



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2017/18**

Petrolero Neo-Pánamax con 200000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11:

PLANTA ELÉCTRICA Y SU DISTRIBUCIÓN

Escola Politécnica Superior



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2017-2018

PROYECTO NÚMERO : 18-07

TIPO DE BUQUE: PETROLERO DE CRUDOS

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:
BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL NEO PANAMAX

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:
200.000 TPM. Crudos del Petróleo y sus derivados con una densidad máxima de 0,99 g/ml

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 16 nudos en condiciones de servicio. 85% MCR + 15% de margen de mar. 18.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: En cámara de bombas

PROPULSIÓN: Propulsión Diesel eléctrica 2 Líneas de ejes. LNG para servicios en puerto

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 personas.en camarotes individuales

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 19 Setiembre 2017

ALUMNO/A: **D. Julio Barreiro Montes**

Introducción

Una condición de aislamiento del buque exige que la electricidad que se consume a bordo sea generada por el propio buque.

En nuestro buque el sistema eléctrico y el propulsor están íntimamente relacionados:

El sistema de propulsión consiste en unos generadores diésel que generan electricidad para alimentar a unos motores propulsores, y pueden suplir también a la planta eléctrica que abarca el resto de instalaciones.

En este cuaderno calcularemos las necesidades de la planta eléctrica, realizando un balance de los consumidores y sus condiciones de funcionamiento tanto navegando como en maniobra y en puerto. Se determinarán asimismo las características de los alternadores y el generador de emergencia.

Las características principales del buque son las siguientes:

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Desplazamiento | 227611,8 t |
| Lpp | 276 m |
| Manga | 49 m |
| Puntal | 25,75 m |
| Calado | 19,19 m |
| Cb | 0,855 |
| Cp | 0,858 |
| Cm | 0,996 |
| Cwp | 0,922 |
| Superficie mojada | 21664,527 m ² |
| Superficie flotación | 12468,912 m ² |
| Velocidad | 16 knots |
| Peso en rosca | 27611,8 t |

Índice

| | |
|--|----|
| 1.- Características de la corriente eléctrica y la red eléctrica | 4 |
| 1.1- Cuadro eléctrico principal | 4 |
| 1.2- Tensión de la planta eléctrica..... | 5 |
| 1.3- Conexión a Tierra..... | 5 |
| 2.- Balance eléctrico – Consumidores | 6 |
| 2.1- Iluminación | 6 |
| 2.2- Servo del timón | 7 |
| 2.3- Situaciones de carga eléctrica | 8 |
| 3.- Selección de generador eléctrico..... | 12 |
| 3.1- Generador de servicios en puerto..... | 12 |
| 3.2- Situación de carga y descarga | 12 |
| 4.- Situación de emergencia..... | 13 |
| 4.1- Generador de emergencia | 13 |
| 5.- Bibliografía. | 14 |
| Anexo: Diagrama unifilar..... | 15 |

1.- Características de la corriente eléctrica y la red eléctrica

La instalación eléctrica será e corriente eléctrica trifásica, la más empleada tanto en tierra como en buques. Este tipo de corriente ofrece varias ventajas, siendo las principales:

- Permitir alimentar la red eléctrica del barco con la del puerto
- Menos componentes implica menos gastos de mantenimiento y respetos.

1.1- Cuadro eléctrico principal

Al tratarse de propulsión diésel eléctrica, el cuadro de distribución principal y el alternador siguen una serie de principios de diseño:

- El cuadro principal debe estar dividido simétricamente. Esto lo hace más fiable y ayuda a conseguir los requisitos de redundancia.
- Un número par de alternadores asegura la carga simétrica en los embarrados del cuadro. Los consumidores eléctricos también deberían ser simétricos.
- El diseño del cuadro principal queda determinado por las corrientes de cortocircuito que se deben soportar y por la capacidad de corte de los disyuntores. (Denominada CB)
- El voltaje hasta el cuadro principal depende de varios factores, y pueden verse en la siguiente tabla.

| Total installed alternator power | Voltage | Breaking capacity of CB |
|--|---------|-------------------------|
| < 10 – 12 MWe (and: Single propulsion motor < 3,5 MW) | 440 V | 100 kA |
| < 13 – 15 MWe (and: Single propulsion motor < 4,5 MW) | 690 V | 100 kA |
| < 48 MWe | 6600 V | 30 kA |
| < 130 MWe | 11000 V | 50 kA |

En nuestro caso nuestra potencia total de los alternadores podemos aproximarla con la potencia necesaria para la propulsión, de unos 29500 kW según el cuaderno 6 de nuestro proyecto.

Esta cifra es superior a 15 MW pero inferior a 48 MW, por lo que el voltaje del **cuadro principal** es de 6600 Voltios y la capacidad de corte de 30 kA. Este cuadro se situará en la sala de control de la cámara de máquinas, y alimentará en principio sólo a los motores principales y a unos transformadores que reducirán la tensión del cuadro principal a una más adecuada para el resto de equipos.

También existe un **cuadro de emergencia** que se conecta a los servicios de emergencia y al cuadro principal. Este cuadro se encuentra en el mismo local que el generador de emergencia y está en conexión directa con el mismo.

Los cuadros suelen tratarse de armarios de chapa metálica cuyas paredes y puertas se encuentran conectadas a masa, y que disponen de unas rejillas de ventilación para disipar el calor generado por el efecto Joule.

Los **módulos** en los que se divide nuestro cuadro principal son los siguientes:

- 4 paneles en total, habiendo 1 por cada generador.
- 1 panel de sincronización para el acoplamiento de generadores.
- 2 paneles para los sistemas propulsores.
- 1 panel de salida para la red de 440 V

Los distintos módulos se conectan internamente por medio de barras. Éstas sustituyen a los cables o incluso conjuntos de cables, y consisten en perfiles rectangulares de cobre de los que “cuelgan” los distintos generadores, consumidores y elementos de control. Esta forma les permite aprovechar mejor el material en grandes intensidades como las manejadas en el cuadro principal.

1.2- Tensión de la planta eléctrica

Al definir la **tensión de trabajo** de los cuadros secundarios, es necesario tener en cuenta que mayores tensiones implican secciones menores de cables, pero conllevan un riesgo mayor.

Por ello la mayoría de buques de este tipo distinguen entre dos redes bien diferenciadas:

- Una red de fuerza que alimentará a los equipos de gran potencia.
- Una red de baja tensión para los consumidores que no demanden tanta energía y estén más expuestos a la tripulación.

La tensión de trabajo de **la red de fuerza** se considerará como la más comúnmente empleada: 400 V/50 Hz en Europa y 440 V/60 Hz en América. Se coge esta última puesto que esta clase de buques opera principalmente en aguas extranjeras. Esta red abastecerá equipos como los auxiliares de los motores (Junto con la mayoría de servicios del buque).

Los **cuadros de baja tensión** contarán con 220 V para equipos como los de control, alumbrado, navegación y comunicaciones. Esta red no estará conectada directamente al cuadro principal, sino que se empleará un transformador monofásico en la red de fuerza para pasar de 440 V a 220 V

1.3- Conexión a Tierra

También cabe mencionar que el buque puede emplear una **conexión a tierra** para conectarse a la red eléctrica del puerto a través del cuadro de los equipos de fuerza del buque. Por ello se dispondrá de una toma de corriente de alimentación de 400V y 50 Hz.

2.- Balance eléctrico – Consumidores

A continuación calcularemos cuánta energía debe entregar el buque en cada una de sus condiciones de operación. Como es lógico, el consumo real varía de un instante a otro, pero se puede estimar un consumo máximo teniendo en cuenta que no todos los equipos funcionarán a la vez, y que muchos lo hacen a un régimen inferior a su potencia nominal:

Para los cálculos se dividirán los consumidores por servicios y usaremos determinados coeficientes según convenga:

- K_u = Factor de utilización (Potencia de cálculo = K_u *Potencia instalada = K_n * K_s * K_r)
- K_n = Factor de simultaneidad = (nº de aparatos simultáneos/ (nº aparatos instalados)
Refleja que ciertos equipos pueden quedar inactivos por tratarse de respetos.
- K_s = Factor de servicio = (horas en funcionamiento al día)/24
- K_r = Factor de régimen (de cada máquina) = (potencia absorbida)/(potencia instalada)
Estos dos coeficientes forman el Coeficiente de servicio y régimen (K_{sr}) que refleja la probabilidad de que la máquina trabaje a su potencia máxima.

En otros cuadernos se han definido diversos consumidores del buque, y a continuación definiremos los relacionados con el servo del timón y la iluminación.

2.1- Iluminación

Esta se basa en la superficie de los locales o zonas a iluminar. La potencia (Luminosa) necesaria para iluminar dichas zonas se calcula con la siguiente fórmula, extraída del libro “*Electricidad aplicada al buque*” de D. Manuel Baquerizo:

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

L = Flujo luminoso en lúmenes (lm)

E = iluminancias en luxes (lx)

S = Superficie a iluminar (m^2)

F_d = Factor de suciedad (1,25 – 2,5)

F_u = Factor de utilización, generalmente 0,5 en alumbrado directo

Las iluminancias aconsejables se muestran en la siguiente tabla.

| Locales | |
|--|-----------|
| Iluminancias (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 |

Dado que se desconocen las cifras exactas, se realizará una aproximación con el área completa de la habilitación ($6 \cdot 473 \text{ m}^2$) y una iluminancia de 250 lx

El total nos quedaría:

$$L = \frac{E \cdot S \cdot F_d}{F_u} = \frac{250 \cdot 2838 \cdot 1,9}{0,5} = 2696100 \text{ lm}$$

La potencia empleada puede estimarse como: $P = 0,015(\text{W/lm}) \cdot 2696100(\text{lm})$

Eso resulta en un total de $40441,5 \text{ W} = \mathbf{40,44 \text{ kW}}$

2.2- Servo del timón

Para calcular la potencia del servo del timón se tendrá en cuenta la siguiente exigencia:

Según la Regla 29, apartado 3.2 del SOLAS, el timón ha de poder girar de -30° a 35° en un tiempo máximo de 28 segundos. Puede considerarse el rendimiento del sistema como 0,8.

Por tanto, con los datos del Cuaderno 6, la potencia nos queda:

$$Pot = \frac{T \cdot \omega}{\eta}; \quad \text{Siendo } T = 2842,8 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{y} \quad \omega = 0,04 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$Pot (\text{kW}) = \frac{2842,8 \cdot 0,04}{0,8} = 142,14 \text{ kW}$$

Al haber dos timones, la **potencia total** será $142,14 \cdot 2 = \mathbf{284,28 \text{ kW}}$

2.3- Situaciones de carga eléctrica

En este buque consideraremos tres principales situaciones de carga eléctrica diferentes.

- Navegación normal: El buque se encuentra navegando a la velocidad de servicio, en mitad de una travesía. El motor trabaja al 75% de la potencia nominal. Los sistemas de carga y descarga y los de maniobras del puerto no trabajan.
- Maniobras: Aproximación al muelle, puesta en funcionamiento de varios sistemas de cubierta. Los motores no trabajan a su máxima capacidad, pero sí tienen demandas puntuales de alta potencia.
- Puerto: El buque se encuentra amarrado, con los propulsores apagados, por lo que toda la energía eléctrica proviene del motor LNG auxiliar. Los sistemas de fonda y hotel siguen funcionando porque continúa habiendo tripulación a bordo.
- Otras dos condiciones que cabe mencionar son la de Emergencia y la de Carga/Descarga. La primera de éstas se verá más adelante en el cálculo del generador de emergencia. Para la segunda puede suponerse un consumo similar al de la situación en puerto, pero añadiendo el consumo generado por las bombas de descarga.

A continuación se muestra un cálculo inicial de los consumos eléctricos del buque en cada una de las situaciones previamente mencionadas.

Los consumidores se han agrupado en tablas según los equipos, resultando más fácil la visualización del consumo de cada conjunto de sistemas por separado.

Tabla de servicios de los motores

| Servicios motores | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|-------------------------|----------|-----------|---------------|-------------------|-----|---------------|----------|-----|---------------|---------|-----|---------------|
| Consumidores | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) |
| Bomba de trasiego HFO | 2 | 5,527 | 11,054 | 1 | 0,3 | 1,6581 | 1 | 0,3 | 1,6581 | 1 | 0,3 | 1,6581 |
| Bomba alimentación HFO | 4 | 1,04 | 4,16 | 3 | 0,9 | 2,808 | 3 | 0,9 | 2,808 | 3 | 0,1 | 0,312 |
| Bomba alimentac. aceite | 4 | 63,2 | 252,8 | 3 | 0,2 | 37,92 | 3 | 0,2 | 37,92 | 3 | 0,1 | 18,96 |
| Bombas cebado aceite | 4 | 12,45 | 49,8 | 3 | 0,5 | 16,808 | 3 | 0,5 | 16,808 | 3 | 0,2 | 7,47 |
| Bombas refrigeración | 4 | 48,19 | 192,76 | 3 | 0,5 | 72,285 | 3 | 0,5 | 72,285 | 3 | 0,2 | 28,914 |
| Varios | 1 | 150 | 150 | 1 | 0,6 | 90 | 1 | 0,5 | 75 | 1 | 0,1 | 15 |
| TOTAL | | | 660,57 | | | 221,48 | | | 206,48 | | | 72,314 |

Tabla de servicios de fonda y hotel

| Servicios de fonda y hotel | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|----------------------------|----------|-----------|--------------|-------------------|-----|---------------|----------|-----|---------------|---------|-----|---------------|
| Consumidores | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) |
| Cocina | 1 | 20 | 20 | 1 | 0,4 | 8 | 1 | 0,4 | 8 | 1 | 0,4 | 8 |
| Horno | 1 | 6 | 6 | 1 | 0,4 | 2,4 | 1 | 0,4 | 2,4 | 1 | 0,4 | 2,4 |
| Frigoríficos | 8 | 2 | 16 | 1 | 0,5 | 8 | 1 | 0,5 | 8 | 1 | 0,5 | 8 |
| Freidora | 1 | 2,5 | 2,5 | 1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,5 |
| Amasadora | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,2 |
| Lavavajillas | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 0,2 | 0,3 | 1 | 0,2 | 0,3 | 1 | 0,2 | 0,3 |
| Parrilla eléctrica | 1 | 2 | 2 | 1 | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 0,4 |
| Lavadoras | 2 | 2,5 | 5 | 2 | 0,2 | 2 | 2 | 0,2 | 2 | 2 | 0,2 | 2 |
| Secadoras | 2 | 3 | 6 | 2 | 0,2 | 2,4 | 2 | 0,2 | 2,4 | 2 | 0,2 | 2,4 |
| Planchadoras | 1 | 7 | 7 | 1 | 0,2 | 1,4 | 1 | 0,2 | 1,4 | 1 | 0,2 | 1,4 |
| Pelapatatas | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,2 |
| Microondas | 1 | 2 | 2 | 1 | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 0,4 |
| Alumbrado | 1 | 40,44 | 40,44 | 1 | 0,6 | 24,264 | 1 | 0,6 | 24,264 | 1 | 0,6 | 24,264 |
| Varios | 1 | 45 | 45 | 1 | 0,2 | 9 | 1 | 0,2 | 9 | 1 | 0,2 | 9 |
| Total | | | 155,4 | | | 59,464 | | | 59,464 | | | 59,464 |

Tabla de equipos auxiliares

| Equipos auxiliares | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|---------------------------|--------------|-------|---------------|-------------------|---------|--------------|----------|---------|--------------|----------|---------|--------------|
| | Consumidores | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku |
| Bombas de sentinas | 2 | 50,3 | 100,6 | 2 | 0,2 | 15,09 | 2 | 0,2 | 15,09 | 2 | 0,6 | 60,36 |
| Bombas contra incendios | 2 | 34 | 68 | 1 | 0,1 | 3,4 | 1 | 0,1 | 3,4 | 1 | 0,2 | 10,2 |
| Bomba de espuma | 1 | 35,5 | 35,5 | 1 | 0,1 | 1,775 | 1 | 0,1 | 1,775 | 1 | 0,2 | 5,325 |
| Bombas de lastre | 2 | 208 | 416 | 2 | 0,3 | 124,8 | 2 | 0,3 | 124,8 | 2 | 0,9 | 374,4 |
| Bombas de suministro agua | 2 | 0,13 | 0,26 | 1 | 0,2 | 0,039 | 1 | 0,2 | 0,039 | 1 | 0,2 | 0,039 |
| Potencia servomotores | 2 | 142,1 | 284,28 | 2 | 0,3 | 85,28 | 2 | 0,5 | 142,14 | 0 | 0 | 0 |
| Varios | 1 | 100 | 100 | 1 | 0,8 | 80 | 1 | 0,8 | 80 | 1 | 0,6 | 60 |
| TOTAL | | | 1004,6 | | | 310,4 | | | 367,2 | | | 510,3 |

Tabla de servicios de ventilación

| Servicios ventilación | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|----------------------------------|--------------|-------|--------------|-------------------|---------|--------------|----------|---------|--------------|----------|---------|--------------|
| | Consumidores | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku |
| Compresor aire motores | 1 | 110 | 110 | 1 | 0,3 | 33 | 1 | 0,5 | 55 | 1 | 0,3 | 33 |
| Ventiladores axiales c.m. | 8 | 11,16 | 89,28 | 8 | 1 | 89,28 | 8 | 1 | 89,28 | 3 | 0,3 | 10,044 |
| Ventilador A.A.. | 2 | 8,05 | 16,1 | 2 | 1 | 16,1 | 2 | 1 | 16,1 | 2 | 1 | 16,1 |
| Compresor aire acondic | 2 | 22 | 44 | 1 | 0,4 | 17,6 | 1 | 0,4 | 17,6 | 1 | 0,4 | 17,6 |
| Aire acond. cabina control C.M | 1 | 4 | 4 | 1 | 0,8 | 3,2 | 1 | 0,8 | 3,2 | 1 | 0,6 | 2,4 |
| Ventilación del resto de locales | 1 | 55 | 55 | 1 | 0,5 | 27,5 | 1 | 0,8 | 44 | 1 | 0,6 | 33 |
| TOTAL | | | 318,4 | | | 186,7 | | | 225,2 | | | 112,1 |

Tabla de servicios de agua potable

| Servicios agua potable | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|---------------------------|----------|-----------|--------------|-------------------|-----|---------------|----------|-----|---------------|---------|-----|---------------|
| | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) |
| Bomba de agua salada | 1 | 5,3 | 5,3 | 1 | 0,7 | 3,71 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Generador de agua dulce | 1 | 4,55 | 4,55 | 1 | 0,4 | 1,5925 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Calentador | 1 | 5,8 | 5,8 | 1 | 0,9 | 5,22 | 1 | 0,9 | 5,22 | 1 | 0,5 | 2,9 |
| Bomba de agua dulce | 2 | 0,91 | 1,82 | 3 | 0,3 | 0,6825 | 3 | 0,3 | 0,6825 | 3 | 0,3 | 0,6825 |
| Bomba de agua caliente | 2 | 0,54 | 1,08 | 1 | 0,3 | 0,27 | 1 | 0,3 | 0,27 | 1 | 0,3 | 0,27 |
| Planta trat. aguas resid. | 1 | 5 | 5 | 1 | 0,2 | 1,2 | 1 | 0,2 | 1,2 | 1 | 0,2 | 1,2 |
| TOTAL | | | 23,55 | | | 12,675 | | | 7,3725 | | | 5,0525 |

Tabla de equipos de cubierta

| Equipos de cubierta | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|-----------------------|----------|-----------|---------------|-------------------|----|----------|----------|-----|--------------|---------|-----|---------------|
| | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) |
| Grúa provisiones | 2 | 12,9 | 25,8 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0,5 | 12,9 |
| Grúa manifold | 2 | 36,8 | 73,6 | 2 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 2 | 0,4 | 29,44 |
| Molinetes | 2 | 87,1 | 174,2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 43,55 | 1 | 0,1 | 17,42 |
| Maquinillas de amarre | 7 | 37,73 | 264,11 | 7 | 0 | 0 | 7 | 0,1 | 26,41 | 7 | 0,1 | 26,411 |
| TOTAL | | | 537,71 | | | 0 | | | 69,96 | | | 86,171 |

Tabla de navegación y comunicaciones

| Navegación y comunicac. | Potencia | | | Navegación normal | | | Maniobra | | | Puerto | | |
|---------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------|-----|------------|----------|-----|------------|---------|-----|------------|
| | Nº | P.u. (kW) | Ptot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) | U. Ser. | Ku | Pot (kW) |
| Equipos de navegación | 1 | 12 | 12 | 1 | 0,5 | 6 | 1 | 0,5 | 6 | 1 | 0,5 | 6 |
| Comunicaciones exteriores | 1 | 4 | 4 | 1 | 0,4 | 1,6 | 1 | 0,4 | 1,6 | 1 | 0,4 | 1,6 |
| Comunicaciones interiores | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TOTAL | | | 18 | | | 9,6 | | | 9,6 | | | 9,6 |

3.- Selección de generador eléctrico

Con los datos obtenidos en las condiciones de carga eléctrica, podemos ver que la potencia total instalada es de 2718 kW, y los consumos totales máximos son 800,5 kW en navegación normal, 945,3 kW en Maniobras y 855,07 kW puerto.

A estas cifras habría que dejar un 10% de margen para cubrir la posibilidad de cambiar o aumentar la potencia de algún equipo.

Por tanto nos quedaríamos pues como 880,55 kW en navegación normal, 1039,83 kW en maniobras y 940,58 kW en la situación de puerto.

La mayor de estas situaciones es la de maniobra, con **1039,83 kW** que serán proporcionados por los diésel generadores junto con la potencia necesaria para mover el buque (29500 kW) dando un total de 30539,83 kW a producir con los diésel generadores.

Los 4 generadores empleados en la propulsión diésel eléctrica tienen una capacidad máxima de 14400 kW, y tras de ellos se mantienen encendidos en las condiciones de navegación.

Esto produce una potencia máxima de 43200 kW, por lo que nuestros motores son válidos y funcionan aproximadamente al 75% de su capacidad.

3.1- Generador de servicios en puerto.

En la situación de puerto nuestro buque no se encuentra en movimiento.

Aunque es posible aprovechar una conexión a tierra para suministrar los **940,6 kW** de esa condición de carga, las RPA indican que se deben instalar un motor auxiliar diseñado para esa condición, el cual debe funcionar con LNG.

Emplearemos un motor **Wartsilla Dual Fuel 6L20DF**, el cual posee una capacidad máxima de 1100 kW.

3.2- Situación de carga y descarga

Cabe observar que en el caso de la situación de carga/descarga, al tener instaladas bombas eléctricas, se produce un incremento considerable del consumo.

Cada una de las tres bombas requiere una potencia de 2240,5 kW durante las 16 horas que dura la descarga, por lo que habría que sumar a la condición de puerto 6721,5 kW.

Eso resulta en una potencia necesaria de de **8334,23 kW** después de aplicar márgenes.

Teniendo esto en cuenta, sería recomendable emplear uno de nuestros generadores principales para producir la electricidad mientras duren las operaciones de carga y descarga. El susodicho motor, con 14400 kW de potencia máxima, trabajará al 60% de su capacidad.

4.- Situación de emergencia

Ante una **situación de emergencia**, el buque debe estar habilitado para mantener ciertos equipos y servicios operativos durante un tiempo determinado, por lo que se requiere de un generador auxiliar específicamente para este tipo de situaciones.

Cumpliendo con la sociedad de clasificación Bureau Veritas (**PtC, Ch2, Sec 3.6.3**), deberá poder abastecer durante 18 horas a los equipos esenciales para la seguridad del buque. Dichos equipos esenciales son los siguientes:

- Luces de emergencia de pasillos, escaleras, especios de máquinas, puestos de control, zonas en las que se estiban los trajes de bombero, local de la bomba de Contraincendios de emergencia y local de la bomba de sentinas de emergencia o repuesto.
- Luces de navegación
(Estimamos unos **30 kW** para la suma de ambos tipos de luces)
- Una Bomba de contra incendios de emergencia:
(Calculada en el cuaderno 12, con potencia de **27,2 kW**)
- Equipo de gobierno del buque. (Servomotores: **284,28 kW**)
- Sistemas de radiocomunicación (Comunicaciones exteriores: **4 kW**)
- Sistemas de alarmas (De contra incendios o de otro tipo: **1 kW**)

Además de poder mantener todas las luces de emergencia durante 3 horas.

El total de potencia requerida es de **346,5 kW**

4.1- Generador de emergencia

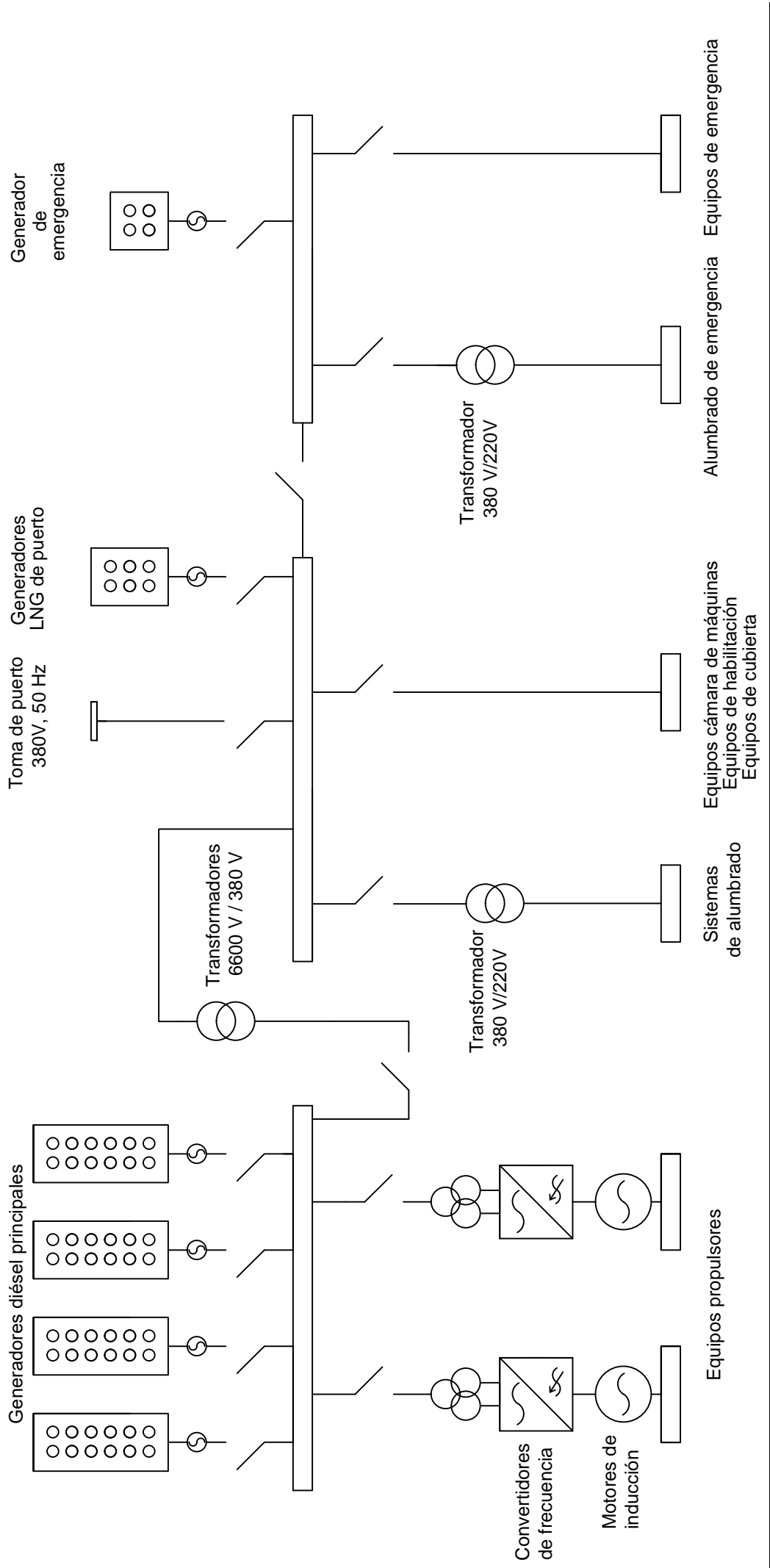
El generador de emergencia deberá poder soportar todas estas cargas estimadas más un 10% de margen (teniendo por tanto un mínimo de **381 kW**) y deberá ser autónomo y operar de forma independiente. En nuestro buque el generador de emergencia se situará en la primera cubierta a popa de la habilitación.

El motor escogido es un **WEG HGF** con **450 kW** de máxima potencia y que opera a 400 V y 50 hz.

5.- Bibliografía.

1. JUNCO OCAMPO, Fernando; DÍAZ CASAS, Vicente. Apuntes de la asignatura de “*Proyectos de buques y artefactos marinos 1*”. Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol, Curso 2017-2018.
2. J.A.TABOADA. “*Manual de luminotecnia*” 4ª Edición, Editorial Dossat, S.S.
3. Technical data Wärtsilä 20DF engine: <https://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/dual-fuel-engines/wartsila-20df>
4. Catálogo de productos WEG: “http://www.weg.net/catalog/weg/PA/en/Electric-Motors/AC-Motors---IEC/Severe-Duty/TEFC-HGF/c/MT_IEC_3PHASE_TEFC_HGF”
5. Convenio internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar. (SOLAS)

Anexo: Diagrama unifilar.



| | | |
|---|---|--|
| <p>Cuadro de distribución principal 6600V, 50 Hz</p> | <p>Cuadro de sistemas eléctricos 380V, 50 Hz</p> | <p>Cuadro de emergencia 380V, 50 Hz</p> |
|---|---|--|