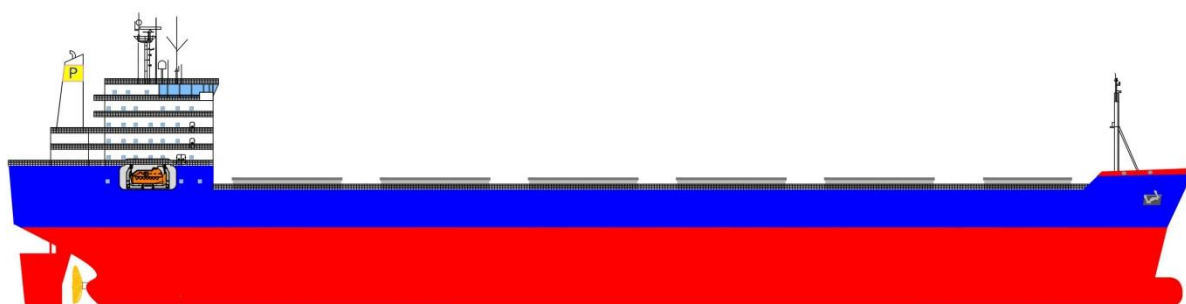


BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM



Caderno 10

DEFINICIÓN DA PLANA PROPULSORA E DOS SEUS AUXILIARES

AUTOR : PEDRO OJEA GONZÁLEZ

PROXECTO NÚMERO: 16-10P



DEPARTAMENTO DE ENXEÑERÍA NAVAL E OCEÁNICA

CURSO 2.015-2016

PROXECTO NÚMERO: 16 - 10 P

TIPO DE BUQUE : BULKARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM.

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : ABS, SOLAS, MARPOL, REGLAMENTO PARA LA NAVEGACIÓN EN AGUAS DEL CANAL DE PANAMÁ, SUEZ.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 70.000 TPM. GRAN, MINERAL, CARBÓN.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14.5 NUDOS EN CONDICIÓN DE SERVICIO. 85% MCR E 15% DE MARXE DE MAR. 11.000 MILLAS Á VELOCIDADE DE SERVICIO.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : ESCOTILLAS DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO. SEN GRÚAS.

PROPULSIÓN : UN MOTOR DUAL FUEL (DIÉSEL/LNG) ACOPLADO A UNHA HÉLICE DE PASO FIXO.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 25 PERSOAS.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : OS HABITUAIS NESTE TIPO DE BUQUE.

ALUMNO: PEDRO OJEA GONZÁLEZ

Ferrol, 3 de Marzo de 2016

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Xustificación da elección do equipo propulsor.....	5
3. Sistemas auxiliares da propulsión.....	6
3.1. Sistema de auga de refrixeración.....	6
3.1.1. Circuito de baixa temperatura.....	7
3.1.2. Circuito de alta temperatura.....	8
3.1.3. Tratamento da auga de refrixeración.....	10
3.1.4. Xerador de auga doce.....	10
3.2. Sistema de lubricación por aceite.....	12
3.2.1. Componentes principais do sistema de lubricación.....	12
3.2.2. Sistema de lubricación dos cilindros.....	14
3.2.3. Tratamento e mantemento do aceite lubricante.....	14
3.2.4. Tanque de drenaxe do aceite lubricante.....	14
3.3. Sistema de combustible diésel.....	16
3.3.1. Tanques de sedimentación.....	16
3.3.2. Tanques de uso diario.....	16
3.3.3. Separadores centrífugos.....	17
3.3.4. Bomba de alimentación de combustible.....	17
3.3.5. Válvula reguladora de presión.....	18
3.3.6. Tanque de mestura.....	18
3.3.7. Bomba de alta presión.....	19
3.3.8. Intercambiador de calor.....	19
3.3.9. Filtros de combustible.....	19
3.4. Sistema de combustible gas.....	22
3.4.1. Sistema de combustible pilotado.....	23
3.4.2. Funcionamento en modo gas.....	23
3.4.3. Sistema de combustible gas no motor.....	24
3.4.4. Sistema auxiliar do combustible gas.....	24
3.4.5. Sistema de almacenamento e manexo do gas.....	27
3.5. Sistema de aire de arranque e de control.....	29
3.6. Sistema de gases de escape.....	30
4. Estimación do consumo e comprobación da autonomía.....	31
4.1. Tanques de diésel.....	31

4.2. Tanque de LNG.....	32
4.3. Tanques de aceite.....	32
BIBLIOGRAFÍA.	34

1. Introducción.

Neste caderno abordaremos a definición e determinación da planta de propulsión principal así como dos seus auxiliares. Para iso axudarémonos da Project Guide facilitada polo fabricante do motor propulsor así como do informe obtido a través dun programa facilitado tamén polo fabricante e que xa vimos no Anexo II do Caderno 6.

As características do noso buque son:

Eslora entre perpendiculares	206,38	m
Manga	32,25	m
Puntal	21,56	m
Calado	14,58	m
Coficiente de bloque	0,88	
Toneladas de peso morto	70000	t
Desprazamento	87500	t
Velocidade de servizo	14,5	kn
Tripulantes	25	persoas

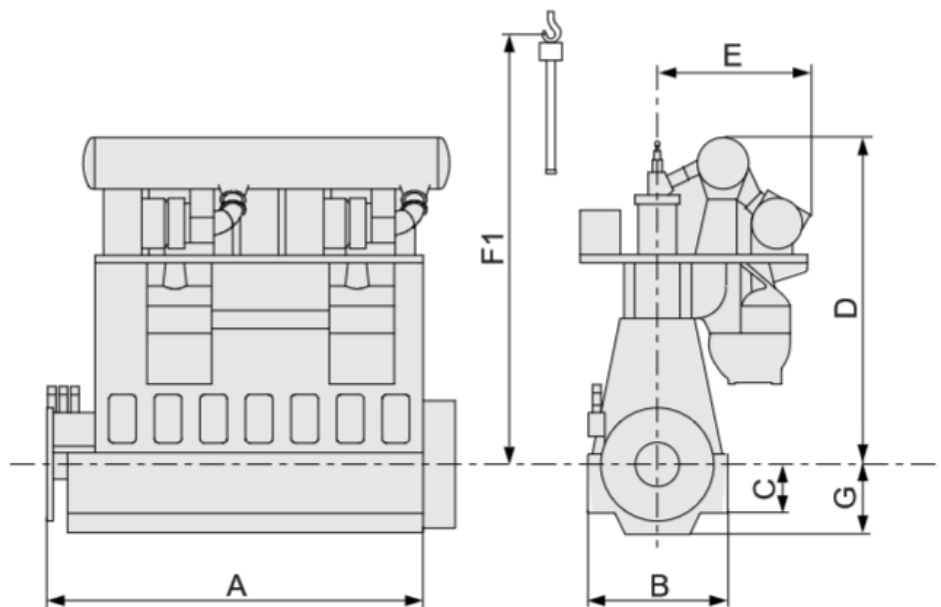
2. Xustificación da elección do equipo propulsor.

Como xa víramos no Caderno 6, a potencia que resultaba do estudo de propulsión co programa Navcad era de 9521.3 kW e aplicando que o motor traballase ao 85% quedaríannos 11201.5 kW e dado que necesitábamos un motor dual fuel, tal e como nos esixen as RPA, decidimos escoller do catálogo de Wärtsilä o motor que mellor se adaptase. Para iso escollemos o motor W8X52-DF con unha potencia ao 100% de 11920 kW e que polo tanto, para satisfacer os 9521.3 kW estaría traballando ao 80%.

Este motor ten 8 cilindros coas dimensións que expomos a continuación:

- Diámetro do pistón: 520 mm
- Carreira: 2315 mm
- Presión media efectiva: 17.32 bar
- Velocidade do pistón: 8.1 m/s
- RPM ao 100%: 105

As dimensións principais do motor son as que vemos a continuación:



Dimensions

In mm with a tolerance of approx. ± 10 mm

A	8730	mm
B	3514	mm
C	1205	mm
D	8444	mm
E	3445	mm
F1	10250	mm
G	1910	mm

Ademais disto tamén imos dicir que ten un peso de 323 toneladas e que na cámara de máquinas ten que levar unha grúa con unha capacidade de elevación de 3.5 toneladas.

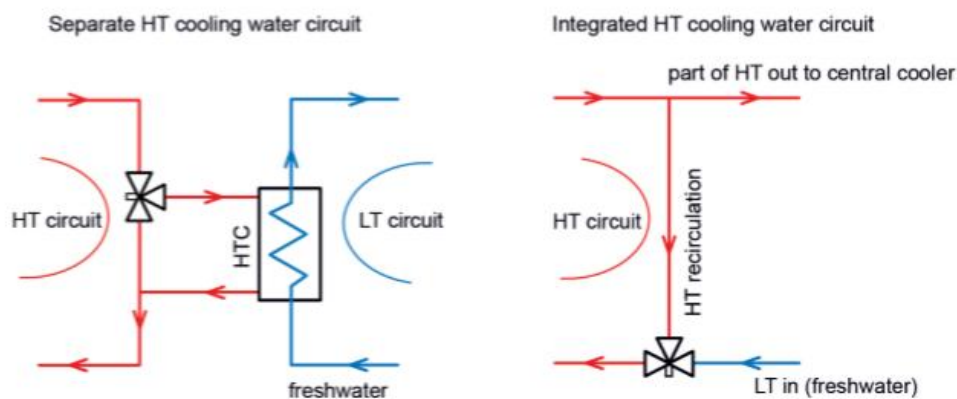
3. Sistemas auxiliares da propulsión.

3.1. Sistema de auga de refrixeración.

Seguindo as indicacións do fabricante, e dado que de momento non temos unha Project Guide para o motor elixido, recoméndannos que sigamos a Project Guide do motor RT-flex50DF, do que nos din que o noso motor ten exactamente a mesma tecnoloxía.

Partindo deste punto, o sistema de auga de refrixeración podería ser de dúas maneiras distintas:

- Sistema de arrefriamento de auga doce central con arrefriador dunha soa etapa de varrido de aire e o circuíto de alta temperatura separado.
- Sistema de arrefriamento de auga doce central con arrefriador dunha soa etapa de varrido de aire e o circuíto de alta temperatura integrado.



Nos imos tomar o primeiro caso, onde temos dous circuítos distintos, un para a auga a máis baixa temperatura, e outra para auga a máis alta temperatura.

Os sistemas de refrixeración de auga doce reducen a cantidade de tubaxes de auga de mar e os seus problemas como a corrosión e a contaminación, e proporcionan un control mellorado do arrefriado. A optimización do sistema de refrixeración de auga doce fai que se reduzan os custos globais de funcionamento en comparación co sistema de refrixeración de auga de mar convencional.

O fabricante danos algunhas recomendacións para o deseño deste sistema das que enumerarei algunha a continuación.

O número de válvulas nos circuítos debe ser o mínimo posible para así reducir todo o posible un erro na configuración.

Durante o funcionamento normal do sistema de auga de refrixeración dos cilindros, a altura de impulsión da bomba e o caudal total deben permanecer constantes, incluso cando o xerador de auga doce se pon en marcha ou se apaga.

O sistema de auga de refrixeración dos cilindros debe estar totalmente separado dos sistemas de vapor, baixo ningunha circunstancia debe haber ningunha posibilidade de que entre vapor no sistema de auga de arrefriamento dos cilindros.

A instalación de equipos que afecten ao control da temperatura do sistema de auga de refrixeración dos cilindros debe ser examinado previamente antes de ser engadido xa que os aumentos ou diminucións de temperatura non controlados poden levar a un shock térmico dos compoñentes do motor.

O shock térmico ten que evitarse sendo para iso necesario que o gradiente de temperatura cando se arranca ou cando se apaga equipamento adicional non debe ser maior de dous graos por minuto na entrada no motor.

3.1.1. Circuito de baixa temperatura.

A continuación imos facer unha relación dos compoñentes principais deste circuito.

Filtro da auga salgada.

Débese instalar un filtro, xa sexa simple ou dobre, en cada toma de mar que se debe poder limpar manualmente sen interromper o fluxo de auga. O filtro debe estar dimensionado para que non pasen partículas maiores de 6 mm que poidan danar as bombas e que deteriorenen a transferencia de calor nos intercambiadores.

Bomba de auga salgada

Será unha bomba centrífuga e terá que cubrir todas as necesidades do fluxo de auga que necesite o motor con un marxe do 10%.

Dos datos proporcionados do General Technical Data (GTD) para o noso motor danos que esta bomba ten que ten un caudal de 503 m³/h unha altura de impulsión de 2 bar.

Intercambiador central

Pode ser de placas ou tubular. O fluído frío será auga de mar mentres que o fluído, chamémoslle quente neste caso, será a auga doce.

Neste intercambiador ten que disipar unha cantidade de calor de polo menos 10460 kW dun fluxo de auga doce de 454 m³/h con unha temperatura de entrada da auga doce de 56 grados centígrados e unha temperatura á saída de 36 grados centígrados. Mentres tanto, o fluxo de auga de mar que ten que arrefriar o fluxo de auga doce será de 503 m³/h e con unha temperatura de entrada de 32 grados e unha de saída de 50.

Controlador da temperatura

O sistema de arrefriamento da auga doce ten que ser capaz de manter a temperatura de entrada do intercambiador do aire de varrido entre os 25 e os 36 grados centígrados.

Bombas de auga doce para o circuíto de baixa temperatura

Será unha bomba centrífuga e terá que cubrir todas as necesidades do fluxo de auga que necesite o motor con un marxe do 10%.

Dos datos proporcionados do General Technical Data (GTD) para o noso motor danos que esta bomba ten que ten un caudal de 454 m³/h e unha altura de impulsión de 2.2 bar.

3.1.2. Circuíto de alta temperatura.

Bomba de auga doce para o circuíto de alta temperatura.

Será unha bomba centrífuga, e ademais a curva de altura debe cumprir que para un incremento da presión entre o 100 e o 107%, a capacidade da bomba non debería reducirse máis dun 10%.

Terá un marxe de entre o -10% e o 20% sobre o seu caudal que será de 110 m³/h e terá unha altura de impulsión de 4 bar. A súa temperatura de traballo serán 75°C.

Tanque de expansión

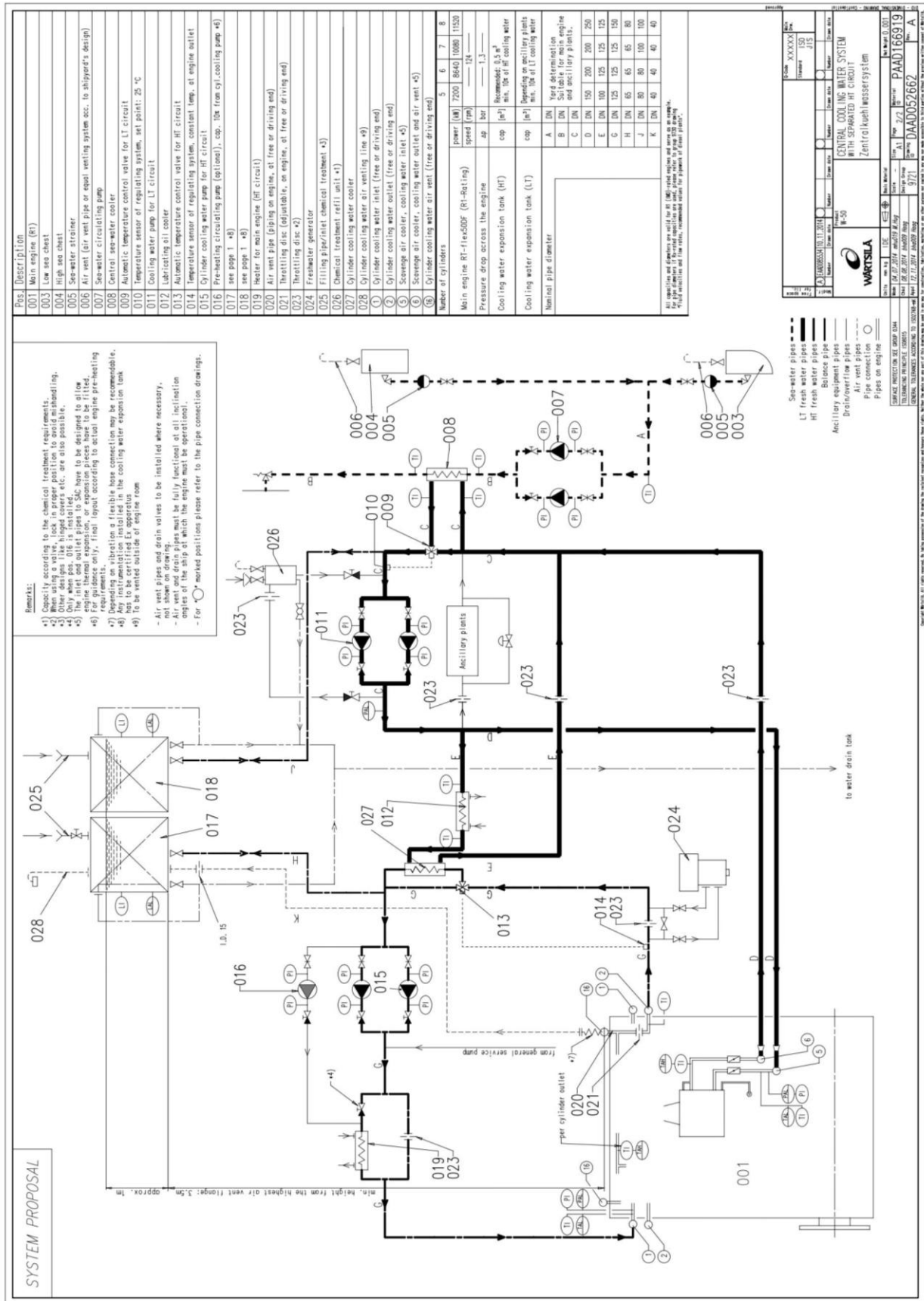
Debe estar situado a polo menos 3.5 metros por encima da brida de ventilación máis alta do motor para asegurar que a presión estática necesaria se aplica sobre o sistema de auga de arrefriamento dos cilindros. Deberá ir conectado mediante un tubo comunicante á aspiración da bomba.

Válvula de control automático da temperatura

Válvula linear de tres posicións, eléctrica ou electro-pneumática. Con unha presión de deseño de 5 bar, e unha perda de presión a través dela de 0.5 bar. Será accionada por un controlador PI que ten un erro máximo en estado estacionario de 2 graos centígrados e en estado transitorio de 4°C.

O sensor de temperatura irá colocado na saída da tubaxe do motor.

A continuación vemos o plano de todo o sistema:



3.1.3. Tratamento da auga de refrixeración.

O correcto tratamento da auga doce de refrixeración é fundamental para que o motor funcione de forma segura. Para iso debemos utilizar só auga totalmente desmineralizada ou condensada. En caso de emerxencia, podemos utilizar auga potable normal durante un tempo limitado, pero despois debemos drenar o motor e volver a encher o sistema con auga desmineralizada.

O fabricante recoméndanos algúns parámetros para a auga de refrixeración:

- pH mínimo de 6.5
- dH máximo de 10°dH (correspondente a 180 mg/l CaCO₃)
- Cloruro máximo 80 mg/l
- Sulfatos máximos 150 mg/l

Ademais, a auga utilizada debe ser tratada con un inhibidor da corrosión, adecuado para prever o ataque da corrosión, a formación de lodos e os depósitos de sarro.

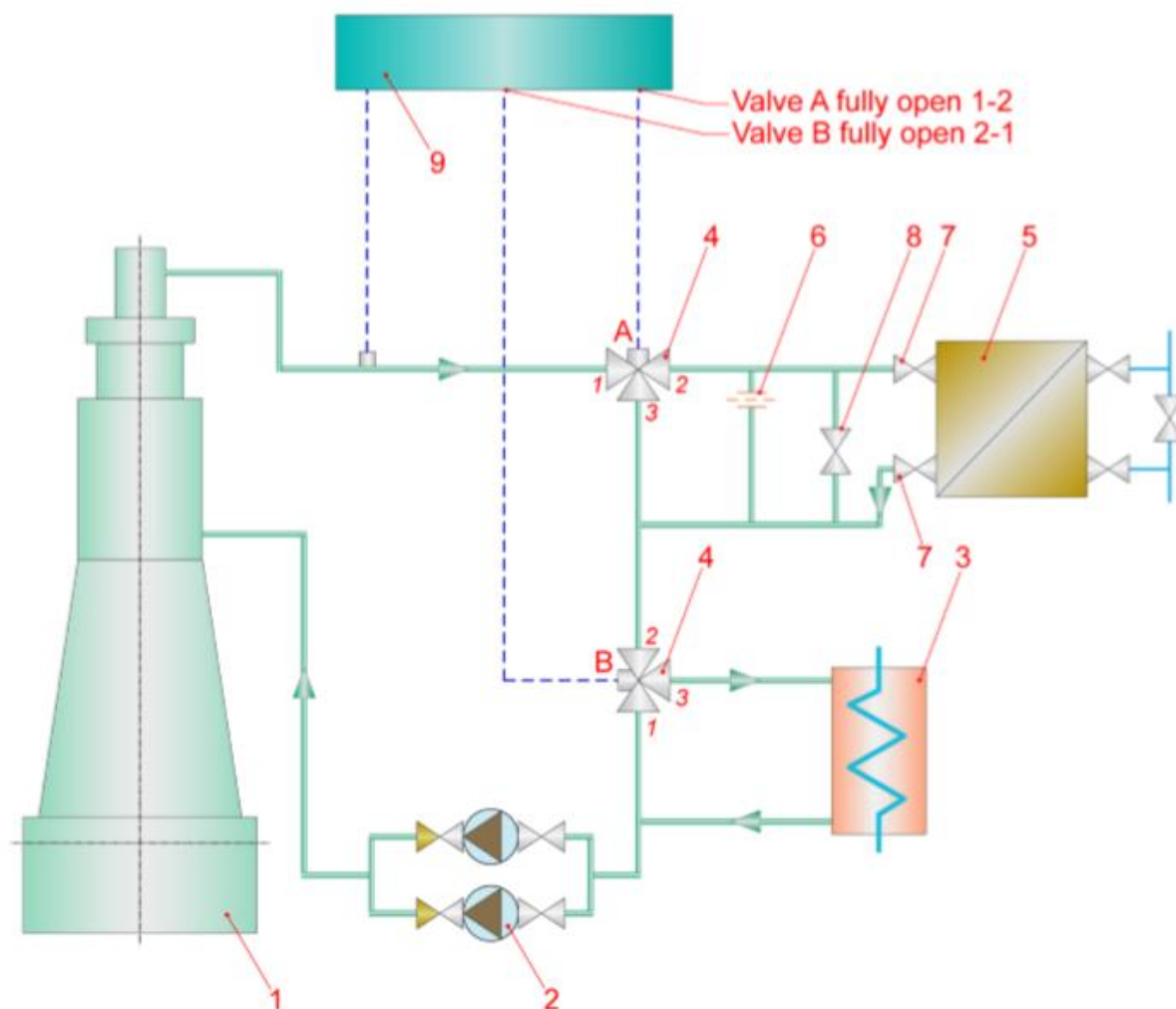
Vixiar o nivel do inhibidor da corrosión e a suavidade da auga é esencial para evitar os tempos de inactividade por culpa de fallos dos compoñentes resultantes da corrosión ou por problemas de transferencia de calor. Non se deben usar tubos de aceiro internamente galvanizados en contacto coa auga doce tratada xa que a maioría dos inhibidores de corrosión teñen unha base de nitrito e os nitritos atacan o revestimento de zinc das tubaxes galvanizadas e crean lodos.

3.1.4. Xerador de auga doce.

O xerador de auga doce pode utilizar o calor dos cilindros para destilar a auga de mar.

A capacidade do xerador de auga doce estará limitada pola cantidade de calor dispoñible, e isto dependerá do réxime de potencia do motor. Ademais, é moi importante que nas fases de deseño se teña en conta e se dimensione de forma que se protexa ao motor dun shock térmico cando o xerador de auga doce está activado.

Un exemplo esquemático do xerador de auga doce sería o seguinte:



Un xerador de auga doce, que necesita do 85% do calor dispoñible para disipar dos cilindros, pódese conectar en serie como se mostra na figura anterior.

Esta disposición require da instalación dunha válvula de control automático da temperatura a máis (4A), conectada en cascada coa válvula de control de temperatura do intercambiador de calor do circuíto de auga doce de alta temperatura e controladas ambas por un controlador que mide tamén a temperatura da auga de refrixeración á saída do motor.

A cantidade de auga doce xerada por este elemento pódese calcular da seguinte forma:

Se no intercambiador dinos o GTD que temos unha calor dispoñible para disipar de 1907 kW e dicimos que imos aproveitar o 85% teremos 1620 kW. A fórmula para calcular a produción de auga doce é a seguinte:

Auga doce en t/día=constante*potencia dispoñible

Auga doce en t/día= $32 \cdot 10^{-3} \cdot 1620 = 51.87$ toneladas/día

3.2. Sistema de lubricación por aceite.

A lubricación dos rodamentos principais, dos de empuxe, dos de cruceta, así como a refrixeración do pistón, é levada a cabo polo sistema principal de aceite lubricante. O aceite do rodamento principal tamén se utiliza para arrefriar a cabeza do pistón así como para lubricar e arrefriar o amortecedor de torsión e o amortecedor axial.

A continuación imos describir pouco a pouco os compoñentes máis importantes deste sistema:

3.2.1. Compoñentes principais do sistema de lubricación.

Bomba de lubricación

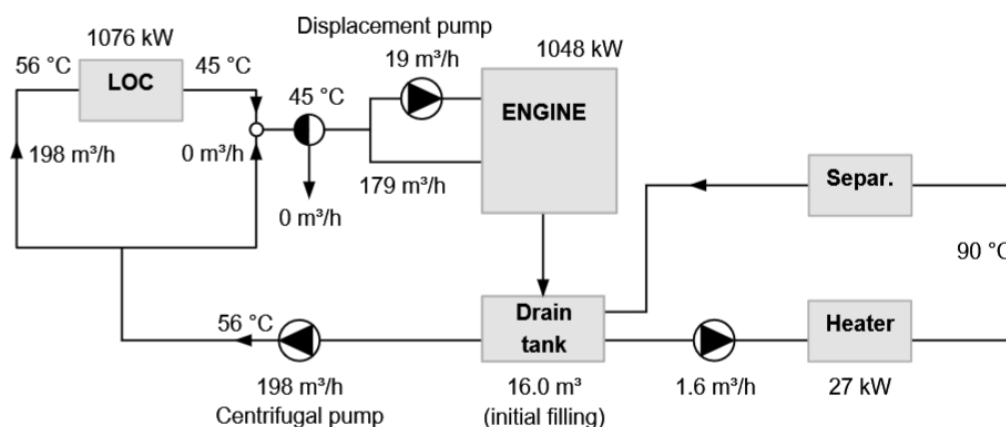
Estas bombas poden ser tanto bombas centrífugas como bombas de parafuso de desprazamento positivo con válvula de alivio de sobrepresión. Para unha bomba de desprazamento positivo deberá ter unha marxe de entre o 0 e 10% a máis do caudal do fluxo de retorno do filtro automático. Pola contra, para unha bomba centrífuga este fluxo deberá estar entre o -10 e 10%.

Esta bomba, segundo do GTD, ten que ter un caudal de $198 \text{ m}^3/\text{h}$ e unha altura de impulsión de 6.6 bar.

A temperatura de traballo desta bomba será do entorno de 60 graos centígrados.

O tipo de aceite que debemos utilizar será un SAE30, que teña unha viscosidade de 50 cSt á temperatura de traballo.

A continuación vemos un esquema do que sería o circuíto de lubricación con algúns datos sobre os seus compoñentes:



Por exemplo, vemos que neste caso o fabricante escolleu unha bomba centrífuga que envía o aceite dende o tanque de drenaxe ao intercambiador de calor LOC (Lub Oil Cooler) onde intercambia o calor co circuíto de auga doce fría que víamos no apartado anterior.

Intercambiador de calor

Ten un fluxo a través del de aceite de $198 \text{ m}^3/\text{h}$ como vemos na figura anterior e pode chegar a disipar ata 1076 kW co motor funcionando ao 100%. Como xa dixen no apartado anterior, este intercambiador ten como arrefriador o circuíto de auga doce fría que pasa a unha presión de aproximadamente 3 bar, cun caudal de $93 \text{ m}^3/\text{h}$ e cunha temperatura de entrada de $36 \text{ }^\circ\text{C}$ e unha de saída de $46 \text{ }^\circ\text{C}$. Pode de ser un intercambiador de placas ou un intercambiador tubular pero ten que estar deseñado para que resista o paso do aceite a unha presión de 6 bar, e con unha temperatura de entrada de $56 \text{ }^\circ\text{C}$ e unha temperatura de saída de $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Filtros de aceite lubricante

Serán filtros de tipo conmutable deseñados para a limpeza mentres están es servizo. Terán un manómetro diferencial así como contactos de alarma diferenciais de alta presión.

Outra opción serían os filtros de retorno automático con indicador de presión diferencial e contactos de alarma diferenciais de alta presión que estean deseñados para limpase automaticamente mediante técnicas de fluxo inverso ou con aire comprimido. O desaugadoiro do filtro deberá ser dimensionado e equipado para permitir o fluxo cara o tanque de drenaxe do aceite lubricante. Para o dimensionamento da capacidade da bomba principal de aceite lubricante hai que ter en conta o fluxo inverso para o filtro que debe facerse sen interromper o fluxo normal.

O filtro traballará a unha presión de 6 bar e cunha viscosidade de 95 cSt. A diferenza de presión entre a entrada e a saída do filtro será de 0.2 bar cando estea limpo, de 0.6 bar cando estea sucio e sería causa de alarma se chegase aos 0.8 bar.

O filtro será de malla de aceiro inoxidable e esta malla terá uns ocos de paso de 0.05 mm.

Bombas de presión do aceite lubricante da cruceta

Serán bombas de tipo parafuso con desprazamento positivo ou bombas de engrenaxe tendo unha válvula de descarga da sobrepresión.

No noso caso, como víamos no esquema do circuíto de lubricación, esta bomba traballa con un caudal de $19 \text{ m}^3/\text{h}$ e a unha temperatura aproximada de $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Ademais ten unha altura de impulsión de 8.5 bar. O aceite utilizado é o mesmo para todo o circuíto, é dicir, o SAE30.

3.2.2. Sistema de lubricación dos cilindros.

O sistema de lubricación dos cilindros lévase a cabo por un sistema separado, que fai que o aceite pase unha única vez polo circuíto e que utiliza un aceite de grado SAE50.

O aceite lubricante para o cilindro inyéctase na superficie da camisa do cilindro a través dunha bomba accionada hidráulicamente por unhas púas situadas no revestimento do cilindro. A cantidade de aceite subministrado é axustable para así poder adaptala á idade de estado de funcionamento dos aros do pistón e dos revestimentos.

3.2.3. Tratamento e mantemento do aceite lubricante.

Que o aceite de lubricación se manteña limpo é básico para que todos os lugares polos que este aceite pasa se manteñan no mellor estado posible. Por iso, os contaminante sólidos e líquidos en suspensión débense eliminar. Isto faise mediante separadores centrífugos que, como víamos no esquema do circuíto de lubricación, están en bypass co sistema de lubricación do motor.

Débase ter moito coidado cos separadores e cos filtros e asegurarse de que sempre funcionen correctamente. Os separadores deben configurarse como purificadores do aceite e deben estar sempre illados dos sistemas de tratamento do combustible líquido.

O separador será de tipo centrífugo e autolimpable, terá unha capacidade para purificar de 1633 l/h e traballará a unha temperatura de entorno aos 90 °C.

3.2.4. Tanque de drenaxe do aceite lubricante.

O motor está deseñado para funcionar con un cárter seco, o aceite de retorno dos rodamentos flúe á parte inferior do cárter e a través dos tamices cae no tanque de drenaxe do aceite lubricante.

O tanque de drenaxe estará situado debaixo do motor e estará equipado con:

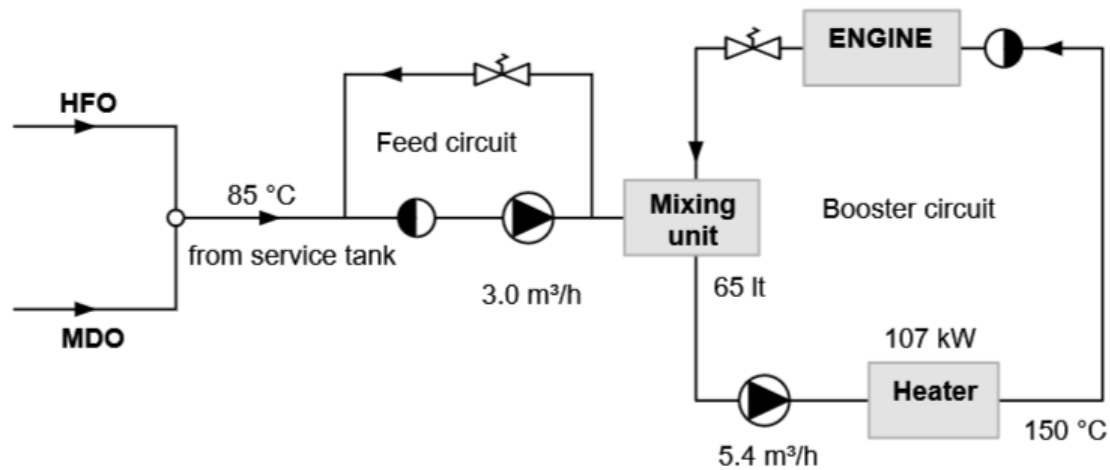
- Sonda de profundidade.
- Tubaxes que o conecten coa purificadora de aceite.
- Bobina de quecemento adxacente á bomba de succión.
- Fendas de ventilación con protección contra as chamas.

Tal e como xa o dimensionamos no Caderno 7, este tanque terá 16 m³.

A continuación imos a ver o esquema real do circuíto de lubricación:

3.3. Sistema de combustible diésel.

Para facernos unha pequena idea do sistema imos comezar por visualizar un esquema do circuíto.



Neste caso dá a opción de consumir tanto diésel mariño como heavy fuel oil pero no noso motor imos utilizar unicamente o diésel mariño.

3.3.1. Tanques de sedimentación.

A sedimentación gravitacional da auga e dos sedimentos dos combustibles modernos é un proceso extremadamente lento debido á pequena diferenza de densidades. O proceso de sedimentación é unha función da área de superficie do tanque respecto á diferenza de viscosidade, de temperatura e de densidade. Polo tanto, os tanques que se quecen nunha ampla superficie permiten unha mellor sedimentación que os tanques con superficies máis pequenas.

3.3.2. Tanques de uso diario.

A maior parte das características deste tanque son moi similares ás do tanque de sedimentación, xa que ten unha billa con peche automático para a purga dos lodos, un dispositivo de control do nivel e unhas válvulas de accionamento remoto que regulan a descarga ao separador e aos sistemas do motor.

Este tanque ter que contar con unha válvula de drenaxe colocada no punto máis baixo, un rebose para o tanque de derrames e unha tubaxe de recirculación ao tanque de sedimentación.

A tubaxe de recirculación sae da parte inferior do tanque de uso diario para levar a auga que pode estar presente no combustible despois dos separadores cara o tanque de sedimentación.

Cando o motor principal está operando ao réxime máximo continuo, o separador de combustible debe ser capaz de manter un fluxo dende o tanque de sedimentación ao tanque de servizo con un exceso de fluxo que se recircule ao tanque de sedimentación.

A billa dos lodos abrírase a intervalos regulares para comprobar se hai presenza de auga, o que nos dará unha idea de como de ben está traballando o separador.

3.3.3. Separadores centrífugos.

Será un separador de tipo autolimpable e sen discos de gravidade. Unha das principais características dos separadores de axuste automático é que só se require unha unidade, é dicir, esta única unidade funciona ao mesmo tempo tanto de purificador como de clarificador.

Porén, como é habitual instalar un separador en stand-by de respecto, pode ser moi vantaxoso utilizalo para mellora o resultado da separación. Iso si, a colocación en serie ou en paralelo dos separadores dependerá das recomendación do fabricante.

Para calcular o caudal do separador imos utilizar a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{1.2 * MCR * BSFC}{1000}$$

Sendo:

- Q: Caudal en litros por hora.
- MCR: Réxime máximo continuo.
- BSFC: Consumo de combustible.

Polo que para o noso motor teremos:

$$Q = \frac{1.2 * 11920 * 182.3}{1000} = 2607 \text{ l/h}$$

3.3.4. Bomba de alimentación de combustible.

Será unha bomba de parafuso de desprazamento positivo que terá un marxe na súa capacidade de ata un 20% a máis. Esta capacidade será no noso caso de 3 m³/h.

A presión de funcionamento debe ter en conta as perdas de presión do sistema e evitar tamén que a auga atrapada se vaporice asegurándose de que a presión no tanque de mestura será de

polo menos 1 bar superior á presión de vapor da auga e non inferior e a 3 bar. Para o noso motor esta presión serán 5 bar.

3.3.5. Válvula reguladora de presión.

A válvula reguladora de presión mantén a presión de entrada ao sistema de alta presión practicamente constante, independentemente da cantidade de combustible consumido polo motor principal e os seus auxiliares.

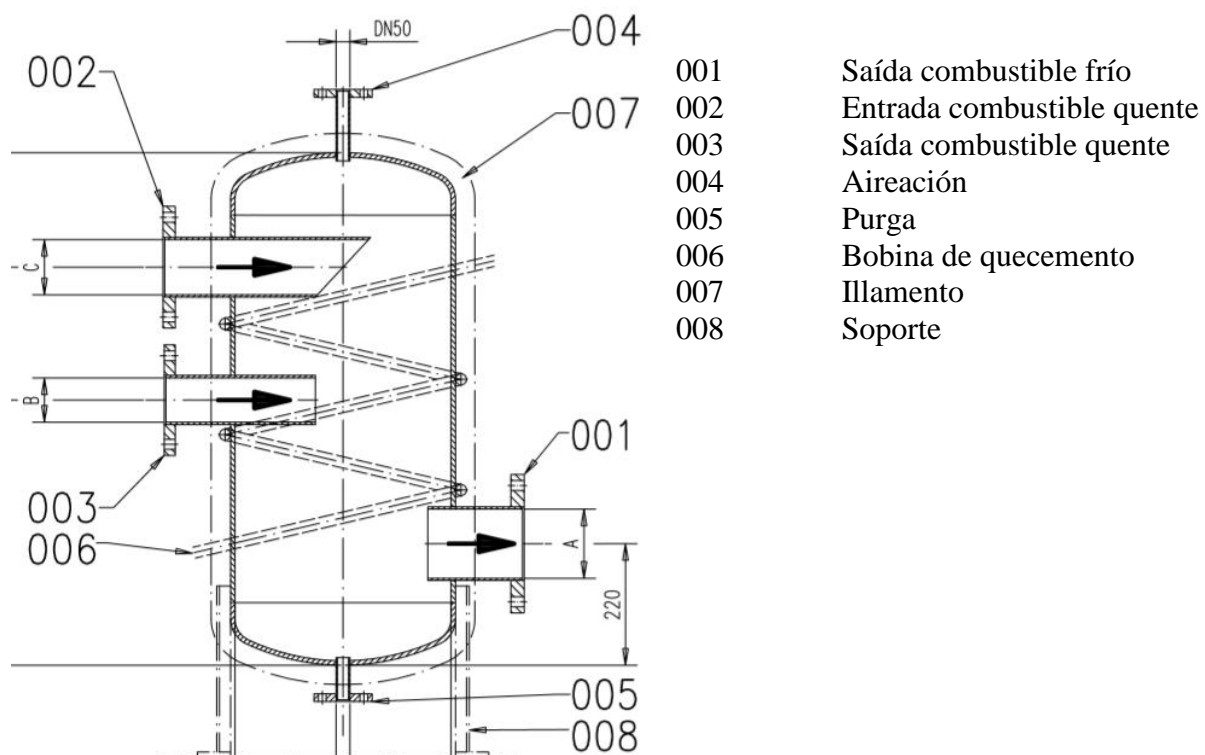
Debe ser autónoma ou pilotada, detectando a presión augas arriba da propia válvula a través dunha liña externa. Será pneumática ou con accionamento hidráulico directo. Ademais deberá ter a posibilidade de ser accionada manualmente en caso de emerxencia.

Ten unha capacidade de desviación do fluxo principal de entorno ao 20% do caudal da bomba de alimentación e limita a presión ata un máximo de 10 bar.

3.3.6. Tanque de mestura.

O tanque de mestura igualada a temperatura entre o diésel oil máis quente que regresa do motor e o diésel máis frío que ven do tanque de servizo.

Adoita ser un recipiente metálico de forma esférica e que ten no noso caso unha capacidade de 65 litros.



3.3.7. Bomba de alta presión.

Será unha bomba de parafuso de desprazamento positivo que terá un marxe na súa capacidade de ata un 20% a máis. No noso caso a bomba terá unha capacidade de 5.4 m³/h e dará ata 6.5 bar de presión.

3.3.8. Intercambiador de calor.

Este intercambiador proporciona unha certa temperatura ao combustible antes de entrar no motor. Pode ser eléctrico, de vapor ou de aceite así como de placas ou tubular. Ten unha capacidade para ceder calor de ata 107 kW no caso do noso motor.

3.3.9. Filtros de combustible.

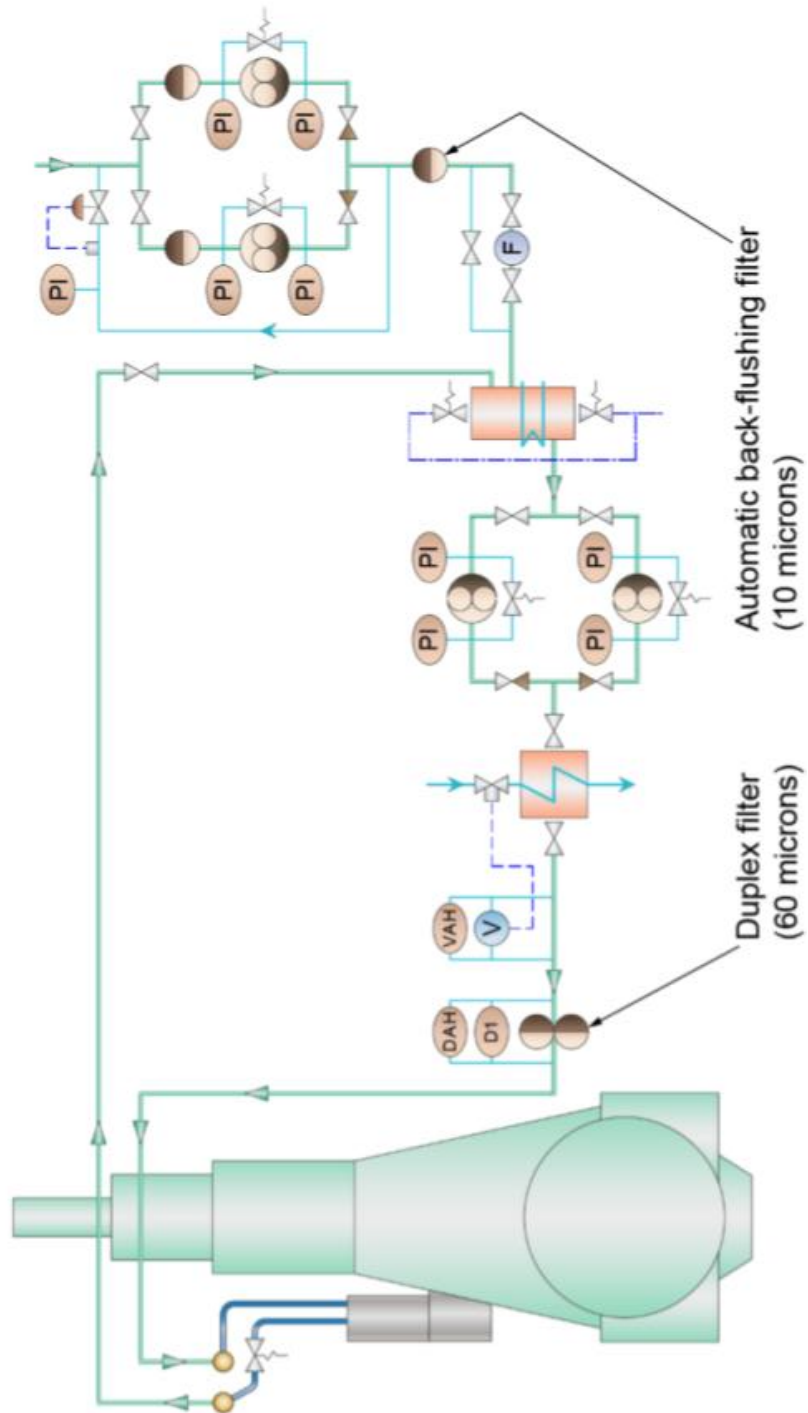
No sistema de combustible instálanse filtros de 10 micras entre os tanques de servizo e a admisión do motor.

Ademais, é necesario un filtro de combustible cerca da entrada da admisión do motor para a protección do mesmo contra calquera partícula estraña. Isto pode levarse a cabo mediante dous métodos distintos: pondo un único filtro fino na entrada do motor ou pondo un filtro fino no circuíto de alimentación e un filtro un pouco menos fino no circuíto de alta presión antes da admisión do motor.

No noso caso temos a segunda opción, como víamos no esquema do circuíto mostrado ao comezo deste apartado.

Como dicía, o filtro de 10 micras está situado no sistema frío de alimentación. Utilízase para protexer o motor contra danos graves que non foron eliminados polo separador. Ademais, este filtro vai a facer que nos demos conta de como de ben está funcionando o separador.

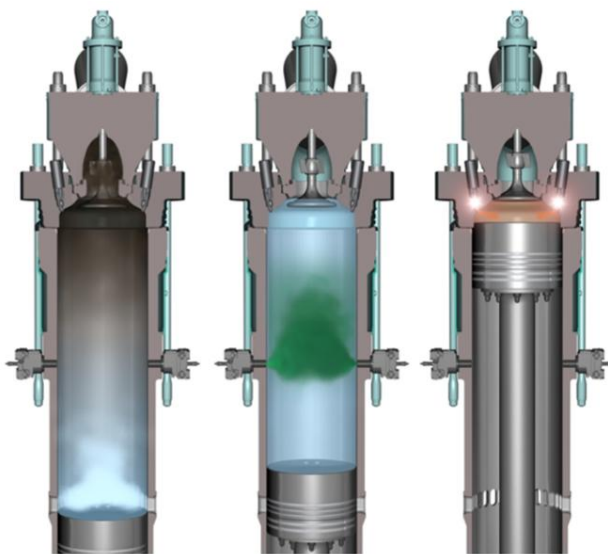
O filtro de como máximo 60 micras instalarase no sistema de alta presión cerca da admisión do motor. A súa función é protexer o motor de partículas procedentes do sistema. Este filtro é suficiente xa que a maioría de partículas quedan xa no filtro fino da liña de alimentación.



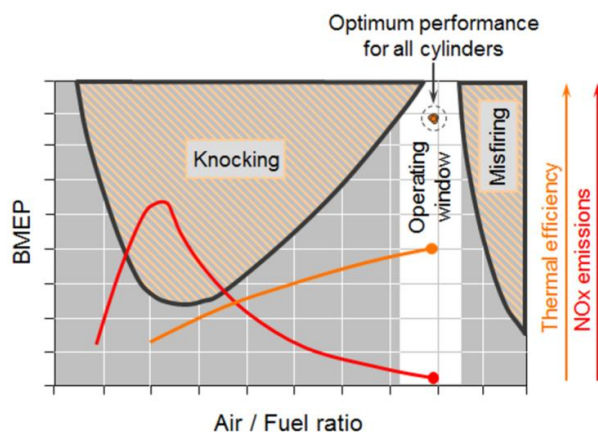
3.4. Sistema de combustible gas.

Que o motor sexa dual fuel quere dicir que pode traballar tanto en modo gas como en modo diésel. O modo de operación pódese cambiar cando o motor está funcionando, dentro duns certos límites, sen que se interrompa a xeración de enerxía. Se o subministro de gas fallase, o motor automaticamente pasaría a funcionar en modo diésel.

No modo gas, o motor funciona como un motor de combustión pobre onde a ignición iníciase pola inxección dunha pequena cantidade de diésel pilotado, dando unha forte ignición de alta enerxía para a carga de combustible principal, que é a mestura de gas e aire, no cilindro. Vemos unha representación a continuación das etapas de barrido, compresión coa admisión de gas e por último a ignición e comezo da expansión.



Coa mestura de combustible pobre é posible obter unhas características boas no tocante a eficiencia e emisión. Unha mestura de aire-combustible pobre tamén se utiliza para evitar o golpeteo, fenómeno que se produce cando a combustión non se produce no punto da carreira correcto. Porén, a altas cargas do límite de fallo de acendido acércase ao límite da zona onde se produce o golpeteo, polo que a ventá útil de funcionamento redúcese, tal e como vemos na seguinte gráfica.



Unha das medidas clave é controlar o proceso de combustión de forma individual en cada cilindro, co fin de permanecer dentro da ventá de funcionamento e ter un rendemento óptimo para todos os cilindros respecto da seguridade, da eficiencia e as emisións en todas as condicións.

O motor dual fuel facilita o control da combustión en cada cilindro de forma individual o que fai que sexa posible obter un rendemento óptimo de funcionamento en condición onde varía a calidade do gas, a temperatura ambiente, etc.

3.4.1. Sistema de combustible pilotado.

Os principais compoñentes deste sistema son a unidade de bombeo, a tubaxe de conduto común, as tubaxes de alimentación e as válvulas de inxección.

A unidade de bombeo aumenta a presión do combustible pilotado ata o nivel requirido. Esta unidade componse de unha bomba radial de pistóns de accionamento eléctrico, uns filtros de combustible e unha válvula reguladora de presión. A unidade de bombeo está situada no motor.

O combustible pilotado xa presurizado subministrase dende a unidade de bombeo cara un conduto común. Este último subministra combustible para cada unha das válvulas de inxección e actúa tamén como acumulador de presión contra posibles golpes de presión ou golpes de ariete.

O motor dual fuel utiliza inxectores con válvulas solenoides incorporadas. Os inxectores están controlados electronicamente polo centro de información do sistema. Isto permite unha exacta temporización e duración da inxección. Para ter a mellor estabilidade de ignición e de combustión, as válvulas de inxección combínanse con precámaras.

Estas cámaras están refrixeradas polo sistema de auga doce quente de refrixeración dende a tapa do cilindro. Ademais os inxectores son arrefriados polo aceite do sistema.

A inxección de combustible pilotada tamén se activa durante o funcionamento en modo diésel para evitar a formación de depósitos nas puntas do inxector e nas precámaras.

3.4.2. Funcionamento en modo gas.

No funcionamento en modo gas o combustible principal é o gas natural que se inxecta no motor a baixa presión. O gas entra en ignición debido a inxección dunha pequena cantidade de combustible diésel pilotado. A inxección do gas é accionada hidraulicamente e está controlada electronicamente.

3.4.3. Sistema de combustible gas no motor.

Cando o motor funciona en modo gas, este inxéctase a través de válvulas de admisión de gas en cada cilindro, onde inmediatamente se mestura co aire. Para tubaxes interiores de gas utilízanse tubaxes de dobre capa. O espazo anular que queda entre as dúas capas ventíllase con presión de succión. A entrada de aire a este espazo anular encóntrase no motor máis o aire tómase dende un lugar fóra da sala de máquinas a través dunha tubaxe dedicada.

3.4.4. Sistema auxiliar do combustible gas.

O deseño do sistema de alimentación de combustible gas externo pode variar pero sempre debe proporcionar o gas natural á temperatura e presión correctas. A tubaxe de gas pode ser de tipo simple ou de dobre capa.

Ventilación da tubaxe de dobre capa

O espazo anular da tubaxe de dobre capa ventíllase, como xa dixen anteriormente, por unha presión de succión creada por un ventilador instalado nun lugar seguro fóra da cámara de máquinas. O seu lado de aspiración está conectado á tubaxe de saída da ventilación da unidade de válvulas de gas. Unha entrada de aire de ventilación, como tamén dixen xa anteriormente, encóntrase no motor e aspira o aire dunha zona segura fora da sala de máquinas, a través dunha tubaxe dedicada. A segunda entrada de aire de ventilación está situada no extremo da tubaxe de dobre capa. Con esta disposición o aire cóllese dende ambas entradas e lévase a través do espazo anular ata a cabina da unidade de válvulas de gas.

A capacidade do ventilador calcúlase para permitir unha taxa de extracción de 30 cambios de aire cada hora.

Unidade de válvulas de gas

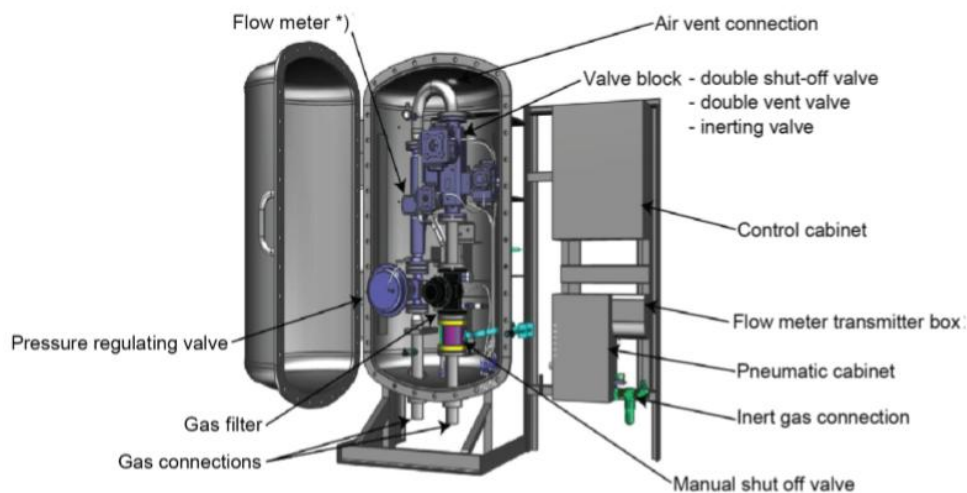
Antes de que o gas se subministre cara o motor pasa pola unidade de válvulas de gas, que é un sistema ou módulo conectado as tubaxes de alimentación de gas do motor. Esta unidade encárgase de controlar a presión do gas que vai a entrar no motor dependendo da carga deste.

Tamén, como medida de seguridade e para asegurar a estanquidade das válvulas e o funcionamento adecuado dos compoñentes, esta unidade realiza unha proba de fugas previa a posta en marcha do motor en modo gas.

Wärtsilä ofrece dous tipos de unidades, unha de tipo aberto e outra de tipo cerrado. No noso caso imos escoller a de tipo cerrado. Será a unidade GVU-EDTM, que é a solución na que

todo o equipo está montado dentro dunha carcasa hermética aos gases. Este tipo de montaxe permite que a unidade se coloque dentro da cámara de máquinas e así reduzamos os custos da súa instalación.

A unidade ten que estar situada tan cerca do motor como sexa posible para así asegurar unha resposta mellor antes as condicións variables do motor. A lonxitude máxima da tubaxe de combustible gas dende a unidade ao motor ten que ser o máis curta posible e nunca superior a 30 m.



A continuación imos facer unha breve descrición dos elementos principais da unidade de válvulas de gas:

- Válvula de control da presión do combustible gas
A presión de alimentación do gas ao motor ten que ser axustada dentro dun estreito marxe dependente da carga para asegurar que en todo momento o motor está recibindo o gas a unha presión correcta. Este axuste realízase por medio dunha válvula de control de presión, que está controlada polo sistema de control do motor. Un volume de gas máis pequeno entre a válvula de control de presión e o motor mellora o tempo de resposta do sistema en condicións transitorias, como poden ser as flutuacións de carga do motor.
- O bloque de válvulas
As directrices provisionais sobre a seguridade en instalacións de buques con motores que consomen gas natural (Código IGF) establece que cada elemento dos equipos consumidores de gas ten que estar provisto dun conxunto de válvulas para formar unha función de dobre peche e venteo que asegure o seguro e fiable funcionamento co gas.

- Filtro de gas
O filtro prevén que entren impurezas ao sistema de combustible gas do motor. A malla do filtro terá unha fineza de 5 micras. A caída de presión no filtro está controlada, activándose unha alarma se a caída de presión é superior a un certo valor estipulado debido a que o filtro estea sucio.
- Sistema de control
As lecturas dos sensores na unidade, así como a apertura e peche das válvulas son electrónicos ou electro-pneumáticos e estarán controlados polo sistema de control da unidade. A unidade de visualización local, montada no armario de control, indicará todas as lecturas dos sensores así como os estados das válvulas.

Válvula mestra do combustible gas

Para os motores dual fuel, o Código IGC da OMI esixe unha válvula mestra para o circuíto de alimentación de combustible gas que deberá estar fóra da cámara de máquinas. Esíxese polo menos unha válvula pero se houberse máis compartimentos onde se utilizase gas como combustible, que non é o noso caso, recoméndase que haxa unha válvula mestra por cada compartimento.

Ademais, unha válvula de peche rápido deberá estar instalada fóra da cámara de máquinas para protexer a carcasa da unidade de válvulas de gas de sobrepresión en caso de fuga.

Purga do combustible gas

En certas situacións durante o funcionamento normal dun motor dual fuel así como debido a posibles fallos, hai necesidade de despresurizar as tubaxes do combustible gas. Durante unha secuencia de parada no modo gas, a unidade de válvulas de gas e as purgas de gas do motor abíranse de forma automática e rapidamente reducirán a presión das tubaxes ata a presión atmosférica. Ademais, en caso de parada de emerxencia, unha válvula reguladora de presión liberará a presión augas arriba da unidade de válvulas de gas.

Esta pequena cantidade de gas pode ser liberada a atmosfera exterior, sempre e cando sexa un lugar onde non haxa fontes de ignición.

A caída de presión nos condutos de ventilación debe ser a mínima posible.

Cando se teñen que facer traballos de mantemento no motor ou na unidade de válvulas de gas, o sistema de tubaxes de gas despresurízase e para eliminar todos os restos de gas natural utilízase un gas inerte.

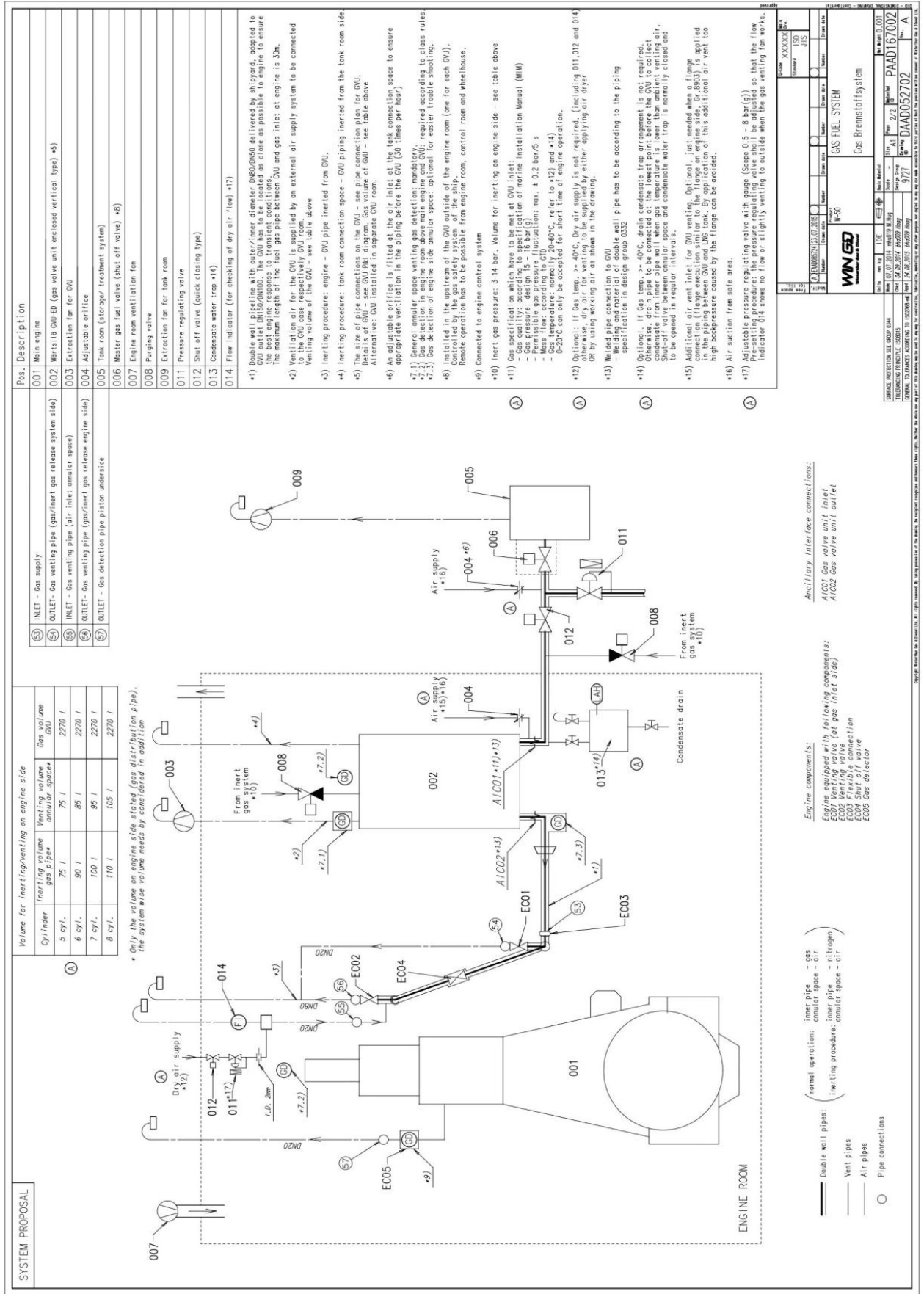
3.4.5. Sistema de almacenamento e manexo do gas.

O almacenamento baséase nun tanque IMO tipo C. O illamento do propio tanque é suficiente para manter o gas en estado líquido durante períodos prolongados, incluso sen ningún consumo de gas.

O LNG procesarase dentro dunha sala de tanques. A sala de tanques está deseñada como un recinto ventilado. O LNGPacTM de Wärtsilä inclúe un armario con válvulas de control pneumático e unha caixa de conexións independente para todos os equipos eléctricos e sensores.

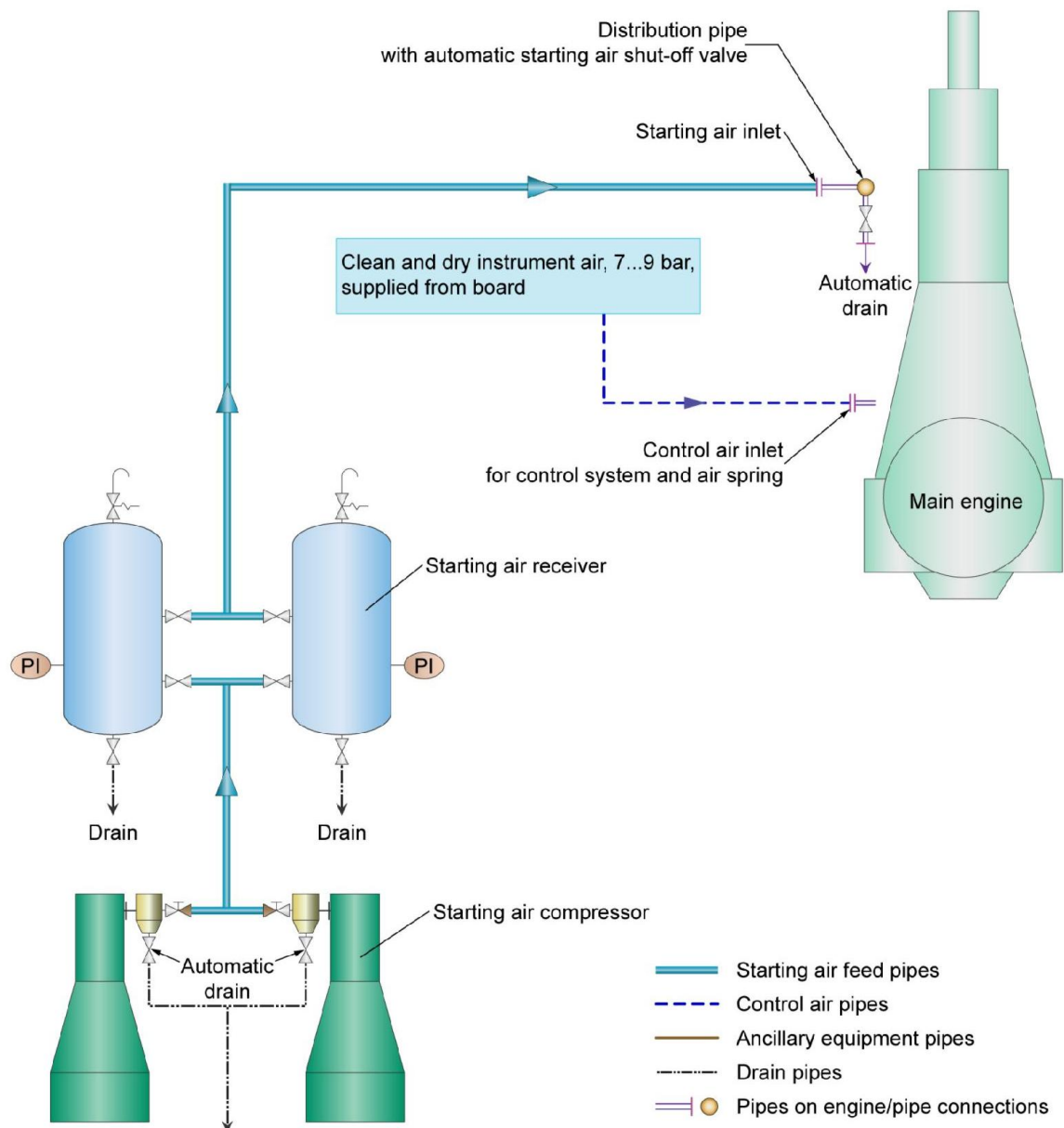
Inclúe tamén outro armario deseñado para as funcións de proceso e control de seguridade primarios do sistema de combustible gas e inclúe todas as alarmas e indicacións requiridas. Este instalarase na sala de cadros e estará conectado ao sistema de alarmas do buque.

A continuación vemos o esquema do sistema de combustible gas.



3.5. Sistema de aire de arranque e de control.

Requírese aire comprimido para o arranque do motor, para o control do motor e para máis servizos xerais. O sistema de arranque e de control do motor móstrase na seguinte imaxe na que podemos ver os dous compresores de aire, os dous receptores de aire e os sistemas de tubaxes e válvulas conectadas ao colector de aire de arranque do motor.



Para o noso motor os datos referentes ao aire de arranque son os seguintes:

Número de arranques	12
Inercia relativa específica	2
Inercia do motor	45200 kgm ²
Compresores	2 x 150m ³ /h a 30 bar
Botellas de aire de arranque	2 x 5 m ³ a 30 bar

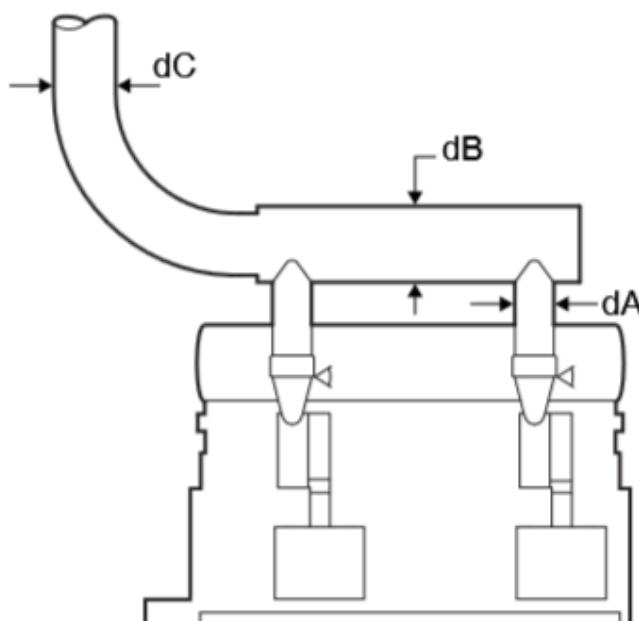
3.6. Sistema de gases de escape.

O sistema de gases de escape do noso buque ten a seguintes características:

Fluxo de gases de escape	100.7 t/h
Temperatura dos gases de escape	275 °C
Densidade dos gases de escape	0.654 kg/m ³
Fluxo do aire de barrido	95.6 t/h

En canto aos diámetros das tubaxes e as velocidades nas mesmas temos o seguinte:

Tubaxe	Velocidade do gas (m/s)	Fluxo (m ³ /h)	Diámetro (mm)
A	40	77033	900
B	25	154067	1500
C	35	154067	1300



4. Estimación do consumo e comprobación da autonomía.

Tal e como vimos xa no caderno 7, os tanques foron dimensionados a partir dos consumos para cumprir coa autonomía.

4.1. Tanques de diésel.

De almacenamento

A nosa navegación imos marcala como 60% a diésel e 40% a gas. De todas formas, no cálculo da cantidade de diésel imos dimensionalo para que poida realizar unha navegación completa a diésel por se por algunha razón falla o sistema a gas.

Para calcular o volume de almacenamento do diésel deberemos tomar o consumo que ten o noso motor, a potencia en réxime continuo, e autonomía. Para saber o volume necesitaremos tamén a densidade do diésel, que tomaremos 0.9 t/m^3 .

Polo tanto:

$$V_{Do} = \frac{174.2 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} * 9536 \text{kW} * 758.62 \text{ h} * 1 \text{ t}}{0.9 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} * 10^6 \text{ g}} = 1400.22 \text{ m}^3$$

A este volume darémoslle un marxe do 10%. Polo que finalmente, o volume de tanques para diésel será:

$$V_{Do} = 1540.24 \text{ m}^3$$

De uso diario

Se para o total dos días de autonomía é o que calculamos con anterioridade, o necesario para uso diario será o total dividido entre o número de días que ten o buque de autonomía. Imos utilizar xa o volume de diésel co marxe.

$$V_{U.D.} = 1540.24 / 31.61 = 48.73 \text{ m}^3$$

De sedimentación

Os tanques de sedimentación, segundo o libro *El proyecto básico del buque mercante* serán un 10% maiores que os tanques de uso diario.

Igualmente terémolos por duplicado:

$$V_{T.S.} = 1.1 * 48.73 = 53.6 \text{ m}^3$$

De derrames

Instalaremos un único tanque de derrames dunha capacidade un 10% maior que a capacidade dun tanque de sedimentación. Irá situado tamén en cámara de máquinas, xunto cos de uso diario e sedimentación.

$$V_{T.Derr}=53.6*1.1=59 \text{ m}^3$$

4.2. Tanque de LNG.

Como xa dixemos, a nosa navegación será 60% a diésel e 40% a gas. Aínda que para o diésel dimensionamos a capacidade dos tanques para que puidesen facer unha navegación completa, para o caso do gas dimensionarémolos unicamente para o 40% requirido.

Para calcular o volume imos necesitar, igual que no caso do diésel, o consumo do motor, a autonomía, a potencia e a densidade do gas que neste caso é 0.45 t/m^3 . Neste caso a autonomía será o 40% da autonomía total do buque, é dicir, 303.45 horas.

$$V_{LNG} = \frac{141.5 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} * 9536 \text{ kW} * 303.45 \text{ h} * 1 \text{ t}}{0.45 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} * 10^6 \text{ g}} = 910 \text{ m}^3$$

Imos a darlle, ao igual que no caso do diésel, unha marxe do 10% polo que nos queda:

$$V_{LNG}=910*1.1=1001 \text{ m}^3$$

4.3. Tanques de aceite.

Do programa do que obtivemos os datos técnicos de consumos do motor obtivemos o consumo de aceite do motor como vemos a continuación:

Oil consumption

System oil consumption per cylinder and per day	6.0 kg
Cylinder oil consumption, guide feed rate (pulse lubricating system)	PLS 0.6 g/kWh

Polo tanto, para o calculo do tanque de aceite faremos unha aproximación do que necesitaremos a partir destes datos.

Danos dous datos, o consumo de aceite do sistema e o consumo de aceite dos cilindros.

O consumo de aceite do sistema dánolo en kilogramos por cilindro e por día polo que deberemos multiplicalo polos 8 cilindros do motor e pola autonomía en días, así obteremos:

$$P_{Ac.S}=6 \text{ kg/día e cilindro} * 8 \text{ cilindros} * 31.61 \text{ días} = 1517.28 \text{ kg}$$

No outro caso, danos o consumo dos cilindros en gramos por kilowatio e por hora.

$$P_{Ac.C}=0.6 \text{ g/kWh} \cdot 9536 \text{ kW} \cdot 758.62 \text{ h} = 4340520 \text{ g} = 4340.5 \text{ kg}$$

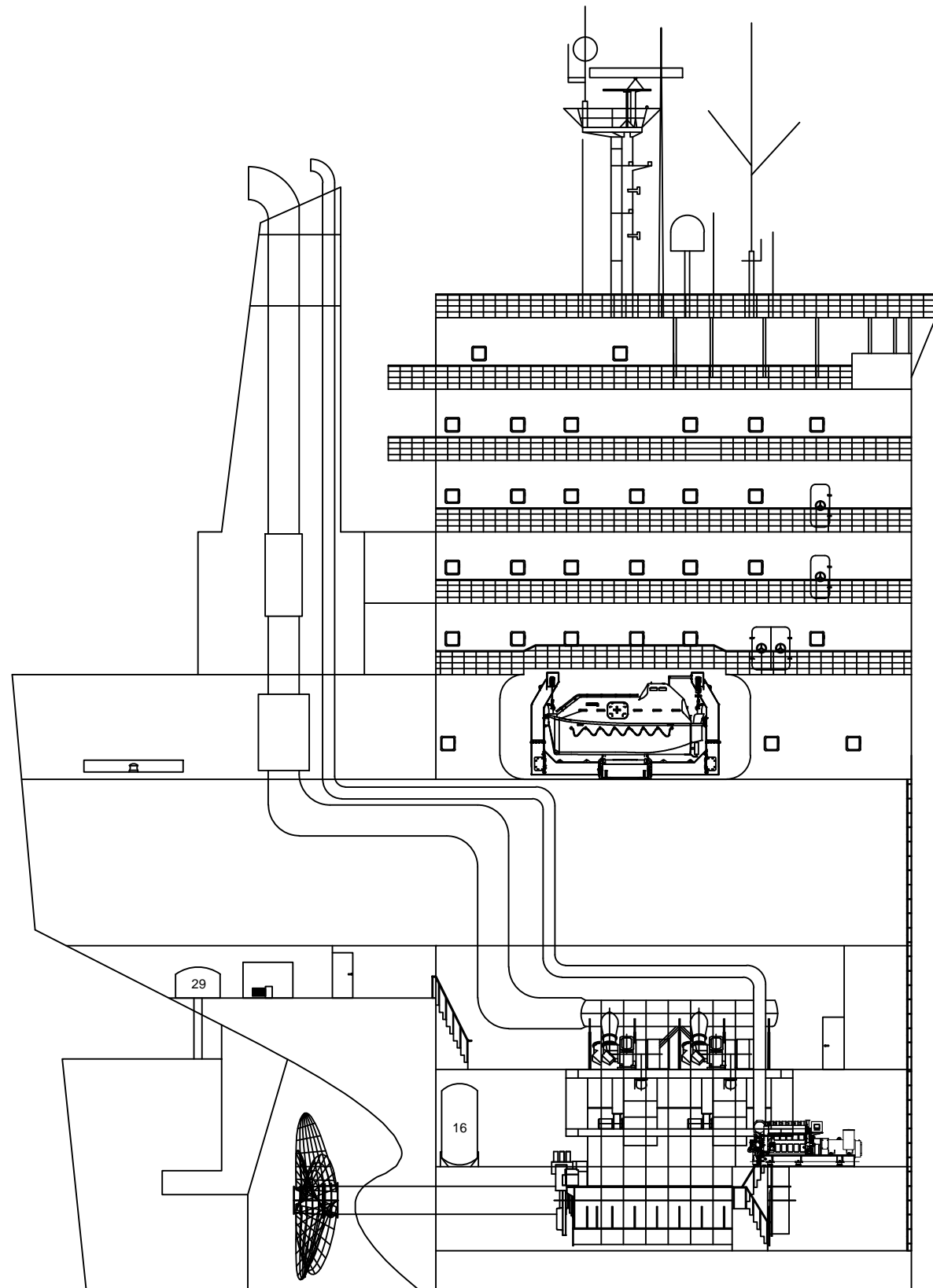
Tomando a densidade dun aceite lubricante (Cepsa MAR SHPD 15W40) de 0.8831 t/m^3 necesitaremos un volume de tanques para o aceite de:

$$V_{Ac} = \frac{1517.28 + 4340.5}{0.8831 \cdot 1000} = 6.63 \text{ m}^3$$

A pesar deste cálculo, no mesmo informe de onde sacamos os consumos de aceite tamén nos dá o esquema do sistema de lubricación, e nel xa inclúe o tanque de aceite, neste caso de 16 m^3 . Polo tanto o tamaño de tanque que colocaremos será este último, por recomendación do fabricante.

BIBLIOGRAFÍA.

- Wärtsilä X52DF. (2016). *Wartsila.com*. Visto 4 Maio 2016, en <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/low-speed-dual-fuel-engines/wartsila-x52df>
- Winterthur Gas & Diesel Ltd.,. (2015). *Marine Installation Manual Wärtsilä RT-flex50DF* (1ª ed.).



EQUIPOS CÁMARA DE MÁQUINAS

NÚMERO	EQUIPO	CAUDAL (m ³ /h)	ALTURA (bar)	POTENCIA (kW)	CUBERTA
1	BOMBAS AUGA SALGADA	503	2	28.0	DOBRE FONDO
2	INTERCAMBIADOR CENTRAL	503/454	-		DOBRE FONDO
3	BOMBAS AUGA DOCE BT	454	2.2	27.9	DOBRE FONDO
4	BOMBAS AUGA DOCE AT	110	4	12.3	DOBRE FONDO
5	TANQUE DE EXPANSIÓN	-	-	-	-1
6	BOMBA ACEITE LUB	198	6.6	36.5	DOBRE FONDO
7	INTERCAMBIADOR DE CALOR	-	-	-	DOBRE FONDO
8	BOMBAS PRESIÓN ACEITE LUB	19	8.5	4.5	DOBRE FONDO
9	SEPARADOR CENT. ACEITE LUB.	1.633	-	7.0	DOBRE FONDO
10	SEPARADOR CENT. COMB. DIÉSEL	2.6	-	9.0	-3
11	BOMBA ALIM. COMB	3	5	0.4	-3
12	TANQUE DE MESTURA	-	-	-	-3
13	BOMBA A.P. DIÉSEL	5.4	6.5	0.9	-3
14	UNIDADE DE VÁLV. DE GAS	-	-	-	-2
15	COMPRESOR AIRE ARRANQUE	150	30	-	-3
16	BOTELLA AIRE DE ARRANQUE	-	-	-	-3
17	BOMBA AUGA NEBULIZADA	0.7	135.4	151.6	-2
18	BOMBA CONTRA INCENDIOS	43.2	17	20.5	-2
19	BOMBA CI EMERXENCIA	17.28	17	5.7	-2
20	XERADOR DE AUGA DOCE	0.41	-	7.3	-3
21	BOMBA AUGA DOCE	12.89	7.37	2.8	-2
22	TANQUE A PRESIÓN A.D.	-	-	-	-2
23	BOMBA DE LASTRE	458.5	4.81	61.6	DOBRE FONDO
24	BOMBA DE SENTINAS	115.5	4.24	13.7	DOBRE FONDO
25	PLANTA TAR	0.26	-	6.6	-2
26	QUECEDOR AUGA QUENTE	-	-	-	-2
27	MOTOR PRINCIPAL	-	-	11920	DOBRE FONDO
28	GRUPOS ELECTRÓXENOS			660.0	-3
29	SERVOMOTOR	-	-	95.0	-2



BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM

ALUMNO:
PEDRO OJEA GONZÁLEZ

TITOR:
RAÚL VILLA CARO

PLANO N °

1/5

DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

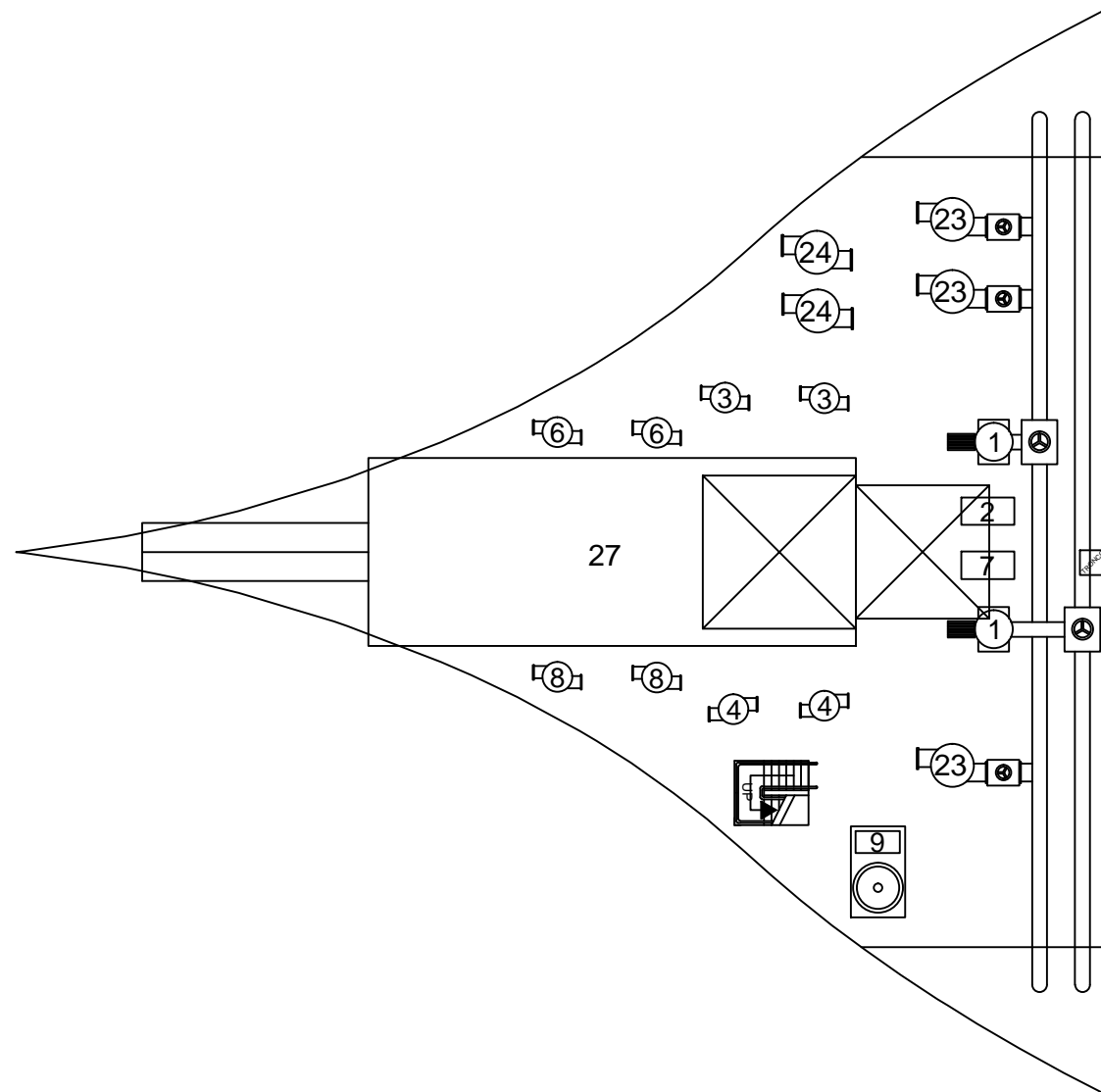
DATA

18 DE XUÑO DE 2016

ESCALA

1/250

CUBERTA DOBRE FONDO



EQUIPOS CÁMARA DE MÁQUINAS					
NÚMERO	EQUIPO	CAUDAL (m³/h)	ALTURA (bar)	POTENCIA (kW)	CUBERTA
1	BOMBAS AUGA SALGADA	503	2	28.0	DOBRE FONDO
2	INTERCAMBIADOR CENTRAL	503/454	-		DOBRE FONDO
3	BOMBAS AUGA DOCE BT	454	2.2	27.9	DOBRE FONDO
4	BOMBAS AUGA DOCE AT	110	4	12.3	DOBRE FONDO
5	TANQUE DE EXPANSIÓN	-	-	-	-1
6	BOMBA ACEITE LUB	198	6.6	36.5	DOBRE FONDO
7	INTERCAMBIADOR DE CALOR	-	-	-	DOBRE FONDO
8	BOMBAS PRESIÓN ACEITE LUB	19	8.5	4.5	DOBRE FONDO
9	SEPARADOR CENT. ACEITE LUB.	1.633	-	7.0	DOBRE FONDO
10	SEPARADOR CENT. COMB. DIÉSEL	2.6	-	9.0	-3
11	BOMBA ALIM. COMB	3	5	0.4	-3
12	TANQUE DE MESTURA	-	-	-	-3
13	BOMBA A.P. DIÉSEL	5.4	6.5	0.9	-3
14	UNIDADE DE VÁLV. DE GAS	-	-	-	-2
15	COMPRESOR AIRE ARRANQUE	150	30	-	-3
16	BOTELLA AIRE DE ARRANQUE	-	-	-	-3
17	BOMBA AUGA NEBULIZADA	0.7	135.4	151.6	-2
18	BOMBA CONTRA INCENDIOS	43.2	17	20.5	-2
19	BOMBA CI EMERXENCIA	17.28	17	5.7	-2
20	XERADOR DE AUGA DOCE	0.41	-	7.3	-3
21	BOMBA AUGA DOCE	12.89	7.37	2.8	-2
22	TANQUE A PRESIÓN A.D.	-	-	-	-2
23	BOMBA DE LASTRE	458.5	4.81	61.6	DOBRE FONDO
24	BOMBA DE SENTINAS	115.5	4.24	13.7	DOBRE FONDO
25	PLANTA TAR	0.26	-	6.6	-2
26	QUECEDOR AUGA QUENTE	-	-	-	-2
27	MOTOR PRINCIPAL	-	-	11920	DOBRE FONDO
28	GRUPOS ELECTRÓXENOS			660.0	-3
29	SERVOMOTOR	-	-	95.0	-2



BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM

ALUMNO:
PEDRO OJEA GONZÁLEZ

TITOR:
RAÚL VILLA CARO

PLANO N.º

2/5

DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

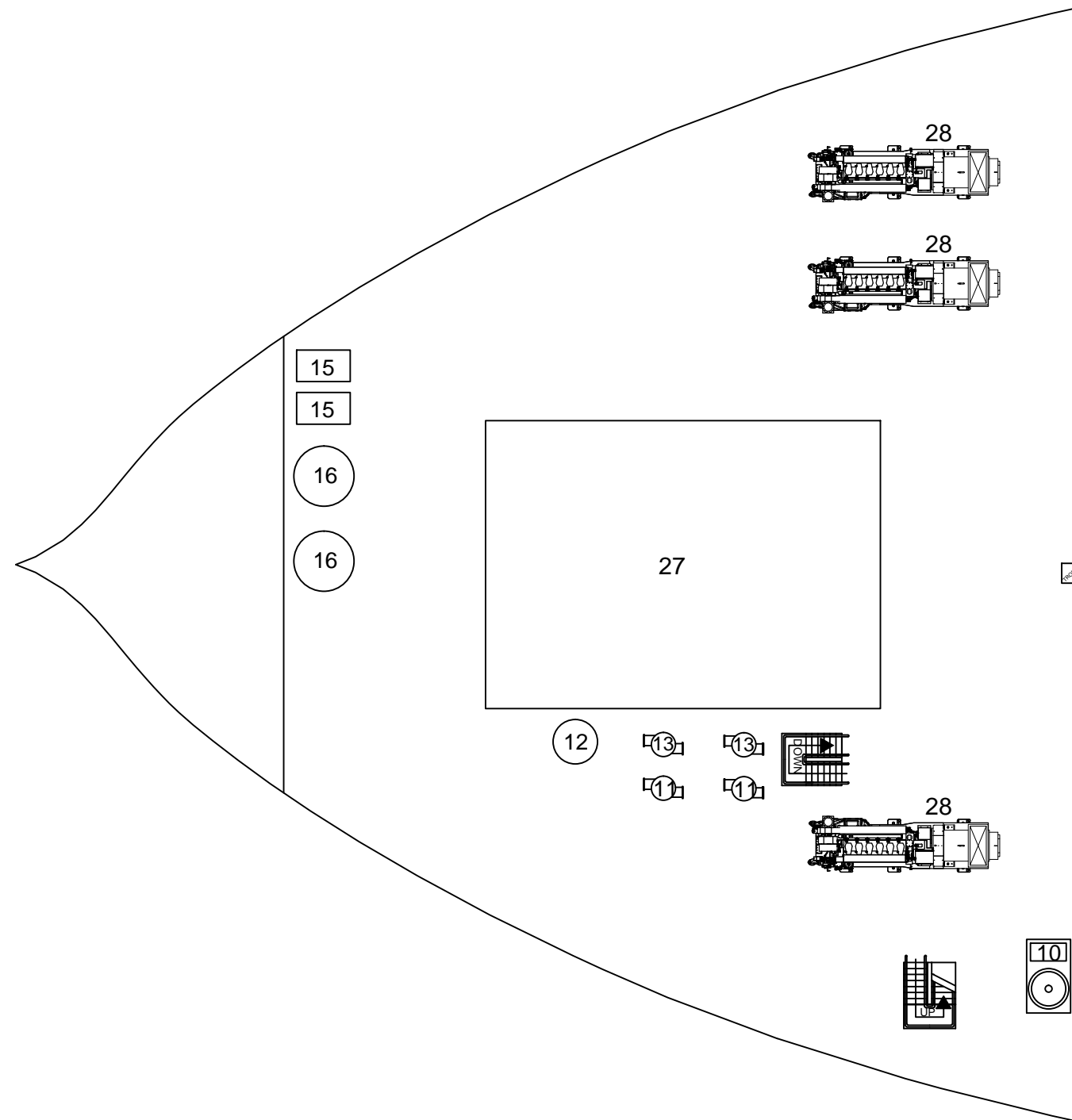
DATA

18 DE XUÑO DE 2016

ESCALA

1/150

CUBERTA -3



EQUIPOS CÁMARA DE MÁQUINAS					
NÚMERO	EQUIPO	CAUDAL (m ³ /h)	ALTURA (bar)	POTENCIA (kW)	CUBERTA
1	BOMBAS AUGA SALGADA	503	2	28.0	DOBRE FONDO
2	INTERCAMBIADOR CENTRAL	503/454	-		DOBRE FONDO
3	BOMBAS AUGA DOCE BT	454	2.2	27.9	DOBRE FONDO
4	BOMBAS AUGA DOCE AT	110	4	12.3	DOBRE FONDO
5	TANQUE DE EXPANSIÓN	-	-	-	-1
6	BOMBA ACEITE LUB	198	6.6	36.5	DOBRE FONDO
7	INTERCAMBIADOR DE CALOR	-	-	-	DOBRE FONDO
8	BOMBAS PRESIÓN ACEITE LUB	19	8.5	4.5	DOBRE FONDO
9	SEPARADOR CENT. ACEITE LUB.	1.633	-	7.0	DOBRE FONDO
10	SEPARADOR CENT. COMB. DIÉSEL	2.6	-	9.0	-3
11	BOMBA ALIM. COMB	3	5	0.4	-3
12	TANQUE DE MESTURA	-	-	-	-3
13	BOMBA A.P. DIÉSEL	5.4	6.5	0.9	-3
14	UNIDADE DE VÁLV. DE GAS	-	-	-	-2
15	COMPRESOR AIRE ARRANQUE	150	30	-	-3
16	BOTELLA AIRE DE ARRANQUE	-	-	-	-3
17	BOMBA AUGA NEBULIZADA	0.7	135.4	151.6	-2
18	BOMBA CONTRA INCENDIOS	43.2	17	20.5	-2
19	BOMBA CI EMERXENCIA	17.28	17	5.7	-2
20	XERADOR DE AUGA DOCE	0.41	-	7.3	-3
21	BOMBA AUGA DOCE	12.89	7.37	2.8	-2
22	TANQUE A PRESIÓN A.D.	-	-	-	-2
23	BOMBA DE LASTRE	458.5	4.81	61.6	DOBRE FONDO
24	BOMBA DE SENTINAS	115.5	4.24	13.7	DOBRE FONDO
25	PLANTA TAR	0.26	-	6.6	-2
26	QUECEDOR AUGA QUENTE	-	-	-	-2
27	MOTOR PRINCIPAL	-	-	11920	DOBRE FONDO
28	GRUPOS ELECTRÓXENOS			660.0	-3
29	SERVOMOTOR	-	-	95.0	-2



BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM

ALUMNO:
PEDRO OJEA GONZÁLEZ

TITOR:
RAÚL VILLA CARO

PLANO N.º

3/5

DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

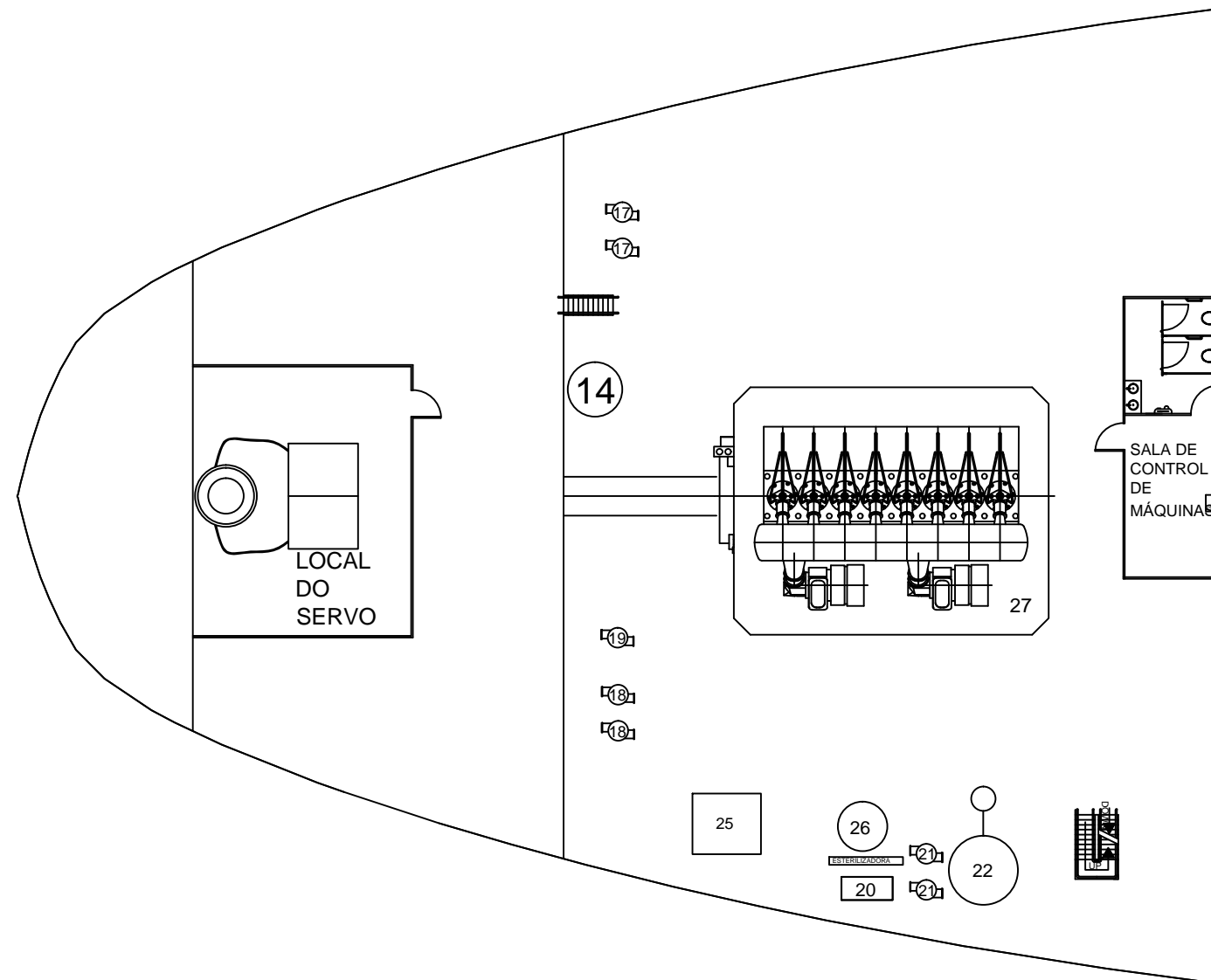
DATA

18 DE XUÑO DE 2016

ESCALA

1/150

CUBERTA -2



EQUIPOS CÁMARA DE MÁQUINAS					
NÚMERO	EQUIPO	CAUDAL (m³/h)	ALTURA (bar)	POTENCIA (kW)	CUBERTA
1	BOMBAS AUGA SALGADA	503	2	28.0	DOBRE FONDO
2	INTERCAMBIADOR CENTRAL	503/454	-		DOBRE FONDO
3	BOMBAS AUGA DOCE BT	454	2.2	27.9	DOBRE FONDO
4	BOMBAS AUGA DOCE AT	110	4	12.3	DOBRE FONDO
5	TANQUE DE EXPANSIÓN	-	-	-	-1
6	BOMBA ACEITE LUB	198	6.6	36.5	DOBRE FONDO
7	INTERCAMBIADOR DE CALOR	-	-	-	DOBRE FONDO
8	BOMBAS PRESIÓN ACEITE LUB	19	8.5	4.5	DOBRE FONDO
9	SEPARADOR CENT. ACEITE LUB.	1.633	-	7.0	DOBRE FONDO
10	SEPARADOR CENT. COMB. DIÉSEL	2.6	-	9.0	-3
11	BOMBA ALIM. COMB	3	5	0.4	-3
12	TANQUE DE MESTURA	-	-	-	-3
13	BOMBA A.P. DIÉSEL	5.4	6.5	0.9	-3
14	UNIDADE DE VÁLV. DE GAS	-	-	-	-2
15	COMPRESOR AIRE ARRANQUE	150	30	-	-3
16	BOTELLA AIRE DE ARRANQUE	-	-	-	-3
17	BOMBA AUGA NEBULIZADA	0.7	135.4	151.6	-2
18	BOMBA CONTRA INCENDIOS	43.2	17	20.5	-2
19	BOMBA CI EMERXENCIA	17.28	17	5.7	-2
20	XERADOR DE AUGA DOCE	0.41	-	7.3	-3
21	BOMBA AUGA DOCE	12.89	7.37	2.8	-2
22	TANQUE A PRESIÓN A.D.	-	-	-	-2
23	BOMBA DE LASTRE	458.5	4.81	61.6	DOBRE FONDO
24	BOMBA DE SENTINAS	115.5	4.24	13.7	DOBRE FONDO
25	PLANTA TAR	0.26	-	6.6	-2
26	QUECEDOR AUGA QUENTE	-	-	-	-2
27	MOTOR PRINCIPAL	-	-	11920	DOBRE FONDO
28	GRUPOS ELECTRÓXENOS	-	-	660.0	-3
29	SERVOMOTOR	-	-	95.0	-2



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM

ALUMNO:
PEDRO OJEA GONZÁLEZ

TITOR:
RAÚL VILLA CARO

PLANO N.º

4/5

DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

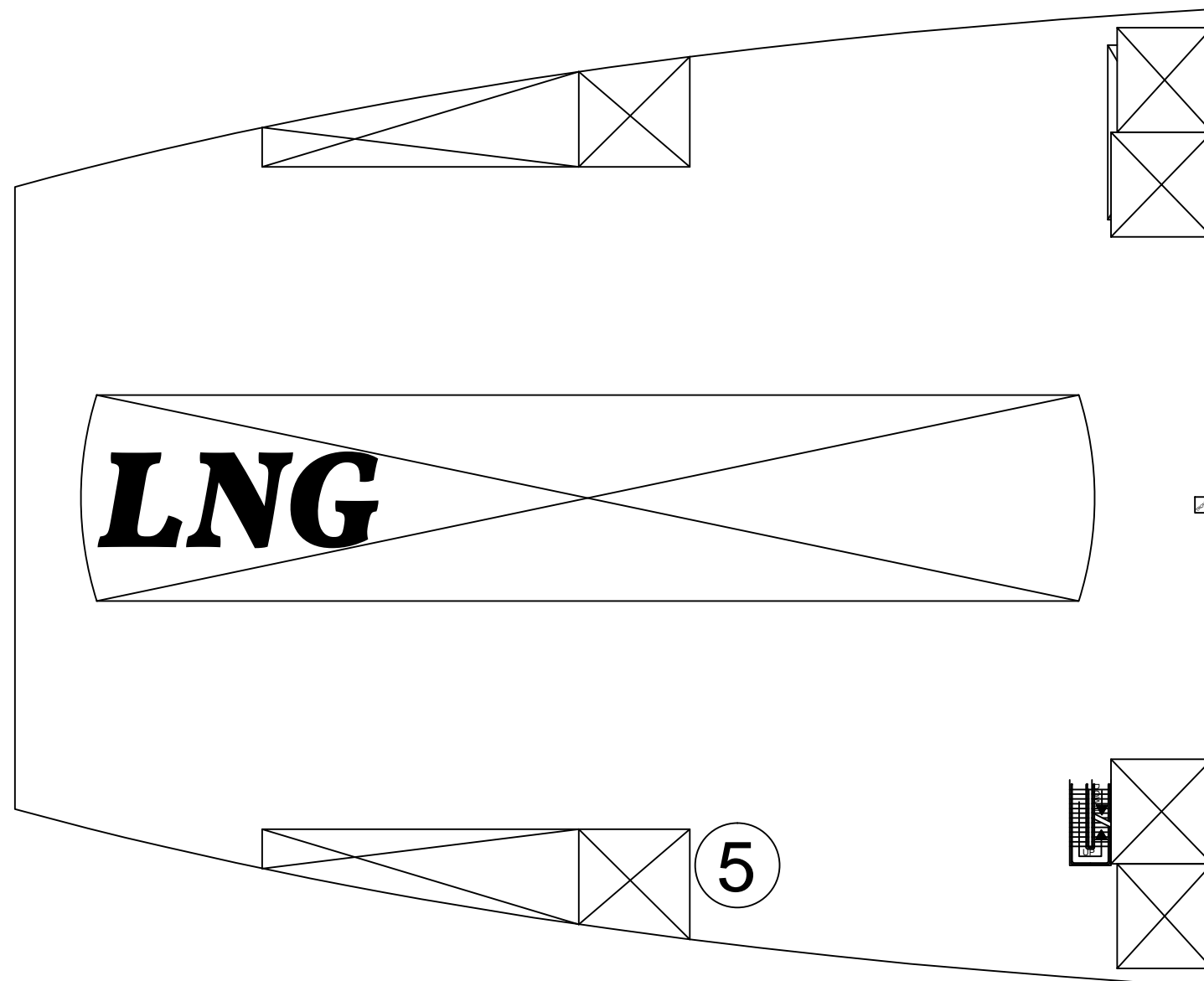
DATA

18 DE XUÑO DE 2016

ESCALA

1/200

CUBERTA -1



EQUIPOS CÁMARA DE MÁQUINAS					
NÚMERO	EQUIPO	CAUDAL (m ³ /h)	ALTURA (bar)	POTENCIA (kW)	CUBERTA
1	BOMBAS AUGA SALGADA	503	2	28.0	DOBRE FONDO
2	INTERCAMBIADOR CENTRAL	503/454	-		DOBRE FONDO
3	BOMBAS AUGA DOCE BT	454	2.2	27.9	DOBRE FONDO
4	BOMBAS AUGA DOCE AT	110	4	12.3	DOBRE FONDO
5	TANQUE DE EXPANSIÓN	-	-	-	-1
6	BOMBA ACEITE LUB	198	6.6	36.5	DOBRE FONDO
7	INTERCAMBIADOR DE CALOR	-	-	-	DOBRE FONDO
8	BOMBAS PRESIÓN ACEITE LUB	19	8.5	4.5	DOBRE FONDO
9	SEPARADOR CENT. ACEITE LUB.	1.633	-	7.0	DOBRE FONDO
10	SEPARADOR CENT. COMB. DIÉSEL	2.6	-	9.0	-3
11	BOMBA ALIM. COMB	3	5	0.4	-3
12	TANQUE DE MESTURA	-	-	-	-3
13	BOMBA A.P. DIÉSEL	5.4	6.5	0.9	-3
14	UNIDADE DE VÁLV. DE GAS	-	-	-	-2
15	COMPRESOR AIRE ARRANQUE	150	30	-	-3
16	BOTELLA AIRE DE ARRANQUE	-	-	-	-3
17	BOMBA AUGA NEBULIZADA	0.7	135.4	151.6	-2
18	BOMBA CONTRA INCENDIOS	43.2	17	20.5	-2
19	BOMBA CI EMERXENCIA	17.28	17	5.7	-2
20	XERADOR DE AUGA DOCE	0.41	-	7.3	-3
21	BOMBA AUGA DOCE	12.89	7.37	2.8	-2
22	TANQUE A PRESIÓN A.D.	-	-	-	-2
23	BOMBA DE LASTRE	458.5	4.81	61.6	DOBRE FONDO
24	BOMBA DE SENTINAS	115.5	4.24	13.7	DOBRE FONDO
25	PLANTA TAR	0.26	-	6.6	-2
26	QUECEDOR AUGA QUENTE	-	-	-	-2
27	MOTOR PRINCIPAL	-	-	11920	DOBRE FONDO
28	GRUPOS ELECTRÓGENOS			660.0	-3
29	SERVOMOTOR	-	-	95.0	-2



BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM

ALUMNO:
PEDRO OJEA GONZÁLEZ

TITOR:
RAÚL VILLA CARO

PLANO N.º

5/5

DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

DATA

18 DE XUÑO DE 2016

ESCALA

1/200