



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y  
RADIOELECTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**ELEMENTOS DE ACOUPLE (MÁQUINAS) AL CUADRO  
DE CORRIENTE DE UN RO-RO.**

Borja Álvarez Hernández

Junio 2017



# ELEMENTOS DE ACOUPLE (MÁQUINAS) AL CUADRO DE CORRIENTE DE UN RO-RO.



## **Directores:**

Federico Padrón Martín

José Agustín González Almeida

**Nombre:** Borja Álvarez Hernández

**Grado:** Tecnologías Marinas

**Junio 2017**



Dr. D. Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor del área de ingeniería de los procesos de fabricación, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la universidad de La Laguna. Certifica que:

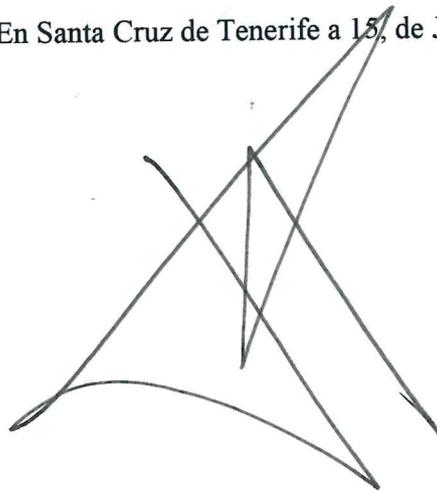
D. Borja Álvarez Hernández, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

***“Elementos de acople (máquinas) al cuadro de corriente de un ro-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 15 de Junio de 2017.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, sweeping lines that form a complex, abstract shape. The signature is positioned centrally on the page, below the date and above the printed name.

Fdo. Dr. D. Federico Padrón Martín

Director del TFG



Dr. D. José Agustín González Almeida, profesor asociado del área de conocimiento de construcciones navales, perteneciente a la unidad departamental de ingeniería marítima de la universidad de La Laguna. Certifica que:

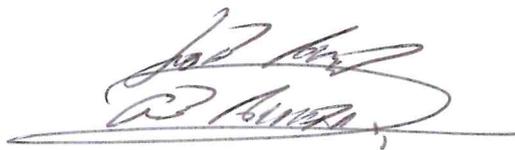
D. Borja Álvarez Hernández, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

***“Elementos de acople (máquinas) al cuadro de corriente de un ro-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 15, de Junio de 2017.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Agustín González Almeida', written over a horizontal line.

Dr. D. José Agustín González Almeida

Director del TFG



## **Agradecimientos:**

Agradezco al Dr. D. Federico Padrón Martín y al Dr. D. José Agustín González Almeida, por su ayuda en la elaboración de este TFG y conocimientos a la hora de la redacción del mismo.

A la Tripulación de Máquinas del Buque Ro-Ro L'Audace, haciendo verdadero hincapié en el Jefe de Máquinas, Jesús Lago, Los Primeros Oficiales, Ovidio Freire y Francisco Rodríguez y los Segundos Oficiales Vicente Hernández y Adrián Dionis, este último por su paciencia y sus horas de explicación incansables, gracias amigo.

A Sarah, por ser mis ojos mientras yo no estaba, por su constancia y estar siempre pendiente de mí, porque cada lunes siendo la hora que fuese, lloviese o tronara, siempre me espera con una sonrisa.

A mi hermana Romina, mis fuerzas a lo largo de estos años y en el desarrollo de este proyecto, porque antes de ella estaba yo.

A mis Padres, Oroncio y Carmen Dolores, sin su ayuda, apoyo y dedicación en estos 5 años de lucha y sacrificio, no hubiese sido posible.

*“No se brilla  
sin oscuridad.”*



# ÍNDICE

I. Introducción.....	pág-.1.
II. Objetivos.....	pág-.6.
III. Revisión y antecedentes.....	pág-.11.
3.10 Regla 40.....	pág-.13.
3.11 Regla 41.....	pág-.14.
3.12 Regla 42.....	pág-.16.
3.12.1 Regla 42-1.....	pág-.22.
3.13 Regla 43.....	pág-.23.
3.14 Regla 44.....	pág-.28.
3.15 Regla 45.....	pág-.29.
3.2 Líneas Suardiaz.....	pág-.35.
3.3 El Buque.....	pág-.35.
3.31 Capacidad de carga y equipamiento.....	pág-.36.
3.32 Capacidad de los tanques.....	pág-.41.
3.4 Sala de Máquinas.....	pág-.43.
3.5 Motor de Emergencia.....	pág-.48.
3.6 Motores auxiliares Caterpillar 3508B.....	pág-.49.
3.61 Mantenimiento.....	pág-.50.
3.7 Motores principales MAN B&W 9L 40/54.....	pág-.51.
3.8 Reductora Reintjes.....	pág-.52.
3.9 Alternadores Stamford.....	pág-.53.
3.91 Mantenimiento.....	pág-.54.
IV Metodología.....	pág-.57.
4.1 Documentación bibliográfica.....	pág-.59.
4.2 Metodología del trabajo de campo.....	pág-.59.
4.3 Marco referencial.....	pág-.59.
V Resultados.....	pág-.61.
5 Maniobra.....	pág-.63.
5.1 Aclaraciones.....	pág-.63.
5.11 Cuadro Eléctrico.....	pág-.64.
5.12 Cuadro de control de la propulsión.....	pág-.71.
5.13 Control de los parámetros físicos de los MMAA.....	pág-.75.
5.14 Control de los alternadores de cola y auxiliares.....	pág-.78.
5.15 Motor de Emergencia.....	pág-.79.
5.2 Maniobras.....	pág-.84.
5.21 Maniobra de entrada al muelle.....	pág-.85.
5.22 Maniobra de salida del muelle.....	pág-.92.
5.23 Maniobra de Emergencia.....	pág-.99.
VI Conclusiones.....	pág-.109.
VII Bibliografía.....	pág-.113.



# ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Buque L'Audace.....	Pág.-35.
Ilustración 2. Plano vista de popa, buque L'audace.....	Pág.-37.
Ilustración 3. Rampa fija y pivotante del bodeguín.....	Pág.-38.
Ilustración 4. Rampa de popa.....	Pág.-39.
Ilustración 5. Rampa de la cubierta principal.....	Pág.-39.
Ilustración 6. Cubierta superior y car-deck.....	Pág.-40.
Ilustración 7. Cubierta intermedia.....	Pág.-40.
Ilustración 8. Plano sala de máquinas.....	Pág.-43.
Ilustración 9. Sala de los motores principales.....	Pág.-45.
Ilustración 10. Tecele superior de los motores principales.....	Pág.-45.
Ilustración 11. Tecele superior de los motores principales.....	Pág.-46.
Ilustración 12. Tecele superior de los motores principales.....	Pág.-46.
Ilustración 13. Motores Auxiliares.....	Pág.-47.
Ilustración 14. Sala de depuradoras y módulo de combustible.....	Pág.-47.
Ilustración 15. Motor de Emergencia.....	Pág.-48.
Ilustración 16. Motores auxiliares Caterpillar 3508 B.....	Pág.-49.
Ilustración 17. MMAA y alternador de Estribor.....	Pág.-50.
Ilustración 18. Reductora y alternador de cola.....	Pág.-52.
Ilustración 19. Alternador de Babor.....	Pág.-53.
Ilustración 20. Bornes alternador de Babor.....	Pág.-54.
Ilustración 21. Equipos de maniobra.....	Pág.-64.
Ilustración 22. Cuadro Generador de Cola.....	Pág.-65.
Ilustración 23. Cuadro del G. de Emergencia.....	Pág.-66.
Ilustración 24. Cuadro de maniobra.....	Pág.-66.
Ilustración 25. Cuadro generador de emergencia.....	Pág.-67.
Ilustración 26. Cuadro conexión y sincronismo.....	Pág.-68.
Ilustración 27. Pulsadores de acople.....	Pág.-68.
Ilustración 28. Equipos de maniobra.....	Pág.-69.
Ilustración 29. Equipos de maniobra.....	Pág.-70.
Ilustración 30. Consola de equipos de propulsión.....	Pág.-71.

Ilustración 31. Cuadro de control de equipos de propulsión.....	Pág.-72.
Ilustración 32. Control RPM de los motores principales.....	Pág.-73.
Ilustración 33. Control de los motores principales MAN.....	Pág.-73.
Ilustración 34. Control de los parámetros de los motores principales.....	Pág.-74.
Ilustración 35. Control local de los parámetros de los motores principales.....	Pág.-74.
Ilustración 36. Cuadro de parámetros de los MMAA.....	Pág.-75.
Ilustración 37. Display superior de temperaturas de los MMAA.....	Pág.-76.
Ilustración 38. Display inferior de parámetros de los MMAA.....	Pág.-76.
Ilustración 39. Controlador ABB para los auxiliares.....	Pág.-78.
Ilustración 40. Sala del motor de emergencia.....	Pág.-79.
Ilustración 41. Tanque almacén fueloil marino del motor de emergencia.....	Pág.-80.
Ilustración 42 y 43. Cargador y baterías del motor de emergencia.....	Pág.-80.
Ilustración 44. Transformadores de emergencia.....	Pág.-81.
Ilustración 45. Conexión de corriente desde tierra.....	Pág.-81.
Ilustración 46. Cuadro de control del motor de emergencia.....	Pág.-82.
Ilustración 47. Cuadro de parámetros del motor de emergencia.....	Pág.-82.
Ilustración 48. Selector de arranque del motor de emergencia.....	Pág.-83.
Ilustraciones 49 y 50. Cuadro de machetes proa y popa de refrigerados.....	Pág.-85.
Ilustración 51. Selector Auto-Man de MMAA.....	Pág.-86.
Ilustración 52. Controlador de los generadores auxiliares ABB.....	Pág.-86.
Ilustración 53. Display del controlador ABB.....	Pág.-87.
Ilustración 54. Botonera de conexión.....	Pág.-87.
Ilustración 55. Cuadro interconexión y sincronismo.....	Pág.-88.
Ilustración 56. Botonera de conexión.....	Pág.-89.
Ilustración 57. Indicador de sincronismo.....	Pág.-89.
Ilustración 58. Cuadro MA ER.....	Pág.-90.
Ilustración 59. Botonera de conexión.....	Pág.-90.
Ilustraciones 60 y 61. Cuadro de machetes proa y popa de refrigerados.....	Pág.-92.
Ilustración 62. Selector de acople.....	Pág.-93.
Ilustración 63. Variador de velocidad del alternador de babor.....	Pág.-94.
Ilustración 64. Botonera de conexión.....	Pág.-94.
Ilustración 65. Cuadro de parámetros del generador de cola.....	Pág.-95.
Ilustración 66. Variador de velocidad de estribor.....	Pág.-96.
Ilustración 67. Frecuencímetro de estribor y babor.....	Pág.-96.

Ilustración 68. Botonera de conexión.....	Pág.-97.
Ilustración 69. Proceso de enfriamiento.....	Pág.-98.
Ilustración 70. Proceso de reducción de rpm.....	Pág.-98.
Ilustración 71. Indicadores de V, P, A y Hz de los MMAA.....	Pág.-100.
Ilustración 72. Selector modo automático del generador de emergencia.....	Pág.-101.
Ilustración 73. Machete de conexión del generador de emergencia.....	Pág.-102.
Ilustración 74. Selector AUTO-MAN de los MMAA.....	Pág.-102.
Ilustración 75. Vista de los MMAA.....	Pág.-103.
Ilustración 76. Selector de maniobra.....	Pág.-104.
Ilustración 77. Pulsadores de conexión/desconexión.....	Pág.-105.
Ilustración 78. Conexión desde tierra.....	Pág.-106.
Ilustración 79. Consola del motor de emergencia.....	Pág.-107.



# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales buque L’Audace.....	Pág-.36.
Tabla 2. Características de las cubiertas del buque.....	Pág-.41.
Tabla 3. Tanques de lastre.....	Pág-.42.
Tabla 4. Características de la propulsión y el equipo de maniobra.....	Pág-.44.
Tabla 5. Características del motor de emergencia.....	Pág-.48.
Tabla 6. Características de los MMAA.....	Pág-.49.
Tabla 7. Características de los motores principales.....	Pág-.51.
Tabla 8. Características de las reductoras.....	Pág-.52.
Tabla 9. Características de los alternadores.....	Pág-.53.



# **I. INTRODUCCIÓN**



### 1. Introducción.

Este trabajo fin de grado nace de la experiencia durante mis prácticas profesionales como Alumno de Máquinas en el buque Ro-Ro L'Audace, en el que he tenido la suerte de asistir, así como a muchas averías de tipo técnico que tienen que ver con la propulsión, como averías que afectaban a los motores principales de combustión. El interés de este trabajo nace a través de una avería inoportuna que se produce y que nos obliga a entrar en Astican para la reparación de unas de nuestras hélices de propulsión y que me hace apreciar la gran labor en maniobras de los oficiales de máquinas para que el barco se mantenga operativo para su funcionamiento en situaciones tan peligrosas y de responsabilidad como son las maniobras de entrada y salida de puerto y las de emergencia o de entrada a dique seco.

En el capítulo de **Objetivos** me planteo las principales ideas y motivaciones que me han llevado al desarrollo de éste TFG.

En el capítulo **Revisión y Antecedentes** he realizado una descriptiva del buque que he tomado como marco referencial de éste trabajo fin de grado. He realizado un apunte sobre la parte de normativa que incluye el SOLAS para las instalaciones eléctricas y sus principales requisitos y servicios. También, he incluido una descripción de la situación de la sala de máquinas con los principales equipos y los auxiliares, haciendo una mención más específica en los que son indispensables en las maniobras.

En el capítulo **Metodología** he incluido tres apartados, documentación bibliográfica, metodología del trabajo de campo y el marco referencial. Hacer referencia que nuestro marco referencial es

En el capítulo **Resultados** he realizado una breve descripción de todas las consolas que van a ser necesarias en la maniobra, así como todos los indicadores y selectores, para que sirven y en qué momento se utilizan. También los indicadores que nos van a permitir controlar los equipos que actúan en la maniobra para controlar que los valores son correctos y no se producen anomalías. Por último, he descrito las tres maniobras, la de entrada y salida a puerto y la de emergencia, todo lo que se realiza desde la posición de la máquina.

En el sexto capítulo de éste TFG **Conclusiones**, hemos plasmado las conclusiones que se han obtenido de la doble experiencia tanto la profesional como la académica en el desarrollo de éste TFG.

En el capítulo **Bibliografía** se aporta manuales y referencias web (Web grafía) en relación al contenido de éste TFG.

## *INTRODUCCIÓN*

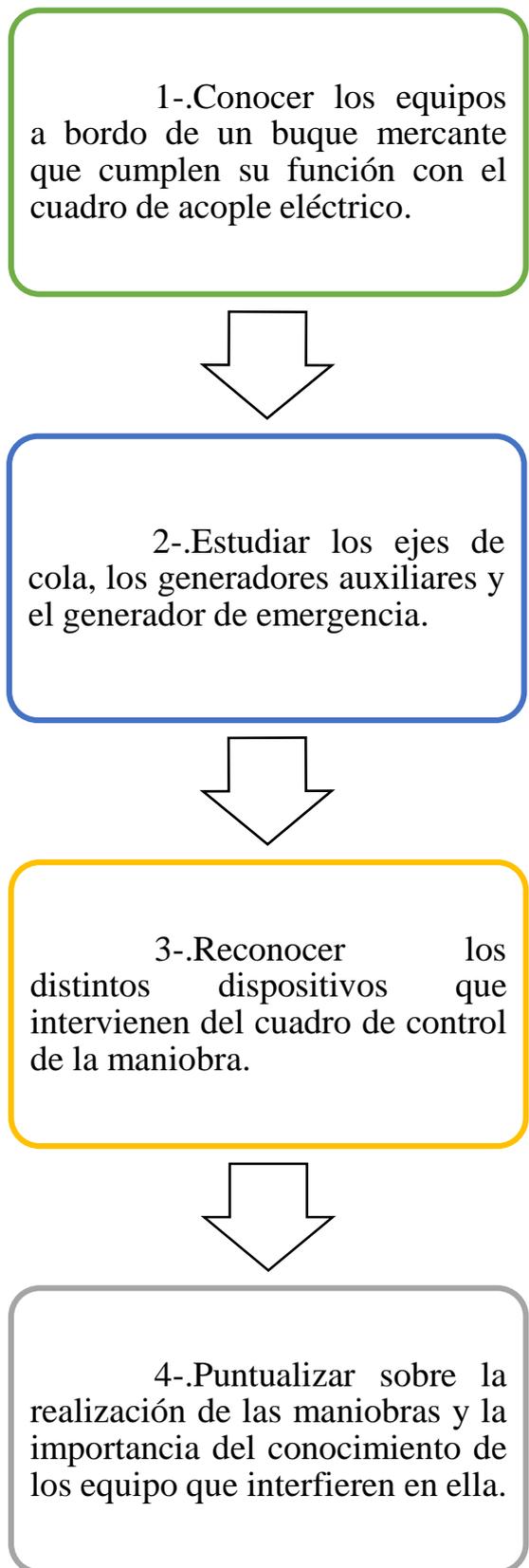


## **II. OBJETIVOS**



## OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con este TFG son los siguientes:





### **III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**



## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar o SOLAS (acrónimo de la denominación inglesa del convenio: "Safety of Life at Sea") es el más importante de todos los tratados internacionales sobre la seguridad de los buques. El objetivo principal de este convenio es especificar normas de construcción, equipamiento y explotación de buques para garantizar su seguridad y la de las personas embarcadas.

El Buque L'Audace en el que he realizado mis prácticas profesionales y todos los buques que estén abanderados son los responsables de garantizar que los buques bajo pabellón cumplan con sus preinscripciones, mediante los oportunos reconocimientos mediante los oportunos reconocimientos y emisión de los certificados establecidos en el Convenio.

### *3.11 Normativa basada en el convenio solas edición refundida de 2014. [1]*

#### **3.10 Regla 40**

##### ***Generalidades. [1]***

##### *1. Las instalaciones eléctricas serán tales que queden garantizados:*

*1.1 todos los servicios eléctricos auxiliares necesarios para mantener el buque en condiciones normales de funcionamiento y habitabilidad sin necesidad de recurrir a la fuente de energía eléctrica de emergencia;*

*1.2 los servicios eléctricos esenciales para la seguridad en las diversas situaciones de emergencia; y*

*1.3 la seguridad de los pasajeros, de la tripulación y del buque frente a riesgos de naturaleza eléctrica.*

##### *2. La Administración tomará las medidas apropiadas para que haya uniformidad en la implantación y la aplicación de lo dispuesto en el presente parte respecto de las instalaciones eléctricas.*

La Regla 40 nos hace una introducción de las necesidades que deben de cumplir las instalaciones eléctricas en los buques y la seguridad tanto de algunos circuitos vitales para el barco, como son los de emergencia (luces, equipos importantes de navegación...) y la protección del personal que trabaja y de los pasajeros, en caso que sea un buque de pasaje.

### **3.11 Regla 41**

#### **Fuentes de energía eléctrica principal y red de alumbrado. [1]**

- 1.1 *Se proveerá una fuente de energía eléctrica principal con capacidad suficiente para alimentar todos los servicios mencionados en la regla 40.1.1. Esta fuente de energía eléctrica principal estará constituida por dos grupos electrógenos cuando menos.*
- 1.2 *La capacidad de esos grupos electrógenos será tal que, aunque uno cualquiera de ellos se pare, sea posible alimentar los servicios necesarios para lograr condiciones operacionales normales de propulsión y seguridad. Habrá que asegurar también las condiciones mínimas de habitabilidad que hacen comfortable el buque, lo cual supone los servicios de cocina, calefacción, refrigeración de carácter doméstico, ventilación mecánica, agua para las instalaciones sanitarias y agua dulce.*
- 1.3 *La disposición de la fuente de energía eléctrica principal del buque será tal que permita mantener los servicios a que se hace referencia en la regla 40.1.1, sean cuales fueren la velocidad y el sentido de rotación de las máquinas propulsoras o de los ejes principales.*
- 1.4 *Además, los grupos electrógenos serán tales que, aun cuando deje de funcionar uno cualquiera de ellos o su fuente primaria de energía, los grupos electrógenos restantes puedan proveer los servicios eléctricos necesarios para el arranque de la planta propulsora principal partiendo de la condición de buque apagado. Cabrá utilizar una fuente de energía eléctrica de emergencia para el arranque, partiendo de la condición de buque apagado, si dicha fuente puede, sola o en combinación con cualquier otra fuente de energía eléctrica, proveer simultáneamente los servicios prescritos en las reglas 42.2.1 a 42.2.3 o 43.2.1 a 43.2.4.*
- 1.5 *Cuando una parte esencial del sistema de suministro de energía eléctrica exigido en el presente párrafo esté constituida por transformadores, el sistema quedará dispuesto de modo que se asegure la misma continuidad de suministro que se estipula en el presente párrafo.*
- 2.1 *Habrá una red de alumbrado eléctrico principal que iluminará todas las partes del buque normalmente accesibles a los pasajeros o a la tripulación y utilizadas por éstos y que estará alimentada por la fuente de energía eléctrica principal.*
- 2.2 *La disposición de la red de alumbrado eléctrico principal será tal que, si se produce un incendio u otro siniestro en los espacios que se hallen la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, el cuadro de distribución principal y el cuadro de distribución de alumbrado principal, no quede inutilizada la red de alumbrado eléctrico de emergencia prescrita en las reglas 42.2.1 y 42.2.2 o 43.2.1, 43.2.2 y 43.2.3.*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- 2.3 La disposición de la red de alumbrado eléctrico de emergencia será tal que, si se produce un incendio u otro siniestro en los espacios en que se hallen la fuente de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, el cuadro de distribución de emergencia y el cuadro de distribución de alumbrado de emergencia, no quede inutilizada la red de alumbrado eléctrico principal prescrita en la presente regla.*
- 3. El cuadro de distribución principal estará situado con respecto a una central generatriz principal de modo que, en la medida de lo posible, la integridad del suministro eléctrico normal sólo pueda resultar afectada por un incendio u otro siniestro ocurrido en un espacio. No se considerará que un recinto que separe el cuadro principal del medio ambiente, como el que pueda constituir una cámara de mando de máquinas situada dentro de los límites del espacio, separe de los generadores el cuadro.*
- 4. Cuando la potencia total de los grupos electrógenos principales instalados exceda de 3 MW, las barras colectoras principales estarán subdivididas al menos en dos partes, normalmente unidas por conexiones desmontables u otros medios aprobados; en la medida de lo posible, la unión entre los grupos electrógenos y cualquier otro equipo duplicado se dividirá por igual entre las partes. Se admitirán disposiciones equivalentes que a juicio de la Administración sean satisfactorias.*
- 5. Todo buque construido el 1 de julio de 1998 o posteriormente:*
- 5.1 cumplirá, además de lo dispuesto en los párrafos 1 a 3, las siguientes disposiciones:*
- 5.11 cuando la fuente de energía eléctrica principal sea necesaria para la propulsión y el gobierno del buque, el sistema estará dispuesto de modo que el suministro de energía eléctrica al equipo necesario para la propulsión y el gobierno del buque y para garantizar la seguridad de éste, se mantenga o restablezca inmediatamente en el caso de que falle cualquiera de los generadores en servicio;*
- 5.12 se dispondrá de dispositivos de restricción de la carga eléctrica u otros medios equivalentes a fin de que los generadores exigidos en esta regla queden protegidos contra una sobrecarga continua;*
- 5.13 cuando la fuente de energía eléctrica principal sea necesaria para la propulsión del buque, las barras colectoras principales estarán subdivididas al menos en dos partes, normalmente unidas por disyuntores u otros medios aprobados; en la medida de lo posible, la unión entre los grupos electrógenos y cualquier otro equipo duplicado se dividirá por igual entre las partes; y*
- 5.2 no tendrá que cumplir lo dispuesto en el párrafo 4.*
- 6. En los buques de pasaje construidos el 1 de julio de 2010 o posteriormente, todos los camarotes contarán con alumbrado suplementario que indicará con claridad la salida, de modo que los*

*ocupantes puedan encontrar el camino hacia la puerta. Dicho alumbrado, que podrá estar conectado a una fuente eléctrica de emergencia o alimentarse de una fuente independiente de cada camarote, se iluminará automáticamente cuando el alumbrado normal de los camarotes pierda potencia, y se mantendrá encendido durante 30 minutos como mínimo.*

La Regla 41, nos trata de explicar tanto la fuente de energía principal del buque para mantener el mismo operativo, como la fuente de energía de emergencia, en caso del buque lo sufriese. En este caso, y con la regla actualizada, explica los requisitos mínimos de los equipos (potencia, número) Así como transformadores y cuadros eléctricos para mantener la tensión en la línea. Como nuestro barco fue construido en 1999, nos tenemos que acatar a toda la norma, no solo a la primera parte.

### **3.12 Regla 42**

#### ***Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de pasaje. [1]***

*(Lo dispuesto en los párrafos 2.61 y 4.2 de la presente regla es aplicable a los buques construidos el 1 de febrero de 1992 o posteriormente).*

#### **1. Conceptos.**

**1.1** *Se proveerá de una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.*

**1.2** *La fuente de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transformadora de energía de emergencia, el cuadro de distribución de emergencia y el cuadro de distribución de alumbrado de emergencia estarán situados por encima de la cubierta corrida más alta y tendrán acceso fácil desde la cubierta expuesta. No estarán situados a proa del mamparo de colisión.*

**1.3** *La ubicación de la fuente de energía eléctrica de emergencia y del correspondiente equipo transformador, si lo hay, de la fuente transitoria de energía de emergencia, del cuadro de distribución de emergencia y de los cuadros de distribución de alumbrado eléctrico de emergencia con respecto a la fuente de energía eléctrica principal, al correspondiente equipo transformador, si lo hay, y al cuadro de distribución principal, será tal que asegure, de un modo a juicio de la Administración sea satisfactorio, que un incendio o cualquier otro siniestro sufridos en espacios que contengan la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal, o en cualquier espacio de categoría A para máquinas, no dificultarán el suministro, la regulación ni la distribución de energía eléctrica de*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*emergencia. En la medida de lo posible, el espacio que contenga la fuente de energía eléctrica de emergencia, el equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía de emergencia y el cuadro de distribución de emergencia, no será contiguo a los mamparos límite de los espacios de categoría A para máquinas o de los espacios que contengan la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, o el cuadro de distribución principal.*

*1.4 A condición de que se tomen medidas adecuadas para hacer seguro su funcionamiento independiente en situaciones de emergencia, en cualquier circunstancia, el generador de emergencia podrá utilizarse excepcionalmente y durante periodos cortos, para alimentar circuitos que no sean de emergencia.*

*2. La energía eléctrica disponible será suficiente para alimentar todos los servicios que sean esenciales para la seguridad en caso de emergencia, dando la consideración debida a los servicios que puedan tener que funcionar simultáneamente. Habida cuenta de la corriente de arranque y de la naturaleza transitoria de ciertas cargas, la fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican los servicios siguientes, si el funcionamiento de éstos depende de una fuente de energía eléctrica:*

*2.1 Durante un periodo de 36h, alumbrado de emergencia:*

*2.11 en todos los puestos de reunión y en los de embarco y fuera de los costados, tal como se prescribe en las reglas III/11.4 y III/16.7;*

*2.12 en los pasillos, escaleras y salidas que den acceso al puesto de reunión y a los de embarco, tal como se prescribe en la regla III/11.5;*

*2.13 en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal;*

*2.14 en los espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales, incluidos sus correspondientes puestos de mando;*

*2.15 en todos los puestos de control, en las cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia;*

*2.16 en todos los pañoles de equipos de bombeo;*

*2.17 en el aparato de gobierno; y*

*2.18 en la bomba contraincendios, en la bomba de rociadores y en la bomba de emergencia para el achique de sentinas a que se hace referencia en el párrafo 2.4, y en el punto de arranque de sus respectivos motores.*

*2.2 Durante un periodo de 36h:*

*2.21 las luces de navegación y demás luces preinscritas en el Reglamento internacional para prevenir los abordajes que haya en vigor; y*

2.22 *en los buques construidos el 1 de febrero de 1995, o posteriormente, la instalación radioeléctrica de ondas métricas preinscrita en la regla IV/7.1.1 y IV/7.1.2; y, si procede*

2.22.1 *la instalación radioeléctrica de ondas hectométricas prescrita en las reglas IV/9.1.1, IV/9.1.2, IV/10.1.2 y IV/10.1.3;*

2.22.2 *la estación terrena de buque prescrita en la regla IV/10.1.1; y*

2.22.3 *la instalación radioeléctrica de ondas hectométricas/decamétricas prescrita en las reglas IV/10.2.1 y IV/1.1.*

2.3 *Durante un periodo de 36 h:*

2.31 *todo el equipo de comunicaciones interiores necesario en una situación de emergencia;*

2.32 *los aparatos náuticos de a bordo prescritos en la regla V/19; cuando no sea razonable o posible aplicar esta disposición, la Administración podrá dispensar de su cumplimiento a los buques de arque bruto inferior a 5000;*

2.33 *el sistema de detección de incendios y de alarma contraincendios, y el sistema de retención y suelta de las puertas contraincendios; y*

2.34 *haciéndolos funcionar de modo intermitente, la lámpara de señales diurnas, el pito del buque, los avisadores de accionamiento manual y todas las señales interiores que se requieren en una situación de emergencia;*

*a menos que estos servicios dispongan, para un periodo de 36h, de un suministro independiente procedente de una batería de acumuladores situada de modo que quepa utilizarla en caso de emergencia.*

2.4 *Durante un periodo de 36 h:*

2.41 *una de las bombas contraincendios prescritas en las reglas II-2/10.2.2.2 y II-2/10.2.2.3;*

2.42 *la bomba para los rociadores automáticos, si la hay; y*

2.43 *la bomba de emergencia para el achique de sentinas y todo el equipo esencial para el funcionamiento de las válvulas de las sentinas teleaccionadas eléctricamente.*

2.5 *Durante el tiempo prescrito en la regla 2914, el aparato de gobierno, cuando éste se haya de alimentar de conformidad con lo preinscrito a la regla.*

2.6 *Durante un periodo de media hora:*

2.61 *Toda puerta estanca que en virtud de lo prescrito en la regla 15 haya de ser accionada a motor junto con sus indicadores y señales de aviso;*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- 2.62 *Los dispositivos de emergencia que impulsan los ascensores hasta la cubierta para la evacuación de personas. En una emergencia, los ascensores de pasajeros podrán ser impulsados hasta la cubierta de modo sucesivo.*
- 2.7 *En el caso de un buque que realice viajes de corta duración, la Administración, si a juicio suyo es adecuado el grado de seguridad obtenido, podrá aceptar un periodo inferior al de 36 h que se especifica en los párrafos 2.1 a 2.5, pero no inferior a 12h.*
3. *La fuente de energía eléctrica de emergencia podrá ser un generador o una batería de acumuladores, que cumplirán con lo prescrito a continuación:*
- 3.1 *Si la fuente de energía eléctrica es un generador, éste:*
- 3.11 *estará accionado por un motor primario apropiado con alimentación independiente de combustible cuyo punto de inflamación (prueba en vaso cerrado) no sea inferior a 43°C;*
- 3.12 *arrancará automáticamente dado que falle el suministro de electricidad de la fuente de energía eléctrica principal y quedará conectado automáticamente al cuadro de distribución de emergencia; entonces, los servicios a que se hace referencia en el párrafo 4 se transferirán automáticamente al grupo electrógeno de emergencia. El sistema de arranque automático y las características del motor primario serán tales que el generador de emergencia funcione a su plena carga y régimen tan rápidamente como sea posible sin riesgo y a lo sumo en 45 s; a menos que el grupo electrógeno de emergencia tenga un segundo dispositivo de arranque independiente, la fuente única de energía acumulada estará protegida de modo que no la pueda agotar completamente el sistema de arranque automático; y*
- 3.13 *tendrá una fuente transitoria eléctrica de emergencia ajustada a lo prescrito en el párrafo 4.*
- 3.2 *cuando la fuente de energía eléctrica sea una batería de acumuladores, ésta podrá:*
- 3.21 *contener la carga eléctrica de emergencia sin necesidad de recarga, manteniendo una tensión que como máximo discrepe de la nominal un 12% de aumento o de disminución durante todo el periodo de descarga,*
- 3.22 *conectarse automáticamente al cuadro de distribución de emergencia en caso de que falle la fuente de energía principal; y*
- 3.23 *alimentar inmediatamente los servicios especificados en el párrafo 4, como mínimo.*
- 3.3 *La siguiente disposición del párrafo 3.1.2 no será aplicable a los buques construidos el 1 de octubre de 1994 o posteriormente:*
- a menos que el grupo electrógeno de emergencia tenga un segundo dispositivo de arranque independientemente, la fuente única de energía acumulada estará protegida de modo que no la pueda agotar completamente el sistema de arranque automático.*

- 3.4 *En el caso de los buques construidos el 1 de julio de 1998 o posteriormente, cuando sea necesaria la energía eléctrica para restablecer la propulsión, la capacidad de suministro será suficiente para, en combinación con las máquinas pertinentes, restablecer la propulsión del buque apagado en los 30 min siguientes al apagón.*
4. *La fuente de energía transitoria eléctrica de emergencia prescrita en el párrafo 3.1.3 será una batería de acumuladores convenientemente situada para ser utilizada en caso de emergencia, batería que funcionará sin necesidad de recarga y manteniendo una tensión que como máximo discrepe de la nominal un 12% de aumento o de disminución durante todo el periodo de descarga, y que podrá, por su capacidad y su disposición, alimentar automáticamente, dado que falle la fuente de energía eléctrica principal o la de emergencia, los servicios siguientes como mínimo, si el funcionamiento de éstos depende de una fuente de energía eléctrica:*
- 4.1 *Durante media hora:*
- 4.11 *el alumbrado prescrito en los párrafos 2.1 y 2.2;*
- 4.12 *todos los servicios prescritos en los párrafos 2.31, 2.33 y 2.34, a menos que tales servicios dispongan para el periodo especificado de suministro independiente, derivado de una batería de acumuladores convenientemente situada para utilización en caso de emergencia.*
- 4.2 *La energía necesaria para accionar las puertas estancas, según lo prescrito en la regla 15.7.3.3, aunque no forzosamente todas a la vez, a no ser que se provea de una fuente temporal e independiente de energía almacenada. La energía necesaria para los circuitos de control, indicación de alarma, según lo prescrito en la regla 15.7.2, durante media hora.*
5. *Durante media hora:*
- 5.1 *El cuadro de distribución correspondiente a la fuente de energía eléctrica de emergencia estará instalado tan cerca de ésta como resulte posible.*
- 5.2 *Cuando la fuente de energía eléctrica de emergencia esté constituida por un generador, su cuadro de distribución estará situado en el mismo espacio, a menos que esto entorpezca el funcionamiento del cuadro.*
- 5.3 *Ninguna de las baterías de acumuladores instaladas de conformidad con la presente regla se situará en el mismo espacio que el cuadro de distribución de emergencia. En un lugar apropiado del cuadro de distribución principal o en la cámara de mando de máquinas se instalará un indicador que señale si las baterías que constituyen la fuente de energía eléctrica de emergencia o la fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia a que se hace referencia en el párrafo 3.13 o en el 4 se están descargando.*
- 5.4 *En condiciones normales de funcionamiento el cuadro de distribución de emergencia estará alimentado desde el cuadro de distribución principal por un cable alimentador de*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*interconexión adecuadamente protegido contra sobrecargas y cortocircuitos en el cuadro principal y que se desconectará automáticamente en el cuadro de distribución de emergencia si falla la fuente de energía eléctrica principal. Cuando el sistema esté dispuesto para funcionar en realimentación, se protegerá también el citado cable alimentador en el cuadro de distribución de emergencia al menos contra cortocircuitos.*

- 5.5 A fin de asegurar la inmediata disponibilidad de la fuente de energía eléctrica de emergencia, se tomarán medidas cuando sea necesario para desconectar automáticamente del cuadro de distribución de emergencia los circuitos cuando no sean de emergencia, de modo que quede garantizado el suministro de energía para los circuitos de emergencia.*
- 6. El generador de emergencia y su motor primario, y toda batería de acumuladores que pueda haber, estarán proyectados y dispuestos de modo que funcionen a su plena potencia en régimen estando el buque adrizado o con un ángulo de escora de hasta 22, 5° o con un ángulo de asiento de hasta 10° hacia proa o hacia popa, o bien con una combinación cualquiera de ángulos que no rebasen esos límites.*
  - 7. Se tomarán las medidas necesarias para verificar en pruebas periódicas todo el sistema de emergencia, incluidos los dispositivos de arranque automático.*

La Regla 42, nos trata de explicar las necesidades que debe de cumplir un buque cuando el mismo se encuentra en situaciones de emergencia. En nuestro caso y como veremos más adelante, el buque cuenta con una sala para el motor de emergencia, que se encuentra en la cubierta intermedia y en la que aparte del propio motor, se encuentran los transformadores y baterías para su arranque, se encuentra el cuadro de maniobra de fuerza y el tanque de gasoil que alimenta al mismo, con un nivel que supera las 36h de uso. También se encuentran todos los planos para saber los servicios que alimenta el generador de emergencia y comprobar su funcionamiento.

### 3.13.1 Regla 42-1

#### ***Alumbrado de emergencia suplementario en los buques de pasaje de transporte rodado. [1]***

*Nota: Lo dispuesto en la presente regla es aplicable a todos los buques de pasaje con espacios para carga rodada o espacios de categoría especial según se definen en la regla II-2/3, salvo que, para los buques construidos antes del 22 de octubre de 1989, se aplicará a más tardar el 22 de octubre de 1990.*

1. *Además del alumbrado de emergencia prescrito en la regla 42.2, en todo buque de pasaje con espacios para carga rodada o con espacios de categoría especial, según se definen en la regla II-2/3:*

1.1 *todos los espacios y pasillos públicos para pasajeros estarán provistos de un alumbrado eléctrico suplementario capaz de funcionar 3 h como mínimo cuando hayan fallado las demás fuentes de energía eléctrica, cualquiera que sea la escora del buque. La iluminación proporcionada será tal que permita ver los accesos a los medios de evacuación. El suministro de Energía del alumbrado suplementario consistirá en baterías de acumuladores situadas en el interior de las unidades de alumbrado, que se cargarán continuamente, siempre que sea factible, desde el cuadro de distribución de emergencia. En su lugar, la Administración podrá aceptar otros medios de alumbrado que sean cuando menos tan efectivos como los descritos. El alumbrado suplementario será tal que se perciba inmediatamente cualquier fallo de la lámpara. Todas las baterías de acumuladores en uso serán reemplazadas a determinados intervalos, teniendo en cuenta la vida de servicio especificada y las condiciones ambientales a que se hallen sometidas estando en servicio; y*

1.2 *se proveerá una lámpara que funcione con batería recargable portátil en todo pasillo, espacio de recreo y espacio de trabajo para la tripulación que esté normalmente ocupado, a menos que se proporcione alumbrado de emergencia suplementario como se prescribe en el apartado 1.1 de la presente regla.*

La Regla 42-1 es adhesión a la Regla 42, en ella podemos ver la implantación especial en buques de pasaje rodado. En ella se implementan una serie de normas para cumplir con la iluminación en los pasillos donde se encuentre el pasaje. El buque L'Audace, aunque es un barco de carga, también puede llevar 22 pasajeros, que casi siempre suelen ser propios camioneros o empresas de espectáculos. Debido a que el barco cuenta con pasaje, esta Regla es cumplida en este buque y tanto en los pasillos de pasaje como de tripulación.

**3.13 Regla 43**

**Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga. [1]**

- 1.1 *Se proveerá una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.*
- 1.2 *La fuente de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía de emergencia, el cuadro de distribución de emergencia y el cuadro de distribución de alumbrado de emergencia estarán situados por encima de la cubierta corrida más alta y tendrán acceso fácil desde la cubierta expuesta. No estarán situados a proa del mamparo de colisión, salvo que en circunstancias excepcionales lo autorice la Administración.*
- 1.3 *La ubicación de la fuente de energía eléctrica de emergencia, del correspondiente equipo transformador, si lo hay, de la fuente transitoria de energía de emergencia, del cuadro de distribución de emergencia y del cuadro de distribución de alumbrado de emergencia con respecto a la fuente de energía eléctrica principal, de un modo que a juicio de la Administración sea satisfactorio, que un incendio o cualquier otro siniestro sufridos en el espacio que contenga la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal, o en cualquier espacio de categoría A para máquinas, no dificultarán el suministro, la regulación ni la distribución de la energía eléctrica de emergencia. En la medida de lo posible, el espacio que contenga las fuentes de energía eléctrica de emergencia y el cuadro de distribución de emergencia, no será contiguo a los mamparos límite de los espacios de categoría A para máquinas o de los espacios que contengan la fuente de energía principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal.*
- 1.4 *A condición de que se tomen medidas adecuadas para hacer seguro su funcionamiento independiente en situaciones de emergencia, en cualquier circunstancia, el generador de emergencia podrá utilizarse excepcionalmente, y durante cortos periodos, para alimentar circuitos que no sean de emergencia.*
2. *La energía eléctrica disponible será suficiente para alimentar todos los servicios que sean esenciales para la seguridad en caso de emergencia, dando la consideración debida a los servicios que puedan tener que funcionar simultáneamente. Habida cuenta de las corrientes de arranque y la naturaleza transitoria de ciertas cargas, la fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican los servicios siguientes, si el funcionamiento de éstos depende de una fuente de energía eléctrica:*

- 2.1 *Durante un periodo de 3h, alumbrado de emergencia en todos los puestos de reunión y en los de embarco y fuera de los costados, tal como se prescribe en las reglas III/11.4 y III/16.7*
- 2.2 *Durante un periodo de 18h, alumbrado de emergencia:*
- 2.21 *en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal y en los troncos de ascensores;*
  - 2.22 *en los espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales, incluidos sus correspondientes puestos de mando;*
  - 2.23 *en todos los puestos de control, en las cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia;*
  - 2.24 *en todos los paños de equipos de bombero;*
  - 2.25 *en el aparato de gobierno;*
  - 2.26 *en la bomba contraincendios a que se hace referencia en el párrafo 2.5, en la bomba de rociadores, si la hay, y en la bomba de emergencia para el achique de sentinas, si la hay, y en el punto de arranque de sus respectivos motores; y*
  - 2.27 *en todas las cámaras de bombas de carga de los buques tanque construidos el 1 de julio de 2002 o posteriormente.*
- 2.1 *Durante un periodo de 18h:*
- 2.31 *Las luces de navegación y demás luces prescritas en el Reglamento internacional para prevenir los abordajes que haya en vigor;*
  - 2.32 *En los buques construidos el 1 de febrero de 1995, o posteriormente, la instalación radioeléctrica de ondas métricas prescrita en las reglas IV/7.11 y IV/7.12; y, si procede:*
    - 2.32.1 *La instalación radioeléctrica de ondas hectométricas prescrita en las reglas IV/9.11, IV/9.12, IV/10.12 y IV/10.13;*
    - 2.32.2 *La estación terrena de buque prescrita en la regla IV/10.11; y*
    - 2.32.3 *La instalación radioeléctrica de ondas hectométricas/decamétricas prescrita en las reglas IV/10.21, IV/10.22 y IV/11.1.*
- 4.13 *Durante un periodo de 18h:*
- 2.41 *todo el equipo de comunicaciones interiores necesario en una situación de emergencia;*
  - 2.42 *los aparatos náuticos de a bordo prescritos en la regla V/19; cuando no sea razonable o posible aplicar esta disposición, la Administración podrá dispensar de su cumplimiento a los buques de arqueo bruto inferior a 5000;*
  - 2.43 *el sistema de detección de incendios y de alarma contraincendios; y*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

2.44 *haciéndolos funcionar de modo intermitente, la lámpara de señales diurnas, el pito del buque, los avisadores de accionamiento manual y todas las señales interiores que se requieren en una situación de emergencia;*

*a menos que estos servicios dispongan, para un periodo de 18h, de un suministro independiente procedente de una batería de acumuladores situada de modo que quepa utilizarla en caso de emergencia.*

4.14 *Durante un periodo de 18 h, una de las bombas contraincendios prescritas en las reglas II-2/10.2.2.2 y II-2/10.2.2.3, si en cuanto a suministro de energía depende del generador de emergencia.*

4.15 *Durante el tiempo prescrito en la regla 29.14, el aparato de gobierno, cuando éste se haya de alimentar de conformidad con lo prescrito en esa regla.*

4.16 *En el caso de un buque que regularmente realice viajes de corta duración, la Administración, si a juicio suyo es adecuado el grado de seguridad obtenido, podrá aceptar un periodo inferior al de 18 h que se especifica en los párrafos 2.2 a 2.5, pero no inferior a 12 h.*

3.2 *La fuente de energía eléctrica de emergencia podrá ser un generador o una batería de acumuladores, que cumplirán con lo prescrito a continuación:*

3.1 *Si la fuente de energía eléctrica de emergencia es un generador, éste:*

3.11 *estará accionado por un motor primario apropiado con alimentación independiente de combustible cuyo punto de inflamación (prueba en vaso cerrado) no sea inferior a 43°C;*

3.12 *arrancará automáticamente dado que falle el suministro de la fuente de energía eléctrica principal, a menos que haya instalada una fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia de conformidad con el párrafo 3.13; si el generador de emergencia arranca automáticamente, quedará conectado automáticamente al cuadro de distribución de emergencia; entonces, los servicios a que se hace referencia en el párrafo 4 se transferirán automáticamente al generador de emergencia; y a menos que el generador de emergencia tenga un segundo dispositivo de arranque independiente, la fuente única de energía acumulada estará protegida de modo que no la pueda agotar completamente el sistema de arranque automático; y*

3.13 *tendrá una fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia ajustada a lo prescrito en el párrafo 4, a menos que haya instalado un generador de emergencia que pueda alimentar los servicios mencionados en ese párrafo y arrancar automáticamente y suministrar la carga necesaria tan rápidamente como sea posible, sin riesgos y a lo sumo en 45s.*

3.2 Cuando la fuente de energía eléctrica de emergencia sea una batería de acumuladores ésta podrá:

- 3.21 contener la carga eléctrica de emergencia sin necesidad de recarga, manteniendo una tensión que como máximo discrepe de la nominal en un 12 % de aumento o de disminución durante todo el periodo de descarga;
- 3.22 conectarse automáticamente al cuadro de distribución de emergencia en caso de que falle la fuente de energía eléctrica principal; y
- 3.23 alimentar inmediatamente los servicios especificados en el párrafo 4, como mínimo.

3.3 La siguiente disposición del párrafo 3.12 no será aplicable a los buques construidos el 1 de octubre de 1994 o posteriormente

y a menos que el generador de emergencia tenga un segundo dispositivo de arranque independientemente, la fuente única de energía acumulada estará protegida de modo que no la pueda agotar completamente el sistema de arranque automático.

3.4 En el caso de los buques construidos el 1 de julio de 1998 o posteriormente, cuando sea necesaria la energía eléctrica para restablecer la propulsión, la capacidad de suministro será suficiente para, en combinación con las máquinas

4 La fuente transitoria de energía eléctrica prescrita en el párrafo 3.13 será una batería de acumuladores convenientemente situada para ser utilizada en caso de emergencia, batería que funcionará sin necesidad de recarga y manteniendo una tensión que como máximo discrepe de la nominal en un 12 % de aumento o de disminución durante todo el periodo de descarga, y que podrá, por su capacidad y su disposición, alimentar automáticamente durante media hora por lo menos, dado que falle la fuente de energía eléctrica principal o la de emergencia, los servicios siguientes como mínimo, si el funcionamiento de éstos depende de una fuente de energía eléctrica.

4.1 el alumbrado prescrito en los párrafos 2.1, 2.2 y 2.31. Para esa fase transitoria, el alumbrado eléctrico de emergencia prescrito podrá proveerse, por lo que respecta al espacio de máquinas y a los alojamientos y espacios de servicios, mediante distintas lámparas de acumulador fijas, de carga automática y accionadas por relé; y

4.2 todos los servicios prescritos en los párrafos 2.41, 2.43 y 2.44 a menos que tales servicios dispongan para el periodo especificado de un suministro independiente derivado de una batería de acumuladores convenientemente situada para utilización en caso de emergencia.

5.1 El cuadro de distribución correspondiente a la fuente de energía eléctrica de emergencia estará instalado tan cerca de ésta como resulte posible.

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- 5.2 *Cuando la fuente de energía eléctrica de emergencia esté constituida por un generador, su cuadro de distribución estará situado en el mismo espacio, a menos que esto entorpezca el funcionamiento del cuadro.*
- 5.3 *Ninguna de las baterías de acumuladores instaladas de conformidad con la presente regla se situará en el mismo espacio que el cuadro de distribución de emergencia. En un lugar apropiado del cuadro de distribución o en la cámara de mando de máquinas se instalará un indicador que señale si las baterías que constituyen la fuente de energía eléctrica de emergencia o la fuente transitoria de energía eléctrica a que se hace referencia en el párrafo 3.2 o en el 4 se están descargando.*
- 5.4 *En condiciones normales de funcionamiento el cuadro de distribución de emergencia estará alimentado desde el cuadro de distribución principal por un cable alimentador de interconexión adecuadamente protegido contra sobrecargas y cortocircuitos en el cuadro principal y que se desconectará automáticamente en el cuadro de distribución de emergencia si falla la fuente de energía eléctrica principal. Cuando el sistema esté dispuesto para funcionar en realimentación, se protegerá también el citado cable alimentador en el cuadro de distribución de emergencia al menos contra cortocircuitos.*
- 5.5 *A fin de asegurar la inmediata disponibilidad de la fuente de energía eléctrica de emergencia, se tomarán medidas cuando sea necesario para desconectar automáticamente del cuadro de distribución de emergencia los circuitos que no sean de emergencia, de modo que quede garantizado el suministro de energía para los circuitos de emergencia.*
- 6 *El generador de emergencia y su motor primario, y toda su batería de acumuladores de emergencia que pueda haber, estarán proyectados y dispuestos de modo que funcionen a su plena potencia de régimen estando el buque adrizado o con un ángulo de escora de hasta 22, 5° o con un ángulo de asiento de hasta 10° hacia proa o hacia popa, o bien con una combinación cualquiera de ángulos que no rebasen estos límites.*
- 7 *Se tomarán las medidas necesarias para verificar en pruebas periódicas todo el sistema de emergencia, incluidos los dispositivos de arranque automáticos.*

La Regla 43 es una implementación al igual que en la regla 42 pero esta vez para buques de carga en general. Al igual que para los buques de pasaje, pero a la vez con menos horas de duración puesto que solo se encuentra la tripulación en él. En nuestro caso, el buque es un barco de carga y también cumple con la normativa de la Regla 43, de hecho, aunque el tanque de gasoil del motor de emergencia tiene una capacidad para estar en funcionamiento 36 horas, hay un cartel en el mismo que te marca el nivel mínimo que debe de contener para un funcionamiento de 18 horas.

### 3.14 Regla 44

#### **Medios de arranque de los grupos electrógenos de emergencia. [1]**

1. *Los grupos electrógenos de emergencia deberán poder arrancar fácilmente en frío, a una temperatura de 0°C. Si esto no es factible, o si cabe esperar que se encontrarán temperaturas más bajas, se tomarán medidas que se resulten aceptables a la Administración para el mantenimiento de dispositivos calefactores, a fin de asegurar el pronto arranque de los grupos electrógenos.*
2. *Todo grupo eléctrico de emergencia dispuesto para el arranque automático estará equipado con dispositivos de arranque aprobados por la Administración que pueden acumular energía suficiente para tres arranques consecutivos por lo menos. Se proveerá una segunda fuente de energía que haga posibles otros arranques durante 30 min, a menos que quepa demostrar que el arranque por medios manuales es eficaz.*
  - 2.1 *Los buques construidos el 1 de octubre de 1994 o posteriormente cumplirán con las prescripciones siguientes en lugar de las disposiciones de la segunda fase del párrafo 2:  
La fuente de energía acumulada estará protegida e modo que el sistema de arranque automático no la pueda agotar hasta un punto crítico, a menos que se disponga d un segundo medio de arranque independiente. Además, se proveerá una segunda fuente de energía que permita efectuar otros tres arranques en 30 min, a menos que se demuestre que el arranque por medios manuales es eficaz.*
3. *Se mantendrá en todo momento la energía acumulada, como a continuación se indica:*
  - 3.1 *en los sistemas de arranque eléctricos e hidráulicos, por medio del cuadro de distribución de emergencia;*
  - 3.2 *en los sistemas de arranque de aire comprimido podrá mantenerse mediante los depósitos de aire comprimido principales o auxiliares a través de una válvula de retención apropiada, o mediante un compresor de aire de emergencia que, si es de accionamiento eléctrico, estará alimentado por el cuadro de distribución de emergencia;*
  - 3.3 *todos estos dispositivos de arranque, carga y acumulación de energía estarán ubicados en el espacio del equipo generador de emergencia; no se utilizarán más que para el accionamiento del grupo eléctrico de emergencia. Esto no excluye la posibilidad de abastecer el depósito de aire del grupo eléctrico de emergencia por medio del sistema de aire comprimido principal o auxiliar a través de la válvula de retención instalada en el espacio del equipo generador de emergencia.*
- 4.1 *En los casos en que no se exija el arranque automático y pueda demostrarse que los medios de arranque manual son eficaces, se podrán permitir medios de esta clase*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*tales como manivelas, arrancadores por inercia, acumuladores hidráulicos de carga manual o cartuchos de pólvora.*

*4.2 Cuando no quepa utilizar el arranque manual habrá que cumplir con lo prescrito en los párrafos 2 y 3, con la salvedad de que el arranque podrá iniciarse manualmente.*

Según SOLAS y la regla 44, los equipos de emergencia deben arrancar de diferentes maneras para cumplir lo establecido en la misma. E nuestro buque y como se explica en el capítulo de Resultados, nos vamos a encontrar con diferentes formas de arrancar el motor de emergencia y de acoplarse a la red para su posterior uso. Hay que decir, que las pruebas de arranque se realizan una vez por semana, y en el caso del L'Audace, son realizadas por el Segundo Oficial de Máquinas junto al Alumno de Máquinas.

### **3.15 Regla 45**

***Precauciones contra descargas eléctricas, incendios de origen eléctrico y otros riesgos del mismo tipo. [1]***

*Nota: los párrafos 10 y 11 de la presente regla se aplican a los buques construidos el 1 de enero de 2007, o posteriormente.*

*1.1 Las partes metálicas descubiertas de máquinas o equipo eléctricos no destinados a conducir corriente, pero que a causa de un defecto puedan conducirla, deberán estar puestas a masa, a menos que dichas máquinas o equipo estén:*

*1.11 alimentadas a una tensión que no exceda de 50 V en corriente continua o de un valor eficaz de 50 V entre los conductores; no se utilizarán autotransformadores con objeto de conseguir esta tensión; o*

*1.12 alimentadas a una tensión que no exceda de 250 V por transformadores aisladores de seguridad que alimenten un solo aparato; o*

*1.13 construidas de conformidad con el principio de aislamiento doble.*

*1.2 La Administración podrá exigir precauciones complementarias para el empleo de equipo eléctrico portátil en espacios reducidos o excepcionalmente húmedos en los que pueda haber riesgos especiales a causa de la conductividad.*

*1.3 Todos los aparatos eléctricos estarán constituidos e instalados de modo que no puedan causar lesiones cuando se manejen o se toquen en condiciones normales de trabajo.*

*2. Los cuadros de distribución principal y de emergencia estarán dispuestos de modo que los aparatos y el equipo sean tan accesibles como pueda necesitarse, sin peligro para el personal.*

Los laterales, la parte posterior y, si es preciso, la cara frontal de los cuadros de distribución irán adecuadamente protegidos. Las partes descubiertas conductoras cuya tensión, con relación a la masa, exceda de la que la Administración fije, no se instalarán en la cara frontal de tales cuadros. En las partes frontal y posterior del cuadro de distribución habrá esterillas o enjaretados aislantes cuando esto se estime necesario.

3.1 No se hará uso del sistema de distribución con retorno por el casco para ninguna finalidad en buques tanque, ni para la conducción de fuerza o para los servicios de calefacción o alumbrado en ningún otro buque de arqueo bruto igual o superior a 1600.

3.2 Lo prescrito en el párrafo 3.1 no excluye la utilización, en condiciones aprobadas por la administración, de:

3.21 sistemas de protección catódica por diferencia de potencial eléctrico;

3.22 sistemas limitados y puestos a masa localmente; o

3.23 dispositivos monitores del nivel de aislamiento, a condición de que la corriente que circule no exceda de 30 mA en las condiciones más desfavorables.

3.3 En los buques construidos el 1 de octubre de 1994 o posteriormente, lo prescrito en el párrafo 3.1 no excluye la utilización de sistemas limitados y puestos a masa localmente, a condición de que cualquier posible corriente resultante no circule directamente por ninguno de los espacios peligrosos.

3.4 Cuando se utilice el sistema de distribución con retorno por el casco, todos los subcircuitos finales, es decir, todos los circuitos instalados después del último dispositivo protector, serán bifilares y se adoptarán precauciones especiales que la Administración habrá de juzgar satisfactorias.

4.1 En los buques tanque no se hará uso de sistemas de distribución puestos a masa. Excepcionalmente la Administración podrá autorizar en tales buques la puesta del neutro a masa para redes de fuerza de corriente alterna de 3000 V (entre fases) o más, a condición de que ninguna posible corriente resultante circule directamente a través de ninguno de los espacios peligrosos.

4.2 Cuando se utilice un sistema de distribución primario o secundario sin puesta a masa para la conducción de fuerza o para los servicios de calefacción o alumbrado, se instalará un monitor que vigile continuamente el nivel de aislamiento con relación a la masa y dé una indicación acústica o visual de todo valor de aislamiento anormalmente bajo.

4.3 Los buques construidos el 1 de octubre de 1994 o posteriormente cumplirán con las prescripciones siguientes en lugar de las disposiciones del párrafo 4.1:

4.31 salvo en los casos previstos en el párrafo 4.32, en los buques tanque no se utilizarán sistemas de distribución puestos a masa;

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- 4.32 *lo prescrito en el párrafo 431 no excluye la utilización de circuitos puestos a masa intrínsecamente seguros ni tampoco, según las condiciones aprobadas por la Administración, la utilización de los siguientes sistemas puestos a masa:*
- 4.32.1 *suministro de energía, circuitos de control y circuitos de los instrumentos en los casos en que por razones técnicas o de seguridad no sea posible utilizar un sistema no conectado a masa, a condición de que la corriente de retorno por el casco no sea superior a 5 A, tanto en condiciones normales como de avería;*  
*o*
- 4.32.2 *sistemas limitados y localmente puestos a masa, a condición de que cualquier posible corriente resultante no circule directamente por ninguno de los espacios peligrosos; o*
- 4.32.3 *redes de energía de corriente alterna de un valor eficaz igual o superior a 1000 V (entre fases), a condición de que cualquier posible corriente resultante no circule directamente por ninguno de los espacios peligrosos.*
- 5.1 *Salvo en circunstancias excepcionales autorizadas por la Administración, todos los forros metálicos y blindajes de los cables serán eléctricamente continuos y estarán puestos a masa.*
- 5.2 *Todos los cables eléctricos y el cableado exterior del equipo serán al menos de tipo piorretardante y se instalarán de modo que las propiedades que en ese sentido tengan no se acentúen. Cuando sea necesario para determinadas instalaciones, la Administración podrá autorizar el uso de cables tipo especial, como los de radiofrecuencia, que no cumplan con lo aquí prescrito.*
- 5.3 *Los cables y el cableado destinado a servicios esenciales o de emergencia de conducción de fuerza, alumbrado, comunicaciones interiores o señales, irán tendidos lo más lejos posible de cocinas, lavanderías, espacios de categoría A para máquinas y guardacalores correspondientes, y otros lugares cuyo riesgo de incendio sea elevado. En los buques de pasaje de transbordo rodado, el cableado de las alarmas de emergencia y de los sistemas megafónicos instalados el 1 de julio de 1998 o posteriormente habrá que ser aprobado por la Administración, habida cuenta de las recomendaciones de la Organización. Los cables que conecten bombas contraincendios al cuadro de distribución de emergencia serán de tipo pirorresistente si pasan por lugares con elevado riesgo de incendio. Siempre que sea posible, todos esos cables irán tendidos de modo que no pueda inutilizarlos el calentamiento de los mamparos ocasionando por un incendio declarado en un espacio adyacente.*
- 5.4 *Cuando, por estar situados en zonas peligrosas, los cables eléctricos originen riesgos de incendio o de explosión en el supuesto de que se produzca una avería eléctrica en dichas*

*zonas, se tomarán las precauciones especiales que la Administración juzgue satisfactorias.*

*5.5 La instalación de los cables y del cableado y la sujeción dada a los mismos serán tales que eviten el desgaste por fricción y otros deterioros.*

*5.6 Las conexiones extremas y las uniones de todos los conductores se harán de modo que éstos conserven sus propiedades eléctricas, mecánicas, piroretardantes y, cuando sea necesario, piroresistentes.*

*6.1 Cada uno de los distintos circuitos estará protegido contra cortocircuitos y sobrecargas, salvo en los casos permitidos en las reglas 29 y 30, o cuando excepcionalmente la Administración autorice otra cosa.*

*6.2 El amperaje o el reglaje apropiado del dispositivo de protección contra sobrecargas destinado a cada circuito estará permanentemente indicado en el emplazamiento de dicho dispositivo.*

*7. Los accesorios de alumbrado estarán dispuestos de modo que no se produzcan aumentos de temperatura perjudiciales para los cables y el cableado, ni un calentamiento excesivo del material circundante.*

*8. Todos los circuitos de alumbrado y de fuerza que terminen en un depósito de combustible o en un espacio de carga estarán provistos de un interruptor multipolar situado fuera de tal espacio para desconectar dichos circuitos.*

*9.1 Las baterías de acumuladores irán adecuadamente alojadas, y los compartimentos destinados principalmente a contenerlas responderán a una buena construcción y tendrán una ventilación eficaz.*

*9.2 En esos compartimentos no estará permitida la instalación de equipos eléctricos o de otra índole que puedan constituir una fuente de ignición de vapores inflamables, salvo en las circunstancias previstas en el párrafo 10.*

*9.3 No se instalarán en los dormitorios baterías de acumuladores, salvo cuando la hermeticidad de éstas sea satisfactoria a juicio de la Administración.*

*10. No se instalará equipo eléctrico alguno en ninguno de los espacios en que puedan acumularse mezclas inflamables, por ejemplo, en los compartimentos principalmente destinados a contener baterías de acumuladores, en paños de pintura, paños de acetileno y espacios análogos, a menos que, a juicio de la Administración, dicho equipo:*

*10.1 sea esenciales para fines operacionales;*

*10.2 sea de un tipo que no pueda inflamar la mezcla de que se trate;*

*10.3 sea apropiado para el espacio que se trate; y*

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*10.4 esté adecuadamente homologado para su uso sin riesgos en atmósferas en las que sea probable que se acumules polvo, vapores o gases.*

*11. En los buques tanque no se instalarán equipos, cables ni cableados eléctricos en emplazamientos potencialmente peligrosos, a menos que se ajusten a normas no inferiores a las aceptadas por la Organización. No obstante, en los emplazamientos no contemplados por dichas normas podrán instalarse, en los lugares potencialmente peligrosos, equipo, cables y cableado eléctricos que no se ajusten a ellas, si la Administración, tras evaluar los riesgos, estima que ofrecen un grado de seguridad equivalente.*

*12. En los buques de pasaje los sistemas de distribución estarán dispuestos de modo que un incendio declarado en cualquier zona vertical principal, tal como se definen esas zonas en la regla II-2/3.32, no entorpezca los servicios que sean esenciales para mantener la seguridad en cualquier otra zona principal. Se considerará satisfecha esta prescripción si los cables de alimentación principal y los de emergencia que atraviesen cualquiera de estas zonas se hallan separados entre sí, tanto vertical como horizontalmente, en la mayor medida posible.*

Aunque la Regla 45 es de uso general, tiene mucha especificación con los buques tanque y de similares características. La misma, en todo momento, intenta, ante todo, primar la seguridad tanto en la manipulación de la electricidad como la seguridad a la hora de funcionamiento con una serie de normas para proteger circuitos y equipos eléctricos. En nuestro caso y debido a la gran cantidad de puntos de luz que había en cubiertas y que hay que manipular y sabiendo que el Oficial Eléctrico del buque era el Segundo Oficial, con ayuda del Alumno de Máquinas se encargaban de cambiar y reparar puntos de luz en mal estado. En esos casos, siempre debemos utilizar guantes de protección contra descargas eléctricas y material, ya sean destornilladores, pela cables o cualquier multímetro, que estuviese protegido y aislado. Cuando nos disponíamos a hacer labores de mantenimiento eléctrico, siempre se debía de avisar al Primer Oficial que era el encargado de los trabajos y si se iba a actuar sobre los machetes de luz de control se debía avisar con carteles en el mismo. Al igual que en el puente, si se iba a mejorar o reparar pantallas de luz o focos de la cubierta exterior o de la escala del práctico, se debía de poner carteles y de usar materiales especiales, como cintas aislantes y demás para proteger las conexiones de las mismas y que quedaran aisladas.



### 3.2 Líneas Suardíaz.

Flota Suardíaz pertenece al grupo Suardíaz que se compone de varias empresas que conviven para poder ofrecer las mejores soluciones de transporte.

Flota Suardíaz fue pionera en España en operar buques roll on/ roll off y la carga rodada de los mismos y hoy cuenta con la primera flota española de buques roll-on / roll-off/ y car carrier. Actualmente como armadores operamos con un total de 25 buques, en rutas fijas, especializados en el transporte de vehículos, trailers y carga rodada en general entre puertos europeos, africanos y asiáticos para los principales fabricantes del sector automovilístico e industrial. [3]

### 3.3 El Buque.

EL buque L'Audace es un buque Roll-on Roll-off en el que he realizado las prácticas externas como alumno de máquinas. Fue construido en 1999 en los astilleros de H.J. Barreras, en Vigo. Con número IMO 9187318, MMSI 224876000 y distintivo EAXA, bandera española y puerto de registro Santa Cruz de Tenerife. Cubre la línea Barcelona-Las Palmas-Tenerife. EL barco cuenta con 18 tripulantes, por la parte de cubierta cuenta el Capitán, tres oficiales y un alumno de puente. La parte de fonda, son dos marineros, un conteraestre, un mozo, un camarero y un cocinero. Por la parte de máquinas cuenta con un Jefe de máquinas, un Primer Oficial, Segundo oficial y también Oficial Eléctrico, Alumno de Máquinas, un Caldereta y un Engrasador. [2]



Ilustración 1. Buque L'Audace. Fuente: Propia.

### 3.31 Capacidad de carga y equipamiento

CARACTERÍSTICAS	CIFRAS
GT (TON)	15224
DWT (TON)	4695
ESLORA (M)	141.25
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES (M)	132.0
MANGA (M)	21
PESO MUERTO MÁXIMO. CALADO (T)	4670
VELOCIDAD DE SERVICIO (NUDOS)	20

Tabla 1. Características principales buque L'Audace. Fuente: [4]

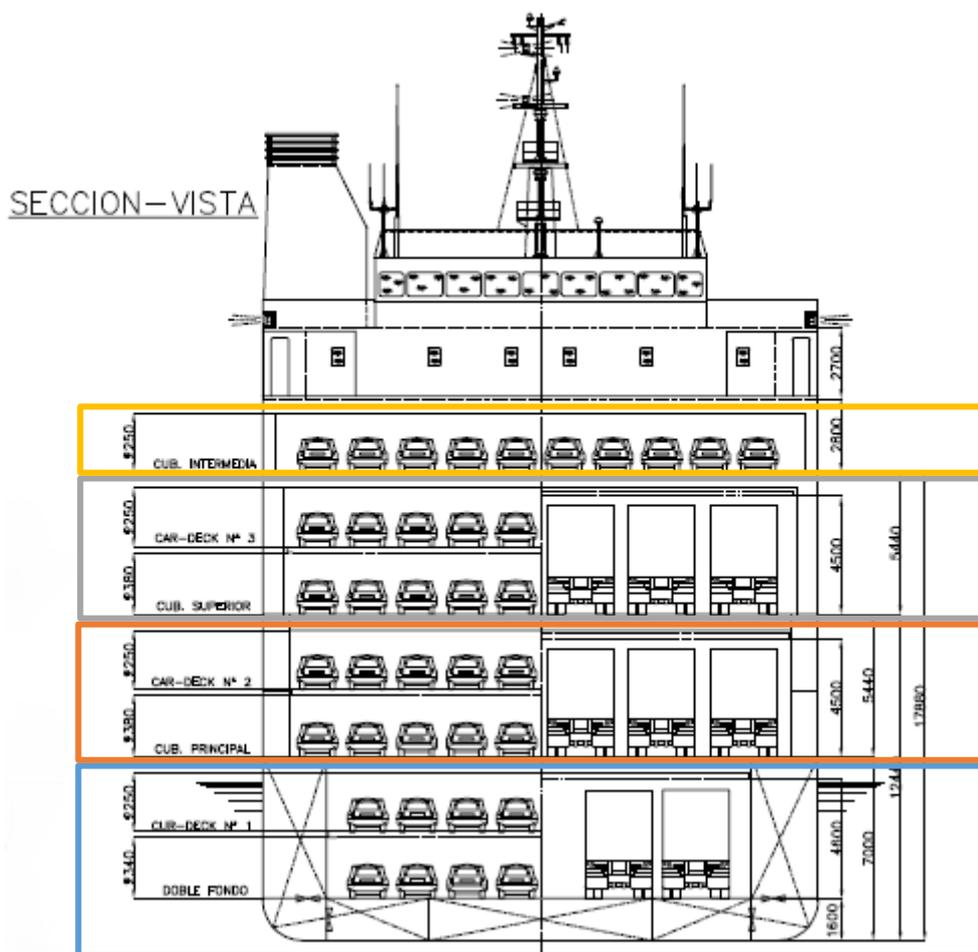


Ilustración 2. Plano vista de popa, buque l'audace. Fuente: [4].

En el plano anterior observamos la vista del buque desde la popa en el que podemos observar las diferentes cubiertas. La primera y marcada con el cuadro azul se trata del bodegúin, en él únicamente se suelen cargar refrigerados, suele llevar en torno a 55 tráileres. También el bodegúin cuenta con una cubierta denominada car-deck que se puede arriar o largar según la situación de estiba. En este caso y debido a que la demanda de refrigerados hacia Canarias es muy grande no se suele utilizar, para bajar a este bodegúin se hace a través de una rampa fija (flecha de color amarillo) que se encuentra en la cubierta principal, para acceder a ella es necesario levantar una rampa pivotante (flecha de color azul) que es la cubierta de la principal. [4]



Ilustración 3. Rampa fija y pivotante del bodeguín. Fuente: [2].

La siguiente cubierta y marcada con color naranja se trata de la cubierta principal, es donde se encuentra la rampa de popa que se iza al hormigón del muelle (flecha de color verde), esta, aunque también cuenta con un car-deck del tamaño de toda la misma, sólo se utiliza para cargar tráiler refrigerados y de carga seca, de esta cubierta y justo en la cuaderna maestra y en el eje vertical del buque se iza la rampa (flecha de color rojo) de 30 m que conecta la cubierta principal con la superior. [4]

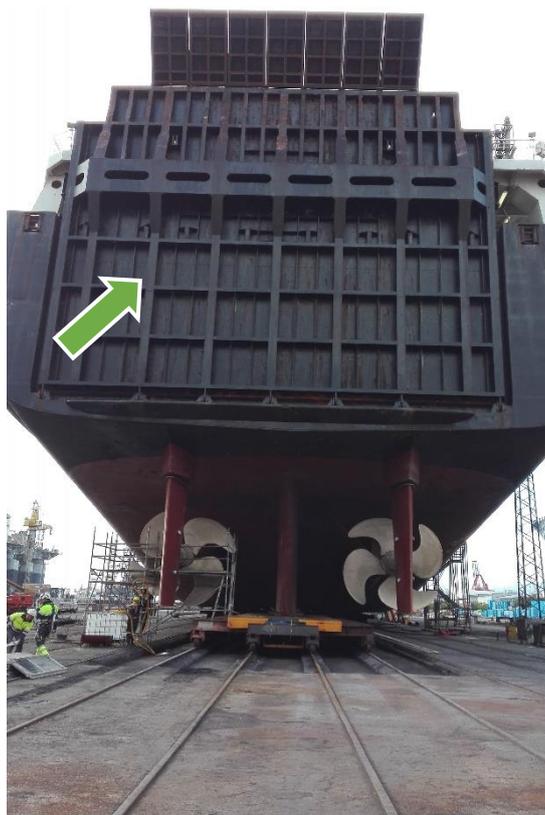


Ilustración 4. Rampa de popa. Fuente: [2].

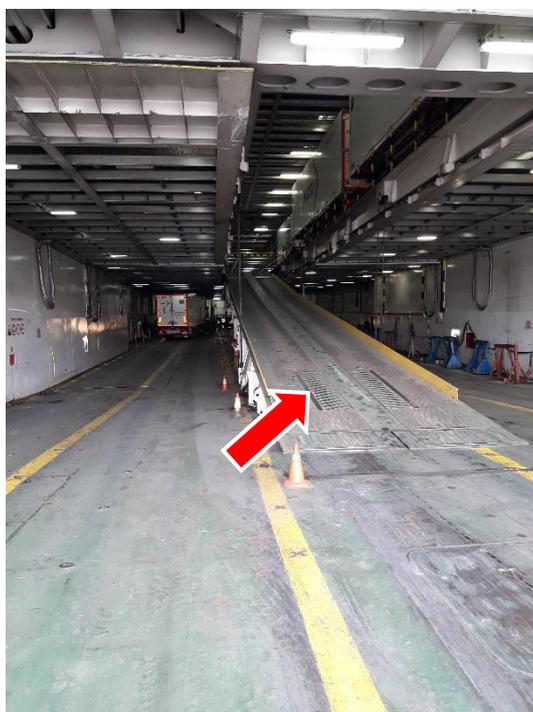


Ilustración 5. Rampa de la cubierta principal. Fuente: [2].

La siguiente cubierta denominada superior y coloreada en gris se trata de una cubierta mixta, ya que se suele cargar la mitad de tráiler, y la otra mitad se suele aprovechar junto con el car-deck, la parte de abajo para cargar furgones de trabajo o pequeños camiones y la parte alta para coches o ambas para coches. [4]



Ilustración 6. Cubierta superior y car-deck. Fuente: [2]

Por último, la cubierta intermedia, coloreada en amarillo, a esta cubierta se accede por una rampa situada entre la intermedia y el car-deck de la superior. Esta cubierta tiene la característica que solo puede llevar coches debido a la altura de la misma. [4]



Ilustración 7. Cubierta intermedia. Fuente: [2]

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CIFRAS</b>
<b>RAMPAS DE CARGA</b>	4 + 3 CAR-DECKS MÓVILES
<b>CAPACIDAD CON COCHES</b>	1253 COCHES
<b>CAPACIDAD CON REMOLQUES</b>	110 + 253 COCHES (INTERMEDIA)
<b>RAMPA DE POPA</b>	15 M DE LONG. X Y 10 M DE ANC. PARA LOS VEHÍCULOS MÁX. 38 T.
<b>RAMPA FIJA</b>	ENTRE LA CUBIERTA PRINCIPAL Y EL DOBLE FONDO, 43 M X 3,50 M PARA VEHÍCULOS MÁX. 38 T.
<b>RAMPA PIVOTANTE</b>	ENTRE EL DOBLE FONDO Y LA CUBIERTA PRINCIPAL
<b>RAMPA MÓVIL</b>	ENTRE LA CUBIERTA PRINCIPAL Y LA SUPERIOR 29.50 M X 3.50 M, PARA VEHÍCULOS MÁX. 38 T
<b>RAMPA PARA COCHES</b>	ENTRE LA CUBIERTA SUPERIOR Y LA INTERMEDIA
<b>CAR-DECKS MÓVILES</b>	ENTRE EL DOBLE FONDO Y LA CUBIERTA PRINCIPAL, PRINCIPAL Y SUPERIOR Y CUBIERTA SUPERIOR E INTERMEDIA

Tabla 2. Características de las cubiertas del buque. Fuente: [4].

### 3.32 Capacidad de los tanques

En resumidas cuentas y para saber un poco más del buque en si podemos diferenciar entre los diferentes tanques que nos encontramos en el barco, así como la capacidad de los mismos. Para conocer un poco más sobre el mismo. [4]

TANQUES	CAPACIDAD
TOTAL, DE AGUA LASTRE	2371.4 M <sup>3</sup>
TOTAL, DE FUEL-OIL	854.4 M <sup>3</sup>
TOTAL, GAS-OIL	99,9 M <sup>3</sup>
TOTAL, DE LUBRICANTE	50,7 M <sup>3</sup>
TOTAL, DE ESPACIOS VACÍOS	1621,7 M <sup>3</sup>
TOTAL, DE AGUA DULCE	140,1 M <sup>3</sup>

Tabla 3. Tanques de lastre. Fuente: [4].

### 3.4 Sala de máquinas

En cuanto a la sala de máquinas la vemos distribuida en el siguiente plano.

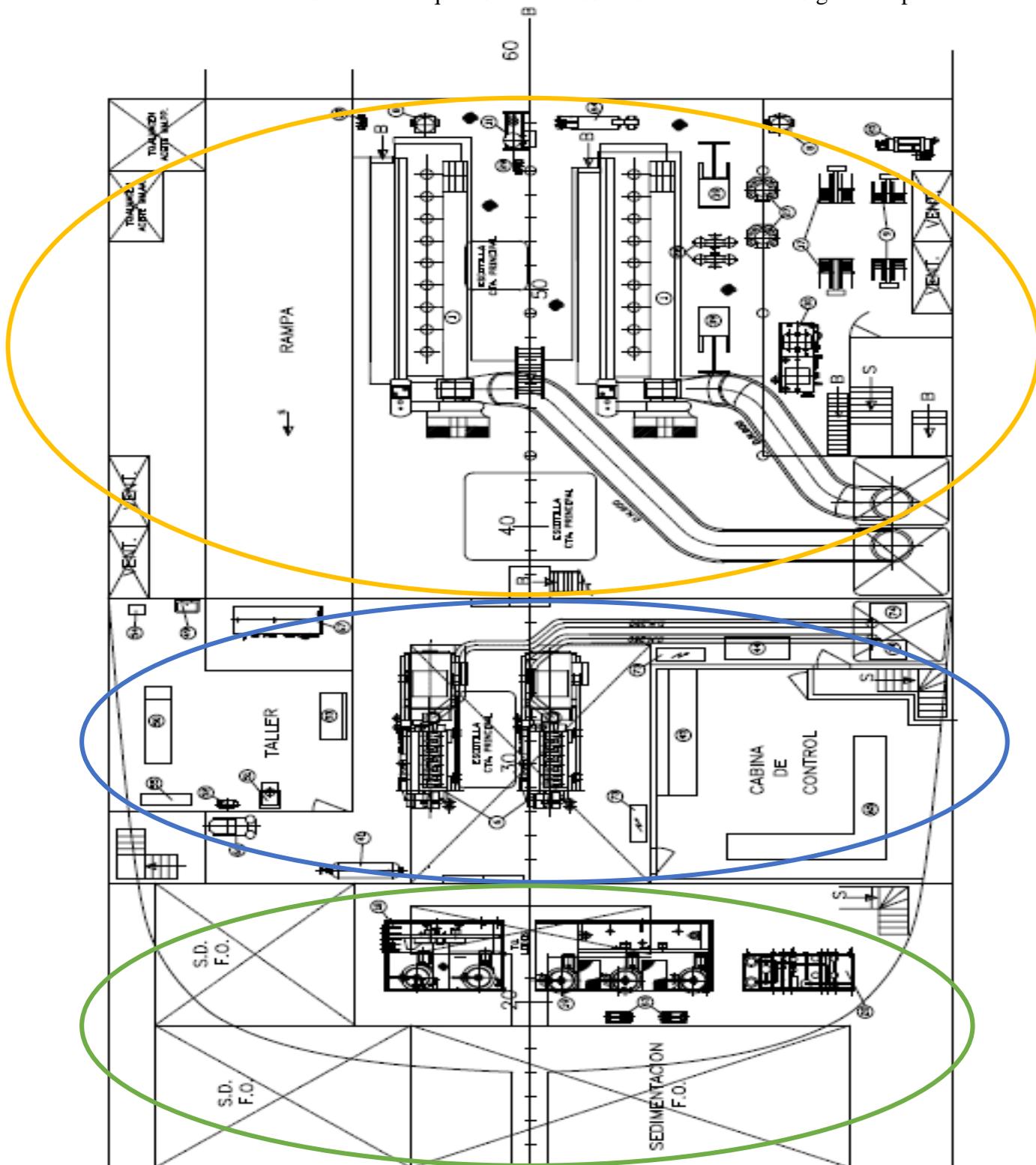


Ilustración 8. Plano sala de máquinas. Fuente: [4].

Como observamos la máquina está dividida en dos teclas. En el inferior es donde se encuentran los dos motores principales junto con todas las bombas de servicio, los compresores y botellas de aire de arranque (color amarillo). En el tecla superior se encuentra los 6 enfriadores, dos de agua de alta temperatura, dos de baja temperatura y dos de aceite, más la cisterna de relleno de la caldera y el evaporador. En la siguiente sala nos encontramos con los dos auxiliares, los transformadores de electricidad y el compresor y botella de aire de emergencia (color azul). Y por último la sala de depuradoras junto al módulo de combustible (color verde). [4]

CARACTERÍSTICAS	TIPO
MOTORES PRINCIPALES	2 x MAN 6480 kW (2 x 8813 BHP) at 550 rpm
MOTORES GENERADORES	2 MOTORES AUXILIARES x 845 BHP (2 x 620 Kw) at 1500 rpm
PROPULSIÓN	HELICES PASO VARIABLE X2
REVOLUCIONES HÉLICE	150
HÉLICE DE MANIOBRA	HELICE ELÉCTRICA DE PROA, 800 BHP
GENERADOR DE EMERGENCIA	MOTOR DIESEL GUASCOR 150 BHP AT 1500 RPM

Tabla 4. Características de la propulsión y el equipo de maniobra. Fuente: [4]



Ilustración 9. Sala de los motores principales. Fuente: [2].

En la ilustración 9, vemos el tecele de los motores principales con las reductoras y el acople a los ejes, en medio de los motores tenemos las bombas de presión de aceite para la prelubricación antes de arrancar.

#### EVAPORADOR



Ilustración 10. Tecele superior de los motores principales. Fuente: [2].

En la ilustración 10 podemos ver los enfriadores de alta y baja, así como el evaporador y la bomba de agua de refrigeración de inyectores.



Ilustración 11. Tecla superior de los motores principales. Fuente: [2].

En la ilustración 11 podemos visualizar los filtros automáticos de aceite, también, y desde una perspectiva mejor, podemos ver la bomba de refrigeración de inyectores.

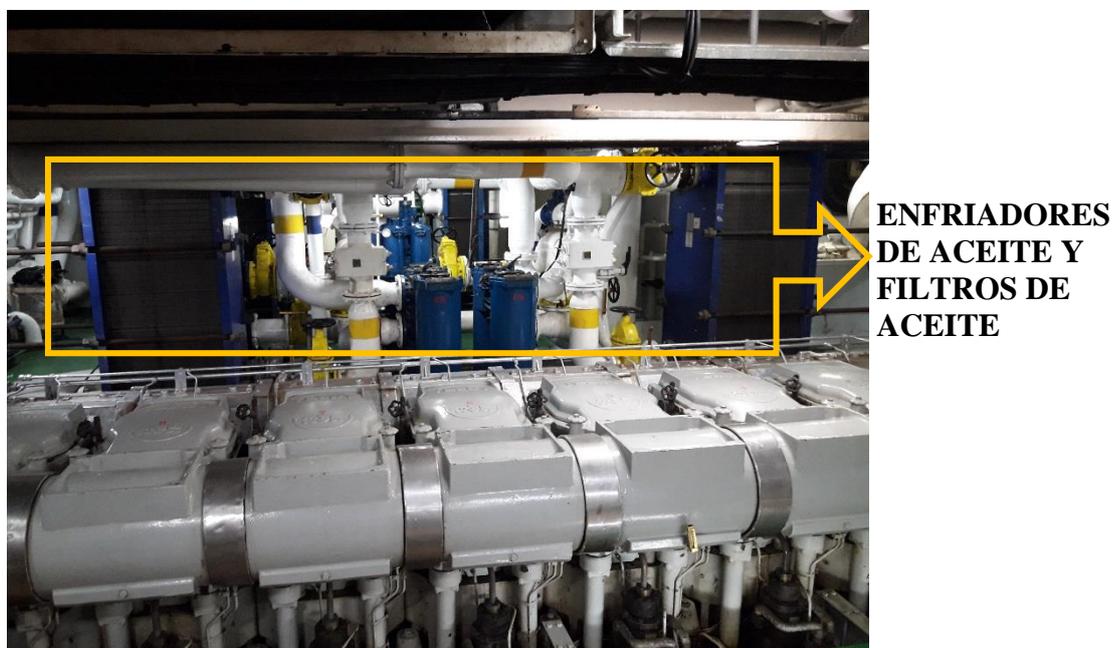


Ilustración 12. Tecla superior de los motores principales. Fuente: [2].

La ilustración 12 nos muestra los dos enfriadores de aceite de los motores principales y los filtros de limpieza del aceite a los enfriadores.



Ilustración 13. Motores Auxiliares. Fuente: [2].

La ilustración 13 y 14 nos muestra la sala de los motores auxiliares y la de depuradoras con el módulo de combustible.



Ilustración 14. Sala de depuradoras y módulo de combustible. Fuente: [2].

### 3.5 Motor de emergencia

El motor de emergencia se encuentra en la cubierta intermedia a popa, se trata de un cuarto aislado en el que se encuentra tanto el tanque de combustible que lo alimenta, como dos transformadores de 400V a 230V, el cuadro eléctrico de emergencia, las dos baterías con su respectivo cargador y la toma de corriente de tierra por si es necesario. Capaz de suministrar 150 CV a 1500 rpm, con un alternador de la marca STAMFORD de 125 KVA, 380 V, 50 Hz y un FP de 0.8. [5]

<b>MOTOR DE EMERGENCIA GUASCOR</b>	
<b>Cilindrada del motor (litros)</b>	<b>4,4</b>
<b>Numero de cilindros</b>	<b>4</b>
<b>Modelo</b>	<b>UC 274F</b>
<b>Características</b>	<b>HR K 31</b>
<b>Combustión</b>	<b>Inyección Directa (sobrealimentado)</b>
<b>Revoluciones</b>	<b>1500 rpm</b>
<b>Potencia</b>	<b>110 Cv</b>

Tabla 5. Características del motor de emergencia. Fuente: [5].



Ilustración 15. Motor de Emergencia. Fuente: [2].

### 3.6 Motores auxiliares Caterpillar 3508B

Este barco cuenta con dos motores auxiliares, los cuales van conectados directamente a dos generadores de electricidad que explicaremos próximamente. Estos generadores son motores marinos Caterpillar, aunque también utilizados para propulsión, en este caso nos sirven de generadores en maniobras y cuando el barco se encuentra en puerto. A continuación, se exponen algunas características de los motores. [6]



Ilustración 16. Motores auxiliares Caterpillar 3508 B. Fuente: [2].

CATERPILLAR ESPECIFICACIONES 3508 B	
Velocidad nominal	900 a 1800
Número de cilindros	8 en V, ángulo de 50°
Tipo	4 Tiempos Sobrealimentado Posenfriado
Relación de compresión	13:1
Cilindrada	4.3L
Carrera	190 mm
Método de arranque	Eléctrico o Neumático

Tabla 6. Características de los MMAA. Fuente: [6].

Mientras tengamos aire de servicio, esta será la forma de arrancar. Cuando haya problemas con el aire o un “Blackout”, en los auxiliares hay dos baterías para arrancar en caso de emergencia con un motor eléctrico. [6]

**BATERÍAS DE  
ARRANQUE DE  
LOS MOTORES  
AUXILIARES.**

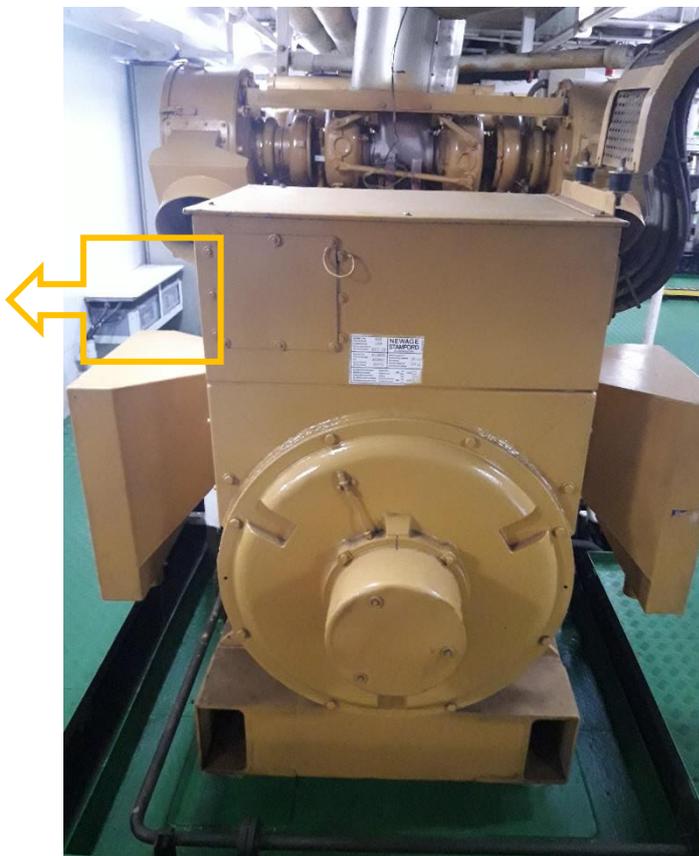


Ilustración 17. MMAA y alternador de Estribor. Fuente: [2].

### **3.61 Mantenimiento**

El mantenimiento principal que desde el personal del barco se le hace a los motores auxiliares consta de:

- Cambio de aceite cada 21.000 horas de funcionamiento.
- Cambio de filtros de combustible cada 6.000 horas de funcionamiento.
- Cambio de filtros de aire de las turbos cada 9.000 horas de funcionamiento.
- Limpieza del enfriador de tubos de agua salada y anticongelante cada 3.000 horas de funcionamiento. [6]

### 3.7 Motores principales MAN B&W 9L 40/54

Este barco cuenta con dos motores principales de la marca MAN B&W, semirápido, sobrealimentado, utilizado tanto como generador de energía en la propulsión naval, así como en centrales estacionarias. Los motores principales cada uno propulsan el buque mediante una hélice de paso variable, capaces de usar distintas calidades de combustible. Tienen un mando a distancia y un control central para el funcionamiento sin vigilancia. El cárter del cigüeñal carece de cámaras de agua. [7]

<b>MAN B&amp;W ESPECIFICACIONES 9L 40/54</b>	
<b>Velocidad nominal</b>	<b>550 rpm</b>
<b>Número de cilindros</b>	<b>9 en línea</b>
<b>Tipo</b>	<b>4 Tiempos Sobrealimentado Posenfriado</b>
<b>Potencia constante al MCR</b>	<b>6480 kW</b>
<b>Presión del aire</b>	<b>1 bar</b>
<b>Presión eficaz media</b>	<b>23,15 bar</b>
<b>Presión de encendido</b>	<b>190 bar</b>
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
<b>Diámetro de los cilindros</b>	<b>400 mm</b>
<b>Carrera</b>	<b>540 mm</b>
<b>Cilindrada por cilindro</b>	<b>67,86 dm<sup>3</sup></b>
<b>Distancia entre cilindros</b>	<b>700 mm</b>
<b>SECUENCIA DE GIRO</b>	
<b>Dextrogiro</b>	<b>1-6-3-2-8-7-4-9-5-1</b>
<b>Levogiro</b>	<b>1-5-9-4-7-8-2-3-6-1</b>

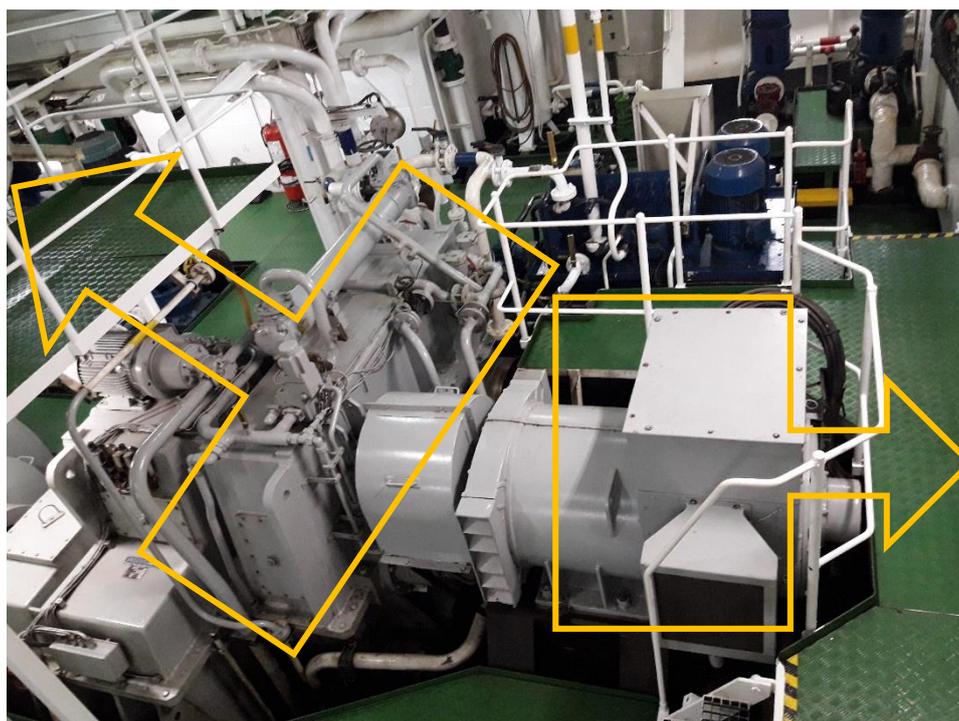
Tabla 7. Características de los motores principales. Fuente: [7].

### 3.8 Reductora Reintjes

REDUCTORA REINTJES	
Número de fabricación	62190
Año	1999
Modelo	LGF 66 65
Características	HR K 31
Sentido de giro (eje entrada/salida)	A la izquierda ambos
Revoluciones entrada/salida	550/165 rpm
Par de entrada admisible	124150 Nm

Tabla 8. Características de las reductoras. Fuente: [8].

REDUCTORA



ALTERNADOR DE COLA

Ilustración 18. Reductora y alternador de cola. Fuente: [2].

### 3.9 Alternadores Stamford

Los alternadores que utiliza este barco van a ser cuatro, dos para los motores auxiliares y dos para los alternadores de cola. En cualquier caso, los cuatro alternadores son iguales, es decir, tanto los dos de cola como los dos auxiliares son el mismo tipo. [9]

ALTERNADOR STAMFORD.	
Modelo	HCM534D1
Diseño de voltaje	< 1000 V
Rango de Voltaje	380/680 V
Nº de polos	4

Tabla 9. Características de los alternadores. Fuente: [9].



Ilustración 19. Alternador de Babor. Fuente: [2].

Estos alternadores tienen dos entradas de aire, como se ve en la ilustración 19 y es su método de refrigeración. [9]

### 3.81 Mantenimiento

El mantenimiento que desde el personal de tierra se les hace a los alternadores es:

- Reaprietes de los bornes. Esto se realiza cada tres meses aproximadamente.
- Limpieza de las entradas de aire de refrigeración cada tres meses.

En la siguiente ilustración podemos ver una foto de los bornes del motor auxiliar de babor, en el que en un mantenimiento se le hace un reapriete de los bornes marcados. [9]

**BORNES DE LOS  
ALTERNADORES  
AUXILIARES**

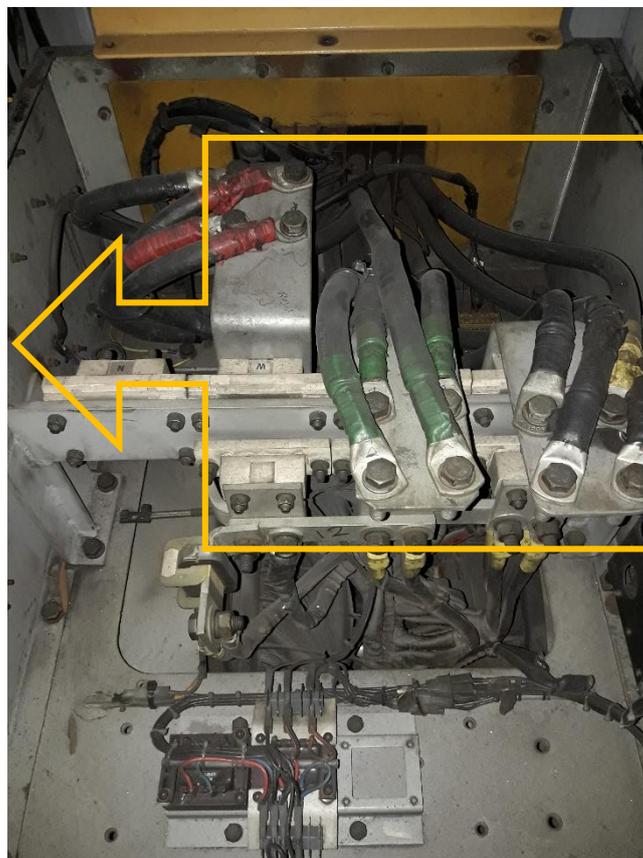


Ilustración 20. Bornes alternador de Babor. Fuente: [2].





## **IV. METODOLOGÍA**



## **4 Metodología.**

La metodología empleada en referencia a éste trabajo fin de grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

### **4.1 Documentación bibliográfica.**

La documentación que se aporta en este TFG (Trabajo Fin de Grado), es a partir de una fuente bibliográfica en la que se incluyen páginas web, informes, manuales de usuario y de mantenimiento de los equipos. Además de los conocimientos adquiridos en mi periodo de prácticas en el buque L’Audace de la empresa Suardiaz.

### **4.2 Metodología del trabajo del campo.**

La realización de este TFG viene de mi experiencia como Alumno de Máquinas en el buque Ro-Ro L’Audace, en el que debido a su línea regular, he basado mi trabajo en las maniobras y todo lo que lleva a ello, es decir, los equipos que intervienen en la maniobra y la intervención tanto del Jefe de Máquinas como de los oficiales.

### **4.3 Marco referencial.**

Nuestro marco referencial es “Los equipos y la realización operativa de la maniobra” y el buque “L’AUDACE”. En la cual he tenido la experiencia dentro de mi periodo de prácticas para la elaboración de éste TFG.



## **V. RESULTADOS**



## **5. Maniobra**

### **5.1 Aclaraciones**

Antes de empezar este apartado, vamos a hacer unas aclaraciones para poder entender las maniobras.

Lo primero que tenemos que tener en cuenta y como se explica en el apartado de revisión y antecedentes es que este barco carga en torno de 60 a 70 remolques frigoríficos, lo que suman un gran consumo. Si a eso le sumamos los ventiladores que hay en cubierta y extractores con el fin de renovar el aire de las distintas cubiertas del buque, implica que los consumos de estos barcos en cada uno de los alternadores están de 400 kW a 500 kW, lo que implica un gran consumo en las maniobras.

Vamos a diferenciar en este apartado tres maniobras para poder exponer el proceso de las mismas. Por un lado, la maniobra de entrada, la maniobra de salida y por último, la maniobra de emergencia que tuve la experiencia de vivirla intencionadamente en un dique seco.

Las maniobras se suelen avisar por parte de los oficiales de puente con media hora de antelación, ya que tanto en Barcelona y Las Palmas se suele llegar sobre las 5 de la mañana. Suele hacerla siempre el Oficial que se encuentra de guardia, el Jefe de Máquinas y el alumno de máquinas.

## 5.11 Cuadro eléctrico

Antes de comenzar con las maniobras, vamos a comentar para tener las ideas claras el control de la máquina. Aunque se trata de un barco con bastante edad, algunos mecanismos eléctricos se han mejorado con el paso de los años y se han actualizado, aunque otros no lo han hecho y son un poco arcaicos para la época en la que nos encontramos.

Para poder entender las maniobras, vamos a desarrollar como se encuentra el control de la máquina. Por un lado, tenemos una consola en la que se controlan todos los parámetros, niveles, presiones, caudales de los motores principales y auxiliares y en otra consola que ocupa toda la parte trasera del control están todos los equipos eléctricos conectados a la red, así como los valores eléctricos de los generadores de cola y de los generadores de los auxiliares, también y para acabar, en la misma es donde se hace la interconexión y el sincronismo.



Ilustración 21. Equipos de maniobra. Fuente: propia.

Si comenzamos por la consola trasera y en sentido izquierda hacia derecha (ilustración 21), lo primero que encontramos son los servicios de proa de 400V, donde podemos apreciar tanto los enchufes frigoríficos que se encuentran a proa, como todo lo que tiene que ver con la maniobra, es decir, las maquinillas en este barco funcionan con motores eléctricos, a esto hay que añadir también todas las ventilaciones de bodegas que

## RESULTADOS

se encuentran a proa del barco y los servicios de aceite, combustible y agua dulce. Este es el cuadro de conexión de las Barras I.

A continuación, se encuentra el generador de cola de estribor, en estas pantallas lo que se controla es la carga (kW, A, Hz, V) y debajo se encuentra el interruptor automático de baja tensión.

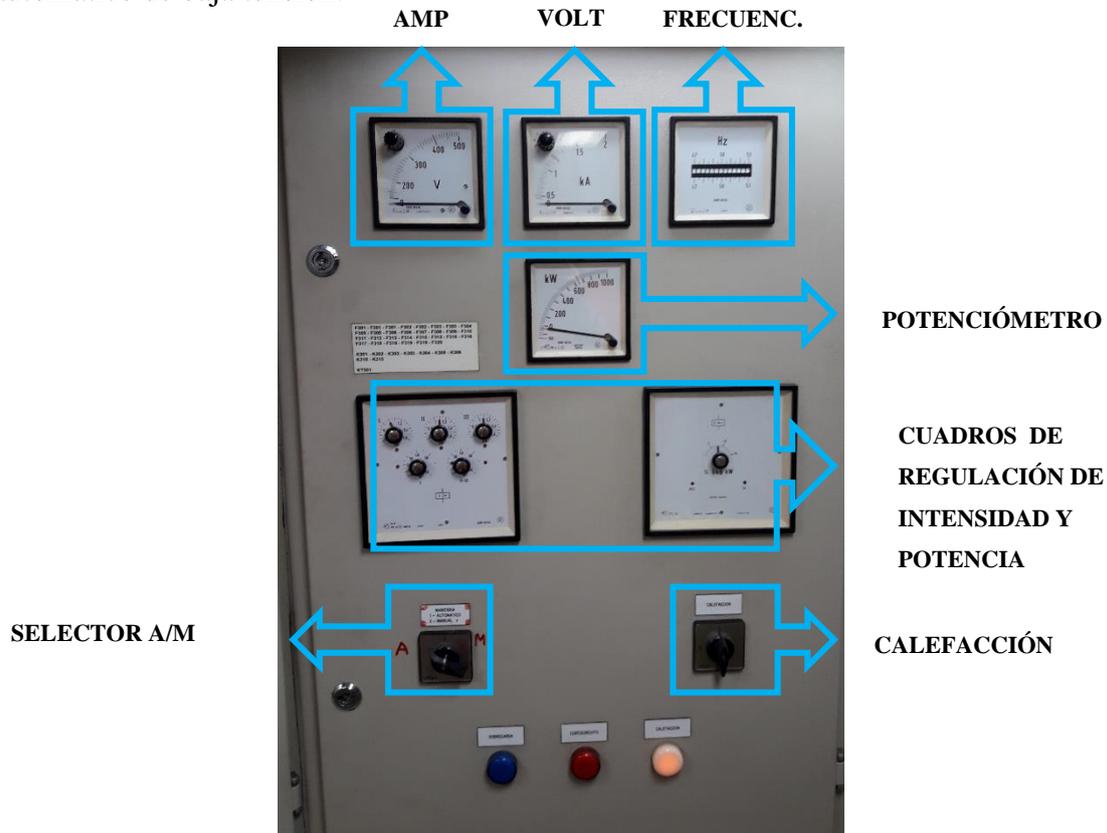


Ilustración 22. Cuadro Generador de Cola. Fuente: propia.

Por último, observamos el generador de emergencia, el cuadro superior sólo nos marca el amperaje del generador de emergencia y el aislamiento entre fases, toda la información complementaria se encuentra en el cuadro de emergencia, que está en la misma sala que el generador de emergencia. En la parte inferior de este cuadro tenemos dos machetes de corriente, uno para el cuadro de emergencia, es decir, para que se encuentre energizado y el otro para toma exterior de corriente, que también se conecta en la sala del generador de emergencia (ilustración 23), en la parte inferior se muestra otro interruptor automático para la conexión.



Ilustración 23. Cuadro del G. de Emergencia. Fuente: propia.



Ilustración 24. Cuadro de maniobra. Fuente: propia.

## RESULTADOS

Como vemos en la figura, esta parte del cuadro se compone de los dos generadores auxiliares (a los dos lados), que son exactamente iguales. En ellos podemos encontrar los parámetros de A, kW, V y Hz, aparte de dos selectores, uno, utilizado para la puesta en automático o manual del generador y el otro para la calefacción del mismo, estos cuadros tienen lámparas que indican si existe cortocircuito, sobrecarga y calefacción (ilustración 25).

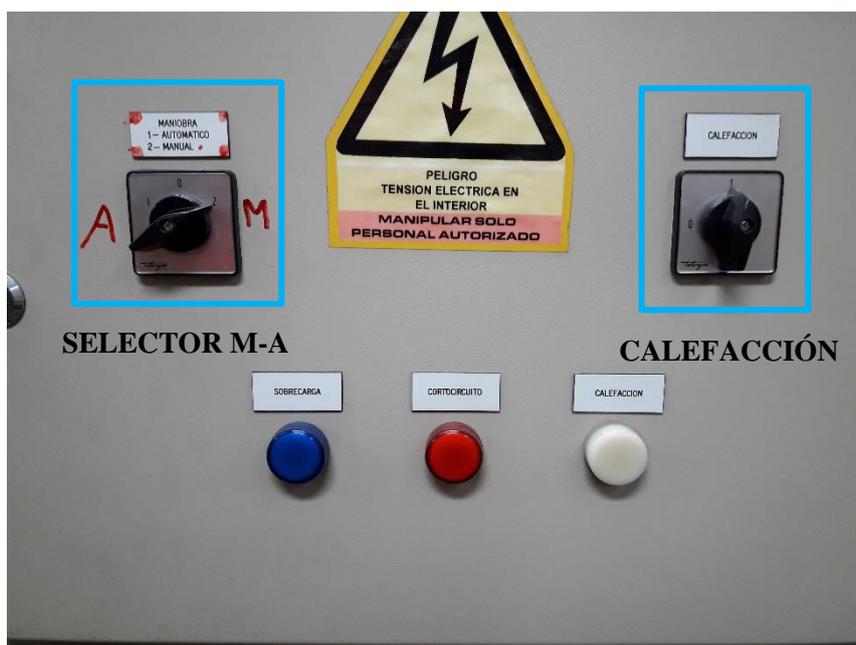


Ilustración 25. Cuadro generador de emergencia. Fuente: propia.

El cuadro central es el principal, se trata del cuadro de interconexión y sincronismo y es donde se realiza todo el acople y desacople de los generadores de cola y auxiliares, así como la interconexión de las Barras I con las Barras II.

La parte superior de este cuadro cuenta con los elementos indicativos de voltaje de barras, el indicador de acople y el frecuencímetro. También, los variadores de los generadores de estribor y de babor, con ellos lo que se consigue es girar la aguja del indicador de acople hacia las agujas del reloj o viceversa y a la vez, disminuir la velocidad de la misma, y por último, el selector para elegir de que queremos hacer el sincronismo que tiene varias posiciones (ilustración 26).

- 1) Alternador de cola estribor a barras I
- 2) Alternador diésel estribor a barras I
- 3) Alternador diésel babor a barras II

- 4) Alternador de cola babor a barras II
- 5) Barras II a Barras I



Ilustración 26. Cuadro conexión y sincronismo. Fuente: propia.

Justo en la parte inferior del cuadro indicador y de los elementos selectores nos encontramos los pulsadores que hacen la conexión o desconexión de los distintos equipos que intervienen en la maniobra y el acoplamiento de barras.



Ilustración 27. Pulsadores de acople. Fuente: propia.

## RESULTADOS

Si seguimos el sentido explicando el cuadro de maniobra, los dos siguientes cuadros corresponden a la hélice de maniobra que cuenta con un machete de conexión o desconexión y con un controlador del aislamiento entre barras para poder controlar las derivaciones a tierra. Al igual que en el cuadro del generador de cola de estribor se encuentra duplicado, pero para el generador de cola de babor.



Ilustración 28. Equipos de maniobra. Fuente: propia.

Si continuamos, y acabando con el cuadro de maniobra nos encontramos con los servicios de máquinas de 400 V, en decir, en este cuadro se encuentran todos los térmicos de las bombas de refrigeración, contraincendios y aceite de la reductora, como de los compresores y los ventiladores de la máquina., en la parte inferior se encuentran los dos transformadores de maniobra. El siguiente panel muestra todos los machetes de 400 V de popa, es decir, los enchufes frigoríficos, la maniobra de popa y los de la rampa de carga. Por último, el panel de los equipos de iluminación de 230 V, tanto de la máquina como de la habilitación, puente y cubiertas.



Ilustración 29. Equipos de maniobra. Fuente: propia.

## 5.12 Cuadro de control de la propulsión

Si nos vamos al otro cuadro de control desde el que nos ocuparemos de operar los equipos de la propulsión y las alarmas que controlan todos los equipos. Desde estos cuadros podemos poner en marcha tanto los Motores Auxiliares como los dos principales y realizar a la vez todo el proceso de arranque (soplar, encender bombas...). El cuadro se encuentra duplicado para la parte de babor y estribor, es decir, lo que se controlan son los auxiliares y sus generadores acoplados, al igual que los principales y sus olas acoplados y el paso de las hélices.



Ilustración 30. Consola de equipos de propulsión. Fuente: propia

En La ilustración 31 podemos ver todos los controladores que están presentes en el cuadro de control de la propulsión y que son necesarios para poder controlar tantos parámetros físicos, como todo lo necesario que se realiza en la maniobra, como purgas, arranque de equipos y control de los parámetros físicos.



Ilustración 31. Cuadro de control de equipos de propulsión. Fuente: propia.

Todos los parámetros de control de los motores principales se pueden hacer tanto desde la consola de propulsión, como local.

- Control de los generadores. Estos controladores son programados para que mantengan operativamente, así como de cualquier alarma, ya que también se encuentran interconectados con el sistema del barco de alarmas NORIS.
- Control neumático de las revoluciones de los motores principales. Lo que conseguimos es llevar el motor a aproximadamente 550 rpm, que es la velocidad nominal para que la frecuencia de las colas esté en torno a 50.6 Hz, siempre un poco más alto porque al acoplar con la fricción pierde un poco de frecuencia. Para poder mover la palanca para reducir revoluciones o aumentarlas es necesario que el selector esté situado en velocidad variable. Solo se coloca el selector en modo de velocidad constante cuando el motor se encuentra a la velocidad nominal, con el fin de mantenerla.



*ELEMENTOS DE ACOUPLE (MÁQUINAS) AL CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE DE UN RO-RO.*



Ilustración 34. Control de los parámetros de los motores principales. Fuente: propia.

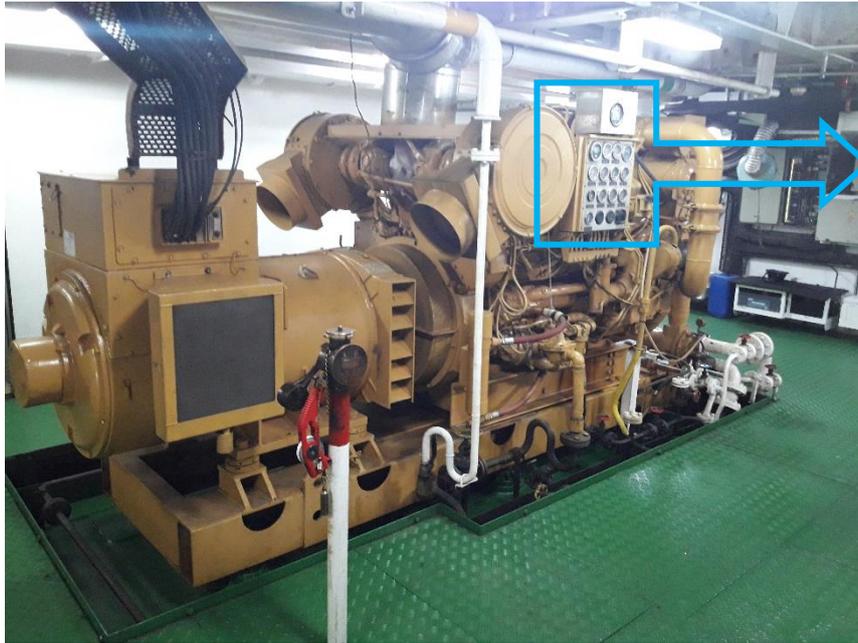
A parte de hacerlo desde la consola de la propulsión, esto se suele hacer localmente, puesto que así se hace cuando se toma el parte diario ya que las mediciones son más seguras. El control local se hace desde el lado de babor de los dos motores principales.



Ilustración 35. Control local de los parámetros de los motores principales. Fuente: propia.

### 5.13 Control de los parámetros físicos de los motores auxiliares Caterpillar.

Los motores Caterpillar van directamente acoplados a su alternador correspondiente y suelen girar a 1500 rpm aproximadamente. El control de estos motores se hace a través de un display y de una caja con todos los indicadores de parámetros físicos de los motores.



Cuadro de parámetros de los MMAA.

Ilustración 36. Cuadro de parámetros de los MMAA. Fuente: propia

Este control de los motores auxiliares podemos encontrar dos pantallas. Cada vez que se entra en puerto haciendo una maniobra y saliendo del puerto, el alumno es el que se encarga de tomar un parte con el fin de que el jefe de máquina mire que todos los parámetros son correctos y que los motores funcionan correctamente, esto siempre se hace cuando los motores tienen carga de los alternadores. Por un lado, encontramos un display superior, en él se van a ver todas las temperaturas de los escapes de cada cámara de combustión. A parte de medir cada cámara de combustión, también mide el colector común de cada banda, tanto de estribor como de babor para así tener medidas más aproximadas.



Ilustración 37. Display superior de temperaturas de los MMAA. Fuente: propia

En la pantalla inferior del mismo vamos a tener todos los parámetros de presión y temperatura, así como también las revoluciones del motor, el tacómetro con el número de horas



Ilustración 38. Display inferior de parámetros de los MMAA. Fuente: propia.

## RESULTADOS

- 1. Tacómetro. Indica las revoluciones del motor.** Suelen variar de 1495/1525.
- 2. Temperatura del agua de camisas del motor.** Indica la temperatura de las camisas del motor, puede variar según el régimen de carga que lleve el motor. Sus valores suelen variar de 80°C/100°C.
- 3. Temperatura del aire de admisión.** Indica la temperatura de admisión de las dos turbos. A medida que aumenta la temperatura del aire de admisión, el aire se expande, disminuye el oxígeno en los cilindros, y el motor entrega menos kW. Por esto, a plena carga o potencia máxima, el motor puede estar sobrecargado. La temperatura suele estar entre 105°C/115°C.
- 4. Temperatura de escape.** Indican las temperaturas de los gases de escape en ambas bandas. La temperatura de los gases de escape cuando el motor ya se ha calentado está ente 420°C/460°C.
- 5. Presión de aceite del motor.** Indica la presión del aceite del motor. Su valor suele estar en 275 kPa.
- 6. Temperatura del aceite del motor.** Mide la temperatura a la que se encuentra el aceite dentro del aceite. La temperatura suele variar de 90°C/110°C.
- 7. Diferencia de presiones del filtro de aceite.** Indica la diferencia de presión entre el lado de entrada (lado sucio) y el lado de salida (lado limpio) del filtro de aceite. Suele variar de 0/10 PSID. Si se aproxima mucho a la cifra superior. Lo mejor es sacar el filtro del aceite y proceder al cambio del mismo.
- 8. Presión del combustible.** Indica la presión de combustible filtrado. Suele estar entre 400/480 kPa. La mínima debe de ser 380 kPa.
- 9. Tacómetro.** Mide las horas de funcionamiento que está el equipo.
- 10. Diferencia de presiones del filtro de aire.** Indica la diferencia de presión entre el lado de entrada (sucio) y el lado del motor (limpio) del elemento del filtro de aire. A medida que se tapona aumenta la presión entre los dos lados.

### 5.14 Control de los alternadores de cola y auxiliares.

Los generadores de electricidad de cola como lo de los auxiliares se controlan a través de un dispositivo de la empresa ABB que se encuentra repetido para cada uno de los cuatro equipos. Este dispositivo en todo momento nos va a marcar tanto el voltaje, como la potencia e intensidad de corriente, la frecuencia y factor de potencia. A parte de controlar estos parámetros con este dispositivo te permite arrancar los dos auxiliares y pararlos, con la particularidad que al pararlos, empieza a hacer un proceso de “Cooling” o enfriamiento que tarda aproximadamente un minuto. La pantalla del display consta de los valores de la carga total que ha producido el alternador, así como la carga que tiene en ese momento y en tanto por ciento de la total que puede producir.



Ilustración 39. Controlador ABB para los auxiliares. Fuente: Propia.

### 5.15 Motor de Emergencia.

El motor de emergencia se encuentra en la cubierta intermedia, en una sala independiente. En la misma se encuentra todo el equipo del mismo.

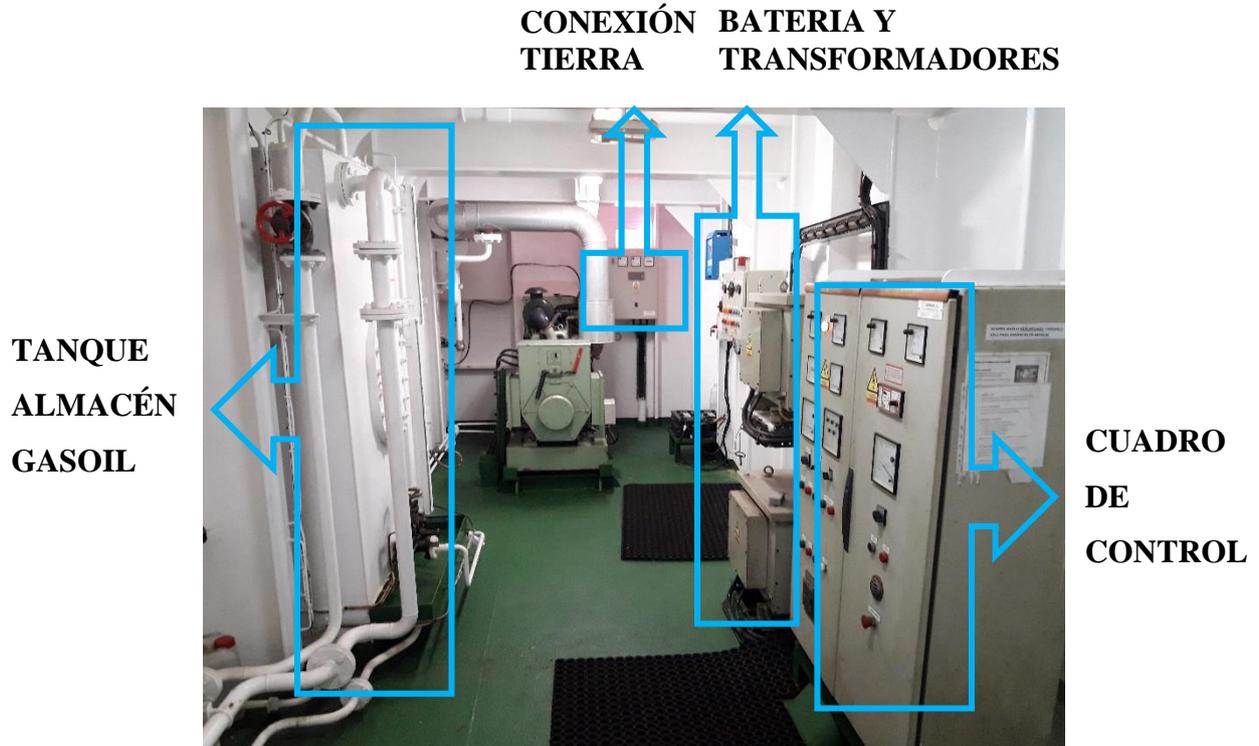


Ilustración 40. Sala del motor de emergencia. Fuente: Propia.

*ELEMENTOS DE ACOPLA (MÁQUINAS) AL CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE DE UN RO-RO.*

En la sala del motor de emergencia nos vamos a encontrar; el tanque almacén de gasoil marino para su funcionamiento. Hay que decir que, según las normas del aplicadas por el convenio SOLAS, el funcionamiento del equipo de emergencia tiene que tener combustible para unas 18 horas de funcionamiento en continuo.



Ilustración 41. Tanque almacén fueloil marino del motor de emergencia. Fuente: Propia.

El motor cuenta con dos baterías y con un cargador que siempre las está alimentado a no ser que se vaya a poner en marcha el motor que se desconecta.



Ilustración 42 y 43. Cargador y baterías del motor de emergencia. Fuente: Propia.

## RESULTADOS

Tendremos también dos transformadores de 400V a 230V para alimentar al barco, uno para habitación y puente y el otro para sala de máquinas y las diferentes cubiertas del buque.



Ilustración 44. Transformadores de emergencia. Fuente: Propia.

En esta sala se encuentra la conexión de tierra que se utilizará en caso de alguna emergencia o reparación en el muelle o también si entramos a Astilleros a reparar.

**CONEXIÓN DE  
LAS TRES  
FASES**

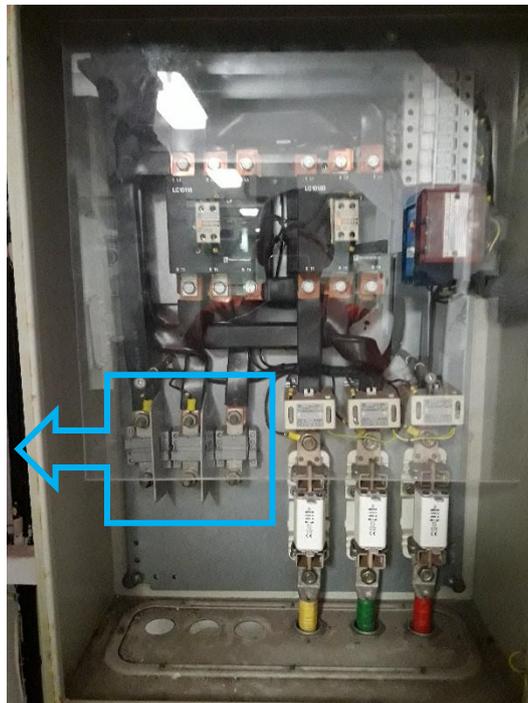


Ilustración 45. Conexión de corriente desde tierra. Fuente: Propia.



## RESULTADOS

El selector lo que nos permite, es arrancar el motor de diferentes formas.

- **Modo test.** El motor arrancaría en modo prueba, utilizando las baterías y se conectaría a la red en caso de que cayera la planta. Para apagar el motor, volver a colocar el selector en modo automático. Este método se utiliza para probar el motor de emergencia. Una vez por semana el Segundo Oficial de Máquinas con el alumno de cubierta prueba que el motor arranca perfectamente con las baterías y que los niveles de gasoil marino, agua y voltaje de las baterías son correctos. El motor se deja arrancado durante una hora aproximadamente.
- **Modo arranque.** El motor arranca mediante las baterías, pero no acopla a la red en caso de que cayera la planta.
- **Arranque manual.** Para arrancar el motor de forma manual:
  1. Seleccionar OFF en el selector del panel.
  2. Quitar el interruptor general. (Se encuentra en el cuadro de maniobra).
  3. Quitar el cargador de baterías.
  4. Cargar el muelle y arrancar.

Repetir los pasos en orden inverso para dejar en automático.

- **Test en carga.** En este modo el motor de emergencia arranca tirando abajo la interconexión de barras. No es recomendable su uso arbitrariamente.

Al finalizar cualquiera de las pruebas de funcionamiento, colocar el selector en el modo **AUTOMÁTICO**.



Ilustración 48. Selector de arranque del motor de emergencia. Fuente: Propia.

## **5.2 Maniobras**

Antes de comenzar a explicar las maniobras aclarar unas puntualizaciones para poder comprender mucho mejor las maniobras y entender el sistema y la metodología de las mismas.

Vamos a diferenciar tres maniobras, como son la de salida y entrada a los puertos y la de emergencia. Para comenzar, antes de la maniobra se suele avisar a la máquina con 30 minutos de antelación para sí tienen que preparar equipos y por precaución, luego, se suele dar la atención a la máquina cuando el barco se encuentra enfilando la bocana del muelle o a menos de una milla. Las maniobras suelen estar el Jefe de Máquinas, y un Oficial, dependiendo quién esté de guardia ese día y el alumno de Máquinas. Si la maniobra ocurre en horario laboral siempre entre el Primer y Segundo Oficial suelen ayudarse para agilizar e ir más tranquilos.

## RESULTADOS

### 5.21 Maniobra de entrada al muelle.

Cuando se avisa para una maniobra de entrada con la media hora de antelación, lo primero que vamos a hacer desconectar los enchufes frigoríficos, puesto que, si a la carga de 450 kW en cada alternador le sumamos la carga de la hélice de proa de unos 1200 Kw, esto provocaría un “Black-out” que dejaría a el barco en un serio problema. Decir como especificación que, aunque se le corte el suministro de corriente eléctrica a los remolques refrigerados, en ningún momento se va a perder la cadena de frío puesto que los mismos cuentan con un motor de combustión que en caso de que la corriente no funcione o ellos mismos tengan un problema en su regulador o control que nos les deje funcionar con corriente eléctrica. En la ilustración 27 y 28 se muestra en color azul, los machetes que tenemos que desconectar para cortar el suministro a los remolques refrigerados.



Ilustraciones 49 y 50. Cuadro de machetes proa y popa de refrigerados. Fuente: propia.

En el cuadro de los auxiliares, colocamos el selector de los auxiliares que debe de estar en automático en manual.



Ilustración 51. Selector Auto-Man de MMAA. Fuente: Propia.

En el control de equipos de la propulsión arrancamos los dos auxiliares remotamente, en el botón señalado en la ilustración 30, se arrancan los motores auxiliares y se espera hasta que en la pantalla de visualización lleguen a sus revoluciones nominales, que son sobre 1500 rpm, esto es según la carga que tengas los motores. Cuando los dos motores llegan a las revoluciones en la pantalla, y el display marque el modo “conexión OK”, ya están dispuestos para la conexión a la red.



Ilustración 52. Controlador de los generadores auxiliares ABB. Fuente: Propia.

## RESULTADOS



Ilustración 53. Display del controlador ABB. Fuente: Propia.

Lo primero que vamos a hacer es ir al cuadro de interconexión y sincronismos y en el selector vamos a seleccionar la opción número 5, Barras II a Barras I con el fin de que estas dos barras que se encuentran interconexionadas entre sí poderlas separar. Esto es por si ocurre un problema en un generador o alternador para poder hacer una compensación de la carga entre los mismos o en caso de caída, un alternador soportaría toda la carga del barco. Después de colocar el selector en la posición 5, lo único que tenemos que hacer es ir a los pulsadores y accionar el botón de desconexión de las barras, como se muestra en la ilustración 32, con esto lo que se consigue es terminar con la interconexión de las barras para poder hacer la maniobra.



Ilustración 54. Botonera de conexión. Fuente: Propia.

Con todo correcto, nos disponemos a hacer la conexión entre los generadores de cola que se encuentran dando corriente y los auxiliares para liberar a los colas de las variaciones de velocidad que vamos a someter al barco. Para ellos nos vamos al cuadro de interconexión- sincronismo.



**LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN**

Ilustración 55. Cuadro interconexión y sincronismo. Fuente: Propia.

En el selector de posición seleccionamos la número dos, que es Alternador diésel estribor a barras I, lo que vamos a ver cuando hacemos la selección es que las dos lámparas del cuadro se iluminan, el indicador de frecuencia se encontrará marcando 50 Hz aproximadamente, y el indicador de acople empezar a girar en sentido antihorario a mucha velocidad, para ello, y a través del variador del alternador de estribor y dándole al selector hasta la opción menos vamos a disminuir la velocidad del indicador de acople hasta hacerlo girar al sentido horario y a muy poca velocidad. Antes de hacer la conexión el Jefe de Máquinas se gira y comprueba en los controladores ABB del cola y el auxiliar como los dos más menos tienen la misma frecuencia, aunque hay que decir, que siempre al que se le va a hacer la conexión suele estar un poco más alto puesto que siempre pierde un poco de frecuencia debido a fricción. Lo normal es que el que esté conectado su frecuencia esté en torno 49.9 / 50.1 Hz, mientras que el que se va a conectar 50.5 Hz o un poco superior. En la botonera inferior nos disponemos a hacer la conexión para ello en los botones verdes vamos a pulsar el equipo que queremos conectar, en nuestro caso el Alternador Diésel de estribor y en el caso de la desconexión el Alternador de cola estribor. Para ello es necesario que el indicador de sincronismo se encuentre justamente en la parte superior, puesto que este se va a encontrar girando a muy poca velocidad y tenemos que tocar el botón de la conexión justamente cuando la aguja del indicador este en la parte superior, como puede observarse en la ilustración 34. El indicador tiene un cierto juego o margen de error. Nunca se pulsan la conexión y desconexión a la vez, siempre la

## RESULTADOS

desconexión se hace con un retardo de entre uno o dos segundos para comprobar que el alternador se ha acoplado bien.

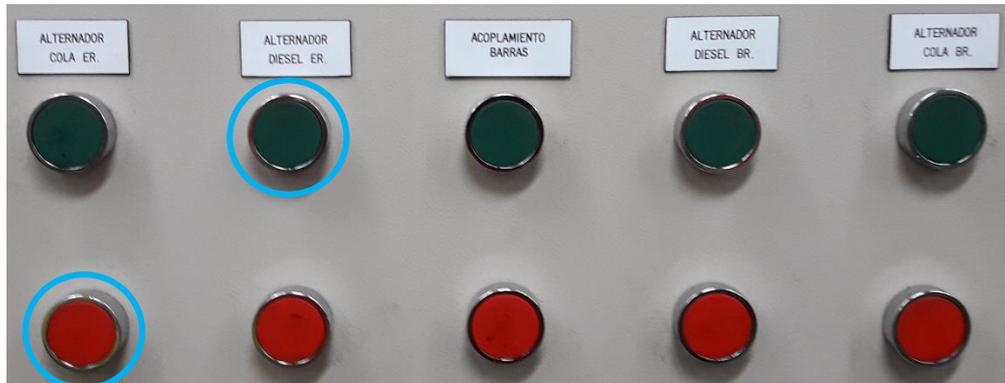


Ilustración 56. Botonera de conexión. Fuente: Propia.



Ilustración 57. Indicador de sincronismo. Fuente: Propia.

Una vez que esté conectado el auxiliar de estribor en barras I, si nos vamos al cuadro del auxiliar podemos ver como se encuentra acoplado a la red y generando corriente eléctrica.



Ilustración 58. Cuadro MA ER. Fuente: Propia.

Una vez completado el acople de un auxiliar a las Barras I, nos disponemos a conectar el otro, para ello, en el selector del cuadro de interconexión y sincronismo lo colocamos en la opción número 3, Alternador de Diésel Babor a Barras II y vemos como de nuevo las dos luces comienzan a hacerse intermitentes y el indicador de acople vuelve a girar a bastante velocidad. Esta vez con el variador de babor volvemos a disminuir la velocidad y lo hacemos girar en el sentido de las agujas del reloj muy lentamente. Cuando la aguja se encuentre en el punto superior y dentro del rango de maniobrabilidad, se pulsan los botones del cuadro señalados en la ilustración 37, como anteriormente, primero el de conexión y luego a los dos segundos el de desconexión, cuando se compruebe que el auxiliar ha entrado correctamente.



Ilustración 59. Botonera de conexión. Fuente: Propia.

## *RESULTADOS*

Cuando están acoplados los dos auxiliares toca esperar a que termine la maniobra y a que de parte del puente se dé el listo de máquinas para poder parar los motores principales y los equipos auxiliares y proceder a la conexión de los contenedores refrigerados.

## 5.22 Maniobra de Salida de Muelle.

Cuando nos disponemos a salir, al igual que la salida, se avisa a la maquina con 30 minuto de antelación para poder arrancar los motores principales y a la vez poner en marcha todos los equipos acoplados a ello, como embragar las reductoras, los enfriadores y las bombas de lubricación y refrigeración.

Al igual que la maniobra de entrada, la de salida se hace algo ídem, lo primero que tenemos que hacer es desconectar los tráilers refrigerados, puesto que no tanto como en la maniobra de entrada, pero también vamos a utilizar la hélice eléctrica de proa.

Por lo que lo primero que haremos es desconectar los enchufes frigoríficos.



Ilustraciones 60 y 61. Cuadro de machetes proa y popa de refrigerados. Fuente: propia.

Haciendo esto ya por parte de la parte eléctrica nos toca esperar, puesto que hasta que no se da el listo de máquinas por parte del puente en la maniobra. Cuando esto se da y ya el buque está libre de puntas, toca hacer la maniobra para cambiar a los generadores de Cola. En los generadores de cola no hay que encender nada en el cuadro de control, ya que, al arrancar los motores principales, la reductora mueve el eje que va al alternador, aunque no esté generando corriente eléctrica, el eje del alternador se encontrará girando a 1500 rpm aproximadamente.

## RESULTADOS

La energía eléctrica con la que está funcionando el barco en estos momentos, es producida por los generadores auxiliares y sus respectivos alternadores. Por lo que ahora es necesario cambiar a los generadores de cola para la navegación marítima.

Antes de comenzar decir que los dos Generadores Auxiliares se encuentran en modo manual puesto que están en funcionamiento. Lo primero que vamos a hacer es ir al cuadro de interconexión y sincronismo y en el selector de maniobra seleccionamos la opción número 4, Alternador de Cola babor a Barras II.



Ilustración 62. Selector de acople. Fuente: Propia.

Las dos lámparas indicadoras comenzarán a producir luz intermitente y el indicador de sincronismo comenzará a girar en sentido anti horario. Con el variador de velocidad de babor vamos a disminuir la velocidad accionándolo hacia el sentido del número 1 y a la vez hacer que la aguja gire en sentido horario.



Ilustración 63. Variador de velocidad del alternador de babor. Fuente: Propia.

Una vez cambiado el sentido de la aguja y disminuido la velocidad lo que tenemos que hacer es esperar a que la aguja pase por el punto superior para poder accionar los botones que van a acoplar el Alternador de Cola de babor. Para ello, como se muestra en la imagen 64, vamos a tocar los dos pulsares, primero, el de conexión y con un retardo y comprobando que el Alternador de Cola ha entrado perfectamente en el panel del mismo para luego desconectar el Alternador del Generador Diésel de Babor.

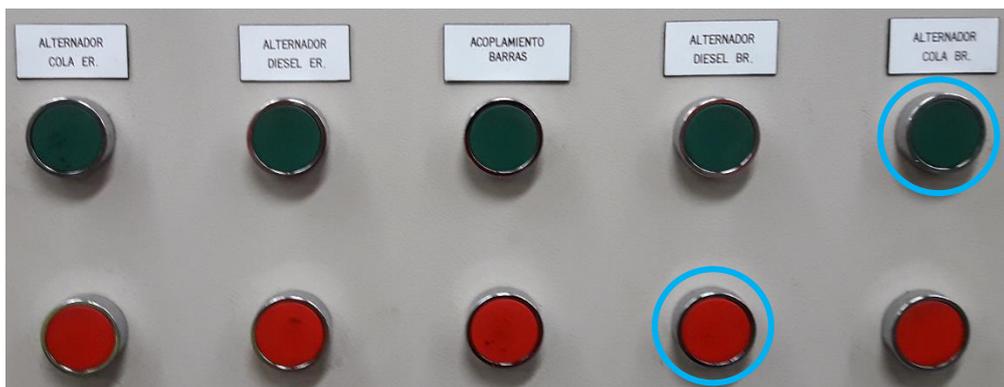


Ilustración 64. Botonera de conexión. Fuente: Propia.

## RESULTADOS



Ilustración 65. Cuadro de parámetros del generador de cola. Fuente: Propia.

Una vez completado el Cola de babor nos disponemos con el Alternador de Cola de estribor. Para ello seleccionamos en el selector la opción número uno, Alternador de Cola estribor a Barras I.

Las lámparas indicadoras de maniobra comenzarán a parpadear y el indicador de sincronismo comenzará a girar rápidamente. Con el variador de velocidad vamos a disminuir la velocidad y a la vez lo hacemos girar en sentido horario y lentamente.



Ilustración 66. Variador de velocidad de estribor. Fuente: Propia.

En el frecuencímetro podemos ver como las líneas se aproximan a 50 Hz, que es lo que queremos conseguir con el fin de que se igualen las frecuencias del motor auxiliar de estribor y el alternador de cola de estribor.

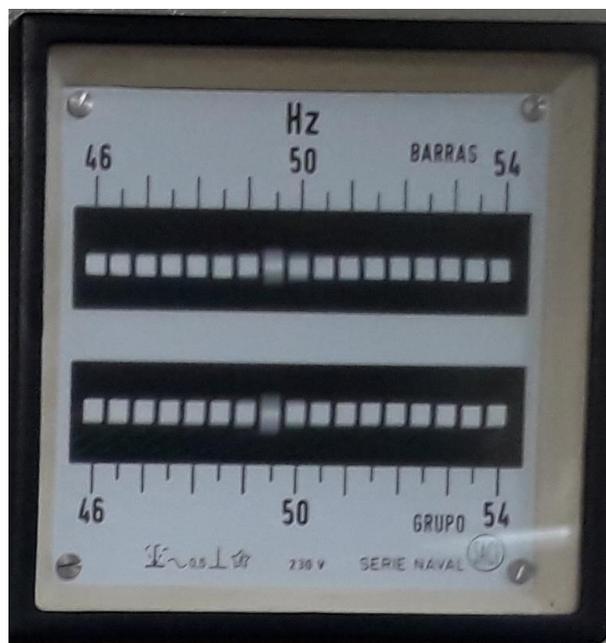


Ilustración 67. Frecuencímetro de estribor y babor. Fuente: Propia.

## RESULTADOS

Cuando ya hemos conseguido que el indicador gire en sentido horario, esperamos a que el indicador se encuentre en la parte superior y dentro del margen admisible para poder accionar, primero, el botón de conexión del alternador de cola de estribor, y con retardo, hacer la desconexión del alternador Diésel de estribor.



Ilustración 68. Botonera de conexión. Fuente: Propia.

Una vez estén los dos alternadores de cola conectados, procedemos a la interconexión de las barras para una distribución de la carga correctamente. Para ello, en el selector seleccionamos la opción número 5, Barras I a Barras II. El indicador de sincronismo comenzará a girar, cuando esté en la parte superior y dentro del margen admisible se pulsará el botón de conexión en la botonera. Cuando esto se complete, el Jefe de Máquinas se percatará en el cuadro de la propulsión que los dos generadores de cola tienen aproximadamente la misma carga, si esto no es así, el con los variadores de velocidad de estribor o babor puede quitar o añadir más carga a un alternador.

Cuando la maniobra con los alternadores de cola está terminada, ahora toca parar los motores auxiliares, para ello en el control de la propulsión, vamos al control de los alternadores auxiliares y se presiona la tecla de stop. Cuando esto ocurre los motores no paran al momento, empieza un proceso de enfriamiento en los motores para impedir que haya roturas en el bloque debido a cambios bruscos de temperatura. El motor tarda unos treinta a cuarenta segundos en empezar a disminuir gradualmente las revoluciones del mismo.

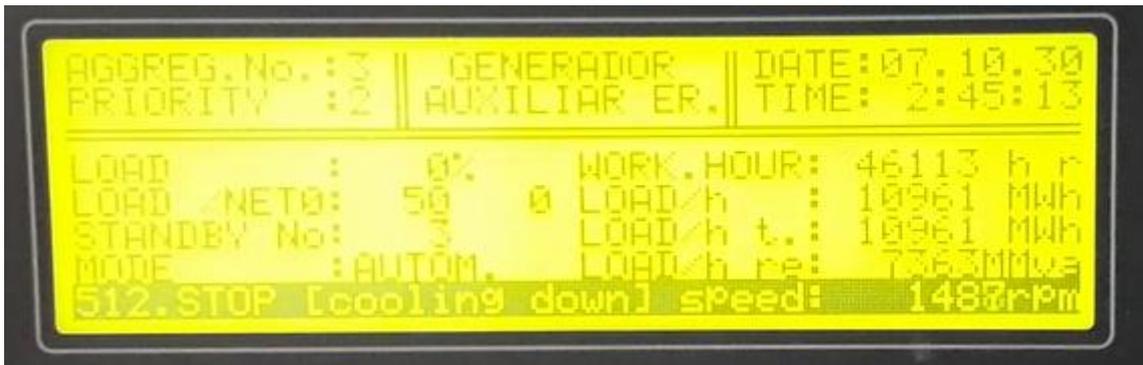


Ilustración 69. Proceso de enfriamiento. Fuente: Propia.



Ilustración 70. Proceso de reducción de rpm. Fuente: Propia.

### **5.23 Maniobra de Emergencia.**

Llamamos a la maniobra e emergencia a aquella que se produce por un fallo o avería en la planta de energía principal o auxiliar o por algún problema que tenga que ver con la estructura del barco y que dañe la Sala de Máquinas (abordaje, inundación...). También, vamos a situar dentro de este grupo a la maniobra de entrada al dique seco. No es una emergencia, pero ya que tenemos que arrancar el motor auxiliar en lo que el carro del astillero nos lleva a la posición y podemos conectar la toma de tierra.

El motor de emergencia va a alimentar:

#### **5.23.1 Servicios de 400 V.**

- Circuito 1. Reserva.
- Circuito 2. Rectificador del puente de gobierno.
- Circuito 3. Compresor de aire de arranque.
- Circuito 4. Primario del trafo de alumbrado N°1.
- Circuito 5. Primario del trafo de alumbrado N°2.
- Circuito 6. Alimentación al servotimón.
- Circuito 7. Bomba contraincendios de emergencia.
- Circuito 8. Central hidráulica de puertas estancas.
- Circuito 9. Reserva.
- Circuito 10. Reserva.
- Circuito 11. Reserva.
- Circuito 12. Reserva.
- Circuito 13. Ventilador del local del grupo de emergencia.

#### **5.23.2 Servicios 230 V.**

- Cuadro alumbrado de emergencias, habilitación.
- Cuadro alumbrado de emergencias, proa.
- Cuadro alumbrado sala de máquinas.
- Cuadro alumbrado de emergencia exterior.
- Cuadro alumbrado de emergencia, guardacalor.
- Cuadro servicios de puente.

- Luces de navegación.
- Luces de señales.
- Alimentación equipo CO2.
- Cargador de baterías de máquinas.
- Alumbrado principal de servicios.
- Resistencias de caldeo de agua del motor del grupo de emergencia.
- Cargador de baterías del bote de rescate y bote salvavidas.
- Resistencia de caldeo del servotimón.

### 5.23.3 BlackOut

Se traduce como un apagón, aunque los Marineros Mercante lo asociamos con una caída de la tensión de un generador o de la planta eléctrica del buque, pero no de la propulsión. Una caída de planta supone la pérdida de todos los equipos auxiliares y de los controles del barco, puesto que todo está interrelacionado. Supone una situación muy grave en la operación y seguridad del buque.

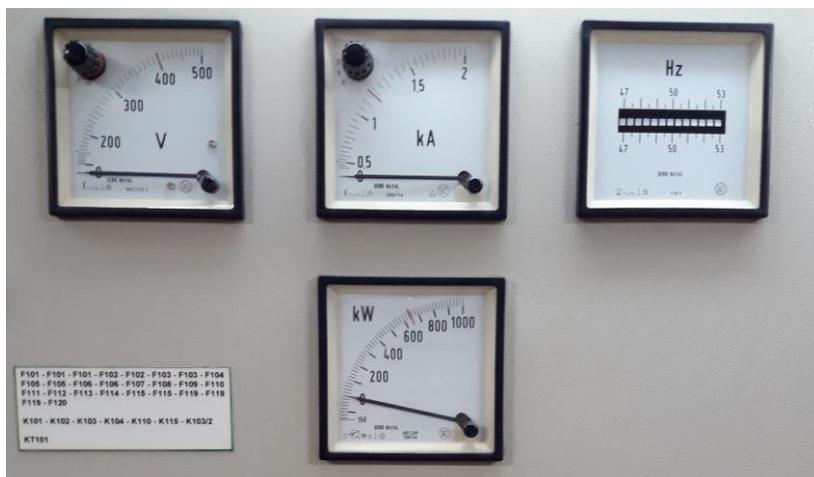


Ilustración 71. Indicadores de V, P, A y Hz de los MMAA. Fuente: Propia.

## RESULTADOS

### 5.23.4 Maniobra de dique seco.

La maniobra que yo he vivido en el buque L’Audace fue la de entrada en dique seco en ASTICAN. Aunque no se considera una maniobra de emergencia, es necesario llevar a la desconexión a los generadores auxiliares cuando el barco se encuentra subiendo en la cama, puesto que, aunque los motores auxiliares lleven un enfriador propio con agua anticongelante, esta agua a su vez se enfría con agua salada que es proporcionadas por dos pequeñas bombas que se encuentran a babor de la sala de máquinas, una para cada motor. Si la aspiración de esas bombas se encuentra descebada, puesto que el barco va ligeramente ascendiendo poco a poco en la cama y esas entradas de agua van quedando al exterior se produciría un calentamiento excesivo de los motores auxiliares.

Para llevar a cabo esta maniobra debemos de seccionarnos de varias cosas a tener en cuenta:

1. El selector en la sala del motor de emergencia debe de estar en la posición de automático.



Ilustración 72. Selector modo automático del generador de emergencia. Fuente: Propia.

2. El machete del panel del generador de emergencia debe de estar en la posición de conexión.



Ilustración 73. Machete de conexión del generador de emergencia. Fuente: Propia.

3. Los selectores de los motores auxiliares tienen que estar en manual.



Ilustración 74. Selector AUTO-MAN de los MMAA. Fuente: Propia.

## RESULTADOS

Cuando nos seccionamos de que todo lo anterior se encuentra en la posición correcta y que el buque está en el sitio y vamos a ser levantados por la cama del astillero. Aparte de apagar los motores principales y los equipos auxiliares, lo que nos queda es pasar toda la potencia que está consumiendo el barco a un solo motor auxiliar. Esto lo conseguimos gracias a que los auxiliares se encuentran con la interconexión de barras y con el selector de potencia, distribuimos la carga en un solo motor, ya sea estribor o babor.

Para parar el motor auxiliar se puede hacer por el método de desconexión de siempre, con el controlador que se encuentra en la pantalla de propulsión. El problema de ese controlador es que hace un proceso de “cooling” o enfriamiento que suele durar entre uno a dos minutos y sería muy lento. O por otros dos casos que se explican a continuación.

### 5.23.5 Desacople cortando la alimentación de combustible.

En el caso de nuestro barco, se procede al cierre de alimentación de combustible del motor que se encuentra en funcionamiento y generando energía eléctrica.

VÁLVULA DE  
ALIMENTACIÓN  
DE  
COMBUSTIBLE.

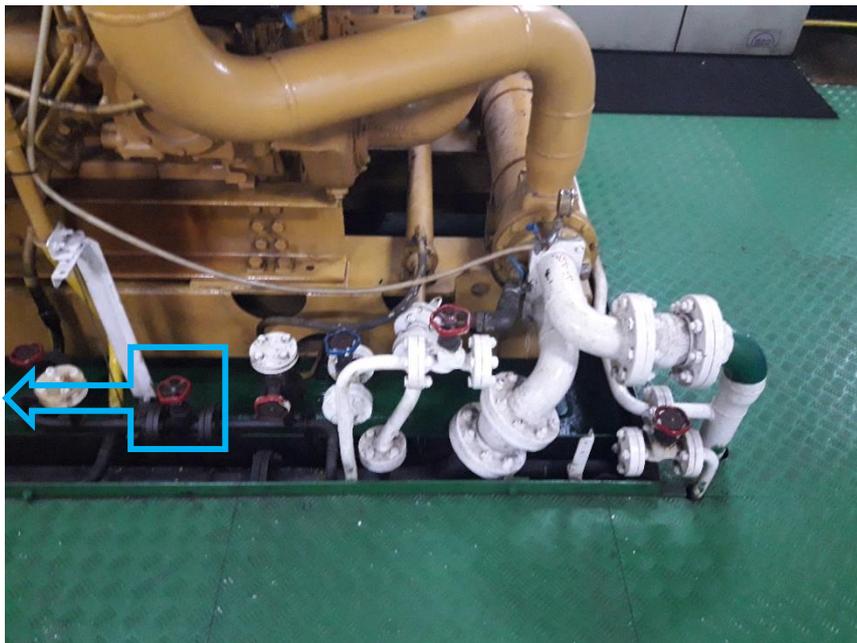


Ilustración 75. Vista de los MMAA. Fuente: Propia

Haciendo esto producimos que el motor se pare automáticamente y produciendo un “blackout” intencionado con el fin de tirar la planta de generación eléctrica abajo, para que entre en funcionamiento el motor de emergencia.

Cuando cae la planta, entre arrancar y acoplar lo hace más o menos en unos 25 segundos en los que se vuelve a iluminar toda la parte de emergencia y dar servicios a los aparatos de navegación y a los sistemas de emergencia de la máquina.

### 5.23.6 Desacople por el cuadro de interconexión y sincronismo

Lo que realiza el Jefe de Máquinas, es ir al selector de maniobra y seleccionar uno de los dos auxiliares que se encuentra conectado.

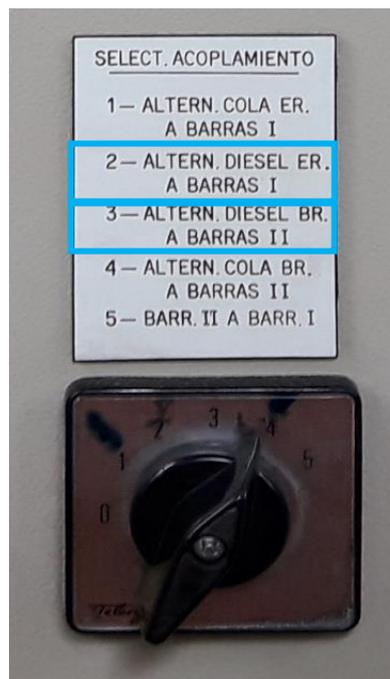


Ilustración 76. Selector de maniobra. Fuente: Propia

El indicador de acople no comenzará a girar ni a parpadear las luces intermitentemente, puesto que ya el cuadro entiende que está seleccionando una opción en la cual el generador auxiliar diésel se encuentra funcionando.

El Jefe de Máquinas selecciona uno de los dos botones de desconexión, según el que se encuentre conectado y desconecta el mismo.

## RESULTADOS



Ilustración 77. Pulsadores de conexión/desconexión. Fuente: Propia

Al igual que en el caso anterior, se produce un “blackout” intencionado que tira la planta de generación eléctrica abajo para que entre en funcionamiento el motor de emergencia, que tardará en poner en servicio a los equipos de emergencia, luces y puente unos 25 segundos aproximadamente.

### 5.23.7 Conexión desde Tierra.

Cuando el barco ya se encuentra en su posición desde donde van a comenzar los trabajos de reparación, o simplemente, no tiene que ser en un dique seco, en cualquier muelle donde se proceda a inspección o trabajos de reparación o necesidad, se va a necesitar corriente de tierra. Esta es conectada al buque a través de la sala del motor de emergencia.

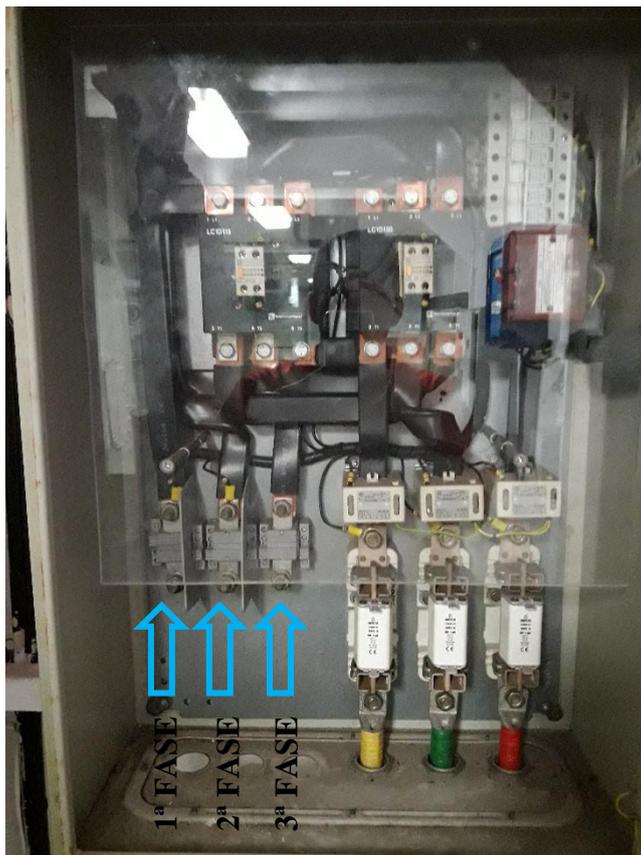


Ilustración 78. Conexión desde tierra. Fuente: Propia

Esta conexión la realiza el Segundo Oficial de Máquinas que es el encargado de toda la parte eléctrica. El Oficial, ayudado por el Alumno de Máquinas, conecta las tres fases en el cuadro. Una vez bien colocadas en posición, nos dirigimos a la máquina con el fin de subir el machete que conecte la corriente del barco a la de tierra. Esto se hace en un machete que se encuentra en la misma consola del motor de emergencia.

## RESULTADOS



Ilustración 79. Consola del motor de emergencia. Fuente: Propia

Para conectar el barco a la corriente de tierra, solo es necesario levantar el machete de la ilustración 71. El machete del motor de emergencia nunca se debe de bajar, puesto que si falla la corriente de tierra o no conecta bien. Cuando se sube el machete y entra la corriente de tierra, el motor de emergencia solo se desacopla de la red y se para automáticamente.



## **VI. CONCLUSIONES**



## **6. Conclusiones.**

- Hemos conocido toda la parte de normativa relacionada con la instalaciones eléctricas en buques, así como los requisitos necesarios que deben poseer los equipos de a bordo y las precauciones en el manejo de la corriente eléctrica, haciendo hincapié en los motores de emergencia como se identifica en la norma.
- Hemos identificado la estructura del barco y las partes que contiene con el fin de saber la carga del barco y la distribución de la Sala de Máquinas para situarnos y saber dónde se encuentran los equipos que vamos a necesitar.
- Hemos conocido todos los equipos principales, auxiliares y de emergencia, así como sus características básicas para su funcionamiento y mantenimiento.
- Hemos visto como se realiza los tres tipos de maniobra, desde la perspectiva de la máquina. Por un lado la de entrada y salida de los muelles y por otro, y muy importante la maniobra de emergencia para situaciones en que se producen averías o problemas con el barco, o en el caso de una entrada a astillero, provocada intencionadamente.



## **VII. BIBLIOGRAFÍA.**



## *BIBLIOGRAFÍA*

### **VII. Bibliografía.**

- [1] Convenio SOLAS. Edición Refundida 2014. Autor: OMI.
- [2] Trabajo de campo.
- [3] [www.suardiaz.com](http://www.suardiaz.com)
- [4] Planos de Astillero Hijos J. Barreras S.A. Construcción N°: 1.592 – 93 – 1600 – 01.
- [5] Manual de instrucciones GUASCOR S.A. Edición Noviembre 1995. REF. 50. 09.030
- [6] Manual Técnico CATERPILLAR. Edición Abril 1987. REF. SSBU6100.
- [7] Operating Manual For MAN. Edición Noviembre 1998. REF. D36 6621-1 E
- [8] Manual de Servicio Reintjes. Edición Septiembre 2001. REF. BV 1849.es
- [9] STAMFORD Generators. 15° Edición. Punlicación N° 2H-056S