

**MARINHA DO BRASIL  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS DA MARINHA  
MERCANTE**

**Gustavo Camilo dos Santos**

**A importância dos Geradores em uma embarcação AHTS**

**RIO DE JANEIRO  
2015**

# **A importância dos Geradores em uma embarcação AHTS**

**Gustavo Camilo dos Santos**

Projeto de monografia apresentado como exigência para obtenção do título de bacharel em ciências náuticas do curso de formação de oficiais de náutica/máquinas da marinha mercante, ministrado pelo CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA.

orientador: Msc. Luiz Otávio Ribeiro Carneiro

**RIO DE JANEIRO**

**2015**

# **A importância dos Geradores em uma embarcação AHTS**

**Gustavo Camilo dos Santos**

Projeto de monografia apresentado como exigência para obtenção do título de bacharel em ciências náuticas do curso de formação de oficiais de náutica/máquinas da marinha mercante, ministrado pelo CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA.

orientador: Msc. Luiz Otávio Ribeiro Carneiro

Data da aprovação: / /

Orientador: Prof. Luiz Otávio Ribeiro Carneiro

---

Assinatura do orientador

**RIO DE JANEIRO**  
**2015**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço Primeiramente a Deus que me permitiu chegar até aqui.

A minha esposa e minha Filha que me apoiaram e incentivaram em todos os momentos deste caminho.

Aos meus Pais, que me incentivaram e apoiaram nos momentos decisivos de minha Vida

Aos Alunos do Curso APMA-2015, pois a ajuda e o incentivo de todos foi fundamental para conclusão de mais uma jornada.

Ao corpo docente do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha pelo aprendizado proporcionado, em especial ao Mestre Luiz Otavio que me orientou na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1.0	<b>INTRODUÇÃO</b>	4
1.1	TEMA	4
1.2	PROBLEMA	4
1.3	OBJETIVOS	4
1.3.1	<b>Objetivo Geral</b>	4
2.0	<b>JUSTIFICATIVA</b>	6
3.0	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	7
3.1	<b>A IMPORTÂNCIA DOS GERADORES EM UMA EMBARCAÇÃO AHTS</b>	8
3.1.1	<b>Conceito de AHTS</b>	9
3.1.2	<b>Capacidade dos geradores em uma embarcação</b>	10
3.1.3	<b>Máquina e Propulsão</b>	11
3.1.4	<b>Geradores Auxiliares</b>	12
3.1.4.1	Conceito de Geradores Auxiliares	12
3.1.4.2	Tipos de Construção	12
3.1.4.3	Especificações Técnicas dos Geradores	12
3.1.4.4	Plano de Manutenção	12
3.1.5	<b>Geradores de Eixo</b>	13
3.1.5.1	Conceito de Geradores de Eixo	13
3.1.5.2	Tipos de Construção	13
3.1.5.3	Capacidade dos Geradores de Eixo	13
3.1.5.4	Modo de Operação dos Geradores de Eixo	13
3.1.6	<b>Tipos de Barramento</b>	14
3.1.6.1	Quanto ao uso dos Barramentos	14
3.1.7	<b>Cargas dos Equipamentos a Bordo</b>	15
3.1.7.1	Fontes de Energia elétrica	15
3.1.8	<b>Operação com DP e Manuseio</b>	16
3.1.9	<b>Geradores de Emergência</b>	17
4.0	<b>METODOLOGIA</b>	18
4.1	<b>DELIMITAÇÃO DA PESQUISA</b>	18
5.0	<b>CRONOGRAMA</b>	19
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	19





Exemplos de embarcações tipo AHTS no ramo Offshore

## **1.2 PROBLEMA**

Qual a Importância dos Geradores de Eixo em uma Embarcação AHTS ?

## **1.3 OBJETIVOS GERAL**

Oferecer ao Oficial de Máquinas uma visão geral do funcionamento e importância dos Sistemas de Geração de Energia.

## **1.4 JUSTIFICATIVA**

Tendo em Vista as inúmeras operações *OFFSHORE*, onde devido as necessidades operacionais, temos cada vez mais embarcações com várias tecnologias embarcadas e grande automação, se faz necessário para o Oficial de Máquinas um entendimento bastante amplo de todo o funcionamento dos Sistemas Consumidores de Energia à Bordo, este trabalho se baseia em explicar como funciona uma Embarcação *AHTS* e todas as suas operações pertinentes.

Portanto, o trabalho proposto, a partir da experiência da Embarcação à ser estudada, somado das diversas fontes bibliográficas, consiste em analisar a importância dos Sistemas de Geração de Energia em uma Embarcação *AHTS*, identificando os equipamentos e sistemas utilizados atualmente. Com isso, evidencia-se sua contribuição para o transporte e operações marítimas em todo mundo e a importância que tem não só para a Marinha Mercante, mas também para a humanidade por intermédio dela.

### 3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A IMPORTANCIA DOS GERADORES EM UMA EMBARCAÇÃO AHTS

##### 3.1.1 CONCEITO DE AHTS

O conceito de um navio tipo AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*), se prevalece como sendo uma embarcação polivalente, especializada em operações do tipo *offshore*, sendo utilizado em operações de manobras de ancoras e no posicionamento de plataformas, reboques oceânicos de grandes estruturas e embarcações (a grande maioria de movimentações oceânicas de plataformas de petróleo e *FPSO's* são realizadas pelos AHTS, ao invés de RbAM), socorro e salvamento, combate a incêndios, transporte de suprimentos e cargas múltiplas, tais como equipamentos para perfuração e prospecção de petróleo, tubulações, *containers*, correntes, possuindo ainda tanques específicos para transporte de combustível, água potável, *drill water*, cimento, barita, betonita, slops, entre outros. Sua presença é notada em todas as regiões onde há prospecção de petróleo no mar.





Exemplos de operações efetuadas em embarcações AHTS

### 3.1.2 CAPACIDADE DOS GERADORES EM UMA EMBARCAÇÃO

Em anexo das especificações técnicas da embarcação e a tabela das capacidades dos geradores existentes a bordo.

TAG OFFSHORE LIMITED		"TAG 5"
<b>80T BP AHTSV, DP 1, FiFi 1</b> <b>2 x 3400 BHP (6800 BHP) AHTSV</b>		
<b>PRINCIPAL PARTICULARS</b>		
Length Overall	63.40 m	
LBP	56.53 m	
Breadth Moulded	15.80 m	
Depth Moulded	6.80 m	
Operating Draft (max)	4.80 m	
Built	2009, India	
GRT/NRT	1904 / 638 T	
Class	IRS	
Notation	DNV and +IRS,SUL TUG/Supply Vessel STS, Anchor Handling Strengthened Deck (5t/m2),Mud and Brine Tanks(Sp Gr 2.8) IY,GS(KK), SYJ, AGNI 1 (2400 cub.m./hr.)	
Flag(Port Of Registry)	Mumbai (India)	
Call Sign	AUOG	
IMO	9378993	
<b>PERFORMANCE</b>		
Maximum Speed	13 Knots	
Economical Speed	11 Knots	
Type Of Fuel	Marine Gas Oil	
Fuel Consumption	20 m3 / 24 hours @ max speed 15 m3 / 24 hours @ econ speed	
Bollard Pull	80 T	
<b>CARGO CAPACITIES</b>		
Deadweight	1300 Ton @ 4.80 mtr, 1900 Ton @min assigned freeboard	
Deck Cargo	800 T	
Deck Strength	5 Ton/m2 uniform loading	
Clear Deck Area	420 m2	
Fuel Oil	805 m3	
Fresh Water	472 m3	
Ballast / Drill Water	510 m3	
Liquid Mud	415 m3	
Cement Tank	200 m3 ( 4 Tanks, 2 Grades)	
Freezer / Chiller	15 m3 / 15 m3	
Foam / Dispersant	20 m3 / 20 m3	
Rig Chain Locker	2 x 65 m3	
Brine	201.20 m3	
<b>PUMPS</b>		
Fuel Oil	1 x 200m3/hr @ 70 m head	
Fresh Water	1 x 200m3/hr @ 60 m head	
Drill Water	1 x 200m3/hr @ 60 m head	
Liquid Mud	2 x 50 m3/hr @ 60 m head	
Bulk Cement Compressor	2 x 50 m3/hr @ 6 bar	
<b>PROPULSION SYSTEM</b>		
Main Engines	2 x 3400 BHP, YANMAR 8N280 EV	
Main Generators	2 x 350kw diesel driven,VOLVO PENTA,D12 AUX/HCM 440 V, 3 Phase, 60 Hz	
Shaft Alternator	Leroy Somer, 2 x 1000 Kw	
Emergency Generator	1 x 85kw, VOLVO PENTA	
Bow Thruster	2 x500 kw@ 1200 rpm, HRP 4000,	
Stern Thruster	1 x500 kw@ 1200 rpm, HRP 4000,	
Steering Gear	JASTRAM	
Propulsion	2 x 4 bladed CPP, BERG Propulsion, Dia 3.1 m,RPM: 176	
Rudders	Becker Marine, Type SA, 1650/180F2	
<b>DECK EQUIPMENT</b>		
Anchor Windlass	1 x electro hydraulic (NOR CRANE)	
Anchor & Chain	2 x AC 14 HPP kg/chain- 375 M x 38 mm Dia	
Capslan	2 x 8 T @ 15 m/min electro Hydraulic, NCW-C-05T	
Tugger Winch	2 x 10 T @ 15 m/min electro Hydraulic, NCW TW-10T	
Deck Crane	1 x 3 Ton @ 12m, Nor Crane	
Shark Jaw	200 T SWL, Retractable Anchor Handling Tong Unit	
Towing Pin	1 x 200T SWL, Hydraulically Operated	
Towing Bollard	1 set, Double Bit Cruciform Towing , 200 T SWL	
Stern Roller	200T SWL ( 3.6 M L X 1.5 M Dia)	
<b>TOWING / AH WINCH</b>		
	Double Drum Water Fall, Electro Hydraulic Nor Crane Winch 150T-250B	
Upper Drum (Tow)	1200 m x 60mm dia	
Lower Drum Cap(AH)	1200 m x 60mm dia	
Line Pull	150 T @ 6m/min (1st Layer) 10T at 40 m/min	
Brake Holding Capacity	250 T	
Storage Reel	1000 m x 60 mm Dia (Auto Spooling on both drums capable of being controlled locally or remote from wheelhouse.	
<b>ACCOMODATION</b>		
Berths	4 x 1 Berth Cabin = 4 6 x 2 Berth Cabin = 12 4 x 4 Berth Cabin = 16 TOTAL = 32	
Hospital	1 x 1 berth cabin	
All cabins fully air-conditioned & c/w attached washroom		
<b>RADIO &amp; NAVIGATION EQUIPMENTS</b>		
GMDSS	area A3 consist of	
SSB	Furuno, 250 W, FS-2570-25	
Inmarsat C	Furuno, Model: Falcom 15	
VHF Radio	Furuno, 2 Nos., Model: FM-8800S	
Navtex Receiver	Furuno, Model: NX700A	
Radar	Furuno, FAR-28, 2 Nos	
Echosounder	Furuno, FE-700	
PA & Telephone System	24 Position	
AIS	Furuno, Model FA-150	
Doppler Speed Log	Furuno, Model: DS-80	
Weather Fax Receiver	Furuno	
Auto Pilot	NAVIS-Compatible with Gyro & Steering	
Dynamic Positioning	Konsberg	
Gyro Compass	Sperry Marine, Navigate MK1	
GPS	Furuno, GP-150, 2 Nos	
EPIRB	Provided, Mcmurdo E-5 ( 2nos.)	
SART	Provided, Mcmurdo S-4 ( 2 Nos.)	
Magnetic Compass	Tocimec, Model: SH-165	
<b>FIRE-FIGHTING EQUIPMENT &amp; ANTI-POLLUTION EQUIPMENT</b>		
<b>EXTERNAL</b>		
FiFi System	Class 1 with water curtain all round	
Fire Pump	2 x 1500 m3/hr @ 14 bar,	
Monitors	2 x fire monitors	
water / foam	1 x 1200 m3/hr,	
water	1 x 1200 m3/hr,	
Oil Dispersant System	8 m spray boom with Oil Dispersent Pump	
Fire Detection System	FireLite-MS10D(Honeywell)	
<b>INTERNAL</b>		
Emergency Fire Pump	1 x 30 m3/hr x 60m head	
CO2 System in engine Room		
Fire Detection & Alarm in living Spaces and Engine Room.		
<b>MISCELLANEOUS</b>		
Liferafts	4 x 25 men, SOLAS Standard,	
Rescue boat	1 x 6 men	
Oil Water Separator	1 x 1.0 m3/hr,	
Water Maker	1 x 15 T/day,	
Sewage Treatment IPlant	1 x 32 men/day,	
The Vessel Specifications are subject to modifications and may change without prior notice.		
* Vessel Complies with UKOOA requirement and fitted with FRC of 9 persons.		

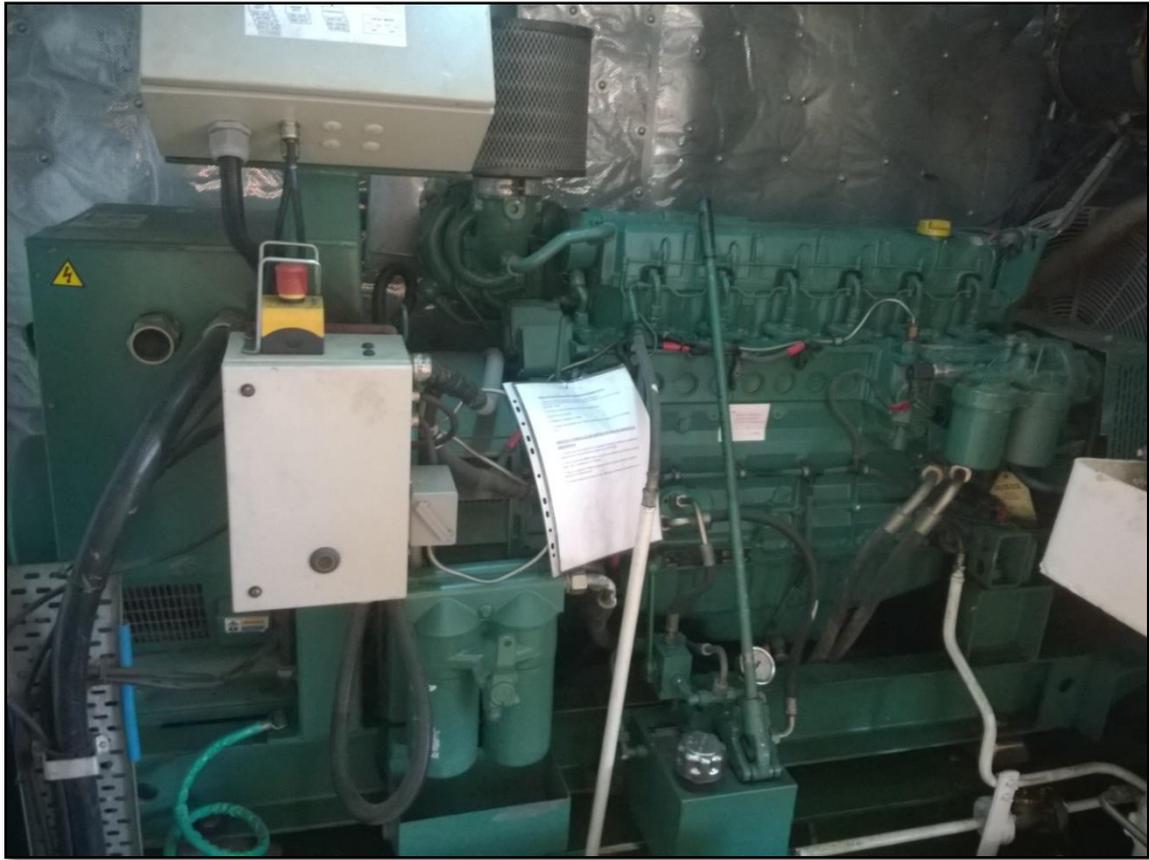
Podemos observar pelas especificações, que a embarcação possui dois geradores de eixo com capacidade de 1000 KW cada, um gerador de emergência com 85 KW e dois geradores auxiliares ( mca's ) com 350 KW cada.

### 3.1.3 MÁQUINA E PROPULSÃO

O navio possui um maquinário potente, gerando um total de 6.800 BHP que acionam dois eixos propulsores com hélices de passo variável, dando uma velocidade máxima de 16 nós. O *Bollard Pull* (Tração Estática) é de 160 toneladas (a título de comparação os RbAM da classe Almirante Guilhem da MB tem 84 toneladas e os da classe Triunfo tem 23,5 toneladas). O conjunto que fornece propulsão auxiliar e o posicionamento dinâmico é formado por dois *Bow Thruster's* tubular na proa, e um *Stern Thruster* tubulares na popa, além de dois gerador de eixo acoplados nos eixos principais. A sua Praça de Máquinas ocupa todo o comprimento do convés abaixo do principal.



Gerador de eixo



Gerador de Emergência



Gerador Auxiliar #1



Gerador Auxiliar #2



Imagem dos dois Geradores

### 3.1.4 GERADORES AUXILIARES

#### 3.1.4.1 CONCEITO DE GERADORES AUXILIARES

São equipamentos que possuem um ou mais motores (Diesel, Gasolina ou Gás) de reconhecida performance, acoplado a um gerador de moderna tecnologia e montado sobre base metálica, com acionamento manual ou automático.

Esse equipamento pode ser usado de forma singela ou em paralelo com outros grupos geradores, formando usinas de Potência em uma embarcação.

A sua característica principal é transformar *a energia mecânica em energia elétrica*, com voltagem estável, independente da variação de carga e velocidade, onde sua energia elétrica é controlada por instrumentos de medições e diversas proteções, tais como: Fusíveis, disjuntores, contadores e chaves de comando.

Um Grupo Gerador a diesel, por exemplo, é composto dos seguintes equipamentos:

- motor diesel;
- base horizontal;
- radiador;
- alternador de energia (gerador solteiro);
- bateria;
- painel manual de partida com frequencímetro;
- voltímetro;
- disjuntor;
- horímetro;
- medidor de temperatura;
- tanque combustível;
- purificador de ar;
- cabine sonorizada com espuma anti-chamas.

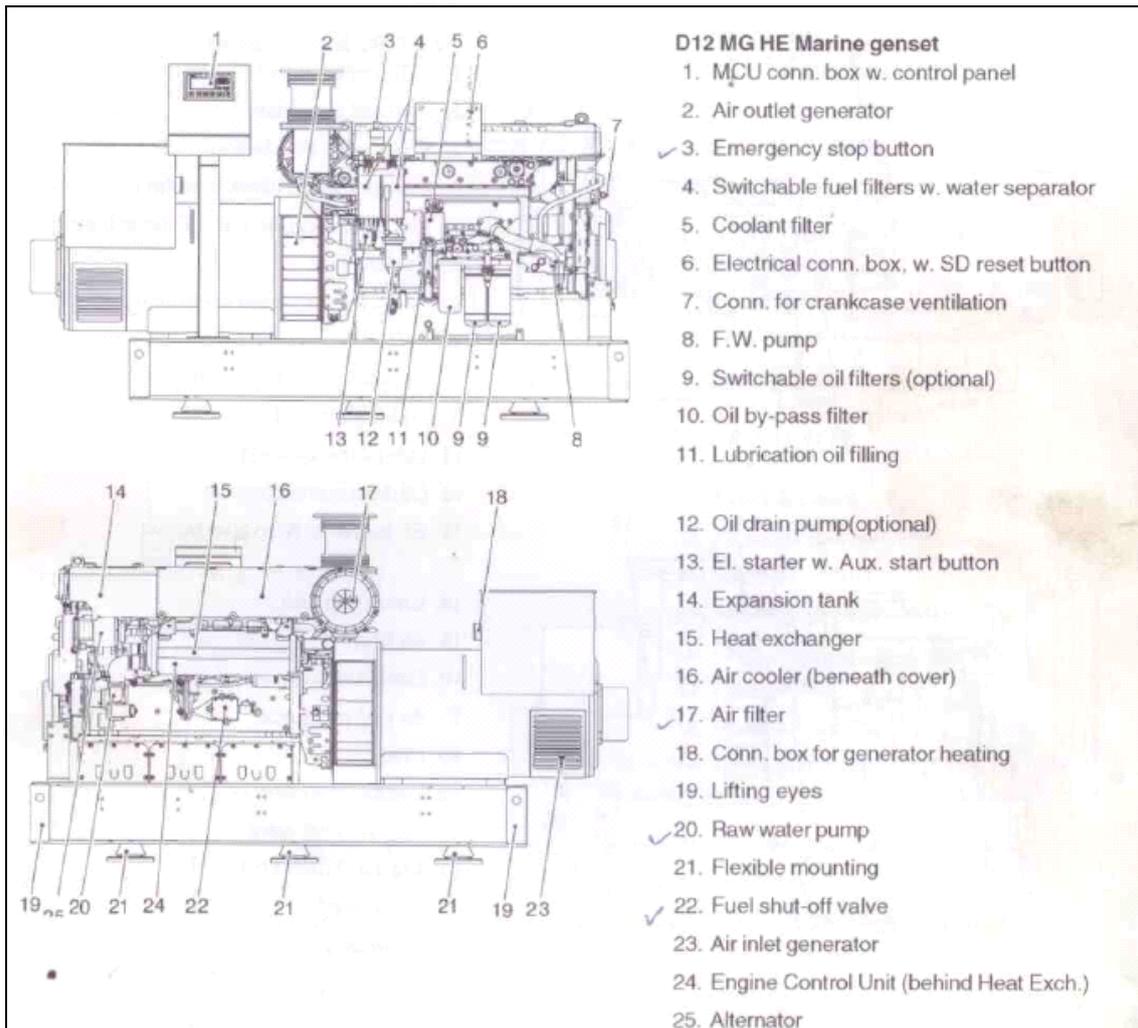
Segue abaixo o tipo de Gerador Auxiliar utilizado na Embarcação em Estudo

### 3.1.4.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS GERADORES

#### D12 MG KC Marine genset

The D12 MG KC is a turbocharged, in-line, direct injection, 6-cylinder, 4-stroke marine genset. It is fitted with connections for keel cooling.

The engine is mounted on a frame with a Stamford single or double bearing marine generator. Different starting and control systems are available.



No detalhamento técnico, podemos observar que tratam-se de um grupo de geradores auxiliares bastante utilizados, alto rendimento e manutenção relativamente simples.



Gerador modelo VOLVO

### 3.1.4.3 PLANO DE MANUTENÇÃO

Segue abaixo o procedimento de manutenção preventiva do gerador.

aintenance schedule

#### MAINTENANCE SCHEDULE D12 MG

##### Daily before first start

- General inspection engine and engine room
- Check air filter indicator
- Check lubrication oil level
- Check coolant level
- Check fuel oil level
- Check/clean radiator (externally)
- Check/drain fuel pre-filter/water separator ..... (refer to note 1)
- Drain water from fuel tank
- Drain fuel filter
- Daily operation records

##### Weekly

- Check starting batteries; electrolyte level/load
- Check electrical system for loose terminals/contacts
- Check foundation bolts
- Check lubrication oil for abnormal smell or water dilution
- Check settings of valves and operate valves to keep them movable

##### Every 50-500 operating hours or every 12 months

- Change lubrication oil ..... (refer to note 3)
- Change lubrication oil filters/by-pass filter ..... (refer to note 4)

##### Every 500 operating hours or every 12 months

- Change crankcase breather filter (if applicable)
- Check/adjust drive belts
- Check/change seawater pump impeller
- Check/change zinc anodes

##### Every 1000 operating hours or every 12 months

- Check/adjust valve clearances ..... (refer to note 2)
- Check/clean heat exchanger/radiator
- Check/clean seawater filter
- Change fuel pre-filter/water separator filter element
- Change coolant filter ..... (refer to note 6)
- Change fuel fine filter

##### Every 2000 operating hours

- Check turbocharger ..... (refer to note 2)

##### Every 12 months

- General inspection of the genset ..... (refer to note 2)
- Check/clean charge air cooler ..... (refer to note 2)
- Change air filter
- Clean and paint the genset

##### Every 24 months

- Check/clean cooling system ..... (refer to note 2)
- Change coolant

Observamos no plano acima, que sua manutenção é do tipo PREVENTIVA, ou seja, o seu controle e feito rigorosamente de acordo com suas horas de uso.

### 3.1.5 GERADORES DE EIXO

#### 3.1.5.1 CONCEITO DE GERADORES DE EIXO

Durante os anos 1980, a utilização de geradores de eixo em conjunto com a dois tempos motores diesel rapidamente se tornou um popular Método de produção de energia elétrica para os vários consumidores de eletricidade em bordo dos navios.

Naquela época a maioria dos grupos geradores foram incapazes para operar com óleo combustível pesado e, mesmo se fossem, os preços do óleo combustível foram muito maior do que hoje, então por causa de as diferenças na eficiência da twotroke motor e do meio-velocidade grupo gerador motor, o uso de um gerador de veio muitas vezes resultaram em significativa de combustível economia de custos.

Hoje em dia, uma grande variedade de grupos geradores, capaz de operar com eficiência em combustível pesado óleo e, ao mesmo tempo, oferecendo um elevado grau de fiabilidade, estão disponíveis, e é tentador para perguntar se o instalação de um gerador de eixo é realmente econômica?

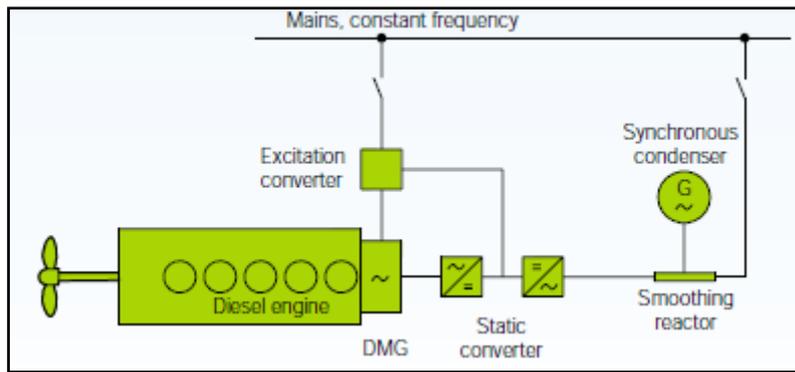
Este artigo destaca uma série de parâmetros o que pode influenciar a final selecção da produção de eletricidade planta. Além dos custos de combustível, é importante a considerar uma série de outros parâmetros, alguns deles impossível de quantificar, se quisermos obter uma clara imagem dos prós e contras da conceito do gerador de eixo. As referências mostram que um número de armadores ainda consideram um gerador de eixo para ser um investimento atraente, por exemplo em navios porta-contentores, navios de produtos e navios aliviadores, e um número de diferentes tipos e vários física configurações de geradores de eixo são disponível. O artigo descreve esses tipos, juntamente com sua interface com o motor a diesel a dois tempos, e exemplos são dadas de típico, bem como aplicações especiais.

Como uma alternativa para a produção de eletricidade, uma tomada de força pode ser usada, por exemplo, para conduzir uma bomba hidráulica diretamente. No entanto, apenas um número marginal dos sistemas de tomada de força são feitos como direta dirigir sistemas, e que não serão discutidas neste trabalho.

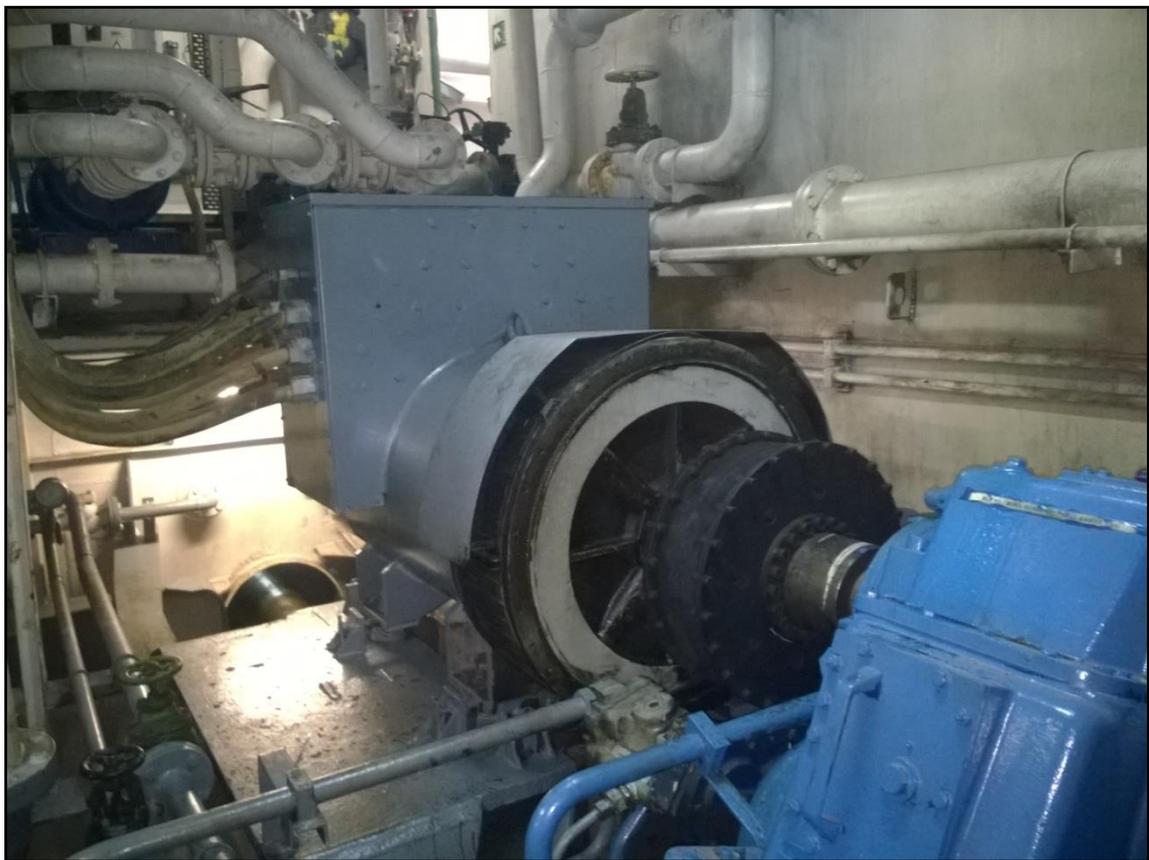
No que se segue, o termo "gerador de eixo" é empregue para qualquer arranjo onde uma tomada de força do principal motor ou o *shaftline* é usado para conduzir um alternador, isto é para a finalidade de produzir eletricidade usando o motor principal como o motor principal.



Exemplo de gerador de eixo



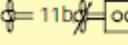
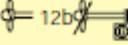
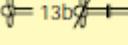
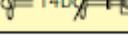
Plano básico do conceito de um gerador de eixo



Gerador de eixo da embarcação em estudo

### 3.1.5.2 TIPOS DE CONSTRUÇÃO

Segue em anexo os tipos mais comuns e utilizados nas embarcações AHTS com suas devidas especificações.

	Alternative types and layouts of shaft generators	Design	Seating	Total efficiency (%)
PTO/GCR	1 	BW I/GCR	On engine (vertical generator)	92
	2 	BW II/GCR	On tanktop	92
	3 	BW III/GCR	On engine	92
	4 	BW IV/GCR	On tanktop	92
PTO/RCF	5a 	BW I/RCF	On engine (vertical generator)	88-91
	6a 	BW II/RCF	On tanktop (vertical generator)	88-91
	7a 	BW III/RCF	On engine	88-91
	8a 	BW IV/RCF	On tanktop	88-91
PTO/CFE	9a 	BW I/CFE	On engine (vertical generator)	81-85
	10a 	BW II/CFE	On tanktop	81-85
	11a 	BW III/CFE	On engine	81-85
	12a 	BW IV/CFE	On tanktop	81-85
	13a 	DMG/CFE	On engine	84-88
	14a 	SMG/CFE	On tanktop	84-88

Podemos Observar na figura, que temos basicamente três tipos de construção.

PTO / GCR – Caracteriza-se pelo tipo de construção com engrenamento constante. Muito utilizada em rebocadores AHTS.

PTO / RCF – Caracteriza-se pelo tipo de construção com engrenamento flexível. Pouco utilizada em embarcações OFFSHORE.

PTO / CFE – Caracteriza-se pelo tipo de construção com engrenamento flexível e resistente a torção com controle de marcha lenta. Sistema muito utilizado em Navios

No estudo de caso, iremos dar ênfase no sistema utilizado na embarcação em estudo ( TAG 5 ), onde o sistema de acoplamento ocorre pelo tipo **PTO / GCR**.

## Sistema PTO / GCR – Sistema de Engrenamento Constante

O PTO / GCR é o eixo mais simples de gerador, com nenhum controle de frequência e velocidade, onde os sistemas de controle são incorporados.

Na grande maioria dos casos, os PTO / GCR são utilizados para produzir eletricidade e potência com uma frequência constante elétrica durante a viagem, uma vez que a frequência produzida pelo alternador é proporcional à velocidade do motor, onde este motor deve ser operado a velocidade constante.

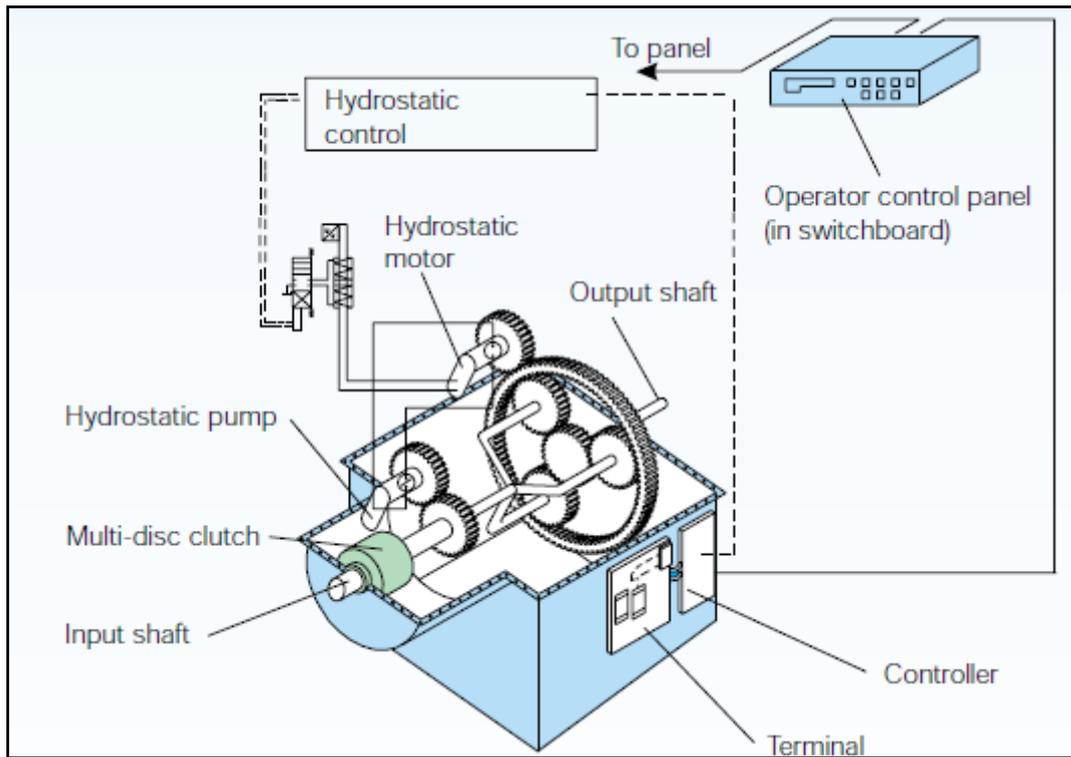
Isso só é possível se uma hélice de passo controlável estiver instalada. Quando uma hélice de passo fixo é utilizada, a velocidade da hélice, assim como a do motor varia de acordo com a velocidade necessária do navio e da sua resistência agindo sobre o navio. Como alternativa, o PTO / GCR, podem ser utilizados para produção de energia com frequência flutuante. Por exemplo, entre 50 e 60 Hz, o que significa que a velocidade do motor principal estará autorizada a variar entre 83% a 100% da velocidade especificada MCR ( Classificação máxima contínua). Isto significa também que certos consumidores de energia sensíveis a variações de frequência deverão ser fornecidas com fonte de alimentação através de um conversor de frequência ou a partir de um grupo gerador.

O PTO / GCR é incapaz de rodar em paralelo com os motores auxiliares por longos períodos, por causa do seu pequeno motor com variações de velocidade em relação ao do motor principal que ocorrem até mesmo no constante modo de velocidade do passo controlável planta hélice.

Por conseguinte, o PTO / GCR é muitas vezes utilizado para o fornecimento elétrico de energia a todos os consumidores de energia durante a viagem, com os grupos geradores fora de operação. Durante as manobras, que envolvem a redução do motor principal, a velocidade, a tomada de força / GCR pode ser utilizado como uma fonte de energia separada para o arco propulsor, o que muitas vezes pode ser executado com frequência flutuante, com os grupos geradores fornecendo energia elétrica para todos os outros consumidores de energia.

A eficiência total da PTO / GCR é cerca de 92%, exceto para o PTO BW I / GCR e o PTO BW III / GCR, que são construídos diretamente para o motor principal, e só é produzido pela Renk na Alemanha, várias fabricantes são capazes de fornecer o PTO / sistema GCR. Os preços variam muito com a configuração física do sistema e os diferentes fornecedores. O custo de investimento de uma PTO / GCR é muito menor do que o custo de uma tomada de força / ou RCF ou um PTO / CFE. Por outro lado, o investimento custo do passo controlável hélice necessário em combinação com um PTO / GCR é maior do que o custo de um hélice de passo fixo.

Finalmente, o funcionamento do motor em velocidade constante significa hélice reduzida, eficiência em propulsão reduzida, carga em comparação com um passo controlável, hélice em execução no modo combinado (Velocidade reduzida a propulsão reduzida *load*) ou uma hélice de passo fixo. O rendimento térmico do motor principal é também ligeiramente inferior em velocidade constante modo que no modo de combinação.



Esquema básico de uma gerador tipo PTO / GCR

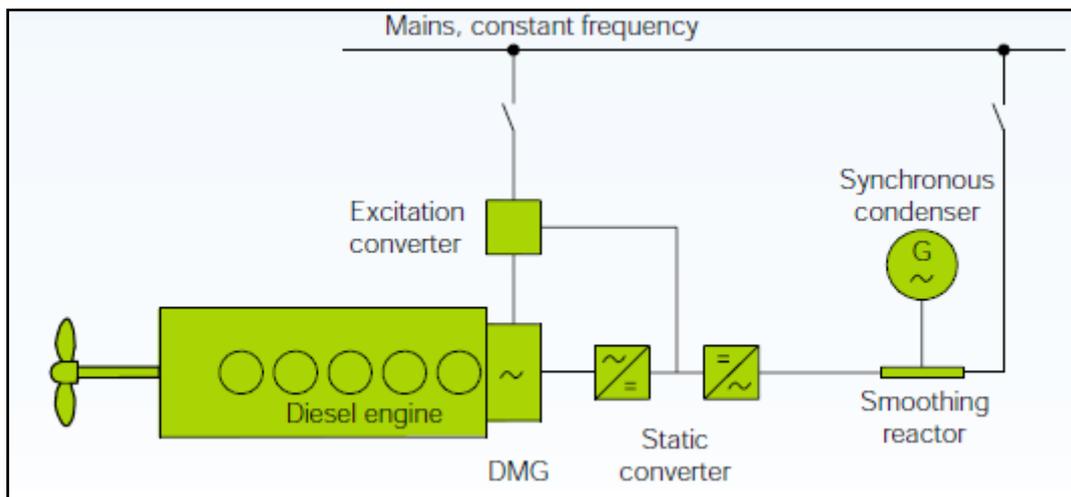


Diagrama básico de um gerador de eixo tipo PTO / GCR

### 3.1.5.3 CAPACIDADE DOS GERADORES DE EIXO

Conforme citado no item 3.1.2, a embarcação em estudo possui dos geradores de eixo com capacidade de 1000 KW cada, totalizando 2000 KW.

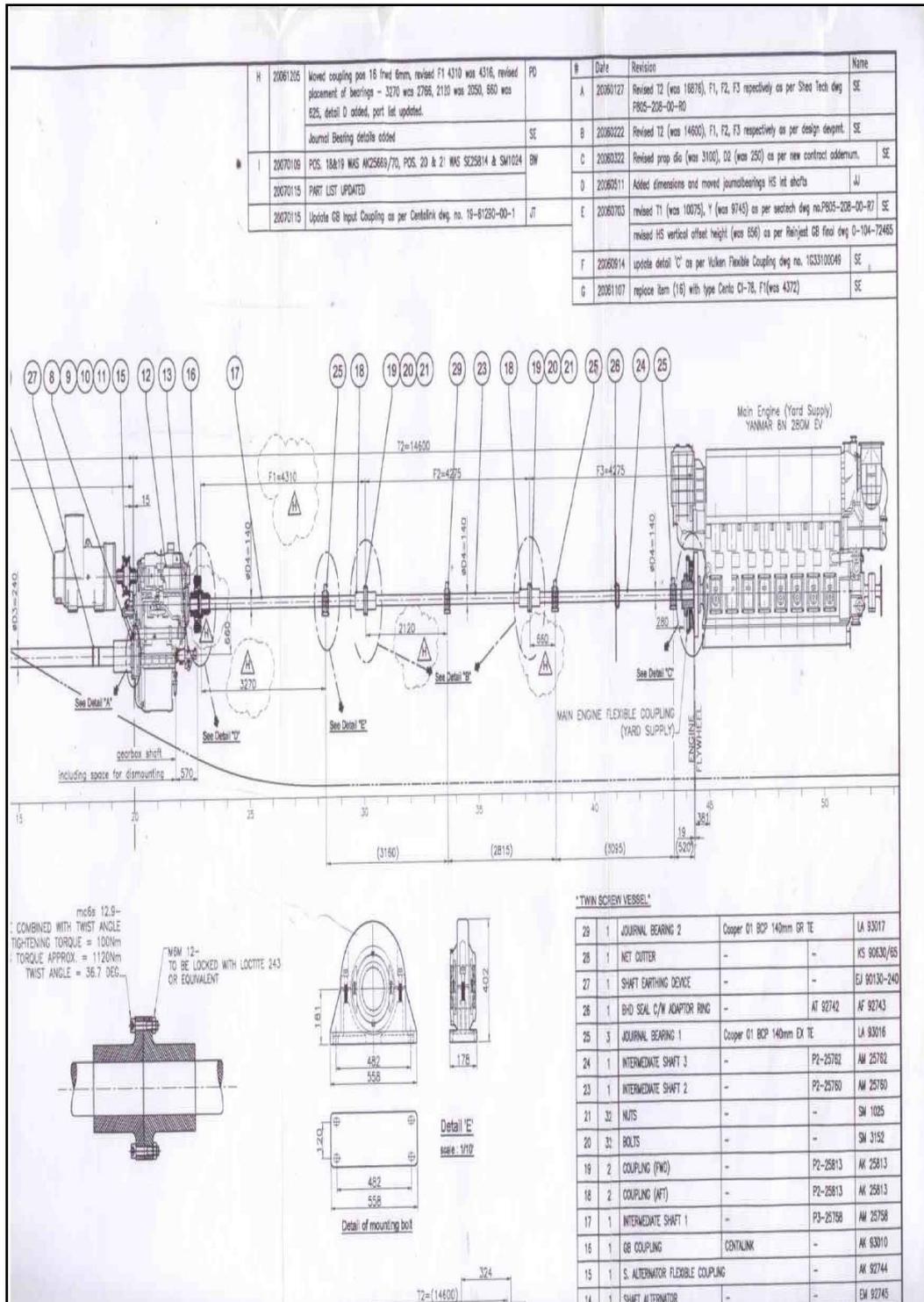


Figura do plano de um dos geradores de eixo da embarcação em estudo.

Seu funcionamento só é possível, quando os Motores Principais estão em rotação de trabalho normal ( 700 Rpm's ) e seu acoplamento ocorre na sala de controle ( CCM ) através dos painéis elétricos apresentados abaixo.



Vista geral do quadro de alimentação da embarcação TAG 5

### 3.1.5.4 MODO DE OPERAÇÃO DOS GERADORES DE EIXO

Neste tópicó será elucidado como ocorre a ativação do gerador e eixo com fotos e detalhes dos respectivos quadros elétricos.

Como primeiro passo para se colocar os geradores de eixo, devemos já considerar os motores principais já em temperatura normal de operação e com rotação de acoplamento de 700 RPM'S.

Em seguida acoplamos os devidos geradores de eixo pelo quadro elétrico ( vide figura abaixo ).



Quadro elétrico do gerador de eixo de boreste



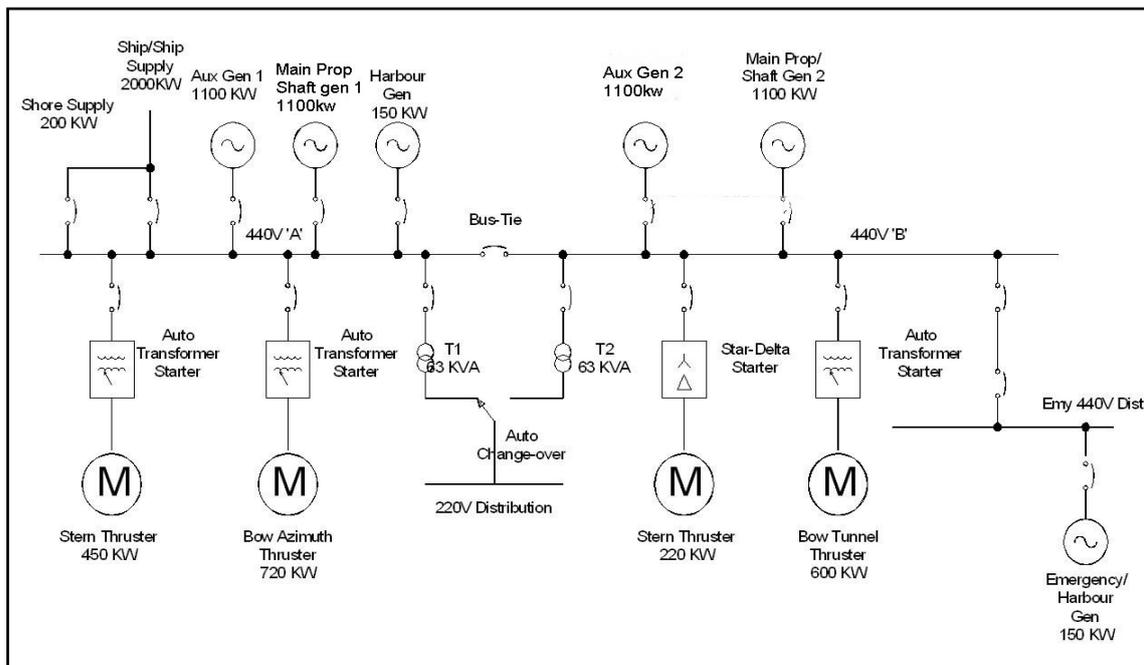
Quadro elétrico do gerador de eixo de bombordo

### 3.1.6 TIPOS DE BARRAMENTO

Neste tópicos irão ser abordados os tipos de barramento que ocorrem na embarcação em estudo logo após os geradores de eixo atuarem com energia de alimentação no sistema. É importante se entender quais as principais funções do barramento e seu respectivo quadro elétrico.

- São elas :
- controle dos geradores alimentados;
  - controle de carga;
  - partida automática dos geradores;
  - sincronismo;
  - controle do circuito tipo “*BREAKER*”;
  - disparo preferencial;
  - inibição de grandes cargas;

Também devemos levar em consideração o tipo de configuração do barramento em estudo, conforme figura abaixo.



Esquema do barramento da embarcação em estudo

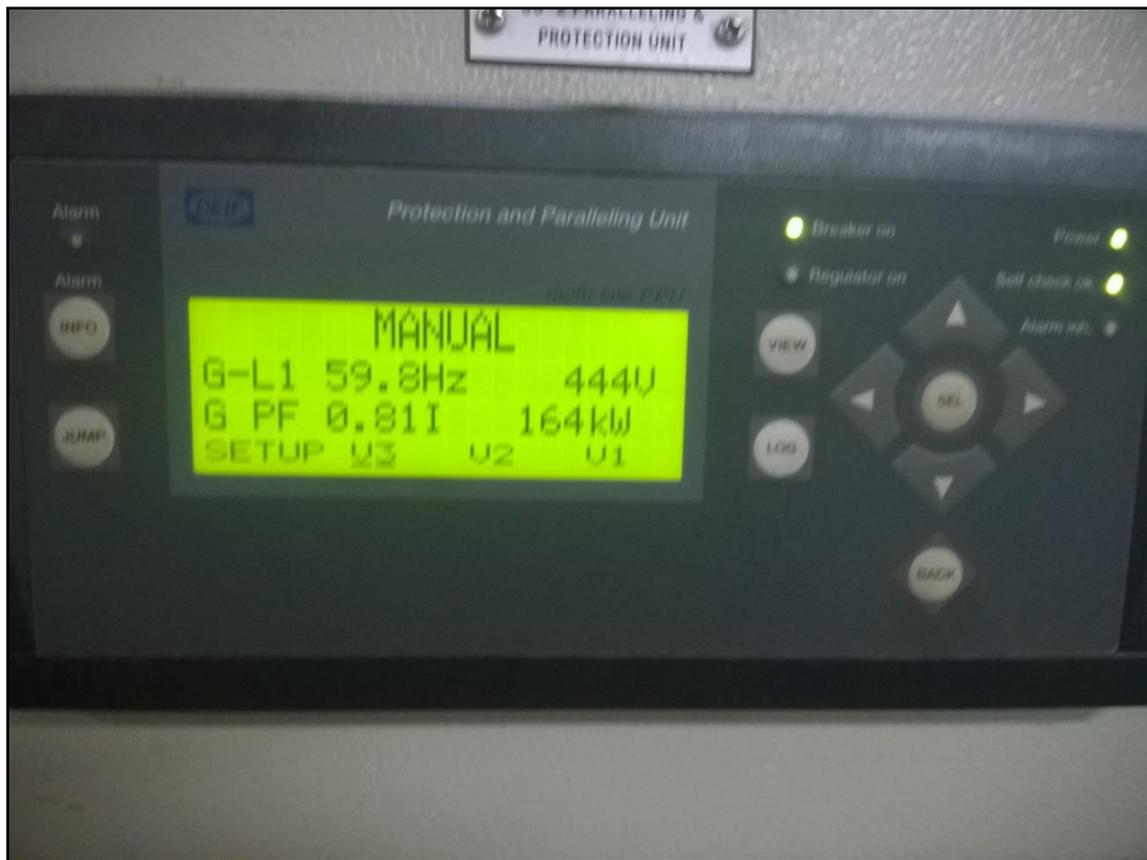
### 3.1.6.1 QUANTO AO USO DOS BARRAMENTOS

Logo após acoplarmos o gerador de eixo, devemos passar a carga dos geradores auxiliares para os respectivos geradores de eixos.

Primeiramente é importante se atentar para a frequência com que os mesmos estão para um correto sincronismo, conforme figura abaixo.



frequência do gerador auxiliar



Frequência do gerador de eixo

Em seguida é importante se atentar para o quadro elétrico de distribuição das cargas e regular as frequências de acordo com o sincronismo dos mesmos, conforme figura abaixo.



Ajuste do sincronismo das frequências



Quadro elétrico completo do sistema de barramento

### 3.1.7 CARGA DOS EQUIPAMENTOS A BORDO

Segundo a NORMAM 28 / DHN, do SOLAS, segue os itens especificados para o tipo de embarcação em questão.

- 1) Quando a embarcação estiver navegando, deverá haver disponibilidade permanente de um suprimento de energia elétrica suficiente para operar os equipamentos e sistemas de navegação bem como dispor de baterias como parte de uma fonte ou de fontes de energia de reserva.
- 2) As fontes de energia reserva deverão se capazes de suprir as necessidades de energia por um período mínimo de: uma hora nas embarcações que disponham de um gerador de emergência; e seis horas nas embarcações que não disponham de um gerador de emergência.
- 3) A fonte ou fontes de energia de reserva devem ser independentes da instalação propulsora ou do sistema elétrico de bordo.
- 4) Onde a fonte de energia de reserva consistir de um acumulador recarregável de bateria ou baterias: deverá haver um meio de carregar automaticamente essas baterias e que deverá ser capaz de recarregá-las até a capacidade mínima exigida em até 10 horas; e a capacidade da bateria ou baterias deverá ser verificada, empregando-se um método apropriado, em intervalos que não excedam 12 meses, quando o navio não estiver no mar.
- 5) O posicionamento e a instalação do acumulador de bateria ou baterias que provê uma fonte de energia de reserva devem ser de tal maneira que garantam: as mais elevadas condições de serviço; um período de vida razoável; segurança razoável; que as temperaturas da bateria permaneçam dentro das especificações, esteja ela em carga ou sem uso; e que, estando totalmente carregadas, as baterias forneçam pelo menos o mínimo exigido de horas de funcionamento, sob quaisquer condições de tempo.
- 6) As embarcações SOLAS, além do prescrito neste item, devem cumprir as obrigações relativas às instalações elétricas constantes da SOLAS.
- 7) Quando o sistema de manutenção optado for de redundância de equipamentos, o equipamento reserva (algumas vezes denominado backup) deverá possuir fonte de energia independente do equipamento principal.

### 3.1.7.1 FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA

A embarcação em estudo, segue as normas internacionais conforme certificados abaixo.

		<b>DET NORSKE VERITAS</b>		Certificate No.: <b>NAZ-06-0095/1</b>		
<b>CERTIFICATE FOR ELECTRIC GENERATOR</b>						
Manufacturer <b>Leroy Somer</b> Angouleme, France			Works order No. <b>193360</b>			
			Generator type <b>LSAM 50.1 M7 C 6S/4</b>			
			Serial No. <b>193360/1</b>			
Ordered by <b>Leroy Somer East Asia "LS SEA", Singapore</b>			Order No. <b>706F-A22550-20</b>			
Intended for <b>ABG Shipyard</b>			Yard No. <b>Hull No.261</b>			
THIS IS TO CERTIFY that the electrical Generator described below, has been built and tested in accordance with Det Norske Veritas' current Rules for Classification of "Ships / High Speed, Light Craft and Naval Surface Craft" and Det Norske Veritas' "Offshore Standard"						
The test results can be seen from enclosed test report.						
Generator specification	Voltage (V)	<b>440</b>	Power (kVA)	<b>1250</b>	Insulation class	<b>H</b>
	Frequency (Hz)	<b>60</b>	Power factor	<b>0.8</b>	Degree of protection (IP)	<b>23</b>
	Current (Amps)	<b>1640</b>	Speed (r.p.m.)	<b>1800</b>	Ambient temperature (°C)	<b>50</b>
	Type of cooling	<b>Air</b>	Excitation Voltage	<b>35.5</b>	Excitation current	<b>3.71</b>
This column is only to be filled in when the Manufacturer or his representative is authorized by Det Norske Veritas to stamp the generator.  The undersigned authorized person declares that the generator is manufactured and tested in accordance with the conditions given in Manufacturing Survey Arrangement.  No.: _____ Quality System Certificate  Marking: _____  For the identification the generator was stamped: _____ by authorised person  Place: _____  Date: _____  Name: _____ (Name)			Marking: For identification the generator was stamped (Fill inn as applicable):  <p style="text-align: center;"><b>NV NAZ 06 0095 on frame</b></p> By DNV surveyor  This product certificate is only valid when signed by a DNV surveyor:  Place: <b>Angouleme, France</b>  Date: <b>2007-02-02</b>  Surveyor:  <b>Yuri Sakurada SAINT-NAZAIRE</b>			
Remarks: <b>Remarks:</b> 1. Load test and operational test were carried out. 2. Heat run test was carried out for the generator serial no. 202648/001 on 2007-01-11 witnessed by DNV surveyor. 3. Thermal Class: F 4. Shaft Material Certificate: HUTA BANKOWA No.03963/06 (Material Quality C45E) 5. Shaft Balancing Certificate issued by Leroy Somer on 2007-02-01						



**DNV**

DET NORSKE VERITAS

Certificate No.:  
NAZ-06-0171/1

**CERTIFICATE FOR ELECTRIC GENERATOR**

Manufacturer <b>Leroy Somer</b> Angouleme, France	Works order No. <b>7988058 CS 20000</b>
	Generator type <b>LSAM 50.1 M7 C 6S/4</b>
	Serial No. <b>202649/001</b>
Ordered by <b>Leroy Somer South East Asia</b>	Order No. <b>706F A2550 20</b>
Intended for <b>ABG Shipyard</b>	Yard No. <b>Hull No. Y261</b>

THIS IS TO CERTIFY that the electrical Generator described below, has been built and tested in accordance with Det Norske Veritas' current Rules for Classification of "Ships / High Speed, Light Craft and Naval Surface Craft" and Det Norske Veritas' "Offshore Standard"

The test results can be seen from enclosed test report.

Generator specification	Voltage (V)	<b>440</b>	Power (kVA)	<b>1250</b>	Insulation class	<b>H</b>
	Frequency (Hz)	<b>60</b>	Power factor	<b>0.8</b>	Degree of protection (IP)	<b>23</b>
	Current (Amps)	<b>1640</b>	Speed (r.p.m.)	<b>1800</b>	Ambient temperature (°C)	<b>50</b>
	Type of cooling	<b>air</b>	Excitation Voltage	<b>35.5</b>	Excitation current	<b>3.71</b>

This column is only to be filled in when the Manufacturer or his representative is authorized by Det Norske Veritas to stamp the generator.

The undersigned authorized person declares that the generator is manufactured and tested in accordance with the conditions given in Manufacturing Survey Arrangement.

No.: .....

Quality System Certificate

Marking: .....

For the identification the generator was stamped: .....

by authorised person

Place: .....

Date: .....

Name: .....

(Name)

Marking:  
For identification the generator was stamped  
(Fill inn as applicable):

**NV NAZ 06 0171 on frame**

By DNV surveyor

This product certificate is only valid when signed by a DNV surveyor:

Place: **Angouleme, France**

Date: **2007-02-22**

Surveyor:   
**David Raison/Yuri Sakurada**



SAINT-NAZAIRE

Remarks:

Remarks:

1. Load test and operational test were carried out for this generator.
2. Heat run test was carried out for the same type of generator serial no. 202648/001 on 2007-01-11.
3. Thermal Class: F
4. Shaft Material Certificate: HUTA BANKOWA Cert. No. 04907/06 Heat No. 613380 / Grade: C45E
5. Shaft Balancing Certificate: Leroy Somer with reference to order no. and generator's serial number
6. Generator to be fitted with over-voltage protection as per DNV Rules for Ships Pt.4 Ch.8 Sec.5 B102

### 3.1.8 OPERAÇÃO COM DP E MANUSEIO

O Sistema de posicionamento dinâmico, defini-se como um sistema que controla automaticamente a posição e o aproamento de uma embarcação por meio de uma propulsão ativa ( *BOW THRUSTERS*, *STERN THRUSTER'S* ).

Como já mencionamos antes, os requisitos de energia em embarcações DP são freqüentemente muito maiores do que em navios convencionais. O tipo mais comum de instalação de energia é diesel-elétrico, como todo propulsor, seus serviços são prestados a partir de motores elétricos.

Contudo, possível a aplicação de acionamento direto do diesel por um propulsor controlável de campo, com todo o controle de impulso obtido a partir de ângulo de passo da lâmina. Alguns sistemas DP's os navios são equipados com motores diesel de acionamento direto individuais acoplados a cada propulsor, onde ao lado das hélices movidas diretas toda a energia gerada a bordo tem que passar por um painel de comando. A fim de proporcionar redundância existem pelo menos dois quadros de distribuição principais e um quadro de emergência.

Ao mesmo tempo equipamentos diferentes estão ligados a quaisquer um dos quadros de distribuição principais e normalmente de uma maneira, de modo a proporcionar maior redundância, por exemplo, *Bowthruster 1* no painel de comando No. 1 (BUS 1) e *Bowthruster 2* no quadro No. 2 (BUS 2). A mesma consideração *applies* por radar e um radar 2, e novamente bomba de combustível e uma bomba de combustível 2, etc.

Para cada equipamento há um fusível de proteção do painel de comando, se houver um curto-circuito algures no sistema, como a linha de alimentação para a grua da plataforma. O fusível, então, cortou a poder nesta linha e também evitar a perda de energia para o lugar com o curto-circuito.

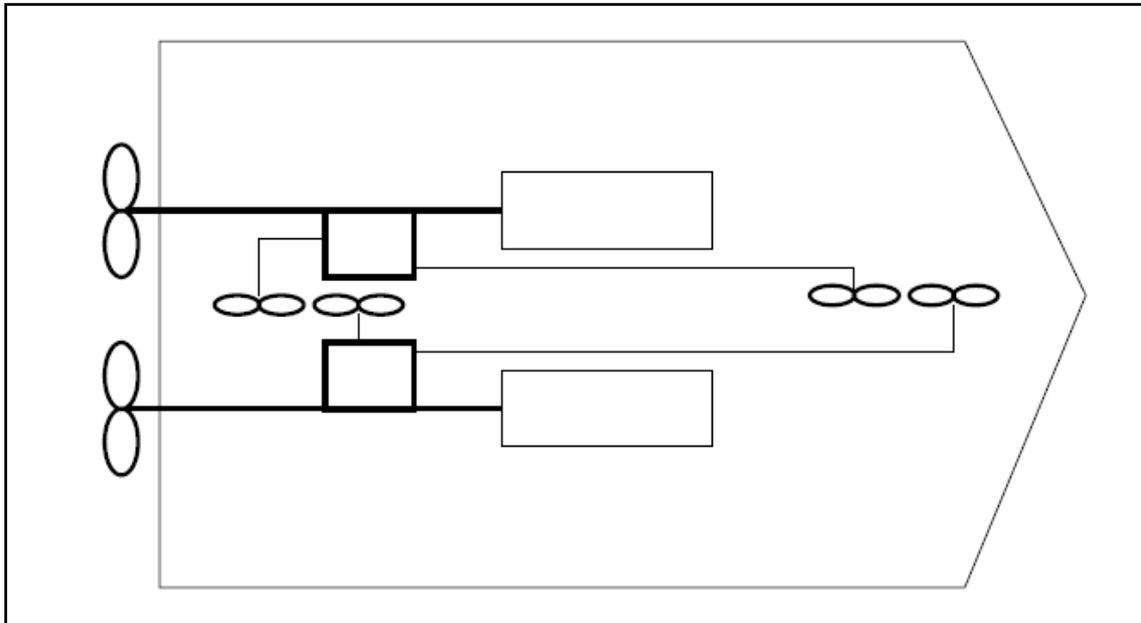
Entre os dois quadros gerais BUS 1 e 2 BUS há uma grande mudança, a BUS Tie que permite que os dois painéis a serem ligados entre si. Em operações de DP essa opção é Tie normalmente aberto (não ligado), eo navio ainda pode ter o poder de um quadro de distribuição, se houver um problema por outro. Para equipamentos de classe 3 operações, é a exigência de que o quadros ser isolado, ou seja, o laço Bus estar aberta. Para equipamentos de classe 2, as operações, o Bus Tie pode ser aberta ou fechada.

Em operações de DP que se considera não ser críticas para a segurança, os quadros podem estar ligados juntamente com o laço de ônibus fechado, e com apenas um gerador funcionando o navio ainda pode executar tudo equipamento, se conectado a ônibus n ° 1 ou No. 2.

Em operações de DP de uma situação pode surgir onde há três propulsores de proa. N ° s 1 e 3 são ligado ao Bus 1, enquanto proa No 2 está ligado ao Bus 2. Se proa Nenhuma 1 ou 3 falhar, o navio ainda pode ter impulso para a frente suficiente e redundância permitindo a operação continuar. Se, no entanto, proa n 2 foi a falhar, o recipiente não é mais redundante. O subsequente perda de autocarro 1 deixaria o navio, sem capacidade de impulso para a frente. O DP operador tem de decidir se ele pode continuar a operação ou não, e sob estas circunstâncias, ele deve decidir abortar a operação.

Muitas embarcações utilizam combinado acionamento direto diesel e acionamento elétrico. Arranjos variam, mas muitas vezes, haverá parafusos duplos, passo controlável em um arranjo convencional, juntamente com uma variedade de propulsores. Os parafusos serão conduzidos em rpm constante por um ou mais motores diesel, também

condução alternadores de eixo que fornecem energia elétrica para o painel de comando. Elétrica adicional a energia é fornecida por alternadores diesel. Propulsores são eletricamente alimentado, ou conduzido por seu próprios motores diesel independentes.



Esquema típico de gerador de deixo com sistemas de DP

Para os fins da segurança, as operações de DP não devem ser efetuadas quando a demanda de potência for superior a 80% da potência disponível, ou quando a saída de qualquer propulsor individual exceder 80% do seu impulso máximo. Em geral, deve haver energia suficiente disponível para proporcionar uma reserva girante equivalente a um gerador. Isto protege contra críticas situações que surgem como resultado da perda de um gerador. Nos casos em que um ou mais geradores estão parados e em *stand-by*, instalações "auto start" são fornecidas para automaticamente iniciar e trazer on-line os geradores em algum limite pré-definido de energia disponível. Os alarmes são fornecidos dentro do sistema DP quando os limites de potência (app. 80%) são alcançados e superados.

Sistemas de gerenciamento de energia (PMS) destinam-se a assegurar que a escassez de energia crítica ou situações de blackout sejam evitados. Um arranjo simples de gerenciamento de energia é uma forma de Prevenção Blackout, garantindo que os circuitos não tropeçem fora do quadro em sobrecarga condições. Mais sistemas complexos contêm uma série de níveis de corte de carga. Num valor de carga predeterminado "start-bloqueio" será iniciado em grandes motores. Isto é para assegurar que um escurecimento não seja inadvertidamente disparado por ação de um motor de partida quando existem reservas insuficientes. A corrente de partida em um motor é muito superior à sua plena carga em execução corrente. Da limitação de carga irá ocorrer como reservas de energia diminuir. Circuitos serão deixados com a placa na ordem inversa de importância. O DPO precisa estar familiarizado com o derramamento de carga rotina, como ele precisa saber o que ele tem reserva-se disponível após um problema de falta de energia. Em alguns navios, o gerenciamento de energia é mal

organizado de tal forma que, após desarme, os propulsores ainda estão no sistema, mas o sistema de controle propulsor disparou para fora. Assim, os propulsores são ainda possíveis de partida, mas não pode ser controlados.

Para operações sob classes de equipamentos 2 e 3, o nível de redundância necessário é tal que a energia disponível para a posição de manutenção deve ser suficiente para manter a posição subsequente de pior fracasso caso central, ou seja, a perda de uma seção completa do quadro e o geradores de os fornecer. Vasos de Equipamentos Classe 2 podem ter seções dos barramentos conectados por desempates de barramentos, mas estes disjuntores deve separar automaticamente após a sobrecarga ou curto-circuito falha dentro de uma seção. Vasos de Equipamento Classe 3 devem operar com desempates de barramento, com cada secção de barra coletora isolado do restante.

É essencial que os vários dispositivos de proteção central, destinam-se a impedir quadro de falha resultante de sobrecarga, sobre-volt ou condições de corrente reversa, são e devidamente mantidas regularmente testados. Vide gráfico abaixo dos picos de tensão do sistema DP em operação e tabela dos consumidores da embarcação.

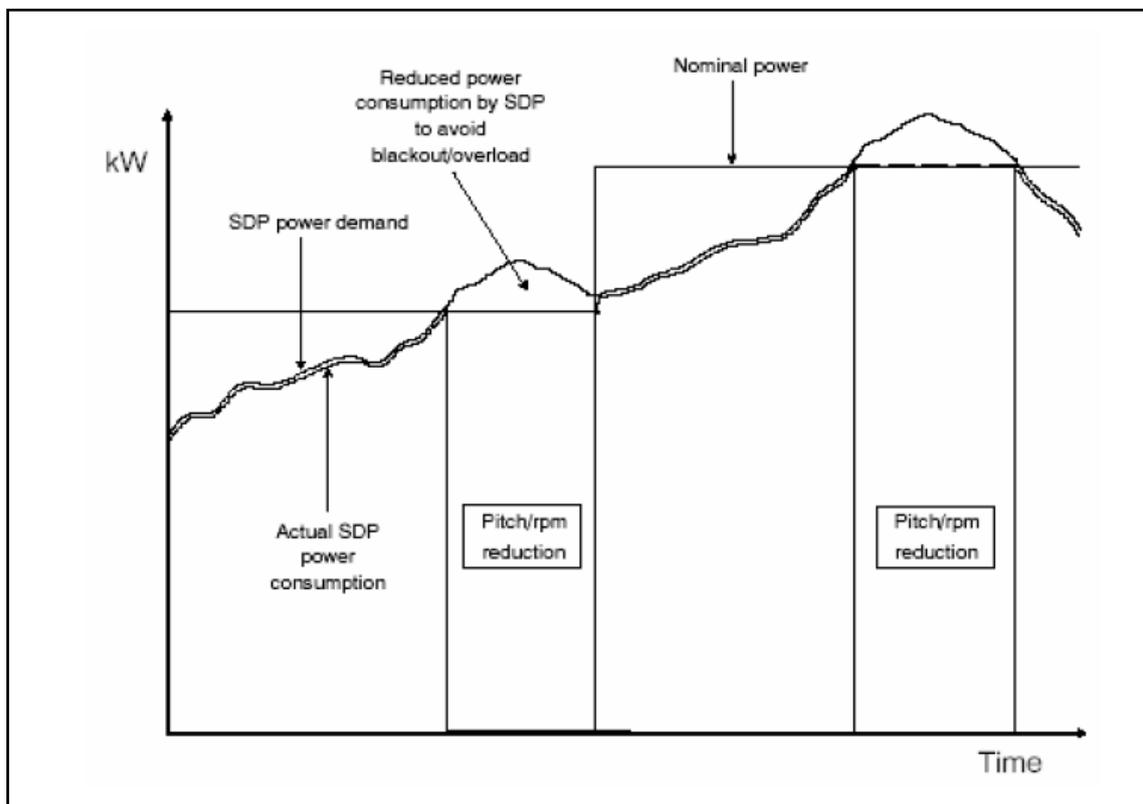


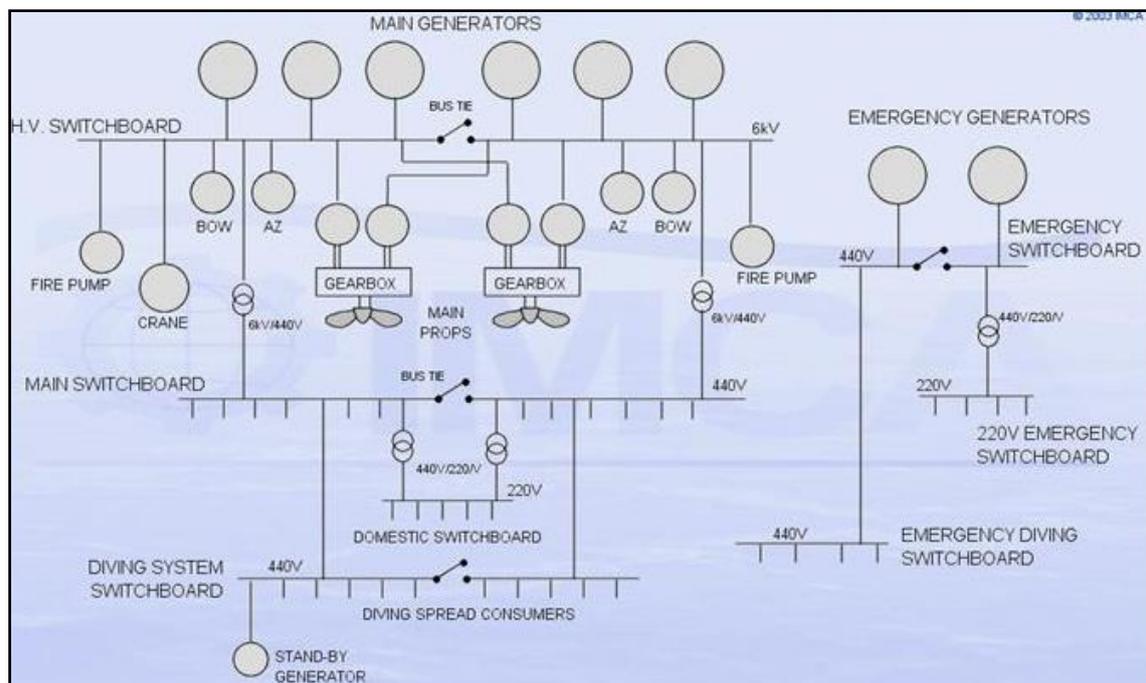
Gráfico de consumo de energia no sistema DP.

PROPULSION SYSTEM	
Main Engines	2 x 3400 BHP, YANMAR 8N280 EV
Main Generators	2 x 350kw diesel driven, VOLVO PENTA, D12 AUX/HCM 440 V, 3 Phase, 60 Hz
Shaft Alternator	Leroy Somer, 2 x 1000 Kw
Emergency Generator	1 x 85kw, VOLVO PENTA
Bow Thruster	2 x 500 kw @ 1200 rpm, HRP 4000,
Stern Thruster	1 x 500 kw @ 1200 rpm, HRP 4000,
Steering Gear	JASTRAM
Propulsion	2 x 4 bladed CPP, BERG Propulsion, Dia 3.1 m, RPM: 176
Rudders	Becker Marine, Type SA, 1650/180F2

Tabela de consumo dos sistemas *de Bow Thruster e Stern Thruster*

### 3.1.9 GERADORES DE EMERGÊNCIA

O conceito de gerador de emergência, se aplica a basicamente o mesmo conceito do grupo de geradores, porém com uma diferença significativa. O mesmo tem a finalidade principal de fornecer energia elétrica em regime de emergência, quando o grupo de geradores principais não puderem realizar o fornecimento devido a estrutura da embarcação devido a um eventual *blackout* ou devido a potência necessária estar acima da disponível.



Esquema típico do quadro de distribuição do grupo gerador de emergência



Quadro elétrico do gerador de emergência



Gerador de emergência da embarcação

## **4.0 METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa de campo de uma embarcação específica, denominada TAG 5, onde está sendo abordada a importância dos geradores de eixo de uma embarcação AHTS.

O material utilizado na pesquisa, foram os manuais e documentos da própria embarcação, bem como materiais pertinentes devidamente referenciados na Bibliografia.

## **5.0 CRONOGRAMA**

### **5.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- *VOLVO PENTA* – D12 MG MARINE - Genset Operator's manual ( **EDIÇÃO 2009**);

- *KONSBERG* - Shaft Generators Power Take Off from the Main Engines Manual ( **EDIÇÃO 2008** );

- *MARINHA DO BRASIL* - *NORMAM 28 / DHN*( **EDIÇÃO 2011** )

-*MAERSK* - *TRAINING CENTER A/S* - **DP TRAINING MANUAL** ( **EDIÇÃO 2010** ).