



PRÁCTICAS EN BARCO



**Complementos de formación para la
Licenciatura en Máquinas Navales**

Alumno: Rossend Avila Barris

Asignatura: Prácticas en barco

Nombre del buque: Murillo

Compañía: **Acciona** Trasmediterránea

Profesor: Juan A. Moreno



Índice

	Página
<u>1. Introducción</u>	3
<u>2. Características generales del buque</u>	6
<u>3. Propulsión del buque</u>	
3.1 Motores principales	
3.1.1 Características generales	9
3.1.2 Sistema de lubricación	10
3.1.3 Sistema de agua de refrigeración	18
3.1.4 Sistema de combustible y de inyección	24
3.1.5 Sobrealimentación y refrigeración de aire	30
3.1.6 Sistema de exhaustación	34
3.1.7 Sistema de aire de arranque	35
3.1.8 Mecanismo de control	40
3.2 Reductoras	
3.2.1 Características generales	44
3.3 Hélices propulsoras	
3.3.1 Características generales	48
3.3.2 Línea de ejes	51
3.3.3 Equipo de potencia hidráulica	53
<u>4. Generación de electricidad</u>	
4.1 Motores auxiliares	
4.1.1 Características generales	54
4.1.2 Sistema de lubricación	56
4.1.3 Sistema de agua de refrigeración	59
4.1.4 Sistema de combustible y de inyección	61
4.1.5 Sobrealimentación y refrigeración de aire	63
4.1.6 Sistema de exhaustación	65
4.1.7 Sistema de aire de arranque	66



Complementos de formación para la LMN

4.2 Alternadores	68
4.3 Cuadro eléctrico	
4.3.1 Características generales	70
<u>5. Sistemas auxiliares</u>	
5.1 Sistema de lubricación	
5.1.1 Depuradoras de Aceite	71
5.2 Sistema de combustible	
5.2.1 Módulos de combustible	73
5.2.2. Depuradoras de F.O.	76
5.3 Sistema de vapor	
5.3.1 Características generales de la caldera	77
5.3.2 Caldera	78
5.4 Sistema de refrigeración	
5.4.1 Intercambiadores de calor	81
5.5 Sistema de aire comprimido	
5.5.1 Características generales	83
5.5.2 Compresores	84
5.6 Generación de agua dulce	
5.6.1 Evaporador	86
<u>6. Equipos de seguridad</u>	
6.1 Introducción	88
6.2 Dispositivos de salvamento	
6.2.1 Chalecos salvavidas	89
6.2.2 Trajes de inmersión	90
6.2.3 Ayudas térmicas	90
6.2.4 Botes salvavidas	91
6.2.5 Botes de rescate	92
6.2.6 Balsas salvavidas	93
6.2.7 Aros salvavidas	94
6.3 Dispositivos contra incendios	
6.3.1 Sistemas de detección	95



Complementos de formación para la LMN

6.3.2 Sistema de extinción mediante CO ₂	96
6.3.3 Sistema de extinción mediante rociadores	97
6.3.4 Dispositivos de seguridad	99
6.3.5 Equipos móviles de extinción	100
6.4 Motor de emergencia	103
<u>7. Equipos de prevención de la contaminación</u>	
7.1 Separador de sentinas	104
7.2 Planta séptica	108
<u>8. Índice de imágenes, tablas y figuras</u>	110



1. Introducción

El buque Murillo, perteneciente a la empresa ACCIONA Transmediterránea, fue construido en el 2002 en los astilleros IZAR de Sevilla. Es un buque tipo ferry matriculado en Santa Cruz de Tenerife, es decir en el segundo registro español.

El buque cuenta con una eslora total de 180m, una manga de 24,30m y un puntal hasta la cubierta superior de 15,30 además de un arqueo neto de 8.058 NT, de la clase Ro-Ro Pax, siendo así uno de los buques mayores de la compañía.

Esta dividido en 10 cubiertas, pero las cubiertas 4 y 6 no se realizaron, ya que por altura de la carga se dejaron solo las cubiertas 3 y la 5. Una descripción de las cubiertas es:

- Cubierta 1: Bodega para coches, motos, además de maquinaria en la proa y sala de máquinas.
- Cubierta 2: Bodega para coches, motos más maquinaria en la proa, sala de máquinas.
- Cubierta 3: Bodega para camiones, trailers, coches, etc. pañoles.
- Cubierta 5: Bodega para camiones, trailers, coches, etc. pañoles, maquinillas de proa y popa.
- Cubierta 7: Camarotes para el pasaje, recepción.
- Cubierta 8: Bar Mediterráneo, bar de Camioneros, self-servis, butacas para pasaje, tienda de regalos, aseos, bar Corsario, cocina, gambuza, motor de emergencia.
- Cubierta 9: Alojamiento de la tripulación y oficialidad, comedores de la tripulación y salón de ordenadores, puente, oficina de máquinas, oficina de puente, sala de fumadores.
- Cubierta 10: Alojamiento de la tripulación, lavandería, helipuerto.

Este buque tiene la cámara de máquinas distribuido en dos cubiertas, la cubierta 1 y 2, no utilizadas en su totalidad ya que hay unas bodegas utilizadas para la



Complementos de formación para la LMN

carga. Además tiene maquinaria auxiliar en cubiertas superiores, teniendo en cuenta el guarda calores de los motores.

En la distribución de la sala de máquinas encontramos la sala de control (cubierta 2). En esta sala se encuentra la consola central del LYNGSO MARINE, donde se controla toda la maquinaria a control remoto, además de contener toda la documentación escrita de los manuales y planos del buque.

Adyacente a ella tenemos una sala con todos los cuadros eléctricos a nivel general (más a popa), donde están los disyuntores de acoplamiento de los grupos auxiliares además del control eléctrico del buque.

Si seguimos más a popa nos encontramos el pañol del fontanero, donde se ubica todo su material además del compresor de aire acondicionado de los cuadros eléctricos y de la sala de control (estribor). En el lado de babor, encontramos un pañol de material además de la bocina de babor.

De la sala de control se puede salir hacia las cubiertas superiores, encontrándonos una puerta de control de acceso. Pasada esa puerta encontramos el equipo de las bocinas de estribor, con las escaleras de subida a las diferentes cubiertas.

Debajo de la sala de control (cubierta 1) encontramos el local de las PTO (Power Take Off). Se ubican dos alternadores LEROY SOMER, utilizados en la maniobra de salida para dar la potencia necesaria a las hélices de proa. También tenemos ubicada una bomba de achique de las sentinas además de las chumaceras de apoyo.

Saliendo de la sala de control encontramos la sala de los grupos auxiliares. Hay 3 grupos WÄRTSILÄ 8L20. Estos son 3 generadores diesel WÄRTSILÄ 8L20 son capaces de dar 1.360 KW. (1.700 KVA), cada uno de ellos. A 900 RPM.

También encontramos 2 compresores de aire de arranque, un compresor de aire de control, un compresor de aire de trabajo, los calderines correspondientes y el módulo de circulación de los auxiliares.

Saliendo de estas salas encontramos la sala de los motores principales. Este buque consta de 4 motores principales WÄRTSILÄ 9L36, acoplados a una reductora y esta al eje de cola. En la reductora también salen los acoplamientos



Complementos de formación para la LMN

para los PTO. En esta sala podemos encontrar tanques de aceite, los generadores de agua dulce (estribor y babor), los enfriadores de agua de los motores principales, los enfriadores de agua de los grupos auxiliares (cubierta 2).

Bajando a la cubierta 1 de esta misma sala encontramos; los enfriadores de aceite, uno para cada motor con sus respectivas termostáticas, los dispositivos de accionamiento de las hélices de paso variable (LIPS), una estribor y una babor, filtros de fuel, filtros de aceite, bomba de sentinas, bombas de agua dulce y agua salada de principales como de auxiliares, separador de sentinas, bombas contra incendios, las bombas de los eyectores de los generadores de agua dulce.

En la cubierta dos, más a proa, encontramos a babor el taller y a estribor la caldera y el recuperador de vapor sobrante.

Debajo del taller la sala de depuradoras, módulos de alimentación y circulación de los motores principales, el módulo de alimentación de auxiliares y las bombas de trasiego de combustible.

Debajo la sala de la caldera, tenemos bombas de; trasiego de aceite, sentinas, circulación de agua de las calderetas de gases de escape y las bombas de alimentación de la caldera como su respectivo tanque de observación.

Más a proa por la cubierta 2, tenemos a estribor un pañol y a babor el taller y pañol del electricista. En la cubierta 1 de estos respectivos, tenemos los estabilizadores.



2. Características generales del buque

NOMBRE	“MURILLO”
NUMERAL.	E.B.Y.F 92
COMPAÑÍA ARMADORA	ACCIONA TRASMEDITERRANEA S.A
SOCIEDAD CLASIFICACIÓN	LLOYD’S REGISTER
CLASIFICACION	I 3/3 ≈ 100 A1 ROLL ON ROLL OFF CARGO AND PASSANGER SHIP + LMC, UMS
TIPO DE BUQUE	ROLL ON ROLL OFF
EMPRESA CONSTRUCTORA	IZAR - SEVILLA
MATERIAL	ACERO
ESLORA TOTAL	180,00 mts.
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	168,70 mts.
MANGA TRAZADO CUBIERTA PRINCIPAL	24,30 mts.
PUNTAL A CUBIERTA PRINCIPAL	9,60 mts.
PUNTAL A CUBIERTA SUPERIOR	15,30 mts.
CALADO DE TRAZADO MÁXIMO	6,20 mts.
CALADO MÁXIMO (a la cara inferior de la quilla)	6,514 mts.
DESPLAZAMIENTO	16.845 T.
PESO MUERTO	6.948 T.
TONELADAS ARQUEO BRUTO	25.028 GT.
TONELADAS ARQUEO NETO	8.058 NT.
MOTORES PRINCIPALES	4 x 5940 KW a 600 r.p.m.
TIPO	WÄRTSILÄ 9L38
VELOCIDAD EN PRUEBAS	22,8 nudos
HELICES PROPULSORAS	2
TIPO	LIPS – Paso variable
HELICES DE PROA	2 x 1300 KW
TIPO	BRUNVALL – Paso variable
NUMERO DE PASAJEROS	600
BOTES SALVAVIDAS	2 x 150 = 300 pasajeros



BALSAS SALVAVIDAS (M.E.S.)

2 x 404 pasajeros

BALSAS ADICIONALES

2 x 25 = 50 pasajero



3. Propulsión del buque

3.1 Motores principales

3.1.1 Características generales

Nombre del proyecto	AESA SEVILLA 291
Número de motor	23302---23303
Tipo de motor	9L38
Diámetro del cilindro	380 mm
Carrera	475 mm
Número de cilindros	9
Dirección de giro	Izquierda
Orden de encendido	1---5---9---3---6---8---2---4---7

El motor Wärtsilä 38 es un motor de 4 tiempos, de media velocidad, sobrealimentado, refrigerado y de inyección directa.

Potencia del motor en condiciones locales				
Potencia 100%	kW	5940		
Velocidad del motor	rpm	600		
Ralentí	rpm	320		
Condiciones locales				
		Máx.	Nom.	Mín.
Presión atmosférica	mbar	–	1000	–
Altitud de la instalación sobre el nivel del mar	m	–	0	–
Temperatura de aire de aspiración	oC	45	–	15
Temp. del refrigerante del aire de carga	oC	38	–	25
Diferencia a plena carga entre la temp. de la cámara de aire de carga y el agua de LT antes del enfriador de aire	oC	11	–	–

Potencia del motor según las condiciones de referencia ISO		
Potencia 100%	kW	5940
Velocidad del motor	rpm	600
ISO 3046-1:1995(E) Condiciones de referencia		
Presión atmosférica	mbar	1000
Altitud de la instalación sobre el nivel del mar	m	0
Temperatura de aire de aspiración	oC	45
Temp. del refrigerante del aire de carga	oC	38
Contrapresión total de gas de escape	mbar	30

Tabla 1.



Datos de funcionamiento				
		Máx.	Nom.	Mín
Estado del combustible antes de las bombas de inyección:				
- Presión	bar	-	7-8	-
- Viscosidad (HFO)	cSt	-	16-24	-
- Viscosidad (LFO)	cSt	-	-	2
- Temperatura (HFO)	oC	130	-	-
- Temperatura (LFO)	oC	50	-	-
Estado del aceite lubricante:				
- Temperatura antes del motor	oC	-	63	-
- Presión antes del motor	bar	-	4.5	-
Estado del agua de refrigeración de HT:				
- Temperatura antes del motor	oC	-	73	-
- Temperatura después del motor	oC	-	93	-
- Presión antes del motor	bar	4.6	3.8*	-
Estado del agua de refrigeración de LT:				
- Temperatura antes del motor	oC	38	-	-
- Temperatura después del motor	oC	-	-	44
- Presión antes del motor	bar	4.6	3.4*	-
Presión estática del agua de refrigeración de HT y LT:				
- En entrada bomba de agua de refrigeración	bar	0.8	-	0.5
Temp. aire de carga en botella de aire	oC	-	50	-
Presión de aire de arranque (mín. pres. a 20 °C)	bar	33	30	12
Presión de encendido	bar	180	-	-

* - presión estática a añadir

Tabla 2.

3.1.2 Sistema de lubricación

El aceite utilizado en estos motores tienen las siguientes características.

Viscosidad: SAE 40

Índice de viscosidad (VI): Min.95

El aceite debe contener aditivos que aseguren buena estabilidad a la oxidación, protección contra la corrosión, capacidad de carga, neutralización de ácidos de combustión, oxidación de residuos y prevención de formación de depósitos en las partes internas del motor (en particular en la galería de refrigeración del pistón, zona de los aros de pistón y en las superficies de los cojinetes).



Complementos de formación para la LMN

El aceite lubricante limpio debe reunir unos límites de estabilidad y tendencia a la formación de espuma, además de ser aceites de calidad virgen.

Requisitos del sistema de aceite lubricante		
El aceite lubricante, suministrado al motor, debe estar: – centrifugamente separado de agua y suciedad – filtrado – la temperatura correcta controlada.		
Contenido de agua	máx. % vol	0.3
Filtro automático: filtro fino filtro de seguridad	30 μ m tamaño absoluto de la malla 100 μ m tamaño absoluto de la malla	
La altura de succión de la bomba de aceite lubricante principal (incluida la pérdida de presión en las tuberías y el filtro de succión):	máx. m	4
Antes de cualquier operación, el aceite lubricante debe estar al menos precalentado:	mín. °C	40

Tabla 3.

El sistema de aceite lubricante está integrado en la construcción del motor. La línea de suministro principal proporciona aceite a los cojinetes principales, bielas y pistones. Desde esta línea otra línea independiente suministra aceite al eje de levas y culatas. La falda del pistón está lubricada mediante toberas en la propia falda. La mayoría de las pequeñas líneas de suministro están integradas en las piezas del motor.

Los componentes integrados en el motor son los siguientes:

- Bomba de aceite lubricante con control de presión, válvula de seguridad y válvula no retorno.
- Filtro(s) centrífugo(s)
- Válvula de prueba
- Venteo del cárter
- Filtros de rodaje

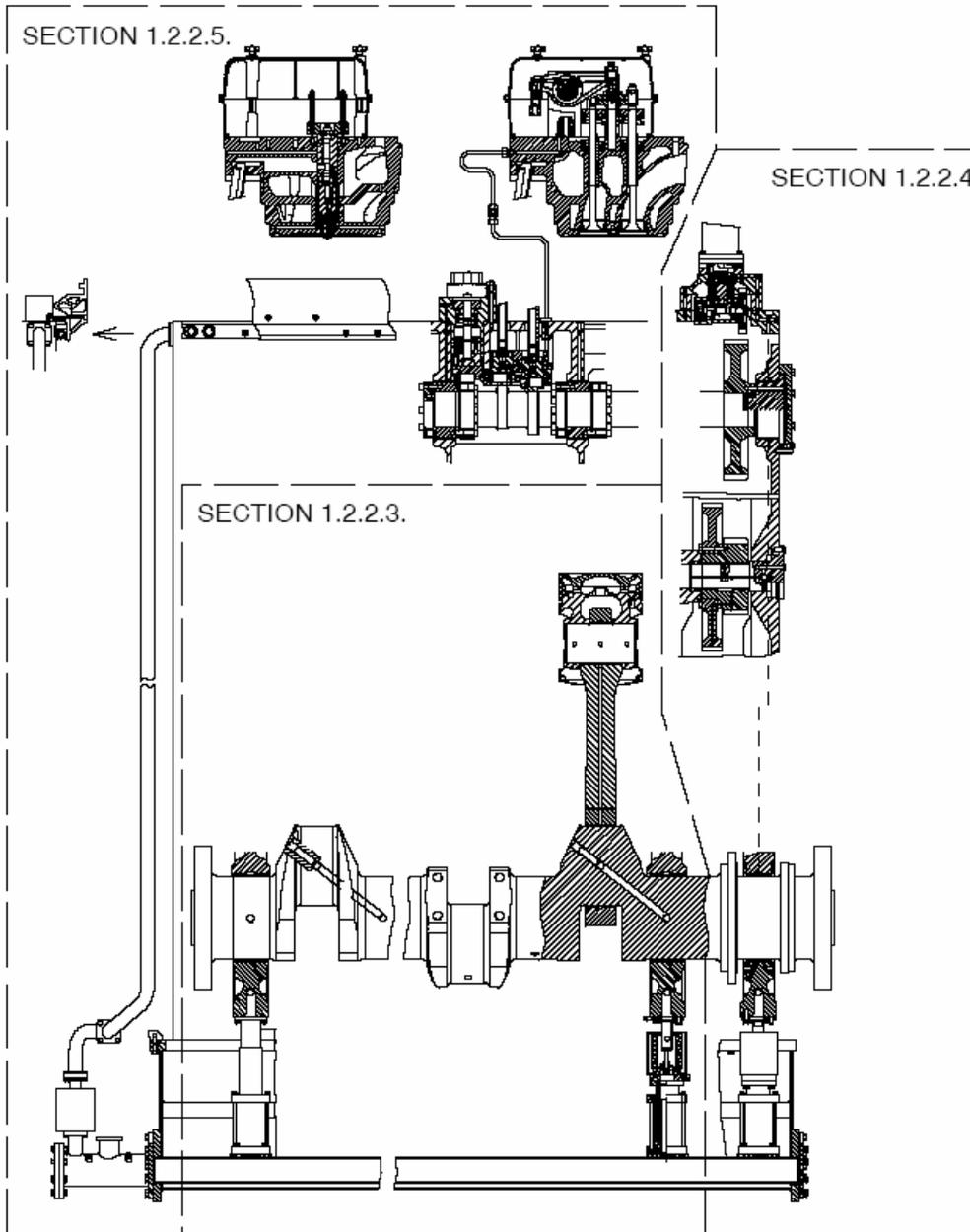


Figura 1. Ejemplo de un sistema de lubricación de aceite.

Bomba de aceite accionada por el motor

El motor está provisto de una bomba acoplada. La capacidad de la bomba es la suficiente como para mantener la presión de aceite nominal en las condiciones de funcionamiento del motor. Ver imagen 1.



Imagen 1. Bomba acoplada de aceite.

Válvula de control y seguridad

Una válvula de control, acoplada en la carcasa de la bomba, evita fluctuaciones en la presión de aceite debidas a variaciones en la velocidad de la bomba o en la viscosidad del aceite. La referencia para la válvula de control es la presión a la entrada del colector de aceite lubricante. Existe una válvula de seguridad



Complementos de formación para la LMN

integrada en el cuerpo de la válvula de control. Esta válvula se puede observar en la imagen 1, frente la bomba de aceite acoplada.

Válvula de no retorno

La descarga de la bomba de aceite acoplada está provista de una válvula de no retorno para evitar un contra flujo sólo en el caso de que se instale una bomba externa.

Filtro doble

Están montados unos filtros dobles en el suministro principal de aceite, en el colector principal. El filtro tiene un indicador de suciedad, el cual indica la obturación del filtro por esta y se puede dar una limpieza durante el funcionamiento del motor. El filtro doble es una protección y no está concebido como el principal elemento de limpieza.

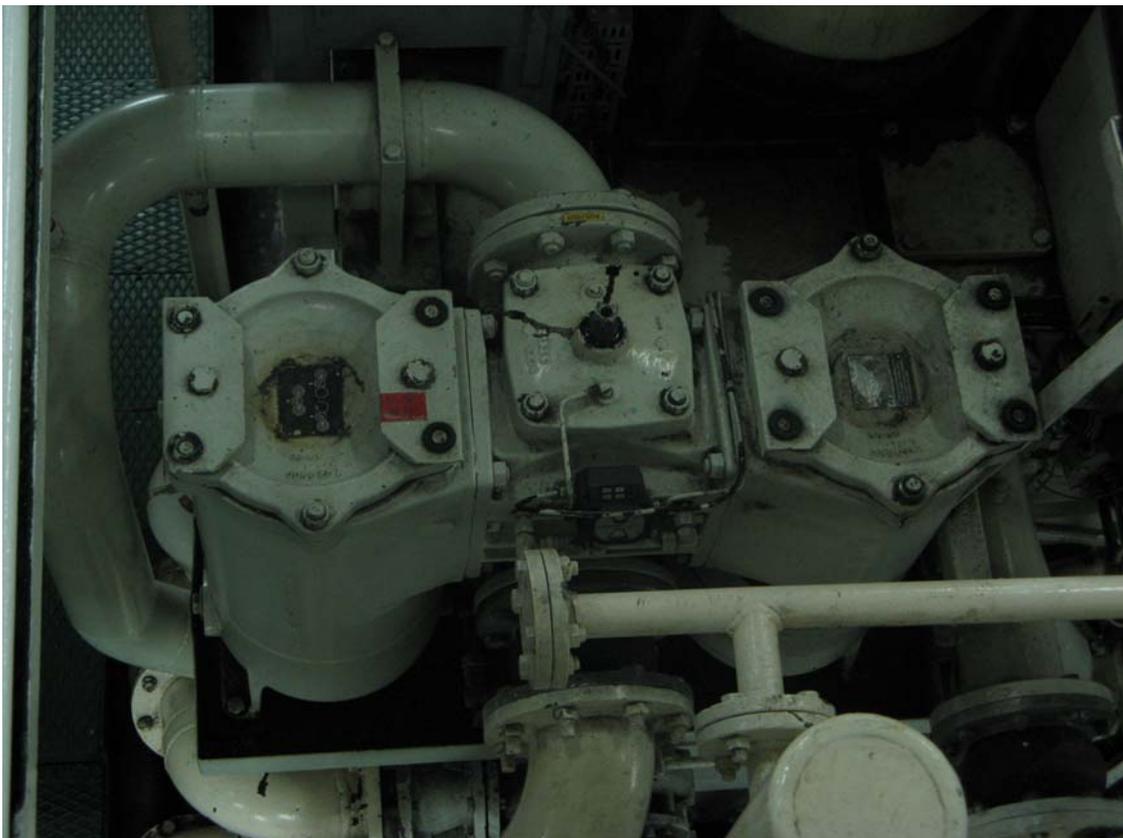


Imagen 2. Filtros dobles de aceite.



Válvula de muestra

La línea de suministro de aceite está provista de una sección con una válvula para la toma de muestras de aceite.

Filtro centrífugo

Un filtro centrífugo estándar está montado en el motor. El filtro comienza a trabajar después de que entra en funcionamiento la válvula de suministro. El filtro descarga el aceite filtrado dentro del cárter del motor. Puede llegar a filtrar partículas de hasta un 1 micrón.



Imagen 3. Filtro centrífugo.

Cárter seco

El aceite que lubrica el motor es recogido en el cárter. Desde aquí, el aceite es continuamente drenado a un tanque externo. Desde el tanque externo, la bomba toma el aceite para acondicionarlo y suministrarlo al motor. Las conexiones de drenaje se encuentran en la parte delantera y posterior del cárter seco, 2 a cada lado.



Desde este tanque, el aceite también en parte, es depurado por la depuradora de aceite.

En el caso de que el motor esté parado, cada motor tiene una bomba de prelubricación para lubricar antes de arrancar. La prelubricación es necesaria para poder arrancar el motor.



Imagen 4. Bomba prelubricación.

El aceite, a parte de tener los filtros dobles, el filtro centrífugo, existe para cada uno de los motores, unos filtros automáticos y unos filtros recuperadores de aceite. El filtro automático tiene en el interior unas velas con una malla filtrante y el filtro recuperador tiene un filtro de papel para conseguir una mejor filtración del aceite.



Imagen 5. Filtros automáticos de aceite.

Para enfriar el aceite, cada motor tiene su propio enfriador de aceite y unas válvulas termostáticas, que hasta que el aceite no llega a una temperatura de 65°C. Los enfriadores son Alfa Laval y las válvulas termostáticas llevan 9 termo elementos.



Imagen 6. Enfriador de aceite y válvula termostática.



En el interior del motor, el aceite pasa por el colector del lado inferior del cárter, los cojinetes, el cigüeñal, la biela, el cojinete del bulón, pistón, lubricación de balancines, árbol de levas, distribución delantera, distribución trasera, etc.

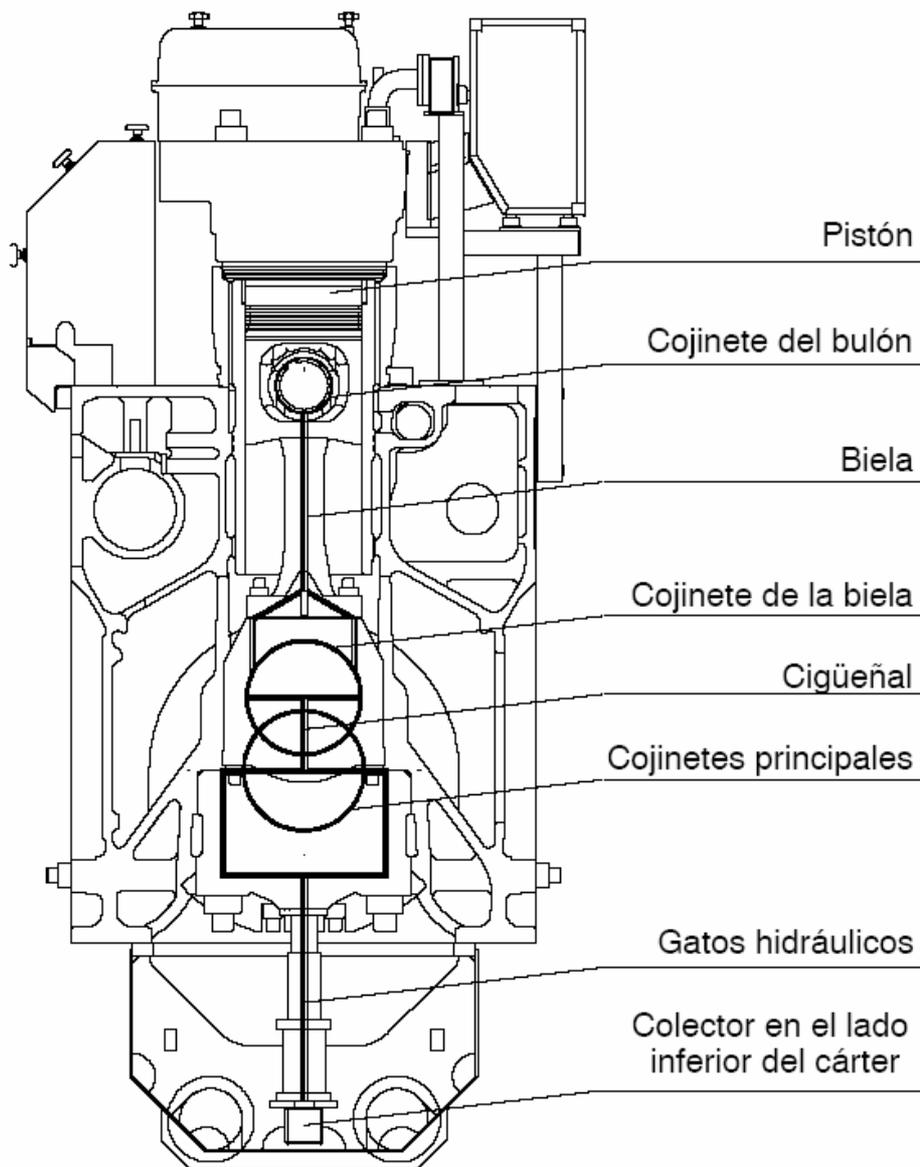


Figura 2. Sección transversal circuito de aceite.



3.1.3 Sistema de agua de refrigeración

Agua de refrigeración = Agua + aditivos.

El agua utilizada debe cumplir ciertos requisitos. En este caso el agua utilizada es agua destilada (de buena calidad, poco producto corrosivo, sales etc.)

El agua de refrigeración está tratada con un aditivo para evitar la corrosión, incrustaciones u otros depósitos en los sistemas cerrados de circulación de agua.

Las características que cumple el agua son las siguientes.

Características del agua		
Libre de partículas extrañas, aire, gases y dentro de la siguiente especificación:		
Propiedad	Unidad	
Cloruro (Cl)	[mg/l] máx.	80
Sulfato (S)	[mg/l] máx.	150
pH	[-] mín.	6.5
Dureza	[° dH] máx.	10

Sistema de agua de refrigeración		
Suministro de agua de refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> - la pérdida de agua de refrigeración evaporada debe compensarse con agua. - la pérdida de agua de refrigeración por fugas debe compensarse añadiendo agua tratada. 	
Re-utilización del agua de refrigeración	El agua de refrigeración drenada puede volver a utilizarse siempre que se haya recogido en un tanque limpio.	
Propiedad	Unidad	
Temperaturas y presiones	Ver datos de operación	
Pre calentamiento: - Temperatura del sistema de agua de refrigeración de HT antes del arranque.	[_C] mín.	60

Tabla 4.



Complementos de formación para la LMN

La refrigeración del motor se realiza mediante la utilización de dos circuitos separados de agua. El circuito de alta temperatura (HT) y el circuito de baja temperatura (BT).

- El circuito de HT refrigera los cilindros y la primera etapa del enfriador de aire de carga.
- El circuito de agua de LT refrigera la segunda etapa del enfriador de aire de carga y el enfriador de aceite lubricante.

La mayoría de los componentes están conectados al motor sin tubería externa.

- Bomba de agua de refrigeración de HT y LT con válvulas de no retorno.
- Enfriador de aire de carga HT y LT.
- Turbocompresor.
- Punto de venteo común de agua de refrigeración.

En el lado de aspiración de la bomba de agua de refrigeración de HT, el agua que retorna del motor y el agua procedente del enfriador externo se mezclan mediante una válvula termostática externa.



Imagen 7. Válvula termostática de regulación de temperatura.



A través de la bomba, se fuerza el agua de refrigeración a la temperatura correcta hasta el colector del motor que está fundido en el bloque del motor.

Caudal desde la camisa hasta la culata

Desde el colector, el agua es distribuida a todas las camisas y desde cada camisa sube a través de los canales de agua de refrigeración en la zona del cuello de las camisas y desde aquí hasta las culatas.

Culata

En la culata el agua es forzada por una zona intermedia a lo largo del área de combustión, alrededor de los asientos de las válvulas de escape subiendo a la camisa del inyector. El agua procedente de la culata se descarga a través de una pieza de conexión.

Turbocompresor

Paralelamente al caudal hacia los cilindros, parte del agua fluye a través del turbocompresor.

Sección del enfriador de aire de carga refrigerado por el agua de HT

El agua procedente de las culatas y el turbocompresor es suministrada a la sección de HT (primera etapa) del enfriador de aire de carga.

En la primera etapa de este enfriador, se extrae la mayor parte del calor procedente del aire de carga. Desde el enfriador de aire de carga, el agua es conducida hasta la salida del agua de refrigeración en el motor.

El sistema de refrigeración de baja temperatura (LT), en el lado de aspiración de la bomba de agua de refrigeración de LT, el agua que retorna del motor y el agua procedente del enfriador externo, se mezclan mediante una válvula termostática externa. A través de la bomba, se fuerza el agua de refrigeración a la temperatura correcta hasta el colector del motor que está fundido en el bloque del motor.



Imagen 8. Bombas de alta y baja temperatura.

En cada motor, externamente hay un conjunto de válvulas termostáticas de termo elementos que gradual el caudal de agua que circula al enfriador. En el circuito de HT son de 73°C y en el circuito de LT son de 43°C. También tienen instalado un desaireador. La purga de este desaireador va al tanque de compensación. Este tanque subministra agua al motor cuando encuentra que el nivel está bajo.



Imagen 9. Desaireador y válvulas termostáticas de agua.

Se tiene que decir que en este buque las aguas de HT y LT, se mezclan y entran juntas al enfriador de agua. El agua utilizada para refrigerar el agua de refrigeración es agua de mar.



Imagen 10. Enfriador de agua.



Complementos de formación para la LMN

El agua de refrigeración refrigera además de los motores principales, otros equipos como; bocinas, reductoras, hélices de paso variable, generadores de agua dulce.

3.1.4 Sistema de combustible y de inyección

El motor está diseñado para el funcionamiento continuo con combustible pesado. Para periodos limitados de tiempo, es posible operar el motor con combustible destilado sin tener que realizar ninguna modificación.

El combustible utilizado en el buque es un HFO, utilizando LFO en caso de emergencia. El HFO utilizado es un IFO 380, el cual sus características son dentro de esta tabla.

Propiedades	Unidad	Tipico	Límit e	Ref. del méto- do de prueba
Viscosidad a: 100°C	cSt máx.	55	55	ISO 3104
Viscosidad a: 50°C	cSt máx.	730	730	ISO 3104
Viscosidad a: 100°F	Redwood No. 1 sec máx.	7200	7200	ISO 3104
Densidad a: 15°C	kg/m ³ máx.	991 ¹⁾	991 ¹⁾	ISO 3675 o
	kg/m ³ máx.	1010	1010	ISO 12185
CCAI	máx.	850	870 ²⁾	Fórmula Shell
Agua	% volume máx.	1.0	1.0	ISO 3733
Azufre	% mass máx.	20	5.0	ISO 8754
Ceniza	% mass máx.	0.05	0.20	ISO 6245
Vanadio	mg/kg máx.	100	600 ³⁾	ISO 14597
Sodio	mg/kg máx.	50	100 ³⁾	ISO 10478
Aluminio + Silicio	mg/kg máx.	30	80	ISO 10478
Depósito de carbón Conradson	% mass máx.	15	22	ISO 10730
Asfaltenos	% mass máx.	8	14	ASTM D 3279
Punto de inflamación (PMCC)	°C máx.	60	60	ISO 2719
Punto de fluidez	°C máx.	30	30	ISO 3016
Total de sedimentos potenciales	% mass máx.	0.10	0.10	ISO 10307-2

Tabla 5.

El sistema de combustible del motor consta de Baja y Alta Presión además de un sistema de fugas. Dichos sistemas están situados dentro de la caja caliente.



Complementos de formación para la LMN

- Baja Presión: consta de una bomba de circulación de combustible, filtro fino, soportes de bombas de combustible de alta presión, líneas de suministro y retorno, válvula de control de presión y líneas de fugas limpias.
- Alta Presión: consta de bombas de alta presión (HP), inyectores de combustible y líneas de combustible de Alta presión.

El sistema de combustible montado en el motor está básicamente situado dentro de la caja caliente. El combustible en circulación, junto con el calor de radiación del motor hace que se mantenga todo el espacio caliente de forma que no es necesaria línea de acompañamiento en las líneas de combustible.

Todos los cilindros están provistos de una bomba de combustible de alta presión y un inyector.

El inyector de combustible está refrigerado con aceite lubricante y montado en el centro de la culata. El combustible de fuga procedente del inyector es drenado dentro de un dispositivo de control de fugas.

Si la línea de suministro de combustible de alta presión rompiera, el combustible fugado se recogería en una tubería con protección, montada alrededor de la línea de combustible. El combustible de fuga se drena también al dispositivo de control de fugas, que avisaría al detectar cantidades excesivas.

En este apartado detallaremos la bomba de combustible y el inyector.

BOMBA DE COMBUSTIBLE

Características:

- Tipo monobloc (el cilindro y la tapa del cilindro se integran en uno sólo).
- Válvula principal de descarga.

La válvula principal de descarga cierra en el momento en el que cesa el suministro de combustible.

- Válvula de presión constante.

Esta válvula mantiene la presión residual en la tubería de alta presión después de que se ha completado la inyección del combustible.



Complementos de formación para la LMN

- Cilindro de parada de emergencia de operación neumática.

Este cilindro operado neumáticamente, montado en el extremo de la cremallera de la bomba de combustible, fuerza esta cremallera a la posición cero después de una orden de parada.

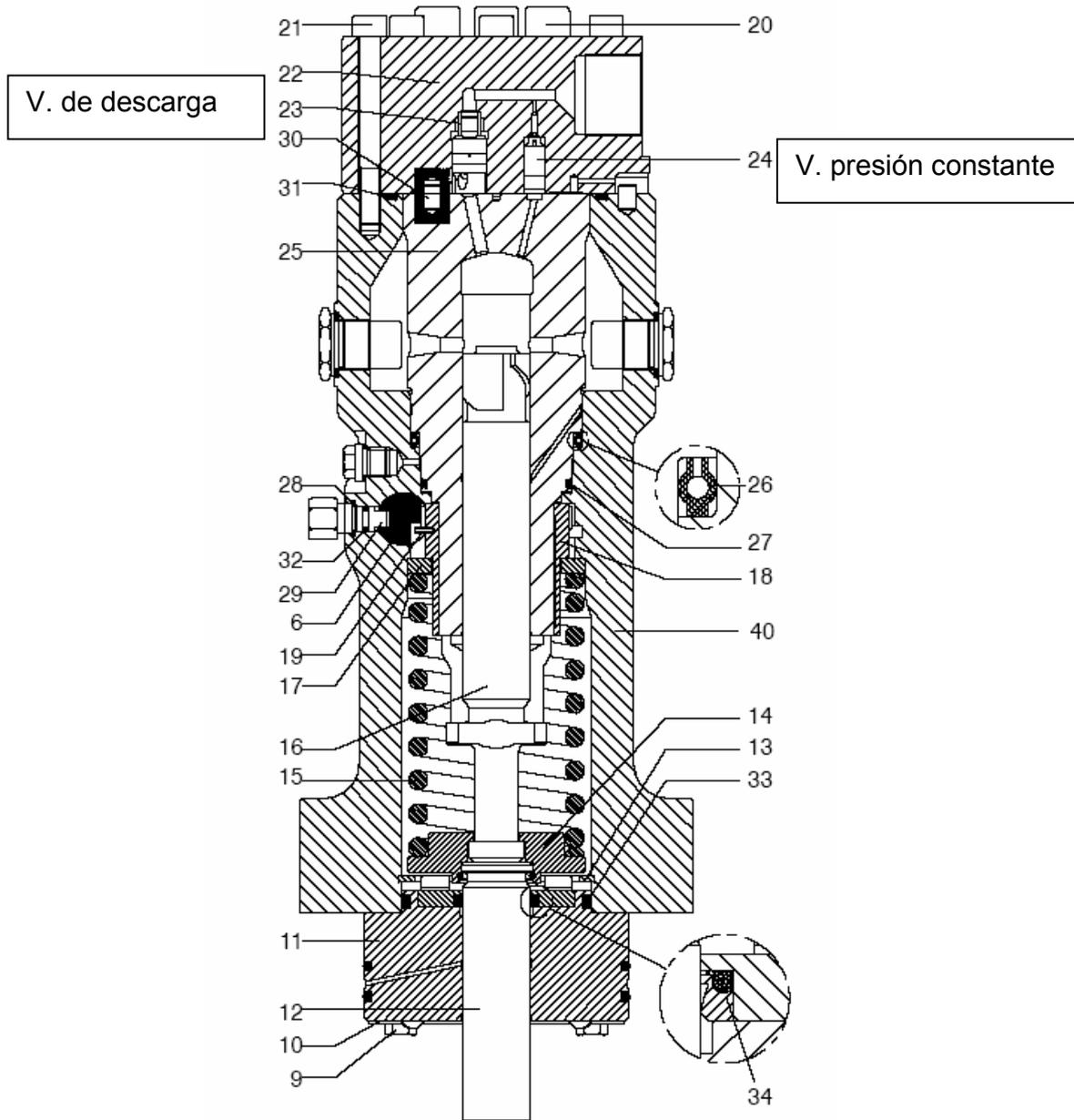


Figura3. Sección de un inyector.

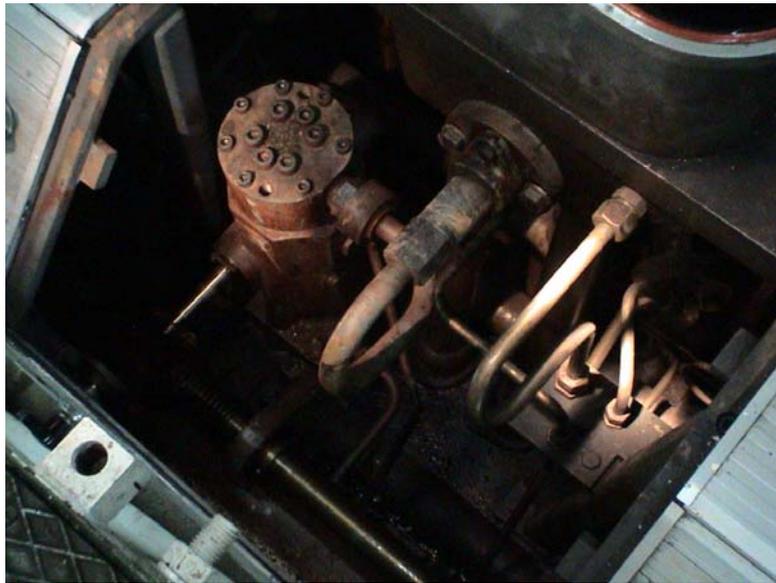


Imagen11.Bomba de combustible.

INYECTOR

El inyector de combustible está conectado con la bomba de combustible de alta presión mediante una línea de combustible y una pieza de conexión, montada en el porta inyector.

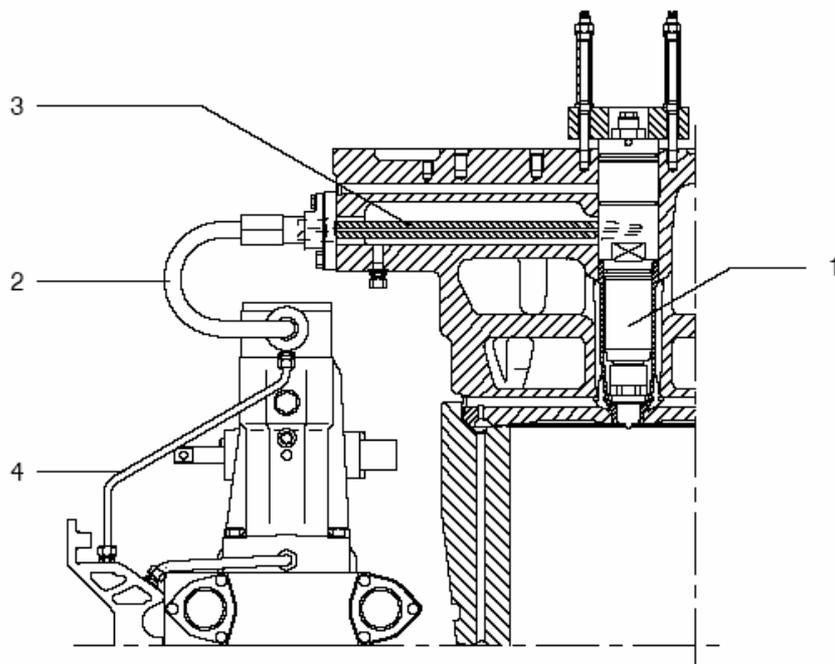


Figura4. Conexión bomba combustible-inyector.



Complementos de formación para la LMN

El combustible llega al porta inyector desde un costado a través de una pieza de conexión montada en el porta inyector. El combustible de fuga procedente de la aguja de la tobera puede escapar a medio camino del porta inyector, a lo largo de la pieza de conexión, por un orificio en la culata. La línea de fugas está conectada en el exterior contra la culata. Las tóricas evitan que el combustible fugue a secciones inferiores o superiores del inyector.

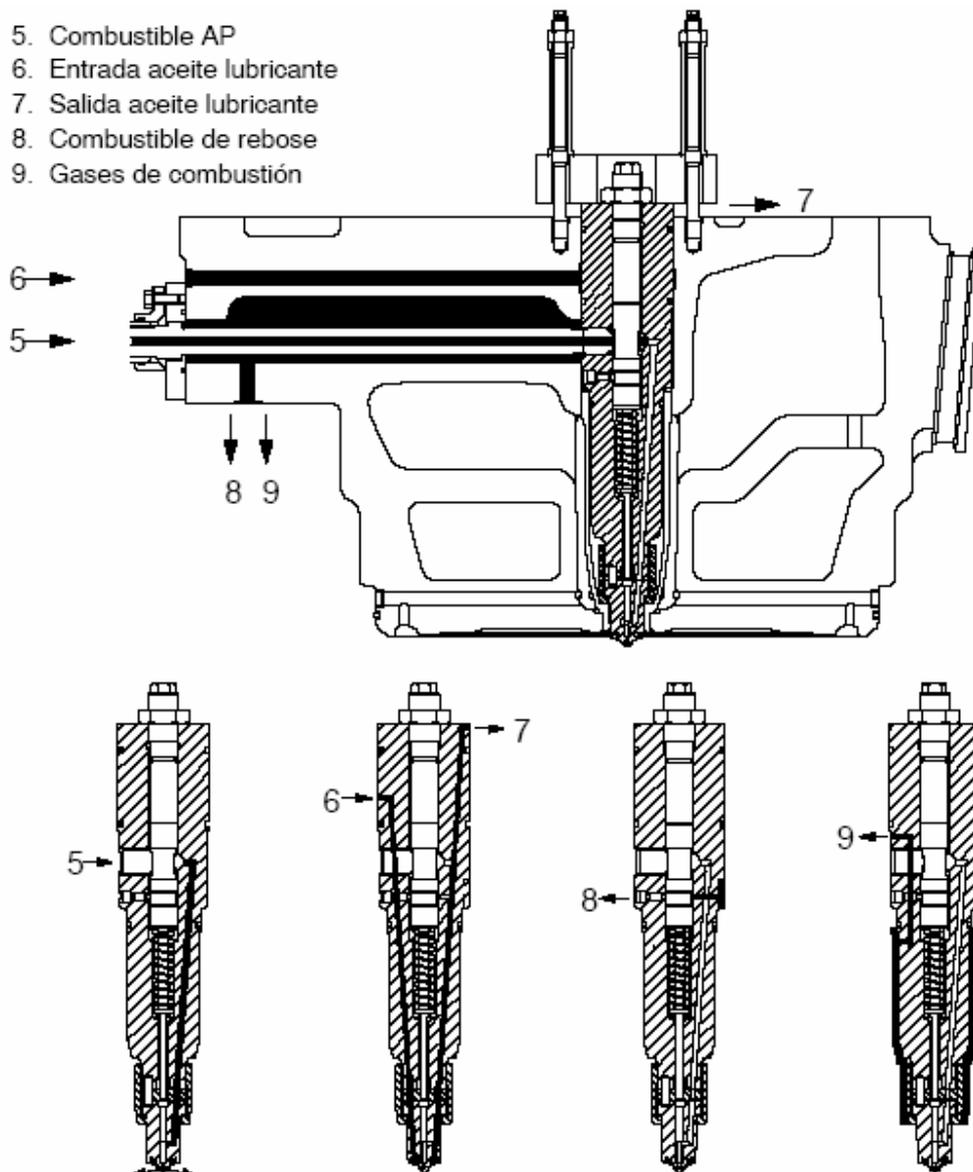


Figura 5. Circuito interno del fuel en el inyector.



Complementos de formación para la LMN

La tobera del inyector se refrigera con aceite lubricante suministrado del sistema de lubricación de la culata. El aceite entra en el inyector por (6) y después de refrigerar la tobera del inyector es eliminado a través de (7) en la parte superior del inyector. Desde aquí el aceite baja al cárter. Para evitar que fugue hacia abajo se coloca una tórica alrededor del inyector. Los gases, pasando por la unión entre la parte inferior del inyector y la camisa del mismo, escaparán a través del orificio (9). Los gases de combustión descargarán al mismo tiempo que el combustible de fugas.



Imagen12. Inyector.



3.1.5 Sobrealimentación y refrigeración de aire

La sobrealimentación se realiza mediante un sistema de turbocompresor que consta de un compresor centrífugo accionado por una turbina de gas de escape. Los turbocompresores utilizan la energía de los gases de escape cuya velocidad no tiene relación concreta con la velocidad del motor pero varía con la carga. En estos motores las revoluciones del compresor a plena carga oscilan entre 15000 y 16000 rpm.

La más alta concentración permitida de polvo y otros componentes dañinos en la entrada al turbocompresor después del filtrado, corresponde a los valores de la tabla 6.

Propiedad	Unidad
Concentración de polvo (partículas > 5 mm)	3.0 [mg/m ³ _n]
Cloruros (Cl)	1.5 [mg/m ³ _n]
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	375 [mg/m ³ _n]
Dióxido de azufre (SO ₂)	1.25 [mg/m ³ _n]
Amoníaco (NH ₃)	94 [mg/m ³ _n]

Tabla 6.

Los componentes del sistema interno del motor son:

- Filtro de admisión de aire con silenciador en el turbocompresor.



Imagen 13. Filtrina zona compresora.



Complementos de formación para la LMN

En la zona compresora, se ubica una manta filtrante, la cual se cambia según mantenimiento. En la parte interna del compresor lleva unos paneles silenciadores acústicos y retenedores de polvo.

- Turbocompresor

El turbocompresor es del tipo de turbina radial con compresor centrífugo de aire conectado a un eje rotor soportado por cojinetes. Cada cojinete tiene su propio sistema de aceite. Existen visores de cristal para poder observar los niveles de aceite. El alojamiento de entrada y salida de gases del turbocompresor está refrigerado por el agua de HT. El turbocompresor está equipado con un dispositivo de limpieza para el lado compresor y para el lado turbina.

La velocidad del eje rotor se mide con un sensor de velocidad instalado en el lado compresor.



Imagen 14. Turbina de gases de escape.

- Enfriador de aire de carga de dos etapas con sección de HT y LT

Para mantener la temperatura del aire de carga a una carga superior del motor se deberá refrigerar dicho aire. La temperatura en el lado de descarga del



Complementos de formación para la LMN

compresor a plena carga es de aproximadamente 200° C. Para refrigerar el aire de carga después del compresor, el aire pasa por un enfriador de dos etapas en el que el aire comprimido es refrigerado con agua. La primera etapa es refrigerada con agua de HT y enfría el aire de carga hasta aproximadamente 90°–100°C. La segunda etapa se refrigera con agua del sistema de LT y enfría el aire de carga hasta una temperatura de aproximadamente 50°C.



Imagen15. Enfriador de aire de carga.

- Dispositivo de limpieza de compresor

La eficacia del motor está estrechamente relacionada con la eficacia del turbocompresor, que a su vez está directamente influenciada por el grado de suciedad de la rueda compresora, difusor, anillo de toberas y rotor.

La limpieza regular es esencial durante el funcionamiento del motor. La limpieza no es efectiva cuando no se realiza de forma regular.

La limpieza de la zona compresora consta de; llenar la cazoleta ubicada en la zona compresora con agua destilada, cerrarla y abrir los machos. Una vez transcurridos 10 minutos, cerramos los machos. Ver la figura 33.

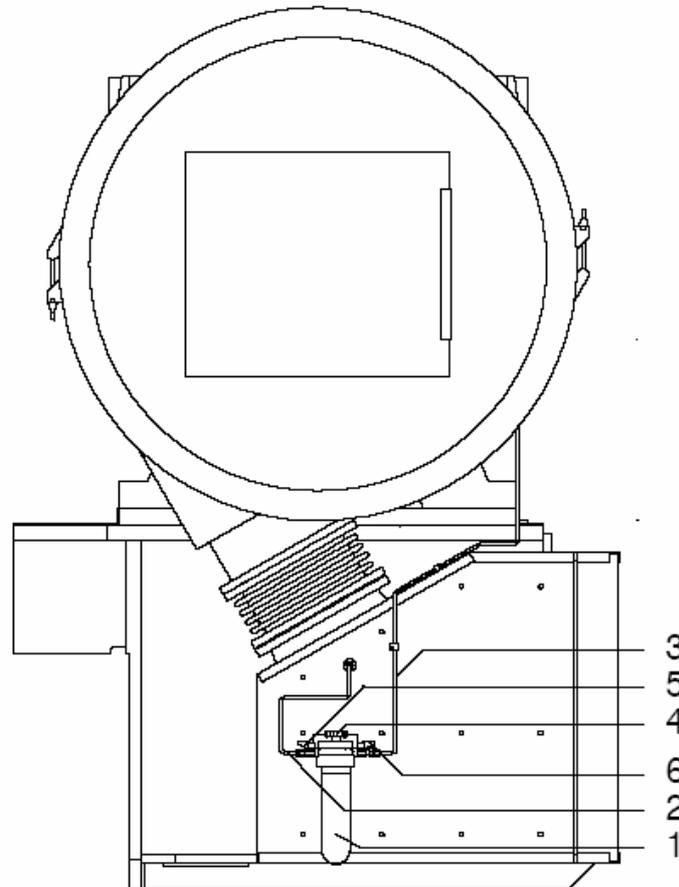


Figura 6. Limpieza de la zona compresora.

La limpieza de la turbina de gases de escape, se realiza con agua destilada. La salida de esta agua no puede ser superior a 10l por segundo de agua, por ese motivo se pone un reductor de caudal. Se abren las válvulas ubicadas en los diferentes colectores de escape (8) y se deja la limpieza durante 10 minutos. La temperatura de la turbina no puede ser superior a 400°C. una vez transcurrido el tiempo, se cierra el agua y las válvulas y se dejan 5 minutos para secar. También son abiertas durante la limpieza, las purgas del colector de exhaustación a fin de evitar posibles condensaciones y eliminar los sobrantes.

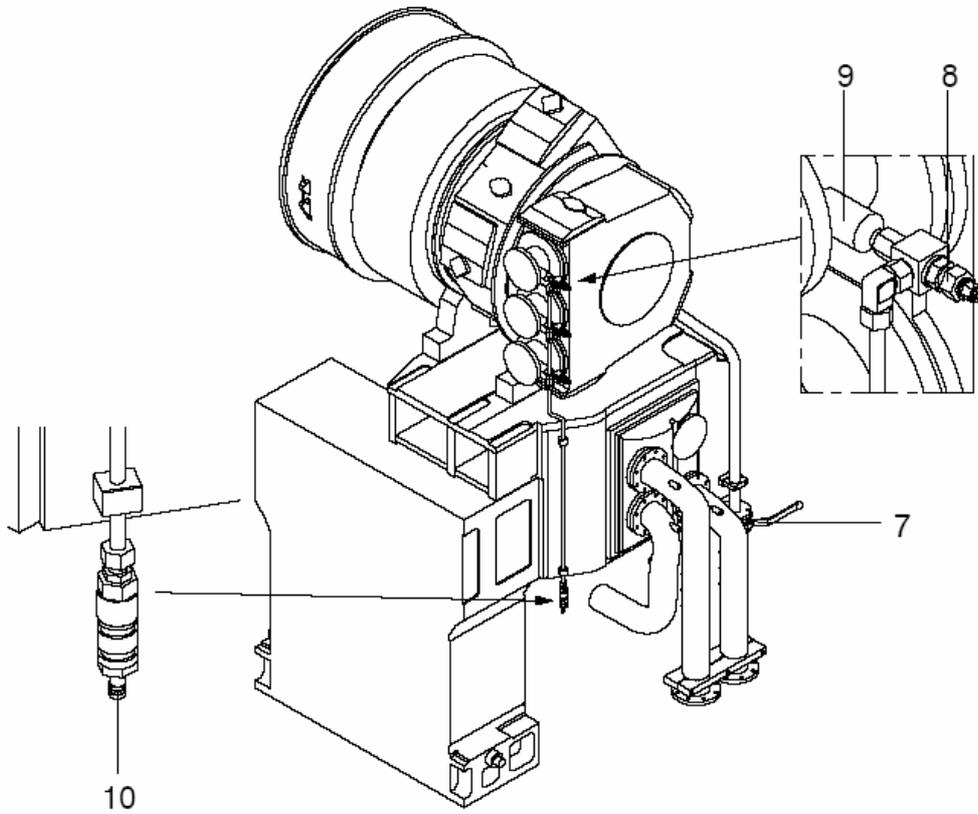


Figura 7. Limpieza compresor gases de escape.

El turbocompresor va lubricado con aceite. Este aceite es enfriado en el enfriador de aire de carga.

3.1.6 Sistema de exhaustación

El colector de gas de escape está montado en secciones unidas por dilatadores. Los soportes de las secciones del colector están montados de forma rígida a través de abrazaderas a las culatas y bloque de cilindros. El colector está conectado al turbocompresor. El colector de gas de escape, bajo condiciones normales de funcionamiento, no requiere mantenimiento, es suficiente con una inspección periódica de las conexiones y de los dilatadores.

El colector puede inspeccionarse desmontando uno o más paneles de la caja de aislamiento. Cuando haya que levantar una o más culatas, las secciones del colector (1) deben soportarse adecuadamente para evitar una excesiva distorsión de los dilatadores. Al bajar las culatas para montarlas en el motor, la



Complementos de formación para la LMN

sección del colector debe elevarse un poco para montar correctamente contra la conexión de brida de escape del a culata.

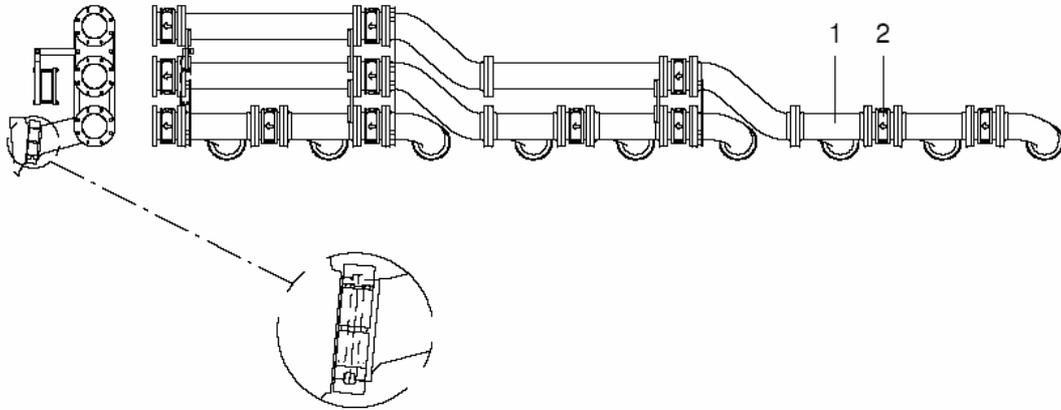


Figura 8. Configuración del colector de gases de escape.



Imagen 16. Colector gases de escape.



3.1.7 Sistema de aire de arranque

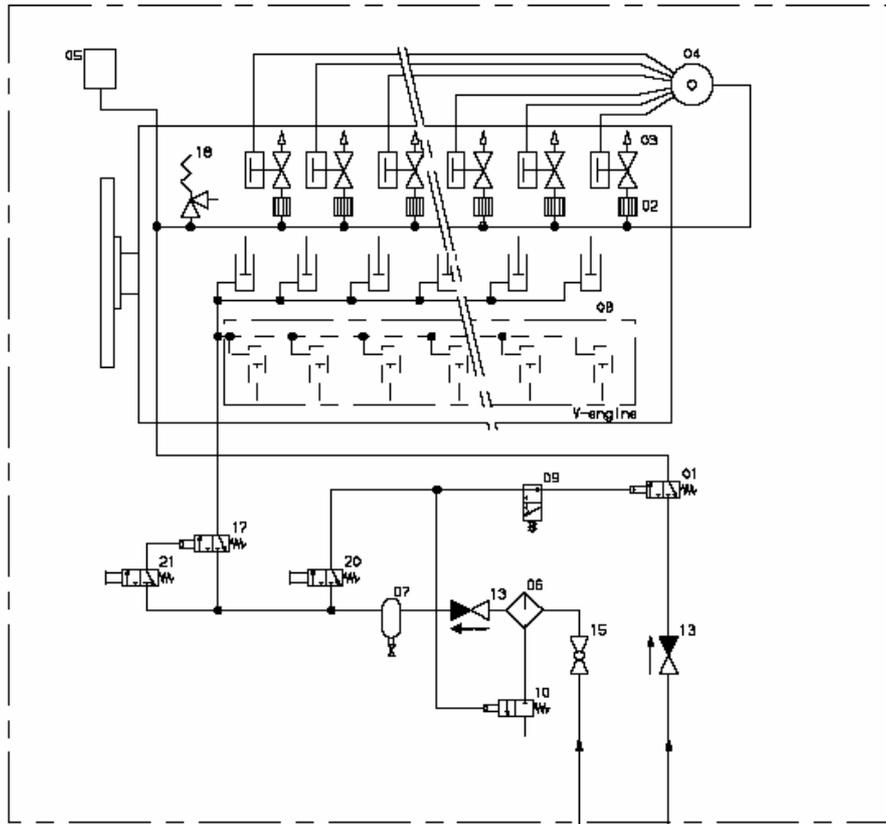
El motor arranca con aire comprimido a un máx. de 30 bar. La presión mínima requerida es de 15 bar. La línea de suministro para el aire de arranque consta de una válvula de no retorno. La línea de suministro para el aire de control consta de una válvula de bola. La válvula solenoide se activa eléctricamente (control remoto) o manualmente (en el motor) y envía una señal a la válvula principal de aire de arranque. La interrupción del aire de control cierra la válvula principal de aire de arranque. Cuando la válvula principal de aire de arranque se activa, el aire circula a través de los corta fuegos hasta las válvulas de aire de arranque en las culatas. Parte del aire circula a través del distribuidor de aire de arranque a cada una de las válvulas en las culatas. El distribuidor controla la apertura y cierre de las válvulas de aire de arranque. En el momento en el que la válvula principal de aire de arranque se activa también lo hace el booster del actuador. La línea principal de aire de arranque consta de una válvula de seguridad además de una válvula que es un dispositivo de seguridad para evitar que el motor arranque cuando el virador está embragado (ver figura 9).

El distribuidor de aire de arranque es del tipo de pistón con camisas intercambiables mecanizadas con precisión (ver figura 10). Los pistones del distribuidor (27) están controlados por una leva (28) conectada al extremo del eje de levas. Cuando se abre la válvula principal de arranque, los pistones de control son presionados contra la leva, de manera que el pistón de control del cilindro del motor que está en la posición de arranque, admite aire de control al pistón de la válvula de arranque. La válvula de arranque se abre y permite que el aire comprimido pase al interior del cilindro del motor forzando ese pistón hacia abajo. Poco antes de que las válvulas de escape se abran, la válvula de control interrumpe el aire de control a la válvula de aire de arranque y el subministro de aire a ese cilindro termina. Este procedimiento se repetirá mientras que la válvula de arranque principal esté abierta o hasta que la velocidad del motor sea tan alta que se produzca el arranque del motor. Después de que la válvula de arranque se ha cerrado, la presión cae rápidamente y los muelles (32) levantan los pistones separándolos de la leva. Esto significa que los pistones tocan la leva



Complementos de formación para la LMN

solamente durante el ciclo de arranque. Las líneas de aire de control están conectadas al distribuidor de aire de arranque, ver imagen 17.



(302) (301)
30 BAR 30 BAR

Componentes del sistema

- 01 Válvula principal de arranque
- 02 Apagallamas
- 03 Válvula de aire de arranque en la culata (un bloque)
- 04 Distribuidor de aire de arranque
- 05 booster para del actuador
- 06 Filtro de aire
- 07 Contenedor de aire
- 08 Cilindro de parada neumático en cada bomba de combustible AP
- 09 Válvula de bloqueo, con el virador engranado
- 10 Válvula para el vaciado automático
- 13 Válvula de retención
- 15 Válvula esférica
- 17 Válvula de parada de bombas de combustible AP
- 18 Válvula de seguridad
- 20 Válvula de arranque
- 21 Válvula de parada de emergencia/sobrevelocidad

Conexiones de tubería

- 301 Entrada del aire de arranque
- 302 Entrada del aire de control

Figura 9. Sistema interno de aire de arranque.

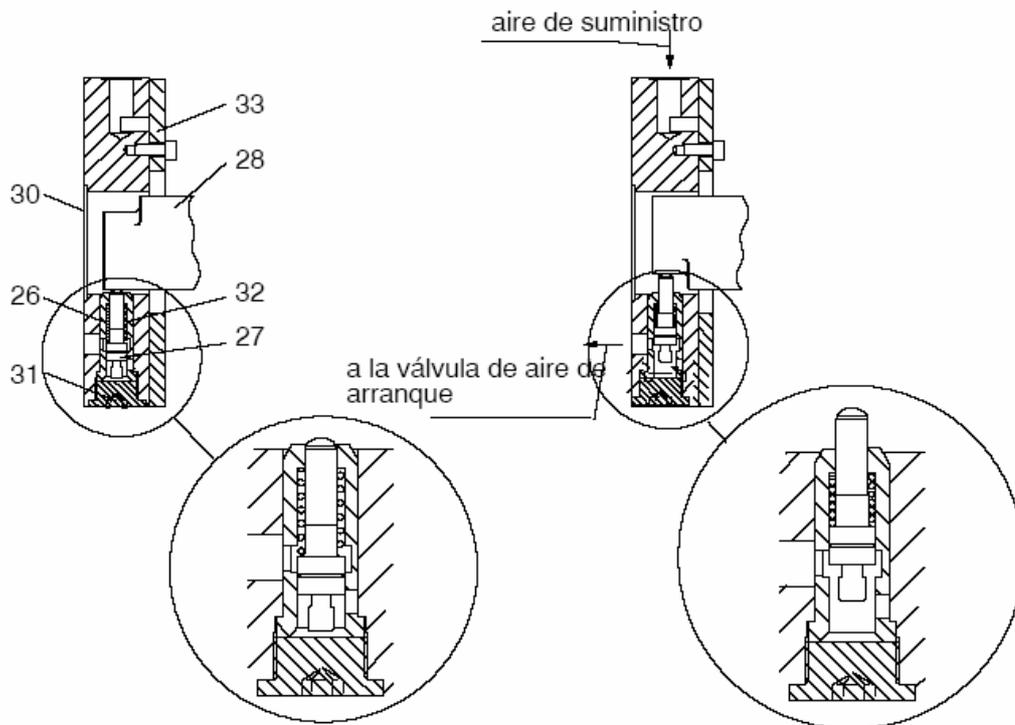


Figura 10. Distribuidor de aire de arranque.

La válvula de aire de arranque se acciona por medio de la presión de aire de control procedente del distribuidor de aire de arranque. La válvula consta de un vástago (1) con un pistón (2) de resorte montado en alojamientos separados.

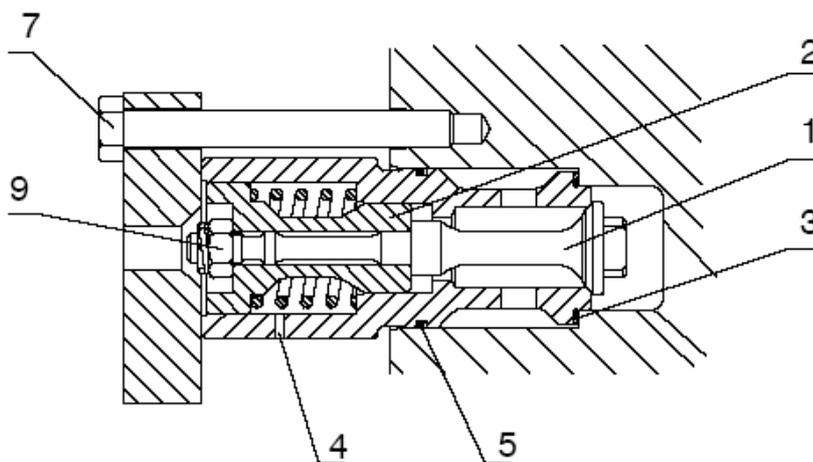


Figura 11. Válvula de aire de arranque.

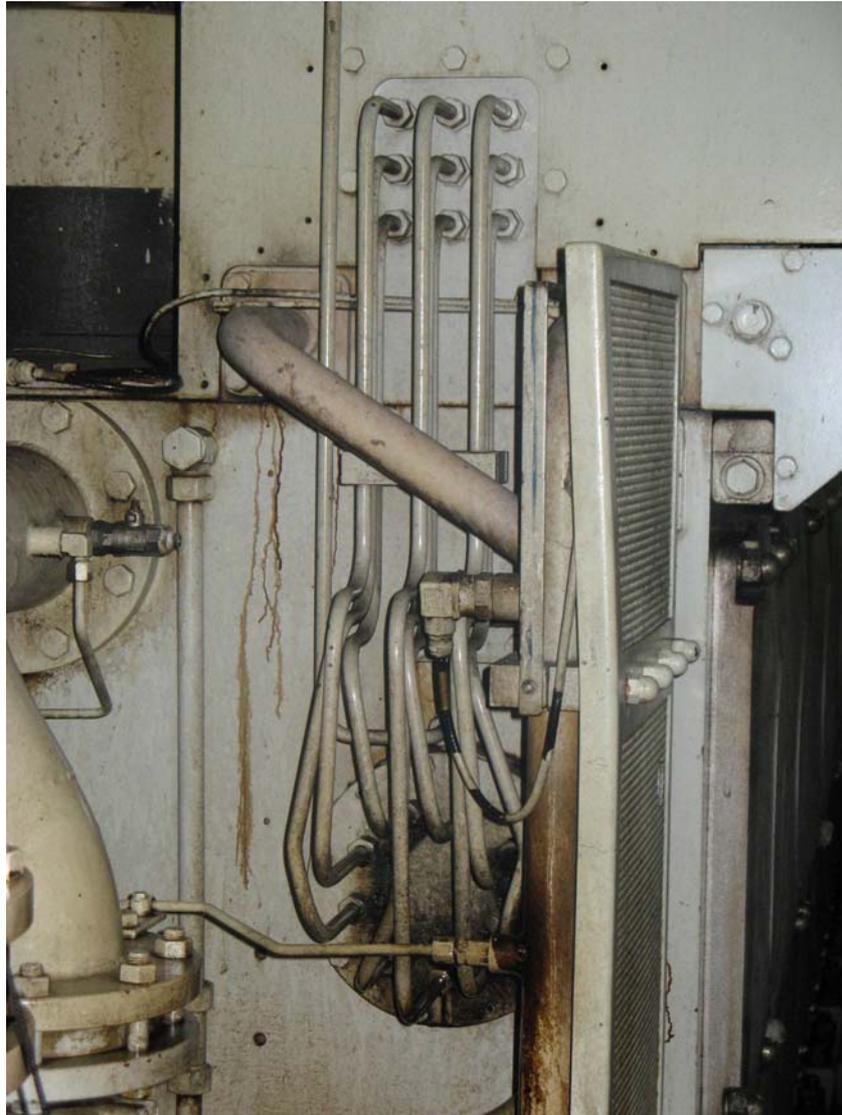


Imagen 17. Líneas de aire piloto.



3.1.8 Mecanismo de control

El motor es suministrado con un sistema de control local denominado LCS.

El LCS comprende lo siguiente:

- Medición de la velocidad del motor y turbocompresor
- Control de la velocidad / carga del motor.
- Sistema de seguridad del motor
- Arranque del motor
- Parada del motor
- Bloqueo del arranque
- Parada automática del motor
- Petición de reducción de carga
- Señalización de todos los sensores de alarma y contro
- Lectura de parámetros importantes del motor
- Comunicación de datos con sistemas externos (ej. Sistemas de alarma, control y visualización).

El control de la velocidad de rotación de un motor se efectúa variando la proporción de admisión de combustible en los cilindros del motor. El cometido para el que se utiliza el motor normalmente determina el grado de precisión requerido en el control de velocidad. Para controlar la velocidad del motor se utiliza un actuador que posibilita al motor responder a las exigencias de cambio de carga.



Imagen 18. Caja LCS.

El actuador es de la casa Woodward, ver imagen 19.



Imagen 19. Woodward del motor.



Complementos de formación para la LMN

Estos motores tienen un sistema booster que se activa con aire en el momento del arranque del motor, el cual refuerza la presión de aceite en el acumulador del actuador. Esto hace posible una rápida respuesta del pistón del actuador y de la cremallera de combustible en el arranque inicial del motor. La booster suministra aceite presurizado a los actuadores mecánico-hidráulicos y eléctrico-hidráulicos, instantáneamente el aire de arranque llena el colector de aire de arranque en el motor. La presión de aceite instantánea elimina el tiempo que necesitaría la bomba de engranes para crear suficiente presión de aceite como para mover el varillaje. Esto produce un arranque más rápido, lo que hace que se conserve el aire de arranque. La booster está posicionada más abajo que el actuador para evitar que el aire quede atrapado en la booster y en las líneas de aceite. Cuando la booster está inactiva, un pistón queda sujeto al extremo de un cilindro por medio de un resorte. El cilindro está lleno de aceite suministrado desde una línea procedente del cárter del actuador. El aire comprimido en un extremo del pistón presuriza el aceite en el otro extremo, el aceite fluye a través de las portillas y tuberías dentro del actuador. Las válvulas antirretorno controlando que el aceite fluya en una sola dirección, evitan que el aceite de la booster retorne durante el proceso de arranque, ver imagen 20.

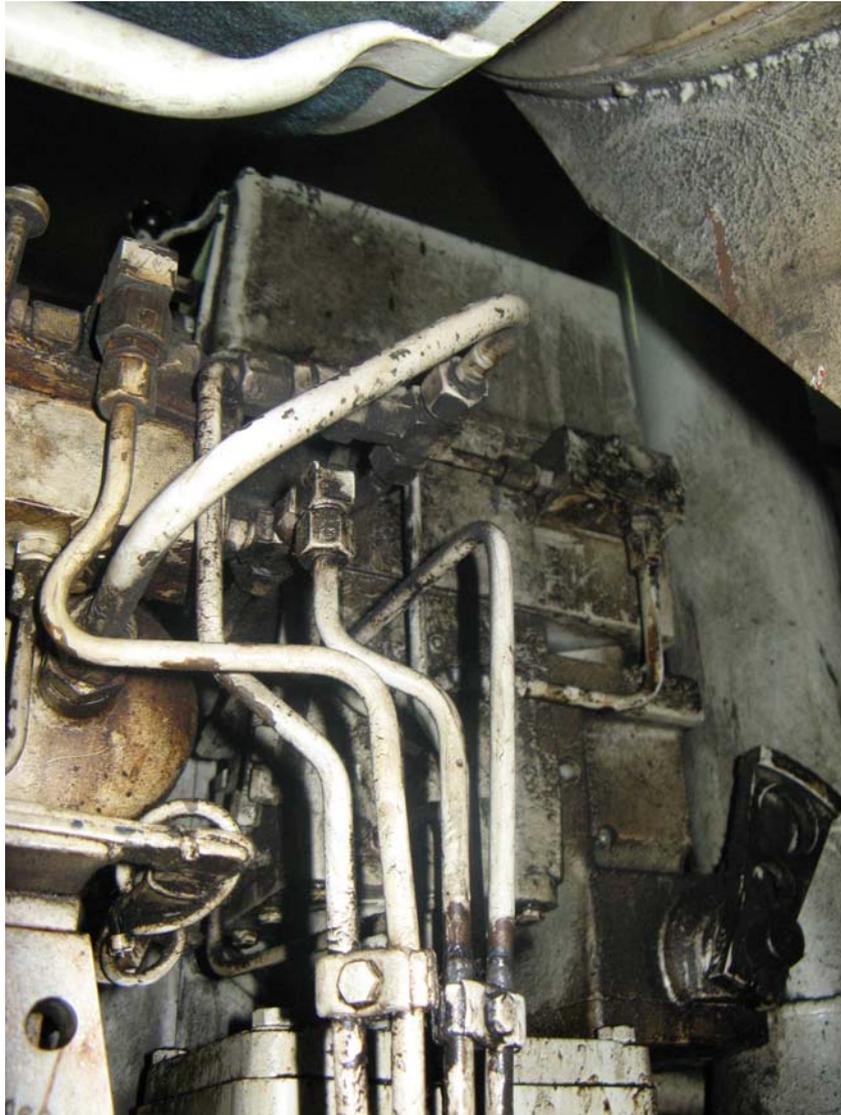


Imagen 20. Módulo booster.

El movimiento del eje de control del actuador es transmitido a un eje de control común a través de un brazo. El eje común está soportado al bloque del motor por cojinetes. La rotación del eje de control común se transfiere a través de la palanca a las cremalleras de las bombas de combustible. Los muelles permiten que el eje de control común se mueva a la posición cero en el caso de que se agarrote una de las cremalleras de combustible.

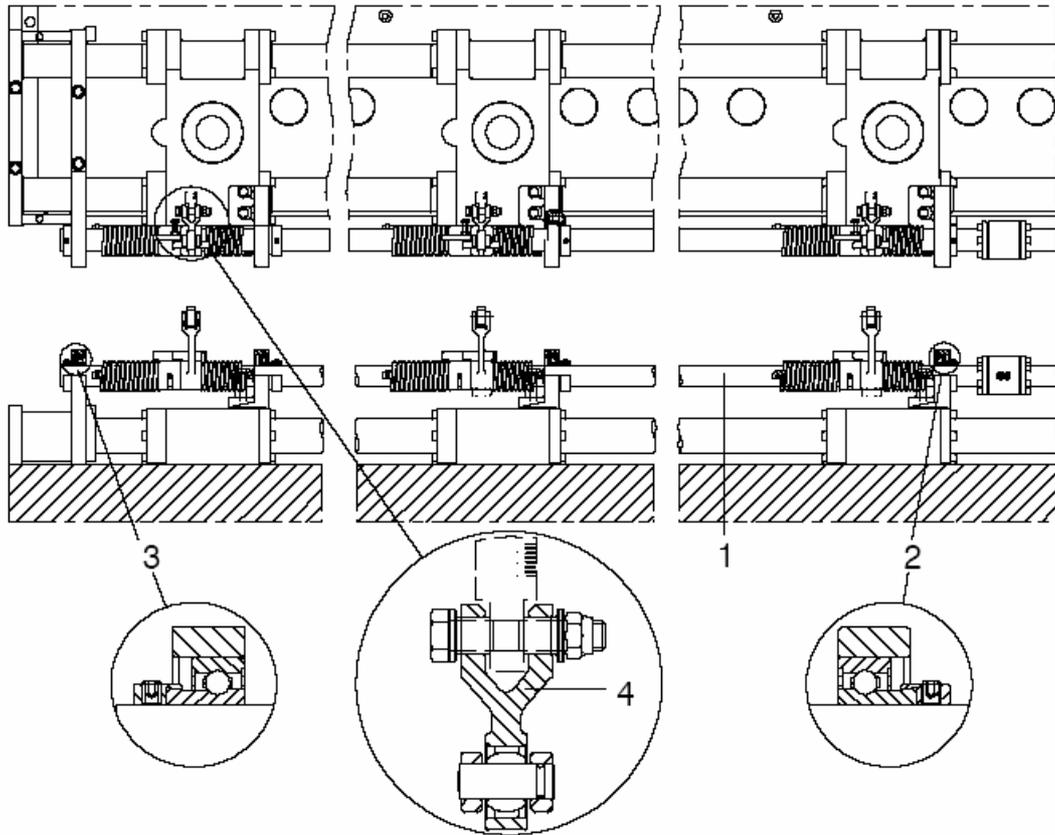


Figura 12. Mecanismo de control de cremalleras.

3.2 Reductor

3.2.1 Características generales

Tipo	:	DLG 8890 K 41	
Reducción	:	4,324 : 1	
Reductor No.	:	64 368	64 369
Sentido de giro			
Lado de accionamiento	:	a la izquierda	a la derecha
Lado de salida	:	a la derecha	a la izquierda

Los reductores de doble entrada de las series DLG / DLGF son reductores marinos de escalón horizontal y tren frontal de engranajes, con embragues de



Complementos de formación para la LMN

láminas de accionamiento hidráulico incorporados. Los 2 ejes de entrada van dispuestos simétricamente con respecto al eje de salida.

Los ejes de entrada y los de los PTO van apoyados sobre rodamientos, mientras que para el eje de salida se emplean cojinetes antifricción. Para absorber el empuje de la hélice, del lado del motor va instalado una chumacera de empuje axial con segmentos de presión basculantes y auto ajustables.

Prestar atención a las instrucciones relativas a:

El sentido de giro grabado sobre la placa de características indica el sentido de giro de la entrada y salida en marcha AVANTE. El sentido de giro del eje de salida y eje de la hélice es igual al sentido de giro de ambos ejes de entrada.

Sobre el reductor van instalados dos sistemas de aceite a presión independientes el uno del otro, el primero para la conexión de los embragues y el otro un sistema común para el engrase.

Cada sistema de presión de servicio se compone de:

- Bomba de aceite del reductor y bomba de aceite de reserva eléctrica,
- Filtro de aceite,
- Intercambiador de calor,
- Válvula limitadora de presión (con sistema de retardo de conexión del embrague)
- Válvula de mando para la conexión del embrague del reductor.

La bomba de aceite de prelubricación y reserva, es de accionamiento eléctrico y se precisa para un engrase previo de los cojinetes antifricción en cada puesta en funcionamiento.

El aceite suministrado por la bomba es filtrado y enfriado de tal forma que, la temperatura del aceite no sobrepase la temperatura normal de servicio. Para la refrigeración del aceite se ha instalado un intercambiador de calor de haz de tubos. El aceite circula por fuera del haz de tubos y el agua de refrigeración por el interior de los mismos. Las conexiones para el agua de refrigeración pueden utilizarse alternativamente para entrada o salida. La presión de servicio es regulada por una válvula limitadora de presión cargada por muelle (formación de presión de 2 etapas). El manómetro (babor y estribor) dispuesto en el reductor



Complementos de formación para la LMN

indica la presión de servicio que debe encontrarse a la velocidad de plena carga del motor y estando conectado el embrague, a la temperatura de servicio, dentro de las marcas del manómetro. La presión normal de servicio es de aprox. 16 - 20 bar.

En este caso, al ser hélices de paso variable, la conexión del embrague sólo puede efectuarse en la posición de paso cero de la hélice. Cuando un embrague esté embragado, el segundo embrague sólo podrá conectarse una vez que ambos motores estén perfectamente sincronizados. En este caso las revoluciones nominales correspondientes al primer motor. La temperatura normal del aceite de engrase es de aprox. 50°C. La temperatura normal del aceite de servicio es de 60 - 70°C.

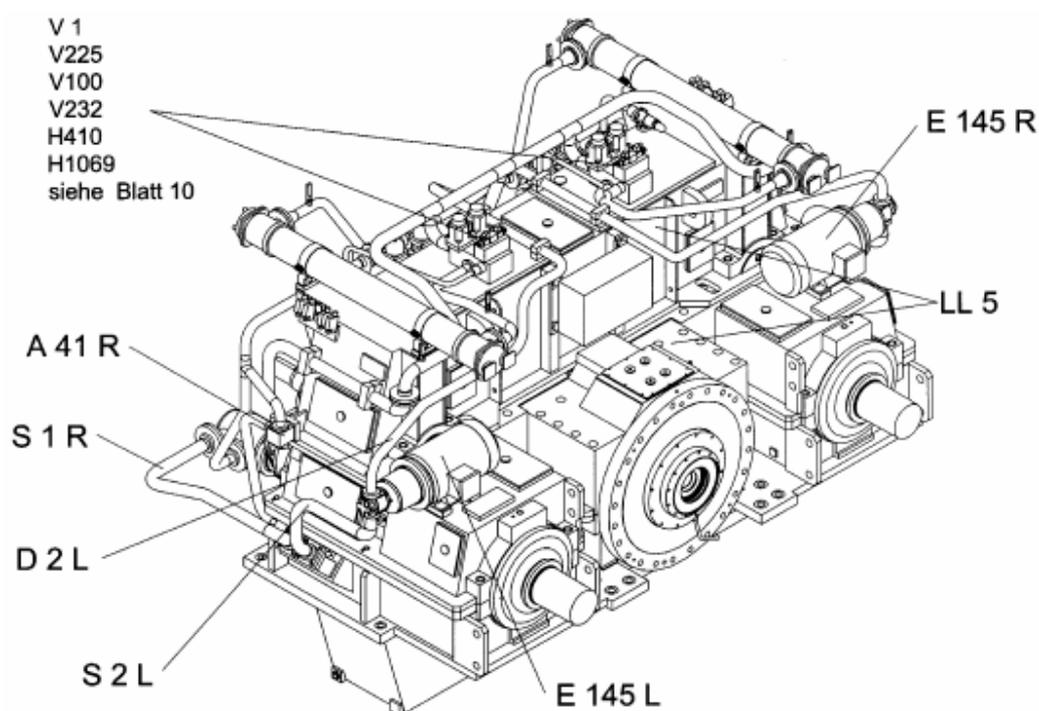


Figura 13. Vista 3D reductora proa.

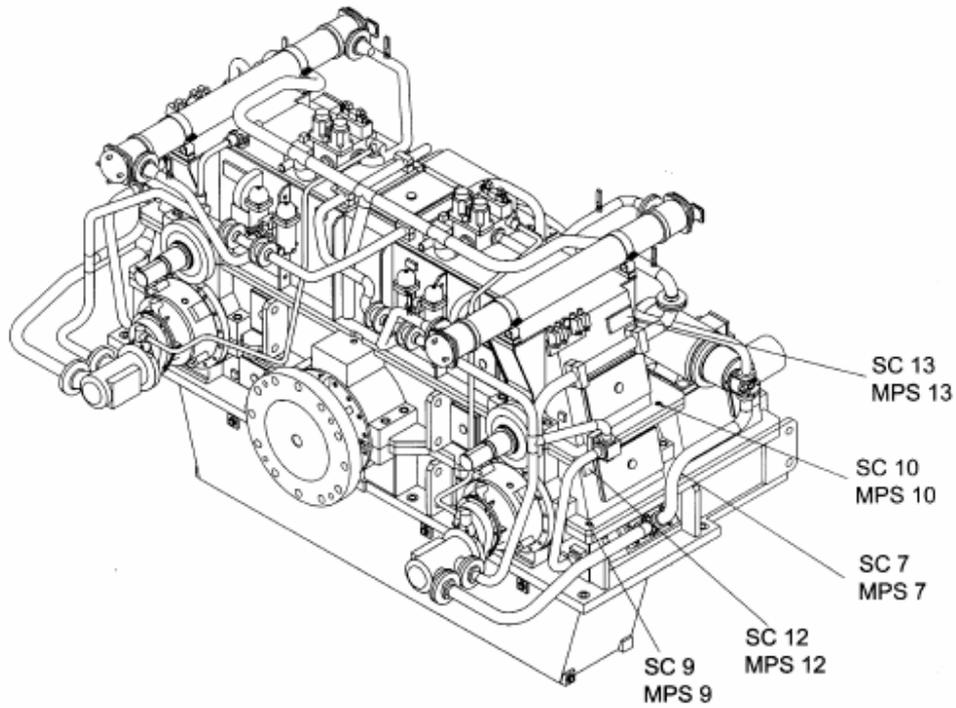


Figura 14. Vistas 3D reductora popa.

El equipo montado a bordo, queda reflejado en la siguiente imagen.



Imagen 21. Vista de la reductora.

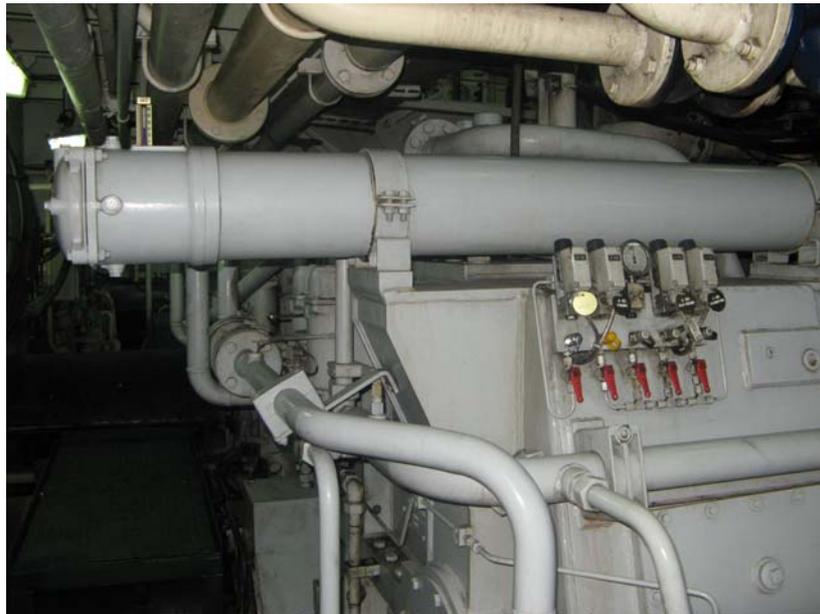


Imagen 22. Vista del intercambiador de calor de la reductora.

3.3 Hélices propulsoras

3.3.1 Características generales

Material de la pala:	NiAl-BRONZE	
Diámetro de la hélice:	4850	mm
Velocidad de la hélice:	138.7	rpm
Dirección de la rotación:	CCW	
Lubricación del cubo:	OIL	
Material del cubo:	STAINLESS STEEL	
Cantidad de mecanismos hidráulicos del Cubo:	289	litres
Inyector:		
Servosistema:	EPC 3	
Servo Hidráulicos:	SEPERATED SERVO HYDRAULICS	

Las hélices utilizadas tienen cuatro palas. Es una hélice de paso variable. Se mantienen constantes las revoluciones y se varía el paso modificando de esta manera la carga de los motores.



La transmisión de la variación de paso a las palas se produce por dentro del eje. Las palas de la hélice son giradas por la palanca de mando (bloque cigüeñal) (7) que va fijada directamente al servo pistón (6). Los surcos transversales en la palanca de mando guían los soportes desplazables (10) que actúan en el muñón del cigüeñal de los discos de las palas (8). El aceite al lado de proa del servo pistón, atraviesa la superficie interior del eje y va al lado de popa a través del tubo de aceite (13). El tubo de aceite va unido al servo pistón y también sirve como retroacción de la posición. Está en su lado de popa conectado a la servo válvula. Esta conexión es mecánica o eléctrica, dependiendo de la servo válvula usada. El mecanismo del cubo está lubricado por el aceite del escobén de popa. La conexión es desde la junta del escobén de popa a través de perforaciones en la brida del eje. En el cubo va montado un ánodo de cinc, y usualmente también hay ánodos de cinc en el revestimiento de la junta de estanqueidad del escobén de popa.

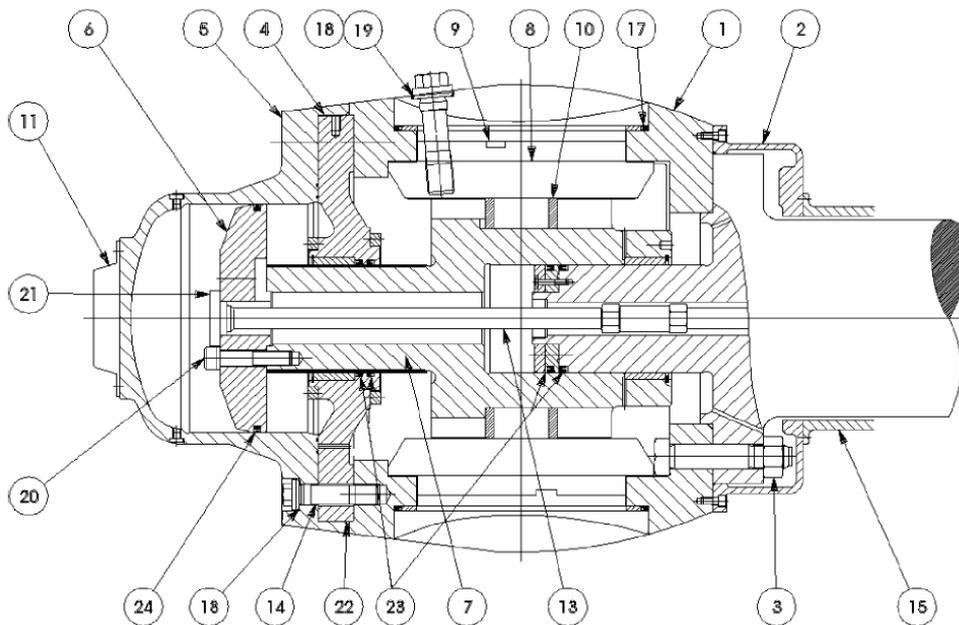


Figura 15. Centro hélice.

A bordo se llevan siempre dos palas de respeto.



Imagen 23. Palas hélices propulsoras

La Caja de Distribución de Aceite (OD-box) se encuentra a proa de la reductora en el extremo libre del eje de salida. Las funciones de esta caja son:

- TRANSMISION DEL ACEITE A PRESION AL EJE, a través del estator (1) al rotor (2) amarrado a la reductora. El estator está flotando en el rotor y evita la rotación y movimiento axial por medio de un perno (3) a través de la carcasa de la OD-box. La carcasa de la OD-box está sujeta a la reductora.
- INDICADOR DEL PASO DE LA HELICE (FEEDBACK). La varilla del feedback (5) está conectada a la tubería de aceite que se mueve a lo largo de la línea de ejes. La posición de la varilla del feedback se mide por medio de dos sensores axiales de posición (6) acomodados en la caja del feedback (7). También se puede ver la posición de la varilla localmente, a través de una cubierta transparente.



Complementos de formación para la LMN

- BLOQUEO DEL PASO DE LA HÉLICE. Cuando el paso está en una posición determinada se bloquea hidráulicamente por medio de las válvulas de retención (9).

El flujo de aceite al servocilindro para el ajuste del paso avante pasa por:

- A través del punto de conexión B en la carcasa (4)
- Se introduce en el hueco del anillo del estator (1)
- A través de un taladro axial en el rotor (2)
- Pasa por las válvulas de retención de paso avante, y finalmente
- Se introduce en el espacio anular entre el eje y la tubería de aceite.

El flujo de retorno de aceite desde el cilindro va en la dirección opuesta:

- Dentro de la tubería de aceite del servo en movimiento
- Pasa por el hueco del anillo en el rotor
- Por las válvulas de retención de paso atrás
- A través del taladro axial en el rotor
- Se introduce en el anillo del hueco en el estator, y finalmente
- Pasa a través del punto de conexión A en la carcasa.

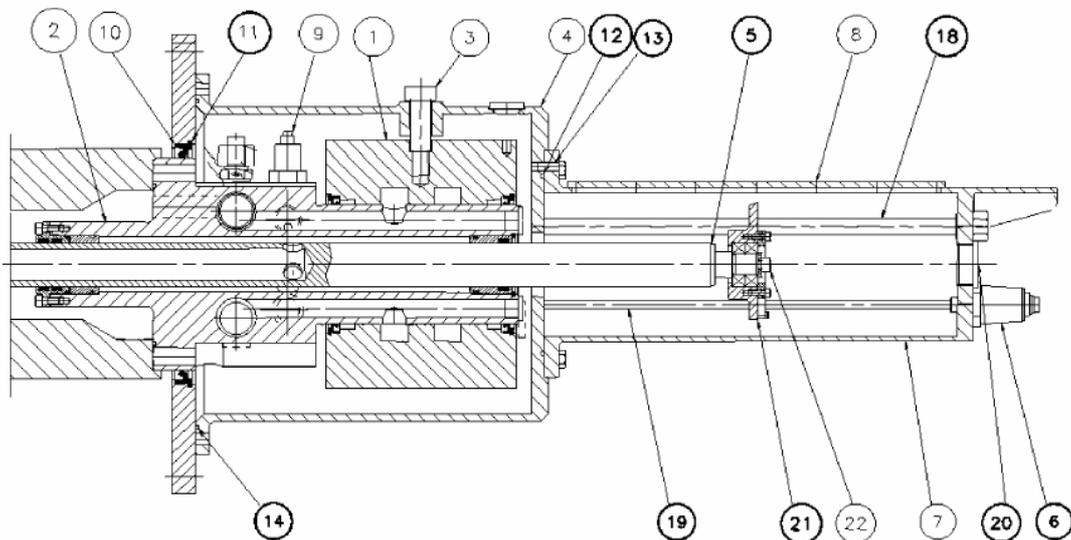


Figura 16. Caja distribuidora de aceite.



3.3.2 Línea de ejes

En la línea de ejes, encontramos, las chumaceras de apoyo, las cuales van lubricadas constantemente con aceite, el equipo de presión de aceite y los cierres de la bocina.

El equipo hidráulico que mantiene la presión constante en la bocina está formado por dos bombas, un tanque de aceite, un intercambiador de calor, dos filtros y un equipo regulador de presión de accionamiento neumático, cuya misión es mantener la presión en la bocina y en el tanque de suministro de aceite constante.



Imagen 24. Bocina.

Cada eje tiene dos cierres, el cierre de popa y el cierre de proa.

- Cierre de Popa.

El cierre de popa es del tipo labial, con tres labios con una superficie de contacto deslizante sobre una camisa de acero cromado. El anillo labial de proa está en el extremo del tubo de bocina, y evita el paso de aceite de bocina hacia el mar. El



Complementos de formación para la LMN

anillo central está apuntando hacia el mar, y previene el ingreso del agua salada en el tubo de bocina. El anillo labial de popa también apunta hacia el mar, y previene el ingreso de suciedad, partículas y demás elementos extraños hacia el espacio del anillo labial central.

- Cierre de Proa.

El cierre de proa es de tipo labial, con dos anillos labiales que ruedan sobre una camisa que gira con el eje. Los dos anillos labiales apunta hacia el tubo de bocina y se combinan para contener el aceite dentro del tubo de bocina. La camisa del cierre se monta sobre el eje con una abrazadera de tipo partido.

3.3.3 Equipo de potencia hidráulica

El equipo de potencia hidráulica está formado por:

- Dos bombas de accionamiento eléctrico.
- Dos filtros de aceite
- Intercambiador de calor de aceite.
- Distribuidor hidráulico remoto de las hélices.
- Controlador hidráulico local.

En remoto, cuando desde el puente se introduce paso a las hélices, se abren unas electro válvulas, las cuales abren el paso de aceite introduciéndose en el introducen aceite en la distribuidora de aceite.



Imagen 25. Equipo de potencia hidráulica.



4. Generación de electricidad

4.1 Motores auxiliares

4.1.1 Características generales

- Tipo de motor: 8L20
- Diámetro del cilindro: 200mm.
- Carrera: 280mm.
- Cilindrada por cilindro: 8.80 L.
- Giro del cigüeñal: 1-3-7-4-8-6-2-5
- Volumen aceite lubricante en el cárter: 490L.
- Vol. De agua de refrigeración en el motor: 150L.
- Presión atmosférica: 100kPA (1bar).
- Temperatura ambiente: 298°K (25°C).
- Humedad relativa del aire: 30 %.
- Temp. Del agua de refrig. en el enf. de aire de carga: 298°K (25°C).

Motor diesel de 4 tiempos, sobrealimentado, con refrigeración del aire de carga e inyección directa de combustible.

El bloque del motor se funde en una única pieza. Los cojinetes principales están suspendidos. La tapa de los cojinetes están sostenidos por dos tornillos principales apretados hidráulicamente y dos tornillos horizontales. Los cojinetes principales son trimetálicos o bimetálicos totalmente intercambiables.

El colector del aire de carga así como el cabezal del agua de refrigeración están incorporados en el bloque del motor. Las tapas del cárter, de metal ligero, sellan con el bloque del motor por medio de juntas de caucho. El cárter de aceite de lubricación está soldado.

Las camisas de los cilindros son de tipo húmedo. La acción del refrigerante se optimiza para mantener la temperatura correcta en la superficie interior de la misma. Cuenta con un aro antipulido para eliminar el riesgo de pulimiento de la



Complementos de formación para la LMN

camisa. El cigüeñal está forjado en una sola pieza y equilibrado mediante contrapesos.

Las bielas están forjadas en caliente. La cabeza está dividida y la superficie de contacto dentadas. El pie de la biela está escalonado para obtener una gran superficie de cojinete. Los cojinetes de cabeza de biela son trimetálicos o bimetálicos totalmente intercambiables. Los pistones son del tipo compuesto, de falda fundida y corona forjada atornilladas entre sí. Cuenta con un sistema de lubricación de faldilla Wärtsila Diesel. El aceite refrigerante entra al espacio de refrigeración a través de la biela, estos espacios están diseñados para producir un óptimo efecto de empuje. El juego de aros del pistón consta de dos aros de compresión cromados y un aro cromado- rascador de aceite con presión de soporte. La culata es de acero fundido y se fija mediante cuatro tornillos apretados hidráulicamente. El diseño de la culata es de doble pared y el agua refrigerante es forzada desde la periferia hacia el centro, proporcionando una refrigeración eficaz. Las válvulas de admisión están recubiertas de estellite y los vástagos están cromados. Los aros de asiento son intercambiables y están fabricados en una aleación de acero fundido. Las válvulas de escape, también están recubiertas de estellite y los vástagos también son cromados. Estos cierran contra los aros de los asientos de válvula directamente refrigerados.



Imagen 26. Motor Auxiliar.



4.1.2 Sistema de lubricación

El sistema de aceite lubricante comprende:

- Bomba de engranajes.
- Filtro de aceite automático.
- Enfriador de aceite con válvula termostática.
- Filtro centrífugo
- Electro bomba de prelubricación.

El cárter de aceite está dimensionado para todo el volumen de aceite necesario, y todos los cilindros pueden trabajar con el cárter húmedo, siendo posible también, el funcionamiento a cárter seco.

La bomba de aceite accionada directamente por el mecanismo situado en el extremo libre del cigüeñal, aspira aceite del cárter y lo suministra a través del enfriador de aceite, donde las válvulas termostáticas regulan la temperatura del aceite. Este aceite es distribuido a través del filtro al conducto de distribución del bloque y a través de los orificios roscados laterales a los cojinetes de cigüeñal.

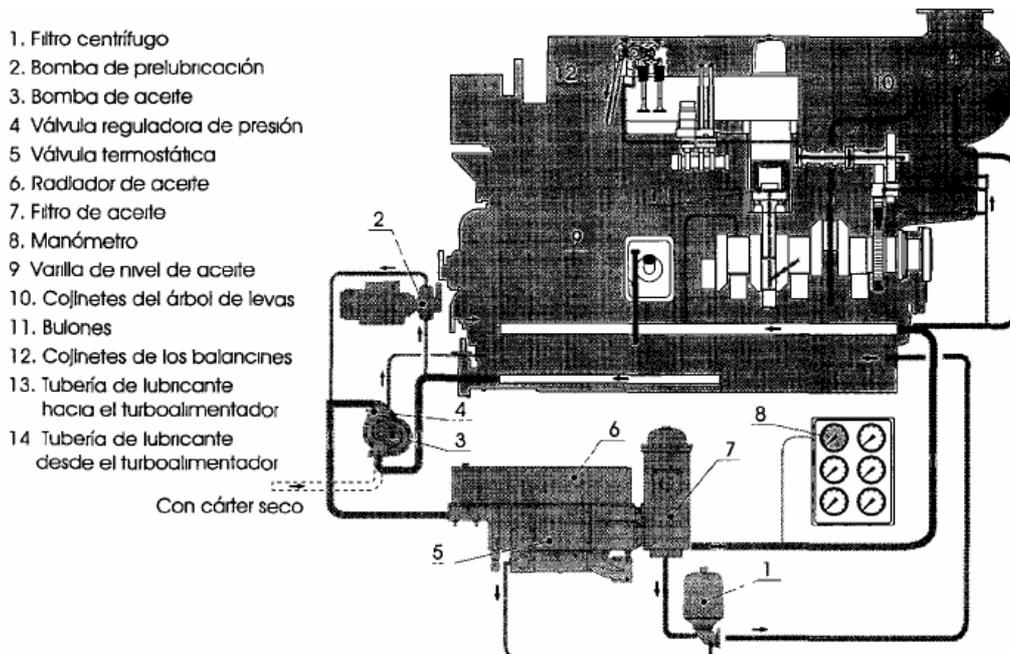


Figura17. Circuito de lubricación del motor.



Complementos de formación para la LMN

El aceite es conducido por tuberías independientes a otros puntos de engrase, como los cojinetes del árbol de levas, los taques y la válvula de la bomba de inyección, los cojinetes de los balancines y los cojinetes de los engranajes del mecanismo de accionamiento de las válvulas, y a los inyectores de aceite lubricante y refrigerante.

La bomba de prelubricación de accionamiento eléctrica es de engranajes y está provista de una válvula de rebose.

El regulador de velocidad tiene su propio sistema de engrase.

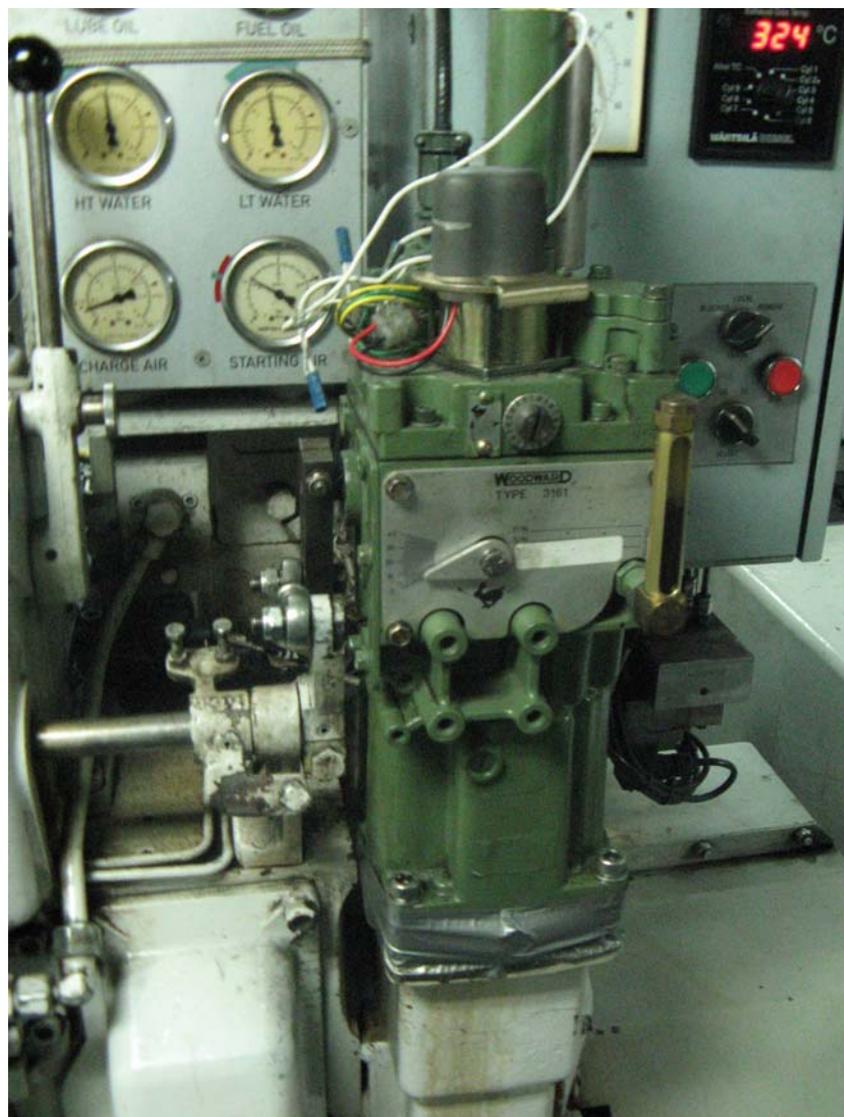


Imagen 27. Regulador de velocidad de grupo auxiliar.



Complementos de formación para la LMN

La bomba de aceite es de engranajes y lleva integrada una válvula combinada de seguridad y regulación de presión. Se utilizan seis cojinetes tubulares idénticos. No es necesaria lubricación externa.

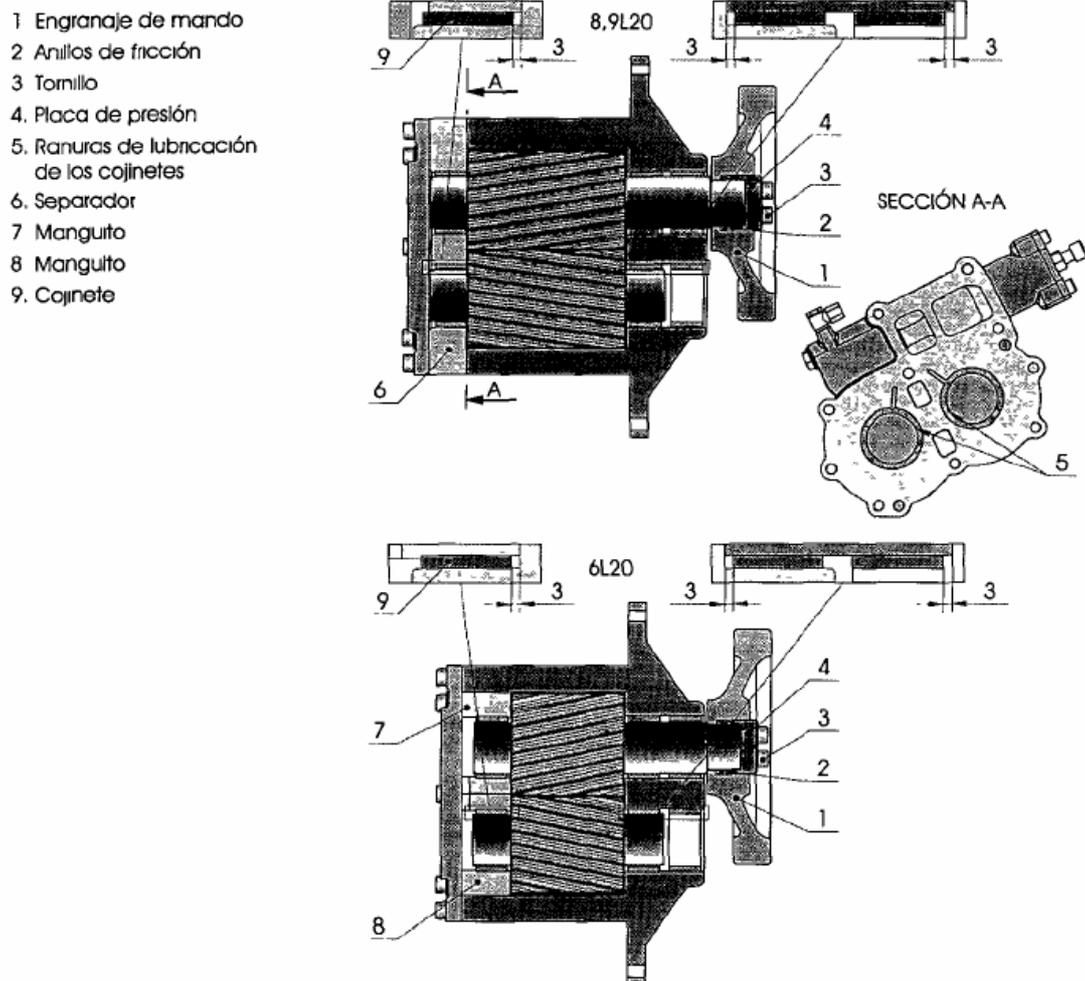


Figura 18. Bomba de aceite de MM.AA..

La válvula reguladora de presión va integrada en el alojamiento de la bomba de aceite y regula la presión del aceite antes del motor devolviendo el exceso directamente desde la sección de presión de la bomba al cárter del motor.



- 1 Bola de la válvula de seguridad
- 2 Anillo de estanquidad
- 3 Pistón regulador
- 4 Muelle
- 5 Soporte del muelle
- 6 Tornillo de ajuste

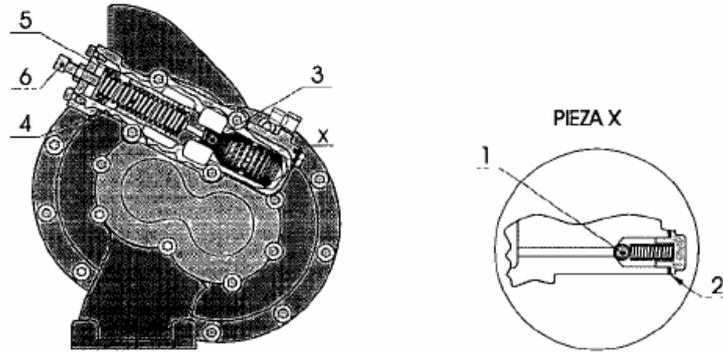


Figura 19. Válvula reguladora de presión de aceite.

4.1.3 Sistema de agua de refrigeración

El sistema de refrigeración del motor es un circuito cerrado de agua dividido en dos partes: un circuito de alta temperatura y otro de baja temperatura. El agua se enfría en un intercambiador de calor central e independiente. El agua debe tratarse con aditivos a fin de impedir la corrosión, las incrustaciones u otros depósitos en los sistemas de refrigeración cerrados. Antes del tratamiento, el agua debe estar limpia y cumplir con las especificaciones. Es obligatorio el uso de aditivos aprobados para el agua de refrigeración.

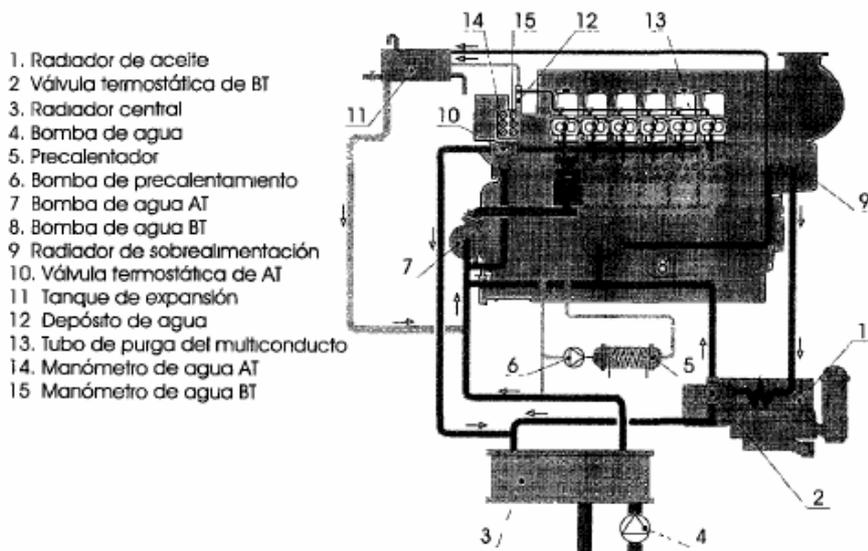


Figura 20. Sistema de refrigeración del motor.



Los intercambiadores de calor son Alfa Laval.



Imagen 28. Enfriador de agua motores auxiliares

El circuito de alta temperatura enfría los cilindros y la culata. Desde la bomba, el agua es recirculada por el circuito de alta temperatura en el bloque motor. El agua, desde los conductos de distribución, fluye a las camisas humedad de los cilindros y de ahí a las culatas a través de los racores.

En la culata se refrigera la tobera, los asientos de las válvulas de escape, y de ahí va desde un colector a la válvula termostática que mantiene la temperatura al nivel adecuado.

El control de la temperatura en el circuito de alta es mediante una válvula termostática montada dentro del soporte de la caja de conexiones o en el soporte del turboalimentador para mantener la temperatura de salida del agua.



Complementos de formación para la LMN

El circuito de baja temperatura consta del radiador de sobrealimentación, del radiador de aceite, a través de los cuales pasa el agua gracias a una bomba de diseño similar a la bomba de alta temperatura. La válvula termostática mantiene la temperatura del circuito de baja a un nivel que depende de la carga. La refrigeración se debe al radiador central.

El control de la temperatura en este circuito es mediante una válvula termostática fija en el radiador de aceite.

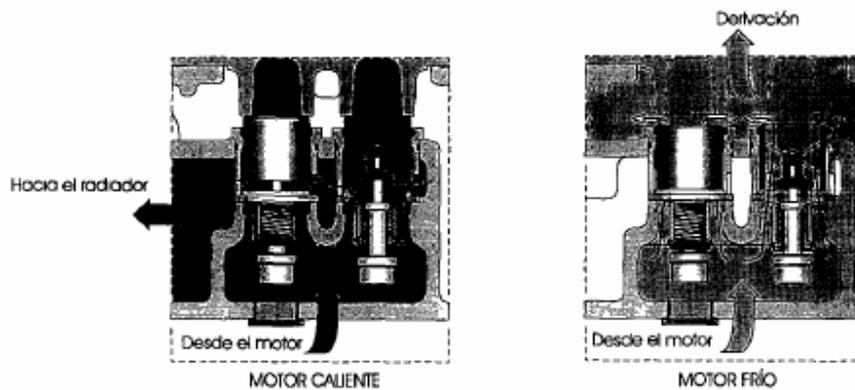


Figura 21. Funcionamiento de las válvulas termostáticas de baja temperatura.

4.1.4 Sistema de combustible y de inyección

El motor está diseñado para un servicio continuo con combustible pesado. El motor puede arrancarse y detenerse con HFO siempre que esté a la temperatura adecuada y la temperatura de los circuitos esté a la temperatura óptima.

Es importante el tratamiento del combustible para evitar posibles averías en el circuito de combustible.

La presión correcta en el sistema de motor se mantiene con una válvula ajustable de mariposa.

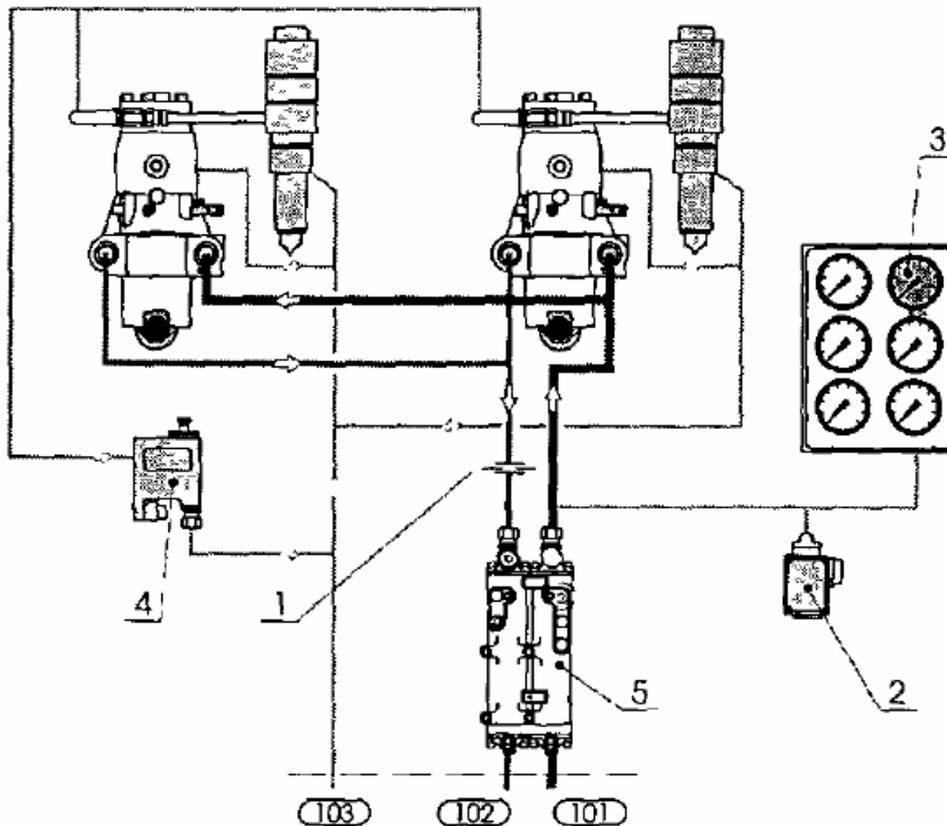


Figura 22. Circuito de combustible.

Los ejes de levas constan de pieza de un solo cilindro con levas incorporadas. Las bombas de inyección tienen rodillos incorporados y se pueden cambiar sin necesidad de ajuste. Las bombas y la tubería se ubican en un espacio vacío que se aísla térmicamente para el funcionamiento del motor con combustible pesado. Los elementos pueden cambiarse sin remover el bastidor de la bomba. Las fugas de combustible de las bombas y las válvulas de inyección se recogen en un sistema cerrado e independiente llamadas las cajas calientes.



Imagen 23. Eje de distribuidores de combustible de los motores auxiliares.

4.1.5 Sobrealimentación y refrigeración de aire

El turboalimentador utiliza los gases de escape del motor para suministrar más aire para la mezcla. Los gases de escape son descargados por los cilindros del motor pasan a través del colector de escape al turboalimentador girando esta a altas revoluciones (25000 rpm). La lubricación del turbo es con aceite del motor.

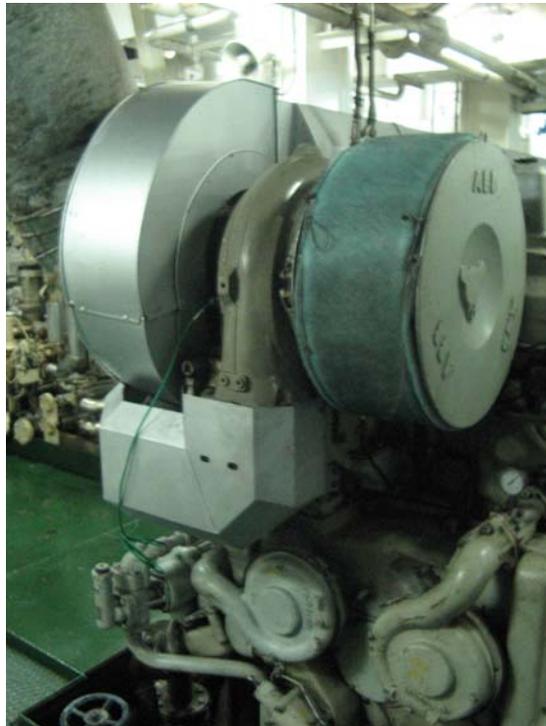


Imagen 24. Turboalimentador.



Complementos de formación para la LMN

En la compresión del aire, este se calienta por culpa de la propia compresión y de las pérdidas de trabajo de compresión. Se hace pasar por un enfriador de aire de carga.

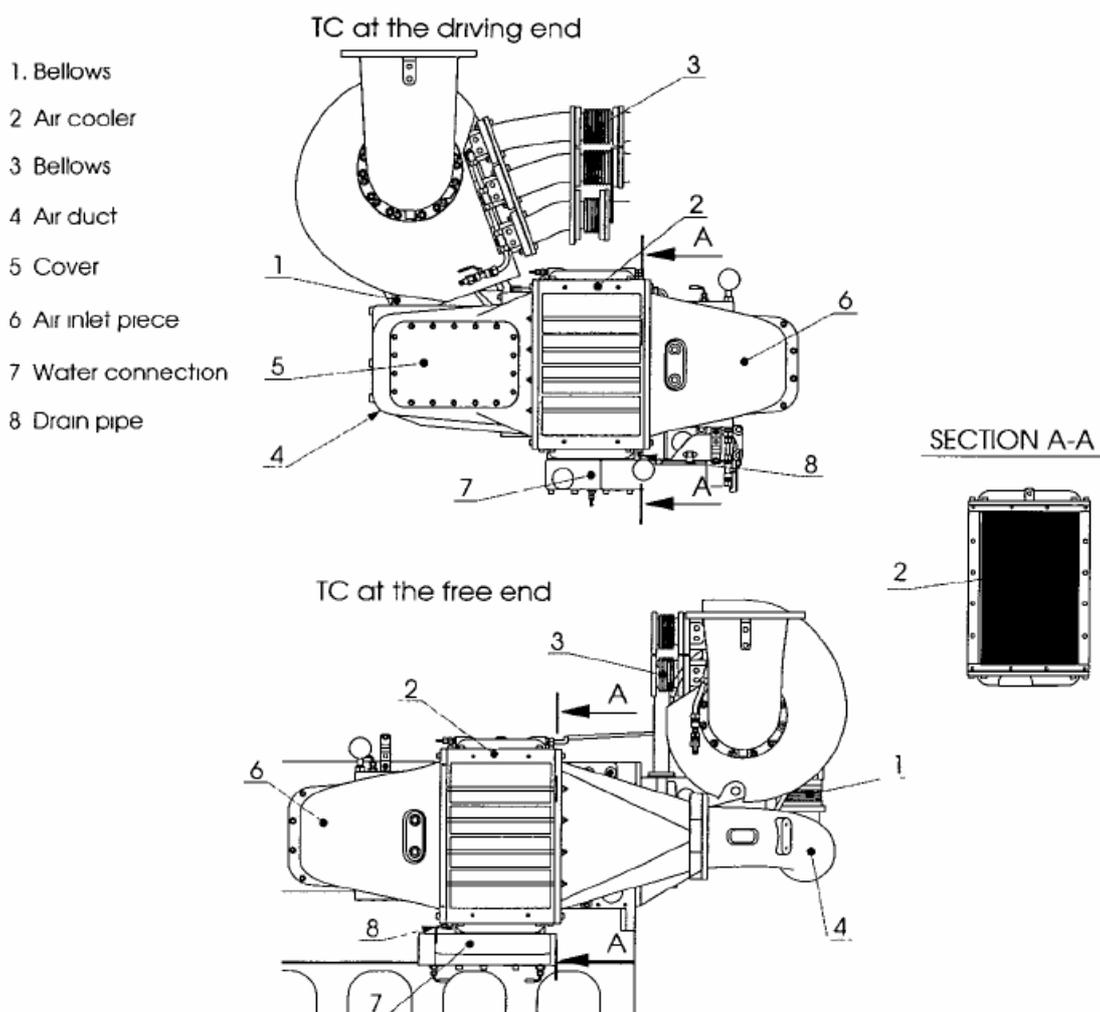


Imagen 31. Enfriador de aire de carga y turbocompresor.

El enfriador de aire de carga está montado entre el conducto de aire y la pieza de entrada de aire. El material de los tubos es aleación de cobre. El depósito de agua es de función y tiene una presión de ensayo de 8 bares.

El enfriador es de tipo tubular. Los tubos están provistos de unas finas aletas para refrigerar el aire de forma más eficiente. La parte superior del enfriador de aire actúa como purga de la sección de agua del enfriador.

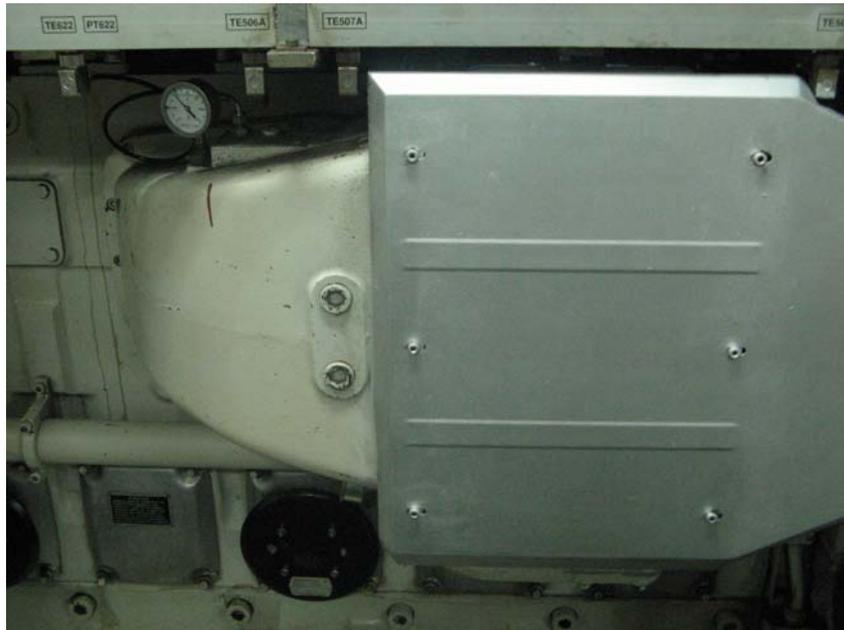


Imagen 32. Enfriador de aire de carga de MM.AA.

4.1.6 Sistema de exhaustación

El colector de escape consta de multiconducciones y de tuberías de escape con fuelles de dilatación. El colector está dentro de una caja de aislamiento. Los gases van a un colector común que conduce al turbocompresor.

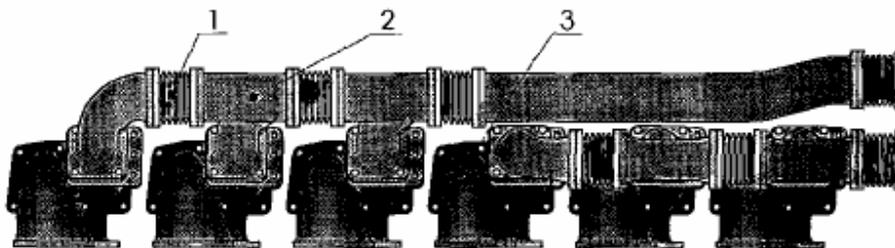


Figura 23. Colector de gases de escape.

Las tuberías de escape son de aleación especial de hierro fundido modular, con secciones separadas para cada cilindro. Los dilatadores metálicos del tipo multiply absorben la dilatación térmica.



Complementos de formación para la LMN

La temperatura de los gases de escape se puede comprobar después de cada cilindro. La temperatura no puede ser superior a 500°C.

El sistema incorpora sensores para medir a distancia la temperatura de los gases después de cada cilindro.

4.1.7 Sistema de aire de arranque

El motor está provisto de un arrancador de tipo turbina que funciona con aire comprimido. Se acciona mediante turbina y es un arrancador pre-engranado. En este modelo no es necesario el engrase en el suministro de aire.

El arrancador se divide en cuatro partes básicas:

- Alojamiento-Tobera de Admisión/Asiento de la Válvulas.
- Alojamiento de la Turbina.
- Engrane Portador Fase Uno.
- Caja de cambios-Alojamiento de la conducción.

Al arrancar un relé activa el arrancador y cuando el motor alcanza las 115 rpm, el sistema de control de velocidad electrónico corta la corriente, desengranando el dispositivo automáticamente. En caso de emergencia, el arrancador puede ser accionado por una válvula manual. Al encender el motor se cierra la válvula para evitar la sobrevelocidad de este.

Una válvula se encarga de impedir el arranque con el virador engranado (así como el arrancador de emergencia)

El Motor arranca con aire comprimido a una presión máxima de 10 bar y mínima de 7,5 bar.

La válvula principal de arranque entra en funcionamiento tanto manualmente, como neumáticamente, por medio de una válvula solenoide.

Como precaución no se puede arrancar el motor con el virador engranado. El aire de control del sistema pasa por una válvula de parada que se bloquea mecánicamente para impedir el arranque cuando el virador está engranado



- 1 Deposto de aire
- 2 Regulador de presión
- 3 Control de pres para arranque
- 4 Válvula de seguridad
- 5 Válvula principal de arranque
- 6 Válvula control del arranque
- 7 Motor puesta en martsa
- 8 Válvula de paro
- 9 Neumatico del cilindro
- 10 Válvula de paro

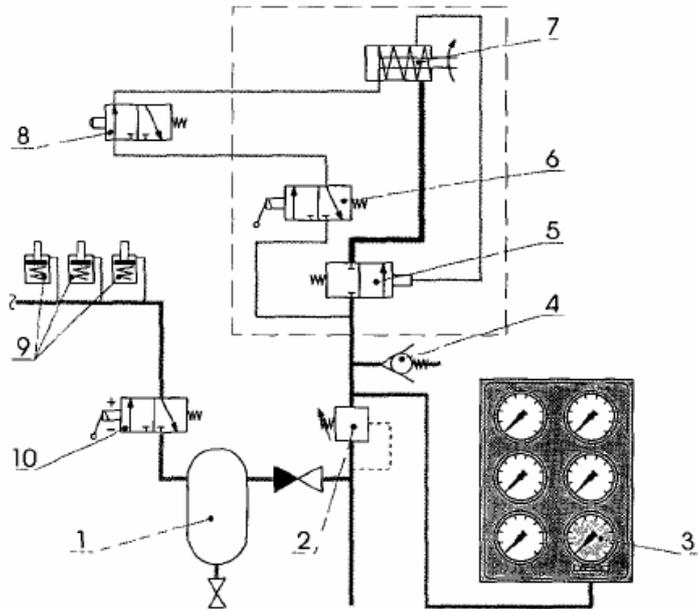


Figura 24. Sistema de aire de arranque MM.AA.

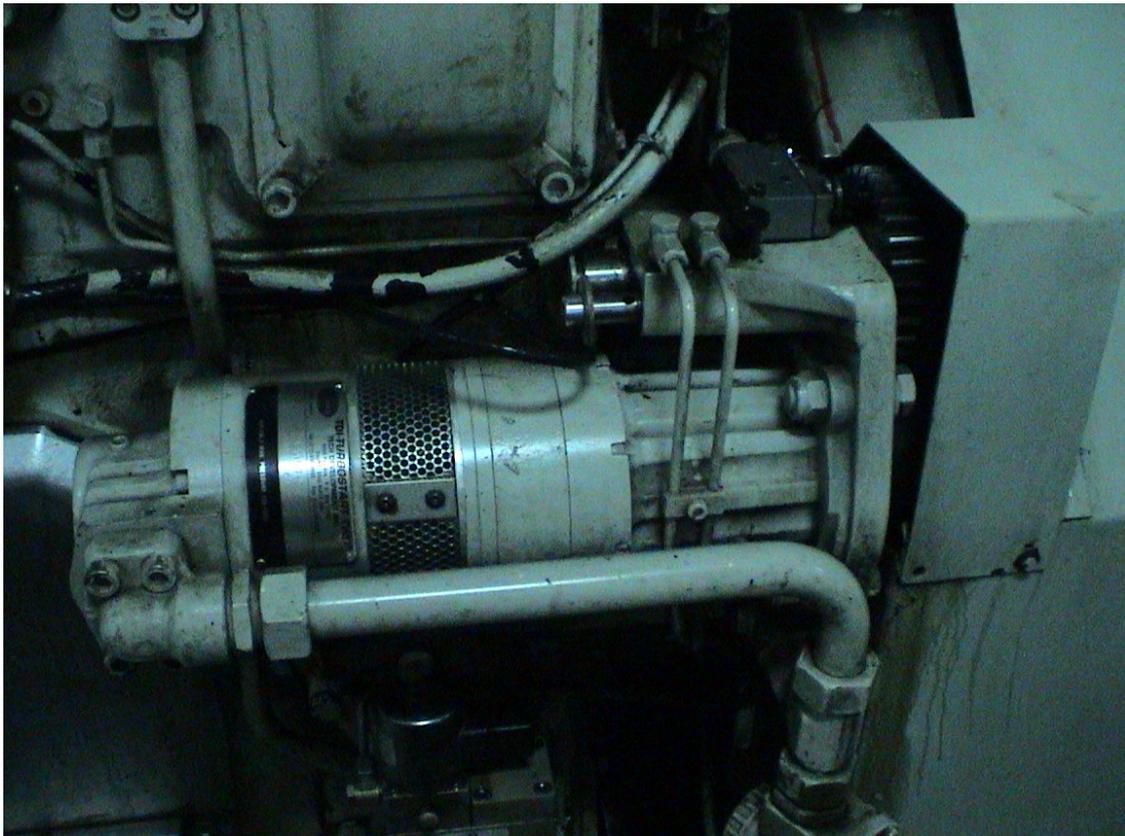


Imagen 33. Arrancador MM.AA.



4.2 Alternadores

Los alternadores del buque son de la casa Leroy-Somer.

Las características principales del alternador son:

Proyecto	AESA SEVILLE	
Tipo	LSA53 S7	
Nº de serie	167467	
Síncrono	Trifásico	
Conexiones	Estrella	
Potencia nominal	1500	KVA
Tensión	450	V
Frecuencia	60	Hz
Factor de potencia	0,8	
Polaridad	8	
Velocidad	900	t/min
Protección máquina	IP23	
Filtro a la entrada	Filtro a la entrada	
Protección caja de bornas	IP 23	
Clase de aislamiento	H	
Calentamiento	F	
Entre-hierro máquina	3	mm
Entre-hierro excitador	1	mm
Temperatura ambiente	40	°C
Enfriamiento	IC 0 A1	
Peso rotor	2527	Kg
Peso total	5960	Kg

1.2 Excitación - Regulación

Excitación	Sin escobillas
Tipo de regulador	AREP

1.3 Protecciones estator

Resistencias de caldeo (W)	500
bajo(V)	220
Sonda temperatura estator	6 x PT100

Este alternador es síncrono, de corriente alterna, sin anillos ni escobillas. Está refrigerada por circulación de aire.

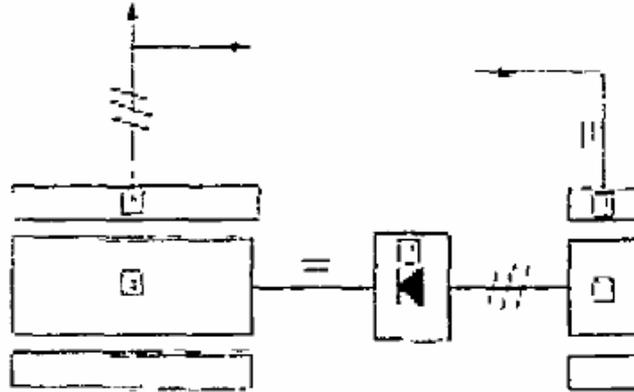
El sistema de excitación está montado en el lado opuesto al acoplamiento.

El inducido de la excitación, que genera una corriente trifásica, y el conjunto de puentes rectificadores trifásicos (6 diodos), entrega la corriente de excitación a la rueda polar del alternador. El inducido de excitación y el puente rectificador van montados en el rotor del alternador síncrono y están interconectados



Complementos de formación para la LMN

eléctricamente al campo rotativo de la máquina. El inductor de excitación (estator) es alimentado por el regulador (en corriente continua).



- 1- Inductor de excitación
- 2- Inducido de excitación
- 3- Puente de diodos rotativos
- 4- Rueda polar
- 5- Estator del alternador

Figura 25. Circuito de funcionamiento del alternador.



Imagen 34. Alternador MM.AA.



4.3 Cuadro eléctrico

4.3.1 Características generales

Los cuadros de acoplamiento de los grupos auxiliares están en la sala de cuadros. Los auxiliares arrancan y sincronizan de forma automática según el programa Lyngso Marine.



Imagen 35. Sala de cuadros eléctricos.

En los cuadros de acoplamiento, se pueden sincronizar y cerrar los disyuntores manualmente. La potencia aparente de los alternadores es de 1500 KVA, con una tensión nominal de 450V.

El programa permite seleccionar el tipo de generación que se requiera. A carga constante, los alternadores generas siempre la misma potencia, dependiendo de la carga, luego actúan unos relees que dan orden al regulador de velocidad para que este quite combustible.



Imagen 36. Cuadro de sincronización de MM.AA.2.

5. Sistemas auxiliares

5.1 Sistema de lubricación

5.1.1 Depuradoras de Aceite

Las depuradoras de aceite cogen el aceite del tanque de aceite que lubrica cada motor. El aceite de lubricación caliente se pasa a través de la separadora para limpiarlo de partículas sólidas y agua.

Consta de:



Complementos de formación para la LMN

- Una separadora LOPX: El aceite limpio abandona la separadora a través de una salida, mientras que el agua y los lodos eliminados se acumulan en la periferia del rotor de la separadora.
- Una bomba de alimentación de aceite y un sistema de calentamiento de aceite: la unidad de control supervisa la operación completa del sistema y realiza funciones de vigilancia, control y alarma. Adapta el proceso a las condiciones cambiantes, como cambios en contenido de agua del aceite de lubricación. El calentador es necesario para que el aceite tenga la temperatura adecuada para entrar en la separadora. En condiciones normales, caracterizadas por un bajo o nulo contenido en agua y un contenido normal de lodos, las descargas de éstos son iniciadas por la unidad de control intervalos predeterminados. Los lodos y el agua se descargan entonces a través de las salidas de lodo de la periferia del rotor.



Imagen 37. Depuradoras de aceite.



Complementos de formación para la LMN

El agua se usa en el proceso de separación, para que las partículas eliminadas en la separación se evacuen al tanque y se añaden cantidades específicas de agua de proceso en diferentes momentos. También se utiliza para la abertura del bolo y el cierre de este.

Después del calentador la válvula de cambio dirige el aceite a la separadora. El aceite separado pasa a través de la válvula manual de regulación de contrapresión de vuelta al tanque de aceite de lubricación.

El aceite puede ser dirigido también de vuelta al tanque de aceite, sin pasar por la separadora, cuando la temperatura del aceite está fuera del rango predeterminado.

5.2 Sistema de combustible

5.2.1 Módulos de combustible

El módulo booster es utilizado para el tratamiento del fuel oil. Esta situado entre el tanque de diario y los motores. El módulo tiene la función principal de proporcionar la alimentación de fuel oil precisa para las bombas de inyección a la presión y temperatura requeridas.





Complementos de formación para la LMN

La línea está presurizada, evitando de esta manera la formación de gases y vapor en las líneas de retorno de los motores. A la salida de la bomba de alimentación se monta una válvula de control de presión comunicada con la línea de succión. La bomba de alimentación proporciona el caudal necesario al motor. La presión de salida del módulo viene a 8 bares. Esta presión se controla por medio de una válvula reguladora situada al final de la línea de alimentación de los motores.

El exceso de fuel suministrado al motor se recircula hacia el tanque de desaireación, donde se mezcla con el fuel nuevo. El filtro automático tiene la misión de proteger las bombas de inyección de los motores filtrando las partículas sólidas que se puedan haber desprendido de las tuberías y las propias impurezas del fuel. Todas las líneas de fuel van calefactadas y calorifugadas, de forma que cuando no hay alimentación de fuel al motor y el fuel se encuentra estancado, no se solidifica.

Los componentes son:

- Bombas de Alimentación: AZKUE BLOC 2xBTHM 32DF HT-4-F4C

Motores eléctricos ABB.

Presión de cálculo: 4 bar

Viscosidad de cálculo: 75 cSt

Velocidad de rotación: 3500 rpm

Pot. nominal motor: 2,5 kW

Cada bomba va equipada con un prefiltro. El control de las bombas de apoyo se realiza mediante un presostato

- BA2- Bombas de Circulación: AZKUE BLOC 2xBTHM 32D-HT-4-F4C

Motores eléctricos ABB.

Presión de cálculo: 10 bar

Viscosidad de cálculo: 20 cSt

Velocidad de rotación: 3500 rpm

Pot. nominal motor: 3,4 kW



Complementos de formación para la LMN

Cada bomba va equipada con un prefiltro. El control de las bombas de apoyo se realiza mediante un presostato.

- Tanque de desaireación

Tanque de desaireación o de mezcla, tiene un volumen de 50 litros. Se encuentra aislado y calentado por vapor por medio de una espiral.

- Calentadores: 2x INTEGASA PBX-16-8-2U (70Kw)

Cada calentador ha sido diseñado para el 100% de la capacidad requerida. El calentador va equipado con válvula de seguridad.

- Filtro Automático: BOLL&KIRCH 6.24.4 DN40

El filtro automático va equipado de otro manual seleccionable mediante una válvula de tres vías. Lleva un indicador diferencial de presión que fijado a una presión, realiza disparos de limpieza.

- Viscosímetro Electrónico: VAF VISCOTERM V52

La salida de señal 4-20 mA es utilizada para la alarma de *fallo viscosidad*.

- Caudalímetro: VAF B5025

Tiene un totalizador de siete dígitos que se utiliza para saber el consumo del viaje.

- Válvula de control de presión: KRACHT SPV .



Imagen 38. Módulos de combustible de MM.PP.



Este módulo necesita conexión con tensión 440V, presión de aire de 6-10 bares y conexión de vapor para los calentadores y el vapor de acompañamiento.

5.2.2. Depuradoras de F.O.

Las depuradoras de HFO, son de la marca Alfa Laval, capaces de suministrar un caudal de 6000 litros/hora de combustible. El fuel antes de entrar a la depuradora es calentado a una temperatura de 100°C, para una óptima separación de las impurezas y el agua.

Consta de:

- Una separadora FOPX: básicamente funciona como una clarificadora. El fuel limpio sale de la separadora por la salida de fuel, en la parte superior, mientras que el agua y los lodos separados se acumulan en la periferia del rotor de la separadora.
- Una unidad de control y un transductor de agua: la unidad de control supervisa todo el proceso del sistema de separación y realiza funciones de supervisión, control y alarma.
- Una bomba de alimentación de fuel y un sistema de calentamiento del aceite.

El proceso se adapta automáticamente a las condiciones cambiantes. El fuel no procesado se alimenta a través de un calentador mediante una bomba de desplazamiento positivo, de caudal constante. Después del calentador, la válvula de cambio dirige el fuel hasta la separadora. El fuel separado pasa la válvula manual de regulación de la contrapresión, hasta el tanque de servicio diario (D102).

También puede dirigirse el fuel de nuevo al tanque de decantación, cuando la temperatura del fuel está fuera de la gama previamente ajustada (durante puesta en marcha y parada de la separadora, y durante las condiciones de alarma (el detector encuentre agua en el fuel depurado).



Imagen 39. Depuradora de HFO.

5.3 Sistema de vapor

5.3.1 Características generales de la caldera.

Salida de vapor: 2900 kg/h

Presión de trabajo: 7 bares.

Presión de diseño: 9 bares.

Presión de prueba: 13.5 bares.

Numero de elementos: 9.

Temperatura del aire: 45°C.



Complementos de formación para la LMN

Temperatura del vapor: 170°C.

Temperatura de entrada de agua: 60°C.

Poder calorífico inferior necesario en diesel: 42200 KJ/Kg

Presión de pulverización del quemador: 28 bares.

5.3.2 Caldera

La caldera MISSION™ OS es cilíndrica, vertical, auxiliar marina de fuel-oil, con una carcasa alrededor de un horno cilíndrico y una sección convectiva compuesta por tubos de púas, aislada y montada como una unidad con sus accesorios instalados en el cuerpo.

El sistema de control permite un funcionamiento totalmente automático de la caldera y del quemador de pulverización de presión.

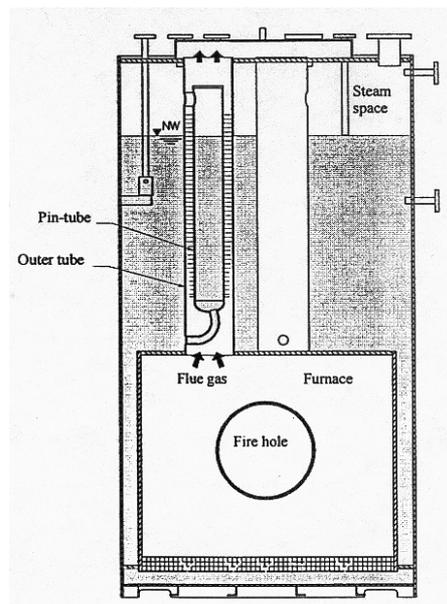


Figura 26. Sistema interno de la caldera.

El encendido por inyección de combustible y la combustión tienen lugar en el horno. El calor producido se transmite principalmente por radiación desde la llama hasta la carcasa del horno. Los gases de la combustión pasan por la toma vertical donde se transmite el calor a los tubos de púas esencialmente por convección.



Complementos de formación para la LMN

En el interior (por el lado del agua) el calor se trasmite por evaporación del agua saturada hasta la carcasa del horno o la pared de tubos, donde se forman burbujas de vapor. Tienen una densidad específica muy inferior a la del agua, por lo que subirán al espacio de vapor donde se separan el agua y el vapor. La circulación natural en el elemento tubo de púas se produce debido a que la densidad del agua es más alta que la del vapor. La densidad del agua fuera del tubo de púas es más alta que la mezcla vapor/ agua en el interior del mismo. La diferencia de presión estática en la conexión inferior hacia el tubo de púas crea una fuerza motriz para la circulación. La mezcla vapor/ agua se descarga en el espacio vapor donde las partículas más pesadas del agua se separan del vapor y vuelve al agua. Solamente en la estancia en puerto se enciende la caldera

La caldera tiene montados los siguientes elementos.

- Válvulas de seguridad: dos válvulas instaladas en el tanque de presión; para evitar que la presión de la caldera suba por encima del valor de diseño. Disponen de tuberías de vapor de exhaustación y de unos muelles de regulación de paso a 9 Kg.
- Válvula principal de vapor: válvula de cierre/ retención; Cerrada aísla la línea de vapor principal de la caldera, abierta evita que el vapor vuelva a la caldera.
- Válvula de agua de alimentación/ Válvula de agua de alimentación: Dos grupos, cada uno incluye una válvula de cierre y una de retención. La válvulas de cierre deben permanecer cerradas cuando la caldera no está en funcionamiento.
- Medidores del nivel del agua: Dos medidores locales de agua conectados con la parte frontal de la caldera, cada medidor tiene dos válvulas de cierre y una válvula de purga. Las tuberías de los grifos de purga deben llevar a un drenaje abierto y visible.
- Válvula para extracción: Hay uno o dos grupos de válvulas para extracción del tipo cierre/ retención montados en el fondo del cuerpo de la caldera. La función de cierre está presente por seguridad y la función



Complementos de formación para la LMN

de retención para evitar que el vapor/agua vuelva por error a una caldera vacía.

- Válvula de aire: Situada en la parte superior de la caldera, es una válvula de cierre. Suele estar cerrada salvo cuando la caldera se está llenando o queda completamente vacía.
- Válvula para extracción de superficie: Válvula de cierre combinada con una válvula de retención. Si hay espuma en la caldera, debe eliminarse por ésta.
- Válvula de muestras: Permite la conexión con un enfriador de muestras con el fin de coger muestras de ensayo destinadas al análisis del agua de la caldera.
- Mirillas: La pared del horno incorpora una mirilla para ver la llama del quemador. Parte del suministro de aire procedente del ventilador del quemador sirve para enfriar la mirilla y evitar los depósitos de hollín.
- Registros de acceso: En la parte superior de la caldera para inspeccionar el interior del tanque de presión.
- Registros de inspección: Distribuidos de forma regular alrededor d la caldera y en el fondo de la carcasa, hay cuatro registros de inspección que permiten comprobar la parte inferior de la caldera entre el horno y la carcasa de la caldera.



Imagen 40. Quemador de la caldera.



Imagen 41. Caldera y bombas de recirculación de agua de la caldera.



Imagen 42. Exhaustación de la caldera.



5.4 Sistema de refrigeración

5.4.1 Intercambiadores de calor

Las sustancias son conducidas en el interior de la placa de carga, a través de colectores en forma de orificios situados en las esquinas. Los fluidos son distribuidos en los pasajes que se hallan entre las placas, donde se han instalados soldaduras de obturación.

El agua salada y el agua de refrigeración fluyen en canales alternos en un flujo a contracorriente completo, lo que supone que el aparato funcione bien con líquidos.



Figura 27. Intercambiador de calor.

La finalidad del aparato es la transmisión de calor de un medio a otro. Este calor pasa muy fácilmente a través de la fina pared que separa ambos medios. La nueva corrugación que se da al material de las placas no sólo proporciona resistencia y rigidez, sino que también aumenta el grado de transmisión de calor del medio más caliente a la pared metálica, y de ésta al otro medio.



Imagen 43. Intercambiador de calor MM.PP.

El tipo de corrugación de las placas Alfa Laval induce un flujo muy turbulento. Esta turbulencia provoca una fuerte resistencia a la formación de sedimentos en la superficie de la placa, pero no siempre se puede eliminar el ensuciamiento.

5.5 Sistema de aire comprimido

5.5.1 Características generales

COMPRESSOR TYPE	: HV1/140
CAPACITY	: 56 m ³ /h (*)
REVOLUTIONS	: 875 Rpm
POWER REQUIREMENT	: 12.5 kW
WORK PRESSURE	: 30 bar
LUB. OIL VOLUME	: 4 litres
NET WEIGHT	: 394 kilos
PAINTING	: International S419 (Artic Blue)
C/W REQUIREMENT	: 13 ltrs/min



5.5.2 Compresores

El sistema de aire comprimido del Murillo, está compuesto por cuatro compresores de aire que pueden trabajar intercomunicados entre si.

Estos se disponen en la cámara de generadores con sus respectivas botellas. El conjunto está formado por dos compresores de aire de arranque de motores principales, un compresor de aire de trabajo y un compresor de aire de control.

El compresor de aire de control no se utiliza ya que el compresor de aire de trabajo subministra el necesario para toda las aplicaciones.

El compresor de aire de trabajo alimenta a:

- Limpieza sistema interno
- Local servo
- Cerca mecanismo paso hélice
- Cerca planta séptica popa
- Local depuradoras
- Detector niebla
- Válvulas de *by-pass*
- Válvulas neumáticas de tres vías
- Válvulas de lastre y sentinas
- Sondas neumáticas
- Hidróforo de agua destilada
- Módulo de combustible
- Locales de cubierta
- Toma de mar de proa
- Generador de osmosis inversa
- Cerca planta séptica proa
- En local hélices proa
- En local de maquinaria auxiliar proa
- A pañoles
- Local válvulas rociadores



Complementos de formación para la LMN

- Tanque presurizado de sprinklers
- Taller
- Local depuradoras
- Plataforma cámara de máquinas
- Cerca caldera de mechero



Imagen 44. Compresor aire de trabajo y compresor de aire de control.

El compresor de aire de arranque alimenta a:

- Motores principales.
- Soplado de las calderetas de gases de escape.



Imagen 45. Compresor de aire de arranque.

5.6 Generación de agua dulce

5.6.1 Evaporador

El eyector de Salmuera/ aire impulsado por la bomba eyectora crea un vacío en el sistema para reducir la temperatura de evaporación de la toma de agua.

El agua entra en la sección del evaporador a través del orificio y se distribuye en uno de cada dos canales de placa (canales de evaporación).

El agua caliente se distribuye en los canales restantes para trasladar así el calor al agua recibida en los canales de evaporación.

Cuando alcanza la temperatura de ebullición (menor que bajo presión atmosférica) el agua recibida tiene una evaporación parcial y la mezcla de vapor



Complementos de formación para la LMN

generado y agua salobre entra en el cuerpo de la separadora, donde, el agua salobre se separa del vapor y la extrae el eyector de Salmuera/ aire.

Después de pasar por el separador de partículas el vapor entra en uno de cada dos canales de placas en la sección del condensador.

El agua de mar suministrada por la bomba combinada de refrigeración y eyección de agua es distribuida en el resto de los canales, absorbiendo así el calor que se trasfiere desde el vapor condensado.

La bomba de absorción de agua depurada extrae el agua depurada que se trasiega al depósito correspondiente.

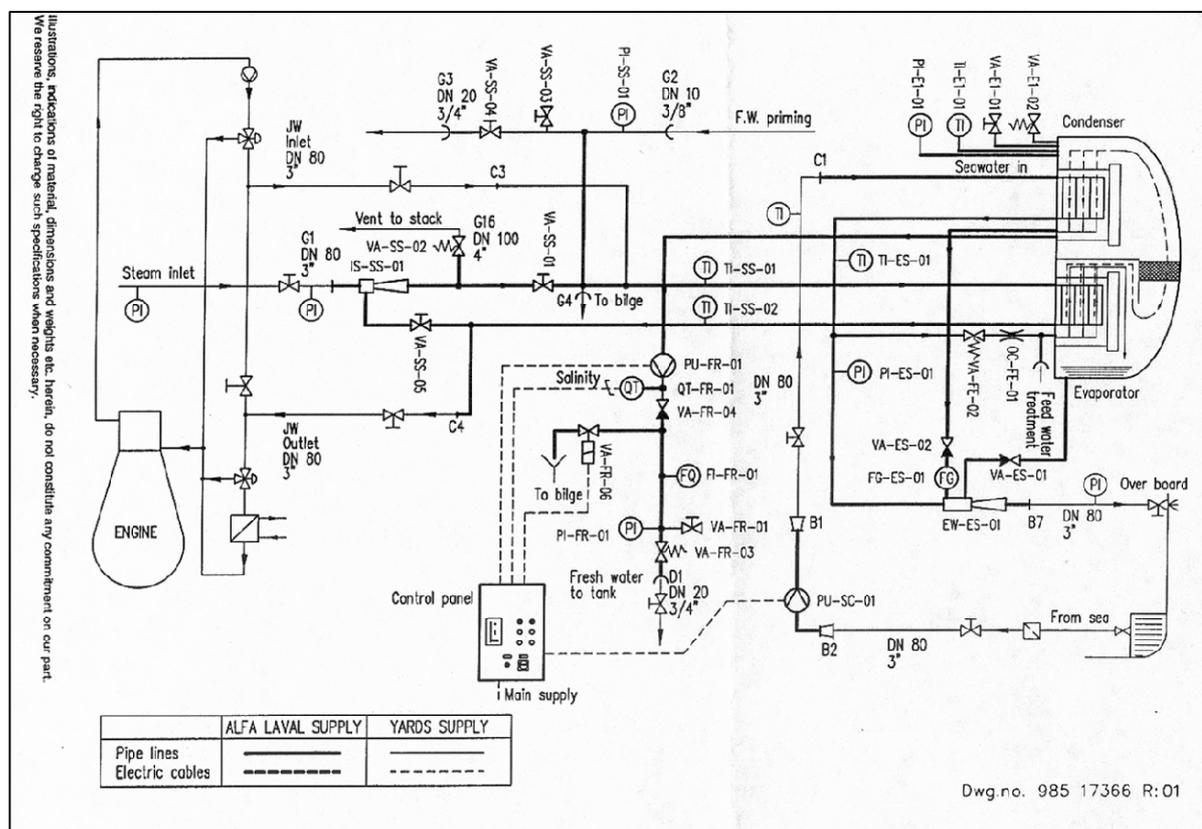


Figura 28. Sistema de generación de agua destilada.

Para comprobar permanentemente la calidad del agua depurada hay un salinómetro junto con una unidad de electrodos ajustada sobre la bomba de agua depurada.



Complementos de formación para la LMN

Si la salinidad del agua depurada excede el valor máximo, la válvula de seguridad y la alarma se activan para verter esta agua al desagüe de modo automático.



Imagen 46. Generador de agua destilada.

6. Equipos de seguridad

6.1 Introducción

La decisión de abandonar el buque por parte del Capitán, es una de las decisiones más complicadas y difíciles de tomar; significa que todas las acciones emprendidas para luchar contra la emergencia producida a bordo han fracasado. La magnitud que ha tomado la emergencia es tal, que hace imposible la permanencia a bordo y aconseja el abandono del buque. Si a bordo no existe una disciplina preestablecida para estos casos, es muy corriente que cunda el pánico entre los miembros de la tripulación, y en nuestro caso especial, entre el pasaje, al producirse numerosos casos de desesperación y angustia.



Complementos de formación para la LMN

Es de vital importancia, en estos casos, actuar con serenidad y confianza, transmitiéndola a los demás; el desalojo de los espacios públicos y camarotes de pasaje debe realizarse con el mayor orden y calma posible

6.2 Dispositivos de salvamento

6.2.1 Chalecos salvavidas

Los chalecos salvavidas son prendas de protección personal de ayuda contra la inmersión, capaces de mantener a una persona a flote, incluso cuando esté inconsciente, permitiendo una relativa libertad de movimientos. A bordo, hay dos tipos de chalecos salvavidas:

- Chalecos salvavidas de flotabilidad permanente, tipo ATLANTIDA de Canepa&Campi
- Chalecos salvavidas inflables

Los chalecos salvavidas están dotados de silbato y luz, para activar esta basta con tirar de la anilla. Cada chaleco salvavidas lleva marcado el nombre el buque, el nombre del fabricante, el sello de aprobación, el número de homologación y el modelo comercial. Los chalecos salvavidas destinados al pasaje se encuentran estibados en varios armarios situados en los puestos de reunión. Cada armario lleva la preceptiva señalización de seguridad de emergencia.



Imagen 47. Armario de chalecos salvavidas.



6.2.2 Trajes de inmersión

El traje de inmersión proporciona un aislamiento entre el cuerpo humano y el agua, que hace posible una permanencia prolongada en ella sin que se sufran los efectos de la hipotermia con el se facilitan enormemente las posibilidades de supervivencia de un náufrago y las operaciones de rescate.

El traje de inmersión cubre todo el cuerpo, salvo la cara, mientras que las manos quedan cubiertas por guantes y manguitos estancos en las muñecas.

A bordo se dispone de 6 trajes de inmersión, estibados de la siguiente manera:

- 3 trajes en el cajón de cubierta junto al material del bote de rescate.
- 3 trajes en el cajón de cubierta junto al material del bote de rescate rápido.

Los 6 trajes son de CANEPA & CAMPI modelo NAUTIC

6.2.3 Ayudas térmicas

Las ayudas térmicas están fabricadas de material impermeable y aislante, y están confeccionadas de tal modo que, cuando se hagan uso de las mismas para envolver a una persona, reduzcan la pérdida de calor que por convección y por evaporación pueda sufrir su cuerpo. Cubren todo el cuerpo de la persona con el chaleco salvavidas puesto, pero no su cara.

A bordo hay las siguientes ayudas térmicas:

- 11 ayudas en cada bote salvavidas
- 2 ayudas en cada bote de rescate

Todas ellas de la marca MGI INTERNATIONAL modelo TPS.

Su utilización es muy sencilla: romper el precinto de la bolsa; (1) extender la ayuda térmica, (2) introducirse de pie en ella, (3) cerrar hasta el final la cremallera.

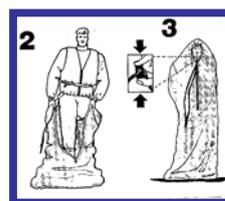
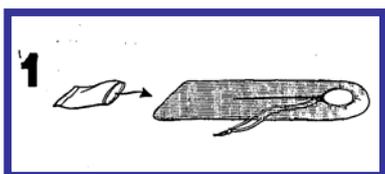


Figura 29. Colocación de una ayuda térmica.



6.2.4 Botes salvavidas

El buque está dotado de 2 botes salvavidas “Ernest Hateche” tipo PEL 9,7 estibados uno por cada costado del buque, en un sistema de pescantes conducidos por gravedad Glp.MP140.

Las características más importantes del bote son:

- Eslora 9.70 metros.
- Manga 4.25 metros.
- Puntal 3.4 metros.

Estos botes están completamente equipados y con capacidad máxima de 150 personas embarcadas, 140kN.

El bote está construido en su totalidad con fibra de vidrio (GRP) usando resinas autoextintoras. El casco consiste en una estructura de cuaderna redondeada con popa de estampa. Las amplias aperturas laterales se cubren con una cubierta de doble capa de PVC. La estructura interior tiene escotillas con el pañol y con la cámara del motor. El casco externo es blanco, la cabina es de color naranja, las superficies internas son de color verde claro. El bote va equipado con un motor diesel refrigerado por agua (sistema cerrado) y permite conseguir velocidades superiores a 6 nudos.



Imagen 48. Bote salvavidas.



6.2.5 Botes de rescate

El buque está dotado de un bote de rescate “Ernst Hatecke” tipo RB 400, estibado en la cubierta nº7, banda de babor, junto un pescante tipo Rhs.10/3.5 de “Global Davit GmbH”.

El casco del bote tiene una estructura de cuaderna redondeada, con una popa cuadrada que permite montar un motor fuera borda marca TOHATSU M15 con arranque manual.

Todas las piezas del bote están fabricadas con fibra de vidrio (GRP), y las cajas de aire están rellenas de espuma de poliuretano; el exterior está dotado de paldes de defensa de caucho y cordaje de agarre; hay un banco transversal a proa con escotilla y cajón de equipos para existencias.

Como elementos de conexión tiene a proa un desconectador de boza, dos bitas a popa, conectores para eslingas de izado, y un gancho de izado con carga/sin carga tipo “Simplex 1,1 to”.

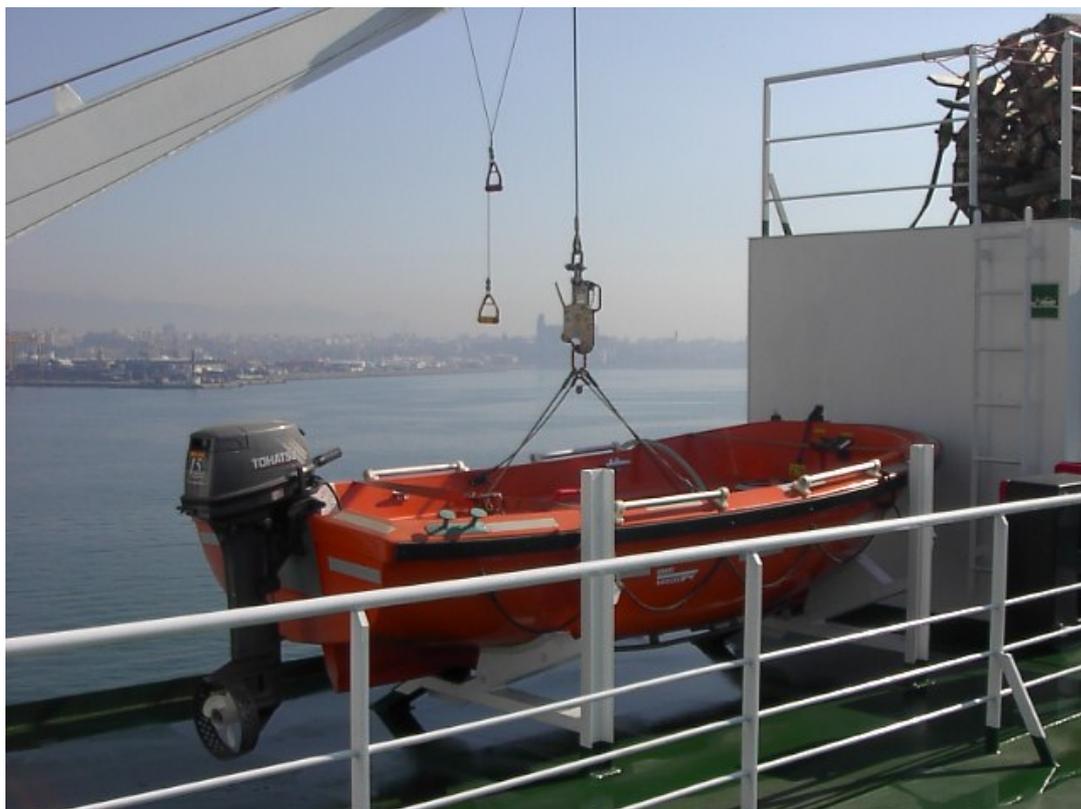


Imagen 49. Bote de rescate.



6.2.6 Balsas salvavidas

El buque está equipado con un sistema de evacuación con balsas tipo MARIN-ARK con 8 balsas MARIN-ARK reversibles, repartidas en dos estaciones de evacuación denominadas MES, situadas en la cubierta 7 a babor y a estribor.

A continuación se describe brevemente el funcionamiento de una estación de evacuación (denominada MES):

- El sistema de evacuación MARIN-ARK de un MES, se activa mediante gas comprimido (nitrógeno), que acciona unos cilindros hidráulicos que liberan el paquete estibado de las cuatro balsas y los dos toboganes.
- Las balsas se inflan automáticamente al abandonar la estiba.
- Simultáneamente los toboganes se despliegan detrás de las balsas.
- Unos cabos de posicionamiento fijados a unos cables metálicos mantienen las balsas al costado del buque. Los cabos se tensan mediante un cabrestante eléctrico.
- Operativamente, una vez embarcado todo el personal en las balsas, se aconseja mantener las cuatro balsas juntas y remolcadas mediante uno de los botes de rescate.

Cada uno de los MES atiende con sus 4 balsas a un total de 430 personas. Ahora bien, si se produce un exceso de personas en una de las estaciones, se recurrirá a las denominadas “Balsas de Sobrecapacidad”; estas van estibadas en contenedores, una en la cubierta 9 banda de estribor, y la otra en la cubierta 10 banda de babor. Ambas tienen una capacidad de 50 personas.

Tanto las balsas MARIN-ARK como las “Balsas de Sobrecapacidad” llevan el equipo reglamentario fijado por SOLAS.



Imagen 50. Balsas salvavidas.

6.2.7 Aros salvavidas

Este equipo, aunque parezca un dispositivo individual, puede utilizarse por más de una persona. Son flotadores en forma de anillo, que van provistos de una guirnalda sujeto por cuatro puntos equidistantes en la circunferencia exterior del aro, formando cuatro senos iguales.

El diámetro interior no es inferior a 400 milímetros de forma que garantiza la introducción del cuerpo humano en su interior, y el diámetro exterior no es superior a 800 milímetros para garantizar que sea fácilmente abarcable por los brazos de la persona que lo utilice. Algunos aros salvavidas llevan incorporado una baliza luminosa de ubicación. Suelen estar en cubierta.



Imagen 51. Aro salvavidas.



6.3 Dispositivos contra incendios

6.3.1 Sistemas de detección

En el buque murillo hay diferentes sistemas de detección. Uno de los sistemas de detección son los rociadores.

Si una botella de activación de los rociadores se rompe a causa de un incendio en el área de alojamiento, el agua empezará a fluir a través de la válvula de sección impulsada por la bomba de presurización de la línea. El sensor de flujo de la válvula de sección enviará una señal al control lógico (PLC) del panel de control.

La señal de las válvulas de sección del área de alojamiento se puede verificar mediante una prueba. La válvula de prueba de la válvula de sección se abre automáticamente cuando se conecta a una manguera de descarga. Esto produce un flujo de descarga igual al generado cuando un rociador se activa a la presión de la línea

Otro sistema son los detectores de humo, ubicados por todo el buque, dan una alarma al detectar un posible incendio. El humo hace romper un infrarrojo interno y rompe la señal, de tal forma que da un aviso al puente y a la máquina, describiendo la ubicación de dicho detector.



Imagen 52. Detectores de incendio.



6.3.2 Sistema de extinción mediante CO₂

Este tipo de instalaciones es el indicado principalmente para la protección en bodegas y cámaras de máquinas, aunque también se llega a utilizar en compartimentos que sirvan de alojamiento a generadores, pañoles de pinturas, cocinas, etc., que por su especial riesgo necesite una protección específica e individualizada.

Así pues, en este buque, el CO₂ protege los siguientes espacios:

- Motores Principales
- Motores auxiliares, control de máquinas.
- Cámara de purificadoras y caldera.
- Local del generador de emergencia.
- Pañol de pinturas
- Cámara de incineradoras.
- Cocina (conducto de extracción de humos)

La cantidad de CO₂ necesaria para cubrir los espacios señalados se calcula de acuerdo con los siguientes requerimientos;

- Cantidad de CO₂ libre calculado para 0,56 M³/Kg.
- Porcentaje de mezcla de dióxido de carbono (CO₂) en base al volumen de los espacios protegidos.

En los espacios de máquinas, la cantidad mayor que se obtenga al calcular el 40% del volumen bruto del espacio sin incluir el guardacalor o el 35% del volumen bruto del espacio antes considerado incluyendo el guardacalor.

El volumen bruto en los locales de carga (los mayores)= 30%



Imagen 53. Botellas de CO2 y armario de disparo.

El volumen bruto en los locales que contienen motores con combustible en sus tanques incluidos los espacios de carga en los buques Ro-Ro = 45%

6.3.3 Sistema de extinción Hi-Fog

El sistema *Hi-fog*[®] de Marioff para la extinción de incendios utiliza agua sometida a alta presión.. Las cabezas atomizadoras especialmente diseñadas hacen que el agua llegue al espacio a alta velocidad en forma de fina niebla (nebulizada). Las pequeñas gotas proporcionan una gran superficie total de agua y permiten enfriar eficazmente el fuego y los gases circundantes. La alta velocidad hace posible que el agua nebulizada penetre en los gases expulsados y alcance la fuente de combustión, incluso en incendios ocultos de grandes dimensiones.

El sistema incluye los siguientes componentes principales:



Complementos de formación para la LMN

- Una unidad acumuladora y de bombeo para espacios (*Spaces Pump and Accumulator Unit, SPAU*) que contiene acumuladores de presión y unidades de bombeo.
- Un sistema de supervisión y control eléctrico que incluye una unidad de control de relés en el grupo de bombeo, un filtro de alarmas de sección regulado por un control lógico (PLC) y un panel de control e indicaciones en el puente.
- Conductos de acero inoxidable.
- Válvulas de sección con una válvula de retención para controlar el flujo de agua.
- Rociadores y cabezas atomizadoras para la descarga de agua nebulizada.
- Depósito de cebado, separador y filtros para el sistema de suministro de agua, y filtros en los rociadores.



Imagen 54. Hi-fog.



Complementos de formación para la LMN

En las cámaras de máquinas se emplea el sistema de válvulas secas, que se activa cuando se abre una válvula de sección. El grupo de bombeo empieza a suministrar agua nebulizada a la sección activada a una presión de aproximadamente 70 bares. Al principio se agrega espuma al agua nebulizada para acelerar la extinción del incendio. Se pueden activar otras secciones si se considera necesario.

6.3.4 Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad del buque son:

- El hombre muerto: El hombre muerto, es un dispositivo de seguridad utilizado cuando se utiliza la máquina desatendida. El oficial de guardia tiene que validar un detector si este baja a la máquina. De forma que si este no realiza la acción, envía una alarma a los camarotes de la tripulación de máquinas.
- Semáforo de indicaciones: El semáforo de indicaciones, tal como su nombre indica, nos percata de un aviso de maniobra, de llamada, avería mecánica, incendio, activación del sistema de CO₂ y de abandono de la nave.



Imagen 55. Semáforo de indicaciones.



Complementos de formación para la LMN

- Sirena y luz: La sirena y la luz suenan al mismo tiempo que se ilumina el semáforo de indicaciones. En caso de alarma, el sonido es constante. En caso de llamada telefónica, es una intermitencia larga y en aviso de maniobra intermitencia pero corta. Cuando se activa la señal contra incendios, es un sonido continuo acompañado de un pitido.
- Señales: Como la mayoría de los pasajeros tiene un conocimiento muy escaso de la disposición del buque en que viajan o del objeto o situación de los puestos de reunión, es indispensable que los puestos de reunión se puedan identificar fácilmente, que se indique su objeto y que las vías que conducen a ellos estén claramente marcadas
- Sistemas megafónicos: Las transmisiones que se efectúan mediante el sistema megafónico deberán ser claramente audibles, cualquiera que sea la condición operacional del buque, en todos los espacios públicos de alojamiento y de servicio, incluidas las cubiertas expuestas a las que tengan acceso los pasajeros. La transmisión debe presentarse de manera oficial e impersonal.

6.3.5 Equipos móviles de extinción

Existen situados estratégicamente en todo el buque 106 extintores de incendios, mangueras de incendios y bocas de incendios de modo que estén disponibles, accesibles y sean adecuados para el tipo y situación del incendio.

Los extintores se colocarán en posición vertical sujetos a la estructura por soportes y sujeciones de fácil manipulación.

Su emplazamiento será aquel que coincida con el acceso al espacio protegido (generalmente en el exterior del mismo).

Se colocarán los extintores que correspondan según la clase de fuego del recinto que protegen, evitando aquellos cuyos agentes extintores no sean adecuados por incompatibilidad o reacciones imprevistas.



Complementos de formación para la LMN

Tipos de extintores a bordo:

- Agua
- Polvo seco
- CO₂
- Espuma



Imagen 56. Extintor de polvo y espuma.



Imagen 57. Extintores de CO₂.

En la cubierta 2, donde se ubica la máquina, podemos encontrar:



Complementos de formación para la LMN

Situación	Tipo
Local Hélice de Proa	CO ₂
Local Maquinaria Pr Er	CO ₂
Bodega de coches nº 2 Pr	Espuma
Bodega de coches nº 2 Pr Br	Polvo Seco
Bodega de coches nº 2 Er	Polvo Seco
Bodega de coches nº 2 Pp Er	Polvo Seco
Cuarto de bombas Br	CO ₂
Local Torno Br	Espuma
MM.PP Er	Polvo Seco
MM.PP Pr Br	Espuma
MM. PP Pr Cr	Espuma
MM. PP Pr	Espuma
MM. PP Br	Polvo Seco
MM. PP Pp Cr	Espuma
MM. PP Pp	Espuma
MM. AA Pr Er	Espuma
MM. AA Pp Br	Espuma
MM. AA Pr Cr	Espuma
Cámara control Pr	CO ₂
Cámara control Pp	CO ₂
Pañol Electricista	CO ₂
Cuadro Eléctrico Principal	CO ₂

Tabla 7.



6.4 Motor de emergencia

El motor de emergencia utilizado es un MAN, de refrigeración líquida, 4 tiempos de 12 cilindros en “V”, a 90°.

El bloque es de una sola pieza, construido en acero. La camisas son húmedas reemplazables, con guías y asientos de las válvulas intercambiables.

Tiene la refrigeración independiente, refrigerando el agua mediante un radiador y un ventilador. Al lado del motor de emergencia, se dispone del depósito de combustible. Cada semana el motor de emergencia es arrancado, mediante sistema hidráulico-manual de arranque y mediante las baterías que alimentan al arrancador eléctrico.



Imagen 58. Generador de emergencia.

El generador es de excitación por imán. El imán permanente proporciona potencia al campo de excitación de un dispositivo que regula el nivel de excitación que requiere el campo según carga aplicada. Al controlar la potencia baja del campo de excitación, se consigue el control de la potencia alta exigida por el campo principal mediante la salida rectificadora del estator de excitación.

El sistema por imán permanente proporciona una fuente de excitación constante e independiente de la salida del estator principal, una alta capacidad en cuanto a arranque de motores eléctricos, así como una inmunidad a distorsiones de la



Complementos de formación para la LMN

forma de onda en la salida del estator principal creadas por cargas no lineales, es decir, motores eléctrico de c.c. controlados por tiristores y sistemas de UPS.



Imagen 59. Alternador del motor de emergencia.

7. Equipos de prevención de la contaminación

7.1 Separador de sentinas

Características técnicas.

Nº DE PEDIDO:	10.336
FECHA:	18.09.2000
SUMINISTRADOR:	FACET INTERNACIONAL b.v.
DIRECCION:	FACET IBERICA, SA. P.O.Box 940 15080 La Coruña (SPAIN)
TELEFONO:	+ 34 98 160 14 00



FAX:	+ 34 98 160 10 00
e-mail:	Spain@facetinternational.net
CANTIDAD:	1
TIPO:	CPS – 25 B MK III C/OMD-11
CAPACIDAD:	825 l
CAUDAL:	5 m³ / h
PRESION:	Trabajo: 2 bar – Prueba: 3 bar
VOLTAJE:	440 V
PESO VACIO:	546 Kg
Nº SERIE:	6811 / 20 – 1148

Consta de los siguientes elementos.

- Una bomba de impulsor flexible a la salida del separador.
- El separador de placas coalescentes Facet Mpack®
- Un sistema de control de nivel de aceite separado que controla la descarga automática del aceite separado.
- Un panel de control, comprendido por: interruptor general con posiciones “0” y “1”, selector de modo de funcionamiento de tres posiciones: “automático” “0” “manual”, relee de control de nivel de aceite, pulsador para descarga manual de aceite, pulsador para recirculación manual, indicaciones luminosas de bomba en funcionamiento descarga de aceite y recirculación, contacto libre de tensión para indicación remota de alto contenido de aceite en la descarga, interruptor de nivel de sentinas para arranque automático del separador cuando se alcanza el nivel adecuado en la sentina, dos grifos de toma de muestras para pruebas situados sobre el pocete de recogida de aceites y en la línea de descarga del agua tratada, manovacuómetro, válvulas de retención en la descarga de aceite



Complementos de formación para la LMN

y retorno a sentina, válvulas solenoides de descarga al mar y entrada de agua limpia, monitor de contenido de aceite, serpentín calefactor en el pocete de aceite separado y conexiones:

La bomba de impulsor flexible aspira de la mezcla de agua / aceite de la sentina y la transfiere al separador de placas coalescentes. La bomba se instala después del separador para evitar la emulsificación de la mezcla. El separador de placas coalescentes contiene en su interior un cajón rectangular en el cual ha sido colocado el paquete de placas.

Desde la cámara de compensación de la entrada, la mezcla se separa en dos corrientes hacia arriba casi verticales en las que el grueso del aceite es enviado al área de recogida de aceite.

El agua, ahora conteniendo sólo una baja concentración de aceite formada por pequeñas partículas, sigue a través de las placas coalescentes.

La estructura regular de las placas produce un flujo uniforme con muy poca turbulencia. Dentro de los paquetes de placas, se depositan partículas de aceite sobre el material oleofílico de las placas por gravedad. Debido a las variaciones de velocidad en la corriente de flujo se hacen colisionar partícula contra partícula de aceite haciéndolas más grandes, que entonces se separan por gravedad y son capturadas por las placas oleofílicas. Entonces se permite que el aceite recogido en las placas rezume a través del paquete de placas hacia la superficie, donde es recogido y transferido a la parte superior de recogida de aceite recuperado. El agua que sale del separador contiene menos de 15 ppm de combustible y puede ser achicada.

En el pocete de recogida de aceite va instalado un sensor que controla la descarga cuando se ha acumulado suficiente aceite. Este sensor, a través de un sistema de control, controla las válvulas solenoides de suministro de agua libre de aceite y de descarga. También es sensible a la presencia de un exceso de aire en el sistema, que puede ser descargado de forma similar. Cuando a través de este sensor el sistema de control detecta la presencia de aceite acumulado en el pocete, procede a parar la bomba, cerrar la válvula de descarga al mar y abrir la válvula de entrada de agua limpia. A medida que entra agua limpia en el



Complementos de formación para la LMN

separador a través de esta línea, va aumentando la presión en el mismo hasta vencer el tarado de la válvula de retención situada en la línea de descarga del aceite, haciendo posible que el aceite recuperado sea llevado de forma efectiva fuera de la unidad. Una vez descargado el aceite acumulado el sistema de control automáticamente cierra la válvula de entrada de agua limpia, abre la válvula de descarga al mar y arranca la bomba para proceder nuevamente a la aspiración y separación de la mezcla procedente de la sentina.

Se puede forzar manualmente la descarga de aceite mediante el pulsador correspondiente situado en el frontal del panel de control.

Activando el pulsador de recirculación en el panel de control, puede hacerse funcionar la unidad automáticamente, con la válvula solenoide de descarga a la mar cerrada. Este interruptor puede utilizarse por ejemplo, para pruebas iniciales e inspecciones periódicas.

De la misma forma, si el separador va equipado con monitor de aceite, cuando el valor límite de 15 ppm de concentración de aceite en el efluente se excede, el sistema de control, genera una alarma correspondiente y la válvula solenoide de descarga se cierra automáticamente, haciendo que el agua recircule a la sentina. Una vez el contenido de aceite en el efluente descienda por debajo de este valor límite, el sistema de control abrirá automáticamente la válvula solenoide y el agua tratada será descargada al mar.



Imagen 60. Separador de sentinas



7.2 Planta séptica

El propósito de las plantas sépticas y sus equipos es tratar aguas fecales negras de los buques, según criterios y recomendaciones internacionales.

Es un sistema de tratamiento que comprende un tanque dividido por mamparos en varios depósitos interconectados por tuberías y con un sistema de suministro de aire para la reactivación de las reacciones biológicas aeróbicas. Incluye un sistema de inyección de cloro como desinfección en la última etapa.

El tanque está fabricado en chapa de acero. Comprende baffles, tuberías y mamparos estancos, de superficies protegidas mediante pinturas Epoxy. El tanque está provisto de tapas de visita y registro para operaciones de limpieza y revisión.

El tanque está dividido internamente en 3 compartimentos, cuyos procesos son:

- Sistema de aireación: comprende las tuberías, válvulas e interconexiones necesarias para la distribución y control del flujo de aire que se suministra a los difusores y al sistema de recirculación de lodos. El aire se emplea para conseguir agitación en la Cámara de Aireación activando la oxidación de reducción biológica y para generar el flujo de recirculación de lodo activo.

La planta va equipada con una soplante. Prevista de una conexión con el aire del buque para el caso de fallo en la soplante. La presión se regula automáticamente.

El flujo de aire se regula manualmente por medio de válvulas en la tubería de distribución.

- Sistema de desinfección: diseñado para conseguir la destrucción de las bacterias coliformes en el efluente procedente de la Cámara de Decantación. Consta de un tanque almacén de la solución clorada de Hipoclorito sódico construido en polietileno

El sistema de descarga del desinfectante se suministra con una bomba dosificadora de cloro de caudal regulable para conseguir la cantidad de Hipoclorito requerida en el efluente.

- Sistema de descarga: se puede realizar por dos métodos:

1. Descarga por gravedad.



Complementos de formación para la LMN

2. Descarga por medio de una o dos bombas centrífugas que aspiran directamente de la cámara de desinfección.

Ambos dos, provistos de detectores de nivel para el funcionamiento automático de las bombas.

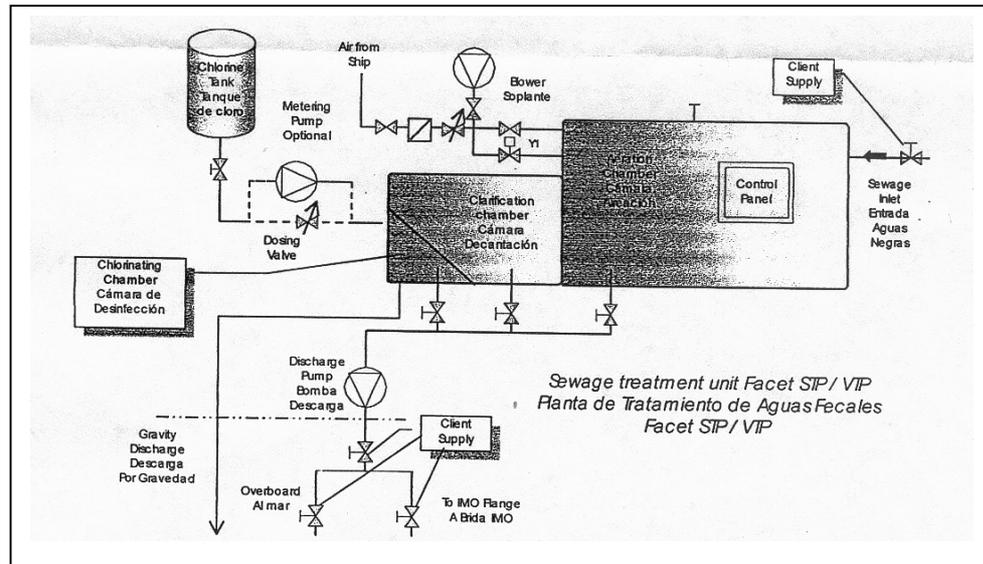


Figura 30. Planta de tratamiento de aguas fecales.



8. Índice de imágenes, tablas y figuras

Imágenes	Página
Imagen. 1 Bomba acoplada de aceite.	13
Imagen. 2 Filtro doble de aceite.	14
Imagen. 3 Filtro centrífugo de aceite.	15
Imagen. 4 Bomba de prelubricación.	16
Imagen. 5 Filtros automáticos de aceite.	17
Imagen. 6 Enfriador de aceite y válvula termostática.	17
Imagen. 7 Válvula termostática de regulación de temperatura.	20
Imagen. 8 Bombas de alta y baja temperatura.	22
Imagen. 9 Desaireador y válvulas termostáticas de agua	23
Imagen. 10 Enfriador de agua.	23
Imagen. 11 Bomba de combustible	27
Imagen. 12 Inyector	29
Imagen. 13 Filtrina zona compresora.	30
Imagen. 14 Turbina de gases de escape.	31
Imagen. 15 Enfriador de aire de carga	32
Imagen. 16 Colector gases de escape.	35
Imagen. 17 Líneas de aire piloto.	39
Imagen. 18 Caja LCS.	41
Imagen. 19 Woodward del motor.	41
Imagen. 20 Módulo Booster.	43
Imagen. 21 Vista de la reductora.	47
Imagen. 22 Vista del intercambiador de calor de la reductora.	48
Imagen. 23 Palas hélice propulsoras.	50
Imagen. 24 Bocina	52
Imagen. 25 Equipo de potencia hidráulica.	53
Imagen. 26 Motor auxiliar	55
Imagen. 27 Regulador de velocidad de grupo auxiliar.	57
Imagen. 28 Enfriador de agua motores auxiliares Eje de distribuidores de combustible de los motores	60
Imagen. 29 auxiliares.63	63
Imagen. 30 Turboalimentador.	63
Imagen. 31 Enfriador de aire de carga y turbocompresor.	64
Imagen. 32 Enfriador de aire de carga de MM.AA.	65
Imagen. 33 Arrancador MM.AA.	67
Imagen. 34 Alternador MM.AA.	69
Imagen. 35 Sala de cuadros eléctricos.	70
Imagen. 36 Cuadro de sincronización de MM.AA.2.	71
Imagen. 37 Depuradoras de aceite.	72
Imagen. 38 Módulos de combustible de MM.PP.	75
Imagen. 39 Depuradora de HFO.	77
Imagen. 40 Quemador de la caldera	80
Imagen. 41 Caldera y bombas de recirculación de agua de la caldera.	81
Imagen. 42 Exhaustación de la caldera.	82
Imagen. 43 Intercambiador de calor MM.PP.	83



Complementos de formación para la LMN

Imagen.	44	Compresor aire de trabajo y compresor de aire de control.	85
Imagen.	45	Compresor de aire de arranque.	86
Imagen.	46	Generadores de agua destilada	88
Imagen.	47	Armario de chalecos salvavidas.	89
Imagen.	48	Bote salvavidas	91
Imagen.	49	Bote de rescate	92
Imagen.	50	Balsas salvavidas.	94
Imagen.	51	Aro salvavidas.	94
Imagen.	52	Detectores de incendio.	95
Imagen.	53	Botellas de CO2 y armario de disparo.	97
Imagen.	54	Hi-fog.	98
Imagen.	55	Semáforo de indicaciones.	99
Imagen.	56	Extintor de polvo y espuma.	101
Imagen.	57	Extintores de CO2.	101
Imagen.	58	Generador de emergencia.	103
Imagen.	59	Alternador del motor de emergencia.	104
Imagen.	60	Separador de sentinas	107

Tablas Página

Tabla.	1		9
Tabla.	2		10
Tabla.	3		11
Tabla.	4		19
Tabla.	5		24
Tabla.	6		30
Tabla.	7		103

Figuras Página.

Figura.	1	Ejemplo de un sistema de lubricación de aceite.	12
Figura.	2	Sección transversal circuito de aceite.	18
Figura.	3	Sección de un inyector.	26
Figura.	4	Conexión bomba combustible-inyector.	27
Figura.	5	Circuito interno del fuel en el inyector.	28
Figura.	6	Limpieza de la zona compresora.	33
Figura.	7	Limpieza compresor gases de escape.	34
Figura.	8	Configuración del colector de gases de escape.	35
Figura.	9	Sistema interno de aire de arranque.	37
Figura.	10	Distribuidor de aire de arranque.	38
Figura.	11	Válvula de aire de arranque.	38
Figura.	12	Mecanismo de control de cremalleras.	44
Figura.	13	Vista 3D reductora proa.	46
Figura.	14	Vista 3D reductora popa.	47
Figura.	15	Centro hélice.	49
Figura.	16	Caja distribuidora de aceite.	51
Figura.	17	Circuito de lubricación del motor.	56
Figura.	18	Bomba de aceite de MM.AA.	58
Figura.	19	Válvula reguladora de presión de aceite.	59



Complementos de formación para la LMN

Figura. 20	Sistema de refrigeración del motor.	59
	Funcionamiento de las válvulas termostáticas de baja	
Figura. 21	temperatura.	61
Figura. 22	Circuito de combustible.	62
Figura. 23	Colector de gases de escape.	65
Figura. 24	Sistema de aire de arranque MM.AA.	67
Figura. 25	Circuito de funcionamiento del alternador.	69
Figura. 26	Sistema interno de la caldera.	78
Figura. 27	Intercambiador de calor.	82
Figura. 28	Sistema de generación de agua destilada.	87
Figura. 29	Colocación de una ayuda térmica.	90
Figura. 30	Planta de tratamiento de aguas fecales.	109