

INTRODUÇÃO

Há muitos anos os oceanos são explorados e sempre representaram um grande desafio e uma importante fonte econômica para o ser humano. Devido à complexidade e a variedade de riquezas que eles detém, tais como pedras preciosas, minério e petróleo, a exploração marítima tornou-se mais complexa que a terrestre.

Principalmente com a descoberta de reservas de petróleo no mar, que é a principal fonte energética da civilização atual, o ser humano lançou-se na busca do combustível, explorando o subsolo marinho, para aumentar sua produção e expandir seus horizontes. Essa exploração iniciou-se em locais de fácil acesso, águas rasas, porém, com o passar do tempo as plataformas de petróleo foram avançando para águas mais profundas. Atingiu-se então um ponto em que não era mais possível construir uma plataforma ou até mesmo ancorar esta ou um navio-sonda.

Como essas reservas encontram-se na maioria das vezes afastadas da costa e em grandes profundidades, a indústria naval, para obter sucesso, precisou evoluir. Visto que os equipamentos até então disponíveis já não eram eficazes para extração em tais águas, principalmente no ramo “offshore” e de plataformas, tornou-se necessário encontrar uma forma de manter uma plataforma ou navio-sonda em sua posição.

Para se ter um melhor controle sobre o movimento das embarcações e das plataformas, sob mínima influência de agentes externos, como vento, correntes, maré e ondas desenvolveu-se o Sistema de Posicionamento Dinâmico. Que através de sensores e outros referenciais minimiza esses efeitos e torna possível a extração reduzindo riscos e dando maior precisão nas operações de perfuração de petróleo e pesquisa dos solos marinhos.

O Sistema de Posicionamento Dinâmico é empregado de forma a controlar automaticamente a posição e o aproamento de uma embarcação por meio exclusivo de propulsão ativa com especificações próprias, diferindo dos propulsores comumente utilizados em navegação. Logo, podemos inferir que é um sistema utilizado de forma a posicionar dinamicamente algo em relação a um referencial.

Este sistema engloba toda a instalação necessária para posicionar dinamicamente uma embarcação, compreendendo, basicamente, os seguintes subsistemas: Sistema de Potência, Sistema de Propulsão e Sistema de Controle de Posicionamento Dinâmico.

Este trabalho visa apresentar diversos aspectos do sistema, abrangendo desde forças ambientais e os graus de liberdade do navio, até os modos operacionais existentes, os principais sistemas de referência existentes, os equipamentos que compõem o DP (“Dynamic Positioning”) e o fator humano nas operações DP. Mostrando que o sistema se torna cada vez mais importante e essencial no meio marítimo, com o objetivo maior da segurança necessária e total êxito sem prejuízos.

CAPÍTULO 1

HISTÓRICO DO POSICIONAMENTO DINÂMICO

Antes do desenvolvimento dos Sistemas DP (Dynamic Positioning), utilizando como recurso apenas o sistema de propulsão, a única forma de manter-se uma embarcação sob uma determinada posição, era acionando cada um dos propulsores individualmente à medida tornava-se notável um afastamento da posição desejada pelo operador.

Todavia, este método exigia uma capacidade quase que extraordinária do operador de simultaneamente observar as condições meteorológicas e de mar, a fim de calcular seus efeitos sobre a embarcação e acionar os diferentes controles de propulsão e aproamento a tempo de evitar ao máximo a deriva do navio. Esta tarefa era exaustiva e dependente da habilidade humana, não alcançando portanto a precisão necessária, e colocando em risco a embarcação e sua tripulação. Desta forma, tornou-se necessário o surgimento de sistemas mais precisos.

A motivação para o surgimento dos Sistemas DP (Dynamic Positioning) está diretamente relacionada à extração de petróleo em águas profundas, em substituição a plataformas fixas e amarradas de perfuração. Assim, foi no final da década de cinquenta e início da década de sessenta que surgiu o primeiro projeto de desenvolvimento de sistema de posicionamento dinâmico, o projeto “Mohole”, de 1957. Em busca de uma forma ideal de prospecção, após quatro anos de investimento em tecnologia e material, em 9 de março de 1961, a embarcação “CUSS I” foi a primeira a manter-se posicionada dinamicamente e chegou a fazer perfurações em profundidade de novecentos e quarenta e oito metros na Califórnia. Neste sistema, o controle da posição e aproamento era feito manualmente, ou seja, o operador mantinha a posição da embarcação através de informações enviadas por um sistema de radar e de um sonar. A figura abaixo ilustra a primeira embarcação.



Figura 1- “CUSS I”

Ainda no mesmo ano, 1961, a “Shell Oil Company”, lançou o navio de perfuração “Eureka”, o primeiro navio verdadeiramente equipado com o Sistema DP, que utilizava um controlador analógico que recebia as informações de um sensor de posição do tipo fio tensionado. Em seguida, em 1964, a “Caldrill Offshore Company”, lançou o navio “Caldrill I”. Ambos obtiveram sucesso e perfuraram em profundidades maiores que mil e trezentos metros.

Surgiu ainda em 1961 o conceito de redundância, que tinha o intuito de evitar interrupções na operação em decorrência de falhas de componentes, proporcionando cada vez mais precisão e segurança da operação.

Após a década de setenta, o posicionamento dinâmico tornou-se uma técnica difundida em virtude da expansão da indústria de prospecção e exploração de petróleo em alto mar. Embora a aplicação inicial dos Sistemas DP fosse voltada para plataformas de perfuração, diversas outras aplicações ligadas à indústria do petróleo se desenvolveram, tais como posicionamento de navios de suporte e instalação, pesquisa geológica e oceanográfica, lançamento e manutenção de dutos e cabos submarinos, combate a incêndio, transferência de petróleo e gás e apoio a mergulhadores.

CAPÍTULO 2

SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO (SPD)

O Sistema de Posicionamento Dinâmico (SPD) é definido como um sistema que, através de computadores, controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação por meio de propulsão ativa, em resposta à variações e condições ambientais. Corresponde a um complexo sistema de controle, composto por sensores (sonar, anemômetro, DGPS, agulha giroscópica, etc.), atuadores (propulsores e leme) e um processador responsável pela execução do algoritmo de controle e pela interface com o operador. As figuras abaixo correspondem ao sistema DP, o console de um operador deste sistema e um diagrama de bloco detalhando funcionamento.



Figura 2 – Sistema DP



Figura 3 – Console do operador

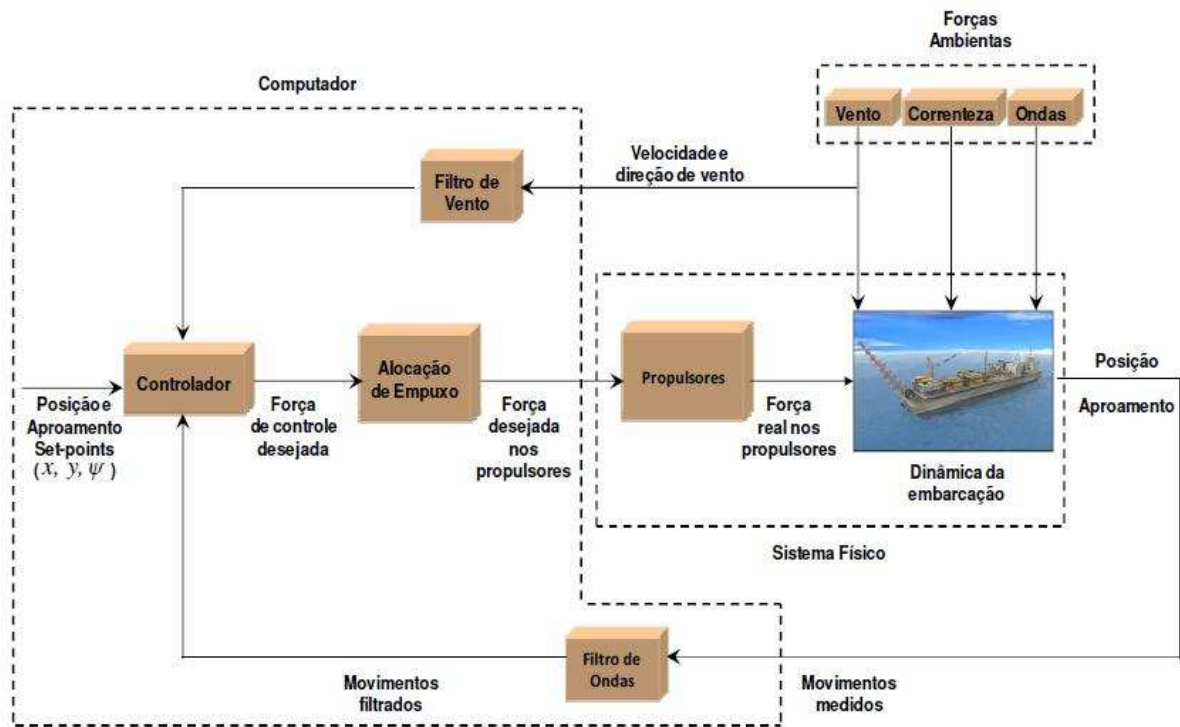


Figura 4 – Diagrama de Bloco de um Sistema de Posicionamento Dinâmico

Conforme exposto na figura 4, as medidas de posição e aproamento proveniente de sensores são filtradas pelo Filtro de Ondas. Para executar esta função, utiliza-se um Filtro de Kalman Estendido (EKF). Diversos são os agentes que afetam as embarcações em alto-mar, tais como forças provocadas pela correnteza, ondas e vento, induzindo movimentos de alta e baixa frequências. O objetivo do Sistema DP é controlar exclusivamente os movimentos de baixa frequência horizontais, visto que para executar o controle dos movimentos de alta frequência seria necessária uma potência muito elevada, podendo danificar os propulsores. O EKF realiza ainda a fusão de sensores proporcionando uma estimativa ótima da posição e aproamento baseado em informações de múltiplos sensores. Além disso, permite obter estimativas razoáveis de posição caso haja a perda do sinal DGPS (função “dead-reckoning”), podendo manter a posição cerca de oito minutos, e da força ambiental resultante sobre o navio.

Um algoritmo de controle calcula as forças resultantes e os momentos de cabeceio (“yaw”), fundamentais para o posicionamento da embarcação, baseado na posição atual calculada pelo Filtro de Ondas e a posição desejada (“set-point”). Controladores do tipo Proporcional-Derivativo (PD) são utilizados, em sistemas comerciais, para cada um dos três movimentos. Por meio de um algoritmo de alocação de empuxo (TAL – “Thruster Allocation

Logic”), estas forças são então distribuídas pelos propulsores (geralmente três a nove). Este algoritmo corresponde a um método de otimização não-linear com restrições, cujo objetivo é obter um sistema de forças de atuação com resultante igual à calculada pelo controlador, com mínimo de consumo de potência, e levando em conta as restrições de funcionamento e saturação de cada propulsor. O vento, medido pelos anemômetros, são em parte compensados por uma malha de pré-alimentação (“feedforward”).

O Sistema DP é ainda composto por um conjunto de componentes que garantem seu funcionamento, conforme apresentado no diagrama abaixo.

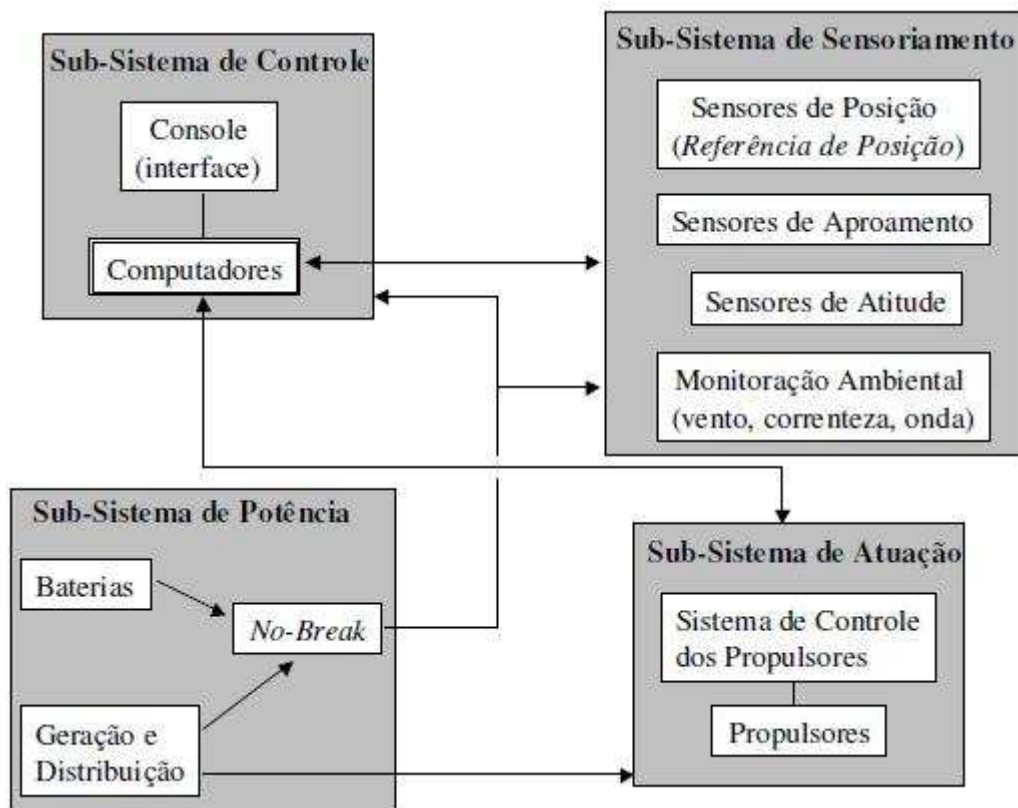


Figura 5 – Elementos de um Sistema DP

2.1 Vantagens e Desvantagens do Sistema DP

O Sistema de Posicionamento Dinâmico, embora não seja a opção mais econômica, é a melhor opção para diversas situações, como por exemplo, no cenário “offshore”, águas profundas e áreas congestionadas pela presença de tubulações espalhadas ao longo de grandes extensões, impossibilitando o uso de ancoragem. Sendo assim, como qualquer outro sistema, ele possui suas vantagens e desvantagens, sendo imprescindível uma análise de tais fatores na

escolha do método a ser utilizado para fixar uma plataforma ou embarcação em uma determinada posição.

Como principais vantagens e desvantagens do Sistema DP, podemos citar:

Vantagens:

- Não há necessidade de rebocadores para mudança de locação;
- Total manobrabilidade da embarcação;
- Rapidez nas operações;
- Possibilidade de operar em diferentes profundidades;
- Rápidas respostas às variações climáticas e exigências operacionais;
- Não oferece riscos quanto às amarrações no fundo do oceano;
- Versatilidade.

Desvantagens:

- Alto consumo de combustível;
- Vulnerabilidade a falhas ou falta de geração de energia;
- Ameaça aos ROV e mergulhadores;
- Vulnerabilidade a falha de propulsores;
- Vulnerabilidade a equipamentos eletrônicos;
- Alto custo de investimento e gastos durante a operação;
- Exige mais pessoal para manutenção do sistema.

2.2 Forças Ambientais (Agentes Externos)

As embarcações estão sujeitas a forças ambientais existentes na natureza, como por exemplo, ventos, correntes e ondas. Visando minimizar a ação desses agentes externos, foi desenvolvido o Sistema de DP, que calcula o desvio entre a posição atual do navio e a posição requisitada pelo operador, determinando a força necessária que deverá ser exercida pelos propulsores para que o desvio seja o menor possível.

2.2.1 Ventos

Vento é o fluxo de gases em curta escala. Na Terra, corresponde ao deslocamento do ar, que migra de regiões de alta pressão atmosférica para regiões onde a pressão é inferior. Para a obtenção precisa da intensidade dos ventos, são utilizados sensores chamados anemômetros.

A embarcação poderá ser influenciada pelo vento de diversas formas, dependendo da direção em relação à embarcação pela qual este está entrando. A maior intervenção está no vento de través, que conforme a altura do costado irá provocar mais ou menos banda e também uma alteração no aproamento da embarcação.

2.2.2 Correntes

Correntes marítimas correspondem a massas de água que migram em rumos distintos ao longo dos oceanos e mares. São causadas por diversos fatores, sendo portanto: correntes oceânicas, correntes de maré, correntes de deriva e corrente de ressaca (na região litorânea). As correntes marítimas atuam nas obras vivas do navio (parte imersa) e, assim como o vento, geram uma força que empurra a embarcação no seu sentido de fluxo. Logo, quanto mais área submersa existir, maior será a influência das correntes sobre a embarcação.

2.2.3 Ondas

De acordo com a Física, uma onda é uma perturbação oscilante de alguma grandeza física no espaço e periódica no tempo. É causada pelo movimento proveniente de uma fonte para um meio (sólido, líquido e gasoso). As ondas dos mares nos dão uma parcela importantíssima dos esforços ambientais, seja pela magnitude, seja pelo fato de possuírem componentes que não deverão ser rejeitadas. A divisão das ondas segundo forças são:

- 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.

2.3 Graus de Liberdade de uma Embarcação

Uma embarcação é submetida a forças, de natureza ambiental e do sistema propulsivo, em todas as direções do espaço. Estas forças podem ser reduzidas a três direções ortogonais

entre si (x;y;z), escolhidas como referência. Tais forças, produzem movimentos na embarcação que são chamados de Graus de Liberdade. Desta forma, uma embarcação possui seis Graus de Liberdade, pois pode apresentar três translações (na direção dos três eixos) e três rotações (em torno dos três eixos). São eles:

- Arfagem (“Heave”): Movimento vertical em torno de um eixo vertical que passa pelo centro de flutuação;
- Caturro (“Pitch”): Movimento vertical em torno de um eixo transversal que passa pelo centro de flutuação;
- Balanço (“Roll”): Movimento oscilatório para bombordo e para boreste em torno de um eixo longitudinal que passa pelo centro de flutuação;
- Cabeceio (“Yaw”): Movimento horizontal para bombordo e para boreste em torno de um eixo vertical que passa pelo centro de flutuação;
- Caimento (“Sway”): Movimento transversal em torno de um eixo transversal que passa pelo centro de flutuação;
- Avanço e Recuo (“Surge”): Movimento longitudinal em torno de um eixo longitudinal que passa pelo centro de flutuação.

A figura abaixo exemplifica os movimentos citados, chamados de Graus de liberdade.

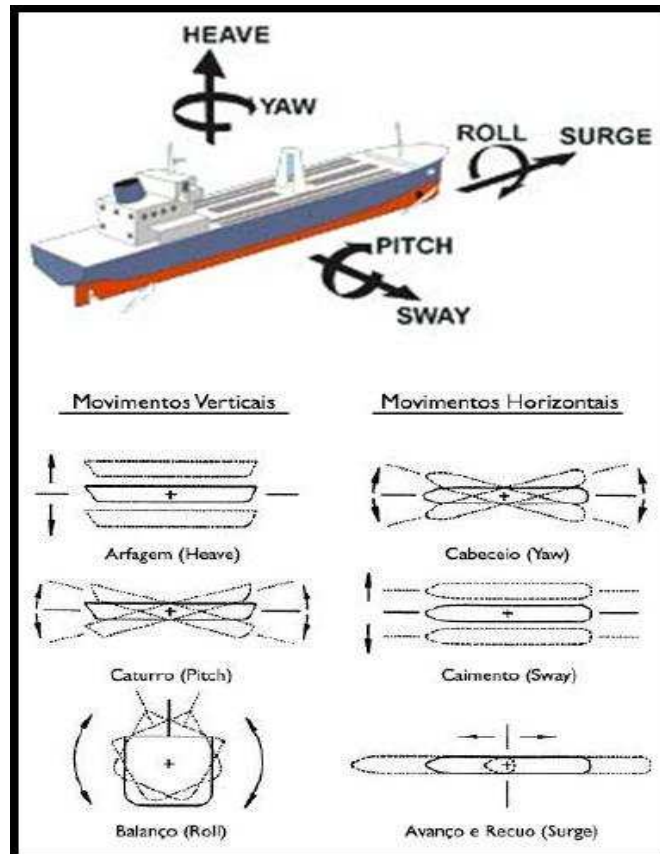


Figura 6 – Graus de Liberdade de uma Embarcação

O Sistema de Posicionamento Dinâmico é capaz de controlar os três Graus de Liberdade que ocorrem no plano horizontal da embarcação, sendo eles: Cabeceio (“Yaw”), Caimento (“Sway”) e Avanço e Recuo (“Surge”). Os demais graus podem ser monitorados, pois influenciam em alguns sistemas de referência de posição.

2.4 Subsistemas de um Sistema de Posicionamento Dinâmico

2.4.1 Sistema de Potência

O sistema de potência ou sistema de geradores é o responsável pelo fornecimento de energia aos propulsores e sistemas auxiliares, bem como aos elementos de controle e sistemas de referência.

No Sistema de DP, os maiores consumidores de energia a bordo são os propulsores. Para o fornecimento de energia, são encontrados diversos tipos de equipamentos, destacando-se os com características diesel-elétricas e os motores a diesel. Todos devem ser flexíveis a

fim de fornecer rapidamente a energia necessária, além de evitar consumo de energia desnecessário.

O sistema de potência possui um “back-up”, que entra em funcionamento em caso de falha nos geradores, o U.P.S (“Uninterruptible Power Supplies”). Este sistema fornece uma fonte de alimentação estabilizada que não é afetada por interrupções momentâneas ou flutuações na fonte de alimentação CA. Em uma situação de interrupção prolongada (“black-out”), este sistema através de baterias irá garantir um funcionamento durante no mínimo trinta minutos, tempo requerido pelas Sociedades Classificadoras. Uma vantagem trazida por essa tecnologia é a preservação de dados coletados que, por ventura, venham a se perder por uma queda de energia.

2.4.2 Sistema de Propulsão

É o sistema responsável por transformar a energia elétrica fornecida pelos geradores em energia cinética. Este é composto pelos diversos tipos de propulsores e pelos sistemas de controles associados a cada um deles. Propulsores confiáveis e eficientes são essenciais para o efetivo controle da embarcação em DP. A escolha dos propulsores adequados para cada embarcação deverá ser baseada nas dimensões da embarcação, no papel a ser desempenhado pela embarcação e na condição de trabalho. Propulsores utilizados exclusivamente na operação de posicionamento dinâmico são projetados para ter melhor eficiência em baixas velocidades, como é o caso dos propulsores azimutais e em duto. Já os propulsores que operam em ambas as condições, em geral, são projetados para operar com a maior eficiência na condição de velocidade de cruzeiro.

Comumente, são instalados três tipos de “thrusters”: propulsores principais (“main propellers”), posicionados na popa da embarcação, os propulsores em túnel (“tunnel thrusters”), montados em túneis instalados transversalmente ao casco e os azimutais (“azimuth thrusters”), que são instalados sob o casco da embarcação e podem girar 360° graus fornecendo potência em qualquer direção.

Os sistemas de propulsão utilizados em posicionamento dinâmico devem possuir especificações especiais, que os diferem dos propulsores comumente utilizados em navegação. O número de propulsores irá variar, sendo geralmente utilizados de quatro a oito propulsores.

Devido a condições ambientais variáveis, os propulsores devem reagir rapidamente aos comandos no sistema de controle, visto que atrasos podem comprometer o desempenho do sistema de controle. Além disso, devem ser projetados de forma a suportar variações de rotação e carga.

Outro fator relevante é o tamanho dos propulsores, que devem apresentar tamanho reduzido, de forma que seja possível acomodar muitos propulsores num mesmo casco. Desta forma, os propulsores em túnel são muito empregados, pois permitem a geração de elevadas forças laterais e podem ser acomodados muito próximos um do outro. Como os sistemas de propulsão do posicionamento dinâmico devem permitir a geração de empuxo em qualquer direção, os azimutais são frequentemente usados como propulsores principais no lugar dos hélices convencionais, visto que permitem o direcionamento do fluxo de água para qualquer direção. O movimento azimutal é acionado por motores hidráulicos ou elétricos e o controle de empuxo deve ser feito pelo ângulo das pás (passo variável) ou rotação do hélice (passo fixo). Abaixo as figuras demonstram as diferenças dos propulsores em túnel e os azimutais.



Figura 7 – “Tunnel Thruster “



Figura 8 – “Azimuth Thruster”

2.4.3 Sistema de Controle

O Sistema de Controle de Posicionamento Dinâmico é responsável por determinar a ação de controle necessária para manter o navio em uma determinada posição ou trajetória requerida, através de unidade lógica computacional. Este sistema recebe os dados dos sensores, filtra os dados e comanda a ação dos propulsores para que seja possível manter a

posição da embarcação. Consiste de todos os componentes e sistemas de controle, “hardware” e “software”, necessários para posicionar uma embarcação dinamicamente.

2.4.3.1 Sistema de Computadores

É composto por um ou mais computadores incluindo software e suas interfaces. Cabe ressaltar que um Sistema de Alimentação Ininterrupta (U.P.S – “Uninterruptible Power Supplies”) deve ser fornecido para cada sistema de computadores para que se possa obter a garantia de que quedas de energia não afetem mais de um computador, evitando assim a perda de dados armazenados.

2.4.3.2 Sistema de Sensoriamento

É composto por sensores responsáveis por coletar dados referentes às perturbações externas ao navio, que auxiliam no posicionamento da embarcação conforme desejado. Esses equipamentos possuem, em geral, 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.

2.4.3.2.1 Anemômetros

São equipamentos capazes de medir a direção e velocidade (em nós) do vento local. É de extrema importância que esses dados sejam precisamente medidos e fornecidos ao sistema DP, visto que a mudança de direção do vento pode ocorrer rapidamente. O sistema DP, por sua vez, irá analisar tais informações, calculando a força exercida na embarcação, de maneira a atuar com os “thrusters” visando compensar as mudanças aferidas antes que o navio comece a perder sua posição.

Eles são compostos por dois sensores, um, semelhante a um ventilador, responsável pela obtenção da velocidade e outro, semelhante a uma asa, que confere a direção. Os anemômetros são instalados em diversos locais a bordo, mas por serem facilmente afetados por sensores de sombra, devem ser observadas quaisquer estruturas que possam afetá-los. Uma solução é a instalação em pontos elevados, como por exemplo no mastro principal. Nesses casos pode ser necessária a introdução de um fator de correção na medida de

velocidade através da modelagem da camada limite aerodinâmica, pois o vento tende a soprar mais intensamente conforme se aumenta a altitude.

Em certos casos particulares, é interessante desabilitar os dados recebidos pelos anemômetros, como, por exemplo, em situação com operações de helicópteros na área ou enquanto operando próximo a uma estrutura de grande porte, que podem influenciar na medida correta do vento no local. No caso do sistema ser desabilitado, o sistema DP usará como referência os dados de velocidade e direção obtidos na última leitura.

Vale ressaltar que falhas nos anemômetros causam grandes desvios de posição, podendo resultar em grandes riscos à embarcação. Sendo assim, em geral, utilizam-se dois ou mais anemômetros e um critério de seleção ou combinação automática das leituras de cada um. A figura abaixo demonstra diferentes anemômetros.

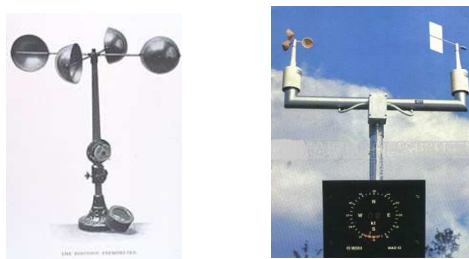


Figura 9 – Anemômetro

2.4.3.2.2 Agulha Giroscópica

As agulhas giroscópicas medem o aproamento da embarcação. Esses instrumentos náuticos são capazes de medir o ângulo entre a proa da embarcação e o eixo de rotação do giroscópio, isto é, o rumo verdadeiro da embarcação.

O aproamento é utilizado pelo algoritmo de controle, o qual recebe as informações, da agulha giroscópica de forma contínua e automática através de um sistema elétrico, e por alguns sensores de posição para a transformação do sistema de coordenadas.

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. A figura abaixo demonstra um exemplo de agulha giroscópica.



Figura 10 – Agulha Giroscópica

2.4.3.2.3 Sensores de Movimentos Verticais

Embora o Sistema de Posicionamento Dinâmico não controle os movimentos verticais (caturro, balanço e arfagem), essas informações são fundamentais para que o sistema de controle aplique as correções necessárias às informações recebidas dos sistemas de referência de posição em relação ao “offset” do centro de gravidade da embarcação.

Em geral, os ângulos de caturro e balanço são medidos por inclinômetros, podendo ser empregadas também unidades conhecidas como VRU (“Vertical Reference Unit” – Unidade de Referência Vertical), enquanto que o movimento de arfagem é medido pelos acelerômetros verticais auxiliados por algoritmos de integração, filtragem e correção devido à inclinação do sensor. As unidades responsáveis pela monitoração destes ângulos são conhecidas por MRU (“Motion Reference Unit” – Unidade de Referência de Movimento). Segue uma figura ilustrativa de um exemplo de VRU.



Figura 11 – VRU (“Vertical Reference Unit”)

2.4.3.3 Sistema de Referência de Posição

O Sistema de Referência de Posição possui a função de medir a posição de um ponto da embarcação num plano horizontal. Diversos são os sistemas de medição de posição, e sua escolha deve ser feita levando-se em consideração o tipo de operação ou tarefa a ser realizada

pela embarcação, analisando-se os prós e os contras de cada sistema. A maior parte das falhas ocorridas em SPD devem-se a falhas ocorridas nos sistemas de referência de posição. Em geral, os sistemas de posicionamento dinâmico possuem mais de um sensor de posição independentes, valendo-se desta redundância para obter medidas mais precisas e com maior confiabilidade.

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

- De superfície:
 - ✓ DGPS/DARPS;
 - ✓ Artemis/RADius;
 - ✓ Cyscan/Fanbeam.
- De sub-superfície:
 - ✓ Acústico;
 - ✓ Tautwire.

2.4.3.3.1 DGPS (“Differential Global Positioning System”)

O sistema GPS (“Global Positioning System”) utiliza sinais de satélites para obter coordenadas geográficas/topográficas precisas, sendo o sistema de posicionamento global mais difundido e utilizado atualmente. Porém, esse sistema possui diversos erros naturais ou aleatórios devido a uma série de fatores. Esses erros prejudicam a precisão do GPS, comprometendo o SPD, uma vez que este requer uma precisão de um metro ou menos.

Visando obter uma maior precisão do GPS, é utilizada uma técnica de correção diferencial denominada DGPS (“Differential Global Positioning System” – Sistema de Posicionamento Dinâmico 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.

Em sua versão mais comum, a precisão obtida pelo DGPS é de aproximadamente de um a cinco metros, podendo chegar até trinta centímetros quando otimizada. Na figura abaixo um exemplo de atuação do DGPS.

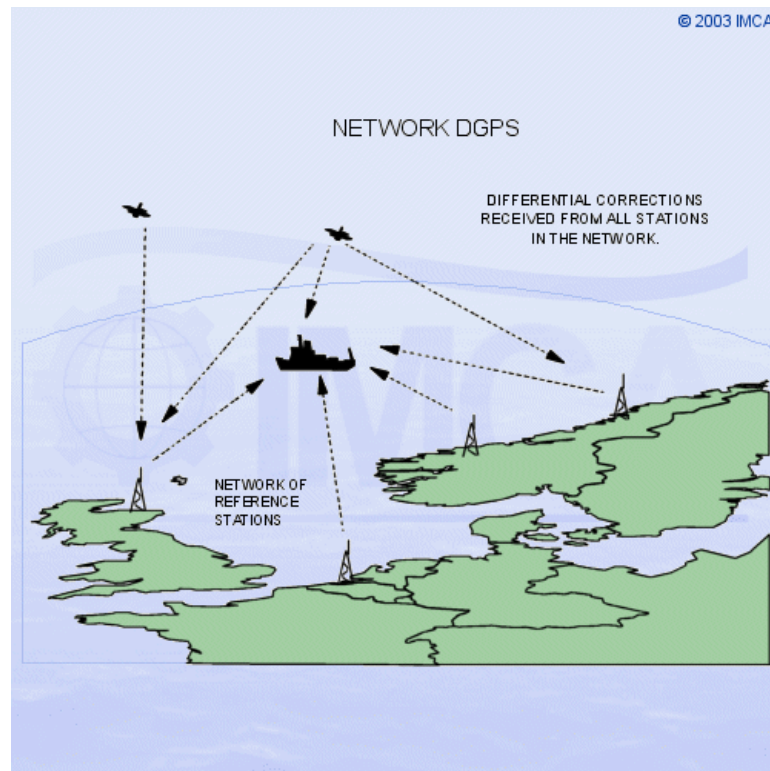


Figura 12 – DGPS (“Differential Global Positioning System”)

2.4.3.3.2 DARPS (“Differential, Absolute and Relative Positioning System”)

O DARPS é um sistema de referência utilizado devido à necessidade de um posicionamento preciso em relação a alvos móveis em determinadas operações em embarcações, pois o DGPS provê posições precisas em relação a alvos fixos. Atua como um sistema de referência relativo que utiliza sinais do GPS, frequência UHF recebida do alvo, sinal SBAS (“Satellite-base augmentation system”) e informação da agulha giroscópica. A posição relativa das embarcações independe do sinal diferencial, uma vez que os erros são mutuamente anulados. A função principal desse sistema é aumentar a precisão do posicionamento.

2.4.3.3 Artemis

É um sistema de referência em que a posição é obtida através da comunicação via ondas de rádio na frequência de nove “gigahertz” ou micro-ondas. O sistema é composto de duas estações, uma a bordo da própria embarcação DP e a outra em algum ponto fixo, conhecida como estação fixa. As antenas se rastreiam de modo a ficarem voltadas face a face quando a comunicação for estabelecida. A posição é calculada levando-se em consideração o tempo entre a transmissão e recepção do sinal pelas antenas. O Artemis obtém a direção e distância entre as duas estações com alta precisão. A figura a seguir demonstra as estações Artemis em diferentes alturas, móveis e fixas.

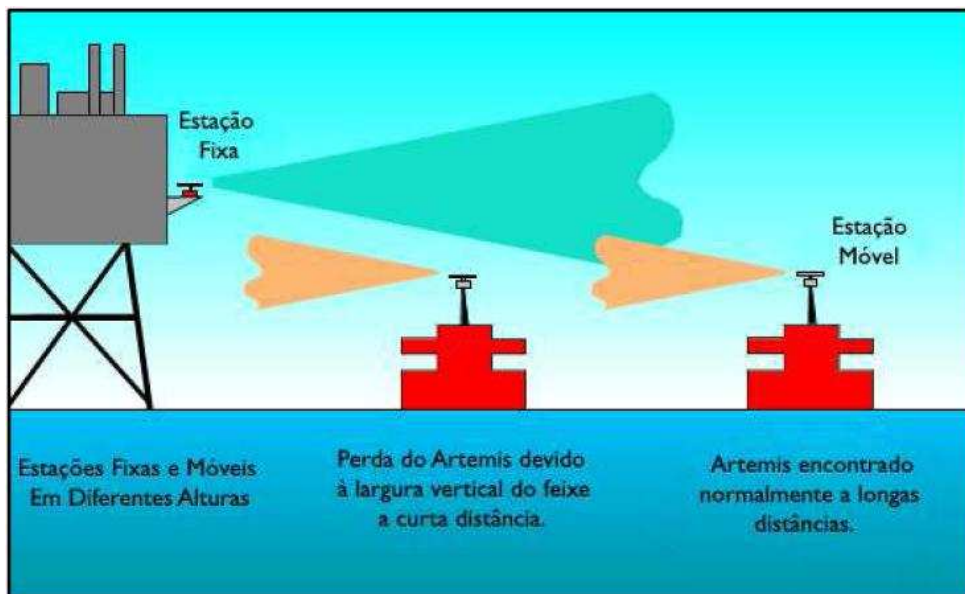


Figura 13 – Estações Artemis fixas e móveis em diferentes alturas

2.4.3.3.4 RADius

O RADius é composto por um sistema de transmissor/receptor de ondas de rádio de longo alcance. Consiste de um transmissor localizado na embarcação DP e um ou mais receptores, dispendo de seu próprio alvo no navio de apoio ou instalação. Mede então a distância e marcação do interrogador para os “transponders”.

A distância é medida baseado no princípio da FM-CW (Onda de Frequência Modulada Contínua). É projetado para operar “close by” estruturas ou outras embarcações. O uso de “transponders” identificados elimina o risco de captarmos falsos ecos ou mix de “transponders”.

Vale ressaltar que esse sistema não possui partes móveis, reduzindo o custo de manutenção e possibilita ainda a operação em qualquer condição meteorológica. A figura a seguir ilustra este sistema.

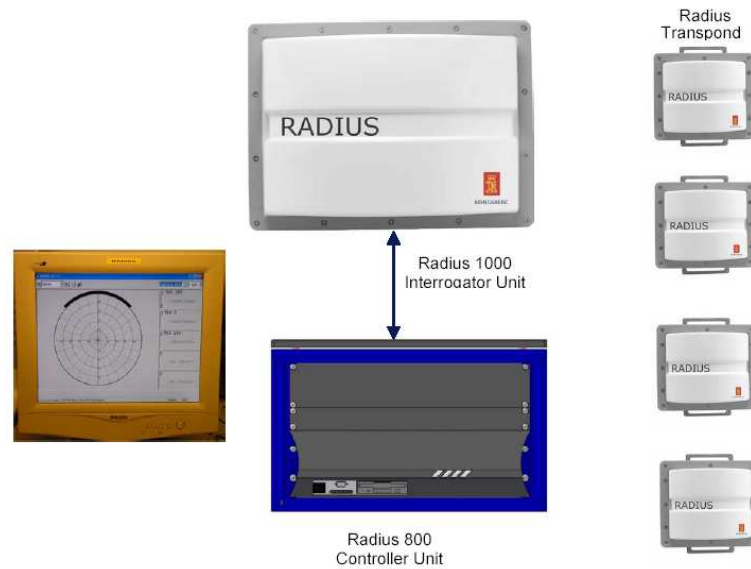


Figura 14 – RADIUS

2.4.3.3.5 Sistemas Laser Fanbeam/Cyscan

Os radares óticos são sistema de rastreamento e localização por um laser infravermelho, visando o posicionamento automático. O sistema é composto por um emissor laser apontado para um refletor instalado em uma estação fixa. Através da reflexão do laser de volta para a unidade emissora é calculada então a distância entre o navio e o refletor pelo tempo entre a emissão e a recepção do sinal. A direção do navio é dada pelo ângulo formado pelo radar.

Esses sistemas completam o uso do sistema DGPS e podem também trabalhar como sistema principal quando o sistema GPS for ineficaz. Em algumas situações, porém, sua eficácia pode ficar comprometida devido à reflexão do feixe por alvos falsos, obstrução do feixe por perda da linha ou sujeira nas lentes.

Os sistemas Fanbeam e Cyscan possuem o mesmo princípio de funcionamento, todavia o sistema Cyscan permite que sejam usados mais de um refletor. A figura abaixo ilustra os dois sistemas.



Figura 15 – Sensores Fanbeam e Cyscan, respectivamente

2.4.3.3.6 Sistemas Hidroacústicos

É um sistema local de referência de posicionamento. A determinação da posição da embarcação nesse sistema é dada através da trilateração, tal como no GPS. Este sistema utiliza ondas acústicas que se propagam a partir de transdutores instalados no navio até “transponders” localizados no fundo do mar, sendo a posição obtida pela diferença de tempo entre os diversos sinais obtidos.

Uma desvantagem do sistema é que seu desempenho pode ser prejudicado por perturbações na água. Visando evitar este problema, procura-se colocar os “transponders” distantes de hélices e a maior profundidade possível.

Os sistemas acústicos obtêm a posição da embarcação de diversas formas, de acordo com a quantidade de emissores e “transponders”, possuindo vantagens e desvantagens distintas entre si, determinando portanto onde e como cada um deles são utilizados. Eles são divididos basicamente em três tipos: USBL (“Ultra Short Base Line System”) ou SSBL (“Super Short Baseline System”), SBL (“Short Baseline Systems”) e LBL (“Longline Base Systems”).

2.4.3.3.6.1 USBL (“Ultra Short Baseline System”) ou SSBL (“Super Short Baseline System”)

Fazem a determinação da posição por dois sistemas, um através da interferência de ondas e o outro pelo intervalo de tempo. Caracteriza-se por equipamentos de tamanhos reduzidos e apesar de possuir os maiores erros de posicionamento em relação aos demais sistemas hidroacústicos, é a técnica mais utilizada devido à sua versatilidade, possuindo

diversas outras funções, as quais não estão diretamente relacionadas ao DP. A figura abaixo ilustra o sistema SSBL.

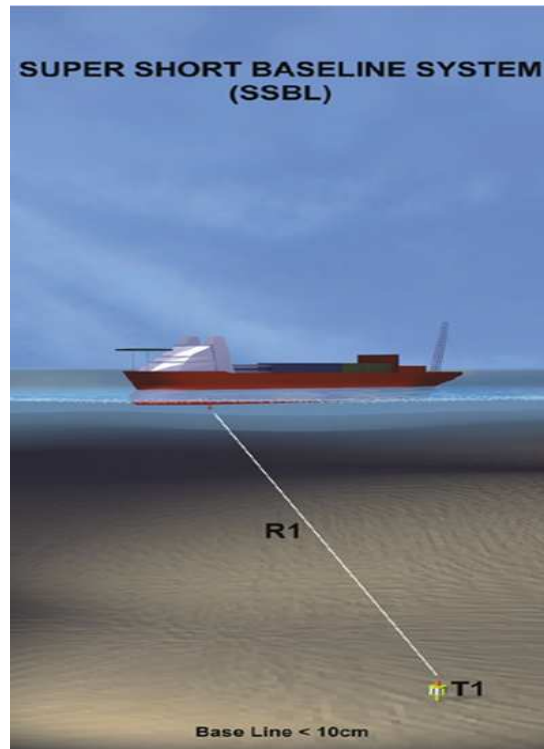


Figura 16 – USBL (“Ultra Short Baseline System”) ou SSBL (“Super Short Baseline System”)

2.4.3.3.6.2 SBL (“Short Baseline Systems”)

É um sistema composto por um emissor instalado no fundo do mar que emite pulsos acústicos em intervalos de tempo regulares. Esses pulsos são recebidos por três ou quatro transdutores instalados no casco e dispostos de forma a permitir o cálculo da posição baseado no intervalo de tempo entre a emissão e recepção dos pulsos em cada transdutor. No cálculo devem inseridas correções devido aos movimentos de balanço (“roll”) e caturro (“pitch”), utilizando as medidas provenientes dos sensores de movimentos verticais. As posições resultantes do alvo são sempre relativas à localização dos transdutores de linhas de base.

Os sistemas SBL não requerem “transponders” ou equipamentos montados no fundo do mar, podendo-se utilizar desta técnica para rastrear alvos submarinos de barcos ou navios que estão ancorados ou em curso. A figura abaixo ilustra o sistema SBL.

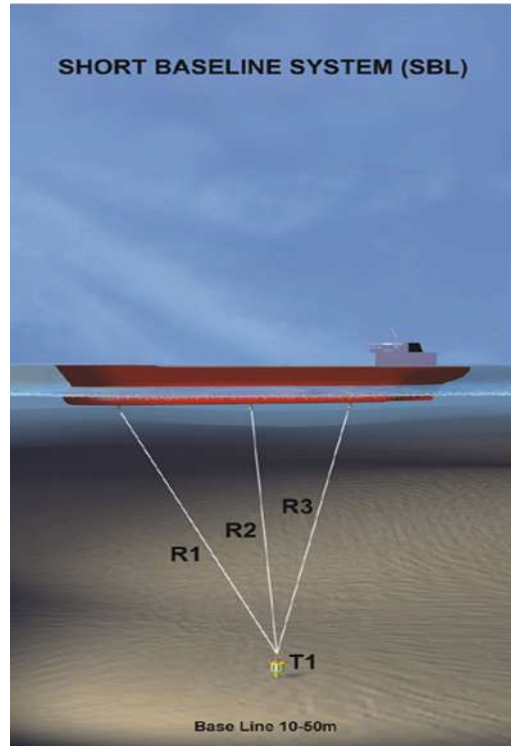


Figura 17 – SBL (“Short Baseline Systems”)

2.4.3.3.6.3 LBL (“Long Baseline Systems”)

É um sistema de medida por alcance sem medida angular. É composto por três ou mais “transponders” instalados no fundo do mar comunicando-se com um transdutor instalado na parte debaixo do casco do navio. A cada intervalo de amostragem, o emissor emite um pulso sonoro que é retransmitido pelos “transponders” dispostos precisamente no fundo do mar. Através do intervalo de tempo em que as ondas acústicas alcançam o transdutor, pode então ser calculada a posição do navio em relação aos “transponders”.

Este sistema é considerado o mais preciso dentre os demais sistemas hidroacústicos, além de dispensar a utilização das Unidades de Referência Vertical (VRU). A figura abaixo ilustra o sistema LBL.

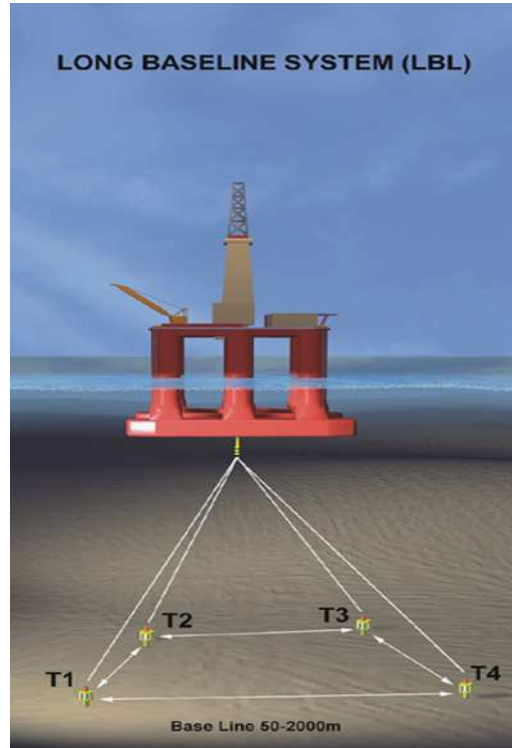


Figura 18 – LBL (“Long Baseline Systems”)

2.4.3.3.7 “Taut Wire”

O Sistema “Taut Wire” permite diversas configurações. A mais comum entre elas é utilizando-se uma poita apoiada no fundo do mar, lançada verticalmente e ligada à superfície por um cabo de aço sob tensão constante por um sistema de compensadores (guinchos hidráulicos) posicionados nos bordos da embarcação. Este sistema é dotado também de sensores eletromecânicos para compensar os movimentos de balanço (“roll”) e caturro (“pitch”). Além disso, possui dois inclinômetros que medem os ângulos do cabo em relação aos eixos x e y, pois uma vez que a poita é lançada verticalmente próxima da locação, a leitura desses ângulos feita pelo Sistema DP permite calcular o afastamento (“offset”) da unidade. Na prática, embora seja mantido tensionado, o cabo não assume uma reta perfeita, devendo sua curvatura ser compensada pelo uso do inclinômetro. Em unidades que possuem sistema acústico o DP utiliza-se deste sistema para efetuar a calibração do “Taut Wire”, e os cálculos consideram a curvatura existente no cabo.

O “Taut wire” pode operar em lâminas d’água até trezentos metros, sendo que alguns mais modernos podem operar até quinhentos metros. Sendo assim, este sistema é utilizado

como secundário ou reserva. Na figura a seguir exemplos de uma poita em lançamento e um guincho hidráulico.



Figura 19 – Poita sendo lançada



Figura 20 – Guincho hidráulico

CAPÍTULO 3

CLASSES DO SISTEMA DP

Um sistema de posicionamento dinâmico consiste de equipamentos e sistemas que atuam juntos a fim de alcançar uma segura capacidade de manter a posição. De modo a obter essa segurança tomam-se como base as consequências da perda da capacidade de manter a posição. Quanto mais grave for a consequência, mais confiável e redundante deverá ser o sistema. Desta forma, visando auxiliar os armadores/operadores de embarcações e seus clientes a seguirem exigências estabelecidas pela IMO (“International Maritime Organization”), a própria IMO definiu três classes de equipamentos para embarcações dotadas do sistema de posicionamento dinâmico, recomendando que as construídas a partir de 1 de julho de 1994 recebam uma classe de equipamento.

Deverá ser acordado entre o cliente e o armador, baseado nas análises de risco da consequência da perda de posição, as classes de equipamentos das embarcações, necessárias para cada operação. Além disso, a Administração ou Estado costeiro poderá decidir a classe de equipamento para determinada operação.

3.1 Redundância

É necessário definir o conceito de redundância antes que sejam descritas as classes de equipamentos para embarcações DP.

Redundância de componentes e sistema significa ter imediatamente disponível a capacidade de continuar a operação em DP, mantendo ou restaurando sua função, após a ocorrência de uma única falha. A transferência para o equipamento ou sistema redundante deve ser, na medida do possível, automática e a intervenção do operador deve ser a mínima possível. Falhas em um sistema não devem, de maneira nenhuma, ser transferidas para o sistema redundante.

3.2 DP Classe 1

Nesta classe do sistema DP, a perda de posição pode ocorrer devido a uma única falha nos componentes ou sistema. O controle da posição pode ser automático ou manual, e o

controle de atitude é automático. Neste caso, o sistema não apresenta redundância. A figura abaixo ilustra a configuração desta classe.

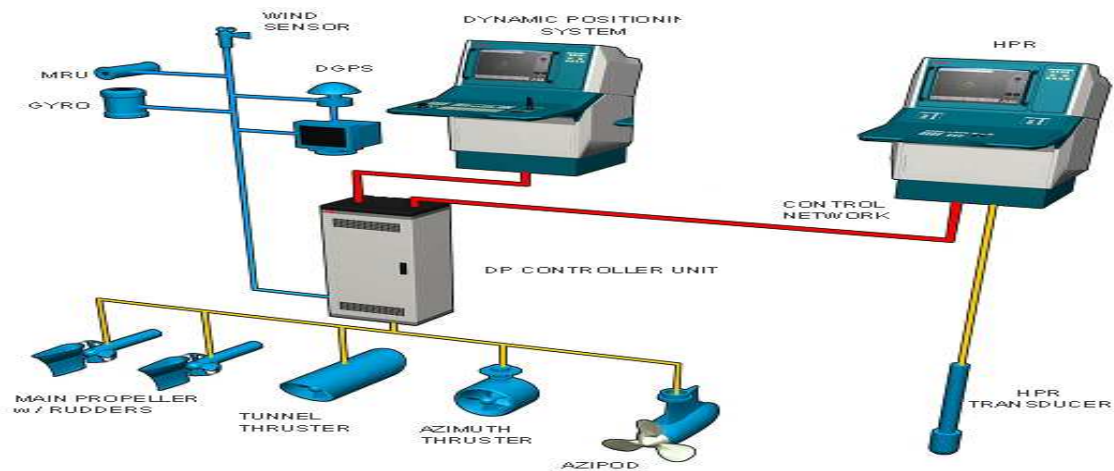


Figura 21 – Configuração do DP Classe 1

3.3 DP Classe 2

Nesta classe do sistema DP a perda da posição não pode ocorrer devido a uma única falha nos componentes ativos ou sistemas. O critério para falha nos componentes ativos ou sistemas inclui:

- ✓ Qualquer componente operante (ativo) ou sistema, tais como: geradores, propulsores, chaves, válvulas de controle à distância, etc.
- ✓ Qualquer componente normal estático (cabos, canalizações, válvulas, manual, etc) que não esteja corretamente documentado em termos de proteção e confiabilidade.

O controle da posição pode ser manual ou automático, e o controle de atitude é automático. Neste caso há redundância de sistema e equipamentos. A figura abaixo ilustra a configuração desta classe.

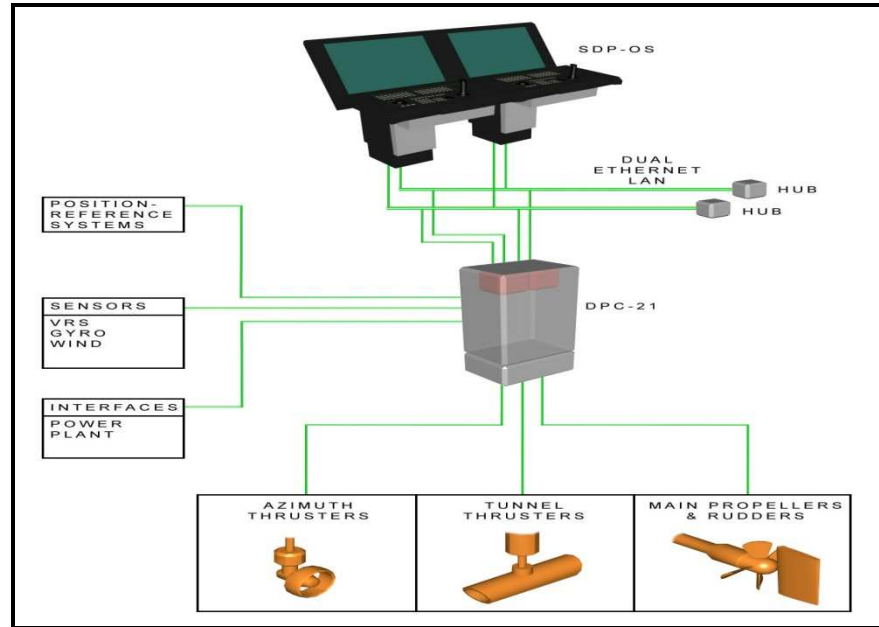


Figura 22 – Configuração do DP Classe 2

3.4 DP Classe 3

Nesta classe do sistema DP, a perda da posição não pode ocorrer devido a uma falha 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.

Neste caso, há redundância no sistema e um sistema de “backup”, sendo composto por dois sistemas independentes e um sistema “backup”. Este sistema “backup”, o qual não é afetado por falhas ocorridas nos computadores principais, deve estar em um compartimento estanque e a prova de fogo separado por uma anteparas classe A60. Além disso, durante uma operação, deve ser atualizado como os computadores principais e estar pronto para ser colocado em operação em uma emergência. A transferência para o computador “backup” deve ser feita manualmente, sendo que o comando deve estar situado dentro do compartimento especial. A figura abaixo ilustra a configuração desta classe.

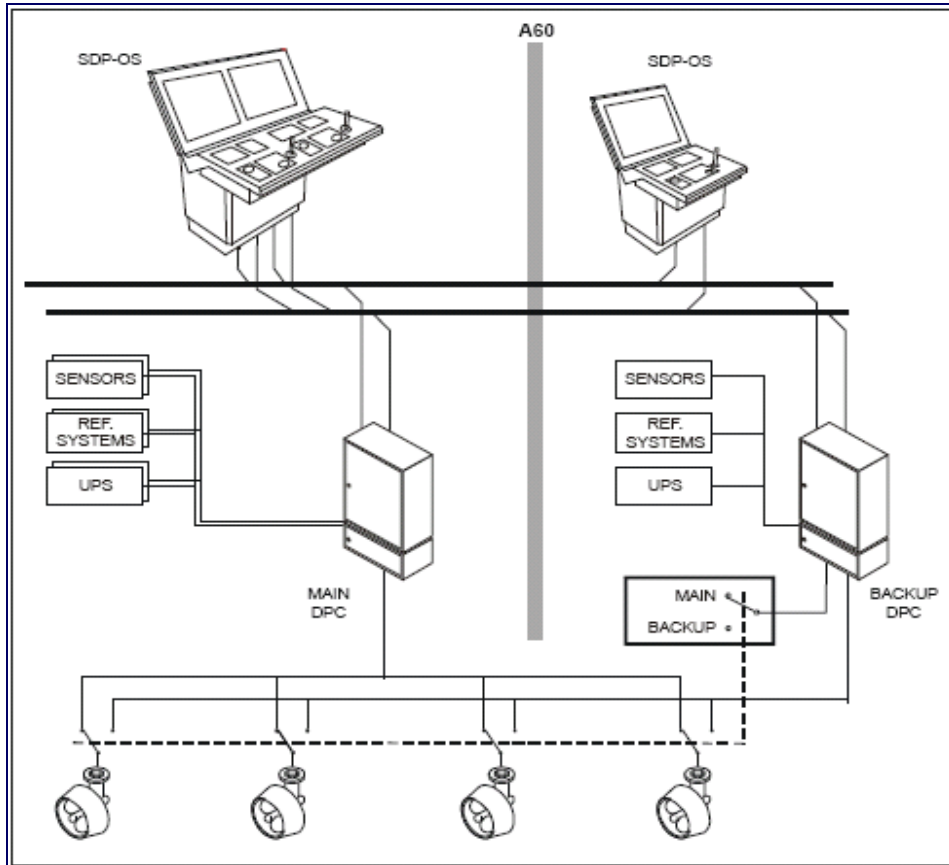


Figura 23 – Configuração do DP Classe 3

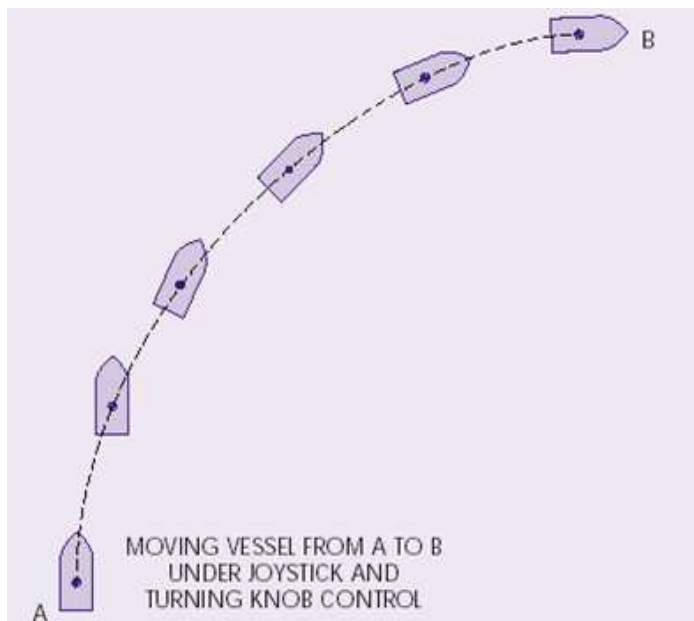
CAPÍTULO 4

MODOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DP

O Sistema de Posicionamento Dinâmico possui diversos modos de operação, neste capítulo serão apresentados alguns deles. A utilização de cada modo operacional está relacionada a aplicação. Basicamente, a diferença entre os modos é a maneira que os “set-points” de velocidade e posição são gerados.

4.1 “Joystick Manual Heading (JSMH)”

Neste modo o “joystick” controla a direção do empuxo aplicado à embarcação na direção desejada. O empuxo é controlado pela intensidade com que o “ joystick” é acionado pelo usuário. O empuxo pode tanto mover a embarcação quanto mantê-la estacionária sob as forças ambientais. O aproamento é controlado pelo botão de controle de giro que gira a embarcação em torno do seu centro de rotação usando os propulsores. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo JSMH.



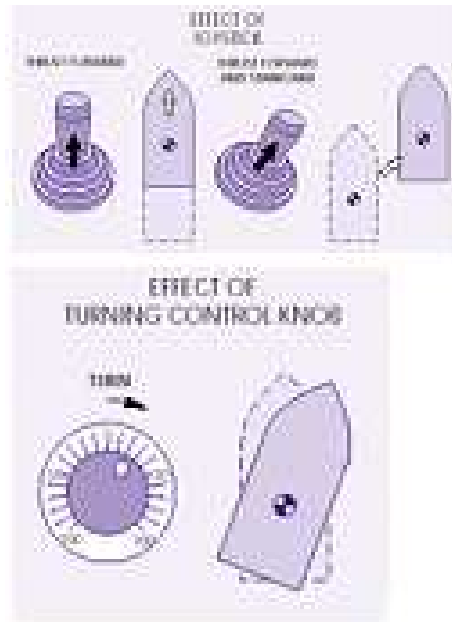


Figura 24 – JSMH (“Joystick Manual Heading”)

4.2 “Joystick Auto Heading (JSAH)”

Como no JSMH, apenas o “joystick” controla todos os propulsores selecionados. De modo análogo, o valor e a direção do empuxo são controlados pela sensibilidade do operador. O aproamento da embarcação é mantido em um determinado valor usando-se o sinal vindo da agulha giroscópica. O botão de controle de giro é desabilitado neste modo. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo JSAH.

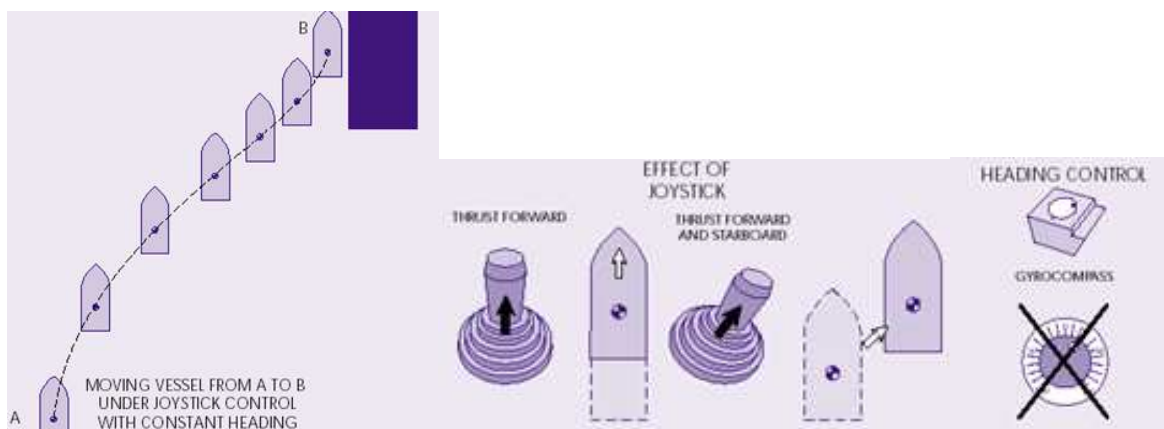


Figura 25 - JSAH (“Joystick Auto Heading”)

4.3 “Minimum Power”

Este modo mantém a posição da embarcação relativa a um ponto de referência fixo, enquanto são minimizadas as demandas de empuxo para bombordo e boreste resultante das forças ambientais sobre a embarcação. O aproamento é controlado de forma a alinhar-se com o tempo prevalecente e assim, minimizar a demanda de empuxo dos propulsores. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Minimum Power”.

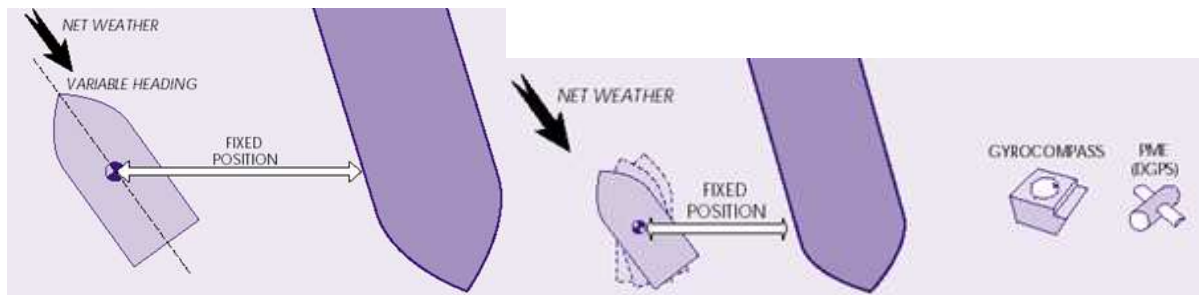


Figura 26 – “Minimum Power”

4.4 “Follow Target”

Esse modo operacional é caracterizado por manter a posição da embarcação em relação a um alvo móvel chamado “Remotely Operated Vehicle” (ROV).

- Distância Fixa: A embarcação e o ROV movem-se juntos mantendo uma distância horizontal fixa entre o centro de rotação da embarcação e o balizador do ROV. Este modo é usado quando o ROV está seguindo uma tubulação ou cabo submarino;
- Referência de Posição Fixa: Onde a embarcação é mantida numa posição fixa e o ROV pode mover-se dentro de uma área circular cujo raio é igual ao raio de reação. Enquanto o ROV mantiver-se dentro desta área a embarcação manter-se-á estacionária. Este modo permite movimentos mínimos da embarcação e é usado quando o ROV deve mover-se dentro dos limites de uma área.

A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Follow Target”.

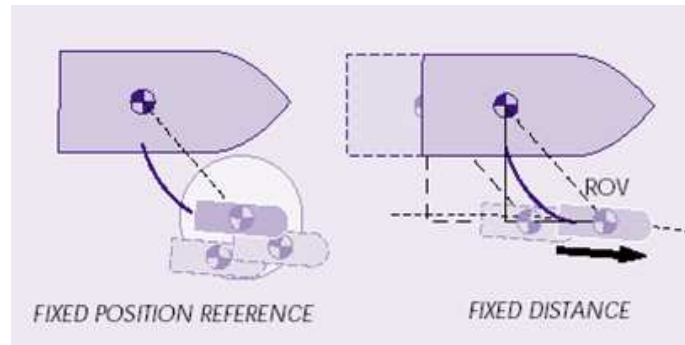


Figura 27 – “Follow Target”

4.5 “Track Follow”

Nesse modo, a embarcação é movida através de uma rota determinada por dois ou mais “waypoints”. Esta rota poderá ser uma tubulação, um cabo, um plano de lançamento de linhas ou cabos flexíveis ou ainda uma rota de inspeção.

A posição da embarcação é automaticamente mantida ao longo da trajetória, a uma baixa velocidade e com controle de aproamento automático. A velocidade da embarcação e o aproamento entre os “waypoints” poderão ser ajustados de forma independente e a posição da embarcação é automaticamente mantida ao longo da trajetória. Na figura a seguir um exemplo do modo “Track Follow”.

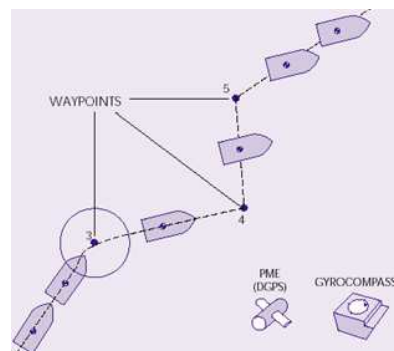


Figura 28 – “Track Follow”

4.6 “Auto Pilot”

O “Auto Pilot” é um modo de navegação rápida com o objetivo de mover a embarcação num aproamento constante. A agulha giroscópica controla o aproamento e o empuxo é controlado pelo operador por meio do “joystick”. O “joystick” só informa o valor de empuxo à frente não fazendo nenhum efeito o seu movimento lateral. O botão de controle de giro é desabilitado neste modo. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Auto Pilot”.

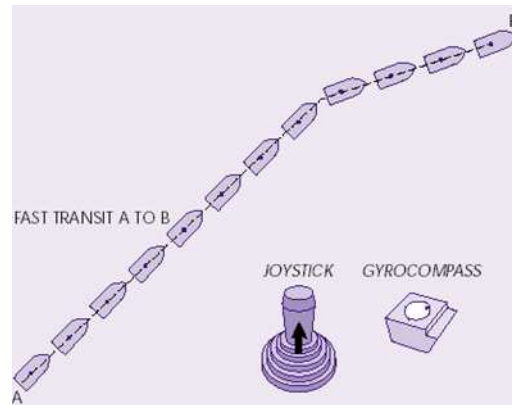


Figura 29 – “Auto Pilot”

4.7 “Auto Sail”

Como o “Track Follow”, controla a embarcação ao longo de uma rota definida por dois ou mais “waypoints”. A posição da embarcação é controlada pelos PME e o empuxo é controlado pelo operador por meio do “joystick”. O sistema controla a embarcação pelo monitoramento da sua posição em relação à rota e a reposiciona, se necessário, por meio do ajuste de seu aproamento. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Auto Sail”.

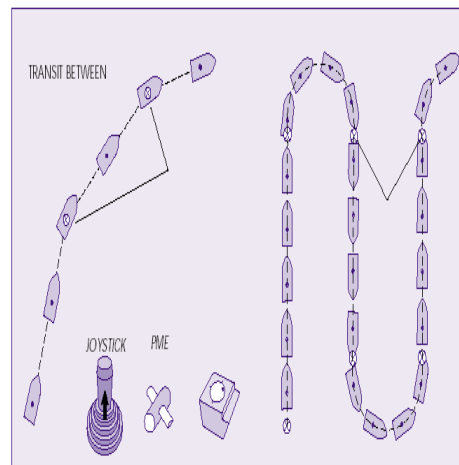


Figura 30 – “Auto Sail”

4.8 “Auto Speed”

Este modo mantém a embarcação a uma velocidade constante no sentido proa/popa e bombordo/boreste. O controle da velocidade é feito pelo operador por meio do “joystick” e seu monitoramento por meio de um “Doppler Log” ou PME (DGPS). A direção do movimento é também controlada pelo operador por meio do movimento lateral do “joystick”.

E o aproamento é mantido constante, usando-se o sinal vindo da agulha giroscópica. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Auto Speed”.

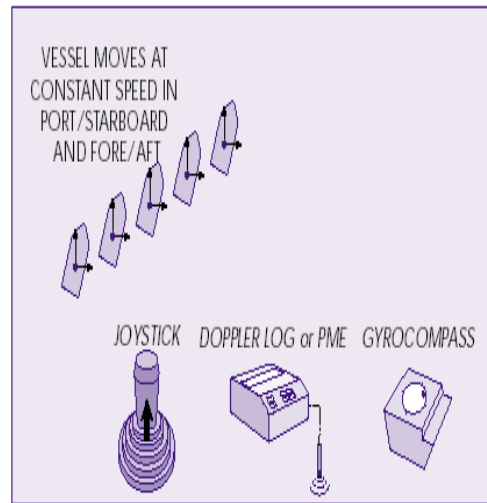


Figura 31 – “Auto Speed”

4.9 “Shuttle Tanker Approach”

Neste modo, o aproamento alinha-se com a base de alívio e o centro de rotação desloca-se virtualmente para o ponto de alívio. Depois do “offloading”, este modo pode ser usado para mover o navio para fora da área de alívio. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Shuttle Tanker Approach”.

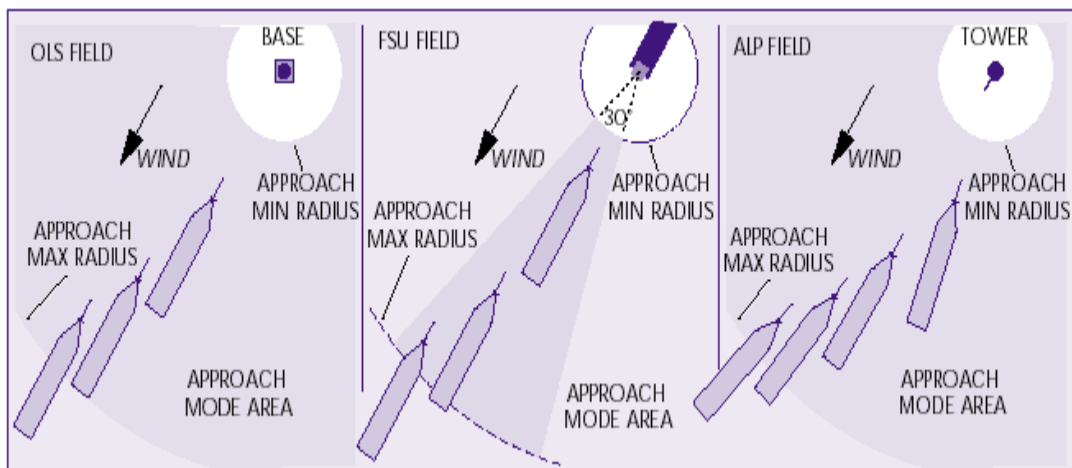


Figura 32 – “Shuttle Tanker Approach”

4.10 “Riser Follow”

Utilizado em unidades de perfuração, ele visa o controle da posição de modo a manter um ângulo de inclinação do “riser” o menor possível. O sistema recebe informações de inclinação e sinais de posição do módulo de perfuração e calcula a posição na qual o ângulo do “riser” será zero. Cabe ressaltar que este modo admite um pequeno ângulo de reação tal como no modo “ROV Follow”. Quando o ângulo de inclinação ultrapassa o ângulo de reação, a embarcação se move com o objetivo de zerá-lo e um novo círculo de reação é desenhado. A figura abaixo ilustra um exemplo do modo “Riser Follow”.

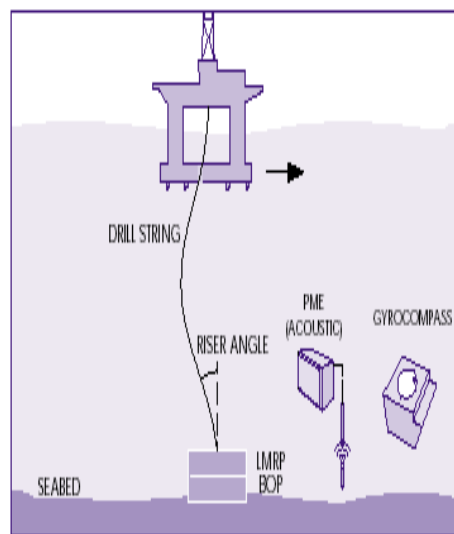


Figura 33 – “Riser Follow”

4.11 “Auto Position”

Este modo possibilita a manutenção da posição e do aproamento requeridos.

No controle do aproamento, o operador dispõe das seguintes funções: o estabelecimento do rumo da proa mediante seu rumo atual, a inserção de um valor desejado (acarretando no giro da embarcação até o valor determinado) e o controle da proa utilizando o mínimo de energia possível. Sendo também possível definir a velocidade de giro e o alarme de aproamento.

No controle de posição o sistema irá manter a embarcação na posição desejada. O controlador poderá estabelecer que o navio permaneça 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.

CAPÍTULO 5

FATOR HUMANO NAS OPERAÇÕES DP

Embora o Sistema de Posicionamento Dinâmico seja computadorizado, é imprescindível a presença de um operador habilitado para comandá-lo.

5.1 DPO (“Dynamic Positioning Operator”)

O DPO é o elemento humano do sistema. Trata-se da pessoa capacitada e responsável pela tomada de decisões acerca da operação do sistema. O operador controla todos os dados e informações provenientes pela unidade de controle, informando o modo operacional, os sensores e sistemas de referência que deverão ser utilizados, a posição que o navio deverá manter, o aproamento do navio e sua velocidade de locomoção. Desta forma, determina as melhores condições de funcionamento, minimizando o esforço da embarcação em manter seu posicionamento.

Dentre todos os elementos do sistema é o mais suscetível a erros, tendo seu nível de atenção prejudicado ao operar por longos períodos. Assim sendo, o operador deve sempre observar a operação, e avaliar o modo mais favorável à situação, atento sempre à segurança. Além de sempre prever uma situação de falha e estar pronto para agir caso ocorra.

5.2 “The Nautical Institute”

O Instituto Náutico é um órgão representante internacional para profissionais marítimos envolvidos no controle de navios no mar, com base no Reino Unido. Fornecendo uma ampla gama de serviços para melhorar a posição profissional e conhecimento de seus membros, que são provenientes de todos os setores do mundo marítimo.

Para se tornar um Operador de Posicionamento Dinâmico qualificado (DPO), a rota de aprendizado reconhecida é o esquema de treinamento DP do Instituto Náutico. Desde seu início, em meados de 1980, o Instituto Náutico regulamenta a formação de um operador DP e em conjunto com a indústria desenvolve os critérios de certificação. Desta forma, ele administra a certificação de DPO, juntamente com a acreditação das entidades formadoras.

Visando garantir que o sistema continua a atender às necessidades atuais da indústria, foi desenvolvido o “Dynamic Positioning Training Executive Group” (DPTEG), para facilitar

a comunicação e a entrada de uma ampla gama de partes interessadas. O grupo é um aglomerado de indústrias, fórum de prestadores de formação, organizações comerciais e associações profissionais que têm uma competência ou interesse na formação DP.

O objetivo do DPTEG é analisar e desenvolver o sistema de treinamento do DPO de acordo com o Instituto Náutico e avaliar sua eficácia em prover operadores DP competentes à indústria DP. Destina-se a tomar decisões e implementar ações para melhorar o sistema de formação DP, incluindo os critérios de certificação, a competência do DPO, e apoio à formação.

O DPTEG compreende dois grupos: organizações membros e observadores. As organizações membro são: O Instituto Náutico e provedores de treinamento DP credenciados. Já os observadores incluem, mas não são apenas restritos a: “International Marine Contractors Association” (IMCA), “International Association of Drilling Contractors” (IADC), “International Chamber of Shipping” (ICS) e “Oil Companies International Marine Forum” (OCIMF).

Existem atualmente cinquenta e cinco centros de treinamento credenciados DP e mais de dez mil certificados DP foram emitidos.

5.3 IMCA (“International Marine Contractors Association”)

O IMCA é uma associação comercial, que existe para o benefício de seus membros em toda a indústria de engenharia “offshore”, naval e submarina. Em comum com outras associações comerciais, o IMCA fornece os membros com orientação, permitindo-lhes a “auto-regulação” ao invés de olhar para os clientes ou os governos para estabelecer regras e procedimentos. Enquanto os governos legislam sobre uma série de questões de interesse público, não podem produzir legislação para cada parte das operações de uma indústria, conforme pode ser desejável. Um dos principais benefícios da orientação da indústria é que ela pode ser implementada e atualizada mais rapidamente do que a legislação, que é vital em uma indústria com o rápido avanço da tecnologia.

Como uma associação comercial também devem respeitar o direito internacional da concorrência (concorrência, antitruste e leis semelhantes). E usam portanto as diretrizes rigorosas para garantir o cumprimento.

Uma série de documentos de orientações são publicados, estabelecendo para indústria boas práticas com base na experiência acumulada de seus membros, ajudando assim a garantir operações seguras e eficientes. Relacionado ao Sistema de Posicionamento Dinâmico, um documento fundamental é o “Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems” (Diretrizes para Embarcações com Sistema de Posicionamento Dinâmico), que é regularmente revisado e atualizado para refletir os desenvolvimentos tecnológicos e realizações operacionais. Tal documento, constante no anexo à circular 645, foi aprovado pelo Comitê de Segurança Marítima.

Também produzem relatórios técnicos, que visam ajudar os operadores de navios a rever, especificar, manter e usar uma variedade de sistemas de posicionamento, propulsores, energia e sistemas de gestão de navios e outros equipamentos.

O banco de dados de incidentes em embarcações DP do IMCA remonta há mais de trinta anos e também incentivam a participação de todas as empresas que operam embarcações DP para benefício mútuo. Cada ano os relatórios recebidos são recolhidos e uma análise anônima dos incidentes é publicada.

Através deste trabalho, o IMCA ajuda a estabelecer as tendências e causas comuns (perigos potenciais) que os operadores das embarcações, fornecedores de equipamentos, estabelecimentos de formação e outros, poderão enfrentar. Os resultados têm ajudado a manter a frota DP operacional, segura e aceitável para os clientes e reguladores, incentivando melhorias no design, procedimentos e treinamentos.

5.4 Qualificações do DPO

A qualificação e certificação dos operadores de sistemas de posicionamento dinâmico (sigla em inglês, DPO), realizadas em conformidade com as orientações da “International Marine Contractors Association” (IMCA) e por ela reconhecidas, estão a cargo do “The Nautical Institute” (NI) de Londres. O operador deve portanto ser qualificado, e a fim de obter tal qualificação é necessária a realização de no mínimo o curso básico de DP. Vale ressaltar ainda que desde 1º de Janeiro de 2012, estão em vigor novos requisitos para aqueles que buscam certificação de DPO. Tais requisitos delineiam o perfil dos alunos que podem atender os cursos, estipulam novas obrigações aos participantes do esquema de certificação e implementam, a partir de 2012, certas mudanças. Esses novos requisitos somente se aplicam àqueles que iniciaram ou ainda o curso básico em 2012. Para aqueles alunos que já realizaram

a parcela do curso básico antes do primeiro dia 1º de janeiro de 2012, esses novos requisitos não são aplicáveis.

O curso básico de posicionamento dinâmico, com duração de uma a duas semanas, é a etapa inicial da certificação. Este curso tem o objetivo de transmitir os conhecimentos iniciais sobre esse sistema, abordando os equipamentos, tipos de sistemas, operações realizadas em DP, práticas seguras e regras aplicáveis a um operador. O curso pode ser realizado em instituições públicas ou particulares, localizadas principalmente no Rio de Janeiro e Macaé, onde são encontrados os melhores cursos. Após a conclusão com êxito do curso básico, o aluno precisa embarcar em um navio DP, de qualquer classe, para cumprir uma lista de tarefas contida no DP “Operator Log Book” (Caderneta de Registro do Operador de DP, onde é registrada a experiência dos operadores de DP). Ao fim dessa lista de tarefas e com o cumprimento de no mínimo trinta dias de utilização do “software” de DP em operação, monitorado por uma pessoa competente, o aluno está habilitado a comparecer ao curso avançado de DP.

Cabe 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.

Para realização do curso avançado em Posicionamento Dinâmico, são pré-requisitos o registro de embarque em embarcação DP no “Log Book” do operador e o curso básico. Esta é a etapa onde o aluno passará por uma série de exercícios simulados, contendo as mais diversas operações com posicionamento dinâmico. Neles, o aluno estará sujeito aos diversos defeitos e falhas que o sistema e seus equipamentos auxiliares podem apresentar, aprendendo na prática como reagir a cada um deles. Ainda, uma carga de aulas teóricas relembra os princípios do sistema, mas foca na regulamentação, fatores operacionais e comportamento em situação de emergência. Após o curso avançado, o aluno deve voltar para bordo, onde deve acumular um mínimo de cento e oitenta dias de experiência com operações DP. Após esse período de tempo será emitida a sua certificação, de acordo com a classe de DP que o oficial tenha acumulado experiência.

Tais cursos são realizados em instituições particulares e, devido ao elevado custo (ainda maior que para o básico), muitas empresas investem em seus funcionários, proporcionando a realização desses cursos, a fim de capacitá-los.

Esses cursos são parte do Programa de Qualificação consagrado pelo NI e devem ser complementados por prática em operação DP supervisionada, conforme segue:

- para a obtenção de Certificado Pleno (“Full”), seis meses em embarcação DP classe 2 ou 3, ou mais de seis meses em embarcação classe 1, sendo desses pelo menos dois meses em classe 2 ou 3; e
- para a obtenção de Certificado Restrito (“Limited”), mínimo de seis meses em embarcação DP classe 1.

5.5 Validade da Certificação DP

Todos os certificados terão validade de cinco anos, e a mesma virá expressa no certificado. Ao final dos cinco anos, o DPO precisará atender certos requisitos para tê-lo renovado por mais cinco anos. Sendo eles:

- Dentro dos cinco anos é necessário no mínimo um ano de efetiva operação na estação de DP;
- Se não houver registrado esse mínimo de um ano, o DPO precisará realizar um curso de atualização, chamado “DP “Refresher Course”;
- Após o curso “refresher”, o DPO precisará obter pelo menos três meses (dentro do período máximo de um ano) de embarque supervisionado por pessoa competente, para ter seu certificado revalidado.

Os certificados que já foram emitidos sem essa exigência continuam tendo valor. Entretanto, os DPOs já existentes devem manter atenção, pois nos próximos meses deverão renovar seus certificados. Portanto, dentro de algum tempo, todos os certificados possuirão validade.

5.6 O erro humano nos incidentes DP

Na investigação de incidentes de DP, cujos resultados são publicados e distribuídos regularmente para a indústria, é notório o fator “erro humano”. Entre 1980 e 1993, as análises de incidentes de posicionamento dinâmico indicavam que aproximadamente metade deles ocorriam por erro humano. Desde então houve um aumento na influência exercida pela

psicologia ocupacional no gerenciamento do material humano na área 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.

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 comuns nas operações com embarcações DP, podendo contribuir para o erro humano e que o tipificam são: falta de atenção, falta de seriedade ou comprometimento, cansaço, sonolência ou limitação física, stress, negligência ou tédio, uso de álcool ou drogas, avaliação equivocada ou excesso de confiança, falta de seriedade ou comprometimento e treinamento inadequado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho detalhou de forma precisa o funcionamento do Sistema de Posicionamento Dinâmico e também descreveu o fator humano nas operações DP, tais como o papel do operador no sistema, a qualificação necessária para um oficial tornar-se um DPO e os possíveis erros humanos. Esclarecendo sobre um assunto de vital importância no meio marítimo em tempos modernos.

Evidenciou-se nesse trabalho, que a característica fundamental do sistema de posicionamento dinâmico é a integração de um grande número de subsistemas atuando de forma conjunta. Qualquer falha, em qualquer um desses subsistemas, poderá comprometer todo o sistema, implicando em perda do aproamento e da posição da embarcação. As consequências de tais falhas são em geral gravíssimas, devido à possibilidade de abalroamento e rompimento de linhas e dutos, podendo causar sérias avarias as embarcações, interrupções de operações de elevado custo, desastres ambientais e perdas da vida humana.

Além disso, esse estudo nos permite concluir que o desenvolvimento da tecnologia de posicionamento dinâmico trouxe benefícios e soluções ao universo marítimo, colaborando com o aumento na segurança, tanto do ser humano, quanto do meio ambiente em operações de risco elevado, visto que este recurso é amplamente usufruído nas operações “offshore” da indústria do petróleo.

Desta forma, conclui-se que quanto maior o grau de risco e a precisão das operações, maior é a necessidade de se ter pessoal capacitado e dotados de extrema habilidade para operar o sistema em embarcações que possuam SPD. Mostrando assim que apesar da elevada tecnologia presente hoje em dia, o ser humano ainda é insubstituível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, Adriana Cavalcante. **Controle por Modos Deslizantes Aplicado a Sistema de Posicionamento Dinâmico**. São Paulo, 2009. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle.

CENTRO DE SIMULAÇÃO AQUAVIÁRIA. **Esquema de Certificação DP**. Disponível em: <<http://www.csaq.org.br/site/noticias/pagina/15>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

DA SILVA, Alfredo M. G. O. **Sistema de Posicionamento Dinâmico**. Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante – EFOMM. Rio de Janeiro, 2008.

INTERNATIONAL MARINE CONTRACTORS ASSOCIATION. **About IMCA**. Disponível em: <<http://www.imca-int.com/about-imca.aspx>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

INTERNATIONAL MARINE CONTRACTORS ASSOCIATION. **Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems**. Disponível em: <<http://www.imca-int.com/documents/publications.html>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

KONGSBERG. **Kongsberg Maritime**. Disponível em: <<http://www.km.kongsberg.com/>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

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

PORTAL MARÍTIMO. **Posicionamento Dinâmico**. Disponível em: <<http://portalmaritimo.com/2011/03/16/posicionamento-dinamico/>>. Acesso em: 14 jul. 2013.

TANNURI, Eduardo Aoun. **Sistemas de Posicionamento Dinâmico: Projeto, Análise e Novos Desenvolvimentos**. São Paulo, 2009. Texto sistematizado de pesquisa (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos.

THE NAUTICAL INSTITUTE. **Dynamic Positioning**. Disponível em: <<http://www.nautinst.org/en/dynamic-positioning/>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

THE NAUTICAL INSTITUTE. **The Nautical Insitute**. Disponível em: <<http://www.nautinst.org/>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

WIERMANN, André Quetzal. **O Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP) Brasileiro**. Disponível em: <http://www.onip.org.br/arquivos/ws_platec/2_QUETZAL.pdf?PHPSESSID=8d924aed367f77f8b2c00672c811a351>. Acesso em: 27 jul. 2013.