



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2016/2017

BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m³

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Ismael Grandal Mouriz

TUTORAS/ES

Vicente Díaz Casas

FECHA

SEPTIEMBRE DE 2017

CUADERNO 11

En el presente cuaderno haremos una descripción de la planta eléctrica del buque y un balance de las situaciones de carga eléctrica.



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/2017**

BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m³

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016-2017

PROYECTO NÚMERO: 17-32 P

TIPO DE BUQUE: Buque tanque LNG de membrana

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, SOLAS, MARPOL, CIG.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: gas natural licuado con capacidad para 145.000 m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 19,5 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR + 15% MM. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: los habituales en este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Propulsión Diesel eléctrico. Dos líneas de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Las habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Abril de 2017

ALUMNO: D. Ismael Grandal Mouriz

ÍNDICE:

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA..... | 6 |
| 3. CÁLCULO DE POTENCIAS DE CONSUMIDORES..... | 8 |
| 4. BALANCE ELÉCTRICO..... | 12 |
| 5. ESTUDIO DE LA CARGA DE LOS GENERADORES..... | 33 |
| 6. DIAGRAMA UNIFILAR DE CONEXIONADO..... | 35 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 35 |

ANEXO I: DIAGRAMA UNIFILAR

1-INTRODUCCIÓN

A lo largo de este cuaderno vamos a definir las características principales de la planta eléctrica de nuestro buque, y haremos un balance eléctrico.

Vamos a realizar un estudio para distintas condiciones de carga eléctrica y qué generadores estarán funcionando en cada momento, de manera que se garanticen la alimentación de todas las necesidades eléctricas del buque para cada condición.

Con la planta eléctrica definida se debe garantizar la alimentación de todos los servicios eléctricos necesarios para el funcionamiento y habitabilidad del buque, sin recurrir a la fuente de emergencia.

2-DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

Características del sistema eléctrico

La instalación eléctrica de un buque está formada por la planta o planta generadoras, los cuadros de distribución principales, la red de distribución y los diferentes aparatos que han de transformar la energía eléctrica producida en la planta en mecánica, térmica, etc., necesarias para el servicio y utilización del buque.

El suministro de energía eléctrica para los servicios del buque se efectuará por medio de una red de distribución en paralelo mediante corriente alterna de cuatro conductores de corriente trifásica con neutro. Este tipo de corriente tiene una serie de ventajas respecto a la corriente continua:

- El barco puede alimentarse con la red eléctrica de puerto.
- Tiene menos gastos de mantenimiento y respetos
- Tiene menor peso y coste

Seleccionamos la tensión a utilizar a bordo del buque. Será de 440 V y 60 Hz, para facilitar las conexiones con las tomas de tierra.

La energía eléctrica del buque será generada por generadores eléctricos accionados por motores diesel. Generarán electricidad a 6600 V (Media tensión). De esta forma, el buque tendrá tres tipos de tensión:

6600V, 440V y 220V.

Los sistemas de fuerza, motores, etc. estarán alimentados por corriente trifásica de 440 V y 60 Hz.

Los sistemas de la habilitación, alumbrado, enchufes, etc. estarán alimentados por corriente monofásica de 220 V y 60 Hz.

Los sistemas de comunicaciones interiores estarán alimentados por corriente continua. Se dispondrá de baterías y rectificadores a bordo.

El equipo de navegación y el sistema de radio estarán alimentados por corriente monofásica de 220 V y 60 Hz.

Transformadores

Los transformadores serán necesarios para aquellos sistemas cuyo funcionamiento se produzca a tensiones menores que las nominales de la instalación correspondiente a los sistemas de fuerza.

También serán necesarios convertidores de frecuencia para todos aquellos equipos que puedan funcionar a frecuencias distintas a 60 Hz.

El buque ha de disponer también de rectificadores que conviertan la corriente alterna en corriente continua, así como de convertidores que transformen la corriente continua en corriente alterna.

De esta forma, instalaremos en el buque Transformadores Principales y de Emergencia para alimentar a aquellos sistemas que no sean de fuerza:

- Transformadores 6,6 kV/440 V, 60 Hz.
- Transformadores 440V/220V, 60 Hz.

Cuadros de distribución

Cuadro principal

Este cuadro es el que recibe directamente la potencia de los generadores. Se encarga de distribuir la corriente a los demás servicios del buque.

Cuadro de emergencia

El generador de emergencia estará en el local de emergencia en la cubierta principal.

El accionamiento de los circuitos se podrá realizar desde el cuadro principal, pero siempre pasando por el de emergencia, de forma que todos los circuitos de emergencia pasen por este cuadro.

Se dispondrá de una serie de dispositivos para cortar el contacto con los cuadros principales y conectarlos sólo con el de emergencias.

Los cables que vayan a circuitos que alimenten equipos de emergencia fuera de la cámara de máquinas, no deberán pasar por ésta.

Tendremos tomas de corriente en el buque (a cada banda) para poder hacer conexiones en tierra.

Cableado

Todos los cables eléctricos para circuitos de fuerza, alumbrado, comunicaciones, control y electrónicos estarán dotados de un aislamiento adecuado para una temperatura del conductor no menor de 75 °C.

La temperatura de funcionamiento del material será al menos de un 10% superior a la máxima temperatura ambiente que pueda existir. Cuando el cable sea susceptible de ser dañado debido a su colocación deberá de ir dotado de armadura.

Cables en habilitación

Estos tipos de cables tendrán un espesor de aislamiento reducido. Los conductores serán de cobre, trenzados y con secciones de 1,5 mm² o mayores. Serán resistentes a la humedad, al calor y retardadores de llama.

3-CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LOS CONSUMIDORES

Alumbrado

A la hora de realizar cálculo de la potencia para el alumbrado interior, conociendo las superficies o volúmenes a iluminar (datos del cuaderno 2), y en función del flujo luminoso, seleccionaremos un tipo de lámpara con un rendimiento de lm/w. Para la cámara de máquinas lo estimaremos en función de su volumen, con los coeficiente proporcionados por el libro “Electricidad Aplicada al Buque” de Manuel Baquerizo Pardo. Para la cámara de máquinas se necesitarán 3,5 W/m³.

En el resto de espacios aplicaremos:

$$L = E \cdot S \cdot \frac{F_d}{F_u}$$

Donde:

L: flujo luminoso (lúmenes)

E: iluminancia (luxes)

S: superficie a iluminar (m²)

Fd: factor de suciedad

Fu: factor de utilización

| Locales | |
|--|-----------|
| Illuminancias (lx) | |
| Camarotes de pasajeros y oficialidad | 200-250 |
| Camarotes de tripulación | 150-200 |
| Camarotes de lujo | 250-300 |
| Pasillos del pasaje | 100-150 |
| Pasillos de la tripulación | 100-150 |
| Locales de reunión | 100-150 |
| Locales de reunión: | |
| Pasaje | 200-400 |
| Tripulación | 120-250 |
| Locales sanitarios | 200-250 |
| Locales de servicios | 250-300 |
| Enfermería | 500-1000 |
| Puentes de paseo y puentes descubiertos | 20-40 |
| Puentes de botes | 10-20 |
| Salas de máquinas | 300-450 |
| Puestos de maniobra | 500-750 |
| Salas de calderas | 250-350 |
| Bocas de calderas | 500-750 |
| Túneles y compartimientos < 200 m ³ | 100-150 |
| Talleres de montaje y precisión | 1000-2000 |
| Talleres de maquinaria | 500-1000 |
| Salas de dibujo | 750-1500 |
| Oficinas normales | 400-750 |
| Salas de espera, archivos, etc... | 75-150 |

| Tipo de lámpara | Potencia nominal W | Rendimiento lumini lm/W |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Efluvios. | 0,3 | 2 |
| Incandescente Standard 40 W/220 V | 40 | 11 |
| Fluorescente L 40 W/20 (Blanco frío). | 40 | 80 |
| Mercurio a alta presión HQL 400 W . | 400 | 58 |
| Halogenuros metálicos HQI 400 W . | 360 | 78 |
| Sodio a alta presión NAV-T 400 W. . . | 400 | 120 |
| Sodio a baja presión NA 180 W | 180 | 183 |

Alumbrado interior

| | Área (m ²) | Iluminancia (lux) | Factor suciedad | Factor utilización | Lúmenes | Lámpara | Rendim. | Potencia (kW) |
|------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------|--------------|--------------|---------------|
| Camarotes oficiales | 360 | 200 | 1,25 | 0,5 | 180000 | Fluorescente | 80 | 2,25 |
| Camarotes tripul. | 300 | 175 | 1,25 | 0,5 | 131250 | Fluorescente | 80 | 1,64 |
| Pasillos | 160 | 125 | 1,25 | 0,5 | 50000 | Fluorescente | 80 | 0,63 |
| Comedores | 1000 | 200 | 1,25 | 0,5 | 500000 | Fluorescente | 80 | 6,25 |
| Hospital | 30 | 750 | 1,25 | 0,5 | 56250 | Fluorescente | 80 | 0,70 |
| Cocina | 50 | 300 | 1,5 | 0,5 | 45000 | Fluorescente | 80 | 0,56 |
| Gambuzas | 118 | 300 | 1,5 | 0,5 | 106200 | Fluorescente | 80 | 1,33 |
| Puente | 260 | 600 | 1,25 | 0,5 | 390000 | Fluorescente | 80 | 4,88 |
| Pañoles Cám.Máq. | 200 | 500 | 1,5 | 0,5 | 300000 | Fluorescente | 80 | 3,75 |
| Pañoles | 40 | 500 | 1,5 | 0,5 | 60000 | Fluorescente | 80 | 0,75 |
| Lavanderías | 60 | 300 | 1,25 | 0,5 | 45000 | Fluorescente | 80 | 0,56 |
| Aire acondicionado | 70 | 250 | 1,5 | 0,5 | 52500 | Fluorescente | 80 | 0,66 |
| Sala control de carga | 48 | 400 | 1,25 | 0,5 | 48000 | Fluorescente | 80 | 0,60 |
| | | | | | | | TOTAL | 24,55 |

Calculamos también el alumbrado en cámara de máquinas

$$P = V \cdot p = 72,11 \text{ kW}$$

Donde:

P: potencia del alumbrado en cámara de máquinas (kW)

V: volumen de la cámara de máquinas (20.601,83 m³)

Pp: potencia unitaria (3,5 W/m³)

En total para el alumbrado interior tenemos:

$$P_{\text{alumbrado interior}} = 96,66 \text{ kW}$$

Alumbrado exterior

Luces de proyección

| Zona | Pot. Unitaria | Nº | Potencia total (W) |
|-------------------------|---------------|----|--------------------|
| Maniobras amarre (proa) | 1000 | 4 | 4000 |
| Maniobras amarre (popa) | 1000 | 2 | 2000 |
| Accesos | 200 | 2 | 400 |
| Cubierta de botes | 500 | 2 | 1000 |
| TOTAL | | | 7400 |

Luces de navegación y fondeo (RIPA)

| Navegación | Función | Situación | Color | Campo | Millas | Número | Potencia (W) |
|------------|------------------------|--------------|--------------|-------|--------|--------------|--------------|
| A | Luz de tope | Palo de proa | Blanca | 225 | 6 | 1 | 60 |
| B | Luz de costado | A cada banda | Roja y verde | 122,5 | 3 | 2 | 120 |
| C | Luz de tope | Palo de popa | Blanca | 225 | 6 | 1 | 60 |
| D | Luz de alcance | Popa | Blancac | 135 | 3 | 1 | 60 |
| E | Luz de fondeo | Palo de proa | Blanca | 360 | 3 | 1 | 60 |
| F | Luz de fondeo | Palo de popa | Blanca | 360 | 3 | 1 | 60 |
| G | Luz restricción calado | Palo de popa | Roja | 360 | 3 | 3 | 80 |
| | | | | | | TOTAL | 500 |

En total para el alumbrado exterior tenemos:

$$P_{\text{alumbrado exterior}} = 7400 + 500 = 7,9 \text{ kW}$$

El resto de potencias necesarias son datos del resto de cuadernos ya calculados y especificados en su momento.

4-BALANCE ELÉCTRICO

A continuación vamos a proceder a realizar los cálculos del balance eléctrico para las diferentes condiciones de operatividad del barco. Estimaremos el factor de régimen de potencia de cada uno de los equipos que en él se detallan y en función de la condición de carga la multiplicaremos por el coeficiente de utilización.

Los factores son los siguientes:

El coeficiente de utilización “k” es función de:

-El factor o grado de simultaneidad “kn” en marcha: nos da el número de unidades funcionando(n) con respecto a las unidades instaladas(N).

-Factor de régimen (kr): nos da la potencia utilizada (p) con respecto a la instalada (P).

En este anteproyecto consideraremos un valor constante de 0,85.

-Factor de servicio (Ks), que nos da la relación entre el tiempo total a plena carga (h) y el total del tiempo de servicio en un día.

$$k_s = h/24$$

Con lo que K vendrá dado por la fórmula:

$$K = K_n \cdot K_r \cdot K_s$$

Condiciones de estudio

Nuestras condiciones de estudio van a ser las siguientes:

Navegación a plena carga

En esta condición, la planta propulsora y los auxiliares estarán operativos, así como todo el sistema de mantenimiento del gas para el mantenimiento de la temperatura de carga durante la travesía. El servomotor principal estará continuamente en funcionamiento.

El buque navega a plena carga a la velocidad de servicio, con los tanques al 98% y la planta de relicuefacción funcionando al máximo.

Navegación en lastre

En la condición de navegación en lastre, estarán funcionando la planta propulsora y los auxiliares. El servomotor estará en funcionamiento continuo y las bombas de lastre estarán operativas para mantener una situación óptima de navegación del buque, reduciendo su asiento según se necesite.

En la condición de lastre el buque desarrollará la velocidad de servicio con un requerimiento de potencia menor que en plena carga, y sin necesidad de utilizar, evidentemente (puesto que no lleva carga) la planta de relicuefacción.

Carga y descarga de gas

Durante la carga y descarga de gas el buque permanece atracado y acciona las bombas de carga y descarga. Se mantienen activos los servicios de hotel, así como la iluminación y equipos para mantener en funcionamiento un generador. La planta de relicuefacción funciona a un régimen bajo de potencia, para licuar el boil-off producido en esta operación.

En esta condición, la planta de propulsión no estará operativa. Las bombas de carga estarán a pleno rendimiento, así como los sistemas de gas. Las bombas de lastre estarán también a pleno funcionamiento, para equilibrar el buque durante el proceso. El servicio del servomotor estará inoperativo.

Maniobra

La planta propulsora y los auxiliares estarán en funcionamiento. El buque navegará a velocidad reducida. Además como consideramos la situación más desfavorable, supondremos que el buque llega a puerto a plena carga es decir con el sistema de mantenimiento del gas en funcionamiento, para mantener la temperatura de la carga. El servomotor estará a pleno rendimiento, además el equipo de amarre y fondeo estarán operativos.

Emergencia

En la situación de emergencia, estará operativo el sistema de alumbrado de emergencia del buque así como los sistemas de emergencia (bomba de achique de sentinas, bomba de C.I. de emergencia, luces de emergencia, sistemas de comunicaciones, etc.), necesarios para que permanezca intacta la integridad tanto del buque como del personal a bordo.

Hay datos de equipos que no conocemos aún, por lo que tomamos de los buques de referencia.

A continuación, se muestran los resultados con las tablas de balance:

Navegación a plena carga

| | Nº | Pot. Unitaria (kW) | Pot. Total (kW) | En servicio | Coeficientes | | | | Pot total (kW) |
|--------------------------------|----|--------------------|-----------------|-------------|--------------|------|-----|-------|----------------|
| | | | | | kn | ks | kr | k | |
| PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Motores principales | 2 | 22000 | 44000 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 35200 |
| AUXILIARES PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Bomba refrigeración AS | 2 | 313,3 | 626,6 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 250,64 |
| Bomba refrigeración AD HT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 94,936 |
| Bomba refrigeración AD LT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 94,936 |
| Compresores de aire | 4 | 10 | 40 | 3 | 0,75 | 0,02 | 0,8 | 0,012 | 0,48 |
| SERVICIO DE COMBUSTIBLE | | | | | | | | | |
| Bomba trasiego HFO | 2 | 11,44 | 22,88 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 9,152 |
| Purificadora HFO | 3 | 29 | 87 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 46,632 |
| Bomba purificadora HFO | 2 | 1,7 | 3,4 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,36 |
| Bomba alimentación HFO | 4 | 3,91 | 15,64 | 3 | 0,75 | 1 | 0,8 | 0,6 | 9,384 |
| Calentador HFO | 2 | 198,05 | 396,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 158,44 |
| Bomba de lodos | 1 | 3,45 | 3,45 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 2,76 |
| Bomba prelubricación | 2 | 46,61 | 93,22 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 37,288 |
| Bomba lubricación | 2 | 152,6 | 305,2 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 122,08 |
| Purificadora aceite | 2 | 20 | 40 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 16 |
| Bomba purificadora aceite | 2 | 2,36 | 4,72 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,888 |
| MÁQUINAS AUXILIARES | | | | | | | | | |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|---|------|------|-----|-------|----------|
| Bomba de sentinas | 3 | 24,71 | 74,13 | 2 | 0,67 | 0,5 | 0,8 | 0,268 | 19,86684 |
| Bomba contraincendios | 4 | 43,18 | 172,72 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba CI emergencia | 1 | 41,81 | 41,81 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba lastre | 3 | 169,33 | 507,99 | 2 | 0,67 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| CUBIERTA Y SERVO | | | | | | | | | |
| Servomotor | 2 | 152,19 | 304,38 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 243,504 |
| Chigres proa y popa | 4 | 130,21 | 520,84 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Chigres zona central | 2 | 65,11 | 130,22 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Molinetes | 2 | 279,5 | 559 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| VENTILACIÓN | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | 1 | 60 | 60 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 48 |
| Ventilación cámara de máquinas | 6 | 109,78 | 658,68 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 526,944 |
| Ventilación habilitación | 12 | 2 | 24 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 19,2 |
| FONDA Y HOTEL | | | | | | | | | |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 10,72 |
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,48 |
| Extractor | 1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 1,2328 |
| Frigorífico | 4 | 0,1 | 0,4 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,32 |
| Microondas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,16 | 0,16 |
| Freidora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,32 |
| Cafetera | 2 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Lavadora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,48 |
| Pelador patatas | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,04 |
| Secadora | 2 | 3 | 6 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,72 |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--------|---|-----|------|-----|------|---------|
| Bomba agua sanitaria fría | 2 | 2,38 | 4,76 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,904 |
| Bomba agua sanitaria caliente | 1 | 0,18 | 0,18 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1152 |
| Calentador agua sanitaria | 1 | 0,21 | 0,21 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1344 |
| ACCESO Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| Grúas | 2 | 6 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ascensor | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,6 |
| Torno | 1 | 3,5 | 3,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Taladro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Esmeriladora | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Equipo de soldadura | 1 | 8,5 | 8,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| EQUIPOS DE NAV. Y COM. | | | | | | | | | |
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 9,6 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,2 |
| ALUMBRADO | | | | | | | | | |
| Alumbrado interior | 1 | 96,66 | 96,66 | 1 | 1 | 0,85 | 0,8 | 0,68 | 65,7288 |
| Alumbrado exterior | 1 | 7,9 | 7,9 | 1 | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,48 | 3,792 |
| Alumbrado de emergencia | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| PLANTA DE RELICUEFACCIÓN | | | | | | | | | |
| Planta | 1 | 3000 | 3000 | 1 | 1 | 0,85 | 0,8 | 0,68 | 2040 |
| EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA | | | | | | | | | |
| Bombas | 8 | 74,38 | 595,04 | 8 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|--------|---|-----|---|-----|--------------|--------------------|
| Stripping | 4 | 40,53 | 162,12 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de gas inerte | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de nitrógeno | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Grúas | 2 | 54 | 108 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | TOTAL | 39047,71804 |

Navegación en lastre

| | Nº | Pot. Unitaria (kW) | Pot. Total (kW) | En servicio | Coeficientes | | | | Pot total (kW) |
|--------------------------------|----|--------------------|-----------------|-------------|--------------|------|-----|-------|----------------|
| | | | | | kn | ks | kr | k | |
| PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Motores principales | 2 | 22000 | 44000 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 35200 |
| AUXILIARES PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Bomba refrigeración AS | 2 | 313,3 | 626,6 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 250,64 |
| Bomba refrigeración AD HT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 94,936 |
| Bomba refrigeración AD LT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 94,936 |
| Compresores de aire | 4 | 10 | 40 | 3 | 0,75 | 0,02 | 0,8 | 0,012 | 0,48 |
| SERVICIO DE COMBUSTIBLE | | | | | | | | | |
| Bomba trasiego HFO | 2 | 11,44 | 22,88 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 9,152 |
| Purificadora HFO | 3 | 29 | 87 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 46,632 |
| Bomba purificadora HFO | 2 | 1,7 | 3,4 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,36 |
| Bomba alimentación HFO | 4 | 3,91 | 15,64 | 3 | 0,75 | 1 | 0,8 | 0,6 | 9,384 |
| Calentador HFO | 2 | 198,05 | 396,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 158,44 |
| Bomba de lodos | 1 | 3,45 | 3,45 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 2,76 |
| Bomba prelubricación | 2 | 46,61 | 93,22 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 37,288 |
| Bomba lubricación | 2 | 152,6 | 305,2 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 122,08 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|---|------|------|-----|--------|----------|
| Purificadora aceite | 2 | 20 | 40 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 16 |
| Bomba purificadora aceite | 2 | 2,36 | 4,72 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,888 |
| MÁQUINAS AUXILIARES | | | | | | | | | |
| Bomba de sentinas | 3 | 24,71 | 74,13 | 2 | 0,67 | 0,1 | 0,8 | 0,0536 | 3,973368 |
| Bomba contraincendios | 4 | 43,18 | 172,72 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba CI emergencia | 1 | 41,81 | 41,81 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba lastre | 3 | 169,33 | 507,99 | 2 | 0,67 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| CUBIERTA Y SERVO | | | | | | | | | |
| Servomotor | 2 | 152,19 | 304,38 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 243,504 |
| Chigres proa y popa | 4 | 130,21 | 520,84 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Chigres zona central | 2 | 65,11 | 130,22 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Molinetes | 2 | 279,5 | 559 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| VENTILACIÓN | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | 1 | 60 | 60 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 48 |
| Ventilación cámara de máquinas | 6 | 109,78 | 658,68 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 526,944 |
| Ventilación habitación | 12 | 2 | 24 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 19,2 |
| FONDA Y HOTEL | | | | | | | | | |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 10,72 |
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,48 |
| Extractor | 1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 1,2328 |
| Frigorífico | 4 | 0,1 | 0,4 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,32 |
| Microondas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,16 | 0,16 |
| Freidora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,32 |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|---|-----|------|-----|------|---------|
| Cafetera | 2 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Lavadora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,48 |
| Pelador patatas | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,04 |
| Secadora | 2 | 3 | 6 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,72 |
| Bomba agua sanitaria fría | 2 | 2,38 | 4,76 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,904 |
| Bomba agua sanitaria caliente | 1 | 0,18 | 0,18 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1152 |
| Calentador agua sanitaria | 1 | 0,21 | 0,21 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1344 |
| | | | | | | | | | |
| ACCESO Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| Grúas | 2 | 6 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ascensor | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,6 |
| Torno | 1 | 3,5 | 3,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Taladro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Esmeriladora | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Equipo de soldadura | 1 | 8,5 | 8,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | |
| EQUIPOS DE NAV. Y COM. | | | | | | | | | |
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 9,6 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,2 |
| | | | | | | | | | |
| ALUMBRADO | | | | | | | | | |
| Alumbrado interior | 1 | 96,66 | 96,66 | 1 | 1 | 0,85 | 0,8 | 0,68 | 65,7288 |
| Alumbrado exterior | 1 | 7,9 | 7,9 | 1 | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,48 | 3,792 |
| Alumbrado de emergencia | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | |
| PLANTA DE RELICUEFACCIÓN | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--------|---|-----|-----|-----|--------------|--------------------|
| Planta | 1 | 3000 | 3000 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA | | | | | | | | | |
| Bombas | 8 | 74,38 | 595,04 | 8 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Stripping | 4 | 40,53 | 162,12 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de gas inerte | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de nitrógeno | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,8 | 0,04 | 16 |
| Grúas | 2 | 54 | 108 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | TOTAL | 37007,82457 |

Carga y descarga

| | Nº | Pot. Unitaria (kW) | Pot. Total (kW) | En servicio | Coeficientes | | | | Pot total (kW) |
|--------------------------------|----|--------------------|-----------------|-------------|--------------|------|-----|-------|----------------|
| | | | | | kn | ks | kr | k | |
| PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Motores principales | 2 | 22000 | 44000 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| AUXILIARES PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Bomba refrigeración AS | 2 | 313,3 | 626,6 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 82,7112 |
| Bomba refrigeración AD HT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 31,32888 |
| Bomba refrigeración AD LT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 31,32888 |
| Compresores de aire | 4 | 10 | 40 | 3 | 0,75 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| SERVICIO DE COMBUSTIBLE | | | | | | | | | |
| Bomba trasiego HFO | 2 | 11,44 | 22,88 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 9,152 |
| Purificadora HFO | 3 | 29 | 87 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 46,632 |
| Bomba purificadora HFO | 2 | 1,7 | 3,4 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,36 |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|---|------|------|-----|-------|-----------|
| Bomba alimentación HFO | 4 | 3,91 | 15,64 | 3 | 0,75 | 1 | 0,8 | 0,6 | 9,384 |
| Calentador HFO | 2 | 198,05 | 396,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 158,44 |
| Bomba de lodos | 1 | 3,45 | 3,45 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 2,76 |
| Bomba prelubricación | 2 | 46,61 | 93,22 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 37,288 |
| Bomba lubricación | 2 | 152,6 | 305,2 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 122,08 |
| Purificadora aceite | 2 | 20 | 40 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 16 |
| Bomba purificadora aceite | 2 | 2,36 | 4,72 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,888 |
| MÁQUINAS AUXILIARES | | | | | | | | | |
| Bomba de sentinas | 3 | 24,71 | 74,13 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 39,73368 |
| Bomba contraincendios | 4 | 43,18 | 172,72 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba CI emergencia | 1 | 41,81 | 41,81 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba lastre | 3 | 169,33 | 507,99 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 272,28264 |
| CUBIERTA Y SERVO | | | | | | | | | |
| Servomotor | 2 | 152,19 | 304,38 | 2 | 1 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 121,752 |
| Chigres proa y popa | 4 | 130,21 | 520,84 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 416,672 |
| Chigres zona central | 2 | 65,11 | 130,22 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 104,176 |
| Molinetes | 2 | 279,5 | 559 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 447,2 |
| VENTILACIÓN | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | 1 | 60 | 60 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 48 |
| Ventilación cámara de máquinas | 6 | 109,78 | 658,68 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 526,944 |
| Ventilación habitación | 12 | 2 | 24 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 19,2 |
| FONDA Y HOTEL | | | | | | | | | |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 10,72 |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|---|-----|------|-----|-------|--------|
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,48 |
| Extractor | 1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 1,2328 |
| Frigorífico | 4 | 0,1 | 0,4 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,32 |
| Microondas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,16 | 0,16 |
| Freidora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,32 |
| Cafetera | 2 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Lavadora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,48 |
| Pelador patatas | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,04 |
| Secadora | 2 | 3 | 6 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,72 |
| Bomba agua sanitaria fría | 2 | 2,38 | 4,76 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,904 |
| Bomba agua sanitaria caliente | 1 | 0,18 | 0,18 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1152 |
| Calentador agua sanitaria | 1 | 0,21 | 0,21 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1344 |
| ACCESO Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| Grúas | 2 | 6 | 12 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 9,6 |
| Ascensor | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,6 |
| Torno | 1 | 3,5 | 3,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,28 |
| Taladro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Esmeriladora | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Equipo de soldadura | 1 | 8,5 | 8,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,68 |
| EQUIPOS DE NAV. Y COM. | | | | | | | | | |
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,2 |
| ALUMBRADO | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--------|---|-----|-----|-----|--------------|-------------------|
| Alumbrado interior | 1 | 96,66 | 96,66 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 77,328 |
| Alumbrado exterior | 1 | 7,9 | 7,9 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 6,32 |
| Alumbrado de emergencia | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| PLANTA DE RELICUEFACCIÓN | | | | | | | | | |
| Planta | 1 | 3000 | 3000 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 240 |
| EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA | | | | | | | | | |
| Bombas | 8 | 74,38 | 595,04 | 8 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 476,032 |
| Stripping | 4 | 40,53 | 162,12 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 129,696 |
| Generador de gas inerte | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 160 |
| Generador de nitrógeno | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 160 |
| Grúas | 2 | 54 | 108 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 43,2 |
| | | | | | | | | TOTAL | 3831,51568 |

Maniobra

| | Nº | Pot. Unitaria (kW) | Pot. Total (kW) | En servicio | Coeficientes | | | | Pot total (kW) |
|------------------------------|----|--------------------|-----------------|-------------|--------------|------|-----|-------|----------------|
| | | | | | kn | ks | kr | k | |
| PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Motores principales | 2 | 22000 | 44000 | 2 | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,16 | 7040 |
| AUXILIARES PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Bomba refrigeración AS | 2 | 313,3 | 626,6 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 82,7112 |
| Bomba refrigeración AD HT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 31,32888 |
| Bomba refrigeración AD LT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,8 | 0,132 | 31,32888 |
| Compresores de aire | 4 | 10 | 40 | 3 | 0,75 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |

| SERVICIO DE COMBUSTIBLE | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|--------|---|------|---|------|--------|------------|
| Bomba trasiego HFO | 2 | 11,44 | 22,88 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 9,152 |
| Purificadora HFO | 3 | 29 | 87 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 46,632 |
| Bomba purificadora HFO | 2 | 1,7 | 3,4 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,36 |
| Bomba alimentación HFO | 4 | 3,91 | 15,64 | 3 | 0,75 | 1 | 0,8 | 0,6 | 9,384 |
| Calentador HFO | 2 | 198,05 | 396,1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 158,44 |
| Bomba de lodos | 1 | 3,45 | 3,45 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 2,76 |
| Bomba prelubricación | 2 | 46,61 | 93,22 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 37,288 |
| Bomba lubricación | 2 | 152,6 | 305,2 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 122,08 |
| Purificadora aceite | 2 | 20 | 40 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 16 |
| Bomba purificadora aceite | 2 | 2,36 | 4,72 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,888 |
| | | | | | | | | | |
| MÁQUINAS AUXILIARES | | | | | | | | | |
| Bomba de sentinas | 3 | 24,71 | 74,13 | 2 | 0,67 | 1 | 0,85 | 0,5695 | 42,217035 |
| Bomba contraincendios | 4 | 43,18 | 172,72 | 4 | 1 | 0 | 0,85 | 0 | 0 |
| Bomba CI emergencia | 1 | 41,81 | 41,81 | 1 | 1 | 0 | 0,85 | 0 | 0 |
| Bomba lastre | 3 | 169,33 | 507,99 | 2 | 0,67 | 1 | 0,85 | 0,5695 | 289,300305 |
| | | | | | | | | | |
| CUBIERTA Y SERVO | | | | | | | | | |
| Servomotor | 2 | 152,19 | 304,38 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 243,504 |
| Chigres proa y popa | 4 | 130,21 | 520,84 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 416,672 |
| Chigres zona central | 2 | 65,11 | 130,22 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 104,176 |
| Molinetes | 2 | 279,5 | 559 | 2 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 447,2 |
| | | | | | | | | | |
| VENTILACIÓN | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | 1 | 60 | 60 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 48 |

CUADERNO 11

ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|---|-----|------|-----|-------|---------|
| Ventilación cámara de máquinas | 6 | 109,78 | 658,68 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 526,944 |
| Ventilación habilitación | 12 | 2 | 24 | 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 19,2 |
| FONDA Y HOTEL | | | | | | | | | |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 10,72 |
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,48 |
| Extractor | 1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 1 | 0,67 | 0,8 | 0,536 | 1,2328 |
| Frigorífico | 4 | 0,1 | 0,4 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,32 |
| Microondas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,16 | 0,16 |
| Freidora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,32 |
| Cafetera | 2 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,08 | 0,08 |
| Lavadora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,48 |
| Pelador patatas | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,04 |
| Secadora | 2 | 3 | 6 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 0,12 | 0,72 |
| Bomba agua sanitaria fría | 2 | 2,38 | 4,76 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 0,4 | 1,904 |
| Bomba agua sanitaria caliente | 1 | 0,18 | 0,18 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1152 |
| Calentador agua sanitaria | 1 | 0,21 | 0,21 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,64 | 0,1344 |
| ACCESO Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| Grúas | 2 | 6 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ascensor | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,6 |
| Torno | 1 | 3,5 | 3,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Taladro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Esmeriladora | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Equipo de soldadura | 1 | 8,5 | 8,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| EQUIPOS DE NAV. Y COM. | | | | | | | | | |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--------|---|-----|------|-----|--------------|-------------------|
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,2 |
| ALUMBRADO | | | | | | | | | |
| Alumbrado interior | 1 | 96,66 | 96,66 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 77,328 |
| Alumbrado exterior | 1 | 7,9 | 7,9 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 6,32 |
| Alumbrado de emergencia | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| PLANTA DE RELICUEFACCIÓN | | | | | | | | | |
| Planta | 1 | 3000 | 3000 | 1 | 1 | 0,85 | 0,8 | 0,68 | 2040 |
| EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA | | | | | | | | | |
| Bombas | 8 | 74,38 | 595,04 | 8 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Stripping | 4 | 40,53 | 162,12 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de gas inerte | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de nitrógeno | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Grúas | 2 | 54 | 108 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | TOTAL | 11876,3207 |

Emergencia

| | Nº | Pot. Unitaria (kW) | Pot. Total (kW) | En servicio | Coeficientes | | | | Pot total (kW) |
|--------------------------------|----|--------------------|-----------------|-------------|--------------|----|-----|---|----------------|
| | | | | | kn | ks | kr | k | |
| PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Motores principales | 2 | 22000 | 44000 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| AUXILIARES PROPULSIÓN | | | | | | | | | |
| Bomba refrigeración AS | 2 | 313,3 | 626,6 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba refrigeración AD HT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba refrigeración AD LT | 2 | 118,67 | 237,34 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Compresores de aire | 4 | 10 | 40 | 3 | 0,75 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| SERVICIO DE COMBUSTIBLE | | | | | | | | | |
| Bomba trasiego HFO | 2 | 11,44 | 22,88 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Purificadora HFO | 3 | 29 | 87 | 2 | 0,67 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba purificadora HFO | 2 | 1,7 | 3,4 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba alimentación HFO | 4 | 3,91 | 15,64 | 3 | 0,75 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Calentador HFO | 2 | 198,05 | 396,1 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba de lodos | 1 | 3,45 | 3,45 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba prelubricación | 2 | 46,61 | 93,22 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba lubricación | 2 | 152,6 | 305,2 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Purificadora aceite | 2 | 20 | 40 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba purificadora aceite | 2 | 2,36 | 4,72 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| MÁQUINAS AUXILIARES | | | | | | | | | |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|---|------|-----|-----|-------|----------|
| Bomba de sentinas | 3 | 24,71 | 74,13 | 2 | 0,67 | 1 | 0,8 | 0,536 | 39,73368 |
| Bomba contraincendios | 4 | 43,18 | 172,72 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba CI emergencia | 1 | 41,81 | 41,81 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 33,448 |
| Bomba lastre | 3 | 169,33 | 507,99 | 2 | 0,67 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| CUBIERTA Y SERVO | | | | | | | | | |
| Servomotor | 2 | 152,19 | 304,38 | 2 | 1 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 121,752 |
| Chigres proa y popa | 4 | 130,21 | 520,84 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Chigres zona central | 2 | 65,11 | 130,22 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Molinetes | 2 | 279,5 | 559 | 2 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| VENTILACIÓN | | | | | | | | | |
| Aire acondicionado | 1 | 60 | 60 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ventilación cámara de máquinas | 6 | 109,78 | 658,68 | 6 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ventilación habilitación | 12 | 2 | 24 | 6 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| FONDA Y HOTEL | | | | | | | | | |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Extractor | 1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Frigorífico | 4 | 0,1 | 0,4 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Microondas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Freidora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Cafetera | 2 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Lavadora | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Pelador patatas | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Secadora | 2 | 3 | 6 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |

CUADERNO 11
ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|-------|---|-----|---|-----|-----|-----|
| Bomba agua sanitaria fría | 2 | 2,38 | 4,76 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Bomba agua sanitaria caliente | 1 | 0,18 | 0,18 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Calentador agua sanitaria | 1 | 0,21 | 0,21 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| ACCESO Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| Grúas | 2 | 6 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Ascensor | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,6 |
| Torno | 1 | 3,5 | 3,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Taladro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Esmeriladora | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Equipo de soldadura | 1 | 8,5 | 8,5 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| EQUIPOS DE NAV. Y COM. | | | | | | | | | |
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 9,6 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 3,2 |
| ALUMBRADO | | | | | | | | | |
| Alumbrado interior | 1 | 96,66 | 96,66 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Alumbrado exterior | 1 | 7,9 | 7,9 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Alumbrado de emergencia | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 1,2 |
| PLANTA DE RELICUEFACCIÓN | | | | | | | | | |
| Planta | 1 | 3000 | 3000 | 1 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA | | | | | | | | | |

CUADERNO 11

ISMAEL GRANDAL MOURIZ

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|--------|---|-----|---|-----|--------------|------------------|
| Bombas | 8 | 74,38 | 595,04 | 8 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Stripping | 4 | 40,53 | 162,12 | 4 | 1 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de gas inerte | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Generador de nitrógeno | 2 | 200 | 400 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Grúas | 2 | 54 | 108 | 1 | 0,5 | 0 | 0,8 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | TOTAL | 214,13368 |

Como resumen:

| | Plena carga | Lastre | C/D | Maniobra | Emergencia |
|-----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| Carga eléctrica (kW) | 39047,72 | 37007,82 | 3831,52 | 11876,32 | 214,13 |
| Margen (5 %) | 1952,39 | 1850,39 | 191,58 | 593,82 | 10,71 |
| TOTAL POTENCIA | 41000,11 | 38858,21 | 4023,10 | 12470,14 | 224,84 |

Hemos añadido un margen de un 5 % al valor calculado de la potencia debido a que en esta fase de proyecto hay equipos que no hemos calculado y las potencias son las estrictamente calculadas.

En cuanto a la planta generadora principal:

Según SOLAS (Capítulo II-1, Parte D, Regla 41)

“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.”

En el apartado 5 podremos ver que en cualquiera de las posibles opciones de funcionamiento de los generadores, cumplimos este requisito.

Planta generadora de emergencia

Con los resultados que nos arroja el balance eléctrico, para la situación de emergencia se debe disponer de una potencia de al menos 224,84 kW.

Para cumplir con SOLAS (Capítulo II-1, Regla 43, aplicable a buques de carga), el grupo de emergencia del buque debe cumplir ciertos requisitos y generar la suficiente energía para alimentar a los receptores de la condición de carga eléctrica de emergencia.

En en la situación de emergencia estará funcionando el generador de emergencia, que irá situado fuera de la cámara de máquinas. Elegimos el modelo D 2866 de MAN, que nos una potencia de 280 kW.

| Rating kW* 50 Hz / 60 Hz | Engine model | Cyl. | Design | Capacity litres |
|-----------------------------|--------------|------|---------|--------------------|
| 177 / 280 | D 2866 | 6 | in line | 11.9 |
| 280 / 322 | D 2866 | 6 | in line | 11.9 |
| 345 / 390 | D 2876 | 6 | in line | 12.8 |
| 355 / 405 | D 2876 | 6 | in line | 12.8 |
| 380 / 437 | D 2842 | 12 | V 90° | 21.9 |
| 443 / 515 | D 2840 | 10 | V 90° | 18.3 |
| 543 / 620 | D 2842 | 12 | V 90° | 21.9 |

5-ESTUDIO DE LA CARGA DE LOS GENERADORES

Nuestra planta eléctrica tiene una capacidad de 49.400 kW (con 2 18V50 y 1 16V50), que son capaces de generar los motores diesel, en la combinación que entendemos que será más habitual, aunque dependerá de cada situación del buque. A continuación estudiaremos la carga de los generadores para cada condición de las estudiadas.

En la siguiente tabla se muestra la capacidad de nuestra planta en las dos combinaciones posibles de funcionamiento de los generadores:

| | MOTOR 18V50 | MOTOR 16V50 | POTENCIA DISPONIBLE |
|-----------------|-------------|-------------|---------------------|
| OPCIÓN 1 | 2x | 2x | 64.600 |
| OPCIÓN 2 | 2x | 1x | 49.400 |
| OPCIÓN 3 | 1x | 2x | 47.500 |

A continuación vamos a estudiar la carga a la que estarán sometidos los generadores respecto a su capacidad total en cada situación de carga eléctrica:

$$\% \text{ carga generador} = \frac{\text{Carga requerida condición de carga}}{\text{Potencia total de los generadores}}$$

Plena carga

En esta condición de navegación, teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior, tenemos:

| | | Plena carga |
|---------------------------------|------------------------|-------------|
| Potencia requerida | | 41000,11 |
| Motores en func. (carga) | 2 x 18V50 2 x 16V50 | 0,63 |
| | 2 x 18V50 1 x 16V50 | 0,8300 |
| | 1 x 18V50 2 x 16V50 | 0,8632 |

Podríamos utilizar 2 motores 16V50 y 1 18V50 o la inversa, puesto que son situaciones parecidas, que rondan el 85 % de carga. La primera opción (llevar los 4 motores instalados operativos), no la contemplamos, puesto que la carga es considerablemente más baja. Podrían ir intercambiándose los motores para ir rotando cada uno a la posición de standby, y así igualar las horas de funcionamiento.

Lastre

En esta condición de navegación, las condiciones son las siguientes:

| | | Plena carga |
|---------------------------------|------------------------|-------------|
| Potencia requerida | | 38858,21 |
| Motores en func. (carga) | 2 x 18V50 2 x 16V50 | 0,60 |
| | 2 x 18V50 1 x 16V50 | 0,7866 |
| | 1 x 18V50 2 x 16V50 | 0,8181 |

En esta condición podríamos utilizar cualquiera de las dos opciones con tres generadores.

Carga y descarga

En esta condición de navegación, como la carga demandada es mucho más baja, tendremos en funcionamiento solamente un generador:

Motor 18V50

$$\% \text{ carga generador} = \frac{4.023,10}{17.100} = 23,53 \%$$

Motor 16V50

$$\% \text{ carga generador} = \frac{4.023,10}{15.200} = 26,46\%$$

En esta condición tendremos un motor 16V50 en funcionamiento, puesto que la carga es mayor que la del motor de 18V50, evidentemente, por lo que la situación es menos desfavorable.

Maniobra

En esta condición de navegación, como la carga demandada también es más baja, tendremos en funcionamiento un generador:

Motor 18V50

$$\% \text{ carga generador} = \frac{12.470,14}{17.100} = 72,9 \%$$

Motor 16V50

$$\% \text{ carga generador} = \frac{12.470,14}{15.200} = 82,04 \%$$

En esta condición podríamos utilizar cualquier de los tipos de motores con los que contamos. El 18V50 no tendría mucha carga, y el 15V50 tampoco estaría sobrecargado, pues no llega ni al 85 % de su capacidad.

Emergencia

En la condición de emergencia tendremos en funcionamiento el generador de emergencia. Por tanto:

$$\% \text{ carga generador} = \frac{224,84}{280} = 80,3 \%$$

El generador de emergencia estará funcionando a un régimen óptimo.

6-DIAGRAMA UNIFILAR DE CONEXIONADO

Adjuntamos como anexo un esquema del diagrama unifilar en formato A3. El dibujo es orientativo, puesto que no está escalado. En él se pueden ver los generadores de corriente y los distintos equipos a los que prestan servicio.

Los servicios se clasifican como:

Servicios esenciales

Son los sistemas sin los que el buque no podría mantenerse propulsado. Son por tanto, de una gran importancia.

Poseen preferencia ante el resto y están alimentados de forma directa desde los bornes de los generadores, sin imponer ningún tipo de interruptor automático (evitando posibles saltos en los interruptores que pudiesen privar de energía a los sistemas).

Servicios no esenciales

Aquellos cuyo funcionamiento no compromete el funcionamiento del sistema de propulsión, de forma que la navegabilidad del buque no se vería afectada en caso de que dejasen de funcionar.

Servicios de emergencia

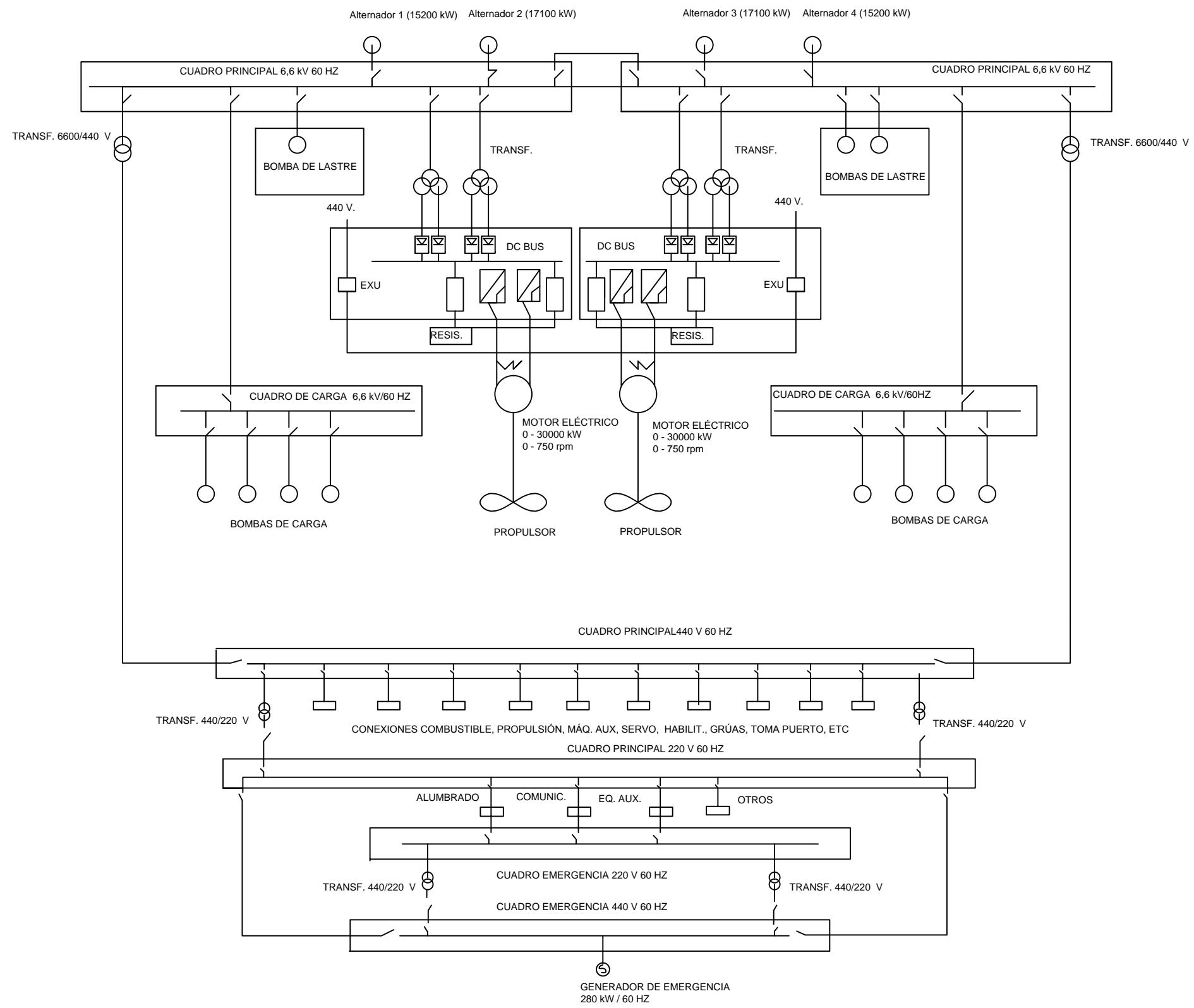
Son aquellos que equipos/servicios que deben funcionar en caso de accidente, como pueden ser las bombas contra incendios o el equipo de gobierno. Pueden ser alimentados tanto por los generadores principales como por el generador de emergencia.


7-BIBLIOGRAFÍA

- “Electricidad Aplicada al Buque” de Manuel Baquerizo Pardo.
- SOLAS

ANEXO I

Diagrama unifilar



| | |
|---|----------------------|
|  UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR | PROYECTO: 17-32 P |
| DIAGRAMA UNIFILAR | |
| AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ | |