

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE NÁUTICA (APNT)**



**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO EM UNIDADES MÓVEIS
OFFSHORE: INCIDENTES X PRÁTICAS CORRETAS EM OPERAÇÕES**

Mauricio de Oliveira Chaves

Orientadora: Pedagoga Thereza Christina Corrêa

**Rio de Janeiro
2011**

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE NÁUTICA (APNT)



**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINAMICO EM UNIDADES MOVEIS
OFFSHORE: INCIDENTES X PRÁTICAS CORRETAS EM OPERAÇÕES**

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para a conclusão do curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Náutica.

Por: Mauricio de Oliveira Chaves

Orientadora: Pedagoga Thereza Christina
Corrêa

Rio de Janeiro
2011

MAURICIO DE OLIVEIRA CHAVES

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO EM UNIDADES MÓVEIS
OFFSHORE: INCIDENTES X PRÁTICAS CORRETAS EM OPERAÇÕES**

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para a conclusão do curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Náutica.

Aprovado pela Banca Examinadora em _____ de outubro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Pedagoga Thereza Christina Corrêa

Professor

Professor

Professor

Dedico esse trabalho à todos marítimos que se dedicam a estudar a fim de aprimorar seus conhecimentos aumentando o nível da nossa Marinha Mercante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Mauricio e Antonia pelo incentivo, esforço, choro, saudade e orgulho ao longo de todos esses anos permitindo a realização deste momento.

Agradeço a meu filho Arthur, ele é o melhor trabalho que eu já produzi e que um dia possa se orgulhar desta monografia quando possuir maior entedimento.

Agradeço a minha namorada Angélica pela compreensão pela minha ausência, preocupação e incentivo durante todo o período da realização do trabalho.

Mesmo como católico não praticante que sou, gostaria de agradecer a DEUS, fonte inesgotável de inspiração nas escolhas difíceis que temos que realizar ao longo da vida.

RESUMO

O aumento na utilização do sistema de posicionamento dinâmico em embarcações está acompanhando o aumento rápido da indústria de óleo e gás nos últimos 20 anos. A busca por petróleo em águas cada vez mais profundas e a necessidade de operações cada vez mais rápidas fez com que novas tecnologias fossem desenvolvidas já permitindo essa exploração utilizando sondas de 6ª geração em lâmina d'água de até 12000 pés. Conseqüentemente, junto ao crescimento da produção de novas unidades que utilizam posicionamento dinâmico vem a demanda por profissionais que possam operar essas unidades de forma segura. Atualmente, vivemos uma crise laboral na indústria de óleo e gás, onde encontramos muitos operadores de posicionamento dinâmico em unidades moveis e navios supradores sem a experiência profissional suficiente para assumir suas funções a bordo tendo como uma das razões ausência treinamento adequado. Através de uma exposição didática e estudo de casos reais, o trabalho tem como objetivo fornecer dados aos operadores e capitães no processo de familiarização dos equipamentos que compõem o sistema de posicionamento dinâmico, boas práticas para operá-los e estudo de incidentes a fim de evitar que em cenários semelhantes possam ocorrer perdas financeiras e humanas.

Palavras-chave: Sistema. Equipamentos. Operação. Incidentes. Lições aprendidas.

ABSTRACT

The increase of the using of dynamic positioning system on vessels are following the rapid increase in oil and gas industry in the last 20 years. The search for oil in ever deeper waters and the need for ever faster operations meant that new technologies were developed such as allowing exploration using 6th generation oil rigs in water depths of up to 12,000 feet. Consequently, with the growth of new production units using dynamic positioning comes the demand for professionals who can operate these units safely. Currently, we live in a labor crisis in the oil and gas, where we find many operators of mobile units fitted with dynamic positioning and tug suppliers without enough experience to take their position on board and one of the reasons is the lack of a proper training. Through a didactic exhibition and study of real cases, the study aims to provide data to operators and captains in the process of familiarization of equipment that consist the dynamic positioning system, good practice to operate them and study of incidents in order to avoid that similar scenarios may occur causing financial and human losses.

Key-words: System, Equipments, Operation, Incidents and Lessons learned.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Primeiras sondas com posicionamento dinâmico	19
Figura 02	Os 3 graus de liberdade controlados pelo posicionamento dinâmico...	19
Figura 03	Navio sonda Petrobras 10000	20
Figura 04	Comparativo entre unidades DP e Ancoradas.....	20
Figura 05	Visão geral de um sistema de controle DP	23
Figura 06	Configuração típica de DP classe 1	24
Figura 07	Configuração típica de DP classe 2	25
Figura 08	Configuração típica de DP classe 3	26
Figura 09	Modulação das freqüências portadoras L1 e L2 com códigos dos sinais C/A e P	32
Figura 10	Efeito do SA e A-S na precisão do GPS	34
Figura 11	Princípio do SSBL (USBL).....	39
Figura 12	Princípios do LBL	41
Figura 13	Transducer do HIPAP	42
Figura 14	Faixa de operação do transducer do HIPAP	43
Figura 15	Transponder para 3000m de profundidade	43
Figura 16	Navio de mergulho 'MAYO' com dois sinos de mergulho.....	46
Figura 17	ROV utilizado para intervenção submarina	49
Figura 18	Escavadeira Submarina	50
Figura 19	Lorelay, primeiro navio de lançamento multi propósito	51
Figura 20	Métodos de lançamento de tubos	52
Figura 21	Navio de lançamento de rochas.....	54
Figura 22	Dragagem	55
Figura 23	Métodos de lançamento de cabos	57
Figura 24	Barcaça com guindaste Svanen	58
Figura 25	Sistema duplo de giroscópica	63

LISTA DE ABREVIATURAS E GLOSSÁRIO

Acoustic Ray Bending	Problemas de curvamento na recepção do sinal hidroacústico. Piora a medida que a distância oblíqua aumenta.
Ball Joint	Ligação entre o riser e o BOP e sua função é de absorver os movimentos da coluna.
Beacons (pingers)	Balizas que somente transmitem pulsos acústicos.
BOP	Blow Out Preventer. O preventor de explosões do Poço.
Checklist	Lista de Verificação.
Choke	Linhas que existem no BOP e que vão para superfície através do riser.
Computer System	Sistema de Computador.
Controllable pitch propeller	Propulsores com o passo controlável.
Directivity	Diretividade (propriedade do que é direcional).
DNV	Det Norske Veritas. Sociedade Classificadora Norueguesa.
DP	Dynamic Positioning. Posicionamento Dinâmico.
DP System	Dynamic Positioning System. Sistema de Posicionamento Dinâmico.
DP Vessel	Embarcação Posicionada Dinamicamente.
DPO	Dynamic Positioning Operator. Operador de Posicionamento Dinâmico.
DPO trainee	Dynamic Positioning Operator Trainee. Operador de Posicionamento Dinâmico em Treinamento.
Drift off	A embarcação deriva porque não possui suficiente força propulsiva.
Drill string	Coluna de tubos de Perfuração.

Drive off	A embarcação DP é dirigida para fora da posição pela sua própria força propulsiva porque o controlador DP acredita que a embarcação está fora de posição.
EDS	Emergency Disconnect System. Sistema de Desconexão de Emergência.
ERO	Electronic Radio Officer. Técnico em Eletrônica.
ETO	Electrical Technical Officer. Técnico Eletricista.
Fixed propeller	Propulsor de passo fixo.
FMEA	Failure Mode And Effect Analysis. Análise de Modo e Efeito de Falha.
GDOP	Geometrical Dilution Of Precision. Diluição da precisão geométrica.
GPS	Global Positioning system.
Hardware	Parte física do computador.
HDOP	Horizontal Dilution Of Precision. Diluição da precisão horizontal.
Heave	Movimento de translação da embarcação no sentido vertical, resultante de forças ambientais como das ondas e marulho.
Hertz	Unidade de medida de frequência, 1 Hz (igual a 1 ciclo por segundo).
HF	High Frequency.
HV	High Voltage. Alta Voltagem
Hydrophone	Localizado no casco da embarcação são receptores de sinais acústicos provenientes das balizas que somente transmitem e são responsáveis em transformar sinais acústicos em pulsos elétricos enviados ao processador.
IMCA	International Marine Contractors Association. Associação Internacional Náutica Contratante é um órgão sediado Inglaterra onde incorporou o DPVOA.
IMO	International Maritime Organization. Organização Marítima Mundial.

Inmarsat	Rede de satélite internacionais de comunicações.
Joystick	Sistema de Controle por alavanca, por manche.
Kill	Linhas que existem no BOP e que vão para superfície através do Riser.
Knots	Unidade de velocidade 1 milha náutica / hora (1852 m/h).
LBL	Long Base Line. Sistema que utiliza a linha de base longa.
Line-of-sight	Linha de visada.
Lloyds	Lloyds Register Of Shipping. Sociedade Classificadora Britânica.
LMRP	Lower Marine Riser Package. Controlador do BOP e sendo a sua parte de cima do BOP.
LSBL	Long Short Base Line. Linha de Base Pequena e Longa.
LSSBL	Long Super Short Base Line. Linha de Base Super Pequena e Longa.
MF	Medium Frequency. Média Frequência.
Monohull	Tipo de embarcação somente com um casco.
Moon Pool	Abertura num navio sonda por onde são realizadas as operações de perfuração.
MRU	Motion Reference Unit. Unidade de referência de movimento.
Multi-Hull	Tipo de embarcação com mais de um casco.
Multi-path	Fenômeno de propagação que resulta em ondas de rádio alcançar a antena receptora por dois ou mais caminhos.
Nautical Institute	Instituto Náutico
NMD	Norwegian Maritime Directorate. Diretoria Marítima Norueguesa é a autoridade marítima da Noruega.

Noise	Ruído. Principal fator que afeta o sinal do sistema hidroacústico.
Off-line	Equipamento desligado.
Offset	Afastamento horizontal ou distância horizontal da unidade em relação à origem (posição que representa o poço).
OIM	Offshore Installation Manager. Gerente da Instalação em Alto Mar.
Overpull	Aumento da tensão nos tensionadores.
PDOP	Positional Dilution Of Precision. Diluição da Precisão da Posição.
PID	Proportional–Integral–Derivative. Tipo de algoritmo do controlador DP chamado Proporcional Integral Derivativo.
Pitch	Movimento de rotação da embarcação em relação ao seu eixo transversal.
POD	Point Of Disconnect. Ponto de desconexão.
Pontoons	Submarino.
Pooling	Sistema de combinação ou união de sensores.
Position Keeping	Manter Posicionamento.
Power Limiting	Limitador de Potência.
Power System	Sistema de Potência.
PPS	Precise Service Positioning. Serviço de posicionamento preciso, de somente militar.
Processor	Interface entre o Controlador e o operador de <i>DP</i> . Está diretamente ligado aos hidrofones e transdutores dos quais recebem e processam os sinais elétricos correspondentes à troca de informações acústicas das balizas e das balizas receptoras e transmissoras, além de gerar os pulsos de interrogação nos sistemas mais modernos.

Pseudo-random code	Código de falso-aleatório. É um código digital complicado colocado no sinal.
Redundancy	Redundância.
Riser	Duto de interligação.
Roll	Movimento da embarcação em torno do seu eixo longitudinal.
ROV	Remotely Operated Underwater Vehicle. Veículo subaquático operado remotamente.
SBL	Short Base Line. Sistema que utiliza linha de base pequena.
Signal Shadow Sector Diagram	Diagrama de Setor de Sombra do Sinal GPS.
Single Failure	Falha Simples.
Slant range	Distância oblíqua do transponder ao transducer.
Slip Joint	Junta telescópica.
Software	Parte dos programas do computador.
Sonda	Nome genérico dado a navios-sonda e plataformas.
SPF	Single Point Failure. Ponto Simples de falha.
Sponson	Saliência Lateral do navio usado para suporte e/ou proteção. Serve também para fornecer estabilidade adicional para resistir ao emborcamento.
Spot beam	Rede de satélites de comunicações com potência concentrada para cada região do planeta.
SPS	Standard Position Service. Um dos níveis de serviço do GPS. Feito para todos os usuários.
Stand by	Estado de alerta. Horas paradas ou fora de serviço.
STCW	THE INTERNATIONAL CONVENTION ON STANDARDS OF TRAINING, CERTIFICATION & WATCHKEEPING FOR SEAFARERS. Convenção Internacional de Padrão de Treinamento, Certificação e Serviços de Quarto para Marítimos.

Surge	Avanço. Movimento linear da embarcação no sentido longitudinal.
Sway	Caimento. Movimento linear no sentido transversal.
TDOP	Time Dilution Of Precision. Diluição da Precisão no Tempo.
Thruster (Azimuth)	Propulsores do tipo azimutal, capazes de produzir empuxo em todas as direções no plano horizontal.
Thruster (bow)	Impelidor de proa, podendo ser do tipo túnel ou azimutal.
Thruster (Retractable)	Impelidor ou propulsor que permite seu içamento para reparos. São mais vistos em navios-sonda.
Thruster (tunnel)	Impelidor fixo do tipo túnel podendo dar empuxo nos dois sentidos
Thrusters	Denominação genérica dos propulsores, elementos que produzem empuxo propulsivo.
Toolpusher	Supervisor da perfuração.
Track follow	Modo do DP onde a embarcação segue um rumo pré-estabelecido.
Transducer	São equipamentos capazes de transmitir e receber sinais acústicos, podendo se relacionar com balizas receptoras e transmissoras.
Transponders	São balizas receptoras e transmissoras que emitem um pulso acústico a uma determinada frequência de resposta (pré-selecionada) toda vez que são interrogados por um pulso acústico com outra frequência por um transdutor.
UPS	Uninterruptable Power Supply. Fonte Para Suprir Energia Para Alimentação Temporária dos sistemas de controle DP.
USLBL	Ultra Short / Long Base Line. Linha de Base Ultra Pequena e Longa.
VDOP	Vertical Dilution Of Precision. Diluição da precisão vertical
Voting	Sistema de Eleição.

VRU	Vertical Reference Unit. Unidade de Referência Vertical. É o mesmo que VRS. Ele mede balanço (<i>roll</i>) e caturro (<i>pitch</i>) da embarcação para compensar esses movimentos no sistema hidracústico.
VRU	Vertical Reference Unit. Unidade vertical de referência.
Watch Circles	Círculos de Guarda.
Weighting	Pesagem e mistura dos sensores.
Wind Feed Forward	Sistema que atua diretamente nos thrusters.
Worst Case Failure	Pior caso de falha.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. INTRODUÇÃO AO SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO	18
1.1 A História do posicionamento dinâmico	18
1.2 Definição de posicionamento dinâmico (DP Vessel)	19
1.2.1 Vantagens e Desvantagens do uso de um sistema DP	20
1.3 A composição de um Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP System)	21
1.3.1. Sistema de Controle.....	22
1.3.2 Sistema de Geração de energia.	22
1.3.3 Sistema de Propulsão.	23
1.4 Classificação das unidades com sistema de posicionamento dinâmico..	23
1.4.1 DP Classe 1.	24
1.4.2 DP Classe 2.	25
1.4.3 DP Classe 3.	25
1.5 O processo de controle para o DP	27
1.6 Formação de um operador de posicionamento dinâmico	28
2. SISTEMA DE REFERÊNCIA EM UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO	30
2.1 Sistema de referência GPS (Sistema global de posicionamento por satélites)	30
2.1.1 Definição	30
2.1.2 Composição.	30
2.1.3 Frequências transportadoras e códigos transportados.	31
2.1.4 Níveis de precisão e métodos de criptografia.	32
3. SENSOR DE REFERÊNCIA DE POSICIONAMENTO GLOBAL DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM (DGPS))	35
3.1 Definição	35
3.2 Tipos de mensagens enviadas e Alcance dos Sistemas.....	36
3.3 Vantagens e desvantagens dos sinais de correções	37
4. SISTEMA DE REFERÊNCIA DE POSIÇÃO HIDROACÚSTICO (HYDRO ACOUSTIC POSITION REFERENCE (HPR))	38
4.1 Introdução	38
4.2 Tipos de sistemas	38
4.3 Sistema SSBL ou USBL	40
4.4 Sistema LBL.....	41
4.5 Sistema HIPAP	42
5. SENSORES DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO	44
5.1 Anemômetro	44
5.2 Agulha Giroscópica	44

5.3 VRU / MRU	45
6. TIPOS DE OPERAÇÕES DP	46
6.1 Mergulho	46
6.2 Apoio utilizando ROV	47
6.3 Tratores e Escavadores Submarinos	49
6.4 Lançamento de tubo rígido ou flexível	50
6.5 Lançamento de rochas	53
6.6 Operação de dragagem	55
6.7 Operações de reparo e lançamento de cabos de fibra	56
6.8 Operações de guindaste em barça	58
6.9 Operações de perfuração	59
7. INCIDENTES EM OPERAÇÕES DE POSICIONAMENTO DINÂMICO	62
7.1 Introdução	62
7.2 Perda de posição causada pela informação incorreta proveniente da Giroscópica	62
7.3 Uso do ângulo do BOP como sistema de referência	63
7.4 Seleção inadequada dos sistemas de referência	66
7.5 Transferência indevida de proa do modo automático para o manual	67
7.6 Fadiga	68
7.7 Falta de julgamento em situação com potencial de risco alto	69
7.8 A vigia no passadiço	70
7.9 Erro de informação inserida no DP	71
CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS	73

INTRODUÇÃO

Posicionamento dinâmico é uma tecnologia relativamente nova quando comparada a navegação em termos gerais, nasceu a partir de uma necessidade oriunda do aumento rápido da indústria de exploração de óleo e gás nos anos 60 e 70. Atualmente existem mais de 1200 embarcações DP, a maioria delas estão operacionalmente envolvidas em operações de exploração de reservas de óleo e gás.

Perfuração no mar iniciou-se nos meados da década de 20, mas até o final dos anos 50 não houve a necessidade de operar em águas profundas. No início dos anos 60 ocorreu uma grande expansão na produção de óleo relacionada a demanda por energia, foi quando se deu origem da utilização do sistema de posicionamento dinâmico em embarcações offshore.

Nos primeiros dias de operações DP nos meados nos anos 60, o treinamento era visto como uma exigência de baixo nível. Como muitos outros equipamentos, o console de posicionamento dinâmico foi considerado como uma outra peça de arte no passadiço como qualquer outra. O aumento de incidentes ao longo dos anos envolvendo embarcações que faz uso dessa tecnologia levou que o a IMO criasse diretrizes de treinamento aplicáveis A todo pessoal envolvido em operações de posicionamento dinâmico.

O propósito desse trabalho é auxiliar a todo pessoal-chave que opera em embarcações onde se utiliza um sistema de posicionamento dinâmico a realizar operações de forma mais segura através do fornecimento de informações importantes que um operador deve ter conhecimento.

Os capitulos apresentarão em um âmbito geral como atua o posicionamento dinâmico em embarcações bem como os equipamentos e sistemas que o constituem. Observam-se os tipos de operações onde se utilizam um sistema DP e desmonstra-se como boas práticas ao operar os equipamentos podem evitar incidentes, através do estudo de casos que ocorreram e foram levados a público.

1.INTRODUÇÃO AO SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

1.1. A História do Posicionamento Dinâmico

Perfuração no mar iniciou-se nos meados da década de 20, mas até o final dos anos 50 não houve a necessidade de operar em águas profundas. Em águas rasas a perfuração era realizada em sondas fixas, nas quais, uma vez na locação, permaneciam fora da linha d'água em três ou mais pernas maciças. Portanto, uma barcaça tornava-se uma plataforma fixa enquanto realizando perfuração, sem nenhum problema de posicionamento.

No início dos anos 60 ocorreu uma grande expansão na produção de óleo relacionada a demanda por energia. Frequentemente, a limitação para operações de perfuração era a alta profundidade, mas em 1961 o navio de perfuração monocasco "Cuss 1", foi o que chegou mais próximo da utilização DP usando uma amarração em 4 pontos para posicionamento, com o auxílio de 4 propulsores manualmente controlados. Usando o alcance do radar para as bóias de superfície, junto com o alcance do sonar para os beacons submersos, o navio foi capaz de realizar operação de amostragem no mar aberto da Califórnia e México em profundidades entre 100 e 3500 metros. O posicionamento da posição e aproamento foram mantidos manualmente, logo este navio não cumpre definição moderna de posicionamento dinâmico. O primeiro navio que cumpriu os requerimentos foi o "Eureka", em 1961. Este navio era equipado com um sistema de controle analógico de tipo básico, ligado a sistema de referencia "Taut wire". Equipado com propulsores avante e a re, e também com três propulsor principal, este navio tinha 450 tons de deslocamento e 130 pes de comprimento.

Outros navios seguiram após o "Eureka" nos meados de 1960. O "Caldrill", "Glomar Challenger" e o "Terebel" foram os pioneiros nesta importante nova técnica. Todos os controladores eram analógicos, sem redundância dos sistemas, mas esse já foi um começo. As características do DP começaram a ser aplicados além da atividade de exploração. Produção utilizando uma coluna de riser e um BOP veio

posteriormente a operação de amostragem, enquanto muitos navios de suporte de mergulho foram realizados a partir de navios de perfuração equipados com DP.



1961– Primeiro uso de Posicionamento dinâmico (CUSS1 perfurou na costa da Califórnia, e o EUREKA é o primeiro navio DP usando sinal feedback automático)

1971 – Sedco 445 é o primeiro navio-sonda construído para operação DP. Este navio está ainda em operação no Brasil. Atualmente chama-se Deepwater Navigator.



1978 – Sedco 709, primeira sonda semi-submersível DP



Figura 01: Primeiras sondas com posicionamento dinâmico.

1.2. Definição de posicionamento dinâmico (DP Vessel)

Posicionamento dinâmico pode ser definido como um sistema que controla automaticamente uma embarcação, mantendo sua posição e sua proa exclusivamente pelos meios de seus propulsores.

Um sistema de posicionamento dinâmico controla o movimento do navio em 3 graus de liberdade: Surge, Sway e Yaw.

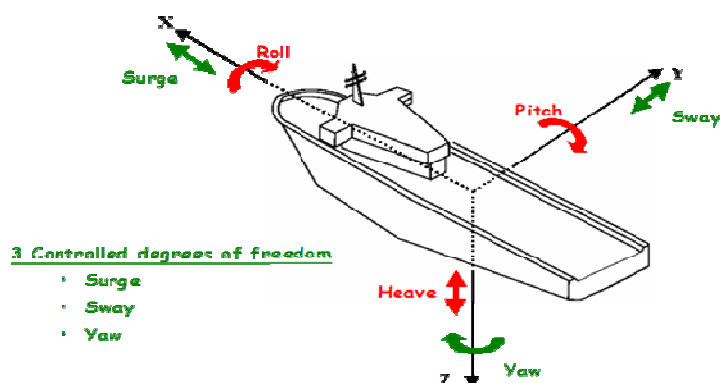


Figura 02: Os 3 graus de liberdade controlados pelo posicionamento dinâmico.



Figura 03: Navio Sonda Petrobras 10000.

1.2.1 Vantagens e Desvantagens do uso de um sistema DP

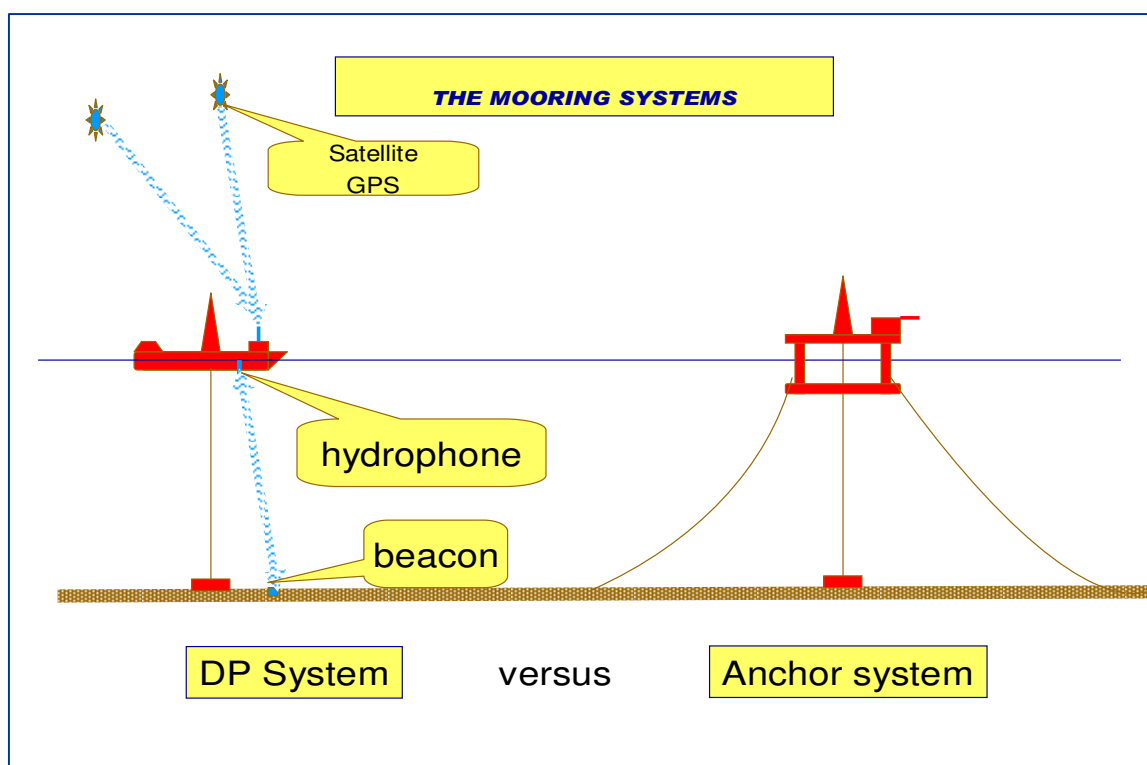


Figura 04: Comparativo entre unidades DP e Ancoradas.

Vantagens

- Não existe necessidade de rebocadores em qualquer estágio da operação.
- Embarcação pode alterar o aproamento a fim de minimizar movimentos.
- Agilidade durante mudança e preparação para um novo poço.
- Rápida resposta a mudanças meteorológicas.
- Atividades simultâneas.
- Operações em diferentes profundidades.
- Não oferece riscos quanto a amarrações no fundo do oceano.

Desvantagens

- Vulnerabilidade a falhas ou falta de geração de energia.
- Vulnerabilidade a falha dos propulsores.
- Vulnerabilidade a equipamentos eletrônicos.
- Valor da diária maior do que de unidades fixas.
- Aumento no consumo de combustível.
- Alta complexidade, tripulação e custo de operação.
- Aumento no risco de perda de posição ou deriva sem controle.
- Necessidade de referência de posição contínua.
- Problemas em águas rasas e correntes forte.

1.3. A composição de um Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP System)

Em termos simples, o sistema DP consiste de um processador central ligado a um número de sistemas de referência de posição e sistemas de medição de ambiente. A embarcação possui energia suficiente e manobrabilidade por meios de uma variedade de propulsores. A posição medida da embarcação é comparada com a posição desejada/ajustada, os computadores geram o sinal de comando para os propulsores para manter ou retomar a posição do navio. Efeitos do vento e o estado do mar também têm que ser levado em consideração. O console de controle no passadiço permite o operador a manusear o sistema.

Pode-se dividir em 3 elementos a composição de uma embarcação DP. Eles são:

- Sistema de controle;
- Sistema de geração de energia;
- Sistema propulsão.

1.3.1. Sistema de Controle

O principal elemento de controle de qualquer sistema de DP é o conjunto de computadores. As distinções principais de preocupação para o DPO é o número de computadores, seus métodos de funcionamento, e o nível de redundância.

Em todos os navios DP, os computadores são máquinas dedicadas, programadas especificamente para a função DP, sem outras capacidades. Geralmente é negado ao usuário o acesso ao sistema de programação, evitando assim desclassificação inadvertida das capacidades DP por modificação não autorizada do software.

1.3.2. Sistema de Geração de energia

Fundamental para qualquer navio DP é a integridade da distribuição de energia, geração e sistema de gestão. Qualquer navio DP é potencialmente vulnerável a escassez de energia, blackout ou blackout parcial que pode colocar a função DP em risco.

A maioria das embarcações DP são energizadas por plantas de geração diesel-elétricas e é crescente a quantidade de construções que utilizam plantas de geração diesel-eletrico.

Energia deve ser fornecida para os propulsores e outros sistemas de manobra instalados, e também para os elementos de controle DP e sistema de referência.

1.3.3. Sistema de Propulsão

A capacidade de manobra do navio é fornecida por propulsores. Em geral, três tipos principais de propulsores são montados em navios DP; propulsor principal, propulsores túnel e propulsores azimutais. Propulsor principal, simples ou duplos são fornecidos de forma semelhante aos navios convencionais.

Em navios DP, onde o propulsor principal faz parte do segmento de propulsão os hélices são de passo variável, funcionando em rpm constante. Propulsores principais são geralmente acompanhados de lemes convencionais e máquina do leme. Em geral (embora não exclusivamente) o sistema DP não inclui controle do leme, o piloto automático sendo desconectado e o leme sendo colocado a meio navio quando em modo DP.

1.4. Classificação das unidades com sistema de posicionamento dinâmico

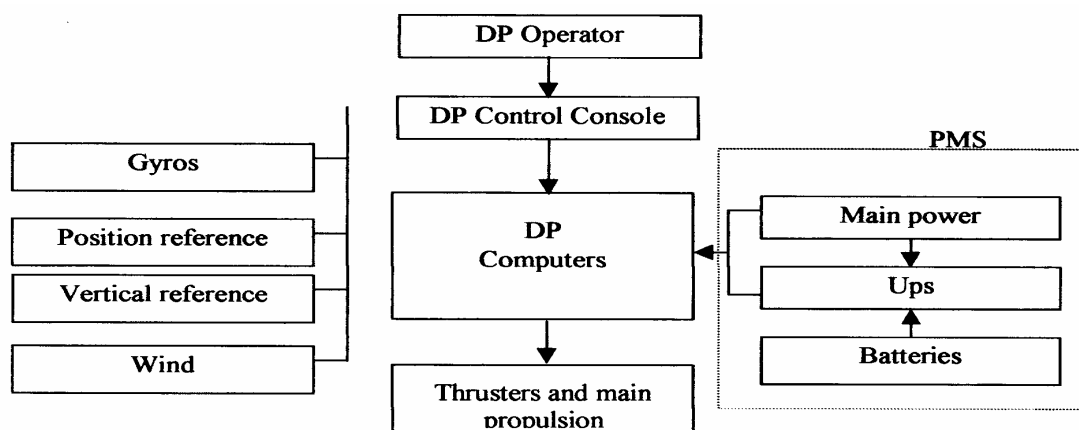


Figura 05. Visão geral de um sistema de controle DP.

Há diretrizes da IMO para embarcações que possuam um sistema de posicionamento dinâmico.

O documento (MSC/Circ.645) apareceu em junho de 1994, e aplica-se a todos os navios construídos em ou após 01 de julho de 1994. É um conjunto internacionalmente de orientações aceitas relativas aos níveis de redundância em embarcações DP.

Dentro das diretrizes, a redundância é descrito assim:

"Redundância significa a capacidade de um componente ou sistema para manter ou restaurar a sua função, quando uma única falha ocorreu. Por exemplo, a redundância pode ser conseguido através da instalação de vários componentes, sistemas ou meios alternativos de realização uma função".

Isso introduz o conceito de "único ponto de falha" mode. O nível de redundância deve permitir o funcionamento ininterrupto da capacidade DP do navio, após a perda de qualquer sistema ou componente dentro do sistema DP. As diretrizes definem o nível de redundância em três classes de equipamentos:

Classes 1, 2 e 3. Quanto maior o número, maior a quantidade de redundância.

As classes de equipamentos são definidos por seus modos de pior caso de falha da seguinte forma:

1.4.1. DP Classe 1

A perda de posição pode ocorrer em caso de uma única falha.

DP Class 1 Configuration

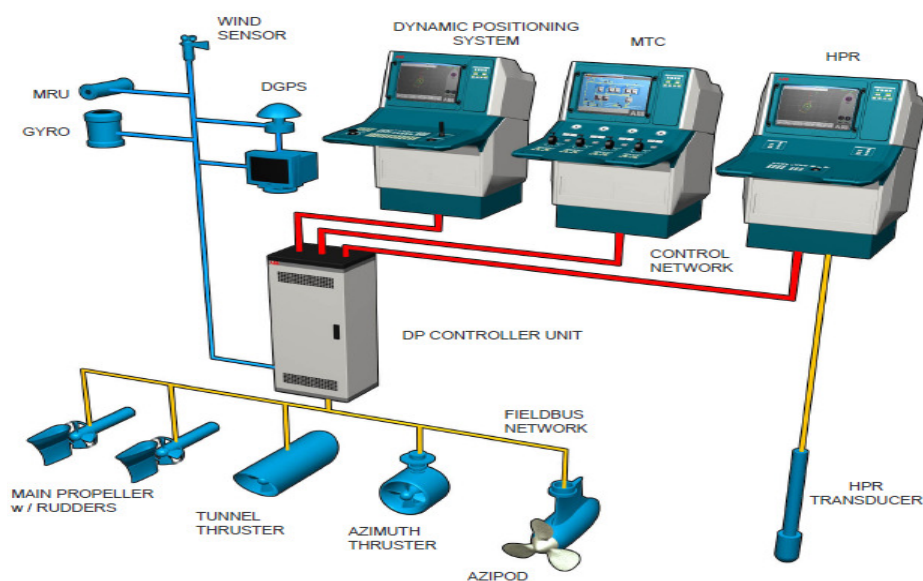


Figura 06: Configuração típica de DP classe 1.

1.4.2. DP Classe 2

Uma perda de posição não irá ocorrer no caso de uma única falha em qualquer componente ativo ou sistema.

Normalmente componentes estáticos não são considerados falíveis onde a proteção adequada dos danos é demonstrado, e a confiabilidade é pelo critério da Administração.

DP Class 2 Configuration

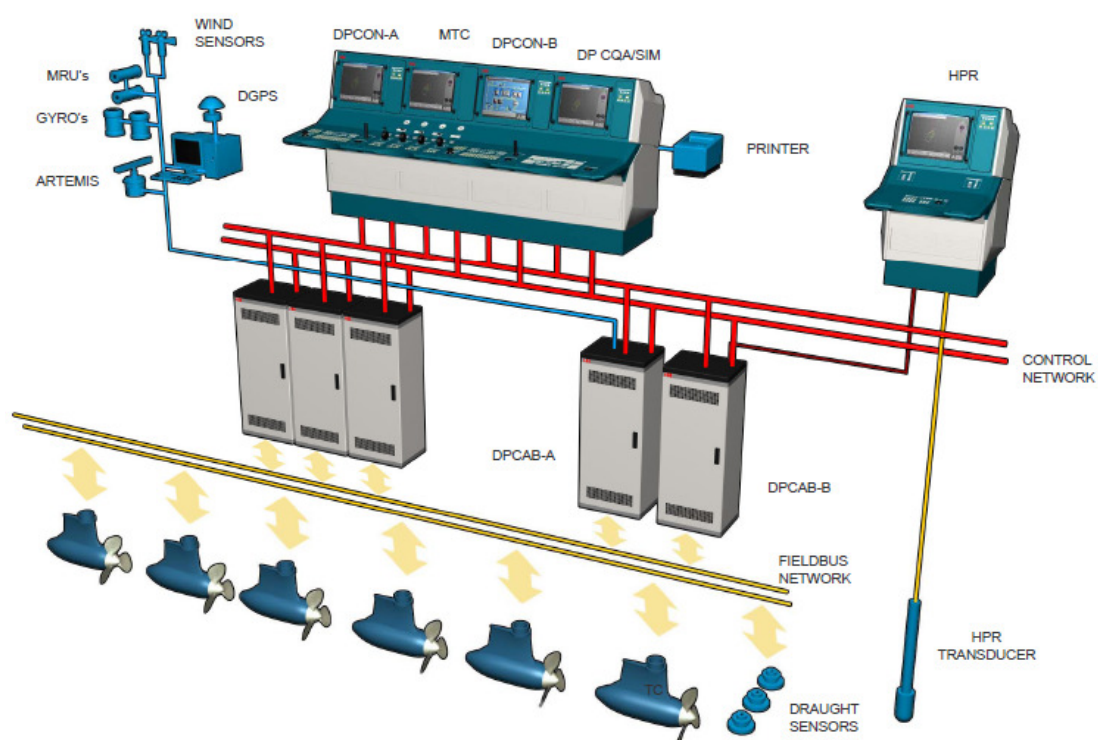


Figura 07: Configuração típica de DP classe 2.

1.4.3. DP Classe 3

Para equipamentos de classe 3, uma única falha inclui:

- Itens listados acima para a classe 2, e qualquer componente normalmente estática é assumida falível.

- Todos os componentes em qualquer um compartimento estanque, a incêndio ou inundação.
- Todos os componentes em qualquer um compartimento com anteparo fogo retardante ou estanque a inundação."

DP Class 2 Configuration

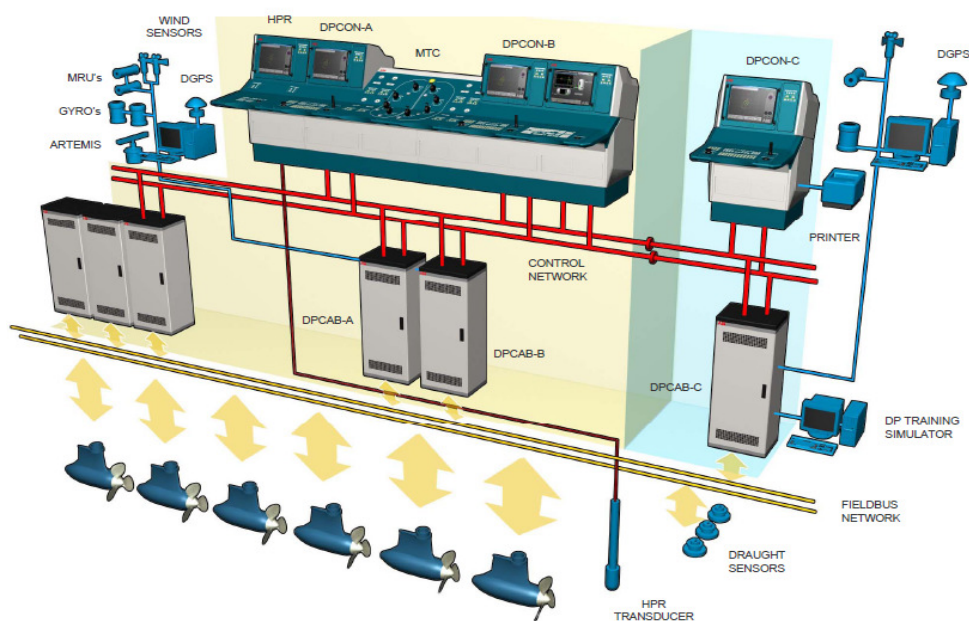


Figura 08: Configuração típica de DP classe 3.

Em termos básicos, Classe Equipamento 1 refere-se a navios sem redundância, Classe 2 se refere aos navios com total redundância de sistemas e equipamentos, enquanto os navios construídos ou montados em classe Equipamento 3 são capazes de suportar a perda de todos os sistemas em qualquer compartimento devido a incêndio ou alagamento.

Quando uma embarcação DP é designada para uma classe de equipamento isto significa que a embarcação DP é apropriada para todos os tipos de operações DP dentro da classe designada. A classe do equipamento necessário para uma determinada operação deve ser acordada entre proprietário do navio e o cliente com base em uma análise de risco da consequência de uma perda de posição.

1.5. O processo de controle para o DP

Qualquer navio em DP é submetido a forças de vento, ondas e marés, bem como as forças geradas pelo sistema de propulsão e de outros elementos externos (monitores de incêndio, a tensão de linhas rígidas, etc.). A resposta a essas forças são mudanças de posição. Posição e velocidade são medidos pelos sistemas de referência de posição, ângulo giroscópica e sensores de referência de movimentos. Velocidade e direção do vento são medidos por anemômetros. O sistema calcula as variações entre os valores medidos da posição e do aproamento, e os valores desejados (setpoint), e calcula as forças que os propulsores devem gerar a fim de reduzir os desvios ou compensações a zerar essas variações. Além disso, o sistema calcula as forças do vento, ondas e correntes agindo sobre o navio, e do esforço necessário para neutralizá-los. Estes cálculos fazem uso de técnicas de modelo matemático.

O modelo matemático contém informações sobre a velocidade do navio, juntamente com a direção do movimento. Estes dados são calculados a partir de um somatório de forças derivado do vento e outros modelos. Este modelo de vento contém três tabelas de coeficientes; Sway Surge, e Yaw, e está relacionado com a área de vela ou windage e sua disposição em relação a todos os ângulos de ataque. No caso do vento, a força resultante é igual ao coeficiente multiplicado pelo quadrado da velocidade do vento. Outros modelos somados no modelo matemático são o modelo atual, o modelo de ondas (se estes valores são medidos ou inseridos manualmente), as forças de amarração e qualquer outro sensor externo (ferrão de lançamento de tubo, as forças do monitor de incêndios, etc.) Também contida no modelo matemático estão valores que representam a massa do navio e arraste. Estes valores podem ser fixos ou determinados a partir de sensores de calado, ou por valores inseridos pelo operador.

Hoje existem dois modos de processos de controle utilizados para posicionamento, como seguem:

- Sistema de *DP* baseado no processamento do Modelo matemático.

- Sistema de *DP* baseado no regulador Proporcional Integral Derivativo (*Proportional–Integral–Derivative (PID)*).

A diferença entre essas duas soluções é que o sistema regulador baseado no modelo *PID* é capaz de corrigir os erros somente depois do efeito ter ocorrido de fato, enquanto somente o baseado no controle de modelo matemático pode prever os erros baseados em dados anteriores e a partir daí aplicar as correções dos desvios que acontecerão.

O sistema baseado em modelo matemático é mais robusto no que tange a mudanças de sistema dos parâmetros e mudanças de forças ambientais. Um sistema de baseado no modelo matemático também pode permanecer em posição aceitável por um período de tempo de até 20 minutos dependendo ajuste fino do modelo matemático e das condições ambientais mesmo depois de perder todos seus sistemas de referências ao mesmo instante. No comparativo entre o uso do regulador *PID* e o modelo matemático utilizando o filtro, o segundo oferece mais confiabilidade e precisão para manter a posição nas operações.

1.6. Formação de um operador de posicionamento dinâmico

Cursos de treinamento formal para operadores *DP* estão implementados há vários anos. Estes cursos são estruturados e aprovados pelo Instituto Náutico, que analisa, reavaliam e passam por auditorias ao longo do tempo. O Instituto Náutico trabalha com a indústria e associações comerciais, tais como *IMCA*, a fim de atender as necessidades atuais da indústria.

Atualmente, a estrutura de treinamento para *DPOs* é a seguinte:

➤ Fase 1

Básica *DP*/ Curso de indução realizado em um centro de formação reconhecido ou organizado a bordo onde o curso irá fornecer uma introdução às funções e uso do sistema de posicionamento dinâmico, ou como um trainee *DPO* com o treinamento a bordo, sob a supervisão de um operador *DP* sênior.

➤ **Fase 2**

Documentar experiência prática no uso de sistemas DP em navios DP por um período mínimo de 30 dias como um DPO estagiário após a conclusão do curso básico / indução.

Nota:

A experiência da prática referida deve estar de acordo com o capítulo C na caderneta de bordo do instituto nautico - Serviço de Quarto A familiarização de mar.

➤ **Fase 3**

Curso de simulador de DP em um centro de formação aprovado ou a bordo do navio, onde o curso irá fornecer treinamento no uso dos sistemas DP, incluindo exercícios no simulador e operações de emergência.

➤ **Fase 4**

Confirmar documentação de um mínimo de seis meses em quartos de serviço em unidades DP, resgistrado na caderneta de operador DP e assinada pelo Capitão ou Gerente de bordo certificando que o programa de treinamento acima foi seguido e concluído, esse processo resultará na emissão de um certificado de DP a partir de um órgão aprovado.

Nota:

Cuidados devem ser tomados para que o período de seis meses de formação na Fase 4 inclua formação prática suficiente, como a manipulação do navio no joystick, passando de auto DP de joystick para o trânsito e vice-versa. Isto pode causar dificuldades em algumas situações, como flotels, ou em operações de perfuração, que muitas vezes têm longos períodos de operação DP, com a unidade na mesma posição durante vários meses.

2. SISTEMA DE REFERÊNCIA EM UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

2.1 Sistema de referência GPS (Sistema global de posicionamento por satélites)

2.1.1. Definição

O sistema GPS (Global Positioning System) é sistema de navegação de alcance passivo baseado em satélite. Ele foi inicialmente concebido na década de 1960, mas não implementado até a década de 1980, e visava permitir eliminação progressiva do sistema Satnav TRÂNSITO. Este último sistema foi desligado no final de 1996.

2.1.2. Composição

O sistema é composto por três segmentos: Controle, Espaço e usuário. O segmento espacial consiste de 24 satélites em 6 planos orbitais, inclusive de três sobressalentes em órbita.

A órbita satélites a uma altitude de 20.200 km, separados em seis planos orbitais, cada plano inclinado 55 ° em relação ao equador. Os satélites completam uma órbita aproximadamente uma vez a cada 12 horas.

O segmento de controle inclui um controle da estação mestre (MCS), um número de estações de monitoramento, e no solo antenas localizadas em todo o mundo. A estação de controle mestra localizada em Colorado Springs, Colorado, consiste em equipamentos e instalações necessárias para o monitoramento por satélite, telemetria, rastreamento, comandar, controlar, fazer carregamento de informações, navegação e geração de mensagens. As estações de monitoramento, localizado no Havaí, Colorado Springs, Kwajalein, Diego Garcia, e Ilha de Ascensão, passivamente acompanham os satélites, acumulando dados que vão desde os sinais de satélites e de sintonização para o MCS.

O MCS processa essas informações para determinar a posição por satélite e sinalizar a precisão dos dados, atualiza a mensagem de navegação de cada satélite e transmite essa informação para as antenas no solo. As antenas no solo, em seguida, transmitem estas informações aos satélites. As antenas terrestres, localizados na Ilha de Ascensão, Diego Garcia, Kwajalein e, são também usado para transmissão e recepção de controle de informações dos satélites.

2.1.3. Frequências transportadoras e códigos transportados

Satélites GPS transmitem “pseudorange noise” (PRN) frequências de rádio sequência modulada, L1 designado (1575.42 MHz) e L2 (1.227,60 MHz). O satélite transmite tanto um código Coarse Acquisition (C/A code) e um código de precisão (P-code). Tanto os códigos P e C/A são transmitidos na portadora L1; apenas o código P é transmitido sobre a transportadora L2. Sobrepostos em ambos os códigos C/A e P é a mensagem de navegação. Esta mensagem contém o efeméris do satélite de dados, a dados de correção para propagação atmosférica e correção do relógio do satélite.

O P - código fornece o Serviço de Posicionamento Preciso (PPS), que está disponível apenas para usuários militares e fornece uma precisão de 20 metros (2 DRMS). Usuários civis são, portanto, restrito ao Serviço Padrão de Posicionamento (SPS) obtidos a partir dos sinais do código C/A transmitidos na frequência L1.

GPS atribui um único código C/A e um único código P para cada satélite. Essa prática, conhecida como divisão de código acesso múltiplo (CDMA), permite que todos os satélites do uso de uma frequência de portadora comum e ainda permite que o receptor determine qual satélite está transmitindo. CDMA também permite a identificação fácil de usuário de cada satélite.

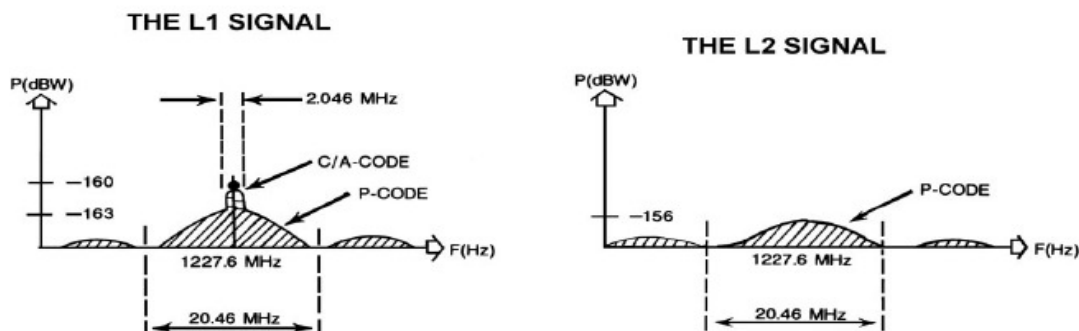


Figura 09: Modulação das frequências portadoras L1 e L2 com códigos dos sinais C/A e P.

2.1.4. Níveis de precisão e métodos de criptografia

Dois níveis de precisão de navegação são fornecidos pela o GPS: o Serviço de posicionamento Preciso (PPS) e os Serviço Padrão de Posicionamento (SPS). GPS foi projetado, em primeiro lugar, pelo Departamento de Defesa dos EUA como um bem militar dos Estados Unidos; sua extrema capacidade de precisão é uma característica a qual os EUA pode precisar limitar durante o tempo de guerra para evitar o uso por inimigos. Portanto, o PPS está disponível apenas para usuários autorizados, principalmente os militares dos EUA e aliados autorizados. SPS, por outro lado, está disponível em todo o mundo para qualquer pessoa que possua um receptor GPS. Portanto, PPS fornece uma posição mais precisa do que a SPS.

Dois métodos de criptografia são utilizados para burlar a precisão PPS para os usuários civis: disponibilidade seletiva (SA) e anti-spoofing (A-S). SA opera através da introdução controlada de erros em ambos os códigos de sinais C/A e P. SA pode ser programado para comprometer a precisão dos sinais durante o tempo de guerra, evitando que um adversário em potencial tenha a capacidade para usar o GPS para precisão nominal SPS.

SA apresenta dois erros no sinal do satélite: (1) O erro da elipse: um erro em dados da efemeris do satélite na mensagem de navegação; e (2) atraso no relógio: erro introduzido na relógio atômica por satélite calculo do tempo. A presença de SA é onde se apresenta a maior fonte de erro na medição da posição SPS GPS. O

situacao de SA, se está ligado ou desligado, pode ser verificado no Site da Web USCG NAVCEN.

Anti-spoofing é projetado para negar qualquer imitação hostil para os sinais GPS. A técnica modifica o código P em outro código, designado o código Y. O código C/A permanece inalterado. Os EUA empregam essa técnica para os sinais de satélite em momentos aleatórios e sem aviso prévio.

Portanto, usuários civis não tem conhecimento quando esta transformação do código P esta ocorrendo. Anti-spoofing é aplicada apenas para o código P, o código C/A não é protegido e pode ser falsificado.

Somente os usuários que empregam o dispositivo criptográfico adequado podem identificar e derrotar ambos SA e anti-spoofing. Sem estes dispositivos, o usuário estará sujeito à degradação da precisão dos SA e não serão capazes de rastrear o código Y. Receptores GPS PPS podem usar os códigos P ou C/A, ou ambos, para determinar a posição.

O máximo de precisão é obtido usando o código P em L1 e L2. A diferença no atraso de propagação é então usado para calcular correções ionosféricas. O código C/A é normalmente utilizado para adquirir o sinal do satélite e determinar a fase do código P aproximado. Então, o receptor sintoniza no código P para o posicionamento preciso. Alguns receptores PPS possuem um relógio preciso o suficiente para receber e bloquear o sinal de código P sem inicialmente acompanhando o código C/A.

Alguns receptores PPS podem controlar apenas o código C/A e desconsiderar o código P inteiramente. Uma vez que o código C/A é transmitida em apenas uma frequência, a metodologia de frequência dupla para correção da ionosfera é indisponível e um processo de modelagem da ionosfera é necessário para calcular as correções necessárias.

Receptores SPS, como mencionado acima, fornecem posições com uma precisão degradada. O recurso de A-S nega usuários SPS acesso ao código P quando transformado para o código Y.

Portanto, o usuário SPS não pode contar com acesso ao código P para medir atrasos de propagação entre L1 e L2 e computar correções de atrasos ionosférico.

Consequentemente, o receptor **SPS** usa apenas o código **C/A** porque não é afetado por uma **A-S**.

Desde que **C/A** é transmitida apenas em **L1**, o método de frequência dupla para cálculo de correções ionosféricas não está disponível; uma técnica do modelo da ionosfera deve ser utilizada. Isso é menos preciso do que o método de frequência dupla; esta degradação na precisão está em torno de uma precisão de 100 metros.

SA/A-S Configuration	SIS Interface Conditions	PPS Users	SPS Users
SA Set to Zero A-S Off	P-Code, no errors C/A-Code, no errors	Full accuracy, spoofable	Full accuracy,* spoofable
SA at Non-Zero Value A-S Off	P-Code, errors C/A-Code, errors	Full accuracy, spoofable	Limited accuracy, spoofable
SA Set to Zero A-S On	Y-Code, no errors C/A-Code, no errors	Full accuracy, Not spoofable**	Full accuracy,*** spoofable
SA at Non-Zero Value A-S On	Y-Code, errors C/A-Code, errors	Full accuracy, Not spoofable**	Limited accuracy, spoofable
* "Full accuracy" defined as equivalent to a PPS-capable UE operated in a similar manner. ** Certain PPS-capable UE do not have P- or Y-code tracking abilities and remain spoofable despite A-S protection being applied *** Assuming negligible accuracy degradation due to C/A-code operation (but more susceptible to jamming).			

Figura 10: Efeito do SA e A-S na precisão do GPS.

3. SENSOR DE REFERÊNCIA DE POSICIONAMENTO GLOBAL DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM (DGPS))

3.1. Definição

A fim de melhorar a precisão do GPS e para superar os efeitos da SA, uma técnica diferencial é utilizado. Isto é feito através do estabelecimento de estações de referência em pontos cujas posições são conhecidas com precisão do 84 WGS esferóide (o esferóide de trabalho do sistema GPS). Os valores das distâncias recebidas pelo receptor são comparados com aqueles calculados a partir dos locais conhecidos dos satélites e da estação de referência, existe uma correção Pseudo-Range (PRC) proveniente para cada satélite. Estas correções são incluídas em uma mensagem de telemetria enviados para o receptor de navios através de uma ligação de dados. O receptor então aplica o PRC para as distâncias observadas para calcular uma posição diferencialmente corrigida. O uso da PRC, em vez de correções geográficas (diferenças de Lat/Long) permite que o receptor do navio e a estação de referência observe diferentes satélites, permitindo maior flexibilidade.

O uso de técnicas de diferencial pode resultar em precisão do superior do sistema aos obtidos a partir do código P. Uma fonte de erro no sistema GPS é a que provem de erros na posição do satélite dentro da sua órbita. Usando o código P e nenhuma correção diferencial, os erros orbitais irão aparecer dentro do erro previsto de posicionamento final. Usando o código C/A com correções diferenciais, os efeitos dos erros orbitais são reduzidos.

O link diferencial usado para transmitir as correções variam de HF e conexões de rádio de curto alcance UHF até links de comunicação via satélite proporcionando maior alcance ou até mesmo uma cobertura global. O tipo de link diferencial selecionados dependerá de circunstâncias e local, mas um requisito essencial é uma alta taxa de atualização para as correções; para fins DP, atualizar as taxas em menos de 5 segundos são necessários. Intervalos mais longos atualização resultará em erros de posicionamento.

3.2. Tipos de mensagens enviadas e Alcance dos Sistemas

Sinais diferenciais são transmitidos em um formato conhecido como RTCM 104 (Comissão Especial n. 104 da Comissão Técnica de Rádio para Serviços Marítimos). No formato RTCM 104 uma série de mensagens são transmitidas. Os mais importantes para DGPS são:

Tipo:

- 1 correções diferenciais GPS e Taxas de variação;
- 3 Parâmetros da estação de referência;;
- 5 Situação da constelação;
- 9 Como a número 1 mas provendo maior atualização do PRC;
- 16 Mensagens especiais.

Mensagens tipo 16 são usadas para avisar os usuários de interrupções planejadas dos satélites GPS, ou problemas nas estações de monitoramento.

Existem vários tipos diferentes de conexões de dados de PRC disponível pelos fornecedores de DGPS.

Sistemas típicos e fornecedores são:

Tipo do sistema	Fabricante	Alcance
UHF	Subsea Levantamento / Veripos	40 km
HF / MF	Difftech	600 km
	Kongsberg / Diffstar	400-600 km
	Racal Pesquisa Deltafix LR	600 km
	Subsea Pesquisa / Veripos	600 km
	LF Racal Pesquisa Pulselink	700 km
INMARSAT	Fugro Starfix	Cobertura Global
	Racal Pesquisa Skyfix	Cobertura Global
EUTELSAT	Wimpol Spotbeam	NW da Europa

3.3. Vantagens e desvantagens dos sinais

Há vantagens e desvantagens para cada tipo de link disponível. Os links UHF e VHF permitem as mais rápidas taxas de atualização de correção, portanto, tendem a proporcionar maior precisão, geralmente em torno de dois metros ou menos. No entanto, estão limitados na faixa de 70 quilômetros ou menos, portanto, exigem a criação de estações de referência para novos projetos. Novas estações requerem levantamentos geodésicos, permissões do local, licenças de transmissão e no caso de plataformas offshore uma grande quantidade de papelada.

Mesmo com a instalação temporária de uma plataforma como uma estação de referência, é pouco provável que haja um sistema de monitoramento com a qualidade e integridade de sinal quando comparando as correções diferenciais fornecidas através de uma rede. Uma desvantagem adicional de estações de plataforma como estação de referência é que o link tem que ser desligado se a plataforma entrar em silêncio de rádio.

4. SISTEMA DE REFERÊNCIA HIDROACUSTICO - HYDROACUSTIC POSITIONING REFERENCE (HPR)

4.1 Introdução

Uma vez que a energia eletromagnética (ondas de rádio) não seja, em regra, propagada através da água. Com a exceção de VLF, as ondas, que tem curto alcance de penetração abaixo da superfície. Há, no entanto, uma alternativa. Energia acústica se propaga debaixo d'água com uma eficiência muito maior do que no ar, e este fato é usada de em muitas áreas.

Acústica submarina é um meio bem estabelecido para muitas aplicações. Talvez o mais simples é o antigo sonar, proporcionando ecos que vão no fundo do mar para produzir informações detalhadas. Equipamentos mais avançados nesta categoria fornece informações precisas relativas ao levantamento de grandes áreas do leito do mar; feixes largos e múltiplos são comumente encontrados em navios de pesquisa. Este princípio é ainda utilizado para fornecer detecção submarina em forma de Sonar, com muitas aplicações que vão desde encontrar peixes até a caça submarina. Nenhuma das anteriores é de qualquer relevância particular para o problema do DP, mas as técnicas de posicionamento acústico que foram desenvolvidas ao longo de muitos anos têm aplicação para as questões de referência de posição.

4.2. Tipos de Sistemas

Uma variedade de sistemas de referência posição acústico alternativa estão em uso, ou que tenham sido utilizados no passado. A maioria deles são baseados na medição da distância relacionado como tempo de viagem do sinal acustico submerso. Uma variedade de métodos são usados para determinar esta medida de distância. Os mais comuns são os métodos de linhas de base longas (LBL), curta (SBL)s e muita curtas (SSBL ou USBL). Todos os três princípios têm sido usados em

sistemas acústicos interligados a operação DP como sistema como uma referência de posição.

Sistemas de posicionamento acústico, localização e telemetria são usados para muitas outras funções do que simplesmente como uma referência de posição para a DP. Técnicas de acústica podem ser utilizadas para rastreamento de veículos submarinos ou equipamentos, a marcação para a realocação de estruturas subaquáticas ou equipamentos, controle de equipamentos submarinos por meio de telemetria. Nos sistemas modernos, referência de posição hidroacústica (HPR) podem utilizar os princípios de linha de base longa (LBL), ultracurto (USBL) ou Super curta (SSBL). Linha de base curta (SBL) técnicas foram utilizadas no passado, mas foram amplamente superada.

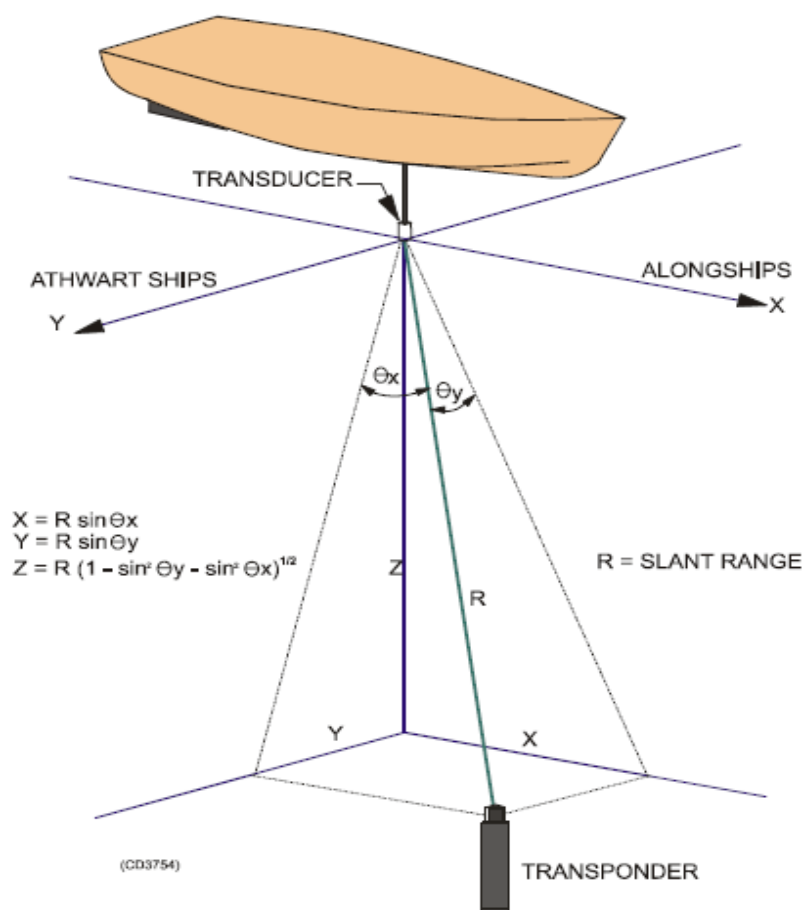


Figura 11: Princípio do SSBL (USBL).

4.3 Sistema SSBL ou USBL

Os termos SSBL ou USBL (Supershort e Ultrashort linha de base) são sinônimos. O princípio é referido como SSBL pela Simrad fabricantes/Kongsberg enquanto Sonardyne Limitada referem-se a seus sistemas como USBL. Para maior clareza, vamos aderir a USBL terminologia. Esta variedade de HPR é o mais comumente utilizado para fins de referência de posição DP. Os principais fabricantes desta área são: Kongsberg Simrad, Sonardyne.

No sistema de acústica USBL os elementos de transmissão e recepção são combinados em um transdutor montado no casco. Este se comunica, em frequências acústicas com um transponder (ou mais) submarinos, a fim de fornecer um posicionamento. Em sua configuração básica do sistema consiste de uma unidade de controle e de exibição, uma unidade transceiver, uma unidade de transdutor montado na extremidade de uma sonda no fundo do navio, e um transponder localizado no fundo do mar.

Medições de posição são baseadas em dados da distância e direção recebidos a partir de respostas da interrogacao feita ao transponder. Até cinco transponders podem ser interrogados por sua vez, dentro da mesma área. O uso simultâneo de múltiplos transponders é possível através da utilização de frequencia de interrogacao e respostas diferentes para cada transponder.

O sistema mede a distância de um transponder em relação ao transdutor, medindo o tempo decorrido entre a transmissão do sinal de interrogação e recepção da resposta. O intervalo de tempo é calculado pelo tempo de retorno do sinal acústico através da água, somado o tempo de rodizio entre nos transponders.

Em geral, o sistema HPR USBL é uma referência de posição muito útil e amplamente utilizada. É versátil, na medida em que tem muitas funções que não estão relacionados ao DP. Sua precisão é geralmente na faixa de 1% - 2% da profundidade da água, embora esta dependa das condições acústicas. Existem problemas ao utilizar o sistema em águas muito profundas em más condições

acústicas, condições de correntes fortes, condições de ruídos altos, grande quantidade de aeração ou particulamente em águas rasas .

4.4. Sistema LBL

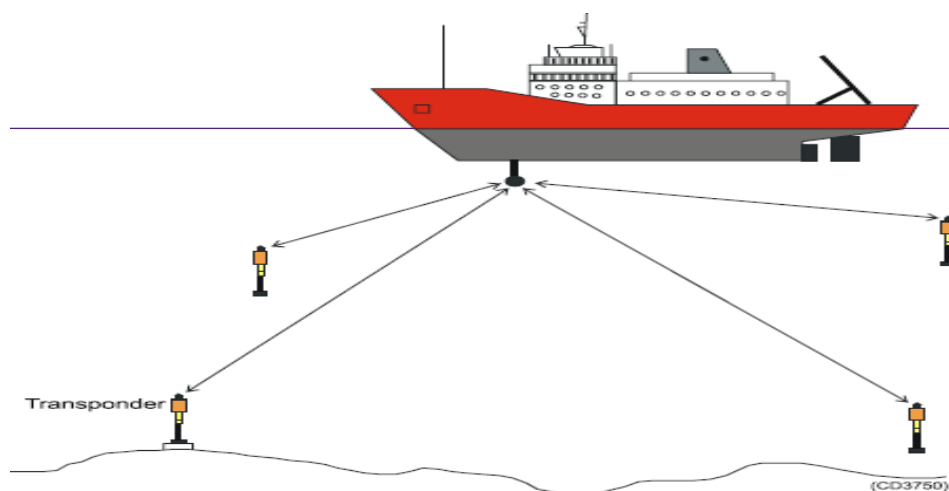


Figura 12: Princípios do LBL.

O sistema de referência de posição de linha de base longa é aquela em que um conjunto de transponders é colocado no fundo do mar 500 - 1000m de distância. Uma vez calibrado para a posição, o sinal de interrogação individual de três ou mais transponders desse quadro de transponders no fundo mar desse transdutor do navio fornecerá uma série de distâncias dos transponders, daí a posição do navio. Nenhuma medida de ângulo é necessária no transdutor, assim, uma importante fonte de erro é eliminada; que é a distorção angular dos sinais de resposta devido ao raio de curvatura ou refração.

Erros nas medições de distâncias causadas por raios de curvatura são menos significantes. Isto dá origem a grande vantagem do sistema LBL sobre o HPR - a precisão. A maior precisão também é uma função das linhas de base longas disponíveis, quando comparado aos sistemas USBL e SBL, também devido à eliminação da necessidade de entrada de dados de atitude do VRS. O sistema de coordenadas é anexado ao fundo do mar, não ao navio.

O número mínimo de transponders necessários para navegação e posicionamento é de três, mas normalmente quatro ou mais será implantado para dar um elemento de redundância. A profundidade do transdutor é uma variável conhecida, e usando esta uma melhoria na qualidade da posição seja alcançada.

Uma vez que o quadro de coordenadas para o sistema é relativo à matriz fundo do mar, e não aposta no navio em movimento, o sistema pode operar de forma independente da entrada de dados do VRU, eliminando muitos dos problemas associados com o movimento dos navios. O sistema mais simples de LBL interroga todos os transponders em seqüência, obtendo distância de cada um. Outro sistema LBL interroga todos os transponders com um sinal comum e recebe sinais de respostas individuais. Isso dá uma taxa mais rápida de atualização para obter informações de posição, assim, uma melhor qualidade.

4.5. Sistema HIPAP

Posicionamento Acústico de alta precisão é baseado em uma avançada unidade multielementar (241 elementos) no transdutor. O transdutor multi-elemento cobre todo o hemisfério sem nenhum feixe mecânico de direção.



Figura 13: Transducer do HIPAP.

Nenhum feixe convencional largo ou estreito é usado, em vez disso, grupos de elementos no transdutor se combinam para a pesquisa em todo o hemisfério de 180°. Uma vez que um sinal é detectado a largura do feixe encurta, travando o sinal

do alvo. O sistema possui filtragem de Kalman e automático de compensação de raio de curvatura. O sistema oferece um desempenho com melhora na precisão e distância, especialmente para as funções de pesquisa onde a precisão absoluta é a prioridade, em vez de repetibilidade.

A faixa de operação é entre 1000 e 2000m, com um total de 180° de alcance de cobertura. Precisão direcional de entre 0,2° e 0,6° combinado com uma precisão melhor do que o intervalo de 0,2 m.

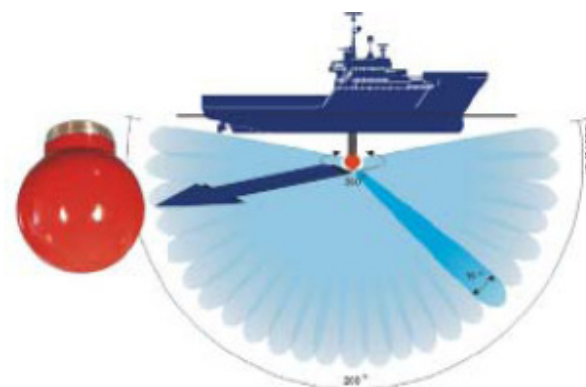


Figura 14: Faixa de operação do transducer do HIPAP.



Figura 15: Transponder para 3000m de profundidade.

5. SENSORES DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO DIMICO

5.1. Anemômetro

Das forças ambientais que atuam sobre a embarcação o vento é o único que pode ser diretamente medido com razoável grau de precisão.

O fato da mudança brusca na intensidade do vento (rajadas) desde o início foi motivo de preocupação para os engenheiros dos controladores do sistema *DP*. Foi então desenvolvido um processo de alimentação direta no algoritmo do controlador chamado compensador de rajadas de vento no controlador *DP* (*wind feed forward*) ou em alguns outros equipamentos chamados *wind compensator* (tem a mesma função). O processo do atuador direto nos thrusters (*wind feed forward*) é responsável em medir a direção e intensidade do vento, dividir a direção medida nos componentes X (*surge*), Y (*sway*) e N (*yaw*), multiplicar e assim obter as resultantes para cada movimento controlado, inserir as forças do vento de modo a efetuar as correções necessárias para os dados de saída para os propulsores (*thrusters*).

Dessa forma as rajadas de vento são consideradas de forma imediata pelo sistema de posicionamento dinâmico e evitar que a sonda sofra uma deriva significativa no posicionamento.

5.2. Agulha Giroscópica

Uma das principais funções do sistema *DP* é de manter o aproamento da embarcação conforme pré-estabelecido pelo operador ou segundo a menor resultante das forças ambientais, a fim de minimizar a potência despendida no sistema de propulsão.

A informação da agulha giroscópica é transmitida continuamente e automaticamente para o controlador *DP* através de um sistema elétrico. O mais comum consiste de um potenciômetro que fornece voltagens proporcionais de seno e

cosseno do ângulo de aproamento. No processador essas voltagens são reconvertidas em ângulos mediante a uma função arco-tangente.

Devem existir no mínimo 2 agulhas giroscópicas, mas comumente se achará 3 agulhas giroscópicas, cada uma ligado de forma independente aos controladores DP de forma a prover a necessária redundância.

A referência de aproamento é fornecida de uma ou mais agulhas giroscópicas. Dupla informação da giro é geralmente fornecida mesmo em embarcações de classe 1. O operador de DP pode selecionar uma das giros como sendo a referência, ou seja, o sistema DP está lendo o *input* (valor de entrada) da giro selecionada como preferida, enquanto mantendo uma função de comparação com a outra ou outras. Se a agulha giroscópica preferida falha de uma maneira tal que o sistema é capaz de identificar, como por exemplo: bloqueio de sinais, então o sistema irá automaticamente mudar. Se existem três agulhas giroscópicas estará habilitado, se assim o programa tiver, a função de eleição (*voting*).

5.3. VRU / MRU

O chamado sensor de Unidade de Referência Vertical (*Vertical Reference Unit (VRU)*) fornece basicamente os valores de caturro (*pitch*) e balanço (*roll*) da embarcação a fim de corrigir os sinais dos sistemas de referência de posição dos equipamentos hidroacústicos especialmente nos casos do *Short Base Line (SBL)* e *Ultra Short Base Line (USBL)*, distorcidos em função da movimentação de seus respectivos receptores. Sem essa compensação dos movimentos da sonda em torno dos eixos transversal, longitudinal e sobre o movimento vertical o posicionamento seria grandemente afetado.

O chamado sensor de Unidade de Referência de Movimento (*Motion Reference Unit (MRU)*) fornece basicamente os valores da VRU acrescentado do movimento de arfagem (*heave*). As VRUs ou MRUs também necessitam de redundância.

6. TIPOS DE OPERAÇÃO DP

6.1. Mergulho

Apoio ao mergulhador é a função de uma grande parte dos navios com DP. Muitos navios são projetados a partir da quilha para cima, com o apoio ao mergulhador como sua principal finalidade. Outras embarcações têm uma função de multi propósitos, incluindo instalações de equipamentos de apoio ao mergulho. Embarcações de apoio ao mergulho pode ter uma variedade de formas, muitos são de um tipo monocasco tradicionais, alguns são da configuração barcaça flat-top, enquanto um número são semi-submersíveis.



Figura 16: Navio de mergulho 'MAYO' com dois sinos de mergulho.

Operações de mergulho não são, naturalmente, um fim em si. Os mergulhadores estão realizando operações subaquáticas, e essas operações precisam ser apoiadas a partir da superfície. A variedade de trabalho que pode ser realizado por um mergulhador é quase infinita; ele pode realizar inspeção, vistoria, instalação e configuração de equipamentos, monitoramento de uma operação, ou

recuperação de equipamentos perdidos ou abandonados. Muito do trabalho até então realizado pelo mergulhador agora é realizada por ROV (Remotely Operated Vehicle, ou veículo submersível não tripulado), mas ainda há tarefas que não podem ser concluídas remotamente, e que requerem a intervenção humana. Frequentemente um ROV pode ser utilizado em conjunto com os mergulhadores humanos, para fornecer a luz ou para permitir que o supervisor de mergulho a bordo do navio monitore o trabalho dos mergulhadores. Ocasionalmente, um ROV pode prender-se a objetos ou equipamentos no fundo do mar, e a intervenção de um mergulhador é necessária para resgastá-lo.

Se o navio de apoio está usando suas instalações DP para o posicionamento durante as operações de mergulho, é importante que o pessoal de mergulho esteja plenamente consciente das implicações do método de operação de navio. Por outro lado, é essencial que o pessoal do passadiço esteja completamente familiarizado com os métodos e procedimentos adotados pela equipe de mergulho. Ambas as áreas precisam manter um contato estreito em relação à operação, e linhas claras de comando e comunicação sejam estabelecidas. Operações devem ser planejadas em detalhes com antecedência; esse planejamento deve envolver a equipe de mergulho e o pessoal do passadiço, com o acordo sobre todos os aspectos da operação, juntamente com planos para contingências previsíveis.

6.2 Apoio utilizando ROV

Muitas embarcações com DP levam sistema ROV, seja como sua principal função, ou em apoio a outras operações. A variedade de navios que operam com o ROV, como por exemplo: navios de inspeção, embarcações de apoio a mergulho, barcas com guindastes, lançamento ou reparo de linhas flexíveis ou rígidas, dragas, e navios-sonda.

Sistemas de ROV são classificados por seu tipo e capacidade, como segue:

- Classe I Puramente veículos de observação, câmeras subaquáticas;
- Classe II Observacionais com a opção de carga;
- Classe III. Para trabalho. Pelo menos uma função para manipular;

- Classe IV Rebocados ou veículos rastejante do fundo
- Classe V Protótipo ou veículos de desenvolvimento.

A tarefa do veículo pode ser classificada em um ou mais dos seguintes: observação, pesquisa, inspeção de construção, intervenção.

Em todos os casos, o ROV é controlado e operado através de um cordão umbilical ou gaiola. A distância que o ROV é capaz de trabalhar é dependente do tamanho e força do ROV, o peso do umbilical, e o comprimento do cabo.

Um submersíveis não tripulados podem ser operadas direta do convés, ou através de uma gaiola. Se operado diretamente do convés, pode ser que o umbilical se dobra com o uso do moitão para fins de lançamento e recuperação, ou pode haver equipamentos diferentes para colocar e retirar o ROV da água. Este é o período mais perigoso para as operações a partir de um ROV em um navio DP, como os propulsores e hélices estão próximos. A operação de ROV deve ser planejada com cuidado, de tal forma que a corrente não leva o ROV para perto dos propulsores.

O aproamento do navio pode também ser escolhida para deixa o ROV na sombra durante o lançamento e recuperação. Uma vez no fundo, a direção do movimento do ROV irá comandar a posição e movimentos do navio. Se o ROV está seguindo um gasoduto, por exemplo, o navio deve ser posicionado de modo que o ROV fique se afastando do costado do navio, e longe de hélices. A direção da corrente será considerada, de modo que o ROV não seja arrastado para um local perigoso. Contato acústico com o ROV também deve ser considerado, de modo que os efeitos da aeração e ruído dos hélices sejam minimizados. O DPO deve informar para onde está a descarga dos propulsores, e planejar de tal modo que o ROV trabalhe longe desta área. A situação deve ser planejada de tal forma que se o ROV perder a capacidade de manobra, ele não seja sugado pelo propulsor.

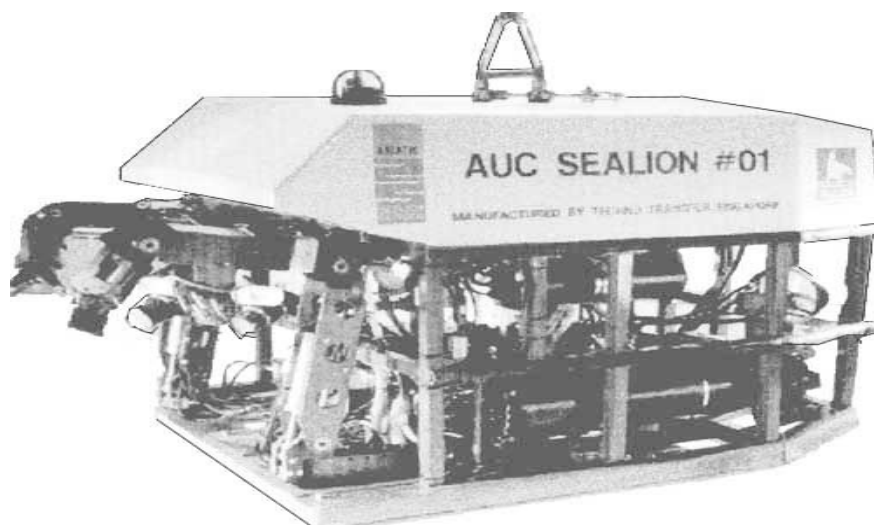


Figura 17: ROV utilizado para intervenção submarina.

6.3 Tratores e Escavadores Submarinos

Estas máquinas também deve ser considerado como ROVs, embora as operações com eles podem ser muito diferentes daqueles com um veículo tradicional. Um trator fundo do mar pode ser configurado para colocar um cabo e concluir uma operação de enterrar. Este tipo de veículo será composto de um dispositivo rastreador monitorado, construído e configurada para realizar o trabalho necessário. Controlado a partir do navio, por umbilical, quando os operando mostra alguma semelhança com a operação de ROVs. O veículo será controlado a partir de seu próprio local de controle, com os operadores pilotando a unidade como se estivessem a bordo. Se a unidade está preparando um cabo, então o próprio cabo formará um perigo, além do umbilical. Estas unidades normalmente se movem um pouco mais lentas, sendo menos ágeis do que ROVs. Em alguns casos um ROV é mergulhado de forma independente, para fornecer uma visão do progresso da operação.

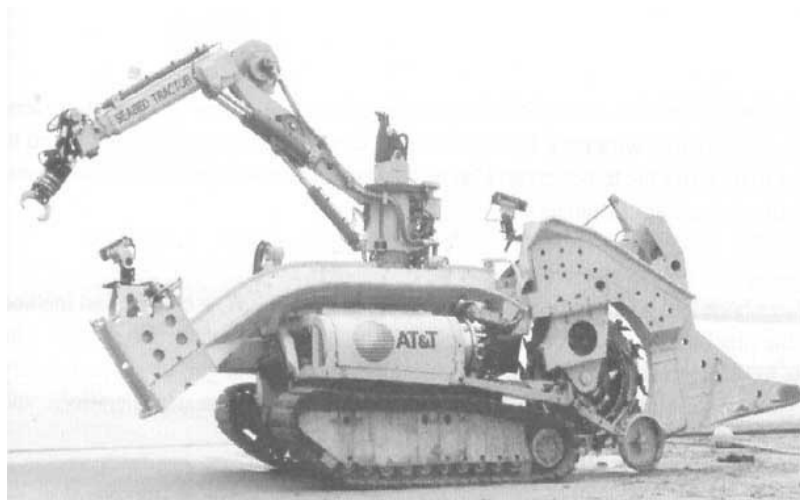


Figura 18: Escavadeira submarina.

Outros tipos de tratores de escavação são usados para a realização de operações de instalação de linhas. Estes veículos são muito maiores e mais pesados do que os tratores acima mencionados. Um deles é o "Digging Donald" operado pelo navio "Trenchsetter". Este veículo pesa cerca de 140 toneladas, dependendo de como está configurado, e é arriado por um pórtico sobre a haste de "Trenchsetter". Uma operação típica envolve enterrar uma linha previamente estabelecida por outro navio. O gasoduto pode ser um tubo de aço rígido de até 20 polegadas de diâmetro, tem de ser enterrado a uma profundidade de 1,5 metro. O veículo tem que se posicionar com sua base sobre a linha, aroado 90° na direção da linha.

6.4 Lançamento de tubo rígido ou flexível

Tradicionalmente, as operações de lançamento de dutos subamrinos eram realizados por barcaças abertas ou semi-submersíveis fixas por âncoras para o posicionamento e propulsão. A pequena frota de rebocadores de manuseio de âncoras eram empregadas para continuamente redefinir as posições das âncoras que das barcaças. As vantagens da utilização DP para esta aplicação foi visto pela primeira vez pela empresa Allseas em 1985, quando introduziu a primeira barcaça DP para lançamento de dutos chamada "Lorelay". Convertido a partir de um casco

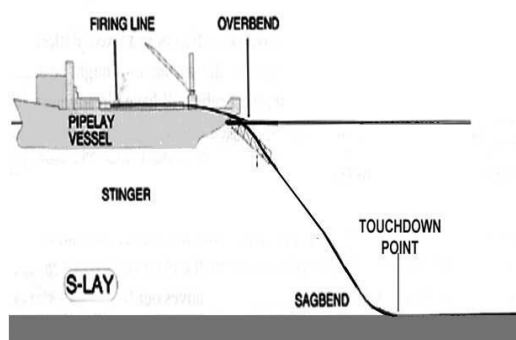
de um navio RORO, o "Lorelay" é uma embarcação de lançamento dedicada ao projeto de operar no lançamento em S dos dutos submarinos.



Figura 19: Lorelay, primeiro navio de lançamento multipropósito.

A maioria dos gasodutos de petróleo offshore são lançados pelas barcas dedicadas ou navios de lançamento. O método mais comum de instalação é a construção a bordo do gasoduto por meio de solda seqüencial de um tubo no outro. O navio se desloca para a frente quando o gasoduto desce para o fundo do mar em uma curva em S, através de uma estrutura chamada "Stinger" (ferrão), que serve de apoio .

Outros métodos de lançamento de tubos são mostrados a seguir:



Lançamento em S (S-lay),

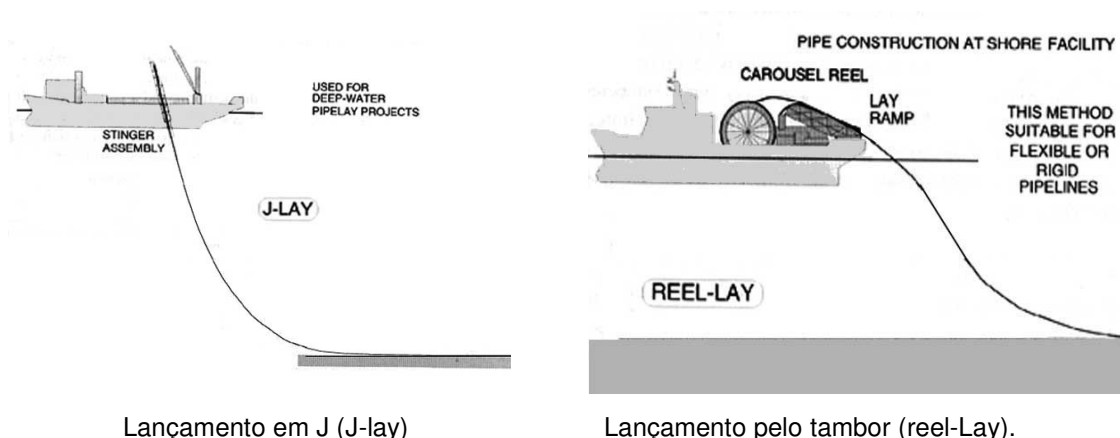


Figura 20: Métodos de lançamentos de tubos.

Navios com posicionamento dinâmico são capazes de trabalhar em áreas onde existam grandes quantidade de equipamentos no fundo do mar evitando desta forma longas operações com âncoras. O sistema permite que o navio trabalhe em posições incômodas, próximo a estruturas na superfície ou submersas, e não há a necessidade de embarcações de manuseio de ancôras utilizadas para movimentação durante a operação. Além disso, o sistema DP minimiza a quantidade de tempo gasto em situações de aproximação, sua velocidade de manobra não é limitada pela contínua necessidade de redefinir âncoras, as posições para lançamento podem ser ajustadas de forma mais conveniente de acordo com as conexões para as plataformas.

Sistemas de referência de posição devem ser recebidos pelo DPO a todo instante. Alguns sistemas de referência de superfície e subaquáticos não são adequados devido às distâncias percorridas pelo navio, e a limitação de distâncias. DGPS com frequência dupla é o mais comum, juntamente com dois “taut wire”, que são freqüentemente resetados.

Sistemas de DP em barcaças são geralmente classificados como Classe 3 de acordo com regras da IMO, com redundância total para os mais altos padrões, permitindo que o navio opere em DP em locais próximos às estruturas de plataforma, e em operações de mergulho, se necessário.

Operações de lançamento são muito caras, e atrasos devido a falhas de equipamentos devem ser evitados a todo o momento. Operações dependem do clima e de outras condições ambientais. O navio deve ser capaz de lidar eficazmente com corrente, o estado do mar e vento.

Devido à natureza do trabalho, não é possível permitir que o navio opere no modo catavento ou tomar qualquer outra medida para reduzir a força usada nos propulsores. É essencial que o posicionamento seja eficiente, tanto para permitir que as tensões corretas possam ser mantidas, e também para garantir que o lançamento está dentro dos parâmetros designados. O DPO deve se lembrar que os níveis mais altos de energia e propulsão serão necessários, já que o sistema DP está realizando funções extra de manter a tensão de tubo de lançamento, além de manter a posição e aprofundamento.

6.5 Lançamento de rochas

Existe uma pequena frota de navios com a finalidade de lançar rochas no fundo do mar para uma variedade de propósitos. Eles variam de tamanho em embarcações de estilo graneleiro, capaz de realizar operações com precisão de enterrar tubos, a até navios menores usados principalmente em projetos de retificação de erosão. Todos estes navios estão equipados com sistemas de DP, embora alguns deles são simples, sem redundância.

O uso mais comum de navio de lançamento de rochas é dar proteção aos oleodutos e gasodutos previamente estabelecidos em áreas onde eles podem sofrer danos causados por artefatos de pesca. Aqui nós estamos falando de dutos que não estão enterrados e sim na superfície do fundo do mar. Uma série de métodos de proteção está disponível, incluindo a colocação de colchões de concreto, mas para áreas onde há uma distância considerável entre os dutos a ser protegido, a operação de lançamento de rocha é recomendável.



Figura 21: Navio de lançamento de rochas.

Obviamente, o navio vai estar sob o controle do sistema DP durante todas as operações de lançamento de rochas. Uma característica comumente utilizada é a função AutoTrack, permitindo que a embarcação possa acompanhar com precisão ao longo de uma linha pre-definida por waypoints. A instalação de traçado para o deslocamento permite que o DPO tenha a capacidade de ajustar o movimento por qualquer quantidade de pontos desejados e monitore qualquer incompatibilidade entre as coordenadas listadas para a linha de dutos e a posição real. Os ROV podem ser compensados em si uma distância limitada a partir da vertical, dependendo da profundidade da água.

Um tipo diferente de operação é necessário ser realizada visando fornecer proteção contra corrente fortes ou erosão. Em áreas de correntes fortes, estruturas submersas são vulneráveis à erosão fundo do mar. O sedimento ao redor das pernas de uma sonda de perfuração fixa, por exemplo, pode sofrer erosão até o ponto onde o equipamento se torna instável. Outras instalações no fundo do mar podem ser vulneráveis, tais como pilares de pontes, pernas de plataforma. Pequenas

embarcações capazes DP-são usados para fornecer um serviço de lançamento de pedras para esta finalidade.

6.6 Operação de dragagem

Um grande número de dragas estão em operação no mundo, com uma variedade de funções.

Algumas estão envolvidas no negócio tradicional de canal e de manutenção do porto, enquanto outros fazem os seus lucros a partir da recuperação de vias de separação de tráfego e construção de agregados. Nos últimos anos, uma grande proporção das dragas do mundo eram encontradas em Hong Kong envolvidas na construção do novo aeroporto. Isto envolveu a criação de uma grande extensão de terra onde só existia o mar anteriormente, um trabalho de dragagem em grande proporções.

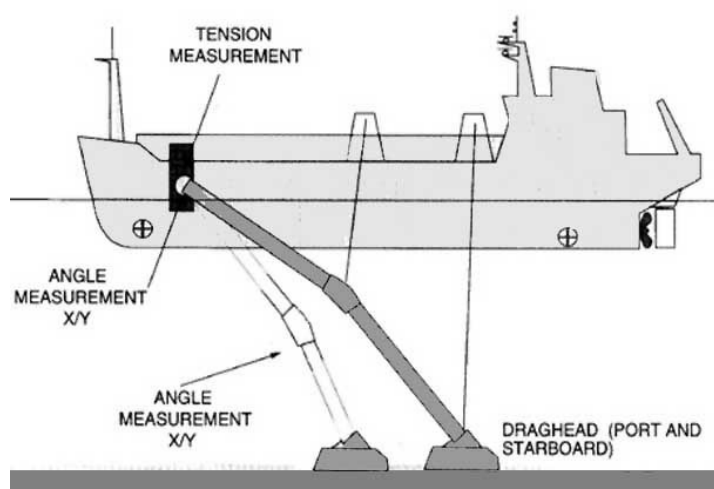


Figura 22: Dragagem.

A maioria das novas dragas, de qualquer tipo ou função, terá capacidade de DP. Custo de dragagem é uma operação muito cara, e a disponibilidade de posicionamento de precisão vindo a partir de DP é um seguro contra erros caros. A maioria das dragas é do tipo de sucção em trilhas, e o navio vai passar por trilhas

paralelas. As faixas devem ser juntas, a fim de dar continuidade, mas sobreposição entre as faixas devem ser minimizadas.

A função de controle da cabeça de dragagem (Draghead), em combinação com a função “AutoTrack” rápida ou lenta permite que o operador especifique precisamente a trilha a ser seguida pela cabeça de dragagem. Se o navio está operando com as duas dragheads, um deles deve ser selecionado como o draghead Mestr. Efetivamente, isso coloca o Centro de rotação do navio no draghead, embora a posição do draghead não pode ser fixada em relação ao casco. Sensores ligados aos tubos de sucção fornecem ao sistema os dados angulares que permitem a determinação da posição do draghead em relação ao navio em todos os momentos. Medições de tensão permitem que as forças de dragagem sejam compensadas diretamente pelo sistema DP. A tensão dependerá da consistência do fundo do mar, a caminho, a velocidade e ângulos de deflexão. As medições de tensão permitem ao DP calcular a força horizontal, que é direção e momento de giro. Se as medições de tensão são perdidos, o sistema continuará em valores modelados, ou permitir que o DPO insira os valores manualmente. Isso é para evitar qualquer possibilidade de movimento à ré do dragheads o que resultaria em avarias.

6.7 Operações de reparo e lançamento de cabos de fibra óptica

O número de navios de lançamento de cabos de fibra optica e navios de reparo em operação no mundo têm aumentado rapidamente nos últimos anos. Apesar do grande aumento nas comunicações por satélite, ainda há uma necessidade crescente de comunicações via cabos em todo o mundo. Além das operações realizadas pelos operadores tradicionais de comunicação, um grande número de operações de lançamento de cabos são agora realizados em nome da indústria de petróleo e gás, e essas tarefas pode ser feito por navios polivalentes de apoio offshore, especialmente configurada e mobilizados para o propósito

Operadores como Cable and Wireless (Marine) LT mantem uma frota de navios de lançamento e de reparos de cabos em pontos estratégicos ao redor do mundo. Os navios de reparo de cabo tendem a passar longos períodos ao longo do

cais, com tarefas de reparação em cabos que aparecem sem quase nenhum aviso. O navio deve mobilizar e partir imediatamente para efetuar reparos no cabo que tem tenham partido. Muitas vezes, quando um cabo transoceânico está fora de serviço, o operador deve solicitar por empréstimo cabos pertencentes à concorrência, assim o incentivo para conseguir a reparação no local é tão alto.

A maioria dos cabos modernos é de Fibra Óptica. Embora esta configuração possa representar um grande salto em termos de quantidade e velocidade de transmissão de dados, tornando assim o cabo menor, mais leve e muito mais eficiente do que os tradicionais cabos coaxiais, cabos de fibra óptica tem suas desvantagens. Em geral, o cabo é mais frágil do que os cabos tradicionais, com conseqüente limitações muito rígidas em cargas de tensão máxima e raio mínimos de curvatura. É extremamente importante que estes critérios não sejam ultrapassados, ou o cabo será danificado. O dano pode não aparecer imediatamente, este somente aparecerá após algum tempo de uso. Todos os canais podem ser verificados ao término do trabalho, a probabilidade de uma falha nos dois primeiros anos de operação se torna inaceitavelmente alto.

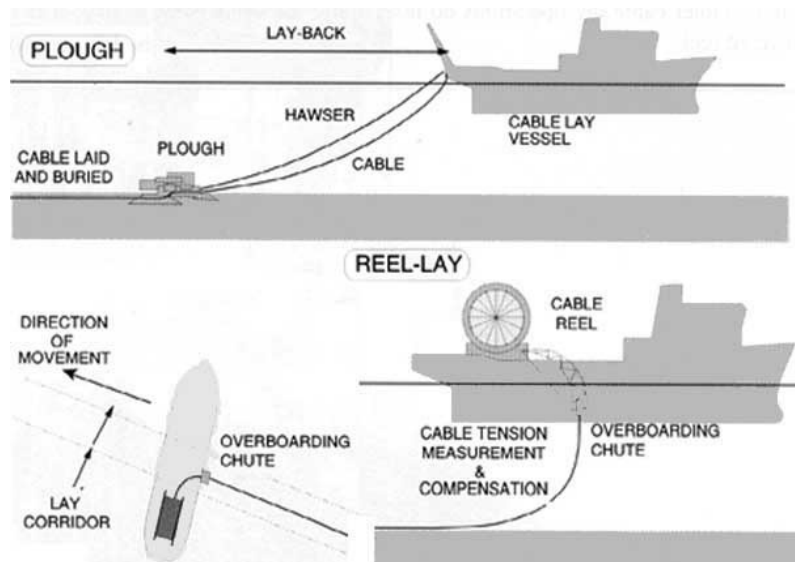


Figura 23: Métodos de lançamento de cabos.

6.8 Operações de guindaste em barça

A barça com guindaste ou Grua pode ser descrito como o carro-chefe da indústria offshore. Um grande número deles é empregado em todo o mundo na construção e comissionamento de operações relativas ao petróleo e gás, e também em projetos de construção civil. Eles também são usados em operações de salvamento e remoção de destroços.



Figura 24: Barça com guindaste Svanen.

O Saipem 7000 é uma barça que tem dois guindastes principais cada um com 7.000t de capacidade e 40m de extensão, com uma capacidade total de 14.000t. Os blocos auxiliares são capazes de levantar 2.500t de 74m de extensão, e 900t de 115m. A bola tem uma capacidade de 120t em um raio de 150m.

È um dos dois maiores guindastes do mundo. Ambos são totalmente classificados com Dp Classe 3, tendo não só redundância total, mas um compartimentopara operar o sistema DP protegido contra incêndio localizado em um local separado do sistema principal. A principal vantagem dada a estes navios, e que por sua capacidade de DP pode completar uma tarefa em um período muito curto de tempo. Se um módulo grande da acomodação, ou uma série deles, devem ser

instalados em um local de trabalho offshore, uma barcaça fixa pode demorar vários dias a chegar e se instalar no local.

Muitas vezes, há congestionamento de estruturas submersas no fundo do mar que não permitem lançar âncoras em uma configuração favorável. No Mar do Norte, a quantidade de tempo necessário para completar a tarefa torna o trabalho difícil ou impossível durante os meses de inverno, como deve haver uma garantia de uma janela de tempo adequada por tempo suficiente para completar a tarefa e afastar-se. Isto significa que grandes contratos podem ser agendadas para os meses de verão. Se, por outro lado, a barcaça é DP, então o trabalho pode ser capaz de ser concluído em poucas horas, sem a necessidade de estabelecer um diferencial de ancoragem extensiva. Assim, uma janela de tempo adequado deve ser encontrado mais facilmente permitindo que a tarefa possa ser concluída nos meses de inverno.

A configuração DP destas embarcações é totalmente normal, sem características especiais que não seja encontrada em qualquer configuração de um sistema classe 3. Do ponto de vista DP, as operações são geralmente simples, com os preparativos e precauções normais. Cada operação seria precedida por uma análise completa dos riscos, como as consequências de uma perda de posição do navio. Frequentemente, a barcaça é muito maior do que a instalação está ao lado! É uma prática normal para o navio para implantar uma ou duas âncoras em direção da plataforma, mantendo solecadas as amarras. Estes não terão nenhum efeito sobre o posicionamento do navio que está sob controle completo do DP, mas estão prontos para tensionar se as coisas derem errado.

6.9 Operações de Perfuração

DP progrediu muito desde a época dos anos 1960, devido a exploração offshore, mas há uma necessidade crescente em realizar operações em águas cada vez mais profundas. Os desenvolvimentos offshore no Golfo do México, na costa do Brasil, e no Reino Unido e em águas ao oeste de Shetland julgou a necessidade de plataformas, barcaças e navios em águas em profundidades de 2000 metros ou mais. Aqui, DP é muitas vezes a única opção real. Em outras partes do mundo, em águas

mais rasas pode não ser necessário, mas DP está sendo cada vez mais utilizada para o posicionamento em perfuração, fazendo uso de outras vantagens.

A plataforma ou navio-sonda DP pode chegar a locação de trabalho e iniciar a perfuração muito mais rapidamente do que um equipamento similar, usando âncoras.

O manuseio de âncoras para instalação de uma unidade fixa pode implicar na utilização de três ou mais rebocadores ao mesmo. Os mesmos rebocadores que farão a instalação das âncoras, serão utilizados para rebocar a plataforma para a locação. Uma vez que um sistema de amarração tenha sido instalado (geralmente oito âncoras) a atracação tem que ser testada, com as tensões de testes registradas em valores superiores a tensões de trabalho por um número de horas. Frequentemente uma âncora irá garrar, necessitando do reposicionamento da mesma. Pode haver um intervalo de tempo de vários dias entre a chegada na locação e o início de perfuração (spudding-in). O local pode ter um fundo do mar muito obstruído, com tubulações, cabos e outros equipamentos para a colocação de amarras. Todas as alternativas acima são boas razões para considerar o uso de embarcações ou plataformas de perfuração DP.

Em águas profundas, a situação com a unidade de perfuração se torna mais complexa, devido ao número de dutos de interligação (*risers*) e tamanho da coluna de tubos que transmite fluido de perfuração (*drillstring*), a força e modelo de correntes de superfície e das correntes de fundo. O ponto crítico é no sistema de controle do *BOP* (*Lower Marine Riser Package (LMRP)*) que inclui a base da gravidade, a cabeça do poço e o *BOP*. A isso é acoplado ao *riser*. O peso considerável do *riser* e da coluna de perfuração é suspensa pela torre de perfuração por meio de um bloco. A parte final do *riser* acopla o *BOP* através de uma junta flexível que permite deflexões angulares em qualquer direção. É vital que o *riser* e *BOP* estejam alinhados, qualquer desalinhamento irá causar desgaste. Os ângulos críticos são entre 3º e 7º. O máximo ângulo permitido de entre o *riser* e o *BOP* para operações normais é de 3º, enquanto que um ângulo de 7º dita que o *riser* deve ser desconectado. Se a embarcação estiver sofrendo uma perda de posicionamento, é importante que ações corretas sejam tomadas no tempo certo e se o *riser* chegar a

um valor de 10° , pode ser que desconexão se torne impossível causando um incidente ainda maior a bordo.

Os círculos de guarda (*watch circles*) na verdade esse círculo de 3° é um alarme de aviso, vinculado a um alerta amarelo, sob o qual a tripulação da plataforma irá preparar para desconectar o riser da LMRP, enquanto o círculo de guarda 7° (*watch circle*) constitui o alerta vermelho, no qual o *riser* será desconectado usando o sistema de desconexão de emergência.

Por causa da força da corrente, o *riser* irá arquear numa direção para onde a corrente estiver saindo entre o *riser* e a *stack*. Se a plataforma estiver posicionada verticalmente sobre o BOP, esta proa irá resultar em um ângulo de offset entre o riser e o BOP. Para reduzir este ângulo à zero, a plataforma deve ser posicionada com um *offset* numa direção de onde a corrente estiver vindo. Na prática, a plataforma deve ser continuamente manobrada na intenção de manter o ângulo do *riser* com *BOP* a zero ou próximo de zero. Isto faz com que a posição dos círculos mais complexa

7. INCIDENTES E PRÁTICAS NÃO RECOMENDAS DURANTE UMA OPERAÇÃO DP

7.1 Introdução

Um navio DP tem valor limitado, a menos que seu pessoal seja plenamente competente. Isto implica um amplo programa de treinamento para todo o pessoal envolvido no DP.

Competência é assegurada por níveis adequados de quatro fatores, formação, experiência, treinamento e qualificação. Um navio DP, sem os níveis exigidos de competência a bordo é vulnerável a problemas relacionados a erros do operador, estes erros podem levar a paralisações caras, ou pior, resultar em acidente ou incidentes, provocando poluição, lesões pessoais ou mortes.

Muitos dos equipamentos encontrados no passadiço de um navio moderno são operados por pessoas sem formação específica que é exigida. Um piloto automático, por exemplo, não exige que o oficial de serviço de quarto participe de um curso de formação a fim de adquirir competência em sua operação. No entanto, isto não se aplica ao sistema de DP. No passado, e ainda, de vez em quando no presente, a falta de treinamento e habilidade dos operadores resulta em um incidente DP. Estudos realizados pela DPVOA sobre as causas e os efeitos dos incidentes no DP mostraram o "erro do operador" como um fator significativo na causa de incidentes.

7.2 Perda de posição causada pela informação incorreta proveniente da agulha Giroscópica

Um incidente foi relatado para IMCA no qual um navio aliviador DP Class 2 perdeu posição durante uma operação de descarga devida a uma repentina perda de todos os sistemas de referencia de posição.

Investigação revelou que a perda dos sistemas de referência de posição foi diretamente causada por uma informação errônea oriunda da agulha giroscópica, corrompendo todos os cálculos de distância inseridos no modelo matemático do posicionamento dinâmico.

Foi constatado que a o valor errôneo do aproamento foi causada por um sinal errado vindo do GPS recebido em todas as agulhas giroscópicas simultaneamente por um período curto de tempo.

A ação corretiva adotada foi de restringir o critério para a aceitação das informações dos sistemas de referência de posição no modelo de posicionamento dinâmico que já era utilizado.

Além disso, o fabricante da agulha giroscópica está atualizando seu software adicionando a rejeição de informações errôneas de compensação de latitude/Velocidade proveniente do GPS.



Figura 25: Sistema duplo de giroscópica.

7.3 Uso do ângulo do BOP como sistema de referência

A utilização do ângulo do BOP (Blow out preventer) deve ser evitada como sistema de referência de posição em unidades móveis engajadas em operações de perfuração em águas profundas.

Uma vez conhecida a precisão do modelo matemático, o ângulo do BOP poderá ser usado no modo de operação chamada “Manter o Ângulo”.

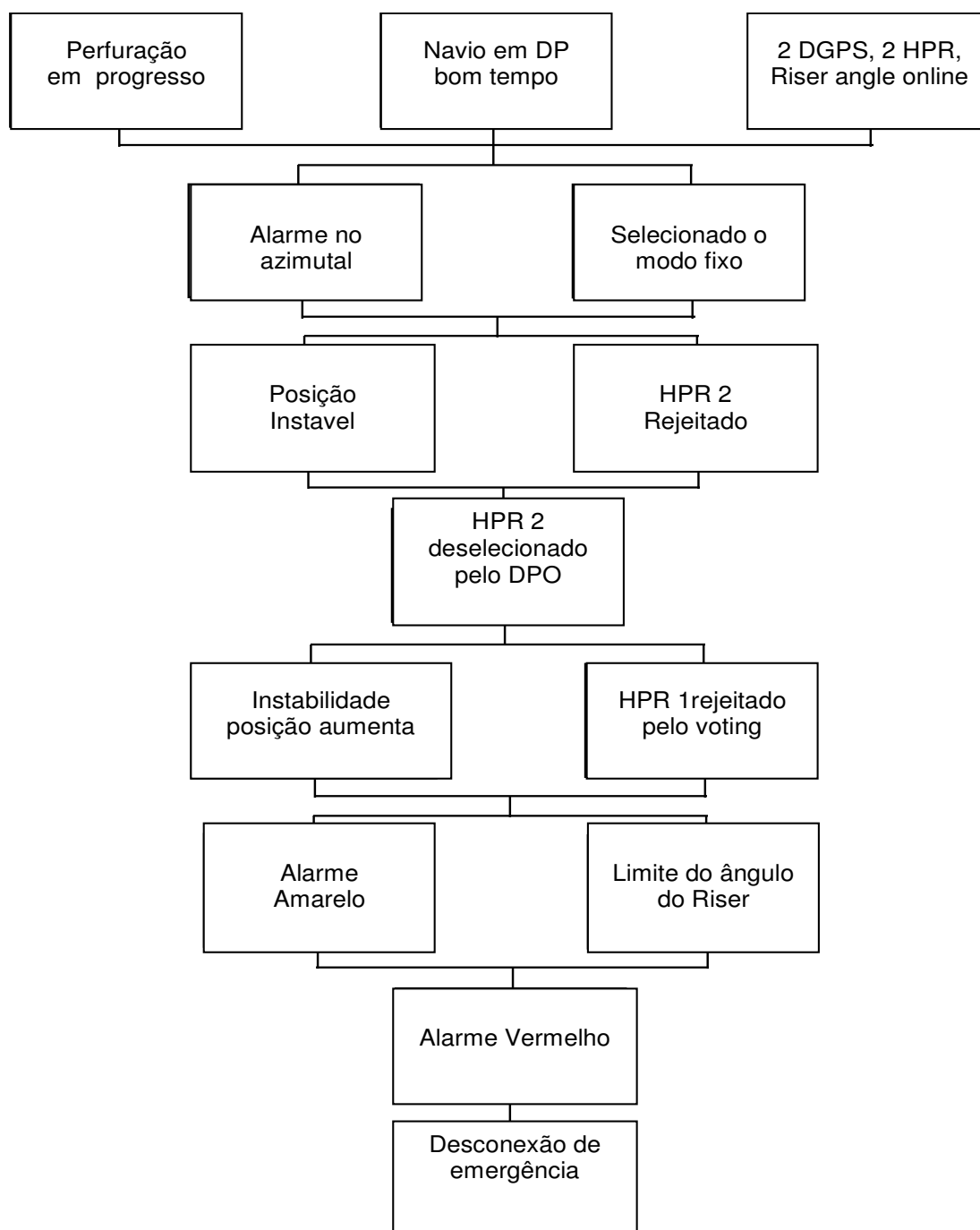
Em águas rasas com profundidades até 500 metros, o ângulo da coluna de riser poderá ser utilizado de forma direta como sistema de referência de posição e para ajuste de posição de coordenadas, estas corresponderão ao ângulo da coluna de riser desejado. Nessas profundidades o ângulo da coluna de riser irá variar de forma proporcional se a tensão da coluna estiver adequada, a orientação da coluna foi inserida inicialmente e não existam variações grandes nas correntes de superfície. Em águas profundas o ângulo da coluna de riser pode não se igualar aos outros sistemas de referência e adicionalmente o ângulo inferior do BOP não é necessariamente o parâmetro crítico, exemplo: o curso total da junta telescópica pode ser mais importante.

Entretanto, o fator mais importante que sobrepõe todas as falhas acima e o atraso que ocorre entre o movimento da embarcação e a mudança do ângulo da coluna de riser.

O atraso no recebimento de dados que resultam em uma posição pode causar instabilidade na posição da embarcação e o risco de perda dos risers no caso de exceder as limitações da junta telescópica.

Quando usado em conjunto com outros sistemas de referência de posição, ele não apresentará mudanças notáveis no valor do ângulo e, portanto o sistema de posicionamento dinâmico o considera como perfeito, aumentando o risco de uma perda de posição e possível desconexão do poço.

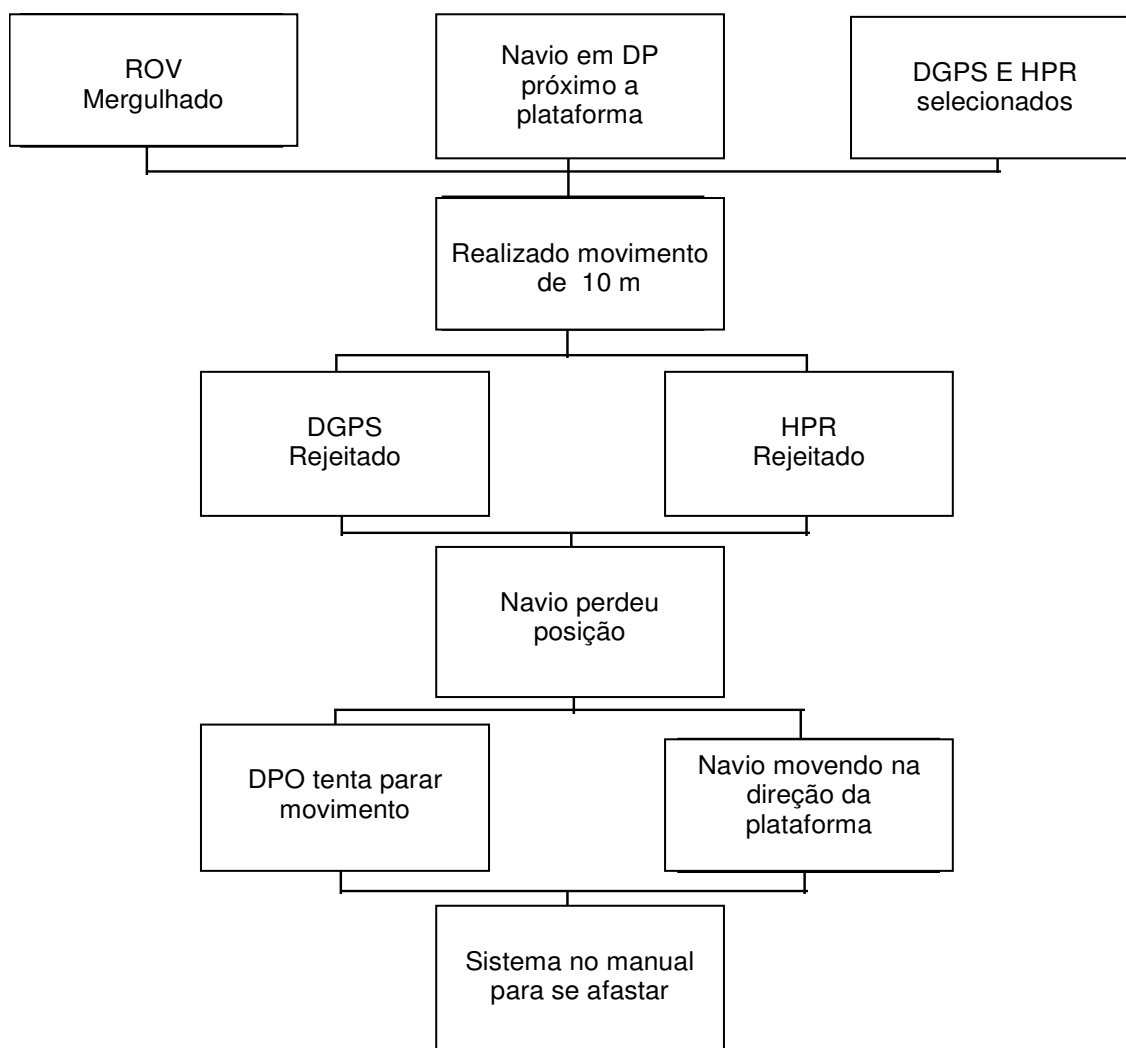
Em operação de perfuração em águas profundas o uso do ângulo do BOP pode ser um grande fator para a avaria dos risers, uma vez que a posição da embarcação é condição crítica para manter a coluna de riser dentro dos limites mecânicos de fabricação. A posição da embarcação é calculada para minimizar o ângulo da coluna e esforços de acordo com critérios pré-estabelecidos. É levado em consideração o comprimento da coluna desde o fundo do mar até a junta telescópica sofrendo ação das correntes de superfície entre outros, o posicionamento da unidade de perfuração é essencial para manter ângulos pequenos da coluna de risers.



Houve uma grande investigação após o incidente e parece incrível que um navio em bom tempo, com seis referências posição em linha e uma pequena variação de posição termine com um alerta vermelho seguido de desconexão de emergência. A razão foi que o sensor de ângulo do riser teve um aumento de peso

como sistema de referência e um atraso de atualização de 15-20 segundos, causando o aumento da excursão da sonda, levando-a a desconexão.

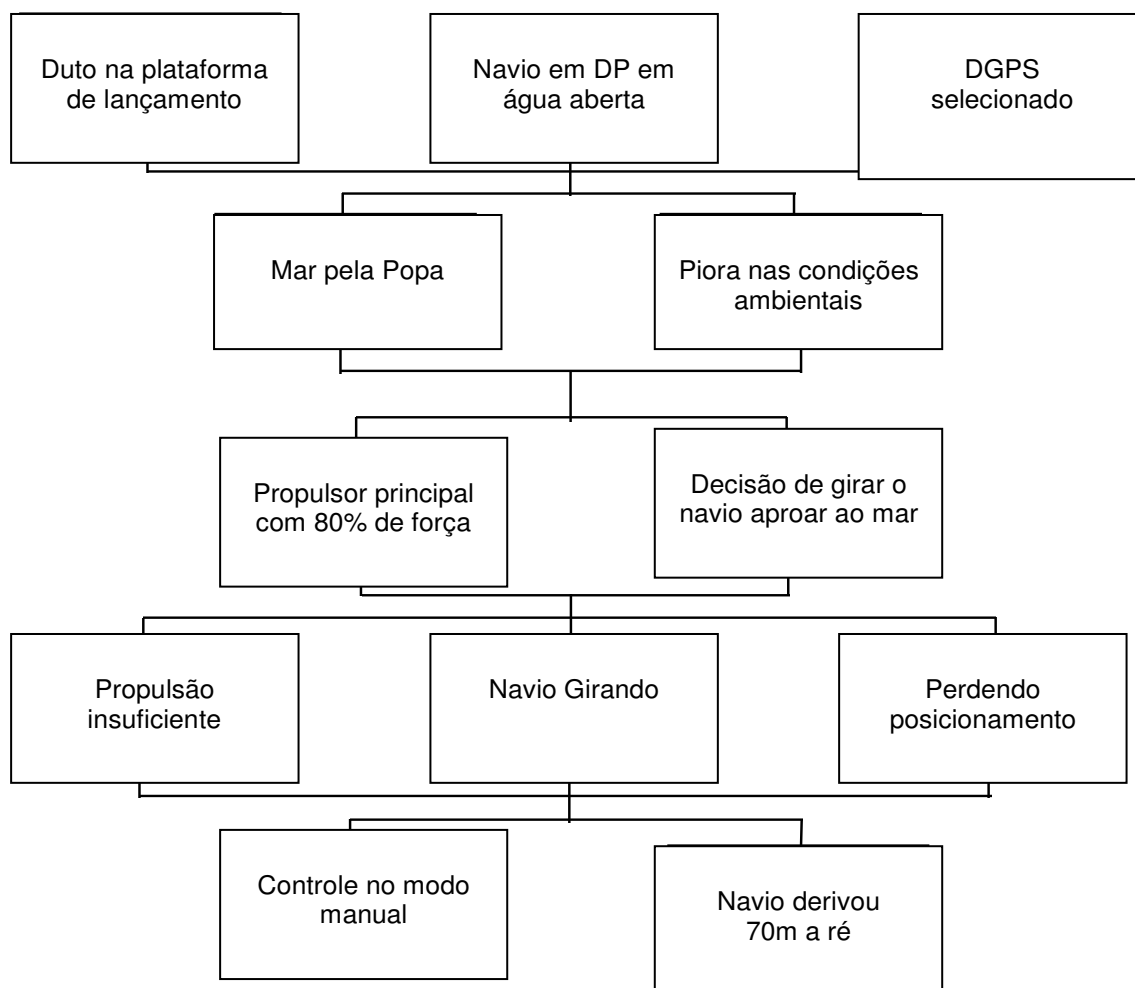
7.4 Seleção inadequada dos sistemas de referência



O navio não estabelecer claramente a causa deste incidente. Um movimento para boreste foi comandado para o navio que se moveu para bombordo. A impressora do DP mostrou que o sinal diferencial do DGPS estava dando o fora constantemente uma hora antes do incidente. Por isso, o estudo concluiu que a causa mais provável para o incidente foi a falha do DGPS, erro do operador ou ambos. Uma vez que a descarga forte dos propulsores teria afetado a recepção do

senal acustico recebido. Pelo menos três sistemas de referências de posição deveriam estar em linha.

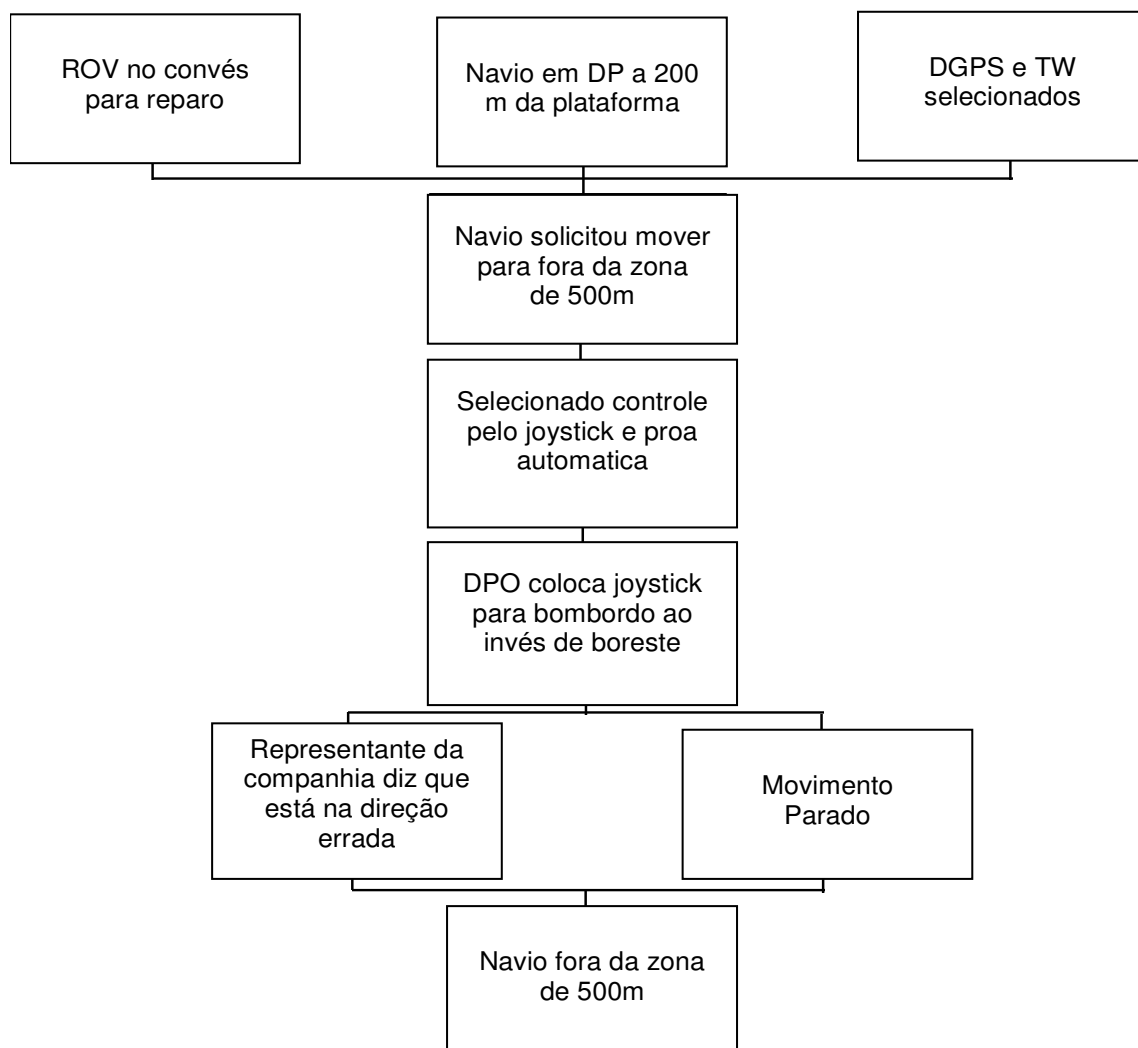
7.5. Transferência indevida de proa do modo automático para o manual



Sempre haverá uma perda de posição quando se realizar uma mudança grande e rápida no aproamento, especialmente se o navio tem como prioridade o aproamento. Nunca deve ser necessário colocar a proa no modo manual fora do software do DP a menos que o software não esteja operando corretamente ou não seja projetado para a operação que está executando. Neste navio os propulsores azimutais não estavam assistindo o comando para ré até que o propulsor

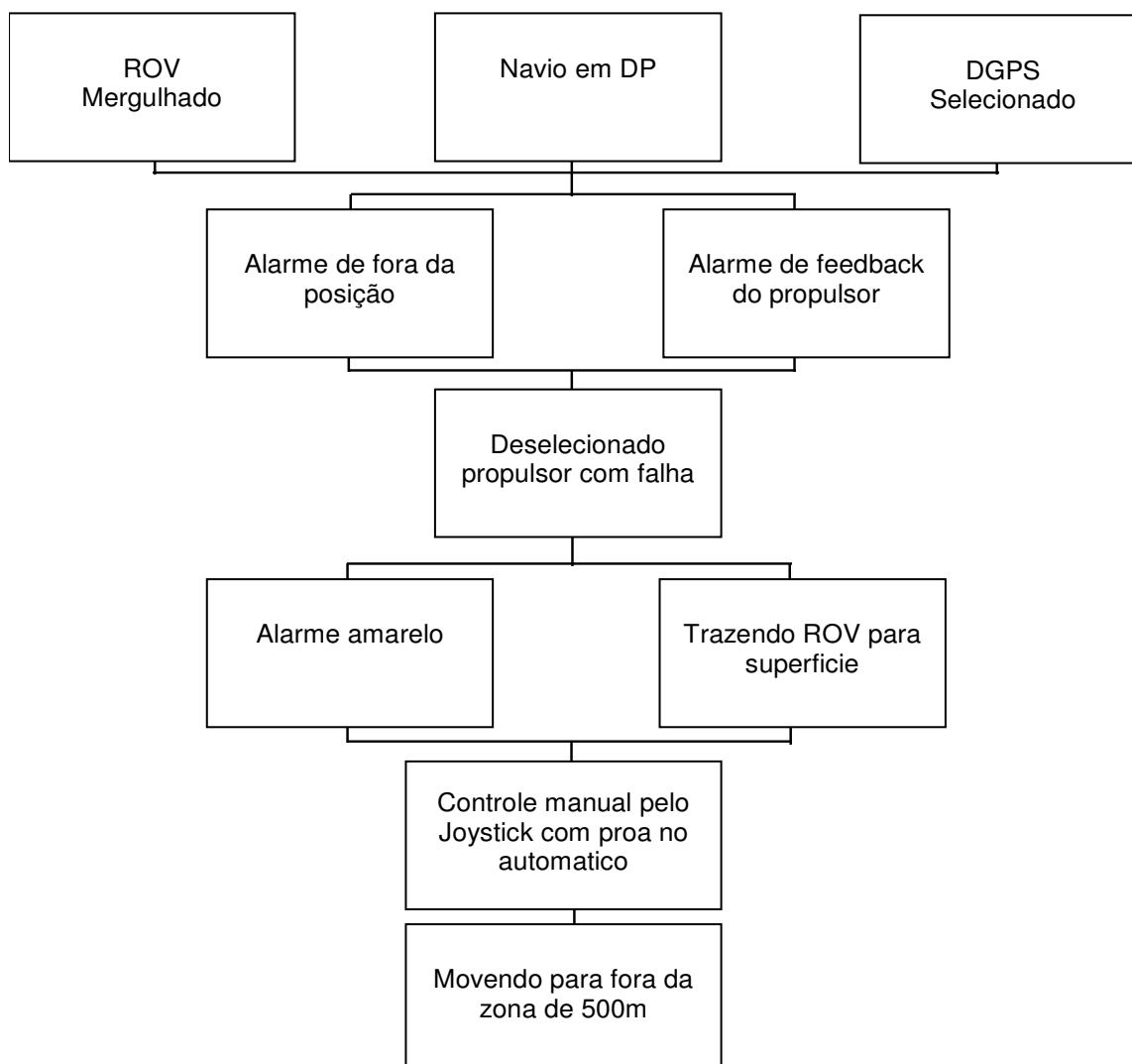
convencional atingisse 100% no passo. O navio não é o ideal para trabalhar com mar pela popa.

7.6 Fadiga



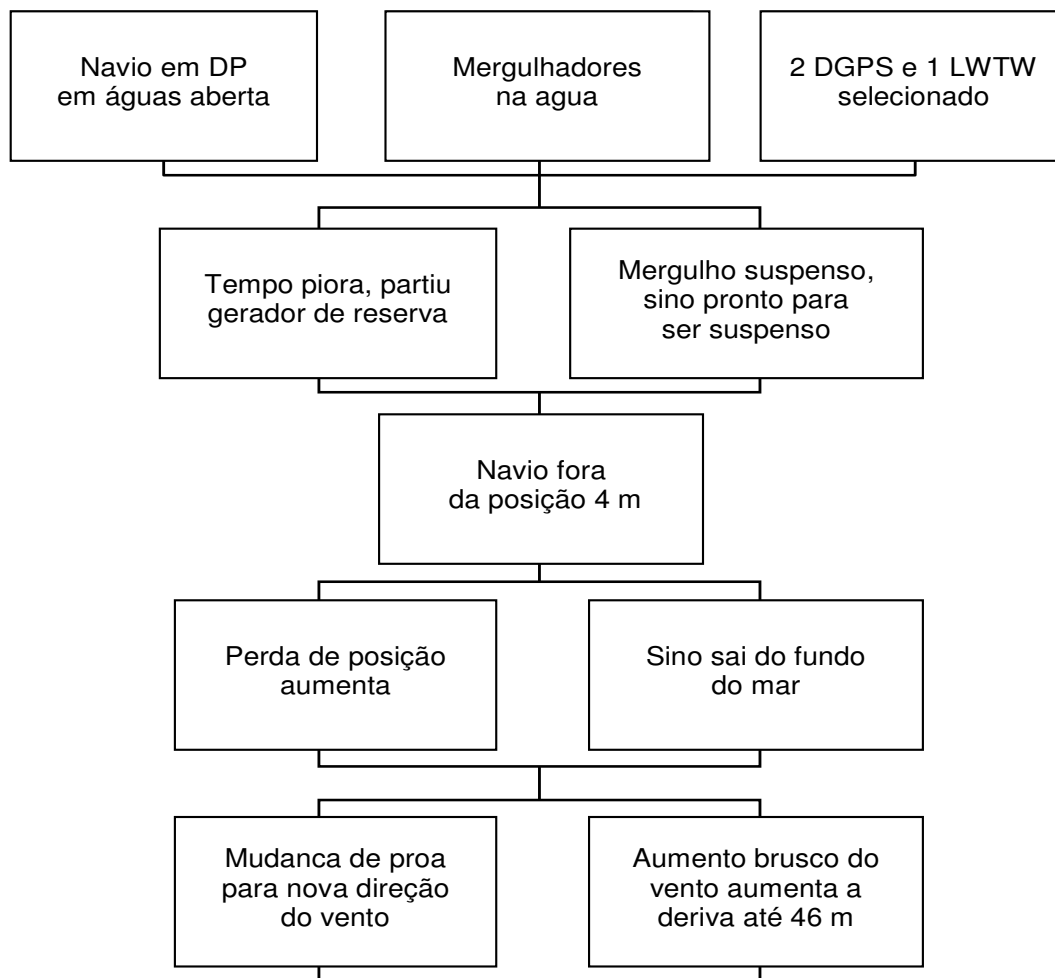
Mais da metade da direção da plataforma já havia sido percorrida. O operador estava trabalhando longas horas e estava confuso após monitorar o ROV por tanto tempo.

7.7 Falta de julgamento em situacao com potencial de risco alto



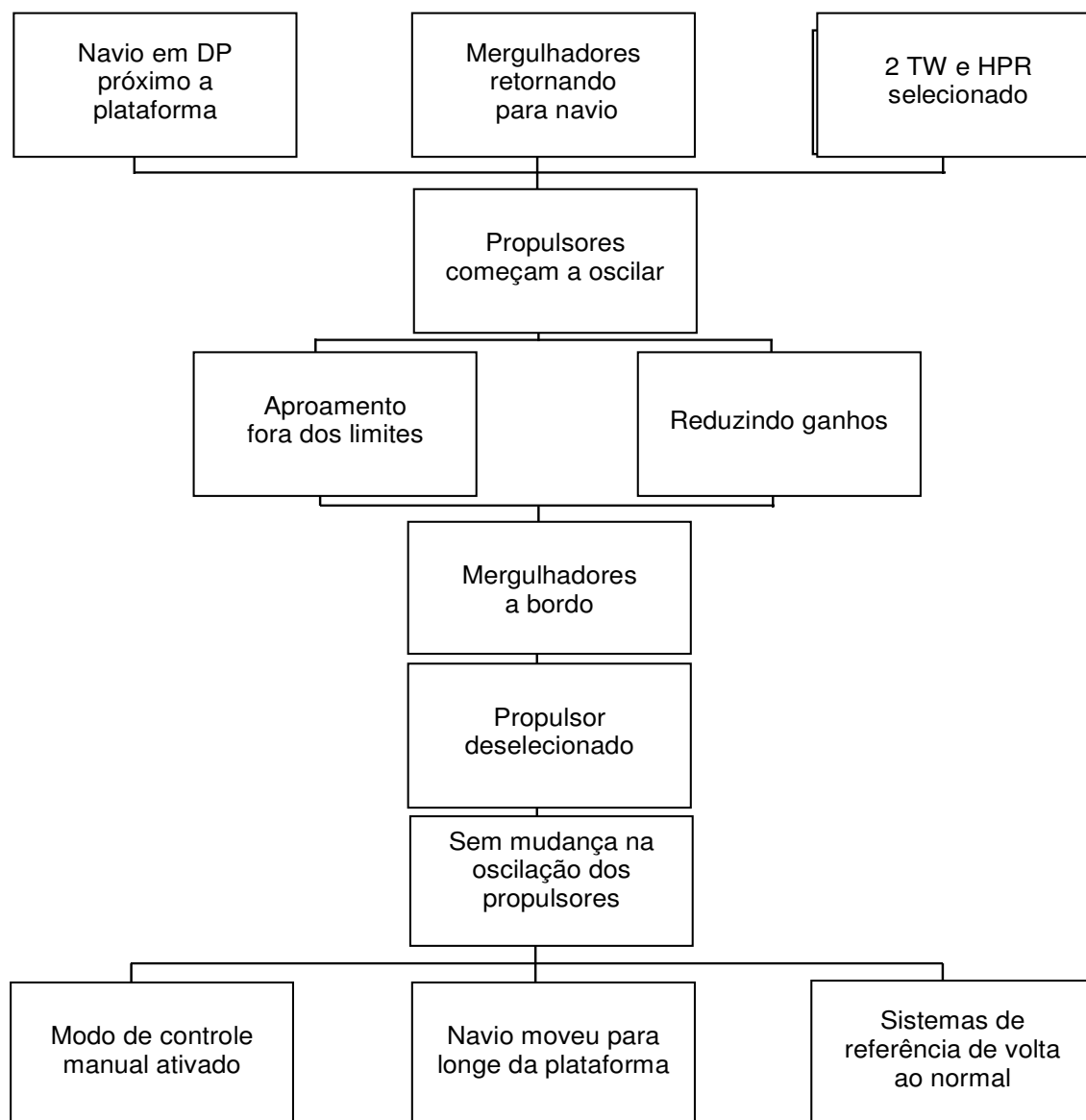
O operador deselecionou e seleccionou o propulsor várias vezes mas o sistema de controle DP não aceitou a entrada do mesmo. O propulsor foi parado e reiniciado e, em seguida, ele foi colocado na mesa. O propulsor deveria ter sido parado após o alarme já que a tentativa de recoloca-lo na mesa poderia ter causado um problema maior na posição do navio.

7.8 A vigia no passadiço



Quando a perda de posição ocorreu, as operações já haviam sido suspensas e os mergulhadores estavam voltando para o sino, um gerador adicional já estava na linha, de acordo com o aumento da carga. A súbita mudança de direção do vento e o aumento da força causaram que o navio lutasse para manter a posição, e conseqüentemente, perdeu a posição até que o aproamento fosse alterado. O navio foi pego por rajadas de vento e foi colocado para fora dos limites de segurança de trabalho. A falta de vigia constante nos radares foi observada pós incidente.

7.9 Erro de informação inserida no DP



O navio estava trabalhando em águas rasas e com um calado que estava muito diferente do assumido pelo software do DP. O aproamento foi o primeiro a oscilar e o efeito se propagou a todos os propulsores. O software foi recarregado, mas o problema não desapareceu. A oscilação diminuiu à medida que o navio que começou a lastrar chegando a um calado maior. Não se sabe o que desencadeou a oscilação, mas o navio teve a sorte de completar o mergulho.

CONCLUSÃO

A obtenção de um certificado do Instituto Náutico de DPO não garante a prestação de um DPO totalmente qualificado capaz de lidar com qualquer situação no sistema DP. O certificado fornece evidências de que um DPO foi treinado nos fundamentos de um sistema DP e pode necessitar de um navio adicional para treinamento de equipamento específico. Isto fica evidenciado no capítulo 7 que a causa primária de todos os incidentes descritos foram falhas dos operadores e como causa secundária a ineficiência ou falta de procedimentos adequados para operação.

Logo, a ação corretiva que deverá ser adotada a fim de mitigar riscos de novos incidentes como descritos neste trabalho é o desenvolvimento e melhoria permanente de procedimentos operacionais e a garantia que os operadores estejam devidamente cientes e treinados para realizar os mesmos. Conforme dito no início deste trabalho, vale realçar que o objetivo da criação e melhorias de tais procedimentos operacionais, não é tão somente evitar perdas financeiras a operadoras das embarcações, mas também evitar perda de vidas e poluição ao meio ambiente marinho.

REFERENCIAS

BOWDITCH, N. **The American Practical Navigator**. PUB NO.9 – 2002.

IMO Guidelines for vessels with dynamic positioning systems. MSC / Circ. 645 - Maio 94.

IMCA 117 Training and Experience of Key DP Personnel. MSC / Circ 738 IMCA Jan 96.

IMCA M103 Marine division Guidelines for the design & operation of dynamically positioned vessels. Fev 99.

IMCA M147 Station Keeping incidents report 1997 DP SI 8. Novembro 1998.

IMCA M147 Station Keeping incidents report 1996 DP SI 8. 1997.

BRAY, D. J. Oilfield Seamanship Series - Volume 9: Dynamic Positioning - 2nd Edition.

IMCA Safety Flash 09/08. Maio 08.

OPDOC NO 11 - DP operations information document. 5 Outubro 2000.

GITIRANA, G. Introdução e Familiarização para Operadores de Posicionamento em Navios-sonda e Plataformas de Perfuração. Monografia 2010.