

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

**CID ALBANI MARTINS**

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO NAS OPERAÇÕES OFFSHORE**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**CID ALBANI MARTINS**

## **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: Marcelo Alves

**Rio de Janeiro  
2014**

**CID ALBANI MARTINS**

## **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: Marcelo Alves

---

Assinatura do Orientador

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

## RESUMO

Esta monografia aborda a evolução do sistema de posicionamento dinâmico, destacando o crescimento da sua utilização em operações offshore ao longo das últimas décadas. Esclarece os seus princípios de funcionamento, e aborda os principais componentes dos seus sub-sistemas, tendo como foco os diversos sensores, tanto de referência de posição, como de variáveis secundárias.

Mais adiante, aborda as classificações do sistema de posicionamento dinâmico, reforçando o princípio da redundância como fonte de menores chances de acidentes em casos de falhas no sistema.

Descreve-se também, neste trabalho, os diversos modos de operação do console e do sistema DP, bem como suas devidas aplicações.

No último capítulo, são citadas diversas embarcações offshore, suas principais atividades e as razões da necessidade do sistema DP para sua operação segura.

**Palavras-chave:** Sistema DP, Posicionamento Dinâmico, Offshore.

## **ABSTRACT**

This research discusses the evolution of the dynamic positioning system, highlighting the growth in their use in offshore operations over the past decades. Explains their working principles, and discusses the key components of its sub-systems, focusing on the various sensors, both position reference as secondary variables.

Later, addresses the classification of the dynamic positioning system, reinforcing the principle of redundancy as a source of lower chances of accidents in case of system crashes.

Also described in this paper, the various operating modes of the console, the DP system, and their proper applications.

In the last chapter, are cited various offshore vessels, its principal activities and the reasons for the need of the DP system to its safe operation.

**Keywords:** DP system, Dynamic Positioning, Offshore.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sub-sistemas do sistema DP .....	14
Figura 2 - MRU.....	18
Figura 3 - DGPS.....	20
Figura 4 - Artemis.....	21
Figura 5 - RADius.....	22
Figura 6 - Cyscan .....	22
Figura 7 - Fanbeam.....	23
Figura 8 - SBL system.....	24
Figura 9 - USBL system .....	25
Figura 10 - LBS system.....	26
Figura 11 - Taut Wire.....	26

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 SURGIMENTO DO DP .....	10
3 A EMBARCAÇÃO.....	11
4 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO (SPD).....	13
4.1 Sistema de Potência .....	14
4.2 Sistema de Propulsão .....	15
4.3 Sistema de Controle.....	15
4.3.1 Sistema de computadores .....	16
4.3.2 Sistema de Sensoriamento .....	16
4.3.2.1 Anemômetros .....	17
4.3.2.2 Agulha Giroscópica.....	17
4.3.2.3 Sensores de Movimento Vertical .....	17
4.3.2.4 Sistema de Referência de Posição.....	18
4.3.2.5 Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélites.....	19
4.3.2.6 Differential, Absolute and Relative Positioning System (DARPS).....	20
4.3.2.7 Artemis .....	20
4.3.2.8 RADIUS .....	21
4.3.2.9 Laser Fanbeam/Cyscan.....	22
4.3.2.10 Sistemas Hidroacústicos .....	23
4.3.2.10.1 Short Baseline Systems (SBL).....	24
4.3.2.10.2 Ultra Short Baseline System (USBL).....	24
4.3.2.10.3 Long Baseline System (LBS).....	25
4.3.2.11 Taut Wire .....	26
5 CLASSIFICAÇÕES DO SISTEMA DP .....	27
6 MODOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DP.....	29
6.1 Joystick Manual Heading (JSMH) .....	29
6.2 Joystick High-Speed .....	29
6.3 Auto-Heading .....	29
6.4 Auto Position .....	29
6.5 Follow Target .....	30
6.6 Anchor Assist.....	30
6.7 Auto Pilot.....	30
6.8 ROT Pilot.....	30
6.9 Auto Track.....	30

6.10 Track Line .....	30
7 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO EM EMBARCAÇÕES OFFSHORE .....	32
7.1 Anchor Handling and Tug Suppl (AHTS) .....	32
7.2 Diving Support Vessel (DSV) .....	32
7.3 6.3Pipe Laying Support Vessel (PLSV).....	32
7.4 6.4Plataform Supply Vessel .....	33
7.5 Aliviadores (Shuttle Tankers) .....	33
7.6 Dregder .....	33
7.7 Floating, Production, Storage and Offloading (FPSO) .....	33
7.8 Navio Sonda (drill Ship) .....	34
8 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36



## 1 INTRODUÇÃO

O petróleo e seus derivados estão entranhados na indústria e no desenvolvimento da sociedade. Os combustíveis derivados deste recurso são cruciais para diversos setores de nossa economia, e portanto, com o crescimento de diversos setores, a demanda pelo precioso óleo aumentou.

A descoberta do petróleo no mar expandiu os horizontes da prospecção de petróleo, que teve que se integrar a uma série de avanços tecnológicos para explorar as jazidas marítimas. A princípio, as plataformas de exploração eram capazes de extrair petróleo se fixando no mar através de âncoras ou estruturas fixas presas ao solo. Porém o aumento da demanda exigiu que áreas mais profundas fossem exploradas, e os atuais recursos de fixação das plataformas não seriam viáveis.

O sistema de posicionamento dinâmico cresceu como uma solução para este impasse, permitindo que as plataformas se mantivessem em uma posição sem estarem presas ao solo de maneira alguma, apenas compensando as forças externas, como a do vento, maré, corrente e ondas.

Basicamente, este sistema consiste de uma propulsão, controlada por um computador que utiliza a informação de uma série de dispositivos para determinar a potência e direção das máquinas, afim de anular ou amenizar os efeitos das forças externas. Estes dispositivos são a referência do sistema e podem ser de vários tipos.

Este mesmo sistema integrado a outros recursos já previamente utilizados, também auxiliou na manobra de diversas embarcações envolvidas na exploração dos recursos de nossa costa, facilitando nas manobras destas.

Estas embarcações, conhecidas como embarcações Offshore, realizam manobras de aproximação com outras unidades marítimas muito mais frequentemente do que um navio mercante qualquer, e este sistema de posicionamento e aproamento se faz muito mais útil e necessário justamente neste ramo.

## 2 SURGIMENTO DO DP

No passado, antes do desenvolvimento do sistema de posicionamento dinâmico (DP), manter uma embarcação em uma posição, utilizando apenas sua posição era uma tarefa difícil e imprecisa. A referência de posição, que permite verificar se houve ou não deslocamento da unidade, era precária, e o tempo de resposta da correção era infinitamente maior, já que era comandada por um operador humano. O operador julgava o quanto a embarcação havia desviado do seu ponto alvo, e utilizando seu conhecimento empírico tentava corrigir sua deriva.

Na exploração de um poço de petróleo, a posição da unidade de exploração deve ser mantida de forma precisa e por um longo período de tempo. Não seria possível que um operador humano assumisse a responsabilidade pela estabilidade posicional desta unidade.

Se tornou imprescindível a utilização de um método mais preciso para atender as necessidades do mercado de exploração offshore. A movimentação e instalação das plataformas até então, era demasiadamente cara e inapropriada para grandes profundidades.

Sendo assim o desenvolvimento e uso do sistema DP foi impulsionado por uma economia potente, e logo que foram testados com eficiência, os primeiros navios equipados com esta nova tecnologia se propagaram.

No ano de 1968 grandes companhias como a Shell Oil Company, Cladrill Offshore Company já lançavam ao mar navios de perfuração equipados com o sistema de posicionamento dinâmico. As embarcações Eureka e NS Calldrill 1 conseguiam perfurar a uma profundidade superior a 1300 metros.

Em 1980 já havia cerca de 65 navios equipados com DP operando na indústria offshore. Com a integração da tecnologia de satélites, melhorando drasticamente a referência de posição das embarcações, este número subiu para 150 em 1985.

Posteriormente, sistemas diferenciados de posicionamento geográfico como o DGPS reduziam o erro da posição informada pela rede de satélites a menos de um metro, deixando ainda mais precisa a posição mantida pelas embarcações equipadas.

### 3 A EMBARCAÇÃO

Antes de se aprofundar sobre o sistema de posicionamento dinâmico, é necessário estar a par de alguns conceitos, como os graus de liberdade do navio, e quais são os elementos externos que deslocam a embarcação de sua posição inicial.

#### 2.1 Graus de Liberdade do navio.

Todas as forças que são aplicadas a embarcação, sejam elas de caráter externo (ondas, vento, corrente etc.) ou de sua propulsão resultam movimentos que podem ser decompostos ao longo de três eixos. Na direção de cada eixo, é possível um movimento de translação e um de rotação, o que resulta seis tipos de movimentos. Estes seis movimentos, são conhecidos como os seis graus de liberdade da embarcação, e estão listados a seguir:

1. Arfagem (%Heave+): Movimento vertical em torno de um eixo vertical que passa pelo centro de flutuação;
2. Caturro (%Pitch+): Movimento vertical em torno de um eixo transversal que passa pelo centro de flutuação;
3. Balanço (%Roll+): Movimento oscilatório para bombordo e para boreste em torno de um eixo longitudinal que passa pelo centro de flutuação;
4. Cabeceio (%Yaw+): Movimento horizontal para bombordo e para boreste em torno de um eixo vertical que passa pelo centro de flutuação;
5. Caimento (%Sway+): Movimento transversal em torno de um eixo transversal que passa pelo centro de flutuação;
6. Avanço e Recuo (%Surge+): Movimento longitudinal em torno de um eixo longitudinal que passa pelo centro de flutuação.

O sistema de posicionamento dinâmico é capaz de controlar a embarcação nos graus de liberdade que ocorrem no plano horizontal, sendo estes o Cabeceio (yaw), Caimento (Sway) e Avanço e Recuo (Surge).

Os outros movimentos (verticais), apesar de não serem controlados monitorados, pois as variações da embarcação neste plano podem influenciar nas leituras dos sensores. Estes movimentos geralmente apresentam frequências naturais bem maiores que os do plano horizontal.

## 2.2 Forças Ambientais (agentes externos)

As embarcações sofrem influência de diversas forças ambientais presentes na natureza tais como ações dos ventos, das ondulações e das correntes.

### 2.2.1 Ventos

A direção e intensidade dos ventos é aferida pelo anemômetro, e sua influência na embarcação depende da forma da parte emersa do navio e do ângulo de incidência com costado. Embarcações com calados aéreos maiores como por exemplo um PFSO sofre mais influência do vento do que um PSV por exemplo.

### 2.2.2 Correntes

Denomina-se correntes marítimas a migração de massas de água em rumos distintos ao longo dos oceanos e mares. Estas correntes tem diversas causas, e a partir destas são divididas como se segue:

- “ Correntes oceânicas
- “ Correntes de maré
- “ Correntes de deriva
- “ Correntes de ressaca (região litorânea)

### 2.2.3 Ondas

São perturbações oscilantes no mar, causadas pelo vento. Quanto maior a intensidade e a persistência do vento em uma determinada direção mais intensa será a formação de ondas nessa área.

As ondas dos mares representam uma parcela significativa das influencias ambientais na embarcação, não só por sua maginitude, mas pela variedade de suas componentes, que podem afetar muitos graus de liberdade de um navio. As ondas podem ser classificadas segundo sua força conforme a seguir:

- “ Forças de primeira ordem ou forças de alta frequência: Devem ser rejeitadas pelo sistema de controle;
- “ Forças de segunda ordem ou forças de baixa frequência: Não devem ser rejeitadas pelo sistema de controle, e sim corrigidas. Se subdividem em deriva média (intensidade constante) e deriva lenta.

#### 4 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO (SPD)

Posicionamento dinâmico é um sistema controlado por um computador que mantém automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação, utilizando seus próprios meios de propulsão. Sistemas de referência de posição combinados com sensores de vento, de movimento e agulhas giroscópicas fornecem informação necessária para que o computador possa compensar os efeitos externos.

O programa de computador contém um modelo matemático do navio que possui informação relativa ao vento e corrente de deriva do navio. Esses dados, combinados com as leituras dos sensores, permitem que o computador calcule o ângulo de leme (caso a embarcação o tenha e este esteja incluído no sistema DP) e a força do regime de máquinas a ser aplicado. Isto permite operações onde ancoragem ou atração não são viáveis devido a profundidade ou impossibilidades devido a tença.

O objetivo do Sistema DP é controlar exclusivamente os movimentos horizontais de baixa frequência, já que os movimentos de alta frequência, implicariam numa mudança muito brusca no regime das máquinas e também uma potência mais elevada.

Portanto, o sinal recebido dos sensores de movimento da embarcação passa por um filtro, que enviará para a unidade de controle e processamento apenas os dados que devam ser levados em consideração nos cálculos da correção dos movimentos.

Este filtro também cumpre o papel de compilar a informação de múltiplos sensores que aumentam a qualidade da estimativa de posição, sendo capaz de manter a posição do navio por até oito minutos em caso de perda do sinal do sistema de referência de posição.

O sistema de posicionamento dinâmico é subdividido em quatro grupos, como mostra a figura a seguir.

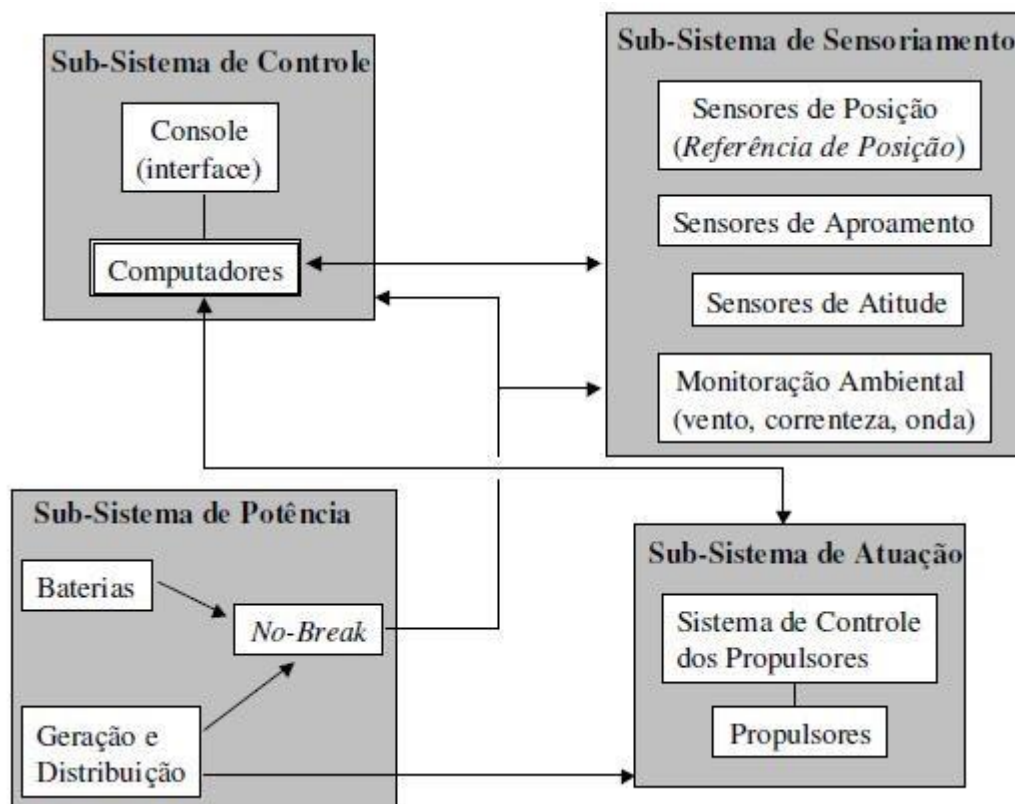


Figura Erro! Indicador não definido. - Sub-sistemas do sistema DP

#### 4.1 Sistema de Potência

Os propulsores, sistemas auxiliares, elementos de controle e sistemas de referência precisam de energia para seu funcionamento, e cabe ao sistema de potência a responsabilidade pelo fornecimento de energia.

Dentre os diversos tipos de equipamentos existentes no mercado para geração da energia, se destacam os geradores com motores a diesel.

Os propulsores alimentados com energia elétrica são mais adequados as diversas mudanças de potência e regime de máquinas que o sistema DP impõe.

Visando proteger o sistema contra falhas devido a interrupção do fornecimento de energia, este deve ser dotado de um *back-up*, capaz de suprir suas necessidades energéticas por no mínimo 30 minutos, tempo requerido pelas Sociedades Classificadoras. Este dispositivo de segurança se chama U.P.S (*Uninterruptible*

Power Supplies→). Além de garantir o funcionamento contínuo do sistema, o U.P.S. também evita a perda de dados devido a queda repentina de energia.

## **4.2 Sistema de Propulsão**

Neste sistema, toda energia elétrica fornecida pelos geradores e equipamentos auxiliares do sistema de potência são convertidos em energia cinética para manter o posicionamento da embarcação. Este engloba os diversos tipos de propulsores e seus respectivos sistemas de controle.

Na escolha dos propulsores adequados, deve-se levar em conta as dimensões as atividades na qual a embarcação será empregada. Propulsores voltados para embarcações de uso exclusivo no offshore devem ser projetados para serem mais eficientes em baixas velocidades.

Os tipos mais comuns de propulsores utilizados nos navios equipados com sistema de posicionamento dinâmico são: propulsores principais, que são posicionados na popa da embarcação, propulsores em túnel, os quais são montados em túneis instalados transversalmente ao casco, e os azimutais, que são instalados sob o casco da embarcação e podem girar 360° graus fornecendo potência em qualquer direção.

Para que possam suportar as frequentes variações de rotação e carga, estes propulsores devem possuir especificações especiais e geralmente são empregados em maiores números nas embarcações com posicionamento diâmico. Assim sendo, seu tamanho deve ser reduzido, visando maior aproveitamento das dimensões do casco.

Em posicionamento dinâmico, a criação de forças laterais, visando alteração do rumo da embarcação, é de grande importância, e portanto, propulsores em túnel são muito empregados.

## **4.3 Sistema de Controle**

Este subsistema determina a ação de controle necessária para manter o navio em posição ou em uma trajetória desejada, através de um algoritmo. Em suma, este sistema recebe os dados dos sensores, e depois de filtrá-los comanda a ação dos propulsores para que seja possível manter a embarcação posicionada. É constituído por todos os componentes e sistemas de controle, tanto hardware e software, como a seguir:

- “ Sistemas de computadores e joysticks
- “ Sistema de sensoriamento
- “ Sistemas de displays
- “ Sistemas de referência de posição
- “ Cabeamento associado e cabos de conexão

#### **4.3.1 Sistema de computadores**

O sistema de computadores consiste de um ou mais computadores incluindo software e suas interfaces. É importante ressaltar que um sistema de alimentação Ininterrupta (UPS . Uninterruptible Power Supply) deve ser fornecido para cada sistema de computadores empregados no Posicionamento Dinâmico para que se possa obter a garantia de quedas de energia não afetem mais de um computador, evitando assim a perda de dados armazenados.

#### **4.3.2 Sistema de Sensoriamento**

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

##### **4.3.2.1 Anemômetros**



Estes equipamentos são utilizados para medição da velocidade e direção do vento, e são imprescindíveis em Sistemas de Posicionamento Dinâmico, para que a deriva causada pelo vento possa ser contrabalanceada pelos propulsores.

O não funcionamento dos anemômetros causam erros consideráveis no posicionamento, pondo em risco a atividade da embarcação. Por isso, utilizam-se dois ou mais anemômetros a bordo.

O sistema de controle deve ainda compensar as possíveis variações nas leituras, devido a maiores escoamentos aerodinâmicos em uma determinada área do sensor, como quando duas embarcações se aproximam por exemplo. Este erro pode ser amenizado considerando-se leitura de outros anemômetros ou utilizando a média das leituras ao longo de um intervalo de tempo.

#### **4.3.2.2 Agulha Giroscópica**

Este equipamento consiste em um conjunto de giroscópios, que utilizando o princípio da precessão, mantêm-se alinhados com os meridianos terrestres, permitindo que o ângulo entre a proa da embarcação e os meridianos possa ser aferido, isto é, o rumo verdadeiro da embarcação.

São necessárias de duas a três agulhas giroscópicas nas embarcações, sendo cada uma ligada de forma independente aos controladores de posicionamento dinâmico e operando simultaneamente, de forma a prover a necessária redundância. O operador poderá escolher uma das agulhas giroscópicas como referência, enquanto o SPD exercerá a função de compará-la com as demais.

#### **4.3.2.3 Sensores de Movimento Vertical**

As variações verticais do navio, não podem ser controladas, mas devem ser monitoradas, pois estas afetam as leituras de outros sensores, podendo afetar no posicionamento do navio. Este tipo de sensor é chamado de MRU (Motion Reference Unit- Unidade de Referência de Movimento)



**Figura** Erro! Indicador não definido. - MRU

#### **4.3.2.4 Sistema de Referência de Posição**

A posição na qual se deseja manter a embarcação pode ter as mais diversas referências. Uma embarcação pode se manter posicionada a uma específica distância de uma plataforma ou se manter constantemente alinhada com alguma referência de terra. Para que os propulsores da embarcação possam trabalhar corretamente, de modo a manter a embarcação nas condições desejadas, é necessário que informações sobre o posicionamento da embarcação sejam colhidas contínua e precisamente.

O sistema de referência de posição é dividido em dois grupos:

- “ De superfície:
- “ GNSS
- “ Artemis/RADius;
- “ Cyscan/Fanbeam.
- “ De sub-superfície:
- “ Acústico;
- “ Tautwire.

#### **4.3.2.5 Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélites**

O GNSS (Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélites) é um sistema que utiliza uma rede de satélites para obtenção de coordenadas geográficas com cobertura global. Existem diversas redes GNSS, criadas por diferentes grupos, e a mais utilizada hoje, é a rede do GPS (Global Positioning System- Sistema Global de Posicionamento).

O receptor do sinal do GPS, calcula a posição da embarcação, e informa suas coordenadas geográficas com uma precisão de no mínimo 7,8 metros. Este valor, pode ser suficiente para navegação em mar aberto, porém em atividades offshore, é comum a necessidade de um posicionamento com uma precisão de no mínimo um metro, e por isso, se utiliza um complemento ao GPS, visando aumentar sua precisão. Este auxílio, é conhecido por DGPS ( Differential Global Positioning System . Sistema de Posicionamento Global Diferencial)

Neste sistema, um receptor GPS base, conhecido como Estação de Referência, é instalado em um ponto com coordenadas absolutamente precisas e que recebe os sinais dos mesmos satélites recebidos pelo receptor do usuário. O receptor da Estação de Referência compara, então, as posições informadas pelos satélites, com aquelas que possui armazenadas em um computador acoplado ao receptor. Por diferença, detecta o erro de cada satélite e transmite, geralmente via um sinal de rádio, para o receptor do usuário (receptor diferencial). O receptor do usuário, com capacidade diferencial, recebe, então, dois tipos de sinais: um, fornecido por quatro ou mais satélites (sinal GPS), contendo as informações de distância, ainda com erro relativamente grande; o outro, sinal diferencial, contém as informações dos erros de cada satélite, calculados pela Estação de Referência. Os dois tipos de informação são processados e o resultado é o sinal DGPS. A precisão do DGPS pode chegar até 10 cm.

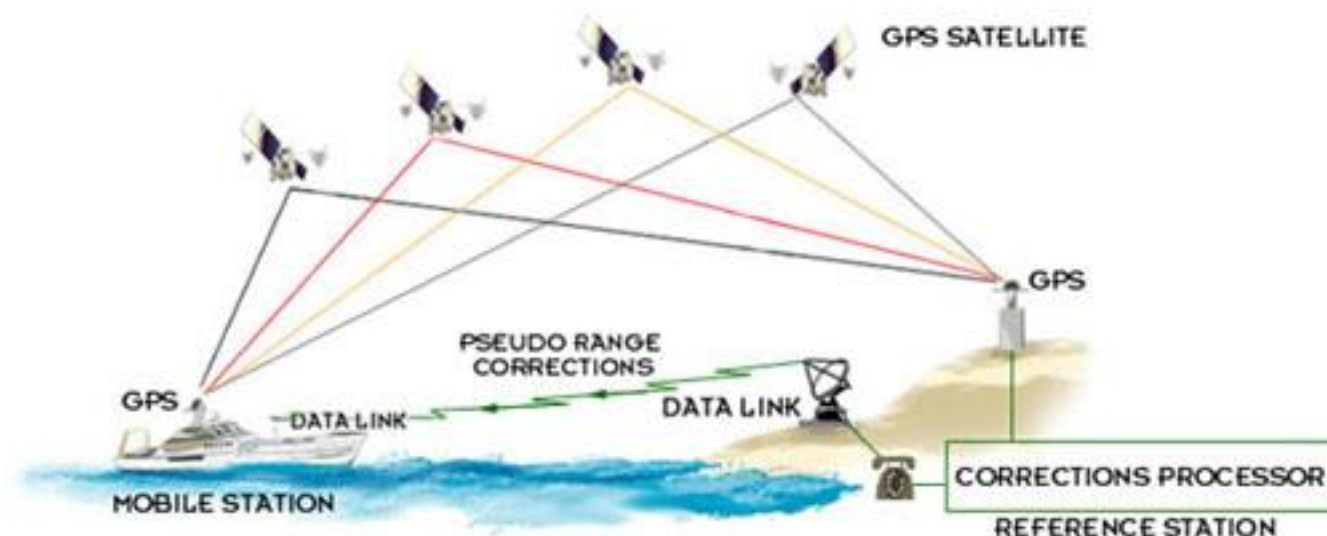


Figura Erro! Indicador não definido. - DGPS

#### **4.3.2.6 Differential, Absolute and Relative Positioning System (DARPS)**

Este sistema combina sensores de alta performance que permitem um posicionamento preciso entre duas embarcações. Como os possíveis erros do sistema de GPS são recebidos por ambas embarcações, o posicionamento relativo entre elas anula os efeitos destas imprecisões, dispensando o uso do DGPS.

O DARPS é utilizado por exemplo em operações de descarga entre um Navio tanque e um FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading - Unidades Flutuantes de Produção, Armazenamento e Descarga).

#### **4.3.2.7 Artemis**

É composto por duas estações que se comunicam via ondas de rádio frequência, uma fixada em algum ponto da estação fixa, e a outra na própria embarcação DP. As antenas se rastreiam de modo a calcular o ângulo entre suas faces, e a distância entre elas é calculada utilizando-se o tempo decorrido entre a transmissão e a recepção do sinal. Tem como vantagem alta precisão, e desvantagem o peso

considerável da estrutura.



Figura Erro! Indicador não definido. - Artemis

#### 4.3.2.8 RADius

Composto por um transmissor e um receptor de ondas de rádio de longo alcance. O sistema permite a operação com múltiplos transponders, pois cada sinal tem um código de identificação único, o que o torna extremamente adequado a operações com embarcações de apoio offshore.

Este sistema se destaca pelo custo reduzido de manutenção, devido à ausência de partes móveis, e ao descarte de reflexão por alvos falsos.



Figura Erro! Indicador não definido. - RADius

#### 4.3.2.9 Laser Fanbeam/Cyscan

Um feixe infravermelho é apontado para um refletor instalado na estação fixa. A reflexão do laser permite o cálculo da distância entre o navio e o refletor, o ângulo formado entre o refletor e o radar informam a direção do navio.

São muito utilizados como segurança em caso de perda do sinal do GPS, mas podem ter sua eficácia comprometida devido à reflexão por alvos falsos ou obstrução das lentes.



**Figura** Erro! Indicador não definido. - Cyscan  
**Fonte:** Autoria própria.



**Figura** Erro! Indicador não definido. - Fanbeam  
**Fonte:** Autoria própria.

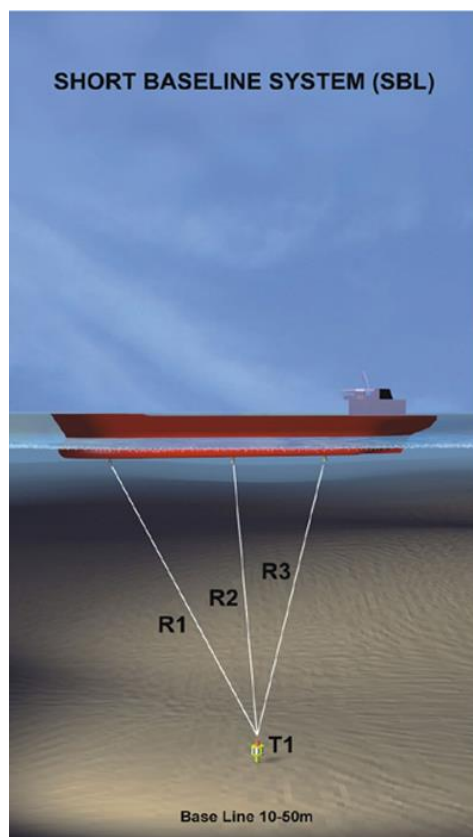
#### **4.3.2.10 Sistemas Hidroacústicos**

O Sistema consiste em um ou mais transponder posicionado no fundo do mar e um transdutor no casco do navio. O transdutor emite um sinal acústico ao transponder, que envia um outro sinal em resposta para a embarcação. Através do tempo de resposta calcula-se a distancia e com a direção do sinal se obtém a posição referenciada no transponder. O sistema tem como desvantagens as possíveis interferências devido a sensibilidade aos ruídos dos propulsores ou outros sistemas acústicos. A profundidade do local também deve ser limitada. Existem basicamente três tipos de sistemas acústicos:

##### 4.3.2.10.1 Short Baseline Systems (SBL)

Três ou quatro transdutores são instalados no casco do navio, e recebem pulsos de sinal acústico enviado por emissores no fundo do mar. Os receptores no casco da

embarcação estão dispostos de forma a permitir a determinação da posição baseado no intervalo de tempo entre a emissão e recepção dos pulsos em cada transdutor. Portanto, os movimentos de balanço e caturro do navio devem ser levados em conta, pois interferem na leitura do tempo.

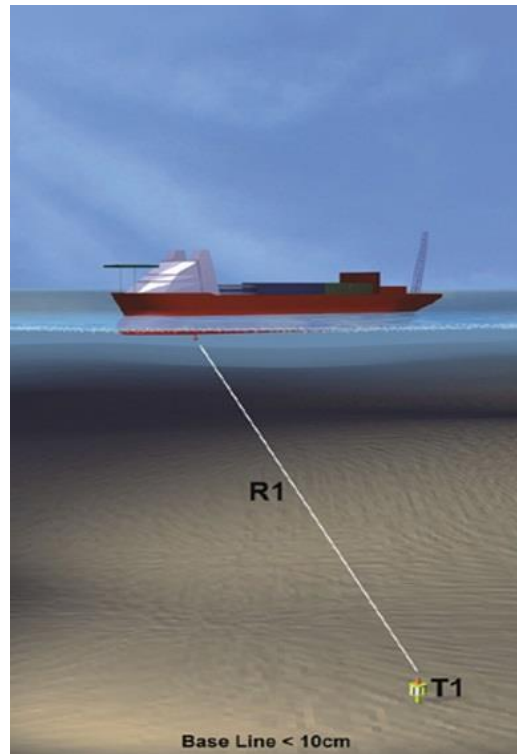


**Figura** Erro! Indicador não definido. - **SBL system**

#### 4.3.2.10.2 Ultra Short Baseline System (USBL)

Determina a posição por dois sistemas, um através de interferência de ondas e outro através do intervalo de tempo. Os equipamentos têm tamanhos reduzidos e apesar de apresentarem os maiores erros de posicionamento quando comparados aos demais, é a técnica mais utilizada devido à sua versatilidade, possuindo diversas outras funções.



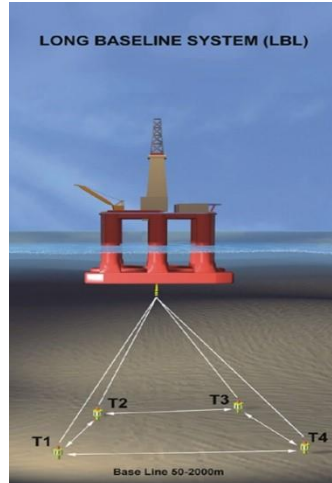


**Figura** Erro! Indicador não definido. - USBL system

#### 4.3.2.10.3 Long Baseline System (LBS)

Consiste em um arranjo de pelo menos três transponders localizados no fundo do mar e um no casco do navio. O emissor emite um pulso sonoro que é retransmitido pelos transponders, dispostos precisamente no fundo do mar. O intervalo de tempo entre a transmissão e a recepção servem de base par o cálculo da posição da embarcação.

Este sistema dispensa o uso de unidades de referência de movimento (MRU) e é o mais preciso dentre os demais sistemas hidroacústicos.



**Figura** Erro! Indicador não definido. - LBS system

#### **4.3.2.11 Taut Wire**

Neste sistema, uma poita presa a um cabo de aço é lançada ao mar, e após seu contato com o fundo do mar, o cabo é mantido constantemente tensionado por um sistema de controle de tração. Desta forma, qualquer variação na posição do navio, irá resultar na alteração da inclinação inicial do fio.

Este sistema tem como principal desvantagem a limitação com relação a profundidade a correnteza. A partir de 300 metros de profundidade, as deformidades do cabo devido a correnteza devem ser consideradas através de algoritmos de correção.



**Figura** Erro! Indicador não definido. - Taut Wire

## 5 CLASSIFICAÇÕES DO SISTEMA DP

As embarcações que atuam com sistemas DP estão impostas a diversos riscos, que variam de acordo com a situação em que se encontram. Visando reduzir as chances de acidentes, os sistemas DP foram classificados em uma escala de segurança, que tem como princípio a redundância. Desta forma, pode-se instalar o sistema adequado para cada tipo de atividade.

A redundância consiste na disponibilidade imediata de componentes e sistemas reservas para garantir a continuidade da operação em DP, mantendo ou restaurando sua função, após a ocorrência de uma única falha.

### DP Classe 1

Sistemas DP da classe 1 estão sujeitos a perda de posição devido a uma única falha. O controle da posição pode ser feito de modo automático ou manual. Nesta classe, os sistemas não apresentam redundância.

### DP Classe 2

Nesta classe do sistema DP, a perda de posição não pode ocorrer devido a uma única falha, mas está sujeito a mau funcionamento em caso de falha em algum componente estático, ou componente ativo tais como: geradores, propulsores, chaves, válvulas de controle a distância, etc.

### DP Classe 3

Os sistemas DP Classe 3 não estão sujeitos a perda de posição devido a falhas nos componentes ativos ou sistemas, mas pode ocorrer devido a falhas em quaisquer componentes estáticos, tais como: cabos, dutos, válvulas manuais e etc. O controle da posição pode ser manual ou automático, e o controle de atitude é automático.

Há também um sistema de %backup+, composto por dois sistemas independentes e um sistema reserva. Este sistema %backup+, não é afetado por falhas ocorridas no nos computadores principais, deve estar em um compartimento estanque e a prova de fogo separado uma antepara especial. A transferência para o sistema %backup+ deve ser feita manualmente por um comando situado no compartimento especial.

## **6 MODOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DP**

### Modos Operacionais do Sistema DP

O Sistema de Posicionamento dinâmico disponibiliza diversos modos de operações, a serem escolhidos de acordo com a atividade da embarcação. São eles:

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

Este modo permite que o operador controle a embarcação manualmente usando um joystick para controle de posição e aproamento.

#### **6.2 Joystick High-Speed**

Neste modo, o operador pode manobrar a embarcação tanto em velocidades de cruzeiro como de manobra.

#### **6.3 Auto-Heading**

Este modo permite que o operador escolha um rumo a ser mantido pela embarcação.

#### **6.4 Auto Position**

Este modo possibilita a manutenção da posição e do aproamento requerido

#### **6.5 Follow Target**

Neste modo o operador seleciona um alvo móvel, que será seguido automaticamente pela embarcação.

### **6.6 Anchor Assist**

O modo Ancho Assist fornece assistência dos propulsores quando operando dentro de um padrão de amarração.

### **6.7 Auto Pilot**

Modo de piloto automático. Permite que o operador defina um rumo a ser adotado pela embarcação em um determinado momento

### **6.8 ROT Pilot**

Este modo permite que o operador manobre a embarcação auxiliado pelo controle da taxa de guinada.

### **6.9 Auto Track**

Neste modo, o operador insere uma série de pontos e suas respectivas coordenadas, pelos quais a embarcação irá automaticamente percorrer.

### **6.10 Track Line**

O operador seleciona um Rumo no Fundo a ser seguido pela embarcação.

## **7 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO EM EMBARCAÇÕES OFFSHORE**

Este capítulo aborda algumas embarcações offshore que utilizam o sistema de posicionamento dinâmico em diversas atividades.

### **7.1 Anchor Handling and Tug Suppl (AHTS)**

Estas embarcações são especializadas no manuseio de âncoras. Elas também podem rebocar e fornecer suprimento a outras unidades offshore. Geralmente são utilizadas para reboque de plataformas, devido sua grande potência. Após trazer a plataforma ao local adequado, também coordenam a ancoragem da mesma, e para isso, o sistema de posicionamento dinâmico é crucial, permitindo que durante toda a operação o navio fique estabilizado em uma posição.

### **7.2 Diving Support Vessel (DSV)**

São embarcações de apoio às operações de mergulho de superfície, e sem o posicionamento dinâmico rapidamente se afastariam da posição da operação.

#### **7.3 6.3 Pipe Laying Support Vessel (PLSV)**

Embarcações que lançam linhas de conexões entre as plataformas e sistemas de produção de petróleo a unidades de armazenamento. O sistema de posicionamento dinâmico se faz crucial devido a necessidade de uma derrota precisa da embarcação, permitindo que as linhas sejam lançadas nas posições pré-estabelecidas.

#### **7.4 6.4 Plataform Supply Vessel**

Embarcação especializada no transporte de cargas gerais e suprimentos para outras unidades offshore, que tem suas manobras facilitadas pelo sistema de posicionamento dinâmico.

#### **7.5 Aliviadores (Shuttle Tankers)**

O navio aliviador é semelhante a um petroleiro, sendo especializado no alívio de carga de um FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading - Unidades Flutuantes de Produção, Armazenamento e Descarga). Para que a aproximação seja segura, e o acoplamento do mangote seja efetuado com sucesso, utiliza-se a mais alta tecnologia em sistemas de posicionamento dinâmico e sistemas de referência de posição

#### **7.6 Dredger**

São embarcações desenvolvidas para a remoção de material do fundo do mar. É aplicada em entradas de portos ou rios, quando o acúmulo de material (lama por exemplo) oferece risco de encalhamento as embarcações. Também é utilizada para aumentar a profundidade de determinadas áreas, Geralmente, mas de uma draga é utilizada na operação, e para que elas trabalhem com eficiência, elas percorrem a área em derrotas paralelas. Nesta prática, o sistema de posicionamento dinâmico torna a atividade muito mais eficiente.

#### **7.7 Floating, Production, Storage and Offloading (FPSO)**

FPSO(Floating, Production, Storage and Offloading - Unidades Flutuantes de

Produção, Armazenamento e Descarga) é uma unidade com capacidade de processar, armazenar e prover a transferência do petróleo ou gás natural. Seu posicionamento é necessariamente feito através de sistema DP em grandes profundidades, e este precisa ser preciso, para não danificar as estruturas da produção.

### **7.8 Navio Sonda (drill Ship)**

Embarcação especializada na perfuração de poços de petróleo no mar. Como alguns poços se encontram a grandes profundidades, a embarcação não pode ancorar e por isso necessita do sistema de posicionamento dinâmico para manter sua posição.



## 8 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou de forma precisa todo o princípio de funcionamento do Sistema de posicionamento Dinâmico, evidenciando suas aplicações nas operações das embarcações da área offshore, abrangendo também o histórico e o seu atual sistema de classificações.

Após o levantamento dos dados das referências, conclui-se a grande importância do sistema DP na nossa economia e a importância da segurança do seu funcionamento, através do princípio da redundância.

O surgimento desta nova tecnologia tornou mais prático, seguro e confortável o trabalho da comunidade marítima em diversas áreas, como foi apontado no capítulo 7, nas diversas embarcações da área offshore.

Cabe ressaltar, que até mesmo no grau mais alto de redundância, se faz necessária a presença de um operador humano, para manualmente, no pior dos casos, acionar o sistema de backup. Isto evidencia que apesar de ser um sistema de tecnologia de ponta, o SPD ainda necessita de um operador adequado.

## REFERÊNCIAS

PEREIRA, Sidnei E. **Estabilidade para Embarcações Mercantes**. Rio de Janeiro, 2011.

**Differential GPS**. Disponível em: <<http://www.gdgps.net/>> Acesso em: 16 jul. 2014

**Dynamic Positioning**. Disponível em: <<http://www.nautinst.org/en/dynamic-positioning/what-is-dynamic-positioning/>> Acesso em: 9 jul. 2014

**GPS - Systems**. Disponível em: <<http://www.gps.gov/systems/augmentations/>> Acesso em: 17 jul. 2014

**Performance**. Disponível em: <<http://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>> Acesso em: 17 jul. 2014

**Satellite Navigation**. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite\\_navigation](http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_navigation)> Acesso em: 15 jul. 2014