

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y
RADIOELECTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**Hélices de Maniobra de Proa y Popa
en un buque CON-RO**

Yonay Hernández Armas

Septiembre 2015

Hélices de maniobra de proa y popa en un buque CON-RO

Prácticas en el
Buque OPDR ANDALUCÍA



Directores:

Federico Padrón Martín

Alexis Dionis Melian

Nombre: Yonay Hernández Armas

Grado: Tecnología marina

Septiembre 2015

Dr. Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, pertenecientes al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

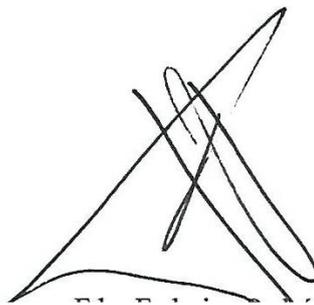
D. Yonay Hernández Armas, ha realizado el trabajo bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado:

“Hélices de maniobra de proa y popa de un buque CON/RO”.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 10 de Septiembre de 2015

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Fdo: Federico Padrón Martín

Director del trabajo

Dr. Alexis Dionis Melian , Profesor Ayudante Doctor del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, pertenecientes al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

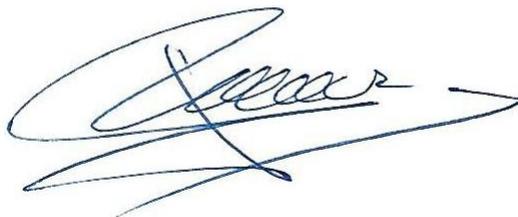
D. Yonay Hernández Armas, ha realizado el trabajo bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado:

“Hélices de maniobra de proa y popa de un buque CON/RO”.

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado

En Santa Cruz de Tenerife a 10 de Septiembre de 2015



Fdo: Alexis Dionis Melian

Director del trabajo

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar quiero dedicarles la culminación de mi carrera a mis padres y hermanos que gracias a su apoyo constante y dedicación me han ayudado de una forma u otra a empezar, seguir y terminar esta carrera universitaria y gracias a ellos no estaría ahora donde estoy ahora mismo.

También quiero dedicárselos a mis amigos y compañeros que he conocido durante todos estos años que también me han ayudado y compartido los buenos y malos momentos a lo largo de la carrera y de mi vida.

A los profesores que también me han ayudado y a los diferentes compañeros que he conocido que de una manera u otra me han ayudado a superar los obstáculos que se me han presentado y afrontarlos con más optimismo y a seguir luchando por lo que quiero.

A la compañía de la empresa OPDR Andalucía por poder realizar mis prácticas de formativas y a sus trabajadores, por ayudarme a adquirir distintos conocimientos para realizar mis funciones en los diferentes equipos del buque y por aportarme la documentación necesaria para la elaboración de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, agradecerles a los directores de que me han guiado en este proyecto a Federico Padrón Martín y Alexis Dionis Celian, y también a Servando Luis León, por permitirme incorporarme para la realización de las prácticas en la empresa, por sus conocimientos, consejos y sugerentes, y por sus apoyos constante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.- INTRODUCCIÓN	18
II.- OBJETIVOS	22
III.-REVISIÓN Y ANTECEDENTES	26
3.1.- Historia de OPDR.....	26
3.2.- OPDR Andalucía	30
3.2.1.- Datos Técnicos.....	31
3.2.2.- Descripción del buque.....	33
3.2.3.- Planos de la disposición general del buque.....	34
3.2.4.- Secciones transversales	36
3.2.5.- Superestructura	37
3.3.- Sala de máquinas del buque	40
3.3.1.- Elementos de propulsión.....	40
3.3.1.1.- Motor principal	40
3.3.1.2.- Elementos del motor.	43
3.3.1.3.- Los turbocompresores	50
3.3.1.4.- Reductora	51
3.3.1.5.- Hélice y eje de cola	53
3.3.1.6.- Sala de control.....	56
3.4.- Gobierno del buque.	57
3.4.1.- Sistema hidráulico.....	57
3.4.2.- Servomotor.....	58
3.4.3.- Mecha y Timón	60
3.4.4.- Sistema eléctrico	61
3.4.5.- Generador de cola	64
3.4.6.- Grupo electrógeno auxiliar	65
IV.- METODOLOGÍA	67
4.1.- Documentación bibliográfica	69
4.2.- Metodología del trabajo de campo.	69
4.3.- Marco referencial.....	69
V.- RESULTADOS	73
5.- Hélices transversales (proa y popa)	73
5.1.- Motores eléctricos	81
5.2.- Motores síncronos.	81

5.3.- Motores asíncronos de jaula de ardilla	81
5.4.- Descripción técnica de las hélices	82
Datos técnicos de la hélice transversal de PROA:	82
Datos técnicos de la hélice transversal de POPA:.....	85
5.5.- Manual de instrucciones	93
4.5.1.- Arranque	93
4.5.2.- Parada.....	93
5.6.- Instrucciones de mantenimiento	93
5.6.1.- Propulsor	93
5.6.2.- Pod con engranajes de ángulo recto.....	94
5.6.3.- Acoplamiento.....	94
5.6.4.- Sistema de aceite de lubricación	94
Diagnóstico de averías y soluciones.....	95
La conexión del cable	98
5.7.- Características de construcción y rendimiento	102
5.8.- Descripción del sistema funcional	102
5.9.- Conexión de la hélice de Control de arco en una grabadora de Voyage	103
5.9.1.- Otros tipos diferentes de hélices transversales	106
5.9.2.- Hélice accionada por motor diésel.....	106
5.9.3.- Hélice accionada por motor eléctrico	107
5.9.4.- Hélice de accionamiento hidráulico.....	108
VI.- CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFÍA.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Buque de OPDR a sus comienzos en 1882	26
Ilustración 2: Buque OPDR Andalucía.....	27
Ilustración 3: Buque portacontenedores	29
Ilustración 4: Buque Con/Ro	30
Ilustración 5: OPDR Andalucía en la actualidad.[3]	31
Ilustración 6: Diferentes cubiertas	34
Ilustración 7: Cubiertas y doble fondo. [6]	35
Ilustración 8: Secciones transversales [6].....	36
Ilustración 9: Superestructuras	39
Ilustración 10: Esquema motor.....	40
Ilustración 11: Esquema y vistas del motor principal.....	41
Ilustración 12: Vistas de una culata	43
Ilustración 13: Tren alternativo.....	44
Ilustración 14: Vista de una camisa	45
Ilustración 15: Esquema de la biela	46
Ilustración 16: Cigüeñal.....	46
Ilustración 17: Eje de camones	47
Ilustración 18: Volante de inercia.....	47
Ilustración 19: Bomba de inyección de combustible.....	48
Ilustración 20: Inyector.....	49
Ilustración 21: Turbocompresor	50
Ilustración 22: Esquema de la reductora.....	52
Ilustración 23: Vista de la reductora	52
Ilustración 24: Hélice.....	53
Ilustración 25: Línea de eje.....	54
Ilustración 26: Vista de la sala de control de la sala de máquinas.....	56
Ilustración 27: Tanque de aceite Cpp y bombas	58
Ilustración 28: Vistas del servo y bombas	59
Ilustración 29: Motores auxiliares	61
Ilustración 30: Panel de control de los motores auxiliares	64
Ilustración 31: Generador de cola.....	65
Ilustración 32: Transformadores.....	66
Ilustración 33: Esquema de las resistencias.....	75
Ilustración 34: Control de la hélice de proa desde el puente	75
Ilustración 35: Control de la hélice de popa desde el puente.....	76
Ilustración 36: Bloque de resistencias y ventilador	76
Ilustración 37: Esquema del bloque de resistencias	77
Ilustración 38: Resistencias de las hélices de maniobra	78
Ilustración 39: Ventilador de refrigeración de las resistencias	78
Ilustración 40: Módulo de conectores de resistencias	79
Ilustración 41: Cuadro de control de las hélices en el control de máquinas.....	80
Ilustración 42: Vista general de la hélice de proa.....	83
Ilustración 43: Vista exterior de la hélice de proa	83

Ilustración 44: Esquema de la hélice de proa	84
Ilustración 45: Vista general de la hélice de popa	86
Ilustración 46: Esquema de la hélice de popa.....	87
Ilustración 47: Disco freno, eje y pastillas Ilustración 48: Electroválvula	90
Ilustración 49: Diagrama del sistema de freno del eje.....	90
Ilustración 50: Tanque de aceite de lubricación	92
Ilustración 51: Conexiones del cable a la barra	97
Ilustración 52: Conexión de los cables al bloque de terminales	98
Ilustración 53: Conexión caja de terminales.....	99
Ilustración 54: Controlador de módulo de resistencias.....	104
Ilustración 55: Grabadora Voyage	104
Ilustración 56: Vista exterior de una hélice	106
Ilustración 57: Vistas de varios.....	107
Ilustración 58: Vista de un motor eléctrico.....	108
Ilustración 59: Esquema de un circuito de accionamiento hidráulico	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Organización de la empresa OPDR.....	28
Tabla 2: Datos Técnico.....	32
Tabla 3: Características principales del motor	42
Tabla 4: Características principales de la bomba	49
Tabla 5: Características principales del turbocompresor.....	51
Tabla 6: Características principales de la reductora	53
Tabla 7: Características de la hélice	54
Tabla 8: Características línea de eje	55
Tabla 9: Características del sello bocina	55
Tabla 10: Características de la bomba hidráulica.....	57
Tabla 11: Características principales del servomotor.....	60
Tabla 12: Características del timón	61
Tabla 13: Características de los motores auxiliares	62
Tabla 14: Características principales del generador de cola	65
Tabla 15: Características principales de los alternadores auxiliares	66
Tabla 16: Datos técnicos de la hélice transversal de proa	82
Tabla 17: Datos técnicos de la hélice transversal de popa	85
Tabla 18: Diagnóstico, averías y soluciones	96
Tabla 19: Soluciones de problemas y medidas correctivas	101

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El grupo alemán OPDR Hamburgo del cual forma parte la naviera OPDR Canarias, existe desde hace más de 125 años. Este grupo cuenta en la actualidad con una flota de 11 buques, 7 de su propiedad y 4 fletados, cubriendo varias rutas comerciales entre los distintos países de Europa, Portugal, norte de España, Islas Canarias, Madeira, y algunos puertos del Mediterráneo.

El buque en cuestión que vamos a tratar en este proyecto, es el OPDR Andalucía, el cual forma parte del grupo de la misma naviera, junto con su buque gemelo, de idéntico diseño, es un buque diseño tipo CON/RO Carrier, que son los principales encargados de cubrir las rutas comerciales entre las Islas Canarias y la península semanalmente, el buque fue especialmente construido para trasportar tanto carga rodada como contenedores y por la forma del casco puede navegar por el río Guadalquivir hasta Sevilla sin problema, el cual es uno de los puertos de destino. Teniendo una capacidad de carga total de su flota de unos 7.000 TEU.

El OPDR Andalucía se construyó en los astilleros de Mawei Shipyard en China en el año 2007. Fue el primero de una serie de tres buques iguales, el cual tenían como objetivo relevar a los buques antiguos que cubrían las rutas entre la Península y el Archipiélago Canario, con esto aumentaron la capacidad de carga con el fin de cubrir las expectativas de la línea.

El buque cuenta con un mínimo de personal de máquina ya que es desasistida con lo que el personal solo acude en la mañana de 8 de la mañana a 5 de la tarde, y el resto solo se acude a la máquina solo si sonase algunas de las diferentes alarmas o si es necesario acudir por cualquier otro motivo. Tanto las reparaciones como el mantenimiento de gran importancia de los equipos del buque se llevan a cabo en puerto, dónde talleres y equipos oficiales externos se encargan de las operaciones. A bordo del buque se lleva a cabo solo un mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se controla por medio de un ordenador donde se apuntan las horas realizadas por los diferentes equipos y cuando es necesario su revisión o cambios y alguno de sus componentes, ya que se cambian antes de que fallen o den algún tipo de problemas.

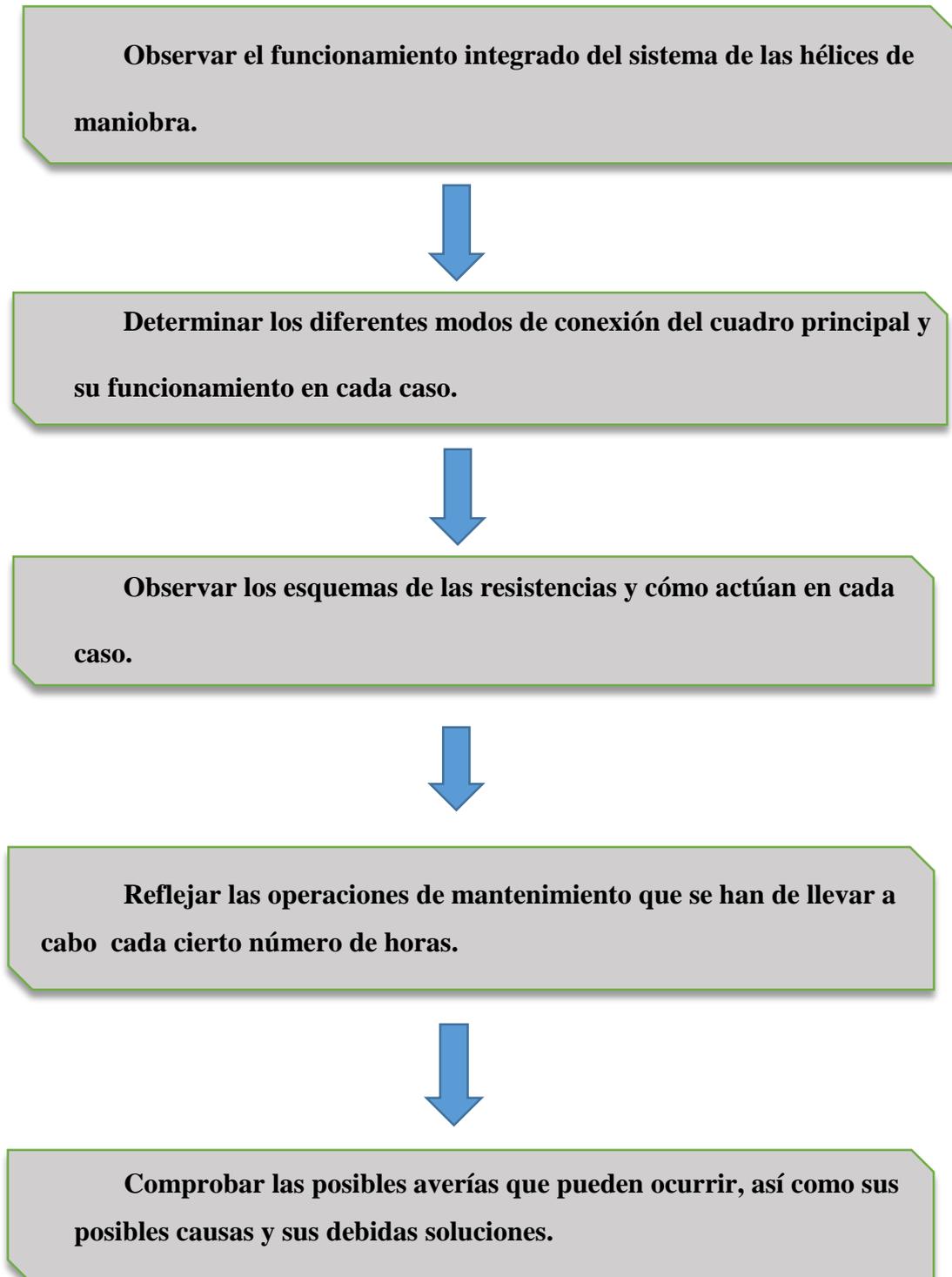
El barco lo suelen sacar a dique seco cada dos años, sobre todo para pintar el casco y hacer alguna reparación importante que no se puede hacer en el puerto o cuando el buque está navegando.

La idea de este proyecto es la de estudiar las diferentes hélices de maniobra que cuanta el buque, las necesidades de las hélices, el plan de mantenimiento y los diferentes sistemas establecidos y adaptados para su correcto funcionamiento, conexiones y equipos necesarios para su acople.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretende alcanzar con este proyecto de fin de grado son los siguientes:



III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

III.- REVISIÓN Y ANTECEDENTES

En este capítulo describiremos un poco el concepto del tipo de buque que vamos a tratar en el proyecto, en este caso el buque en concreto es de tipo CON/RO, (carga rodada y contenedores), sus principales características de los motores y los planos del buque.

3.1.- Historia de OPDR

La empresa OPDR (Oldenburg-Portugiesisch Dampfschiffs-Rhederei) fue fundada en Octubre de 1882 por August Schultze y Hermann Burmester en Alemania cuya empresa naviera es la más antigua del país. Empezando su actividad comercial con una línea regular entre las ciudades de Oldenburg cargado de cristales hacía Portugal, retornando hacia la ciudad Alemana cargado de corcho, cuya travesía duraba unos 29 días, en barcos de vapor. En el siguiente año 1883, se añadió una nueva ruta en el trayecto, el puerto de Hamburgo. La compañía con el paso de los años fue creciendo tanto en números de barcos como nuevas rutas.



Ilustración 1: Buque de OPDR a sus comienzos en 1882

Fuente: [1]

En el año 1895, su comercio siguió en ampliación hasta llegar a Marruecos y visto su cercanía a Canarias se le uniría al Archipiélago. Con el paso de los años su comercio siguió en progreso alcanzando los puertos de

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

Casablanca y Tánger, así como los puertos de Riga y San Petersburgo, en el mar Báltico, con el crecimiento de las nuevas rutas se tuvieron que incorporar nuevos buques en el servicio. [1],[2],[3].

En 1910, Debido a su fiabilidad y puntualidad se estableció una ruta hacia Canarias, y se concede una licencia a OPDR para el transporte de correos y con el paso de los años se tornó en mercancías. En este año también se extendió su red marítima desde los puertos de Bremen y Hamburgo hasta Ceuta y Melilla.

En el año 1915, esta compañía ya contaba con una flota de 16 buques, con líneas regulares en los puertos citados anteriormente. Los dueños deciden trasladar sus instalaciones de la ciudad de Oldenburg a Hamburgo. Con el comienzo de la I Guerra Mundial, la flota de la compañía quedó reducida a dos unidades, una vez transcurridos unos 6 años la flota consiguió crecer hasta llegar a 14 barcos. Consiguiendo un aumento de 19 buques antes de la II Guerra Mundial. En 1945 con el inicio de la guerra todos los barcos se perdieron o fueron requisados por los aliados, además todas sus instalaciones quedaron destruidas.

Entre los años 1956 y 1958, la compañía inaugura sus instalaciones en un edificio nuevo en Hamburgo, desde donde se sigue dirigiendo sus actividades hoy en día. En esta época la flota contaba con 28 barcos realizando sus trayectos con normalidad. Hasta la década de los 70 y a comienzos de los 80 donde se fueron sustituyendo por buque portacontenedores.



Ilustración 2: Buque OPDR Andalucía

Fuente: [3]

En 1993, buscando rutas y nuevos mercados se crea la empresa filial OPDR Canarias, que comienza a operar dos buques CON-RO de idéntico diseño y tienen la capacidad de llevar tanto en contenedores con carga rodada, OPDR Canarias y OPDR Andalucía, en una línea que une Canarias con Sevilla.

Hoy en día, OPDR es una empresa moderna cuenta con una plantilla de más de 300 empleados trabajando en sus oficinas en tierra además de los 100 marino navegando a bordo de sus 7 buque portacontenedores. [2].

Organización de la empresa:

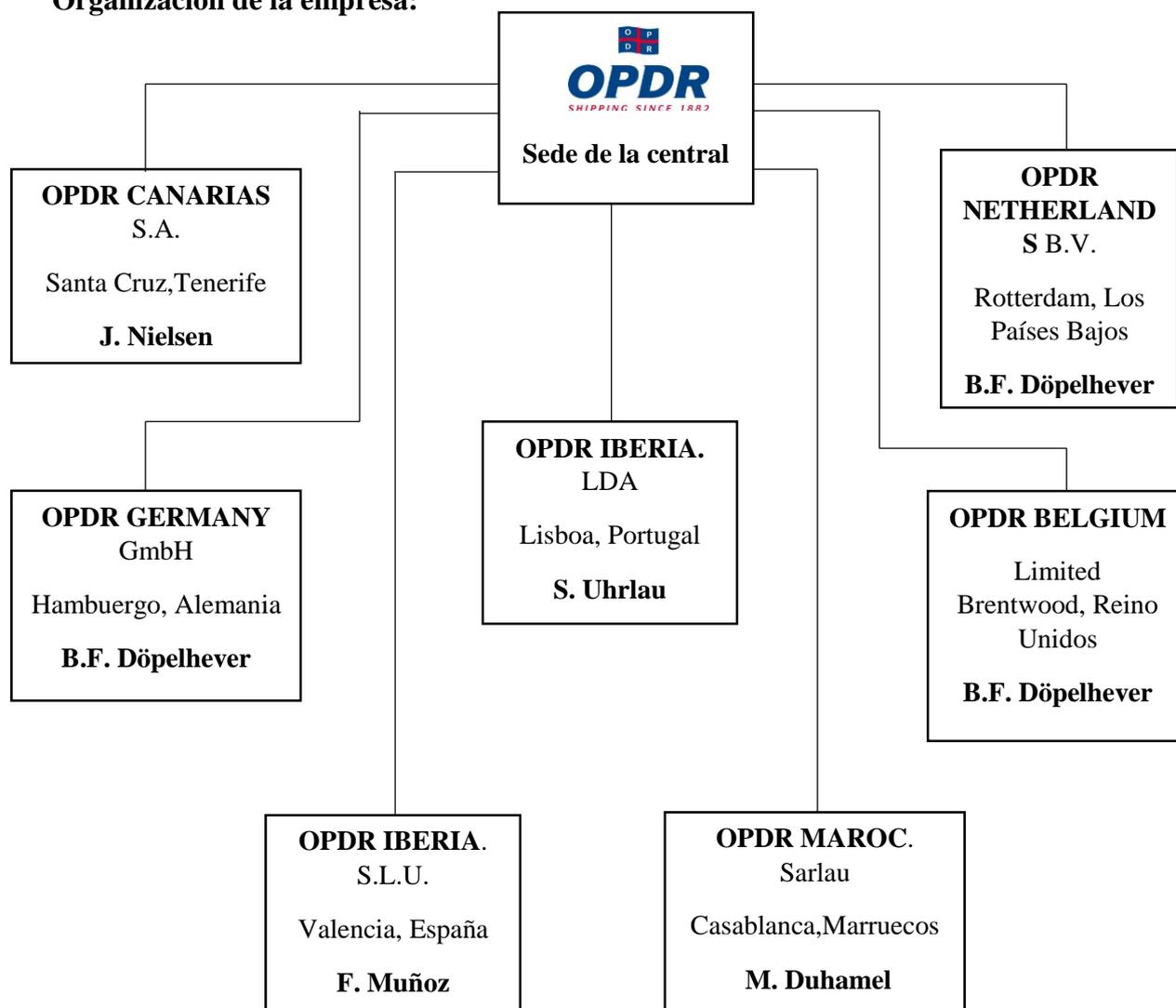


Tabla 1: Organización de la empresa OPDR

Fuente: [4]

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

La compañía opera con siete buques de propiedad y más cuatro buques fletados, con una capacidad en su flota superior a las 10.000 unidades.

BUQUES PORTACONTENEDORES:

M/V OPDR Tenerife	8400 tdw700 teu	2002
M/V OPDR Las Palmas	8400 tdw700 teu	2002
M/V OPDR Cádiz	8400 tdw700 teu	2003
M/V OPDR Lisboa	8150 tdw700 teu	2007
M/V OPDR Tanger	8150 tdw700 teu	2008



Ilustración 3: Buque portacontenedores

Fuente: [5]

BUQUES CON/RO:

OPDR Canarias	Con/Ro	7300 tdw	500 teu/885 lm	2006
OPDR Andalucía	Con/Ro	7300 tdw	500 teu/885 lm	2007



Ilustración 4: Buque Con/Ro

Fuente: [5], [6]

3.2.- OPDR Andalucía

Es un tipo de buque diseñado tanto para el transporte de cargas rodadas y cargas en contenedores, fue construido en los astilleros Fujian Mawei Shipyard en China en el año 2007 bajo el control y supervisión de la sociedad de clasificación Germanischer Lloyd.

Tanto el OPDR Canarias como su buque gemelo OPDR Andalucía, están destinados a realizar las rutas comerciales entre el Archipiélago canario y la península. Esta empresa bautizaba a sus buques con los nombres de las ciudades de sus itinerarios. [5].



Ilustración 5: OPDR Andalucía en la actualidad.[3]

Fuente: [6]

3.2.1.- Datos Técnicos

Características principales del buque:

Nombre	OPDR Andalucía
Bandera	ESPAÑOLA
Registro	R. Especial
Puerto de registro	Santa Cruz de Tenerife
Folio	2/2007
Nº IMO	9331206
Tipo de Buque	CON-RO
Año de Construcción	2007
Sociedad Clasificadora	Germanischer Lloyd
Astillero (País)	Fujian Mawei Shipyard (China)
Distintivo de llamada	ECKY
Casco	433-1
Eslora Total	145 m
Eslora entre Perpendiculares	135 m
Manga de Trazado	22 m
Puntal	13,9 m
Puntal de Construcción	10,40 m

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

Calado de Verano	6,013 m	
Calado Medio de Trazado	6 m	
Arqueo Bruto (GRT)	11.300 Tn	
Arqueo Neto (NRT)	2.800 Tn	
Desplazamiento Máximo	12.658 Tn	
Desplazamiento en Rosca	5.358 Tn	
Peso Muerto	7.300 Tn	
Bodeguín (l x b x h)	66,6 m x 16,9 m x 5,8 m	
Bodega(l x b x h)	119,9 m x 16,9 m x 6,7 m	
Motor Principal	MAK 12VM32C	
Potencia Efectiva	6000 KW	
Velocidad de Crucero	16,4 Kn	
Consumo	22 tn/día	
Motores Auxiliares	MAN D2842LE301	
Motor de Emergencia	SISUDIESEL 634 DSBG	
Generador de Cola	AEM SE450 L4 6L	
Hélice Transversal Proa	WÄRTSILÄ FT175H	
Hélice Transversal Popa	WÄRTSILÄ FT125H	
Hélice Popa	WÄRTSILÄCPP2-20250-038-160M A2A10SDS	
Capacidad Tanques de Lastre	4.322 m ³	
Capacidad Tanques de FO	690,2 m ³	
Capacidad Tanques de GO	94,1 m ³	
Capacidad Tanques de Aceite	19,8 m ³	
Capacidad Tanques de Agua Dulce	26,3m ³	
Carga Rodada Bodeguín	17 remolques	
Carga Rodada Bodega	44 remolques	
Carga Contenerizada	500 TEU	
Equipos de cargas	Ascensor	18 m x 3.5 m, 45Tm
	Rampa de bodega	43 m x 3,5 m, 50 Tn
	Rampa de popa	18 m 15m, 100 Tn

Tabla 2: Datos Técnicos

Fuente: [6]

3.2.2.- Descripción del buque

El buque tiene una eslora total de 145 m y está dividida en cuatro cubiertas, la bodega inferior, la bodega principal o entrepuente de carga rodada y la cubierta principal para la carga de contenedores y carga rodada. El buque también dispone de un ascensor de grandes dimensiones que comunica la bodega principal con la cubierta principal para la estiva de carga rodada en la cubierta.

A través de la rampa de popa, se estiva la carga rodada en las bodegas, mientras que en la cubierta principal se colocaran los contenedores por medio de las grúas del puerto.

El casco del buque está fabricado de acero y consta con un bulbo, hélices transversales tanto de proa como de popa, que facilitan la maniobra y un timón que direcciona el flujo de agua que es desplazado por una hélice de paso variable. En la proa de este buque se encuentra la superestructura, donde está colocado el puente y la habitación para la tripulación, en la popa se sitúa la rampa, dejando así la cubierta principal libre para la carga de los contenedores.

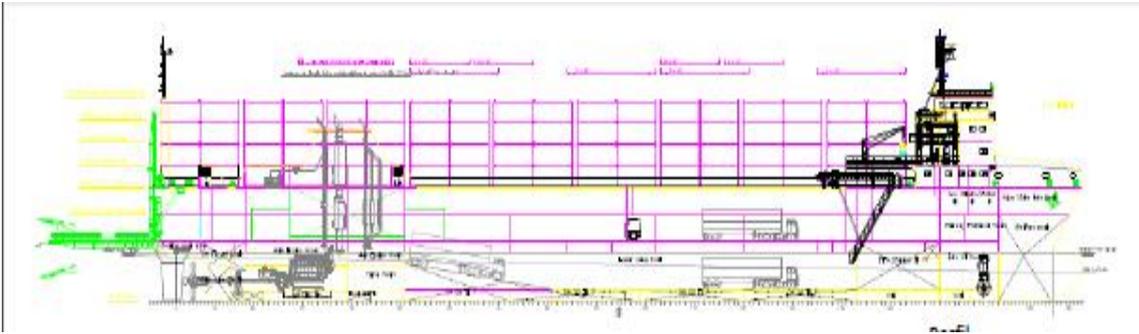
Cada una de las cuatro cubiertas que dispone el buque tiene una función y un objetivo dentro del buque, como se indica.

- La cubierta inferior 1 de la superestructura, se encuentra la lavandería, el vestuario para el personal de cubierta y máquinas, los camarotes para pasajeros o conductores y alumnos y un salón para el ocio de estos,
- La cubierta 2, se compone de la cocina, la cámara frigorífica y la cámara congelador, los paños de comida, limpieza, respetos, pintura y el de los marinos.
- La cubierta 3, alberga los camarotes de los subalternos, el local del aire acondicionado de la habitación, el hospital, pañol de seguridad, la grúa para la provisión y el bote de rescate.
- La última cubierta 4, allí se encuentra los camarotes de los oficiales, del capitán y del jefe de máquinas, la sala de reunión, un pañol de seguridad un local de convertidores y los dos botes salvavidas. [7].

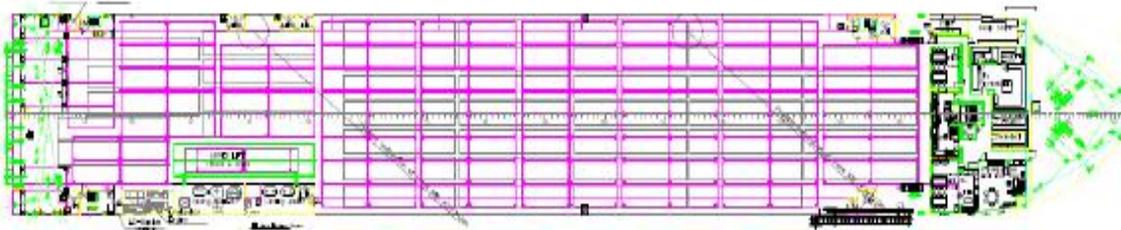
3.2.3.- Planos de la disposición general del buque.

3.2.4 .1.- Secciones longitudinales

Perfil



Cubierta principal



Cubierta de pasaje



Ilustración 6: Diferentes cubiertas

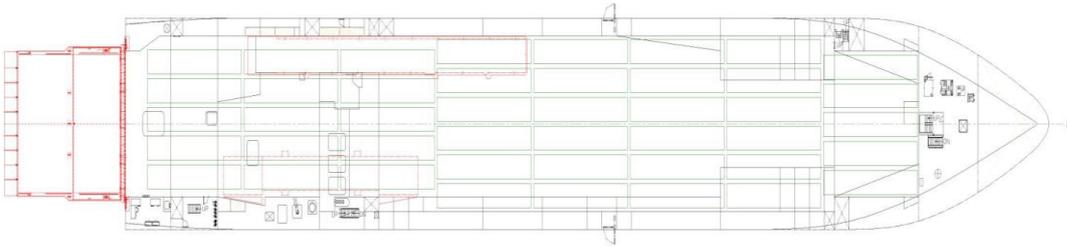
Fuente: [8]

Leyendas de colores:

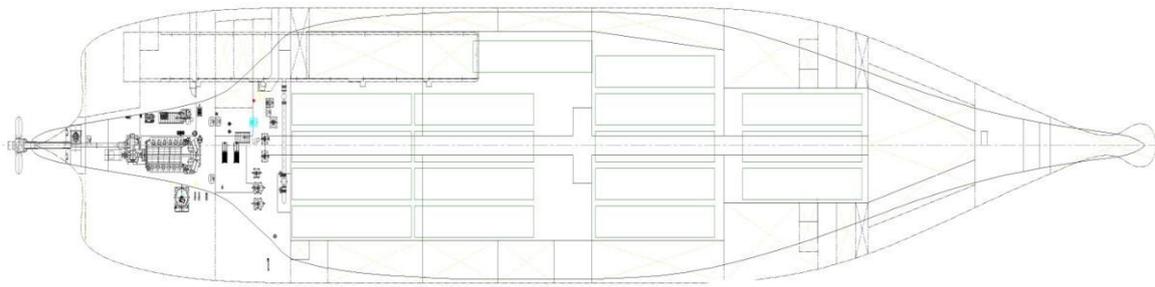
Estructura del buque,
habilitación y equipos:

Carga containerizada
Remolques y carga rodada
Equipos de amarre
Rampas y elevador
Tanques de lastre

Cubierta de bodega



Cubierta de bodegún



Doble fondo

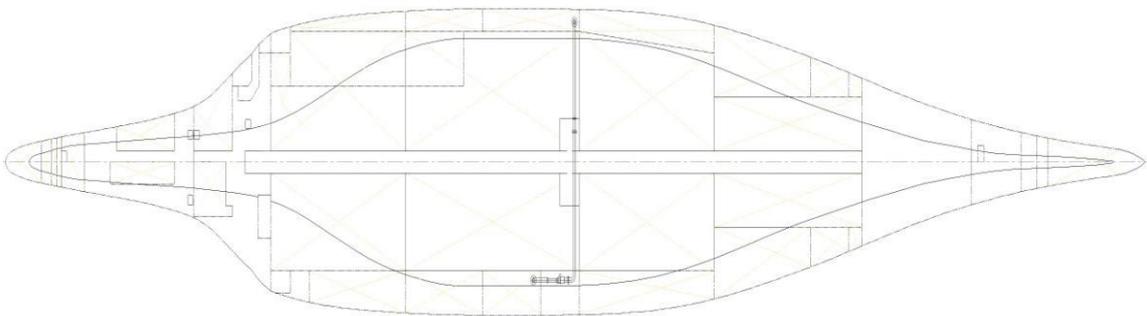
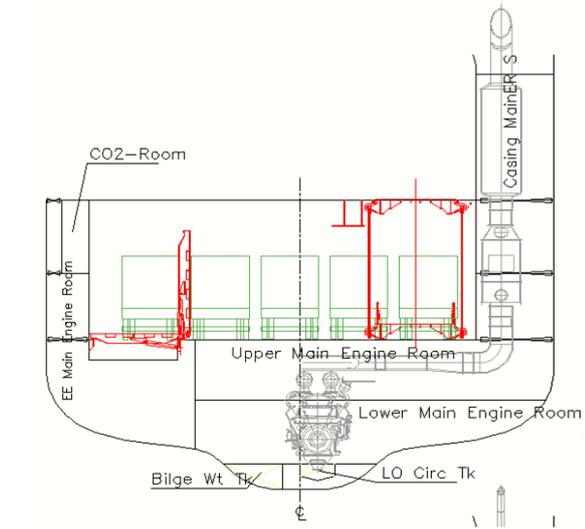


Ilustración 7: Cubiertas y doble fondo. [6]

Fuente: [8]

3.2.4.- Secciones transversales
Secciones de popa



Secciones de proa

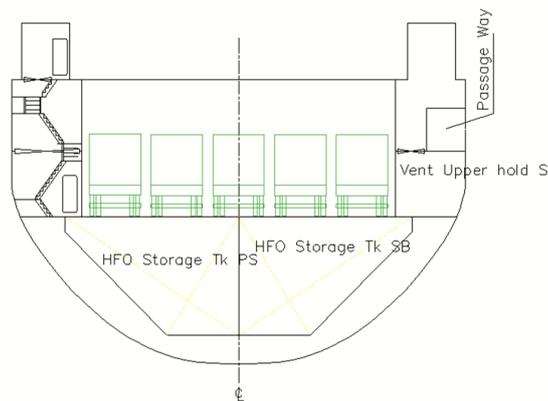
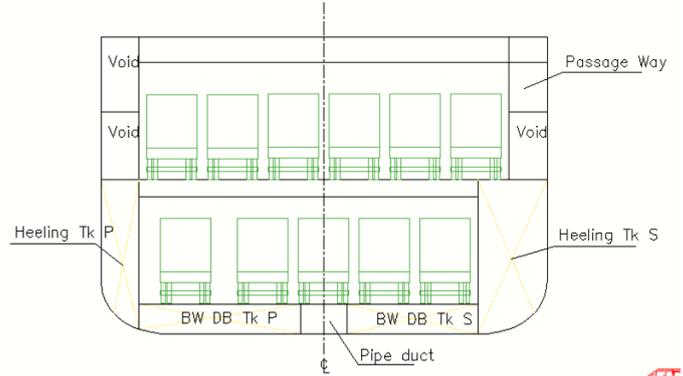
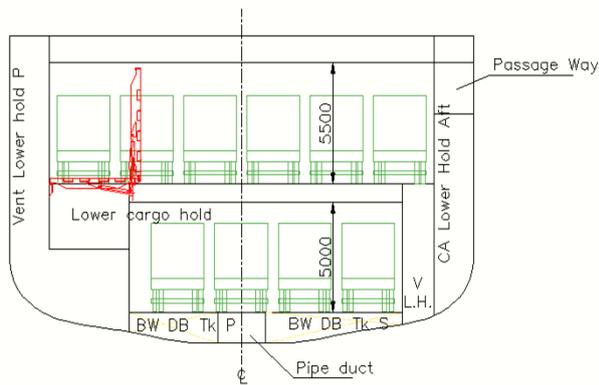
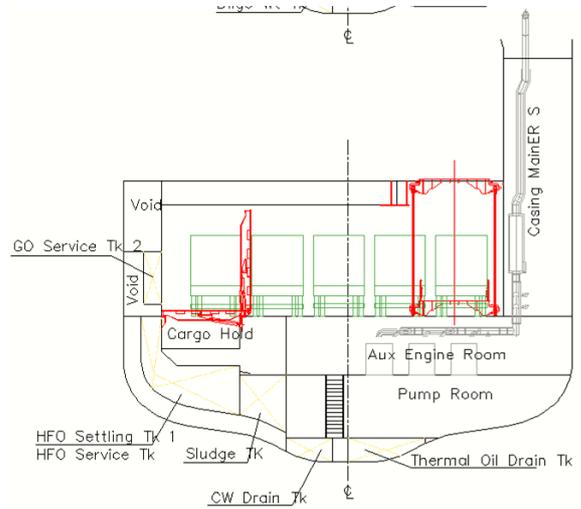
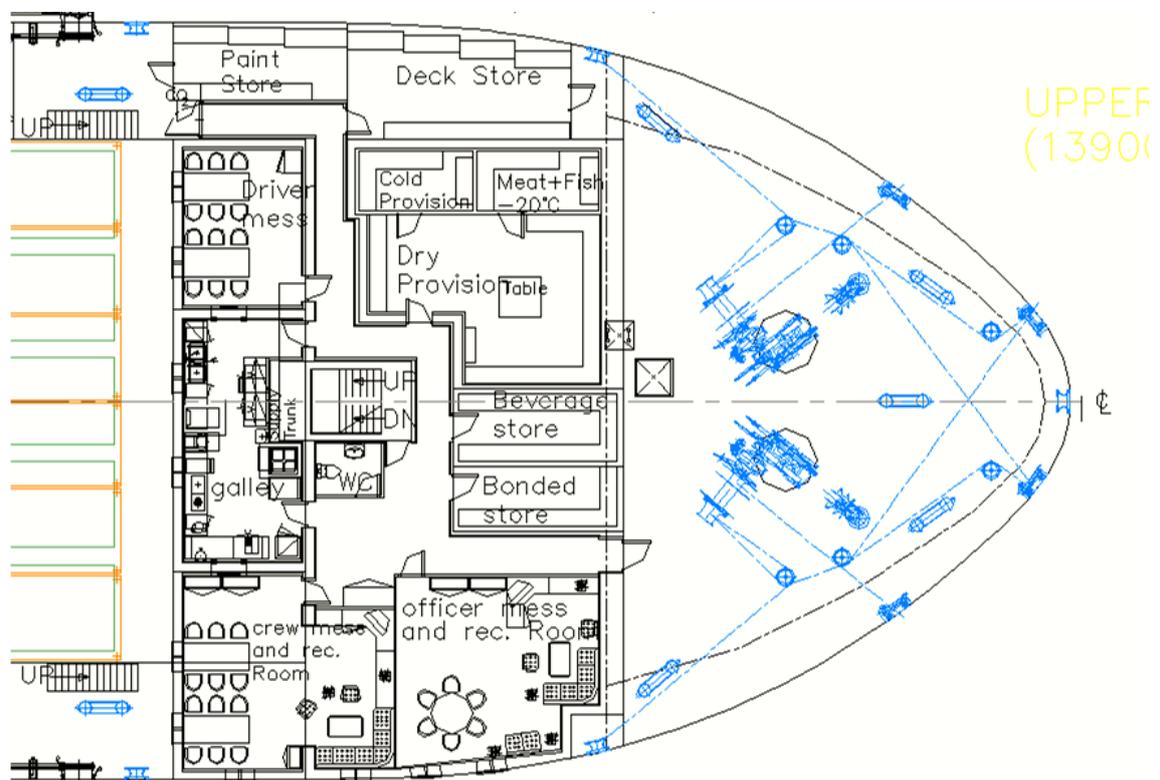
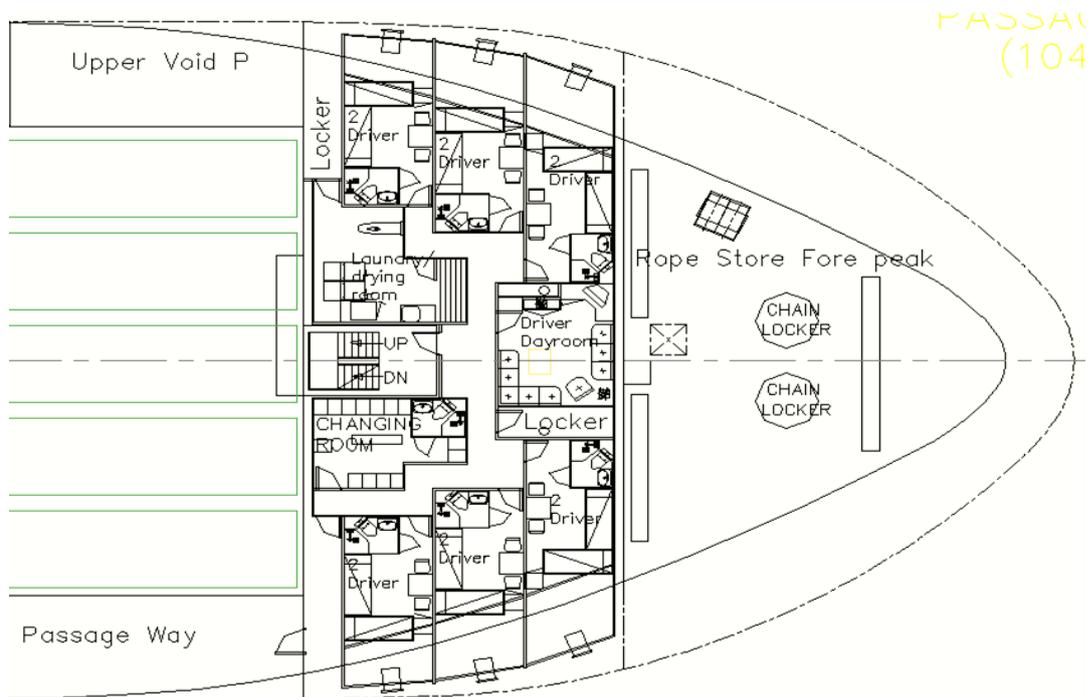


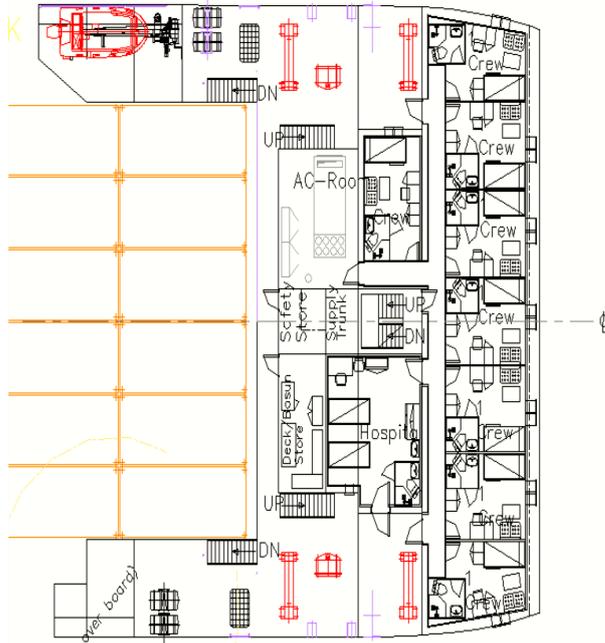
Ilustración 8: Secciones transversales [6]

Fuente: [8]

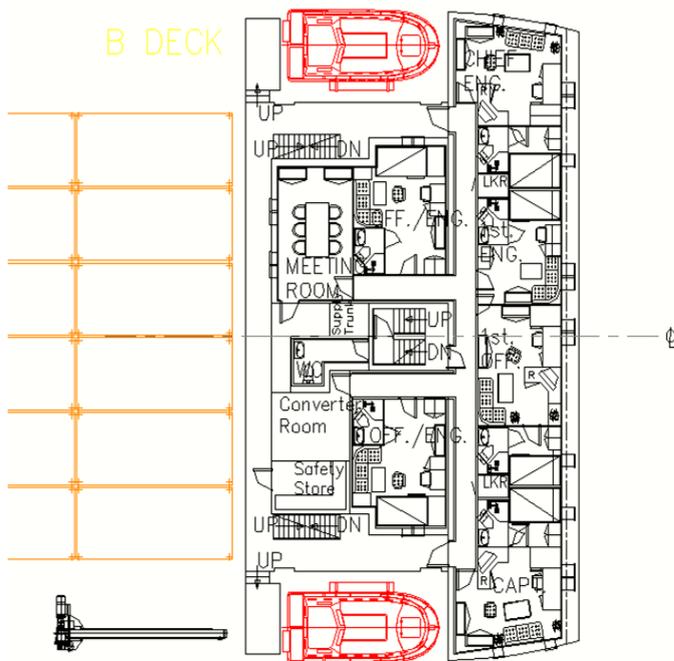
3.2.5.- Superestructura



HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO



Cubierta A



Cubierta B

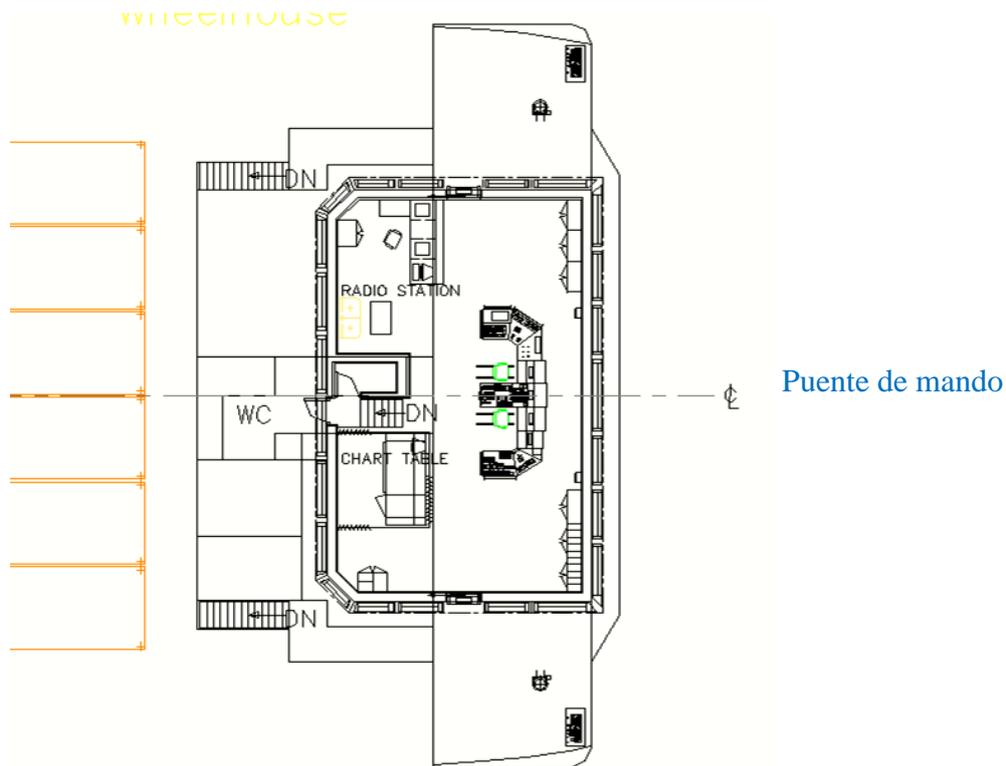


Ilustración 9: Superestructuras

Fuente: [8]

El buque cuenta con una tripulación de 16 miembros:

En la sala de máquinas constan de 5 tripulantes.

- Jefe de máquinas
- 1º Oficial de máquinas,
- Mecánico
- Electricista
- Alumno de máquinas.

Todos ellos con turnos de guardia rotativos de 8:00 a 11:30 de la mañana

con descanso de media hora a las 10:00, y de 13:00 a 16:00 de

la tarde con descanso de media hora a las 15:00.

El personal del puente está formado por 4 tripulantes:

<u>Rangos</u>	<u>Guardias</u>
- Capitán	08:00 a 12:00 y de 20:00 a 00:00
- 1º Oficial de cubierta	04:00 a 08:00 y de 16:00 a 20:00
- 2º Oficial de cubierta	00:00 a 04:00 y de 12:00 a 16:00
- Alumno de puente	04:00 a 08:00 y de 16:00 a 20:00

Además cuenta con 5 marineros: Contramaestre y 4 mecamar

2 de personal de fonda: Cocinero y camarero

3.3.- Sala de máquinas del buque

Descripción y funcionamiento de los diferentes elementos que se compone la sala de máquinas del buque.

3.3.1.- Elementos de propulsión

3.3.1.1.- Motor principal

El buque cuenta con un motor principal de 12 cilindros en V (MAK 12VM32C, Caterpillar Motoren GmbH & Co. KG.), de cuatro tiempos, no reversible, con inyección directa de fuel y sobrealimentado por dos turbocompresores accionados con los gases de escape. [6].

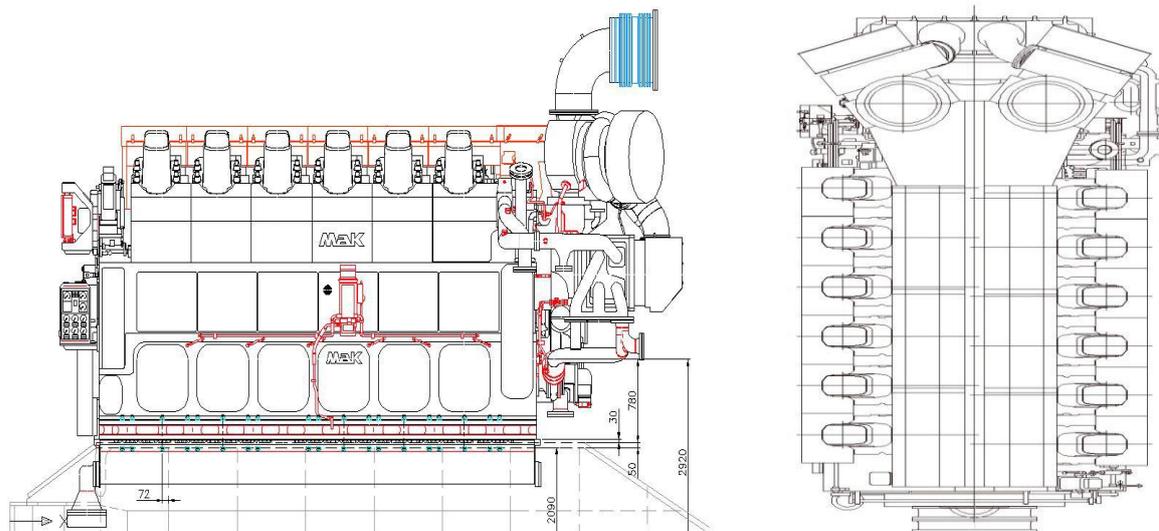


Ilustración 10: Esquema motor

Fuente: [6]

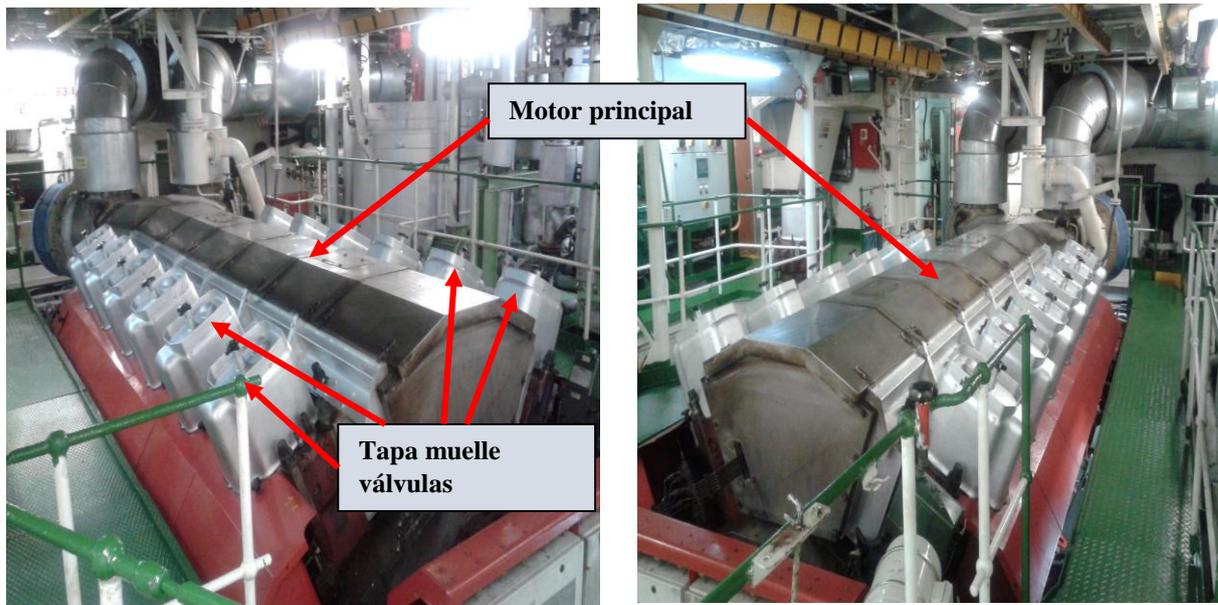


Ilustración 11: Esquema y vistas del motor principal

Fuente: Trabajo de campo

Este motor puede funcionar tanto con Fuel Oil y con Gas Oil, aunque por temas económicos se suele usar Fuel Oil. El bloque del motor construido de una pieza de acero fundido donde se van alojando los diferentes componentes que lo forman. Cojinetes de cigüeñal, cojinetes de eje de levas, cámara de aire de barrido y las cavidades para el amortiguador de vibraciones y para los piñones de transmisión.

Los diferentes puntos de engrase del motor estarán conectados a un circuito de aceite de lubricación con una determinada presión a un tanque de circulación donde es enviado hacia los bulones de los émbolos para enfriarlos. Los demás elementos como las culatas, camisas cajas de válvulas y turbocompresores son refrigerados por agua dulce. La refrigeración por agua dulces es un circuito cerrado con un volumen en circulación que debe mantenerse siempre constante. [9].

El motor cuenta también con un sistema de parada de emergencia que evitara diversos peligros que estos pueden ocurrir, tanto para el operador como los daños en el propio motor.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MOTOR

Disposición de cilindros	12 V
Diámetro del pistón	320 mm
Carrera	420 mm
Grado de compresión	1.3
Cilindrada	33.8 l/cil
Potencia medio por cilindro	500 kW
Presión media por cilindro	23.7 bar
Revoluciones	750 rpm
Velocidad medio de pistón	10.5 m/s
Turbosoplantes	Sistema de un solo conducto
Dirección de rotación	Horario
Potencia efectiva	6000 kW
Emisiones NOx	12.0 g/kWh
Presión de aire de carga	150 bar
Presión de combustible	198 bar
Orden de encendido de cilindros	1-3, 5-6, 4-2
Aire de carga (20 °C)	37500 m ³ /h
Temperatura aire de carga	50 °C
Temperatura gases de escape salida turbos	310 – 380 °C
Consumo (85%)	179 g/Kwh

Tabla 3: Características principales del motor

Fuente: Trabajo de campo

3.3.1.2.- Elementos del motor.

Cárter: está construido de fundición de acero, atornillado por su parte baja al bloque del motor, en la parte superior tiene una cavidad donde irá alojado el eje del cigüeñal está cerrada por unos soportes al asiento del cárter mediante tornillos, tiene una capacidad total de 5 m³ de aceite.

Las culatas: se fabrican de acero fundido, están compuestas por dos válvulas de escape y dos de admisión, todas llevan asientos blindados, cuentan con balancines que se encuentra en el interior de las culatas así como válvulas de seguridad y equipos de medida, provistas también cada una con sus sendos resortes y con un dispositivo roto-cap de válvula que hace girar 360° para que no se dañen al trabajar siempre con el mismo asiento. La disposición de las culatas hacen que sean independientes para facilitar el mantenimiento a cada cilindro por separado. Lleva incorporado una válvula de purga, válvula de aire de arranque y válvula de seguridad, a las cuales se suelen cambiar cada 1500 horas de funcionamiento. [10].

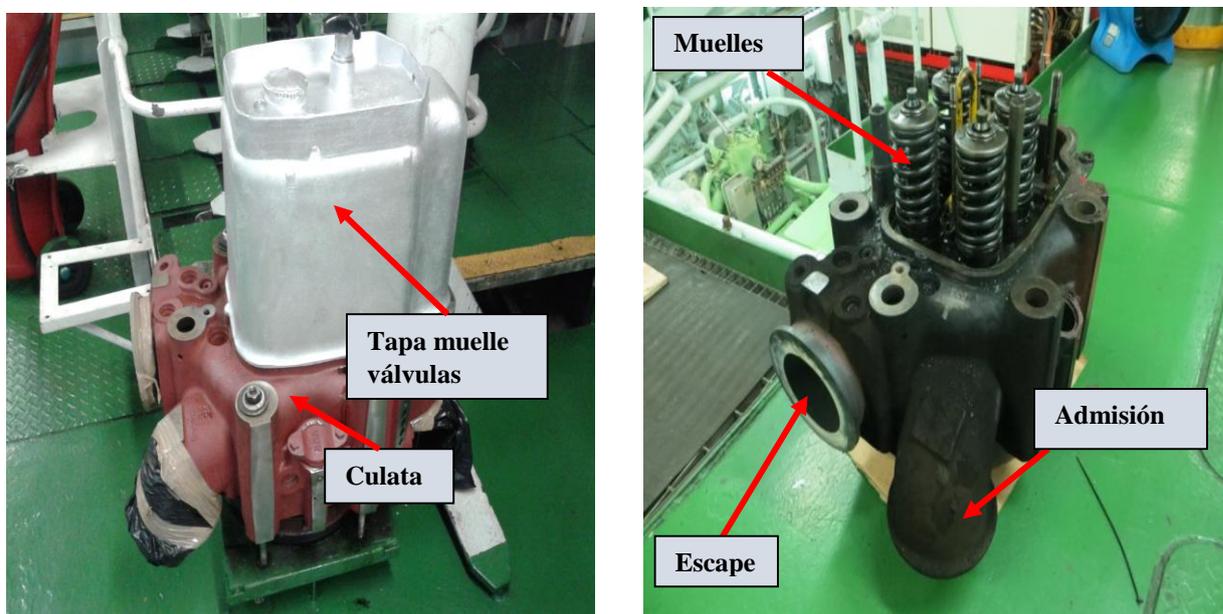


Ilustración 12: Vistas de una culata

Fuente: Trabajo de campo

Tren alternativo: cada uno de los cilindros están formados por la cabeza del pistón, el émbolo, la biela, los cojinetes de pie y cabeza de biela.

Los pistones están fabricados de acero tanto en la cabeza como en la faldilla del pistón, llevan unas cajas donde irán alojados los aros de compresión.

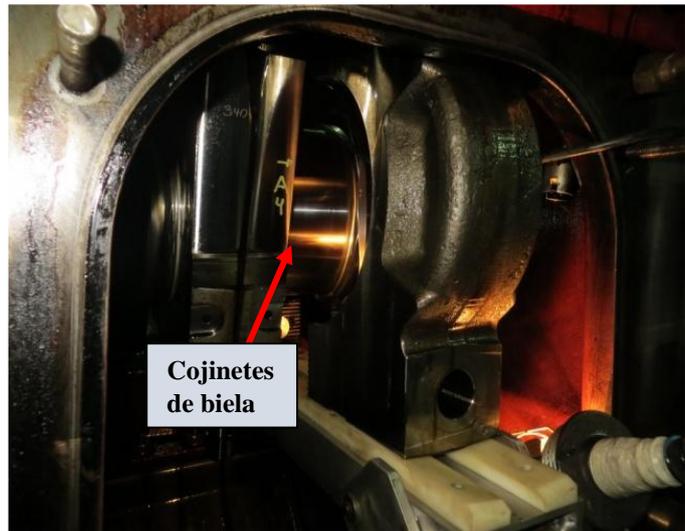
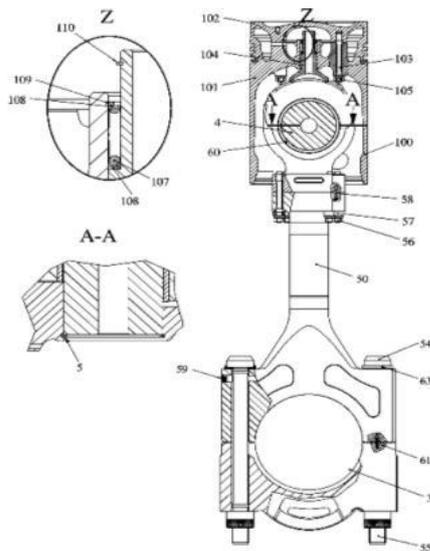


Ilustración 13: Tren alternativo

Fuente: [9]

Las camisas: Es la parte interior en donde el pistón se mueve realizando un movimiento alternativo. La camisa puede ser integral o no del bloque de los cilindros. Una de las mayores desventajas de las camisas integradas es que no pueden ser sustituidas de manera unitaria por lo que el mantenimiento consistirá en limpiar, fresar y pulir. Por lo que al final abra que sustituir el conjunto entero por pérdidas de espesor.

En aplicaciones marítimas, los motores utilizan camisas independientes a pesar de un mayor coste de construcción, pero se podría hacer un mantenimiento por separado de manera que no presente dificultades en la hora del desmontaje y sustituirse sin problemas. Se

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

fabrican de acero endurecido, su peso total es de 265 kg. Cada 3000 horas de trabajo se reponen por camisas nuevas y cada 1500 horas se comprueban su estado. [10]



Ilustración 14: Vista de una camisa

Fuente: [10]

Las bielas: son de acero estampado, formados por tres piezas y diseñadas para poder desmontar el pistón sin tener que manipular el cojinete. En los casquillos de las bielas y de los cojinetes del cigüeñal llevan un revestimiento de bronce de plomo.

Los casquillos que van en los cojinetes de apoyo de la biela lleva un revestimiento de bronce de plomo. En los cojinetes del cigüeñal están recubiertos por dos capas de anticorrosión y una capa de bronce al plomo y la subyacente es de acero al carbono.

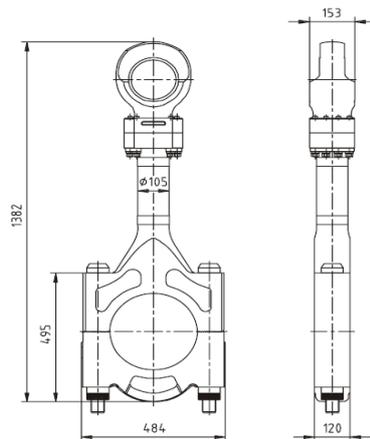


Ilustración 15: Esquema de la biela

Fuente: [9]

Cigüeñal: es un árbol de transmisión que transforma junto con las bielas un movimiento alternativo en circular, o viceversa. Está formado por un conjunto de manivelas donde hay una parte llamada muñequillas y dos brazos que acaban en el eje giratorio del cigüeñal, en cada muñequilla se unen a la biela por un extremo y por el otro a un pistón. Este cigüeñal va suspendido sobre los cojinetes de la bancada y los cojinetes de la cabeza de biela para protegerlo de la corrosión. [17].

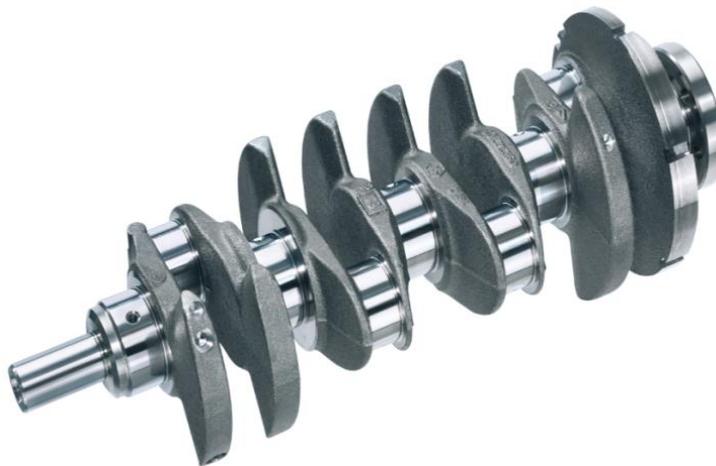


Ilustración 16: Cigüeñal

Fuente: [11]

Árbol de levas: este elemento es el mecanismo que acciona con sus levas las bombas de inyección, las varillas de empuje que gobiernan los balancines de las válvulas de admisión y de escape. Las levas graduales acorde con el funcionamiento del motor.

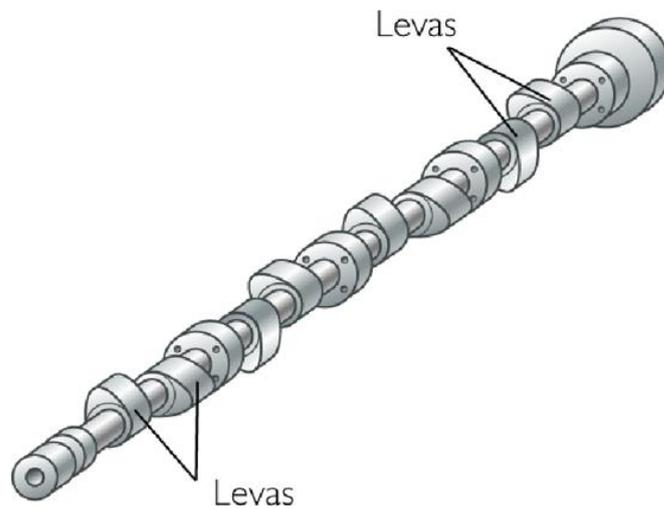


Ilustración 17: Eje de camones

Fuente: [11]

Volante de inercia: es el elemento mecánico capaz de almacenar energía cinética que aporta después al sistema. Este volante continúa su movimiento por inercia cuando cesa el par motor que lo propulsa. [18]. Está formado por una corona dentada para poder ser accionado mediante un virador eléctrico. El volante puede alcanzar una velocidad máxima de 1250 rpm. [9].



Ilustración 18: Volante de inercia

Fuente: [18]

Bombas de inyección de combustibles: con el motor en marcha, toma el combustible del tanque y lo entrega a la bomba de inyección. El combustible que sale del tanque tiene que pasar por el separador de agua y el filtro antes de llegar a la bomba de transferencia, desde está, el combustible a presión llena la cubierta de la bomba de inyección. Son de bombas de émbolo rotativo, una por cada cilindro, con un diámetro de 28 mm, una carrera en vacío de 6 mm y una longitud de cremallera de 41 mm. [12].

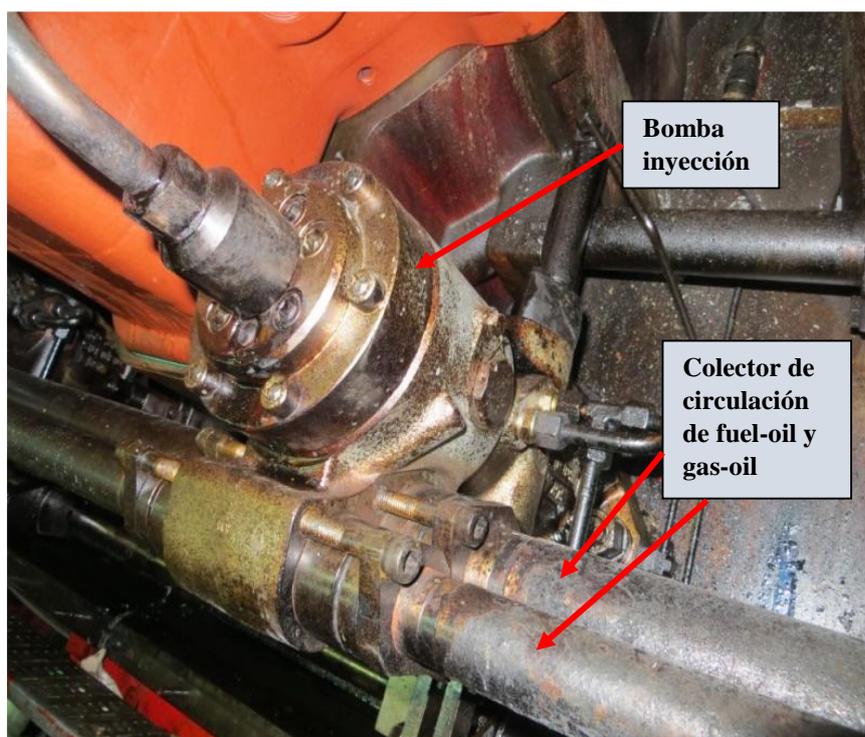


Ilustración 19: Bomba de inyección de combustible

Fuente: [8]

Inyectores de combustible: son los elementos encargados de pulverizar el combustible procedente de la bomba de inyección, que actúa sobre la parte cónica de la aguja y la levanta del asiento cuando la fuerza aplicada desde abajo es mayor que la fuerza ejercida desde arriba por el muelle. Entonces el combustible es inyectado a la cámara de combustión a través de los orificios del inyector. Una vez finalizada la inyección, el muelle de presión empuja de nuevo la válvula de presión

contra su asiento. La presión de timbrado de estos inyectores es de un 450 bar. [14].



Ilustración 20: Inyector

Fuente: [13]

Colector de gases de escape: están aislado térmicamente equipado con dos compensadores de dilatación, existen dos colectores de gases de escape, uno por línea de cilindros.

Bomba de aceite de lubricación: es una bomba de engranajes movida por el propio motor.

Características principales de la bomba

Marca	BEHRENS
Modelo	V6 4Zl. 75/2
Q	120 m ³ /h
Presión	10 bar
Velocidad	1775 rpm

Tabla 4: Características principales de la bomba

Fuente: [8]

Filtro de aceite: tiene dos cuerpos, mientras uno está operativo el otro se mantiene en reposo, incorpora un manómetro y un presostato diferencial.

Filtro combinado: también es un filtro doble con una palanca de control de flujo de tres posiciones.

3.3.1.3.- Los turbocompresores

Incorporan dos turbocompresores por cada una de las líneas de 6 cilindros, su misión es la de aprovechar la energía que sales de los gases de escape, para aumentar la presión de aire de la carga del motor. Los turbocompresores usados en este buque son de etapa simple, están constituidos por una turbina de flujo axial y un compresor centrífugo que están conectados por un eje soportado por cojinetes de apoyo.

El rendimiento que pueden desempeñar los turbocompresores, depende en gran parte de su estado de limpieza, es por esto que la limpieza que se realiza al compresor sea diaria por baldeo de agua, mientras que la turbina se realiza una vez por semana. [8]

Un funcionamiento defectuoso de los turbocompresores pueden ocasionar al motor las siguientes consecuencias:

- Disminución del rendimiento del motor.
- Mayor consumo del combustible.
- Alta temperatura de los componentes del motor.

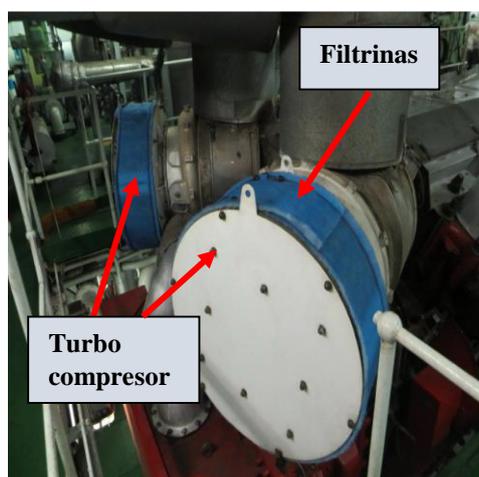


Ilustración 21: Turbocompresor

Fuente: [9]

Características principales del turbocompresor:

Marca	Napier turbochargers
Modelo	297 C
Temperatura de trabajo	380-450 °C
Temperatura máxima	3650 °C
Velocidad de trabajo	24000-26000 rpm
Velocidad máxima	29500 rpm.

Tabla 5: Características principales del turbocompresor

Fuente: [9]

3.3.1.4.- Reductora

Es la encargada de transmitir y conectar el movimiento del motor principal con el eje de la hélice, su función es la reducir el movimiento que transmite el motor a unas 750 rpm en condiciones normales a una velocidad de giro de la hélice de 146.9 rpm, eso se consigue mediante un sistema de engranajes solidarios.

Cuenta con tres salidas, una para el eje de la hélice, otra para el generador de cola y la última para una bomba hidráulica de lubricación y refrigeración para la propia reductora.

Dispone también de una bomba de aceite de reserva, movida por un motor eléctrico que es la encargada de la lubricación de la reductora en proceso de arrancado del motor solamente, una vez arrancado esta bomba se apaga y la reductora se lubrica por una bomba que tiene acoplada. [8].

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

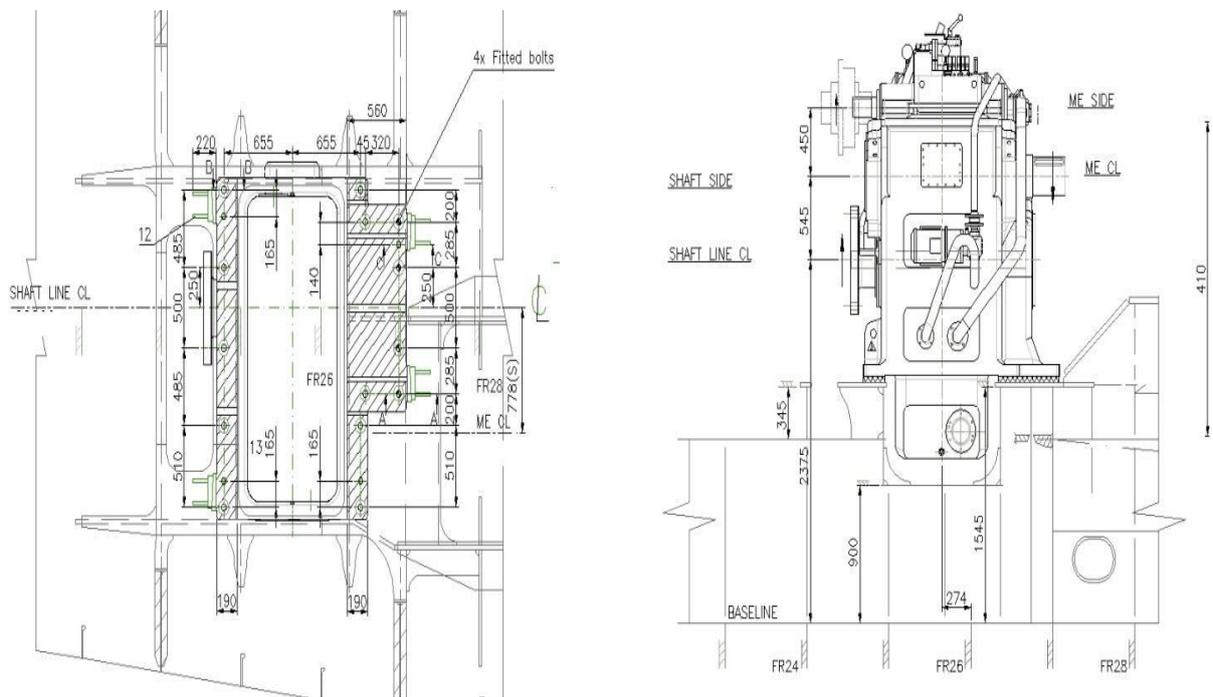


Ilustración 22: Esquema de la reductora

Fuente: [8]

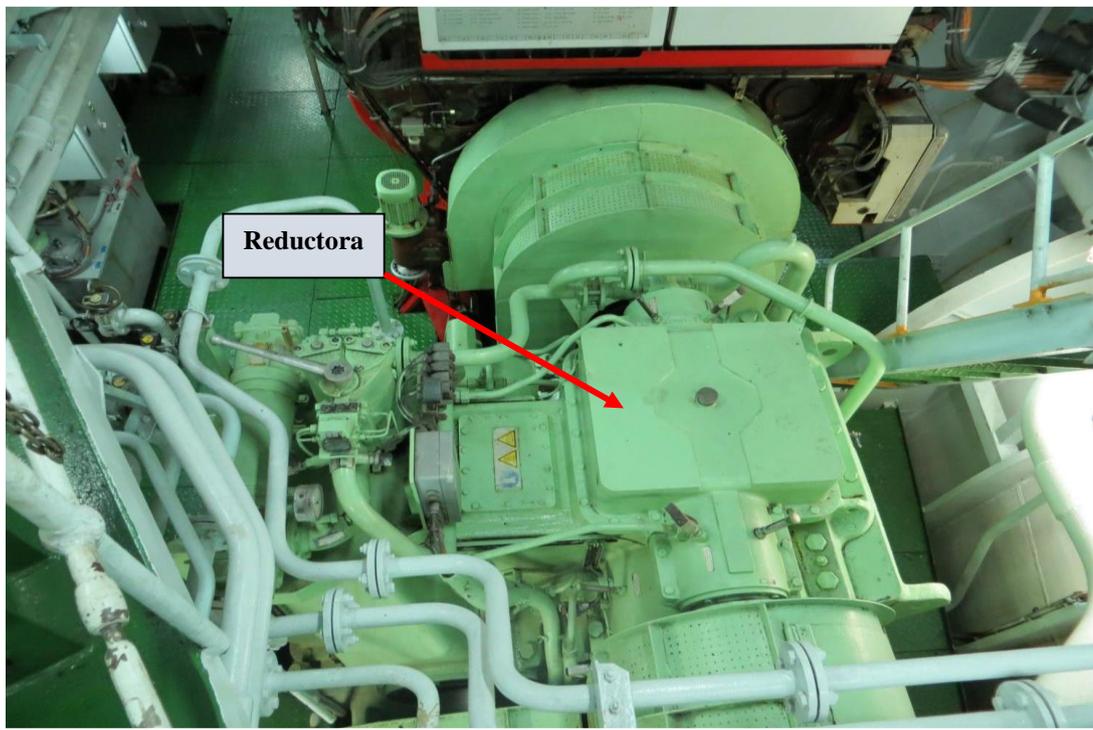


Ilustración 23: Vista de la reductora

Fuente: [8]

Características principales de la reductora:

Reductora		Bomba acoplada		Bomba de reserva	Motor eléctrico	
Marca	RENK AG	Marca	KRANGH T	KRANGHT	Marca	STN
Modelo	RSH-950	Modelo	KF-5/200	KF-5/150	Voltaje	440 V
Consumo	1543 Kw	Caudal	340 l/min	246 l/min	Frecuencia	60 Hz
Velocidad entrada	750 rpm	Presión descarga	6 bar	6 bar	Potencia	4.8 Kw
Velocidad de salida	146.9 rpm	Velocidad	1813 rpm	1715 rpm		
Capacidad de aceite lubricante	850 L					

Tabla 6: Características principales de la reductora

Fuente: [8]

3.3.1.5.- Hélice y eje de cola

La hélice de este buque tiene 4 palas de paso variable que siempre giran a las mismas revoluciones, el control para la orientación de dichas palas se realiza a través de un sistema hidráulico formado por pistones instalados en el núcleo de la hélice para corregir el paso de las palas.

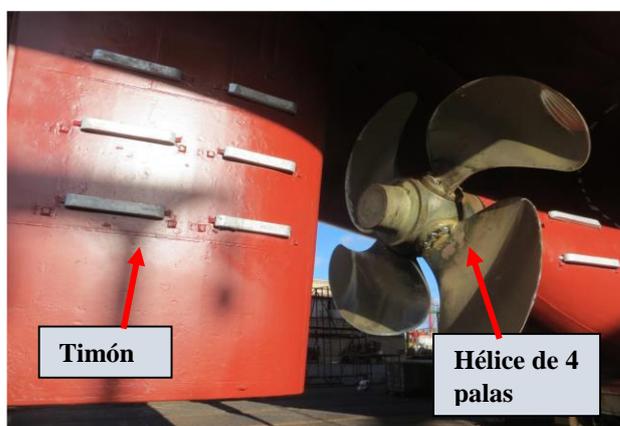


Ilustración 24: Hélice

Fuente: [16]

Características de la hélice:

Hélice	
Marca	Wärtsila Propulsión
Modelo	CPP2-20250-038-160M-A2A10SDS
Sentido de giro	Horario
Diámetro exterior	4550 mm
Diámetro núcleo	1190 mm
Material núcleo y palas	Bronce
Pala tipo	CLT (movimiento oblicuo moderado)
Núcleo tipo	LIPS 4D/1190

Tabla 7: Características de la hélice

Fuente: [16]

La línea del eje cubre toda la distancia que hay entre el plato de acople de la reductora hasta la hélice.

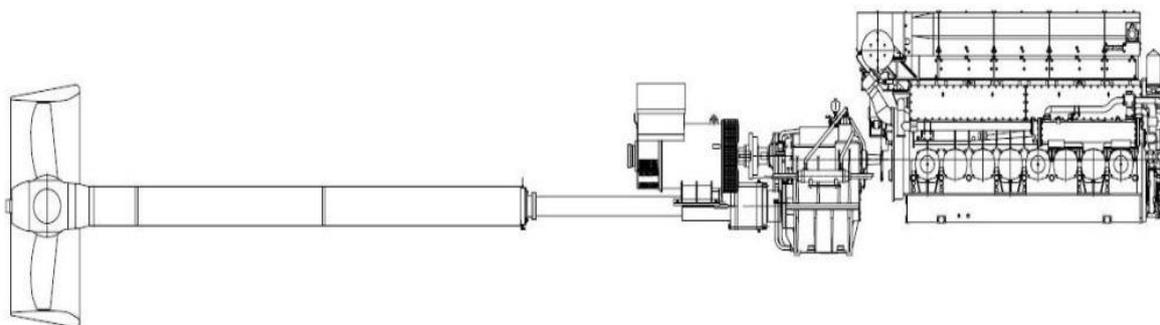


Ilustración 25: Línea de eje

Fuente: [15]

Características de la línea de hélice:

Línea de hélice	
Marca	LIPS PROPTECH
Longitud	12960 mm
Acople	FC 320
Peso	640 Kg

Tabla 8: Características línea de eje

Fuente: [9]

Para dar la estanqueidad entre el eje de la hélice y es casco del buque y así evitar que entre agua al interior del mismo, se usa lo que se llama sello de bocina y este tiene que estar lubricado por aceite. [9].

Características del sello de la bocina:

Sello de bocina	
Marca	LIPS PROPTECH
Longitud	5176 mm
Sellos	JMT

Tabla 9: Características del sello bocina

Fuente: [9]

3.3.1.6.- Sala de control

Es el lugar donde nos encontramos el cuadro eléctrico principal donde podremos controlar y vigilar todos los sistemas que conforman el buque. La PLC, sistemas de control de sentinas y líneas de combustibles, el control de las alarmas, paneles de control para el motor principal (el control manual del paso de la hélice y el control manual de las rpm del motor), indicadores de presión y temperaturas, panel de control de los motores auxiliares, panel de rociadores de cámara de máquinas, panel activación y paro de las bombas de la cámara de bombas.

En esta sala también se guardara toda la información y manuales relacionada con el sistema de máquinas y diferentes equipos y los sistemas que lo componen, así también se llevara a cabo un plan de mantenimiento preventivo, horas de funcionamiento, inventario de repuestos, planos de los distintos circuitos y toda la documentación necesaria para realizar el trabajo de mantenimientos del buque. [6], [7]

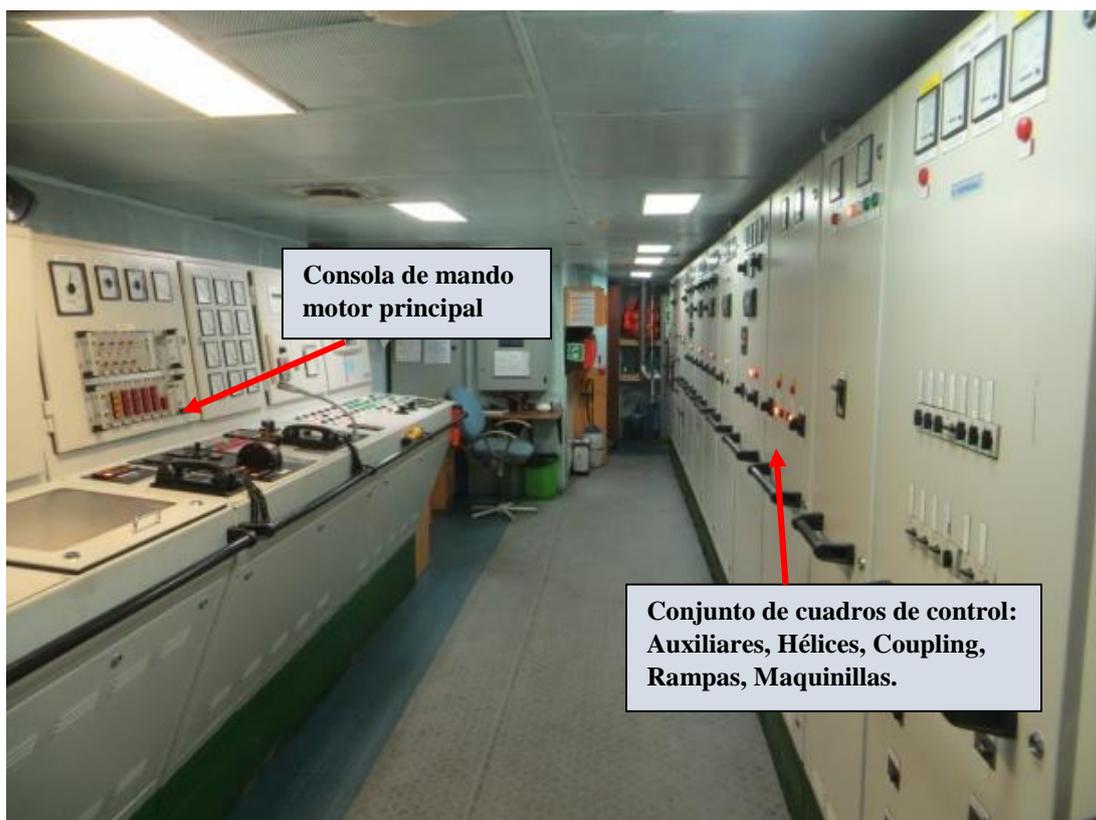


Ilustración 26: Vista de la sala de control de la sala de máquinas

Fuente: Trabajo de campo

3.4.- Gobierno del buque.

El gobierno del buque se basa fundamentalmente en que el motor principal debe siempre ofrecer unas revoluciones constantes, así la velocidad del buque se controlará automáticamente por el paso de la hélice que repercutirá en la carga del motor. [7].

El sistema de gobierno lo podemos dividir en varios grupos:

3.4.1.- Sistema hidráulico

Controla el paso de la hélice, en ella está integrado por dos grupos de bombas hidráulicas conectadas mediante un acoplamiento semiflexible a los motores eléctricos.

BOMBA HIDRÁULICA			
Bomba		Motor	
Marca	LIPS PROPTECH	Marca	AC-Motoren GmBH D-63110 Rodgau
Modelo	VL90C	Modelo	F0M 160M3-4
Consumo	11 kW	Voltaje	660-720 V
		Intensidad	21.1 A
		Frecuencia	50 Hz
		Potencia	13.2 kW
		Factor de potencia	0.84
		Velocidad	1460 rpm

Tabla 10: Características de la bomba hidráulica

Fuente: [9]

Estas bombas van sumergidas en el tanque de aceite del sistema, donde aspiran del tanque, previamente pasa por unos filtros, y lo mandan al bloque distribuidor. Este tanque tiene incorporados unos visores para controlar el nivel y temperatura del mismo, además de un sensor de alarma por bajo nivel.

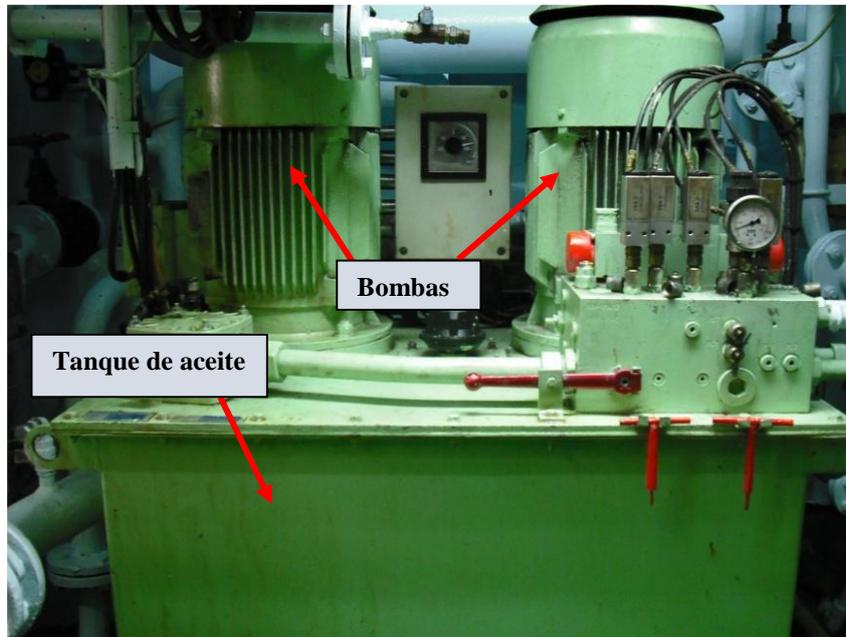


Ilustración 27: Tanque de aceite Cpp (Control de paso variable para la hélice principal) y bombas

Fuente: [7]

Incorporan también unas válvulas eléctricas de distribución, que recibe la señal procedente de una válvula piloto que es operada por solenoide. Esta señal es la que regula el flujo que amortiguan la apertura o cierre de la válvula piloto.

Este sistema también lleva provisto en su circuito tanto válvulas de seguridad como válvulas antiretorno que evitan la pérdida de presión en el circuito cuando las bombas están paradas. [7].

3.4.2.- Servomotor:

Este dispositivo es el encargado de dirigir la pala del timón, capta las señales emitidas desde el puente de mando a través del telemotor, donde amplifica su

señal hasta conseguir una alta intensidad a los motores hidráulicos del servomotor para que muevan la pala del timón.

Este sistema cuenta también con un servicio de bombas que al ponerlos en marcha, ya sea desde el puente o desde el cuadro de control local del servo quedan automáticamente alimentados los mandos de los solenoides, pudiendo operar con el distribuidor a la bomba que esté en funcionamiento.

El timón se puede gobernar de cuatro maneras diferentes. La primera es la automática desde el puente, la segunda es la manual desde puente también, y desde el local del servomotor si fallan las dos anteriores se puede usar una tercera manera llamada back up usando unos pulsadores situados en la misma caja de control en el local del servomotor y la última manera es la de emergencia desde mismo servomotor pulsando con unos punzones y abriendo los solenoides manualmente, y siempre con unos pulsadores con indicadores de babor y estribor. Estas dos últimas formas son para casos excepcionales y siempre se deben de realizar estando en comunicación con el puente mediante el teléfono. [9]

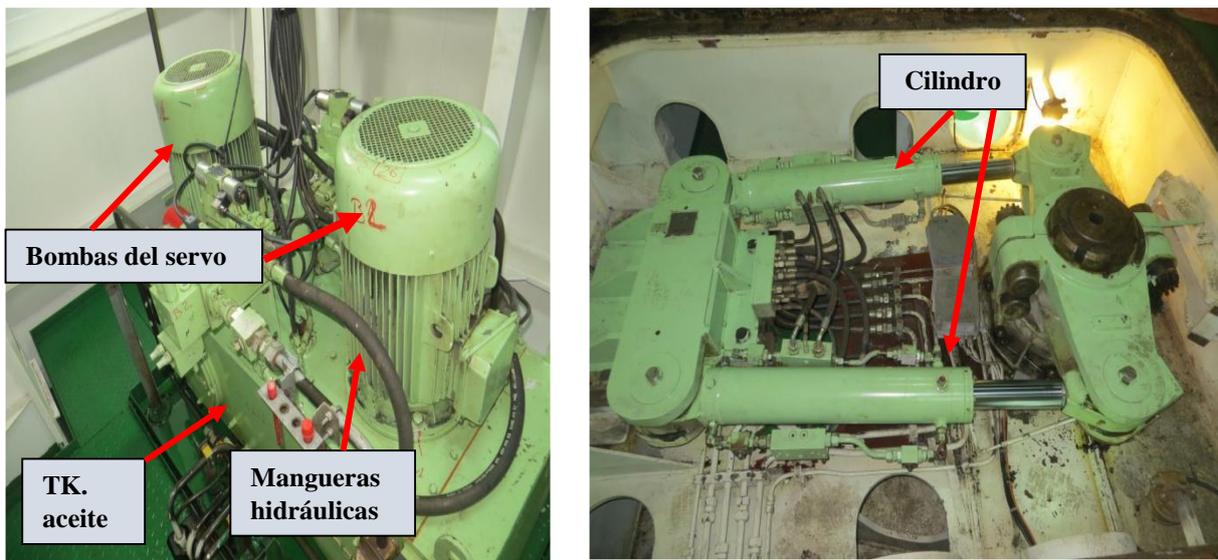


Ilustración 28: Vistas del servo y bombas

Fuente: Trabajo de campo

Características principales del servomotor:

Marca	Mariner ship's equipment
Modelo	MSE- 2Zol 280/35
Par máximo	343 kNm
Ángulo máximo del timón	2x35° (eléctrico) / 2x37° (mecánico)
Bomba hidráulica	Sauer NP 3/26
Presión máx. de aceite	260 bar
Motor conductor	CAMAKGM 180 M4
Voltaje	440 V
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1750 rpm
Pistón	2x doble acción
Diámetro pistón	160 mm
Diámetro vara pistón	100mm
Carrera	720 mm
Máxima fuerza de empuje	592 KN
Máxima fuerza de tracción	361 KN
Capacidad aceite del sistema	575 L

1: Características principales del servomotor

Fuente: [9]

3.4.3.- Mecha y Timón

En el timón lleva incorporada una articulación en la parte más a popa para poder facilitar de mejor manera la maniobrabilidad del buque, el timón funciona orientando el fluido produciendo un efecto de giro o de empuje.

La mecha es la parte inferior del mástil, que encaja en la carlinga, a veces de forma cuadrangular o prismática. También se llama así al eje del timón, que

vincula la caña con la pala del mismo, cuando no es del tipo suspendido en el espejo.

Características del timón:

Marca	BECKER
Tipo	Colgante
Articulación	FLAP

Tabla 12: Características del timón

Fuente: [9]

3.4.4.- Sistema eléctrico

La corriente necesaria para mantener las operaciones funcionales del buque es generado por el generador de cola o por los generadores auxiliares durante la navegación, accionado por el motor principal gestionado a través de un autómata o sistema de control. Este sistema controla el funcionamiento de los tres motores auxiliares según la demanda o el modo de navegación que lo necesitemos en cada momento, como en situaciones en que el buque atraca o fondea o en las diferentes maniobras que realicemos. Este sistema también es capaz de controlar las alarmas de cada grupo electrógeno, el acople a cada una de las distintas barras de distribución y el equilibrado de carga entres los auxiliares que estén arrancados.

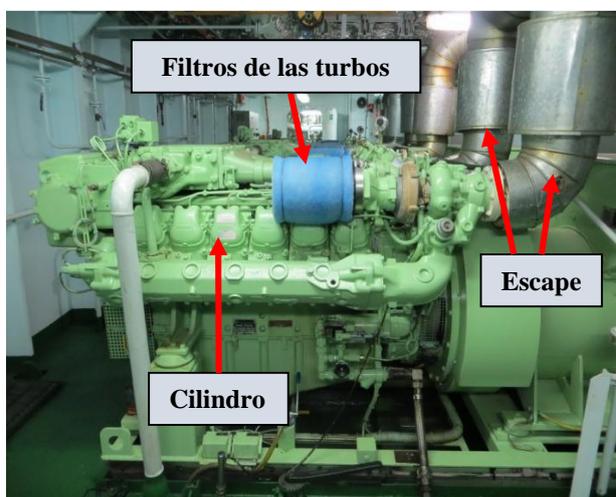


Ilustración 29: Motores auxiliares

Fuente: Trabajo de campo

Características de los motores auxiliares

Fabricante	MAN Diesel Engine	Presión de sobrealimentación	2.4 bar
Modelo	D2842LE301	Caudal bomba alimentación	250 l/h
RPM	1800 rpm	Pres. descarga bba alimentación	1.5 bar
Potencia mecánica	600 KW	Caudal gases de escape	4830 m ³ /h
Nº Cilindros	12 V	Temperatura gases escape	460 °C
Ciclo	4 tiempos	Capacidad aceite cárter	80 L
Diámetro cilindro	128 mm	Presión aceite	7-8 bar
Carrera pistón	142 mm	Temperatura aceite a la salida	85-95 °C
Cilindrada total	21.92 L	Consumo aceite	450 g/h
Relación compresión	15.5:1	Capacidad agua circuito refrigeración	50 L
Presión media efectiva	13.4 bar	Caudal bomba de agua	40 m ³ /h
Consumo específico	200 g/kWh	Presión de agua	1.2 bar
Peso	3200 K	Temperatura agua a la salida	75-85 °C
Caudal aire	1200 m ³ /h		

Tabla 13: Características de los motores auxiliares

Fuente: [9]

Durante la navegación y según las diferentes necesidades que requiere el buque, el sistema eléctrico ofrece cuatro posibles modos de navegar, donde son controlados desde la sala de control por medios de unos breakers, donde se acoplan o desacoplan a un cuadro con las tres fases de 440 V.

Los diferentes modos de conexiones al cuadro son los siguientes:

- **Manual:** en este modo tanto el encendido como la regulación de frecuencia para el acople a las barras se hacen manualmente, cuando vemos que es la correcta.
- **Semi-automático:** En esta forma lo único que accionamos es el encendido del mismo, pero la sincronización y el acople a las barras es automáticamente.
- **Automático:** En este sistema el generador auxiliar 1 es el prioritario y gobierna los otros dos, de este modo si es demasiada carga para él, se acciona de manera automática el siguiente generador.
- **Split:** Está pensado para los casos de maniobras. Se divide en dos grupos: todo lo que se refiere a la carga eléctrica del buque se ocupa el generador de cola que supone las hélices de maniobra, mientras que los otros servicios del buque y de la carga se encarga los generadores auxiliares.
- **Shaft:** Se usa solo durante la navegación. El generador de cola se encarga de toda la carga y servicios, mientras que los generadores auxiliares están apagados. [8], [9].

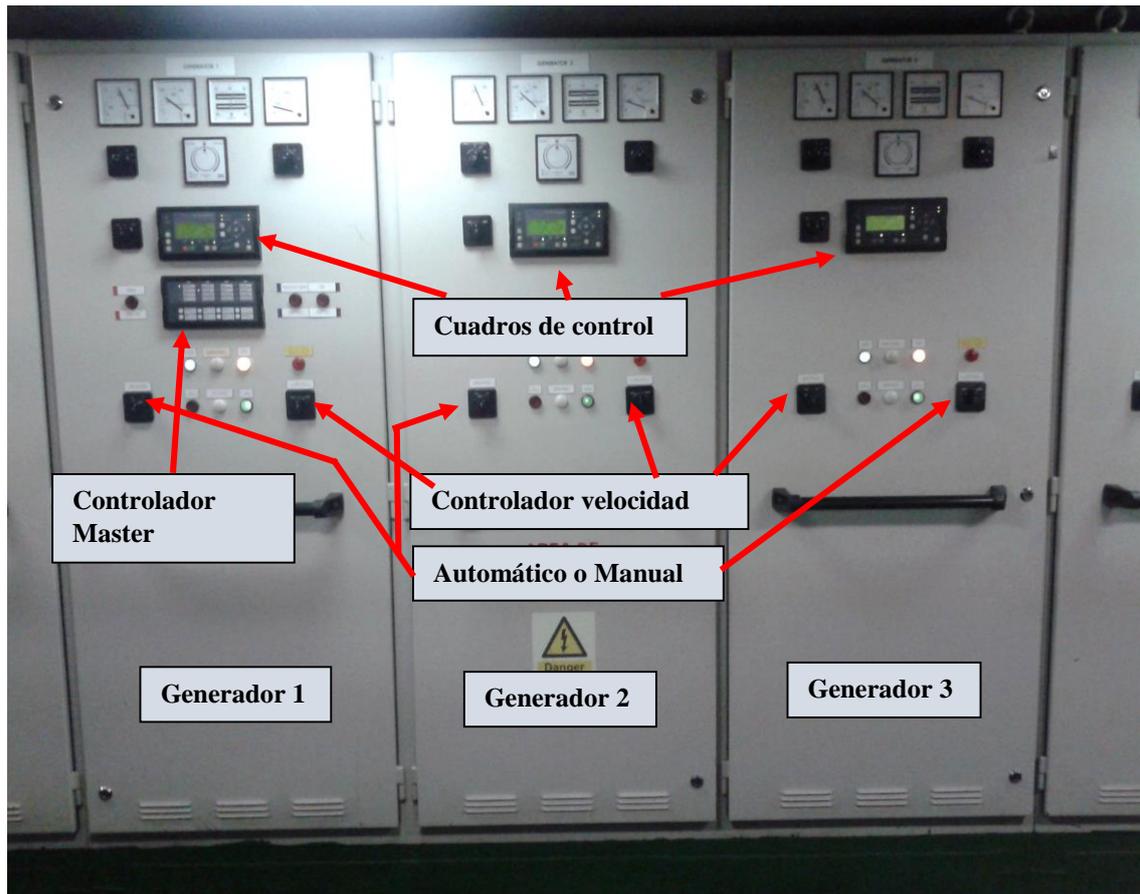


Ilustración 30: Panel de control de los motores auxiliares

Fuente: Trabajo de campo

3.4.5.- Generador de cola

Este dispositivo se usa durante la navegación para ahorrar energía y dinero, al usar el generador de cola el consumo del motor principal aumenta pero al mismo tiempo disminuye la necesidad de mantener en funcionamiento los generadores auxiliares, si por el contrario se necesita más potencia que el motor principal entrega a la hélice se desacopla el alternador de cola y se arrancan los motores auxiliares.

El sistema se encuentra acoplado al motor principal por la caja multiplicadora que transforma los 750 rpm del motor a 1814 rpm que necesita el alternador.

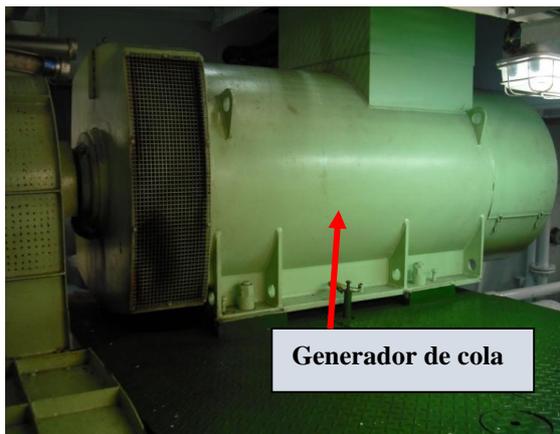


Ilustración 31: Generador de cola

Fuente: Trabajo de campo

Características principales del generador de cola:

Fabricante	AEM	Modelo	SE 450 L4
Voltaje	440 V	Intensidad	1900 A
Potencia	1800 kVA	Frecuencia	60 Hz
RPM	1814 rpm		

Tabla 14: Características principales del generador de cola

Fuente: Trabajo de campo

3.4.6.- Grupo electrógeno auxiliar

Este grupo está formado por tres motores auxiliares acoplados con sus respectivos alternadores que generan la tensión necesaria para cubrir los diferentes servicios del buque. La corriente generada se controla a través de unos autómatas o sistema de control llamado Interschalt, el cual es capaz de controlar todo el sistema eléctrico y los motores auxiliares dotándoles de un servicio extra al buque en caso necesario.

El buque dispone de tres alternadores auxiliares los cuales son los encargados de producir la tensión eléctrica necesaria para la maniobrabilidad del

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

buque cuando el generador de cola no está acoplado a la red. Esta tensión cuando se acopla a la red en paralelo pueden proporcionar una potencia de 1902 kW.



Ilustración 32: Transformadores

Fuente: Trabajo de campo

Características principales de los alternadores auxiliares:

Fabricante	Leroy Somer	Modelo	LSAM 49.1 S4C 6S/4
Voltaje	450 V	Intensidad	1900 A
Potencia	634 kW	Frecuencia	60 Hz
RPM	1800 rpm	Factor potencia	0.8
Peso	1350 kg		

Tabla 15: Características principales de los alternadores auxiliares

Fuente: [9]

IV.- METODOLOGÍA

IV.- METODOLOGÍA

Las diferentes metodologías que empleada en cuanto para la realización de este proyecto la podremos distinguir en varios grupos.

4.1.- Documentación bibliográfica

La documentación aparecida en el trabajo es a partir de unas fuentes bibliográficas en las que se incluyen tales como páginas web, informes y manuales del barco, etc. Además de los conocimientos adquiridos en el buque a lo largo del período de embarque en prácticas.

Tanto para el mantenimiento, las revisiones y los diferentes componentes que conforman las hélices se recurrió al manual del buque.

4.2.-Metodología del trabajo de campo.

Para la realización de este proyecto se ha realizado un trabajo de campo que consistió en hacer varias tomas de fotos de los distintos elementos que lo componen y necesarios para el sistema del gobierno de las hélices del buque OPDR Andalucía.

4.3.- Marco referencial

Consiste en el estudio sobre las hélices de maniobra tanto de proa como la de popa que contiene el buque OPDR Andalucía y en el cual tuve la suerte de estar embarcado.

V.- RESULTADOS

V.- RESULTADOS

En este apartado veremos los principales funcionamiento y el aprovechamiento del grupo de las hélices en sistema montado en el buque OPDR Andalucía.

5.- Hélices transversales (proa y popa).

La primera hélice de maniobra apareció en el año 1959 de paso variable, desde que se introdujo su funcionamiento en el buque de bandera danesa “Prinsesse Benedikte” se han ido incorporando a diversos tipos de buques que tienen una gran necesidad de maniobras más específicas.

En la actualidad su empleo se ha extendido a todo tipo de buque, ya que aumenta las cotas de seguridad, al proporcionarles una gran variedad de maniobras en las condiciones más desfavorables, fuertes rachas de viento o corrientes, pudiendo contrarrestar la inercia que lleva el buque.

Las hélices de maniobra pueden estar únicamente instaladas transversalmente situadas bajo la línea de flotación en las zonas de proa o popa o en ambos extremos a la vez del buque, con la finalidad de proporcionales unas fuerzas laterales que asistan la acción del timón a bajas velocidades ya que es poco relevante, normalmente en las maniobras de atraque y desatraque del mismo. Este tipo de hélices pueden rotar tanto en sentido horario como en sentido antihorario, en el plano paralelo al eje longitudinal del buque, lo cual produce un empuje lateral hacia estribor o babor.

Un aspecto negativo de este tipo de hélice a la acción opuesta a la deseada es el llamado efecto Coanda, por el que el chorro que sale tiende a adherirse al pantoque produciendo una zona de presión negativa opuesta al fluido. Sin embargo tiene muchas más ventajas que desventajas, como por ejemplo. [19].

- Máxima eficacia lateral, por su colocación en los extremos del buque.
- Disponibles en cualquier tipo de condiciones
- Buen control lateral

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

- Reduce las necesidades de remolcadores
- Ayuda al gobierno a muy bajas velocidades
- En máquina atrás, no necesita tanto espacio por la popa y controla bien la proa.
- A velocidades baja, el timón junto con la hélice de maniobra proporciona un momento de giro prácticamente constante.

Por otra parte cabe mencionar que tienen algunas limitaciones:

- Poca eficacia a determinadas velocidades, entre 2 y 5 nudos.
- No son muy eficaces con poco calado por estar cerca de la superficie.
- Menos potencia que los remolcadores actuales.
- No se puede usar para disminuir arrancadas.
- Requiere constante mantenimiento.
- Disponibilidad de rejillas en los túneles que evitan que se introduzcan objetos. [20].

El buque en cuestión que estamos tratando en este proyecto cuenta con dos hélices transversales de maniobra, una a proa y otra a popa, estas hélices están movidas por un motor eléctrico, las cuales tienen un consumo eléctrico excesivo, en las maniobras se divide el sistema eléctrico con tal de que el generador de cola se ocupe de ellas dejando los demás servicios del buque a cargo de los generadores auxiliares.

La hélice transversal de proa es de mayor tamaño y potencia que la hélice de popa, esto se hace para facilitar la maniobra, ya que la hélice de popa se ayuda con la hélice de paso variable.

Las hélices transversales constan de tres velocidades, según la necesidad de las mismas. La electricidad antes de llegar al motor eléctrico que mueve la hélice pasa por una serie de resistencias, donde por medios de swich se aportan al circuito más o menos resistencias reduciendo o aumentando así la intensidad que le llega a la hélice, obteniendo las diferentes velocidades en cuestión. [21].

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

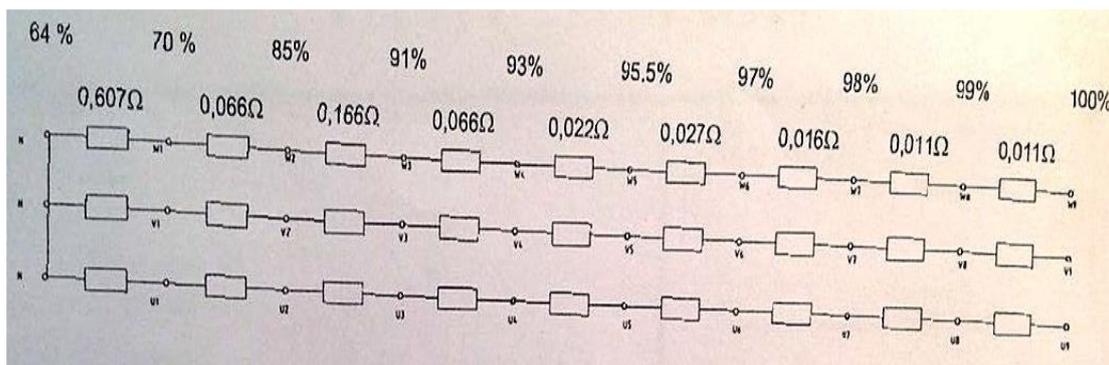


Ilustración 33: Esquema de las resistencias

Fuente: Trabajo de campo

Los elementos de potencia constan de un motor asíncrono de 3-fases, con un eje de paso variable adjunto. Tanto la velocidad de rotación, como la potencia del motor, varía cambiando resistencias fuera del circuito de rotor. Si cambiamos la dirección de rotación y por tanto cambiamos la dirección de movimiento del buque (babor/estribor), se consigue mediante la conmutación de las dos fases.



Ilustración 34: Control de la hélice de proa desde el puente

Fuente: Trabajo de campo

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

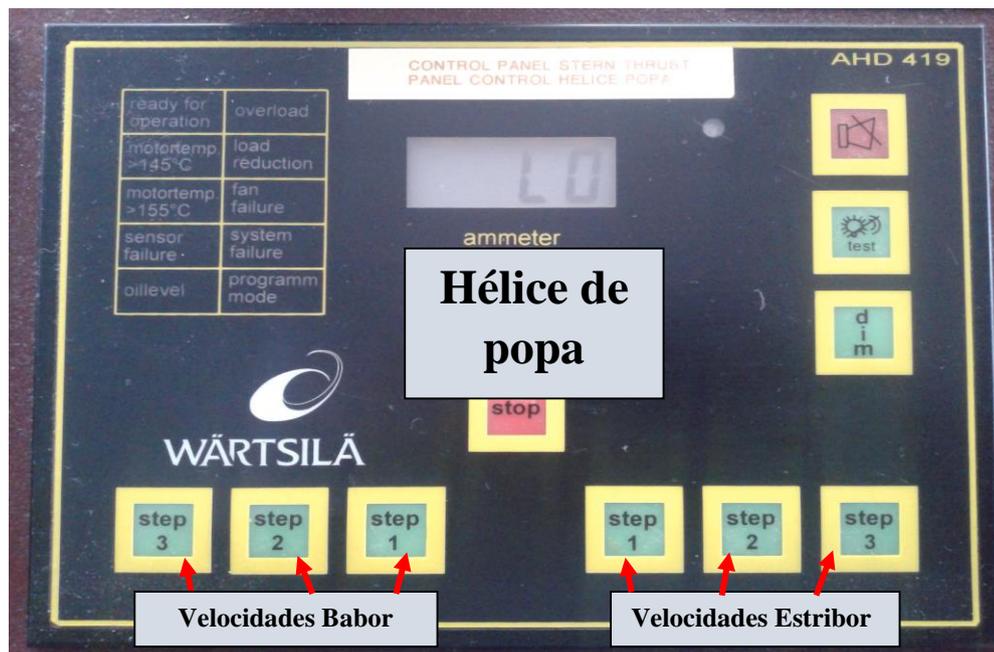


Ilustración 35: Control de la hélice de popa desde el puente

Fuente: Trabajo de campo

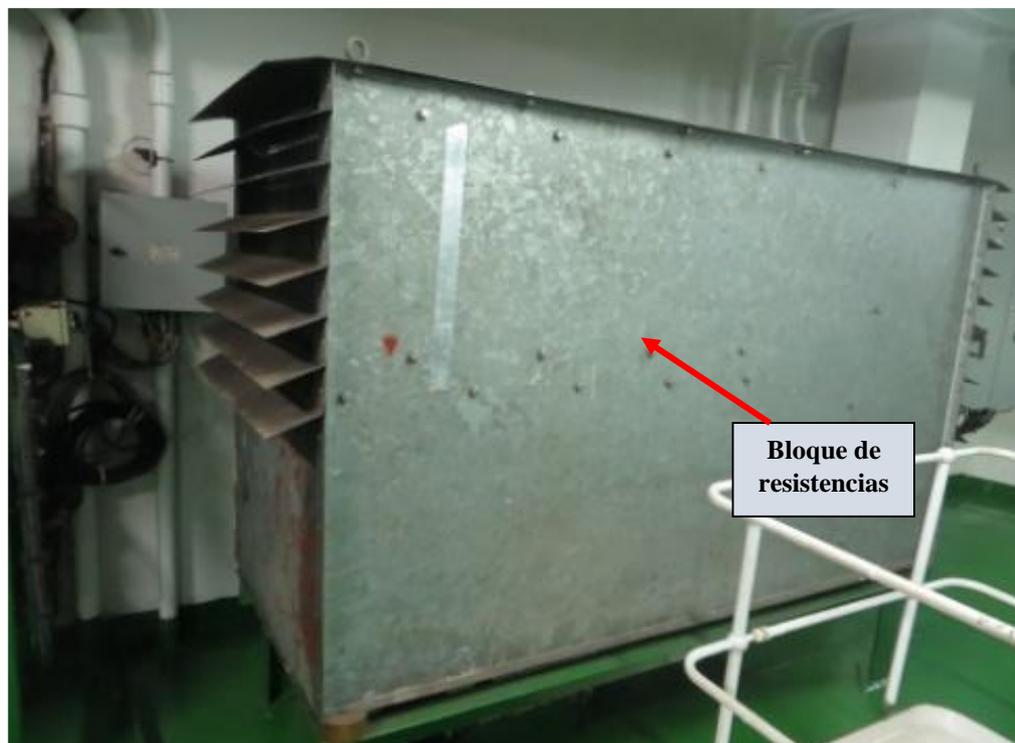


Ilustración 36: Bloque de resistencias y ventilador

Fuente: Trabajo de campo

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

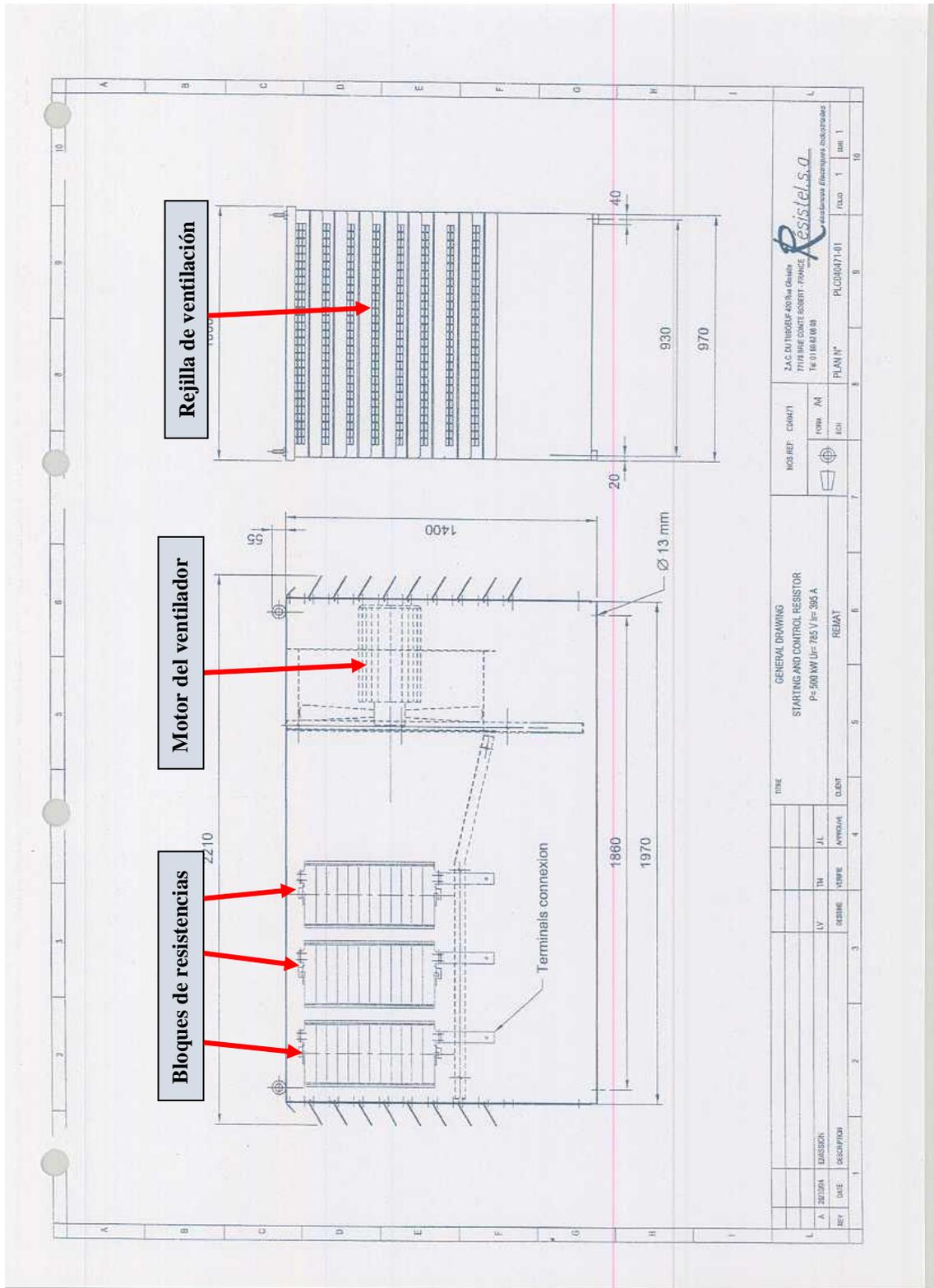


Ilustración 37: Esquema del bloque de resistencias

Fuente: Trabajo de campo

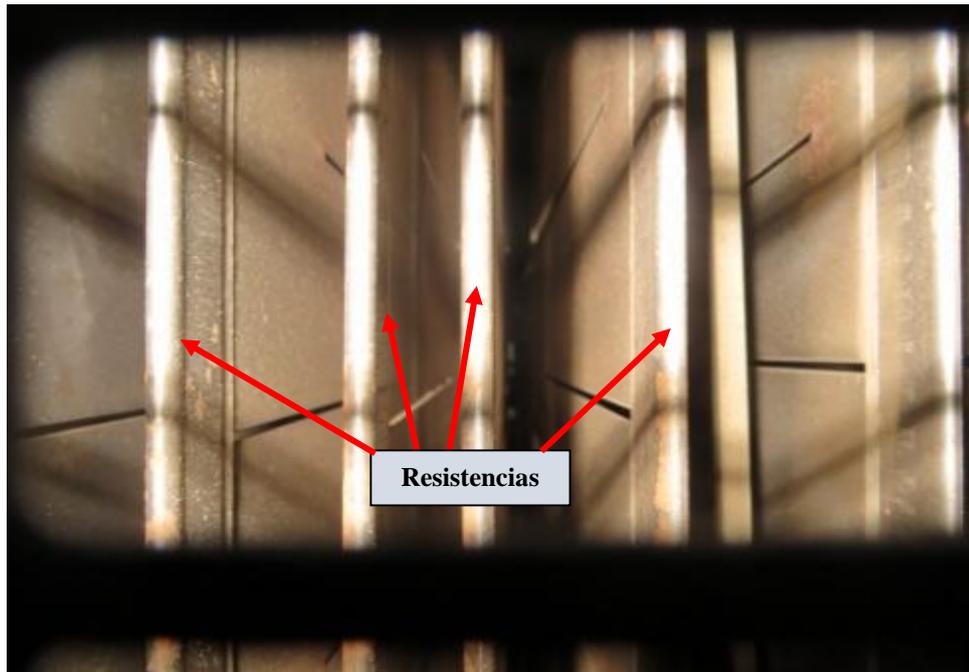


Ilustración 38: Resistencias de las hélices de maniobra

Fuente: Trabajo de campo

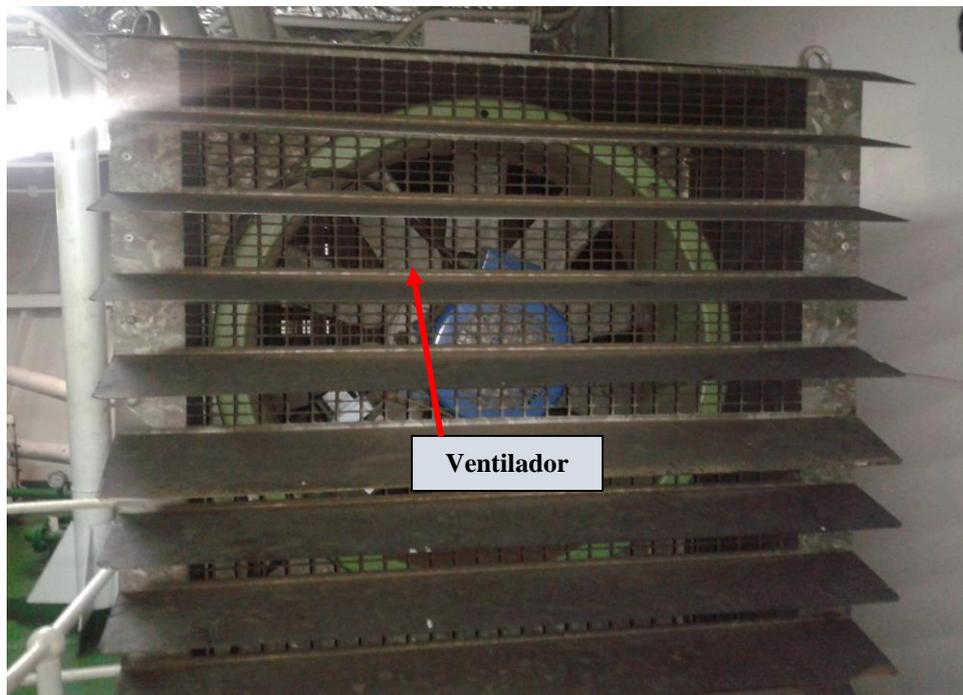


Ilustración 39: Ventilador de refrigeración de las resistencias

Fuente: Trabajo de campo

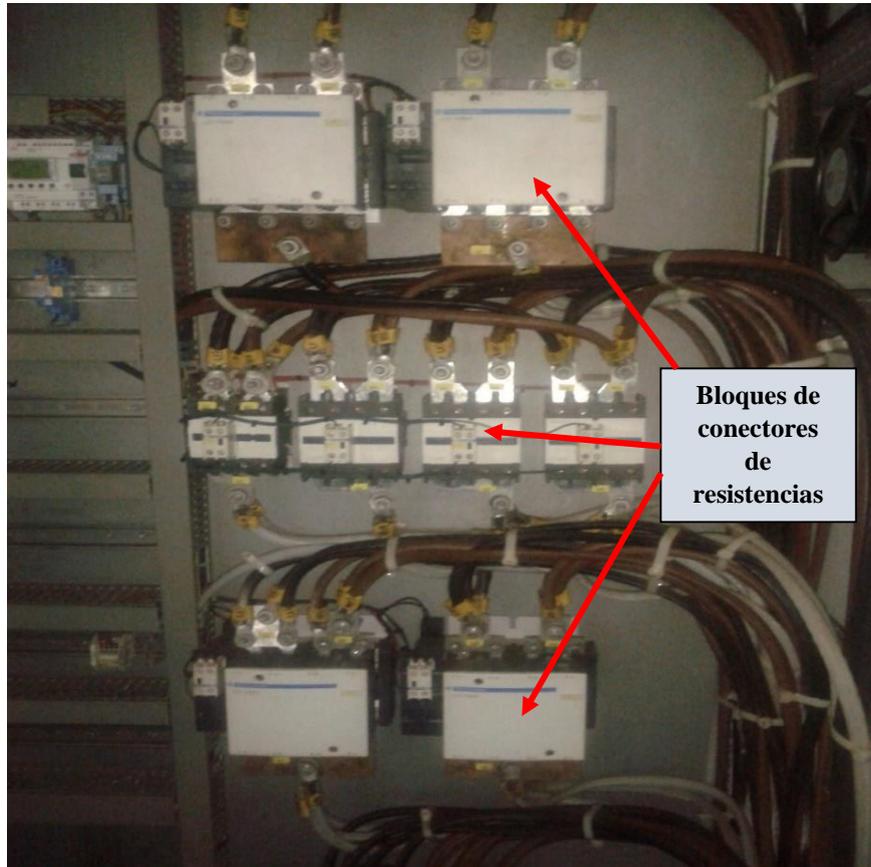


Ilustración 40: módulo de conectores de resistencias

Fuente: Trabajo de campo

“En este cuadro podemos ver los grupos o bloques de resistencias encargadas de operar según la demanda que se necesita al dar la señal desde el puente, cada bloque operara un grupo de resistencias dependiendo de la velocidad solicitada actuaran unas o todas.”

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

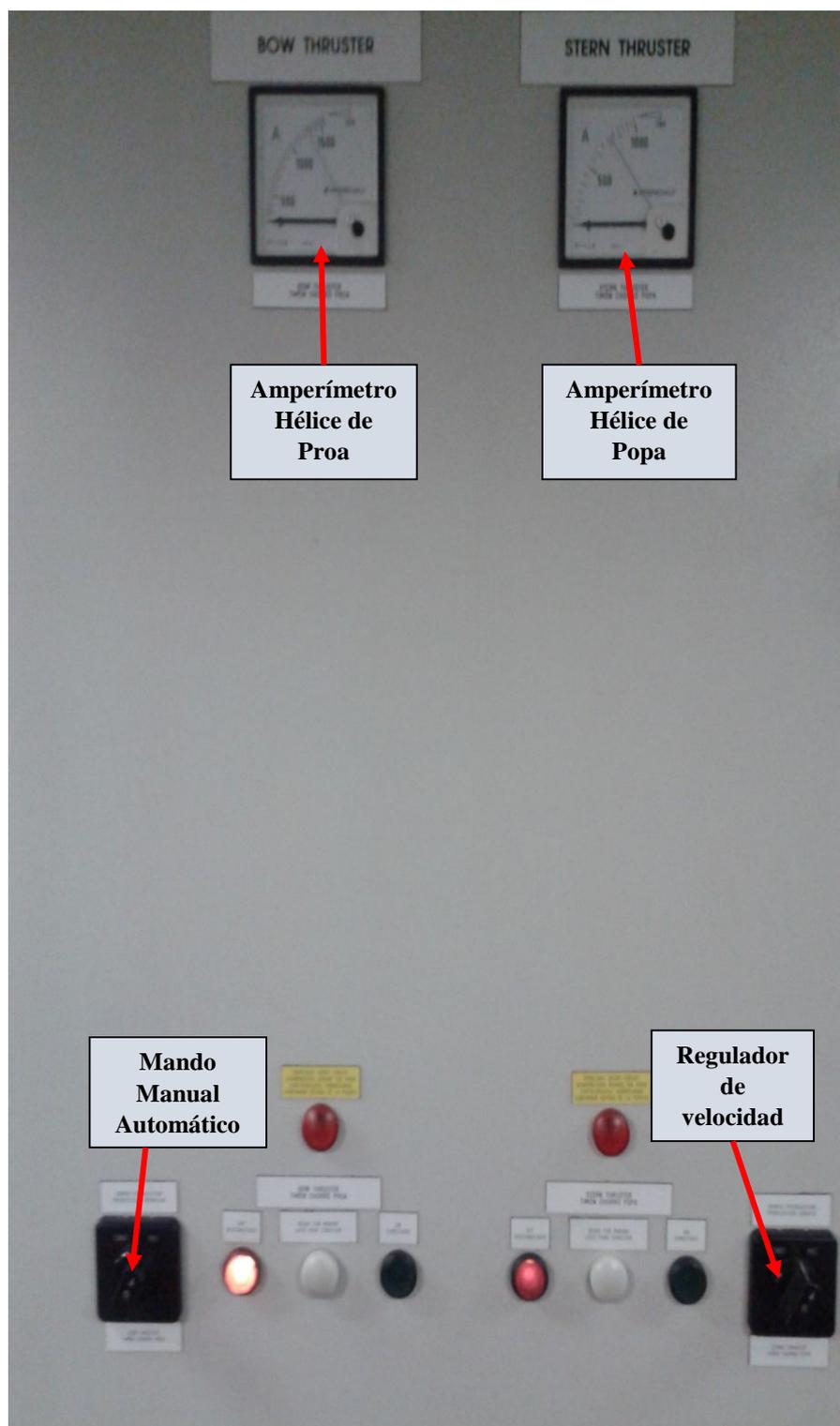


Ilustración 41: Cuadro de control de las hélices en el control de maquinas

Fuente: Trabajo de campo

5.1.- Motores eléctricos

Tanto la hélice de proa como la de popa están diseñados para poder funcionar, bien sea por corriente continua o con corriente alterna.

Como norma general, las hélices de proa debe ser capaz de producir una fuerza de empuje suficiente para trasladar dos o tres veces el área de la sección transversal del buque, por debajo de la línea de flotación.

Los motores eléctricos que se usan son los de corriente continua, los síncronos y los asíncronos

5.2.- Motores síncronos.

Su diseño es muy robusto y simple y asegura una vida larga con un mínimo de costes por averías y de mantenimiento. La principal aplicación de inducción es como un motor de velocidad prácticamente constante conectado directamente, por lo que es importante conocer bien el funcionamiento.

El principio de funcionamiento de este tipo de motores está basado en la creación de un campo magnético giratorio al alimentar los devanados estatóricos con tensiones trifásicas simétricas y equilibradas de pulsación. Esta corriente debido a la distribución de tres devanados estatóricos crean un campo magnético rotatorio constante, el cual equivale a un imán giratorio a la velocidad.

5.3.- Motores asíncronos de jaula de ardilla

El arranque se produce cuando se conecta la tensión a los devanados del estator. En ese instante la intensidad es muy elevada.

Este tipo de devanados soportan bien, las fuertes intensidades de arranque, ya que, las barras del devanado del rotor tienen bastante sección y, por otro lado, el arranque se realiza en pocos segundos, así evitando que pueden alcanzarse elevadas temperaturas que superan los límites admisibles.

El sistema de arranque estrella-triángulo es el más utilizado para motores de inducción trifásicos. Este tipo de sistema está basado en la utilización de un conmutador que conecta los devanados del estator en estrella durante el arranque, cambiando después su conexión a triángulo cuando el motor ha alcanzado cierta velocidad.

5.4.- Descripción técnica de las hélices

Datos técnicos de la hélice transversal de PROA:

<i>Modelo</i>	FT 175 H	
<i>Túnel</i>	Diámetro interior	1785 mm
	Longitud	1780 mm
	Espesor pared	20 mm
Hélice	Diámetro	1750 mm
	Velocidad	378 rpm
	Nº de palas	4
	Material	Aleación Cu+Ni+Al
	Peso	730 Kg
Motor	velocidad	1755 rpm
	Potencia	825 Kw
	Marca	Woelfer
	Modelo	MSODK355L-4bbb

Tabla 16: Datos técnicos de la hélice transversal de proa

Fuente: Trabajo de campo

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

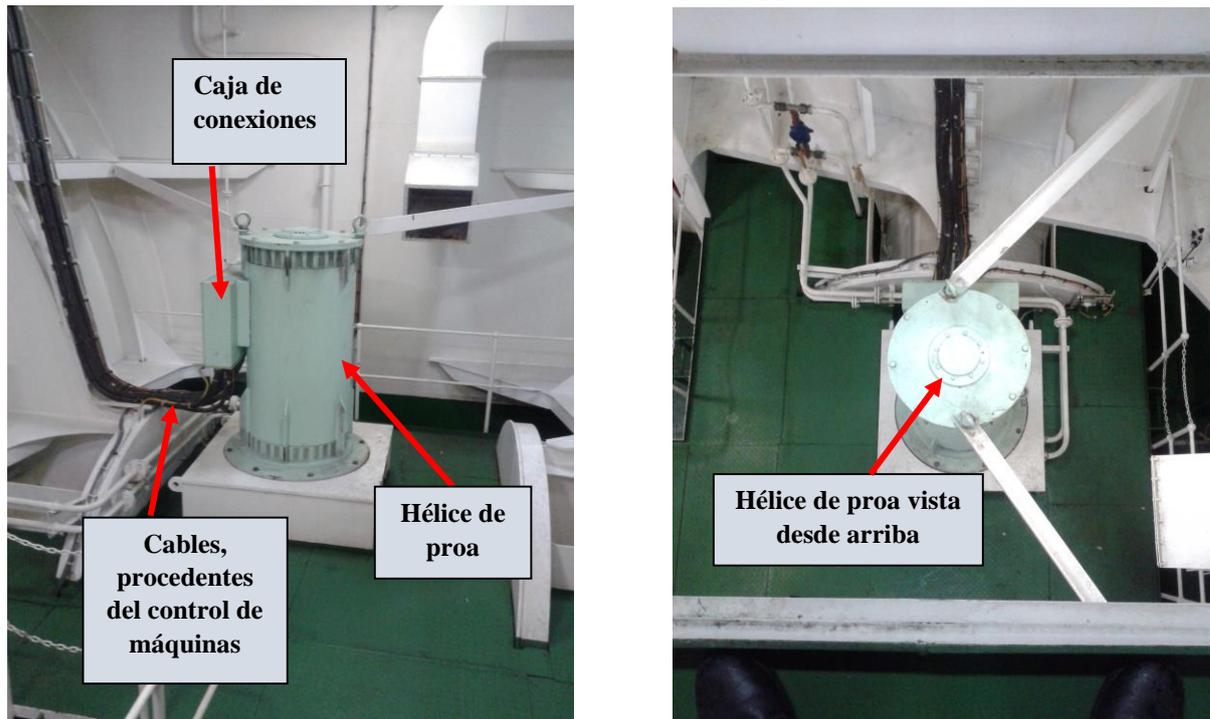


Ilustración 42: Vista general de la hélice de proa

Fuente: Trabajo de campo

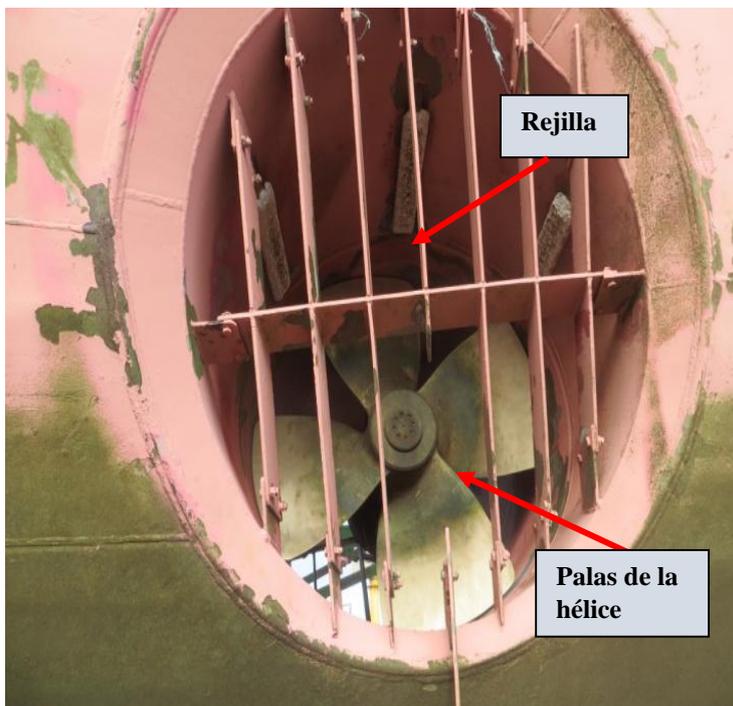


Ilustración 43: Vista exterior de la hélice de proa

Fuente: [9]

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

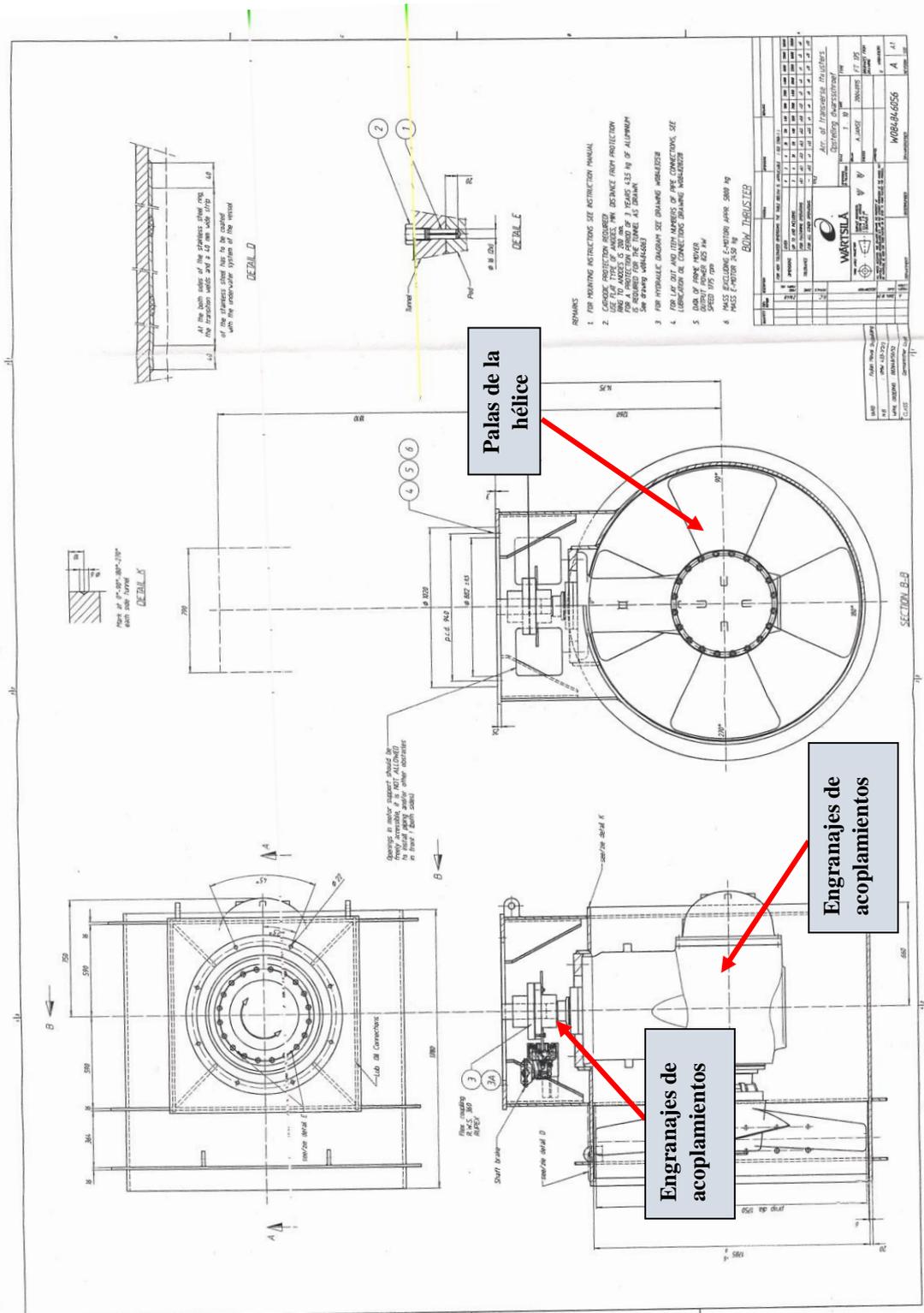


Ilustración 44: Esquema de la hélice de proa

Fuente: Trabajo de campo

Datos técnicos de la hélice transversal de POPA:

<i>Modelo</i>	FT 175 H	
<i>Túnel</i>	Diámetro interior	1280 mm
	Longitud	1910 mm
	Espesor pared	16 mm
Hélice	Diámetro	1250 mm
	Velocidad	519 rpm
	Nº de palas	4
	Material	Aleación Cu+Ni+Al
	Peso	264 Kg
Motor	velocidad	1755 rpm
	Potencia	500 Kw
	Marca	Woelfer
	Modelo	MSODK355L-4b

Tabla 17: Datos técnicos de la hélice transversal de popa

Fuente: Trabajo de campo

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

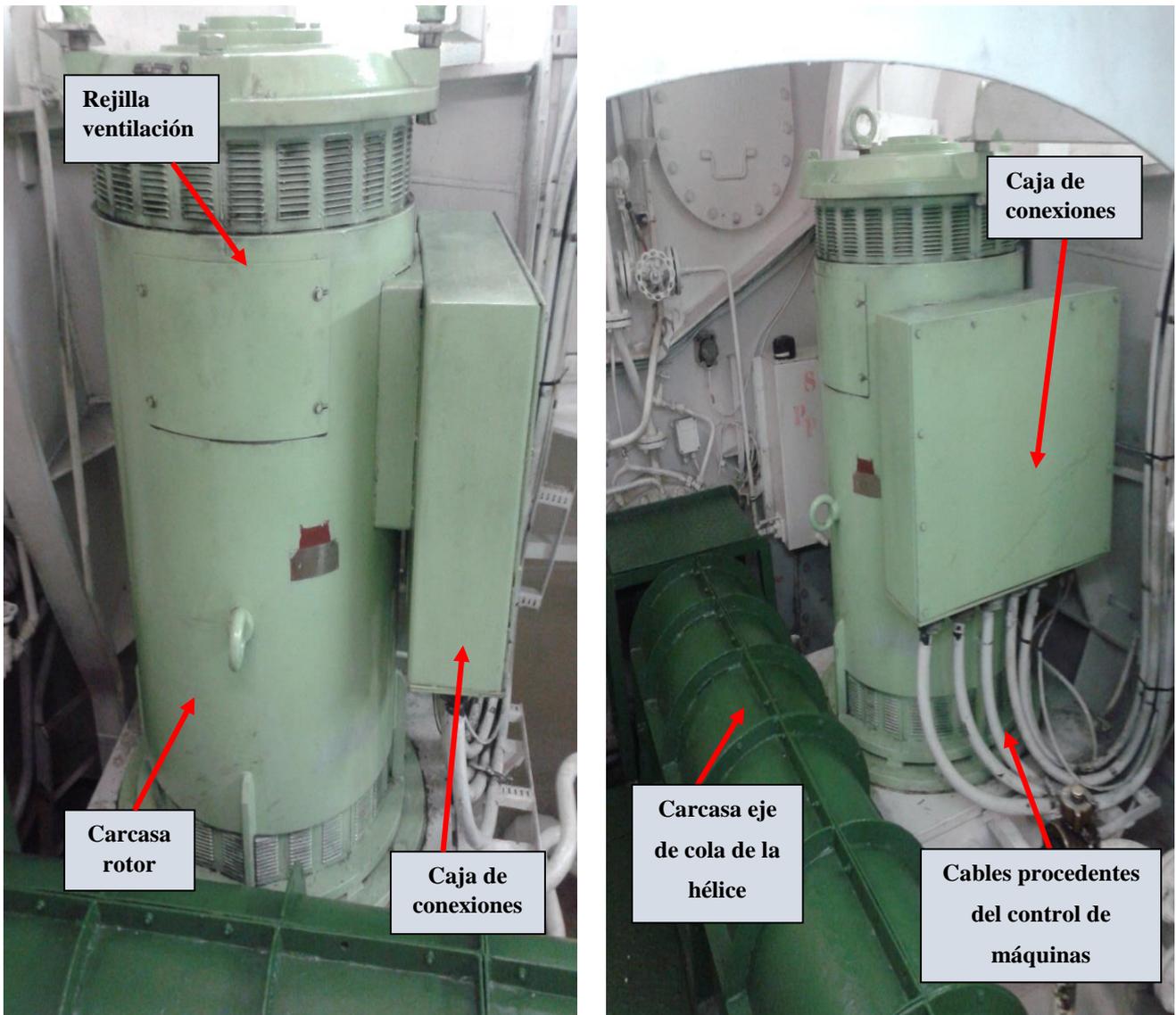


Ilustración 45: Vista general de la hélice de popa

Fuente: Trabajo de campo

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

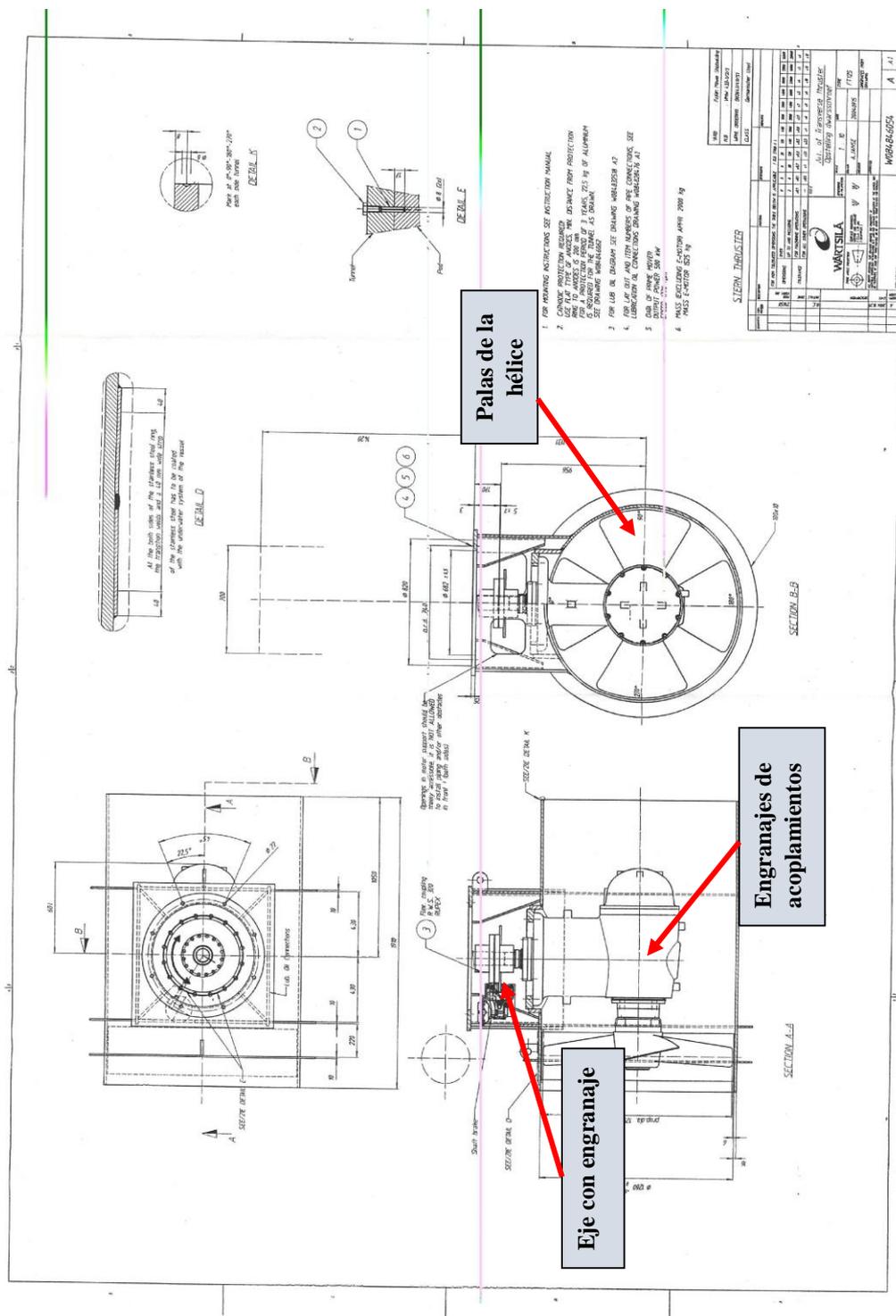


Ilustración 46: Esquema de la hélice de popa

Fuente: Trabajo de campo

El equipamiento consiste en los siguientes componentes:

- Túnel y disposición general
- Hélices con palas de paso fijo
- Engranaje con árbol de transmisión, de engranajes de ángulo recto y el eje del piñón.
- Freno eje
- Hélice para conducir a través del acoplamiento flexible
- Sistema de lubricación de aceite.

- Túnel y disposición general

La sección del túnel central está hecha de laminado de acero suave que se refuerza con anillos y se puede soldar directamente a los miembros estructurales del buque. Lleva provisto de un asiento para el alojamiento de un motor eléctrico vertical que se proporciona para evitar la erosión local, desde el túnel.

En el eje de entrada, la brida de acoplamiento está montado con un ajuste de unión por contracción escalonada que puede ser fácilmente desmontado con el uso de herramientas hidráulica estándar.

Los elementos flexibles de acoplamiento pueden ser intercambiados sin tener que desmontar el motor de accionamiento.

- Hélice con palas de paso fijo

La hélice mono-bloque con cuatro cuchillas va montado en el eje de la hélice con un encogimiento de conexión en forma cónica sin llave y en el otro extremo de la hélice se sella con una placa de retención.

- Hélice con engranajes de ángulo recto

El engranaje de ángulo recto es del tipo HPG Llingelberg ciclo-Paloide de calidad de unos 6 grados o mejor. La rueda de piñón y el eje son de una sola pieza, la rueda dentada está atornillada a una brida forjada en el eje de la hélice.

El piñón está soportado en ambos extremos por dos rodamientos de rodillos esféricos para absorber las cargas de dientes radiales y dos rodamientos axiales de rodillos esféricos en el lado de acoplamiento para absorber cargas axiales de los dientes, así como las posibles fuerzas radiales generadas por el acoplamiento.

El eje de la hélice está soportado por un rodamiento esférico de rodillos en el extremo libre y una combinación de un rodamiento de rodillos cónicos y un empuje de rodillos esféricos teniendo en el lado de la hélice para absorber las cargas de engranajes y las fuerzas de la hélice en el momento. El eje del piñón está sellado por un labio radial de revestimiento endurecido. El eje de la hélice está sellado por medio de tres juntas de labios radiales compatibles que se fabrican de un revestimiento de acero inoxidable, uno es un sello de aceite, los otros dos son sellos de agua.

El recipiente se llena con aceite y está conectada a un tanque de cabecera situado a un nivel suficientemente más arriba que el eje, para proporcionar la presión de aceite en el par de engranajes con el fin de evitar la entrada de agua en el caso de que los sellos de eje de la hélice estén dañadas.

- Freno Eje

El freno aguantando el eje neumático está montado en el acoplamiento flexible en el lado E-motor. Está diseñado para evitar que el propulsor no gire solamente. El freno es del tipo liberado de aire aplicada. Con el fin de evitar la sobrecarga del freno, que se deberá activar sólo cuando la velocidad del motor es inferior a 50 r.p.m. La hélice motor no se puede iniciar cuando el freno está accionado. El freno se controla a través del panel de control de freno que consiste en:

- Electro válvula neumática
- Interruptor de presión

El interruptor de presión se utiliza para detectar la posición “freno puesto”

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

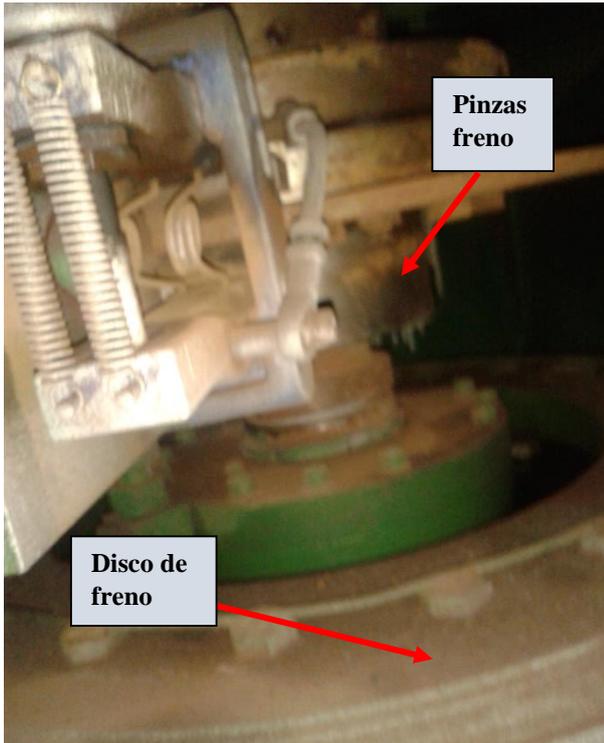


Ilustración 47: Disco freno, eje y pastillas

Fuente: Trabajo de campo

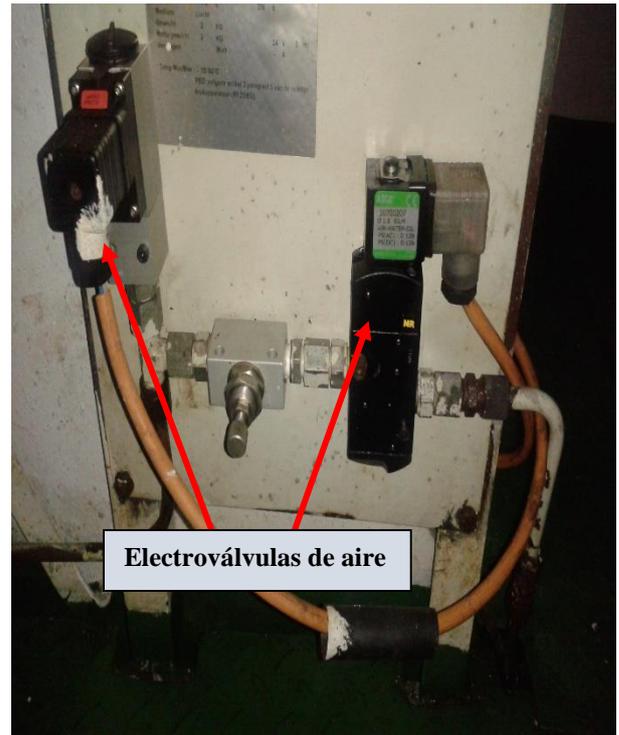


Ilustración 48: Electroválvula

Fuente: Trabajo de campo

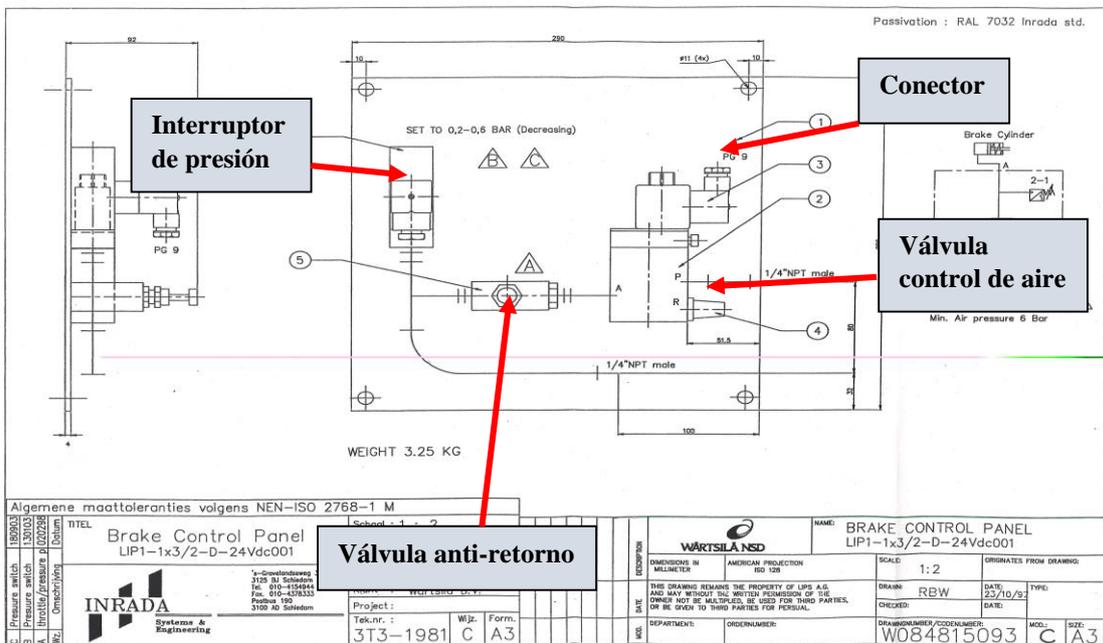


Ilustración 49: Diagrama del sistema de freno del eje

Fuente: Trabajo de campo

- Tanque de aceite de lubricación

El mecanismo de las hélices propulsoras laterales, como cualquier otro sistema mecánico, es necesario una lubricación para reducir al mínimo el rozamiento y conseguir un rendimiento óptimo. Para este proceso el sistema está provisto de un circuito lubricante, formado por un tanque-almacén de aceite que alimenta el sistema por gravedad, una bomba lubricante, tuberías, válvulas y tanques de drenaje.

El tanque de aceite de lubricación se proporciona con:

- Interruptor de nivel baja
- Dispositivo de nivel
- Respiradero

La presión de aceite en la vaina tiene que ser mantenida a un nivel superior a la presión estática del agua con el fin de evitar la entrada de agua en caso de juntas de eje dañadas. Por esta razón el depósito de aceite de lubricación se debe colocar a la altura de aproximadamente $1,2 X + 5$ del agua encima de la hélice de línea central. La línea "VT" está conectada a la parte superior de la vaina y actúa sólo como ventilación de conexión, la línea "ST" está conectada a la parte inferior de la vaina.

Es aconsejable instalar una válvula de cierre entre "ST" y el depósito de aceite de lubricación para permitir el drenaje de la vaina sin tener que vaciar el depósito de aceite de lubricación también. Cuando se instala una válvula de este tipo, se debe estar normalmente abierto.

A fin de proteger la junta del eje de piñón para cargas demasiado altas de presión de aceite, la altura calculada ($1.2.X + 5$) no debe exceder de 15 metros. Tanto el depósito de aceite como las tuberías deben mantenerse libre de heladas.

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

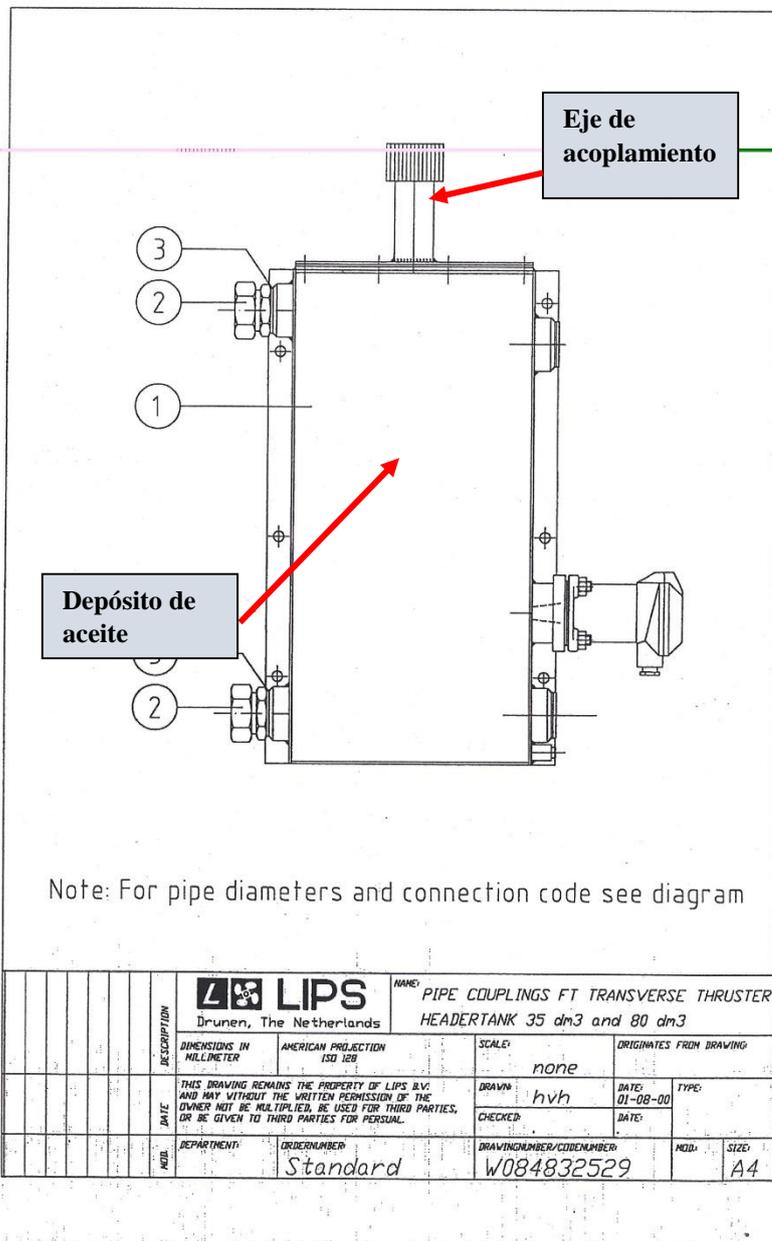


Ilustración 50: Tanque de aceite de lubricación

Fuente: Trabajo de campo

5.5.- Manual de instrucciones

A continuación veremos cómo se procede en el arranque y la parada de las hélices.

4.5.1.- Arranque

- Comprobar nivel de aceite en el tanque
- Interruptor en el sistema de control remoto
- Arrancar el motor accionamiento de la hélice

4.5.2.- Parada

- Stop motor de accionamiento de la hélice
- Interruptor fuera del sistema de control

5.6- Instrucciones de mantenimiento

Las tareas a realizar de mantenimiento después que su instalación se ha puesto en servicio las describimos a continuación. Los propulsores transversales están diseñados para operar con un mínimo necesario de mantenimiento. La mayor parte de las se realizan cuando el barco ésta atracado. Para un funcionamiento adecuado se puede realizar una comprobación periódica de las piezas de conducción como por ejemplo; el ruido o la vibración y la verificación del sistema de lubricación.

5.6.1.- Propulsor

- Comprobación: externa de las palas y cerraduras de todos los tornillos externos.

Normalmente, las superficie de las palas deben ser reacondicionado cada vez que haya una entrada en dique seco, para lograr un funcionamiento más eficientes.

- Inspección de los ánodos de sacrificio y sustitución en caso necesario.
- Todos los sellos deben ser renovados cada vez después del desmontaje.

5.6.2.- Pod con engranajes de ángulo recto

- Comprobar las juntas del eje de fugas.
- Comprobar recubrimiento por daños y perjuicios.
- Cuando el buque está en dique seco o atracado se puede quitar la tapa de inspección, por lo tanto los engranajes se deben comprobarse visualmente y mediante la medición de la reacción.
- Todos los sellos deben ser renovados cada vez después del desmontaje.

5.6.3.- Acoplamiento

El acoplamiento en general de las hélices es libre de mantenimiento, excepto para un control ocasional de los elementos flexibles para el desgaste.

5.6.4.- Sistema de aceite de lubricación

- Revisar todas las conexiones de tubería y brida regularmente
- Renovación de aceite de lubricación y limpieza de los depósitos cada año o dos, dependiendo de las horas de funcionamiento.

Mientras tanto la prueba regular de muestras de aceite

- Controlas el nivel en el tanque con regularidad.

- Piezas de repuesto

Al realizar el pedido de las piezas de repuesto, hay que mencionar varios puntos:

- Número de orden de la instalación
- Nombre de la parte
- Figura en la que aparece con su número de artículo

Tras la recogida de las piezas deben ser revisados. Si una parte se encuentra o está dañada durante el transporte, esto debe ser avisado inmediatamente.

Lista de herramientas especiales para el montaje nuevo de la hélice.

Elemento	Descripción	Cantidad
3.5	Placa de montaje	1
3.6	Plano, arandelas	6
3.7	Tornillos	6
3.8	Tuerca	6

A parte de estas herramientas también es necesario, mecanismos hidráulicos:

- Las bombas hidráulicas / inyectores con manómetros, mangueras y aceite para el montaje y desmontaje.
- Tuercas hidráulicas (tipo SKF HMV/101 Alternativa HMV... tipo FAG RK.)

Diagnóstico de averías y soluciones

Averías	Causa	Solución
1. No se puede iniciar motor de accionamiento debido propulsor bloqueado eje de entrada	<p>a. Hoja o hojas de la hélice pegadas.</p> <p>b. Engranajes internos de la caja dañados</p>	<p>a. Revisar la hélice por buzo, liberar la hélice si es posible.</p> <p>b. Reparación</p>
2. Motor de accionamiento gira, sin rotación de la hélice	<p>a. El acoplamiento del eje del eje/entrada de motor accionamiento deslizó/falló</p> <p>b. El daño interno caja de cambios</p>	<p>a. Reparar / reemplazar</p> <p>b. Reparación</p>
3. La hélice gira pero no	a. Túnel bloqueado	a. Comprobar túnel

desarrolla empuje		
4. Vibraciones repentinas	a. Hojas de la hélice dañada	a. Revisar hélice, y cambiar cuchillas para su reparación
5. Unidad de sobrecarga del motor	a. Daños internos en la caja de cambios b. Túnel bloqueado	a. Reparación b. Comprobar túnel
6. Aceite de fuga de un eje de entrada	a. Sello en mal estado	a. Reemplazar
7. Aceite de fuga de la tubería	a. Las conexiones sueltas	a. Revisar y apretar las conexiones
8. Aceite de fuga por la borda	a. Dañado o sello del eje de la hélice desgastada	a. Reparar/reemplazar

Tabla 18: Diagnóstico, averías y soluciones

Fuente: Trabajo de campo

Conexión eléctrica: los trabajos de montaje en la conexión eléctrica de la máquina se ha de establecer mediando la observación de las normas de la sociedad de clasificación.

Al principio, se aclarará el volumen de trabajo a realizar y la ubicación de la caja de bornes, así como la conexión del terminal y de los diferentes cables que conlleva.

Selección del cable: el área de sección transversal del cable debe estar dispuesto para la corriente eléctrica nominal de la máquina, por lo que todo tiene que estar dispuesto por la sociedad de clasificación, así también como el tipo de cableado a utilizar y las condiciones de temperaturas en el ambiente

La conexión del cable a la barra de conexión: las barras de conexión para la conexión de los cables, tienen que venir proporcionadas por el fabricante con tornillos hexagonales compuestas por arandelas de cierre.

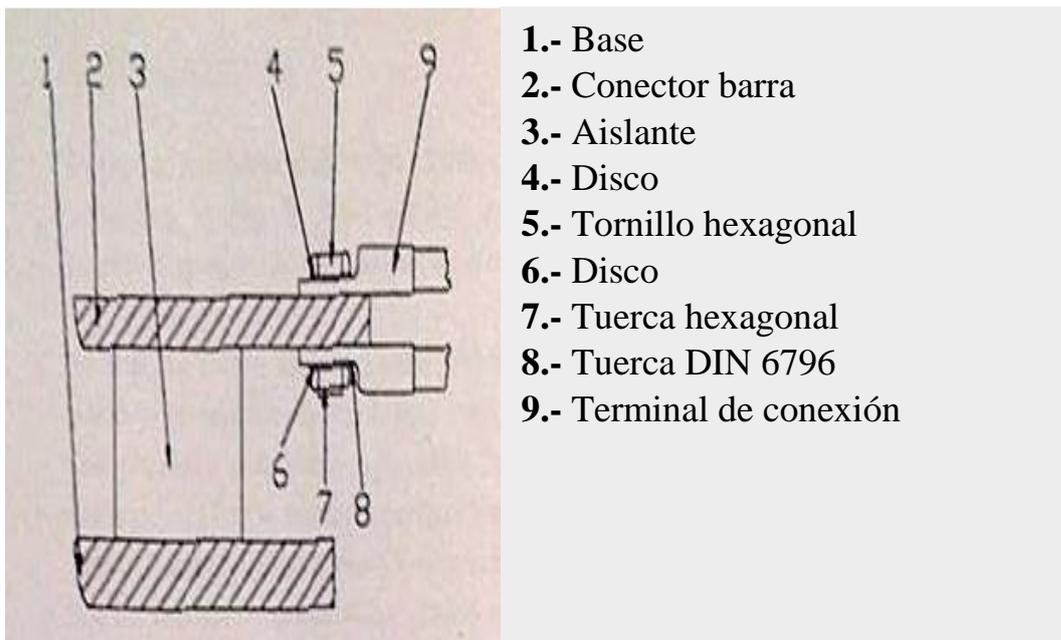
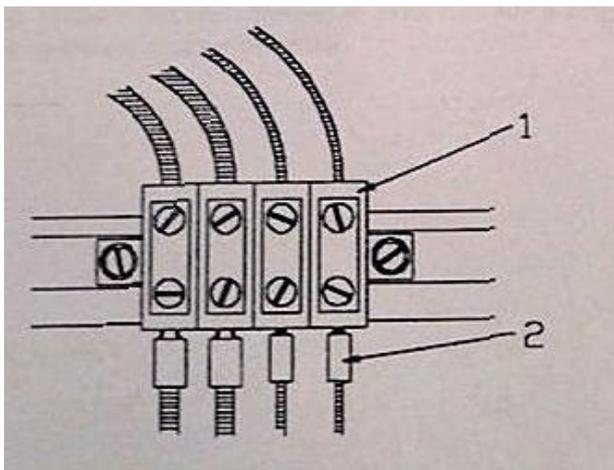


Ilustración 51: Conexiones del cable a la barra

Fuente: Trabajo de campo

La superficie de contacto al establecer la conexión debe ser plana, y deben apretar con una llave de torsión a los valores correspondiente por el fabricante.

La conexión del cable a los bloques de los terminales: En el caso de los cables y las conexiones de control, por ejemplo, para la calefacción de locales, bloques de terminales estándar, serán utilizados para la conexión del cable. Se recomienda para proporcionar el extremo del cable finamente standed con pin –terminales de cable tipo. El pelado del aislante de los cables debe ser restringido al mínimo.



1.- Bloque de terminal

2.- Pin- tipo cable con conexiones lug

Ilustración 52: Conexión de los cables al bloque de terminales

Fuente: Trabajo de campo

La conexión del cable

En el caso de máquinas con puntuaciones más grandes, una conexión de cable a menudo se realiza por bares de acuerdo a la figura. Por lo tanto los cables paralelos a menudo están conectados a las barras. Al establecer este tipo de conexión se recomienda proceder de la siguiente manera. Al principio, los cables están pre-alineados sin la placa de entrada de cable 10, el aislamiento se pela sobre la longitud requerida. Después de que los cables han sido preparados, la placa de entrada de cable es entonces montado firmemente a la caja de bornes. Ahora deslice completamente en las glándulas de compresión de cable y llevar los cables a través de la placa de entrada de cables. Conecte los cables a las barras de conexión. Vuelva a alinear los cables y fijar prensaestopas de cable a la placa de entrada de cables. Apriete el anillo de sellado y unión atornillada. En el caso de cables blindados, el cable está provisto de una abrazadera, que, a través del conductor de puesta a tierra, está conectado a la terminal de tierra 8, en la caja de bornes. Cruces de cables X se reforzarán con un aislamiento adecuado de tal forma que el aislamiento del cable no se dañe por el roce.

Tener cuidado que los 3 conductores de un cable están conectados a los 3 terminales de línea. Por lo tanto, es garantizar que la suma de las 3 corrientes en cada cable individuo es igual a cero y que pueden ocurrir sin pérdidas adicionales.

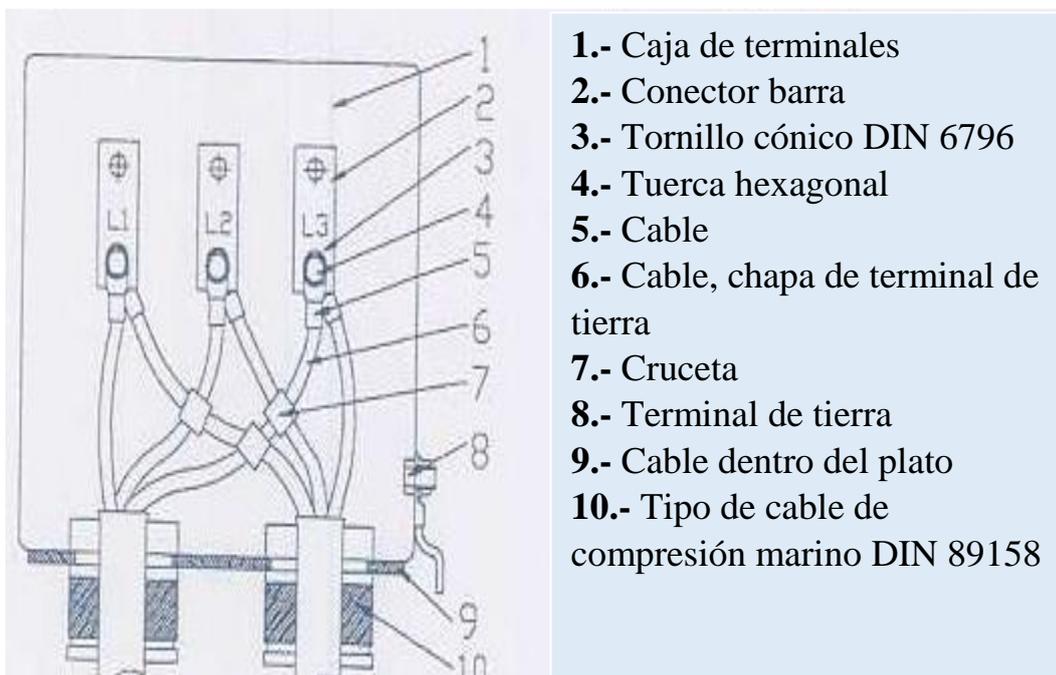


Ilustración 53: Conexión caja de terminales

Fuente: Trabajo de campo

Secuencia de fases, el sentido de rotación

La secuencia de fases U, V, W es, como principio general, fijado por el fabricante para la rotación en sentido horario. Al cambiar el sentido de giro, dos conductores del cable de alimentación tendrán que ser cambiados. El sentido de rotación siempre se refiere a la dirección de rotación del rotor cuando se mira en el extremo del eje de accionamiento.

Soluciones de problemas y medidas correctivas:

Problema	Causa	Comprobación y remedio
1. Motor inactivo	<p>1.1. Interrupción del cable u otra interrupción</p> <p>1.2. Fusibles defectuosos</p> <p>1.3. Tensión de red de cable demasiado baja</p>	<p>Verificar juntas para el montaje correcto.</p> <p>Comprobar los fusibles.</p> <p>Comprobar tensión de red y comprar con los datos de la placa correspondiente</p>

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

<p>2. El motor se calienta demasiado</p>	<p>2.1. Conexión eléctrica incorrecta.</p> <p>2.2. La sobrecarga, comenzando frecuencia demasiado alta.</p> <p>2.3. Tensión demasiada baja. Tensión demasiada alta</p> <p>2.4. Ventilación con discapacidad</p> <p>2.5. Temperatura del aire de refrigeración alta.</p> <p>2.6. Motor totalmente contaminado</p>	<p>Conexiones correctas</p> <p>Reducir la carga de corriente nominal y restringir a partir de frecuencia la modo de operación especificado</p> <p>La tensión de red debe ser constante y coinciden con la especificación de la placa.</p> <p>Ver obstrucciones de entrada de aire de refrigeración y salida.</p> <p>Ver suministro de aire fresco.</p> <p>El motor debe ser limpiado.</p>
<p>3. Considerable disminución de la velocidad en condiciones de carga</p>	<p>3.1. Conexión eléctrica incorrecta</p> <p>3.2. Interrupción de fase</p> <p>3.3. Demasiado débil cable de conexión, descenso de la tensión.</p> <p>3.4. Sobrecarga.</p> <p>3.5. Tensión de red demasiada baja</p>	<p>Conexión correcta</p> <p>Eliminar las interrupciones y mejorar el contacto.</p> <p>Reforzar la conexión de plomo</p> <p>Reducir la carga de corriente nominal.</p> <p>La tensión de red debe ser constante e igual a la especificación de la placa</p>
<p>4. Fallo del disyuntor</p>	<p>4.1. sobrecarga permanente</p>	<p>Reducir la carga de corriente nominal</p>

HÉLICES DE MANIOBRAS DE PROA Y POPA EN UN BUQUE CON-RO

	<p>4.2. Cortocircuito en el devanado o en el tablero de bornes.</p> <p>4.3. Una fase es interrumpida</p>	<p>Determinar la fuente y remedio.</p> <p>Eliminar la interrupción de la fase.</p>
<p>5. Los detectores de temperatura instalados responden, dan alarma o desconexión</p>	<p>5.1. Sobrecarga temporal o permanente del motor</p> <p>5.2. Temperatura ambiente demasiado alta</p>	<p>Comprobar la corriente y reducir la carga del valor nominal.</p> <p>Bajar la temperatura en el lugar del montaje, mejorar la ventilación</p>
<p>6. Rodamientos demasiado caliente</p>	<p>6.1. Lubricación insuficiente.</p> <p>6.2. Rodamientos excesivamente engrasados.</p> <p>6.3. Daños en el transporte o la corrosión</p> <p>6.4. Acoplamiento</p> <p>6.5. Juego de rodamientos demasiados pequeños.</p> <p>6.6. Teniendo canto. Defecto en la jaula de rodillos</p>	<p>Lubricar con grase específica calidad y cantidad.</p> <p>Utilizar la cantidad de grase solamente especificado.</p> <p>Reemplazar el rodamiento.</p> <p>Comprobar la instalación de acoplamiento de acuerdo con el fabricante.</p> <p>Instalar los rodamientos con el juego más grande.</p> <p>Reemplazar los rodamientos</p>

Tabla 19: Soluciones de problemas y medidas correctivas

Fuente: Trabajo de campo

5.7.- Características de construcción y rendimiento

El sistema de control de las hélices se compone de una unidad central AHD 418, que se instala junto al elemento de potencia o en el armario de las diferentes hélices, y la unidad de varios operados AHD 419. Además, también existe un módulo de interfaz opcional AHD 425 para conectar una grabadora de viaje. Normalmente habrá una unidad de operador en el puente y una en cada puesto de mando en el ala del puente.

Todo el equipo debe estar conectado por un cable bus paralelo de 4 núcleos, que también incluye la fuente de alimentación. La comunicación es de serie, lo que permite reducir el cableado al mínimo.

5.8.- Descripción del sistema funcional

El sistema se encuentra en funcionamiento cuando apretamos en botón “ON” en la consola del puente, y en el interruptor de encendido en el panel principal del interruptor. Todas las alarmas son armados simultáneamente y el ventilados activados.

En el panel de control AHD 419 hay 3 botones de paso cada uno de babor y estribor, por medio de la cual las hélices se puede controlas en la dirección deseada y en el nivel de potencia apropiada. Por hacer un pequeño ejemplo, si programamos el “Paso 3, el puerto” se selecciona cuando en estado está en reposo, el contactor opera en primer lugar, seguido a intervalos de tiempo programables por los contactores para el 70%, 85%, entonces sería un máximo de 6 pasos intermedio, y finalmente, el paso 100%. Hay tres secuencias de maniobras directamente estables. Durante el proceso de maniobra, los contactores accionados se comprueban para confirmar, que han cambiado, cada uno con un contacto libre de potencial que se alimenta de nuevo a la unidad central de monitoreo. Si no se realiza el proceso adecuadamente, el equipo vuelve automáticamente un paso hacia atrás y se reduce la carga al sistema y produce un error donde el cual se activaran las alarmas oportunas. Sin embargo, si la retroalimentación de un contacto produce un resultado positivo a pesar que el contactor correspondiente no se ha activado, las hélices se detienen y se activa la alarma, y da un error en el sistema. La corriente del motor es leído por la unidad central en forma analógica a través de la costumbre de 1000: 1 transformador de corriente, convertido al formato de

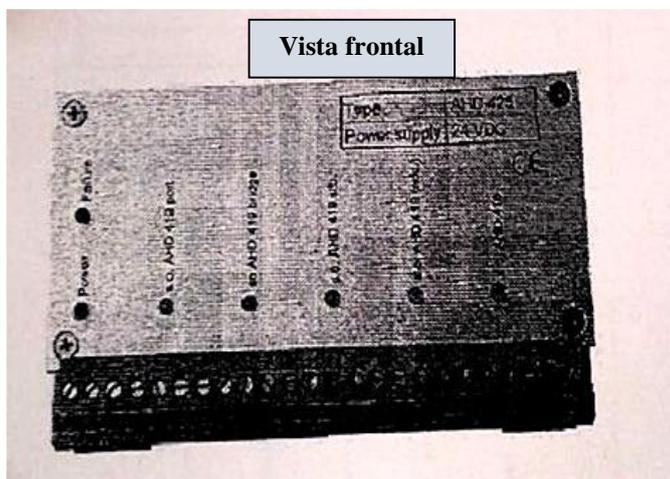
serie y mostrarse en las unidades de mando y de visualización como un número de 4 dígitos. (El equipo puede también ser modificado para utilizar la fábrica de transformadores de corriente con otros factores de división). Al mismo tiempo, la magnitud de la corriente constante se compara con el límite establecido para ese paso particular. Si se supera el actual, la "sobrecarga" y "carga reducida" alarmas se activan después de 10 segundos (otras veces a petición), y el sistema cambia de forma simultánea con el siguiente paso inferior. Si la corriente medida en este paso es todavía demasiado alta, el sistema cambia de nuevo un paso más dentro del mismo intervalo de reloj, repitiendo hasta que finalmente se detiene. Además de corriente, también se controla la temperatura. Para ello, la Unidad Central de AHD 418 tiene una entrada, "Temp> 145° C", que activa una advertencia. Una entrada adicional, "Temp> 155° C, los resultados en la hélice deben apagarse. [21].

5.9.- Conexión de la hélice de Control de arco en una grabadora de Voyage

5.9.1.- General

Los requisitos en lo que se refiere a la seguridad en los buques cada vez son más estrictas, donde cobra cada vez más importancia la grabación y almacenamiento de datos, para aclarar mejor en las investigaciones en los posibles accidentes que se puedan producir, incluso en los buques.

El equipo para este proceso integrado en el buque, es el módulo de interfaz AHD 425. Incluso si este módulo fallara no afectaría en ningún caso a la función de control de las hélices.



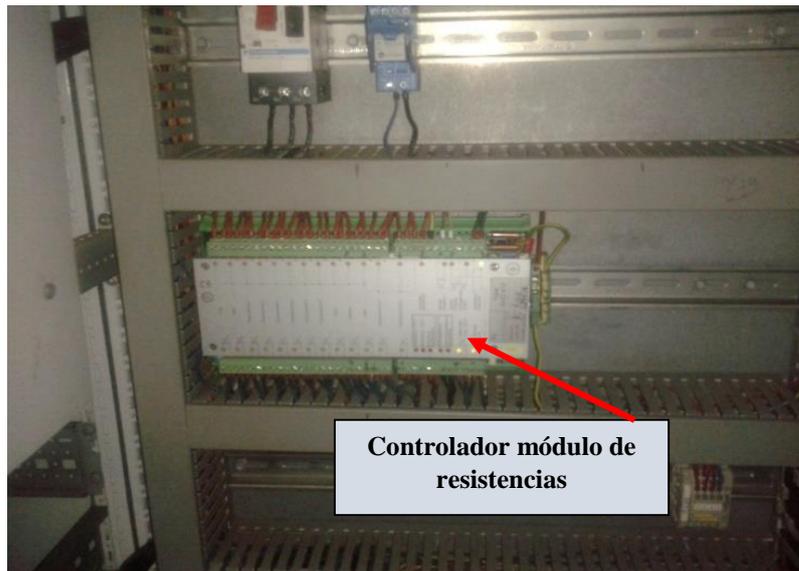


Ilustración 54: Controlador de módulo de resistencias

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 55: Grabadora Voyage

Fuente: Trabajo de campo

Debido a los requisitos de seguridad cada vez más estrictas y accidentes espectaculares y sus investigaciones, cada vez más importancia a la grabación y

almacenamiento de datos, incluso en los buques. Esto también incluye información de las instalaciones de las hélices y fue la razón para el desarrollo del módulo de interfaz AHD 425. Está integrado en el equipo sin afectar a los componentes restantes (AHD 418/419). Incluso el fracaso del módulo no tiene ningún efecto sobre la función de control de la hélice de proa. Montaje sin problemas es posible incluso con instalaciones ya existentes. Esto también debe tenerse en cuenta al planificar una instalación donde el almacenamiento de datos no es aún obligatorio, ya que puede llegar a ser necesario como consecuencia de la futura legislación. Si, por ejemplo, un sistema convencional "multi-core" se instala en el momento de la construcción de la nave, un retrofit se hace muy costoso y no se completará para unos pocos cientos de euros como es el caso aquí.

Regla 20 de las directrices del Convenio SOLAS de enero y julio de 2002 establece que los siguientes buques deberán estar equipados con un registrador de viaje:

1.- Los buques de pasajeros que fueron construidos después de 01 de julio 2002

2.- buques de pasaje de transbordo rodado, que se construyeron antes de 1 de julio 2002 -de la aplicación a más tardar en la primera prueba / inspección / verificación en o después del 1 de julio 2002

3.- Los buques de pasaje, distintos de los buques de pasaje de transbordo rodado, que se construyeron antes de 1 de julio 2002 - ejecución a más tardar el 01 de enero 2004.

4.- Los buques, que no sean buques de pasaje, de 3.000 toneladas brutas de registro y más, que fueron construidos en o después del 1 de julio 2002. De acuerdo con la OMI 5.4.11, comandos y reconocimientos deben ser registrados. En nuestro caso esto significa: ENCENDIDO, APAGADO Sentido de la marcha, Paso de energía.

El AHD 425 envía una serie de información adicional que también se pueden almacenar, si se desea o sí ocurre cualquier problema. [21].

5.9.1.- Otros tipos diferentes de hélices transversales

El accionamiento de las hélices de proa suele llevarse a cabo mediante motores diésel, motores eléctricos o motores hidráulicos.

5.9.2.- Hélice accionada por motor diésel

En cuanto a este tipo de accionamiento a los propulsores de proa con un motor diésel, presenta varias ventajas, como la regulación de la velocidad evitando un problema de quedarse a la deriva que podría originar los motores eléctricos.

El motor se sitúa lo más cerca a los propulsores para poder generar un accionamiento directo a través de una reductora evitando así los problemas de deslizamientos.



Ilustración 56: Vista exterior de una hélice

Fuente: [22]

El uso de un propulsor de proa también permite disponer de un alternador en el mismo alojamiento que puede funcionar durante los periodos de navegación. Esto permite que el motor de proa mantenga un funcionamiento más prolongado evitando así un enfriamiento excesivo que puede causar problemas si la navegación se da en climas

muy fríos. Pese a ello esto supone una descentralización del sistema de generación eléctrico del buque y obliga a mantener cierta vigilancia en la zona de proa mayor que si se utiliza el motor únicamente para accionar la hélice. Disponer de un alternador de proa puede reducir el espacio de la sala de máquinas. Para combinar el funcionamiento como propulsor y alternador, se utiliza un embrague que permite acoplar un equipo u otro al motor diésel.



Ilustración 57: Vistas de varios conjunto de hélices

Fuente: [22]

5.9.3.- Hélice accionada por motor eléctrico

Dada la dificultad de variar la velocidad de giro de motores eléctricos con convertidores de frecuencia una solución para utilizar un accionamiento eléctrico de un propulsor de proa es que éste sea de paso variable. Modificando el ángulo de las palas puede controlarse el empuje que proporciona la hélice desde el puente de navegación. No en vano esta disposición implica el uso de un sistema hidráulico de control. Sin embargo esta disposición obliga a un mayor mantenimiento y a una mayor posibilidad de fallo del equipo debido a que aumentan sus partes móviles. Además se requiere de una central hidráulica que se encargue de suministrar presión a los equipos hidráulicos de movimiento de las palas.

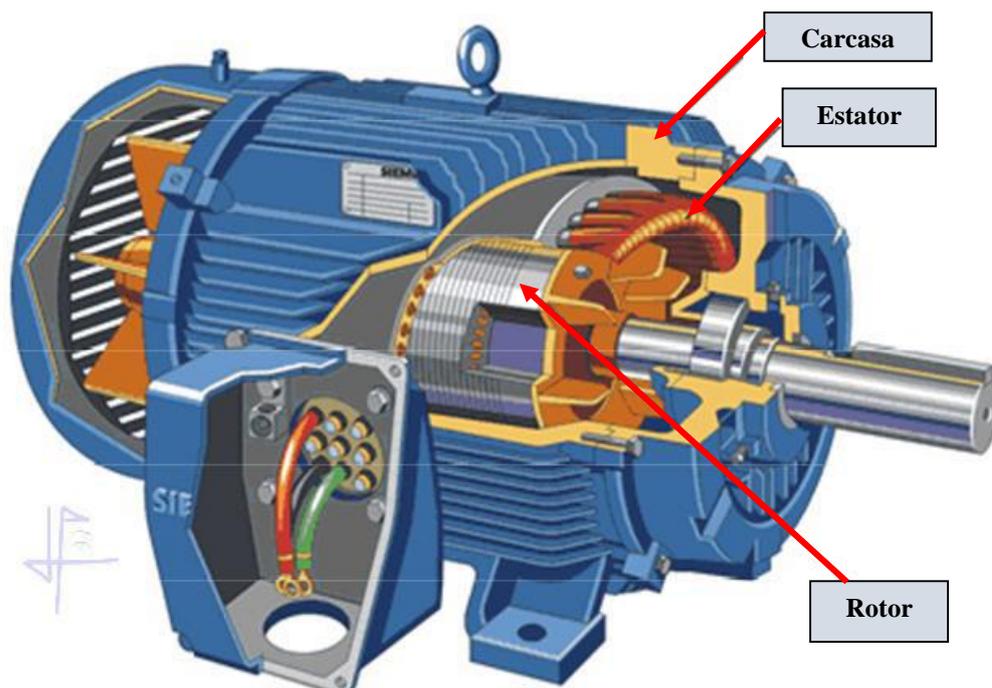


Ilustración 58: Vista de un motor eléctrico

Fuente: [22]

5.9.4.- Hélice de accionamiento hidráulico

En el caso de una hélice de proa de accionamiento hidráulico se debe disponer siempre de una central hidráulica con la potencia suficiente para accionar el propulsor. Para ello se requieren la utilización de bombas. Estas bombas son accionadas, normalmente, por motores eléctricos y pueden ser controladas a través del puente de navegación. Dadas las altas presiones que requieren estos equipos se suelen emplear bombas de pistón axial para bombear el aceite hasta el motor hidráulico del propulsor. [22].

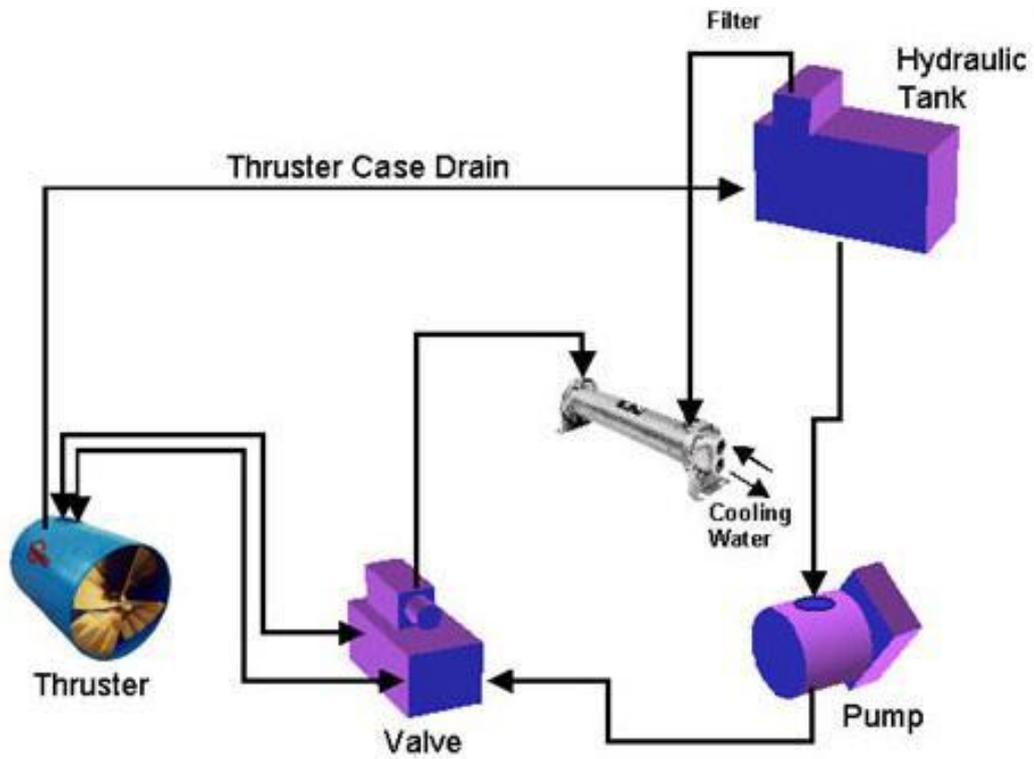


Ilustración 59: Esquema de un circuito de accionamiento hidráulico

Fuente: [22]

VI. CONCLUSIONES

VI.- CONCLUSIONES

En este apartado finalizaremos el contenido de este proyecto haciendo mención a las conclusiones que hemos obtenido con la realización del mismo.

- Hemos determinado el funcionamiento integrado de las hélices de maniobra tanto la de proa como la de popa en el buque OPDR Andalucía.

- Hemos observado las diferentes conexiones que se pueden realizar en el cuadro principal y su función en cada uno de ellos.

- Hemos visto las diferentes resistencias a la hora de conectarse cuando se opera y se cambian las velocidades unas por otras.

- Hemos aprendido también a llevar a cabo una serie de operaciones de mantenimiento y comprobaciones cada cierto número de horas.

- Para concluir, Hemos visto como comprobar unas posibles averías que pueden afectar en su funcionamiento, así como sus posibles causas y debidas soluciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1]- <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/2009/11/25/opdr-y-un-frutero-llamado-tazacorte/>
- [2]- <http://www.opdr.com/es/sobre-opdr/historia.html>
- [3]-
https://www.google.es/search?q=buque+opdr+canarias&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=Bq_IVLy8FMiqU9yzoAE&ved=0CAYQ_AUoAQ&dpr=1
- [4]-
http://www.transportesenegocios.com.pt/seminarios/2014/maritimo2014/Mathis_Stoeckmann.pdf
- [5]- <http://alf-alfysumundonaval.blogspot.com.es/2012/02/opdr-tanger.html>
- [6]- <http://www.opdr.com/es/flota-equipo/buques.html>
- [7]- <http://www.opdr.com/es/itinerarios.html>
- [8]-<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/18482/1/OPDR%20CANARIAS.pdf>
- [9]-
http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fupcommons.upc.edu%2Fpfc%2Fbitstream%2F2099.1%2F18466%2F1%2FPau_Closa_PV_OPDR.pdf&ei=vOPQVIinA8fwUKq0g-AH&usg=AFQjCNFJUrhmYV6sAn8dTKXS1UuxqZqAqg&bvm=bv.85076809,d.bGQ&cad=rja
- [10]- <http://www.atmosferis.com/motores-marinos-camisas-y-culatas/>
- [11]-
<http://1.bp.blogspot.com/wE14CBDZcbE/U6jnjqZfEMOI/AAAAAAAAACI/KHu2Oohirt4/s1600/cigue%C3%B1al.png>
- [12]- <http://es.slideshare.net/darwinesparza/grupo-5-35132246>
- [13]-
https://www.google.es/search?q=inyectores+de+combustible&biw=1280&bih=913&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=nKTcVLSGLI3SaNPcgNgH&sqi=2&ved=0CCAQsAQ#tbm=isch&q=inyectores+de+combustible+de+un+buque&imgdii=_&imgcr=oGi-oUBaFLtLKM%253A%3BRtiNIg8mdIaxWM%3Bhttp%253A%252F%252Fi02.i.aliimg.com%252Fimg%252Fpb%252F393%252F738%252F256%252F1278640606452_hz-
- [14]- http://es.wikipedia.org/wiki/Inyector_%28motor%29

[15]- http://www.masson-marine.com/es/helices-cpp-y-fpp_03.html

[16]-

http://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9lice_de_paso_variable#mediaviewer/File:Verstellpropeller_eines_Hurtigrutschiffes.jpg

[17]- <http://aprendemostecnologia.org/2009/05/02/el-ciguenal/>

[18]- <http://es.slideshare.net/GabOooo1/el-volante-de-inercia-es-un-elemento-mecnico-capaz-de-almacenar-energa-cintica>

[19]-

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/25fd3f99ba5d9b8ec1257983003239ff/\\$file/CT11_Sistemas%20navales.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/25fd3f99ba5d9b8ec1257983003239ff/$file/CT11_Sistemas%20navales.pdf)

[20]-

<http://perso.wanadoo.es/instisanandres/puente/archivos/Maniobra%20de%20los%20Buques.pdf>

[21]- Manual del barco de las hélices de Proa y Popa

[22].- <http://www.atmosferis.com/helices-de-proa/>