descoberta de petróleo na Bacia de Campos e no Campo de Garoupa. Com o passar dos tempos novos campos gigantes de petróleo foram descobertos na Bacia de Campos e também na Bacia de Santos, descoberta em 2005, cujas principais jazidas são as de Tupi e Iara.

Para que essa difícil, complexa e indispensável atividade industrial fosse completa e produzisse os melhores resultados, tornou-se necessário dotá-la de um eficiente apoio logístico para dar suporte às diversas fases das atividades offshore, como exploração, perfuração, engenharia, desenvolvimento do campo, produção, armazenamento/transporte, fechamento/remoção etc.

O apoio logístico às plataformas de petróleo pode ser feito de duas maneiras: pelo ar, através de helicópteros, que transportam pessoas e pequenas cargas, e pelo mar, através de embarcações que transportam materiais e equipamentos, que será o ponto de estudo desse trabalho.

As embarcações de apoio marítimo dispõem de equipamentos capazes de atender não só às plataformas, mas também às suas próprias necessidades. Em síntese, essa embarcação dispõe de tanques para graneis líquidos como óleo combustível, água industrial, água potável, fluídos de perfuração, ácidos e outros; silos ou tanques para graneis sólidos (cimento, baritina, etc); câmaras frigoríficas para gêneros alimentícios; convés adequado ao transporte de carga em geral, como tubos de perfuração, equipamentos, dutos e contentores. Exige-se dela suficiente capacidade de manobrabilidade, de modo a permanecer nas proximidades das plataformas para que

guindastes embarquem e desembarquem os materiais com relativa segurança, mesmo sob condições ambientais adversas.

Evoluindo desse conceito de embarcação de suprimento, novas características foram desenvolvidas de modo a atender às necessidades específicas, tais como: prontidão para casos de resgate decorrido de acidente; combate à incêndio; estimulação de poços, apoio às atividades de mergulho; reboque de plataformas e manuseio de âncoras.

Um dos sistemas mais importantes que auxiliam e proporcionam a segurança das operações dessas embarcações é o Sistema de Posicionamento Dinâmico ou Dynamic Positioning System – DPS, que será objeto de estudo deste trabalho.

Este sistema é de grande importância, pois é utilizado não só em boa parte das embarcações de apoio, mas também em unidades flutuantes de perfuração e produção de petróleo, como as plataformas semi-submersíveis que, por sofrerem ação direta dos ventos e correntes marítimas, não podem sofrer alterações bruscas de posicionamento em relação à coluna de perfuração.

Devido a essa grande importância na indústria offshore mundial, este trabalho se destinará a esclarecer a importância do Sistema DP nas embarcações de apoio e plataformas, suas formas de operação, seu mecanismo de funcionamento, bem como os graus de liberdade do navio e outros fatores que influenciam nas operações offshore, mostrando o quanto o DP se torna crucial para a segurança e eficiência das embarcações e operações no mar.

2 BREVE HISTÓRICO

2.1 DIFICULDADES ANTES DO SISTEMA DP

No início da década de 60 mostrou-se cada vez mais praticável a possibilidade de extração de petróleo em alto mar. Porém se fazia necessário o desenvolvimento de um controle sobre o movimento das embarcações e plataformas, pois, devido ao fato de estarem suspensas em um meio líquido, estão suscetíveis a variar suas posições, o que dificulta a operação.

Com o surgimento das plataformas de perfuração, necessitou-se de uma nova tecnologia que auxiliasse e facilitasse sua instalação. Inicialmente era cara, assim como sua movimentação. A fixação dava-se através de pesos e âncoras que limitavam o movimento das mesmas e permitiam a perfuração em águas mais profundas.

Assim como nas plataformas, nas embarcações de apoio o controle da posição também era necessário, mas nesse caso por um operador que acionava impelidores com o objetivo 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, 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.

2.2 SURGIMENTO DO SISTEMA DP

A primeira embarcação a utilizar o Sistema de Posicionamento Dinâmico foi o navio sonda (NS) CUSS1. Esta embarcação foi utilizada no projeto Mohole e realizou a perfuração na camada Moho, que se localiza na parte mais externa da Terra.

Photographs of (left) an outboard motor used for dynamic positioning on CUSS I and (right) CUSS I at sea. Basalt was reached on April 1, 1961 at the Experimental Mohole test site near Guadalupe Island, Mexico.



PLATE V Harbormaster 250-hp diesel-powered outboard motor, similar to those which will be used to power CUSS I during the experimental drilling. The engine is fixed but shaft and propeller can turn to exert thrust in any direction.



PLATE VI CUSS I during the Guadalupe Island experiments, April 1961. It successfully held position and, for the first time, drilled into the deep-sea floor.

from Bascom (1961) A Hole in the Bottom of the Sea

Figura 1 – a foto a esquerda mostra o motor utilizado no primeiro sistema DP e a foto a direita mostra o CUSS I no mar.

(Fonte: <http://www.mantleplumes.org/50-YrAnniversary.html>)

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.

Entretanto, 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.

Sendo assim, com o avanço da automação e dos computadores, o sistema de posicionamento dinâmico permitiu, através de sensores e outros referenciais, que se conseguisse 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.

3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A função do Sistema de Posicionamento Dinâmico é fazer com que a embarcação possua o controle automático de sua posição e de seu aproamento, exclusivamente por meio de propulsores ou *thrusters*.

Toda operação, de acordo com seus riscos, exige que o operador selecione os limites toleráveis para os “erros” calculados pelo sistema, ou margens aceitáveis para a operação. E essa é a principal função do DPO, ter a certeza que o equipamento faz exatamente o que tem que fazer, e, caso contrário, agir rapidamente, corrigindo o erro e manter a operação ininterrupta.

Assim como qualquer sistema operacional, o Sistema DP possui vantagens e desvantagens que devem ser levadas em consideração na escolha do método de operação que a embarcação de apoio ou plataforma irá adotar. São algumas delas:

3.1 VANTAGENS

- Não é necessário a presença de rebocadores para mudança de locação.
- A embarcação é totalmente manobrável.
- Rápidas respostas às variações climáticas e exigências operacionais.
- Versatilidade e Operacionalidade.

3.2 DESVANTAGENS

- Pode haver perda de posição devido à falha de equipamentos.
- Custo mais elevado que as embarcações convencionais.
- Alto consumo de combustível.
- Ameaça aos ROVs e Mergulhadores.
- Exige mais pessoal para operação e manutenção do sistema.

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.

4 OS GRAUS DE LIBERDADE CONTROLADOS PELO SISTEMA DP

4.1 OS GRAUS DE LIBERDADE

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.

No eixo vertical ocorre a arfagem (*heave*), movimento que percorre o eixo vertical da embarcação, principalmente devido a grande influência das ondas. Outro movimento em torno do eixo é o cabeceio (*yaw*) que consiste 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*).

Podem ser observados esses movimentos na figura abaixo.

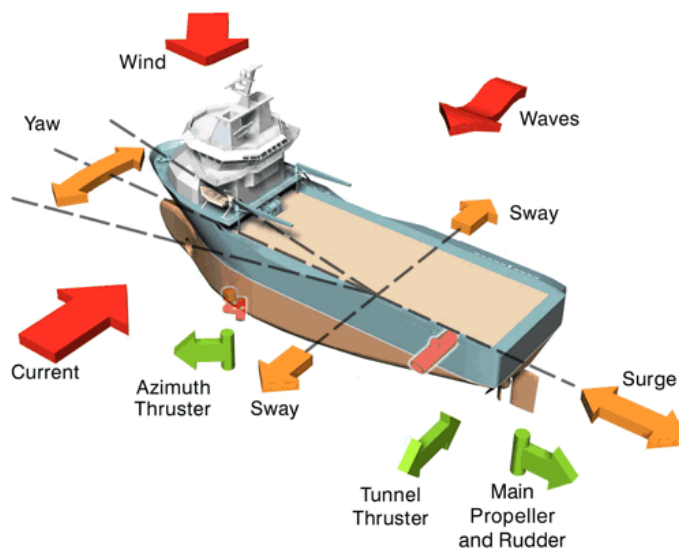


Figura 2 – Graus de liberdade do navio

Os únicos movimentos que o sistema DP consegue controlar são o “avanço e recuo”, cabeceio e caimento, movimentos transversais, visto que são os únicos que interessam dominar durante as operações. Entretanto existem equipamentos que monitoram os outros graus de liberdade.

4.2 FATORES EXTERNOS INFLUENCIANDO A EMBARCAÇÃO

Os graus de liberdade são influenciados por fatores externos, principalmente os ambientais, que atrapalham a embarcação no momento em que se tenta fazer um aproamento, manobra de aproximação, manter a posição fixa ou até mesmo manter-se numa derrota. Por esses fatores externos entendem-se fatores ambientais, sendo eles: vento, ondas e corrente, basicamente, e os causados pelos propulsores: descarga longitudinal e transversal.

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

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

5 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DP

Para que o trabalho tenha seguimento, é importante entender como é feita a classificação dos Sistemas DP, definindo se o sistema possui controles 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.

São instalados em embarcações *Supply* e outros navios aonde uma perda de posição não vai necessariamente colocar em risco vidas humanas ou gerar danos ambientais.

- 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.

Embarcações de mergulho devem ser DP classe 2.

- 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;

Navios sonda e outras embarcações em que o risco de acidentes possa por em risco a vida humana ou causar grandes danos ambientais, são construídos com DP classe 3;

6 COMPONENTES DO SISTEMA DP

6.1 CONCEITUAÇÃO

Este sistema 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.

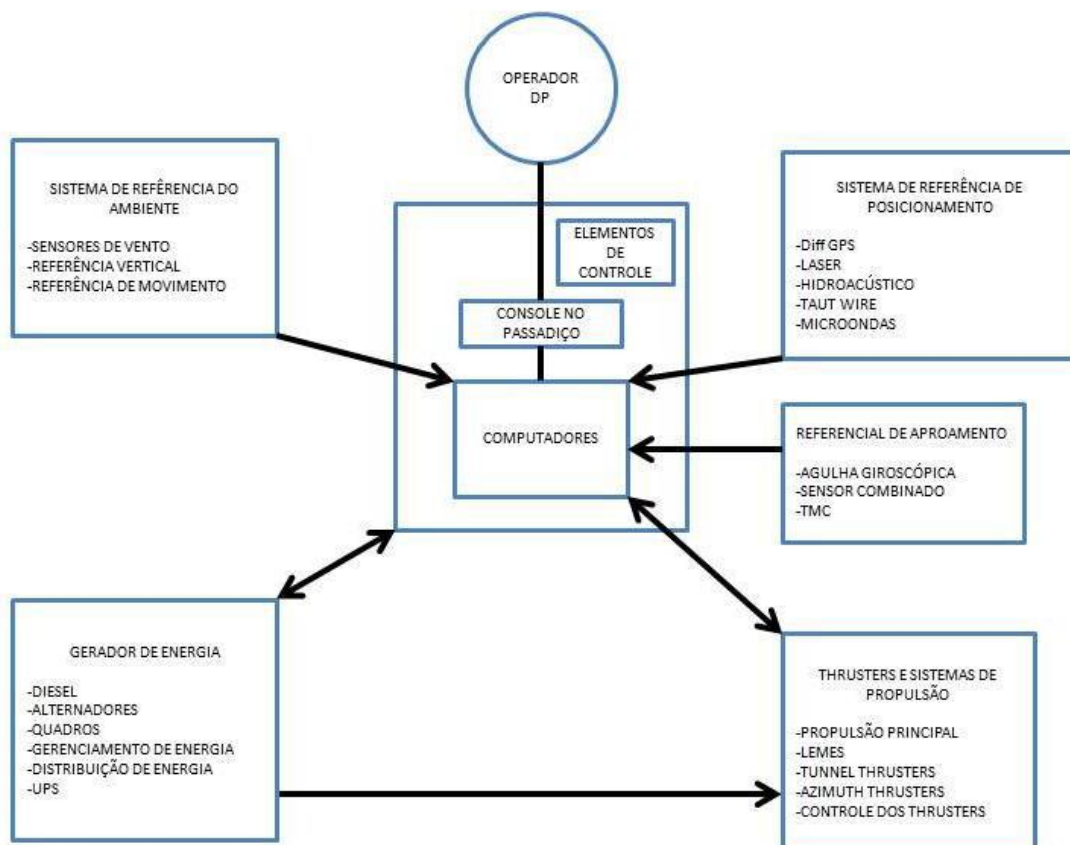


Figura 3 – Divisões do Sistema DP

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.

6.2 ELEMENTOS DO SISTEMA

6.2.1 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:

Anemômetro – envia para a unidade de controle as informações de intensidade e direção do vento.

Agulha Giroscópica – envia para a unidade de controle a informação de aproamento da embarcação.

VRS (Vertical Reference Sensor) – envia para a unidade de controle as informações de caturro e balanço da embarcação.

MRU (Motion Reference Unit) – é um tipo mais sofisticado de VRS, que informa também o movimento de arfagem do navio.



Figura 4 – Imagem de um MRU (Motion Reference Unit)

Geralmente esses equipamentos possuem redundância, garantindo o bom funcionamento do sistema e maior confiabilidade. Os sensores enviam para a Unidade de Controle informações que são usadas para cálculo, junto com as informações do sistema de referências.

6.2.2 UNIDADE 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 – Console de um sistema DP

6.2.3 SISTEMA DE GERADORES DE ENERGIA

A geração, distribuição e gerenciamento de energia são componentes fundamentais na operação das embarcações com sistema DP. Como mantêm 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 à mesma.

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.

6.2.4 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).

7 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*.

7.1 Joystick Manual Heading (JSMH) – Este modo é utilizado para se ter a embarcação totalmente manobrada pelo manual, em que o operador possui total controle da embarcação utilizando um *joystick*. O operador consegue movimentá-la no sentido longitudinal (vante/ré) e transversal (bombordo/boreste) e ainda controla o aproamento da embarcação (controlando o giro de rotação por um botão de proa).

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.

7.2 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.

7.3 *Min Power* – Mantém a posição usando o mínimo possível de força / thruster.

7.4 *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.

7.5 *ROV Follow* – 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 ira se movimentar caso o alvo ultrapasse o limite deste círculo. Esta função é chamada de “raio de reação”.

7.6 *Auto pilot* – 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 pneradas 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.

7.7 *Auto Track* – 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.

8 APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DP NAS EMBARCAÇÕES OFFSHORE

8.1 PERFURAÇÃO, PRODUÇÃO E ALÍVIO

8.1.1 PLATAFORMAS SEMI-SUBMERSÍVEIS DP

Estas plataformas são compostas de uma estrutura de um ou mais conveses, apoiada em flutuadores submersos. Uma unidade flutuante sofre movimentação devido à ação das ondas, ventos e corrente, 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 6 – Plataforma semi-submersível

(Fonte: <http://baciasdeflorianopolis.blogspot.com.br/>)

8.1.2 NAVIOS SONDAS DP

Navio Sonda é um navio projetado para 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 dos ventos, ondas e correntes que tendem a deslocar o navio de sua posição. Os navios sonda, assim como as plataformas semi-submersíveis, são destinados a perfuração de poços em águas profundas e ultra-profundas.



Figura 7 – Navio Sonda

(Fonte: <http://www.osx.com.br/>)

8.1.3 NAVIOS DE PRODUÇÃO, ESTOQUE E DESCARGA (FPSO)

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

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 dotado de posicionamento dinâmico permite uma descarga 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 8 – Navio FPSO

(Fonte: <http://diariodopresal.wordpress.com/>)

8.1.4 NAVIOS ALIVIADORES

O navio aliviador é um petroleiro que se aproxima 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 mesma e um mangote flexível é utilizado para fazer a transferência do óleo da plataforma para o aliviador.

O sistema DP é extremamente importante nessas embarcações para que a operação de transferência seja realizada com segurança, pois facilita a aproximação do aliviador com a plataforma, e minimiza os riscos de derramamento de óleo no mar, evitando conseqüente poluição do meio ambiente marinho.



Figura 9 - Navio Aliviador

(Fonte: <http://www.projeto memoria.org/>)

8.2 APOIO OFFSHORE

8.2.1 NAVIOS DE LANÇAMENTO DE LINHA (PLSV)

Os navios de instalação de dutos (em inglês, *Pipe Lay Support Vessel - PLSV*) são responsáveis pela interconexão e comunicação entre poços e plataformas de produção ou outros equipamentos da infraestrutura submarina em campos de exploração.



Figura 10 – Navio de Lançamento de Linha

(Fonte: <http://www.blogmercante.com/>)

8.2.2 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. Normalmente são dotadas de heliporto.



Figura 11 – Embarcação de Mergulho Saturado

(Fonte: <http://www.oceanica.ufrj.br/>)

8.2.3 EMBARCAÇÕES DE ESTIMULAÇÃO DE POÇO (WSV)

Estimulação de Poços (Well Stimulation Vessel) – 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 estimulação de poços é uma intervenção feita para aumentar a produção, melhorando o fluxo de hidrocarbonetos a partir da área de drenagem no poço. A variedade de produtos químicos bombeado para o poço durante a perfuração e conclusão muitas vezes pode causar danos para a formação em torno entrando nos reservatórios e bloqueando as gargantas dos poços.



Figura 12 – Embarcação WSV

(Fonte: <http://www.blogmercante.com/>)

8.2.4 EMBARCAÇÕES COM ROV (RSV)

Embarcação de apoio especializada em operação de ROV - Remote Operate Vehicle, pequeno veículo operado do navio e que atua no fundo do mar através de braços mecânicos, luzes e lentes no manuseio e montagem de equipamentos submarinos offshore, usados para atingir profundidades em que o ser humano não pode sobreviver devido às condições de temperatura e pressão.



Figura 13 – Embarcação RSV

(Fonte: <http://www.petroleoetc.com.br/>)

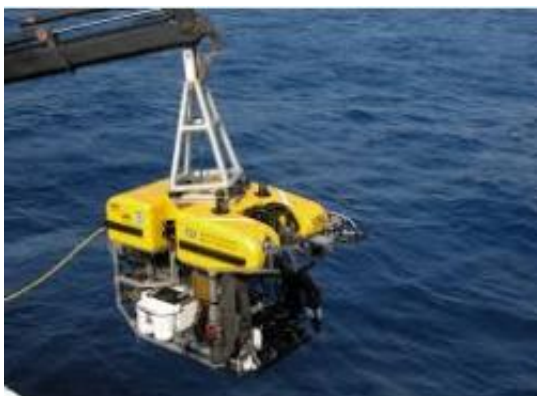


Figura 14 - ROV

(Fonte: <http://pt.wikipedia.org/>)

8.2.5 EMBARCAÇÕES DE PESQUISA SÍSMICA (RH- RESEARCH VESSEL)

São embarcações destinadas 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.

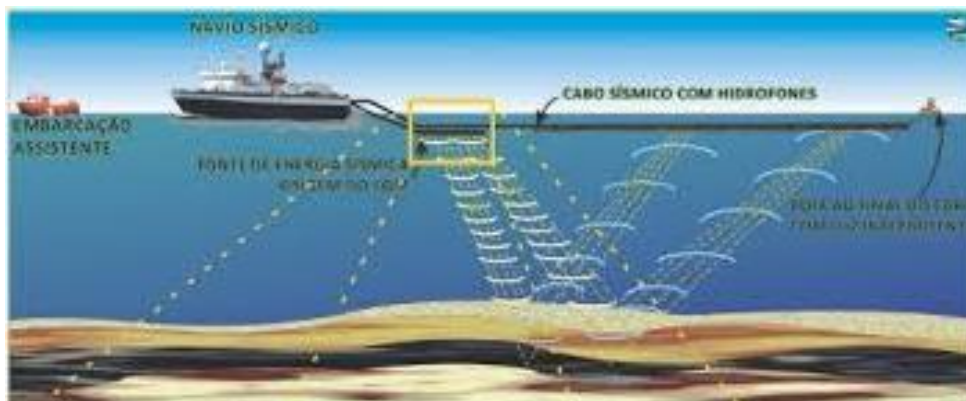


Figura 15 – Embarcação de Pesquisas Sísmicas

(Fonte: <http://newstibau.blogspot.com.br/>)

8.2.6 EMBARCAÇÃO DE APOIO OFFSHORE (PSV)

Os navios de apoio a plataforma (Platform Supply Vessels) são embarcações projetadas para ter grande capacidade de armazenagem com o objetivo de abastecer as instalações de offshore (plataformas de petróleo), ou seja, o transporte de mercadorias individuais.

Uma grande variedade de diferentes produtos é transportada por esses navios como: água, óleo, combustível, cimento, brita, ferramentas, etc.



Figura 16 – PSV

(Fonte: <http://www.projeto memoria.org/>)

8.2.7 EMBARCAÇÃO DE MANUSEIO DE ÂNCORAS (AHTS)

Os Navios de Reboque e Manuseio de Âncoras (*Anchor Handling Tug Supply Vessels*) são normalmente identificados pelo tamanho de seu motor, em termos de potência efetiva (brake horsepower), ou sua força de tração estática, ou capacidade de reboque (Bollard Pull). O tamanho dos navios varia de acordo com a localização geográfica de suas operações. Os navios AHTSs caracterizam-se por terem conveses de ré curtos em relação aos PSVs, possuindo equipamentos especializados no manuseio de âncoras, tais como guinchos de reboque, e acessórios especiais.

Suas principais tarefas são: reboque, ancoragem e instalação de sondas e outras instalações móveis de alto-mar, colocação e assistência na amarração, assistência na construção e instalação em alto-mar, equipado para outros serviços como operações de resgate, combate a incêndios e recuperação de petróleo ou como navios de Emergência de Recuperação (Emergency Rescue and Recovery Vessels ou ERRVs). E podem realizar funções de apoio, mas com espaço mais limitado que em PSVs normais.



Figura 17 – AHTS

(Fonte: <http://www.oceanica.ufrj.br/>)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim deste trabalho podemos notar que diferentes pontos dessa revolucionária tecnologia do meio marítimo foram abordados, contextualizando-a no cenário histórico das perfurações. Foi apresentando seus principais modos de operação nos consoles das embarcações, os componentes para operação desse sistema e sua classificação, tornando mais claro o entendimento do funcionamento do posicionamento dinâmico.

A escolha deste tema teve como propósito principal antecipar um conhecimento que não é visto nas grades acadêmicas dessa Escola de Formação, sendo de gozo apenas daqueles que já são graduados Oficiais da Marinha Mercante, através da realização de cursos, tornando mais claros os horizontes dessa tão requisitada tecnologia no mercado marítimo atual.

Em suma, o sistema oferece inúmeras vantagens que facilitam grosseiramente o dia-a-dia de muitos profissionais que necessitam de um sistema auxiliar e eficiente nas manobras. De fato, com o avanço da tecnologia a acurasse do sistema possui uma forte tendência de ser refinada, dessa forma, teremos uma precisão ainda mais visível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Exploração de Petróleo em Alto Mar. Disponível em:
<<http://www.fontem.com/archivos/1266.pdf>> Acesso em 19 mai. 2014

Embarcações de Apoio à Exploração de Petróleo e Gás. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAepYEAC/livro-embarcacoes-apoio-a-exploracao-petroleo-gas>> Acesso em: 11 jun. 2014

Histórico da exploração de petróleo. Disponível em:
<<http://www.mantleplumes.org/50-YrAnniversary.html>> Acesso em: 13 jun. 2014

A navegação de apoio marítimo no Brasil. Disponível em:
<<http://www.abeam.org.br/Estudo2005Port/HistoriaDoApoioMaritimoNoBrasil.pdf>>
Acesso em: 19 jun. 2014

Posicionamento dinâmico. Disponível em:
<<http://portalmaritimo.com/2011/03/16/posicionamento-dinamico/>> Acesso em: 17 jun. 2014

Introdução ao posicionamento dinâmico. Disponível em:
<<http://www.potencialmaritimo.com.br/2014/02/introducao-ao-posicionamento-dinamico-dp.html>> Acesso em: 17 jun. 2014

Princípios básicos do posicionamento dinâmico. Disponível em:
<<http://tecnologiamaritima.blogspot.com.br/2012/07/posicionamento-dinamico-parte-2.html>> Acesso em: 25 jun. 2014

Embarcações offshore. Disponível em:
<http://www.sobena.org.br/downloads/diciona_naval/Tipos%20de%20embarcacoes.pdf>
> Acesso em 29 jun. 2014.

PLSV vessels. Disponível em: <<http://www.odebrechtogas.com/atuacao/construcao-submarina>> Acesso em 01 jul. 2014.