



REVISTA

Naval e Oceânica

<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rno>

SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UM AHTS (ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY)

Electricity System of Production and Distribution in an AHTS (Anchor Handling Tug Supply)

Vinícius Rodrigues Nunes^{a,*}, Maria Francisca do Nascimento Oliveira^a, Carlos Vitor de Alencar Carvalho^a, Marcelo Musci^a.

Recebido em: 12 set. 2024 | Aceito em: 18 out. 2024

RESUMO

O sistema de produção e distribuição de energia elétrica em embarcações do tipo AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*) é fundamental para o seu funcionamento eficiente. Este trabalho explora a importância da energia elétrica de qualidade, destacando as principais máquinas e componentes envolvidos no fornecimento e na distribuição de energia. São discutidos os equipamentos essenciais e as dificuldades enfrentadas na ausência de eletricidade. Além disso, o estudo de caso de um navio AHTS específico ilustra a operação de um sistema elétrico de potência, enfatizando estratégias para maximizar a eficiência energética e reduzir perdas e custos operacionais. Essa análise é crucial para entender o papel vital da energia elétrica na segurança e eficácia das operações marítimas.

Palavras-chave: AHTS. Rebocador. Sistema elétrico.

ABSTRACT

The system of electricity production and distribution in AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*) vessels is essential for their efficient operation. This work explores the importance of quality electrical power, highlighting the main machines and components involved in the supply and distribution of energy. It discusses the essential equipment and the challenges faced in the absence of electricity. Additionally, a case study of a specific AHTS vessel illustrates the operation of a power electrical system, emphasizing strategies to maximize energy efficiency and reduce losses and operational costs. This analysis is crucial for understanding the vital role of electricity in the safety and effectiveness of maritime operations.

Keywords: AHTS. Tugboat. Electric system.

^aUniversidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

*Autor correspondente: niciussnunes@hotmail.com



1 INTRODUÇÃO

Atualmente, um fator importante para o transporte aquaviário no Brasil é a crescente demanda por exportação de petróleo, que torna esse modal mais relevante no mercado. A maior parte do petróleo extraído em águas brasileiras é destinada à exportação para países ao redor do mundo, tanto próximos quanto distantes. Segundo Di Luccio e das Dores (2016), os setores de construção naval e apoio offshore no Brasil experimentaram um crescimento significativo na década de 2000, impulsionados pela demanda crescente relacionada à exploração e ao desenvolvimento dos campos do pré-sal, além de fatores fiscais e regulatórios. Nesse contexto, destaca-se a prioridade na contratação de embarcações de bandeira nacional, conforme estabelecido pela regulação da Agência Nacional de Transportes Aquaviários.

Tendo em vista o crescimento naval brasileiro por conta do comércio, que é realizado entre os países, embarcações do tipo *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS), navios de reboque e manuseio de âncoras, vêm ganhando espaço por conta de terem papéis importantes nos portos nacionais. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Apoio Marítimo (ABEAM), esse tipo de embarcação corresponde em 18% da frota de apoio offshore no Brasil, ficando atrás apenas dos navios de tipo PSV/OSRV.

Este trabalho tem a finalidade de enfatizar a importância da produção e distribuição de energia elétrica em um AHTS de forma a detalhar os componentes principais e equipamentos necessários para a produção e distribuição de energia elétrica a bordo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AHTS (Anchor Handling Tug Supply)

Segundo Mattos (2009), o AHTS é uma embarcação que pode medir entre 60 e 80 metros de comprimento e possui potência (HP) de 6.000 a 20.000. Esta embarcação atua como rebocador, manuseador de âncoras, e transportes de suprimentos como tubos, água doce, óleo, lama, salmoura, cimento, peças etc.

Esta embarcação conta também com equipamentos de convés para auxiliar nessas operações, na Figura 1 pode-se ver de laranja um guincho, que é usado para fazer o reboque.

2.2 Operação de Manuseio de Ancoras e Guincho de Reboque

Manuseio de âncora é todo tipo de manobra utilizando âncoras. Também se pode referir a algum tipo de ancoragem de instalação na água, uma instalação móvel, e em um local seguro. O propósito da ancoragem é impedir a unidade marítima ou navio se mover na água.

Os navios do tipo AHTS contam também com um guincho utilizado para rebocar navios, barcos e plataformas de petróleo.

Figura 1 - AHTS Sea Badger



Fonte: PodernaVal (2018).

2.3 Sistema Propulsivo

A propulsão naval passou por muitas fases desde o início das embarcações, no início, utilizavam-se remos, depois passou-se a utilizar velas e posteriormente a propulsão mecânica. Mas quando se fala da maioria das propulsões utilizadas nos dias de hoje, Fonseca (2005) faz uma colocação, informando que a energia mecânica necessária para a propulsão é gerada por máquinas, que podem ser a vapor ou motores de combustão interna. Essas máquinas transmitem um movimento rotacional a uma linha de eixos, na extremidade da qual está fixada uma hélice.

Furtado (2014, p. 14) tem um ponto de vista interessante, onde ele ressalta que antigamente, a maioria dos AHTS tinha o modelo de propulsão diesel mecânico, ou seja, toda a propulsão dependia de máquinas a diesel. Isso se devia ao fato de que o principal foco era o *bollard pull*, a capacidade de reboque parado de uma embarcação, ou seja, uma força muito grande para exercer a chamada tração estática.

Ultimamente, porém, tem sido estudada a união de motores elétricos e motores a combustão, visando assim obter uma maior eficiência diminuindo o consumo de combustível e conseqüentemente os custos sem afetar na potência da embarcação.

De acordo com o exposto, alguns novos navios têm se adaptado a um novo modelo de sistema propulsivo, o sistema híbrido. Este sistema faz com que haja uma eficiência maior e um ótimo custo-benefício em relação aos gastos com combustível quando comparados a navios que utilizam apenas motores a combustão, o sistema híbrido é capaz de obter grande eficiência. Os maiores navios de manuseio de âncoras (AHTS) atualmente empregados no Brasil utilizam

sistemas de propulsão híbrida fornecida pela Wärtsilä, com um consumo de combustível bem inferior ao esperado para embarcações de seu porte (OTC Brasil, 2013).

A utilização desse método ajuda na diminuição de gases poluentes, tendo em vista que a quantidade de combustível é diminuída pelo fato de parte da energia ser gerada através do próprio motor.

Além de um bom sistema propulsivo é de grande importância que os navios tenham pelo menos dois sistemas elétricos independentes como forma de redundância (Boeta, 2013).

Além da propulsão principal comum em todos os navios de médio/grande porte, os navios AHTS possuem propulsores azimutais, que auxiliam na manobrabilidade da embarcação, tendo em vista que uma embarcação desse tipo precisa de precisão em relação a posicionamento dinâmico para auxiliar nas manobras de ancoragem e reboque.

2.4 Sistemas Elétricos

De acordo com Navarro (2015, p. 25), “a geração e distribuição de energia elétrica em navios tem grande importância, pois é a principal responsável pelo funcionamento de todos os equipamentos elétricos que são utilizados a bordo.” Equipamentos esses que são necessários para funcionamento do navio, como sensores, sistemas de iluminação, bombas, compressores, aquecedores, refrigeradores, computadores e outros itens. Além disso, se tornou indispensável por conta do tamanho conforto proporcionado pela energia elétrica, melhorando a vida dos navegantes e trazendo qualidade e segurança.

Em navios de pequeno porte na maioria das vezes se utiliza um banco de baterias. Isso porque a potência e tempo requeridos não são tão altos e são suficientes até uma próxima recarga. Já nos navios AHTS, onde se precisa de energia elétrica para muito tempo em mar e também há uma série de equipamentos essenciais para funcionamento, o gerador elétrico é utilizado para suprir a demanda elétrica. Dependendo do AHTS, usa-se bancos de bateria junto com geradores no sistema elétrico da embarcação.

Além de geradores e baterias, outros equipamentos elétricos também são de extrema importância para o funcionamento do sistema geral. Tais como, painéis elétricos, transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, alternadores entre outros que serão abordados nesse estudo.

2.5 Geradores de Energia

Os geradores de energia são de fundamental importância em uma embarcação do tipo AHTS, pois eles são os principais responsáveis pela ligação de equipamentos a bordo. Há vários

tipos de geradores de energia existentes, dentre eles, o eólico, químico e térmico. Porém o mais comumente utilizado é o gerador mecânico, que tem a função de transformar energia mecânica em energia elétrica.

Os geradores utilizados em navios AHTS funcionam com motores que utilizam combustíveis (geralmente óleo diesel) para movimentar um motor, a rotação desse motor é transferida para um alternador que irá transformar a energia mecânica em energia elétrica.

Há diversos geradores elétricos no mercado classificados de acordo com a potência necessária, e é de extrema importância saber a carga utilizada na embarcação para definição de qual gerador será utilizado. Para seleção dos geradores elétricos é necessário o conhecimento da potência instalada requerida que será aquela obtida no balanço energético para a atividade com maior demanda.

2.6 Energia de Terra

Para fornecer a energia necessária à embarcação enquanto ela está atracada no porto, utiliza-se uma tomada trifásica de energia, localizada na parte externa da embarcação e de fácil acesso para os funcionários do porto. Essa tomada é conectada diretamente ao quadro elétrico de emergência da embarcação, permitindo alimentar todas as cargas elétricas essenciais ligadas a esse painel, mantendo assim os geradores principais e de emergência desligados (Navarro, 2015).

2.7 Transformadores de Potência

Em um navio AHTS, há cargas que precisam de tensões baixas, como iluminação, tomadas 127v/220v, ventiladores, etc. Mas também há cargas que necessitam de um nível maior de tensão, como bombas, motores e propulsores auxiliares.

Em resumo, os transformadores são equipamentos utilizados para quando se há necessidade de uma redução ou um aumento de tensão.

2.8 Quadro Elétrico

O quadro elétrico é de extrema importância em um sistema elétrico, em geral ele é responsável pela organização e distribuição da energia elétrica em uma embarcação. O funcionamento é simples, a energia elétrica chega no quadro proveniente de uma fonte geradora e é distribuída para as cargas.

A principal função de um quadro de distribuição é possibilitar que circuitos individuais retirem energia de disjuntores devidamente classificados e isolados. Dessa forma, em caso de falha, minimiza-se o risco de interrupção na alimentação do restante do sistema.

Um quadro de distribuição é também responsável por armazenar equipamentos como fusíveis, disjuntores e unidades de proteção, como relés. A função do quadro elétrico é fazer a distribuição de energia elétrica para todos os pontos onde é demandada. Normalmente o quadro elétrico é disposto de apenas uma fonte de alimentação e conta com um disjuntor principal. Além disso, conta também com um dispositivo de proteção de fuga de corrente ou de terra.

Os quadros elétricos também podem ser subdivididos em subtipos, como quadro elétrico principal, quadros elétricos auxiliares, quadros de força, quadro de emergência, entre outros.

Outros componentes contidos em quadros elétricos são:

- **Centro de Controle de Motores:** Os centros de controle do motor são normalmente utilizados para acionamento de motores de corrente alternada trifásicos em baixa tensão (220 a 440 volts). Porém existem centros de controle de motores de média tensão que acionam motores a uma tensão que varia de 2300 V a 15000 V. Estes por sua vez utilizam contatores a vácuo para acionamento e compartimentos separados para comutação de potência e controle.
- **Painel de Comando e Controle:** Um painel de comando e controle em um navio pode ser usado para diversas finalidades. De acordo com o site Nauticexpo (2017), o campo de aplicação típico para painéis de comando e controle em uma embarcação é no controle e monitoramento de motores de propulsão, caixa redutora, caixa de velocidades híbrida, geradores, guinchos, tratamento de água doce e outros.
- **Dispositivos de proteção:** São dispositivos utilizados para a proteção de equipamentos elétricos, buscando assim, evitar perdas de equipamentos, falhas em sistemas, acidentes e proporcionar alta qualidade no fornecimento de energia. De acordo com Costa (2018) “Os principais equipamentos de proteção dos sistemas elétricos, são encarregados da retirada rápida do elemento (equipamento, barra ou seção de linha) quando este está em curto-circuito ou operação anormal de funcionamento, impedindo que o problema se propague a outros elementos do sistema.”
- **Fusíveis:** São dispositivos de proteção, utilizados para proteção contra sobrecorrente (curto-circuito) e sobrecarga de longa duração.

- **Disjuntores:** Os disjuntores têm a mesma função dos fusíveis: abrir o circuito quanto a corrente está acima do suportado. Além disso, carrega uma grande vantagem, que é a de não precisar ser trocado quando é acionado, diferentemente dos fusíveis.
- **Chaves Seccionadoras:** A chave seccionadora é um interruptor de desativação que tem a capacidade de interromper a energia para um circuito elétrico ou a um grupo de circuitos elétricos. Elas são utilizadas muitas vezes como forma de desligamento para manutenção de circuitos elétricos, dando uma maior segurança para os operadores. Também pode ser utilizada como forma de segurança, caso ocorra algum surto no sistema, podendo ser rapidamente aberta, interrompendo assim a passagem de energia elétrica.

3 METODOLOGIA

Segundo Pedron (2001, p.27), metodologia “é uma ciência que nos ensina um caminho para chegarmos a um fim científico.”

De acordo com Cervo e Bervian (2002, p. 63) pesquisa “é atividade voltada para a solução de problemas teóricos ou práticos com o emprego de processos científicos. A pesquisa parte pois de uma dúvida ou problema e com o uso do método científico, busca uma resposta ou solução.”

Este trabalho é uma pesquisa exploratória, que conforme Andrade (1999), oferece informações detalhadas sobre um tema específico, auxilia na delimitação do assunto de um trabalho, define objetivos ou formula hipóteses de pesquisa, além de possibilitar a descoberta de novos enfoques para o projeto em questão. Por meio de pesquisas exploratórias, avalia-se a viabilidade de desenvolver uma pesquisa sólida sobre o tema escolhido.

Para Cervo e Bervian (2002), caracteriza-se também como um estudo de caso, já que é uma pesquisa sobre determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade que seja representativo de seu universo, utilizada para examinar aspectos variados de sua vida. O caso em questão é o estudo do sistema elétrico instalado em uma embarcação do tipo AHTS.

Uma das limitações desta pesquisa diz respeito à sua abrangência. O fato de ser um estudo de caso de apenas uma embarcação, impede que os resultados possam ser generalizados. Outro fator limitante foi a profundidade da pesquisa, pelo fato de as empresas reterem muitas informações de projeto das embarcações desse tipo por questões políticas, a pesquisa ficou limitada em informações disponíveis na internet e visitas in loco.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Será relatado uma breve descrição da embarcação alvo desse estudo, facilitando a contextualização da pesquisa. Em seguida, realizar-se-á uma descrição do seu sistema elétrico, por fim, serão apresentados e analisados os resultados obtidos de maneira que se possa responder aos objetivos da pesquisa.

Esta embarcação (Figura 2) é um rebocador do tipo AHTS que tem como finalidade principal o manuseio de âncoras, foi construído pela empresa Wartsila com foco em eficiência, e baixo consumo de combustível. Além disso também se destina a fazer reboque de plataformas e envio de suprimentos que podem ficar armazenados em tanques que existem abaixo do convés principal.

Figura 2 - WSD 4628 AHTS



Fonte: Wartsila (2015).

4.1 Dados Técnicos da Embarcação em Estudo

- Nome: WSD 4628 AHTS
- Ano de Construção: 2015
- País: Finlândia
- Comprimento Total: 83m
- Peso Morto: 3500 Toneladas
- Área de Convés: 670m²
- Velocidade Máxima: 15,6 nós
- Bollard Pull (Tração Estática): 180T

- Comprimento entre Perpendiculares: 74,6m
- Boca Moldada: 20m
- Calado: 6m
- Arqueação Bruta: 83238
- Tonelagem Bruta: 83238 ton.
- Dispositivos de Posicionamento: Fwd. *tunnel thrusters* 2 x 830 kW

4.2 Máquinas do Convés

Esta embarcação tem em seu convés, equipamentos que a auxiliam a fazer o que a embarcação se destina, utilizando de equipamentos com grande capacidade de carga e movimentação. Pode-se observar com mais detalhes a localização de duas máquinas de convés presentes, o braço hidráulico e o guindaste.

- **Braço Hidráulico:** O braço hidráulico do WSD 4628 tem como finalidade fazer a transferência de cargas tanto do píer para o navio quanto do navio para a plataforma. São manuseados hidráulicamente, não necessitando de energia elétrica para seu funcionamento. Ele tem capacidade de carga de até 3 toneladas.
- **Manipulação de ancoras e guincho de reboque:** A embarcação conta também com um guincho auxiliar para carregar equipamentos, tendo uma capacidade de carregamento de até 400t de acordo com a fabricante do navio. Dando a embarcação grande autonomia para manusear ancoras e puxar navios e plataformas.

4.3 Sistema Elétrico Geral do Navio

A Wartsila, empresa fabricante do navio, estabeleceu um sistema elétrico que auxiliasse na redução de combustível e que contasse com grande eficiência, evitando grandes perdas.

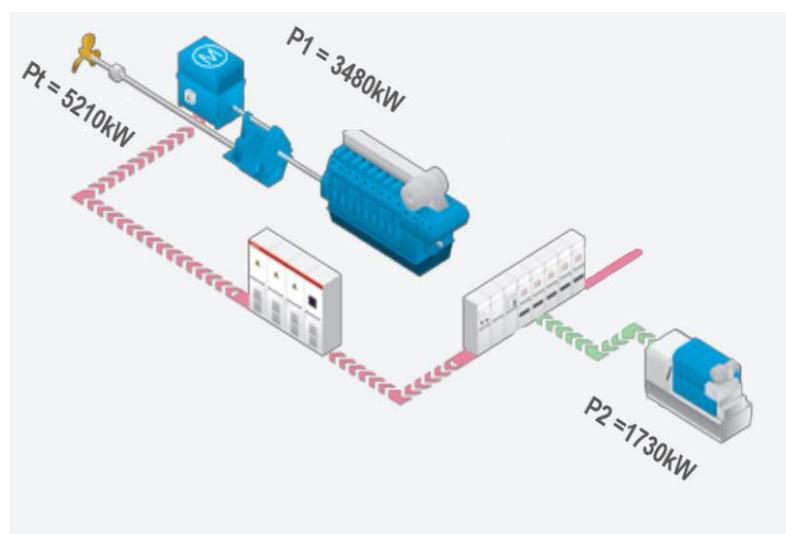
Esse navio conta ainda com um sistema propulsivo híbrido, combinando potência mecânica produzida por motores diesel e energia elétrica que provém de motores elétricos. A eletricidade nesse navio não é necessária somente para alimentar as cargas elétricas, mas é também utilizada para alimentar motores elétricos que vão ser responsáveis por parte da potência da embarcação.

Este tipo de propulsão híbrida possui a tendência de crescimento. De acordo com informações fornecidas pela empresa Wartsila (2015), em estudos feitos, foi constatado que a união dos motores a diesel e motores elétricos nessa embarcação faz com que haja uma redução

de aproximadamente 17% no consumo de combustível, gerando assim, grande economia para a classe.

Os motores elétricos não contam com energia elétrica que vem dos geradores principais, mas sim com um sistema de geração de energia independente, que provém do gerador 6l, tendo um grupo motor gerador que alimenta 1 painel elétrico onde pode-se determinar quanto de energia irá para o motor e quanto irá para as outras cargas do navio. Há também um segundo painel elétrico antes da chegada da energia ao motor elétrico. Na Figura 3, pode ser visto como a embarcação funciona quando se requer a potência total, utilizando tanto o motor elétrico quanto o motor a diesel.

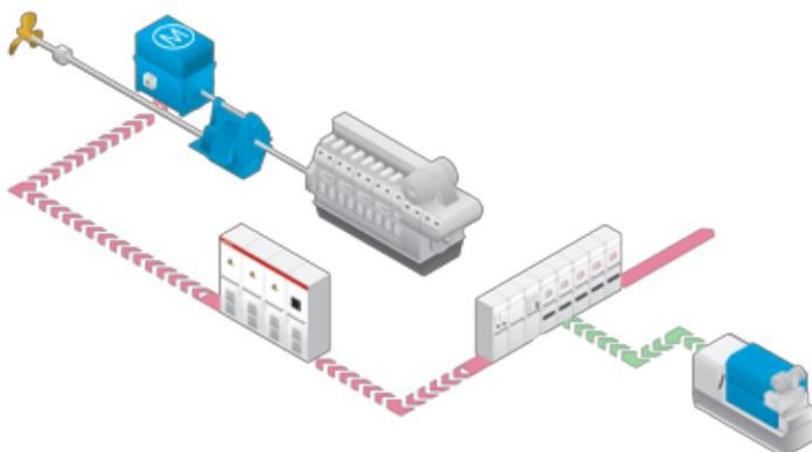
Figura 3 - Sistema com Força Total



Fonte: Adaptado de Xiao *et. al.* (2016).

Há também a possibilidade de se operar com baixas velocidades, não precisando do motor a diesel e diminuindo a necessidade de manutenção dele. É também uma boa alternativa para casos em que o motor principal apresente problemas. Os geradores auxiliares podem também enviar uma parte para a propulsão e outra parte da energia para alimentar as outras cargas elétricas do navio. O esquema pode ser visto na Figura 4.

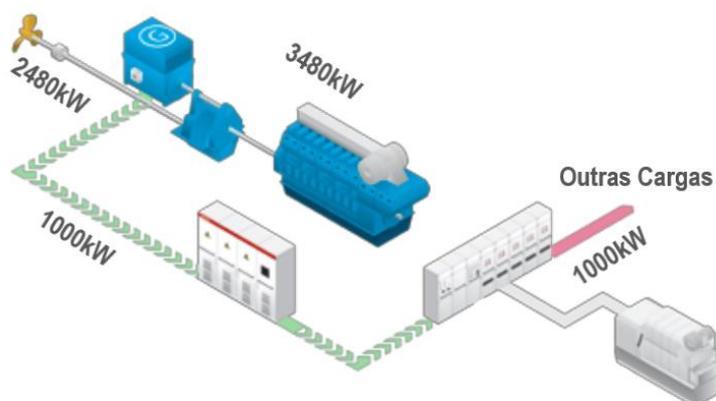
Figura 4 - Sistema Sem o Motor Principal



Fonte: Adaptado de Xiao *et. al.* (2016).

Uma outra característica encontrada na propulsão utilizada nesse navio, é a capacidade de gerar energia através da energia mecânica. Quando o motor principal fornece energia necessária para a propulsão do navio e os grupos geradores se encontram desligados os alternadores fazem a função de converter energia mecânica em energia elétrica, dando autonomia para que as cargas do navio sejam alimentadas através de energia provinda do motor de propulsão a diesel, como pode ser visualizado na Figura 5.

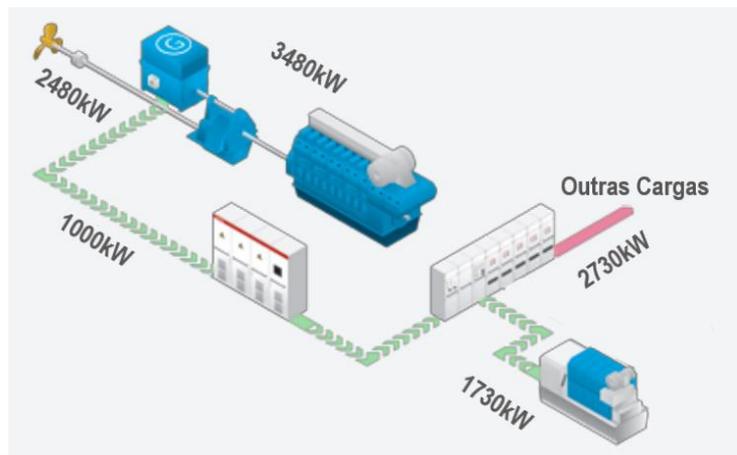
Figura 5 - Sistema Sem o Gerador Auxiliar



Fonte: Adaptado de Xiao *et. al.* (2016).

Há também casos em que a energia necessária para a propulsão e para as cargas do navio é maior do que os geradores principais podem fornecer por si mesmos. Nestes casos, o motor diesel principal trabalha com carga total e parte da energia é convertida em energia elétrica para suprir as outras cargas do navio. Na Figura 6 pode-se observar um exemplo deste caso.

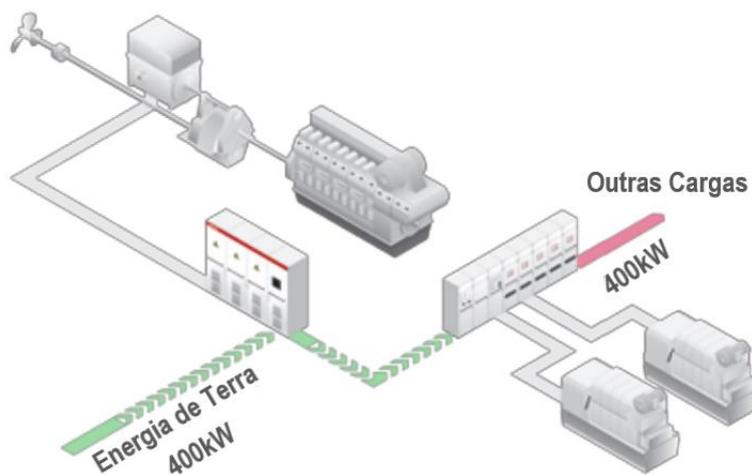
Figura 6 - Sistema Fornecendo Energia Para o Navio



Fonte: Adaptado de Xiao *et. al.* (2016).

O último caso estudado é de quando o navio está parado no porto ou no estaleiro, nesse caso, as máquinas propulsoras não ficam em funcionamento, nem os geradores principais, sendo utilizado nesses casos a energia de terra para alimentar as cargas do navio, como mostrado na Figura 7.

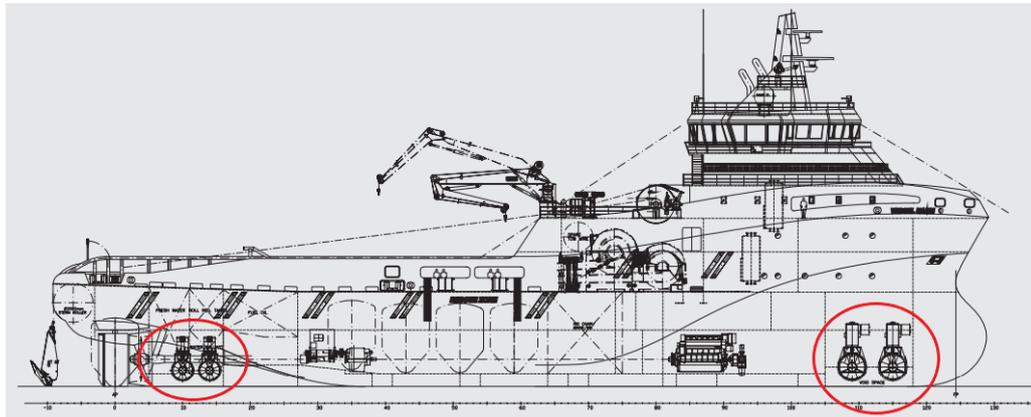
Figura 7 - Sistema de Energia de Terra



Fonte: Adaptado de Xiao *et. al.* (2016).

O navio também é munido de 4 propulsores auxiliares chamados *thrusters*, eles contam com energia elétrica que provém dos grupos geradores principais. A localização dos *thrusters* pode ser visualizada na Figura 8. Os *thrusters* à vante são os *AFT Tunnel Thrusters* e os a ré são os *Bow Thrusters*.

Figura 8 - Sistema de Propulsão Auxiliar



Fonte: Adaptado de Wartsila (2015)

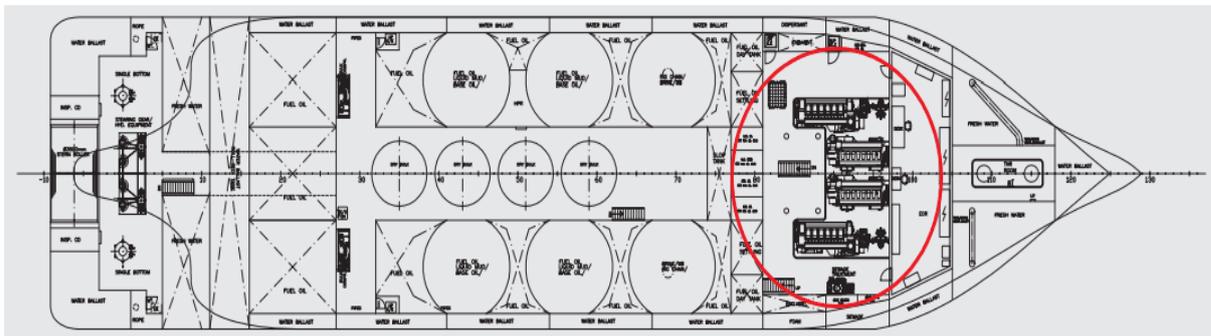
Para acionamento dos *thrusters*, há para cada motor uma seccionadora e um acionador de motor, como pode ser observado no Anexo A, visando segurança e independência dos motores, assim, caso algum desses motores pare de funcionar, é possível que seja feita a manutenção sem precisar interromper o funcionamento dos outros /motores, seccionando a energia elétrica apenas do motor desejado.

Os TT AFT 1 e 2 contam com potências de 600kW e os TT BOW 1 e 2 contam com potências de 830kW, bem diferente da propulsão principal que tem uma potência máxima de 5210kW. São sistemas independentes, portanto não precisam ser utilizados ao mesmo tempo, podendo utilizar de acordo com a necessidade.

4.4 Grupo Motor Gerador Principal

O grupo motor gerador pode ser encontrado na proa da embarcação, como mostra a Figura 9. É um conjunto entre motor e gerador que transforma a energia mecânica do motor a combustão em energia elétrica.

Figura 9 - Localização dos Geradores



Fonte: Adaptado de Wartsila (2015)

O grupo gerador utilizado na embarcação é o grupo gerador 8126 da empresa Wartsila, que tem dimensões de acordo com a tabela 1. De acordo com suas especificações técnicas, ele tem capacidade máxima para fornecimento de 2600 KW de potência, porém, a eficiência do alternador é de 96%, fazendo com que o gerador forneça 2496KW de potência descritos no diagrama elétrico do Anexo A. As dimensões do gerador estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões do Gerador

Parâmetro	Dimensão (m)
Altura	3,12m
Largura	8,16m x 2,3m
Peso	42,9T

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A embarcação apresentada conta com 2 geradores principais que fornecem 2495kW de potência, esses geradores são responsáveis pela alimentação de todas as cargas presentes no navio e pelos propulsores auxiliares, já que é um navio que utiliza motores de energia elétrica na parte auxiliar. Esses geradores são ligados por um motor a diesel cada um com capacidade de 900rpm. O gerador pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 - Gerador Principal



Fonte: Wartsila (2015)

Os geradores principais são interligados por um disjuntor de interligação chamado disjuntor “*tie*”. Em condições normais de operação, os lados do barramento funcionam de forma independente com o disjuntor “*tie*” aberto. Caso haja alguma emergência, o navio pode fazer o

fechamento do disjuntor “*tie*” e operar apenas com as cargas consideradas críticas no navio para não ultrapassar o limite do gerador, tendo assim um bom sistema de redundância.

4.5 Transformadores

O navio é composto por 6 transformadores com relações de transformação diferentes em cada um deles. A partir da energia gerada, a tensão de 690V chega em quadros elétricos que vão alimentar cargas que necessitem dessa tensão. Enquanto isso, parte dessa energia passa por um transformador abaixador que vai transformar por meio de suas bobinas, a tensão de 690V em 450V, para alimentar outras cargas do navio que necessitem de 450V de tensão. A tensão vai para os quadros elétricos e posteriormente para as tomadas, que vão alimentar as cargas específicas, geralmente essa tensão é requerida em motores, bombas e compressores.

Outra parte segue para outro transformador abaixador de tensão que transformará 450V em 230V para alimentar assim, o restante das cargas que precisam dessa tensão, como iluminação, equipamentos eletrônicos, geladeiras, entre outros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve a finalidade de identificar os componentes principais dos sistemas elétricos de potência de um navio de reboque e manuseio de âncoras, dos principais equipamentos que são utilizados desde o início, na geração da energia elétrica, passando pela distribuição, e chegando até o objetivo final, que é alimentar cargas tanto básicas, como iluminação e tomadas, quanto cargas que influenciam diretamente na propulsão da embarcação.

Os principais equipamentos elétricos foram explicados com o objetivo de haver compreensão da finalidade de cada um deles, mostrando que cada único equipamento, por menor que seja, é fundamental para que haja completa segurança no sistema. Além disso, é fundamental que no navio tenha pelo menos mais de uma fonte geradora de energia, fazendo com que haja redundância no sistema, trazendo qualidade na geração e na distribuição de energia elétrica.

No presente resultado pôde-se observar uma embarcação específica como exemplo, com a finalidade de demonstrar na prática como as embarcações atuais estão utilizando a tecnologia para fazer o melhor uso da energia elétrica.

Além disso, foi importante notar que o sistema de distribuição através de cabos e barramentos é tão importante quanto a geração, pois através deles, a energia poderá chegar com

segurança ao seu destino, evitando perdas desnecessárias durante o caminho e fazendo a energia chegar com qualidade.

O WSD 4628 não só utiliza a energia elétrica para alimentar suas cargas, como também utiliza boa parte dela para uma melhor eficácia da sua propulsão, tendo nela um sistema de propulsão híbrida que faz com que haja uma economia de combustível e uma fonte a mais de energia, fazendo o aproveitamento da energia mecânica com a geração de energia elétrica através de alternadores.

REFERÊNCIAS (Estilo APA)

- Andrade, M. M. (1999). *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação* (4th ed.). São Paulo: Atlas.
- Boeta, M. M. (2013). *Redebim. Marinha do Brasil*. <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000005/00000520.pdf>
- Cervo, A. L., & Bervian, P. A. (2002). *Metodologia científica* (5th ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Costa, G. (2018, Setembro 24). Diferentes tipos de quadros de distribuição. *Net Eletrica*. <https://blog.neteletrica.com.br/diferentes-tipos-de-quadros-de-distribuicao/>
- Di Luccio, F. B., & Das Dores, P. B. (2016, Outubro 7). BNDES. https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9581/2/BS%2043%20O%20mercado%20de%20apoio%20offshore%20%E2%80%93%20panorama%20e%20perspectivas_P_BD.pdf
- Fonseca, M. M. (2005). *Arte Naval* (2nd ed., Vol. I). Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha.
- Furtado, A. B. (2014). *Redebim. Marinha do Brasil*. <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000004/00000446.pdf>
- Galante, A. (2018, Abril 16). Marinha compra um quarto navio AHTS, o "Sea Badger". *Poder Naval*. <https://www.naval.com.br/blog/2018/04/16/marinha-compra-um-quarto-navio-ahts-o-sea-badger/>
- Mattos, S. (2009, Junho 30). Projeto Memoria: Navios de Apoio Offshore. <http://www.projetomemoria.org/2009/06/navios-de-apoio-offshore/>
- Nauticexpo. (2017, Março 24). Noris Group GmbH. <http://www.nauticexpo.com/pt/prod/noris-group-gmbh/product-36035-502855.html>
- Navarro, L. C. (2015, Março). Sistema de geração e distribuição de energia elétrica em uma embarcação de suporte às plataformas de perfuração. *Docplayer*. <https://docplayer.com.br/12180732-Sistema-de-geracao-e-distribuicao-de-energia-eletrica-em-uma-embarcacao-de-suporte-as-plataformas-de-perfuracao-dre-108089546.html>

OTC Brasil. (2013, Outubro 30). Wartsila apresenta sistema híbrido. TN Petróleo. <https://tnpetroleo.com.br/noticia/wartsila-apresenta-sistema-hibrido/>

Pedron, A. J. (2001). Metodologia científica: auxiliar do estudo, da leitura e da pesquisa (3rd ed.). Brasília: Do autor.

Wärtsilä. (2015, April 21). Wärtsilä launches new innovative AHTS vessel design at Sea Asia exhibition. <https://www.wartsila.com/media/news/21-04-2015-wartsila-launches-new-innovative-ahts-vessel-design-at-sea-asia-exhibition>

Xiao, N., et al. (2016). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 157, 012034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/157/1/012034>