



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2017/2018

PETROLERO SUEZMAX 148.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Pablo Martínez Martínez

TUTORAS/ES

Vicente Díaz Casás

FECHA

El buque proyecto es un buque para transporte de petróleo crudo y derivados como la nafta por ejemplo. Este buque petrolero pertenece a la clase SUEZMAX, lo que significa que sus dimensiones están ajustadas al máximo a las de Canal de Suez.

La carga y descarga se realiza mediante bombas de pozo profundo, lo que significa que no posee una cámara de bombas sino que cada tanque dispone de su propia bomba. En esta zona de carga posee un sistema de lucha contra incendios por espuma.

O buque proxecto é un buque para transporte de petróleo crudo e derivados como a nafta por exemplo. O buque petroleiro pertence á clase SUEZMAX, o cal significa que as súas dimensións están axustadas ó máximo as do Canle de Suez.

A carga e descarga realízase mediante bombas de pozo profundo, o que significa que non posee una cámara de bombas senón que cada tanque dispón da súa propia bomba. Nesta zona de carga o buque posee un sistema de loita contra incendios por espuma.

The Project ship is for transport of oil-crude and naftas. This oil-crude tanker belongs to the class of SUEZMAX, which means that dimensions are adjusted for the Suez Canal to the maximum.

The cargo system are formed by deep well pumps and that means that this vessel haven't got a chamber of pumps. In cargo area it has a fire protection system by foam.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2017/2018**

PETROLERO SUEZMAX 148.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.016-2017

PROYECTO NÚMERO 17-12

TIPO DE BUQUE: Petrolero Suezmax 148000 TPM

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, MARPOL, SOLAS, CONVENIO DE LINEAS DE CARGA TIER 3

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 148000 TPM. Transporte de petróleo CRUDOS Y DERIVADOS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15,8 nudos con 85%MCR+ 15% margen de mar

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

PROPULSIÓN: Motor diésel directamente acoplado.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 personas

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

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **D^a PABLO MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

Fernando Junco Ocampo

Contenido

1 INTRODUCCIÓN.....	6
2 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA.....	7
3 ILUMINACIÓN.....	8
1.1. Luces de navegación.....	11
3.1 Luces exteriores.....	12
4 BALANCE ELÉCTRICO.....	13
4.1 Tipo de balance eléctrico.....	15
4.2 Estimación de la potencia consumida.....	15
4.3 Cálculo del balance eléctrico.....	16
4.3.1 Navegación libre:.....	17
4.3.2 Maniobra.....	19
4.3.3 Carga y Descarga.....	20
4.3.4 Puerto.....	22
4.3.5 Emergencia.....	23
5 elección de los motores auxiliares generadores.....	25
6 Unifilar eléctrico.....	27

1 INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se llevará a cabo el dimensionamiento de la planta eléctrica del buque, es decir, se intentará determinar qué cantidad de energía eléctrica consumirán todos los equipos del buque y a partir de esos datos encontrar unos generadores de energía que den la potencia necesaria.

Para calcular esto se usa el balance eléctrico, método mediante el cual se determina cuanto consumen los diferentes equipos en distintas situaciones para determinar cuál es la peor condición, es decir aquella que demanda un mayor consumo de potencia.

Además también se dimensiona el generador de emergencia que ira situado en la cubierta principal, el cual deberá entrar en funcionamiento si se produce una caída de la planta principal.

Antes de empezar, un resumen de las características del buque:

L total (m)	288,1
Lpp (m)	273,5
Manga (m)	45,3
Puntal (m)	24
Calado (m)	17,7
Cb	0,866
Cm	0,992
Cp	0,873
Δ (t)	195.606
TPM	148.000
BHP (kW)	25.270

2 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica al buque se realiza desde los generadores a través de corriente tipo alterna trifásica. Este tipo de sistema tiene como ventaja que los cables utilizados para el transporte de energía son de menor sección, y los transformadores son de mayor tamaño, lo que se traduce en un ahorro de espacio y dinero.

Principalmente existen dos valores de tensión y frecuencia que son 380V y 50Hz (sistema europeo) y 440V y 60Hz (sistema americano). En mi caso voy a instalar la segunda opción, ya que el buque va a realizar rutas transoceánicas.

Escoger este sistema que tiene mayor tensión favorece a la hora de dimensionar los cables, ya que cuanto mayor tensión, menor intensidad y por tanto menor sección de cable. Además, una frecuencia mayor hace que los motores giren a más velocidad y por tanto necesitaré motores más pequeños y más baratos.

A parte de la red de 440 V tendremos también una red de 220V. Para obtener esta reducción de tensión se instalarán unos transformadores 440V/220V. Esta red se encarga de abastecer a los servicios de habilitación y alumbrado.

3 ILUMINACIÓN.

Para el cálculo de la potencia necesaria de iluminación se sigue el libro de Manuel Baquerizo “Electricidad aplicada al buque”, y en él se encuentra la siguiente tabla en la que muestra la iluminación adecuada (iluminancia) para cada local en luxes.

Espacios	Iluminación (lux)	
	Mínimo	Máximo
Camarote oficiales	200	250
camarote tripulación	150	200
pasillos tripulación	100	150
local reunión tripulación	200	400
local servicio	250	300
enfermería	500	100
puente descubierta	20	40
puente de botes	10	20
maquinas	300	450
puesto de maniobras	500	750
calderas	250	0,2
túneles	100	150
taller de montaje	1000	2000
taller de maquinaria	500	1000
sala de dibujo	750	1500
oficina	400	750

A partir de los valores de esta tabla y sabiendo las superficies a iluminar se obtiene el flujo luminoso mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

L es el flujo luminoso en lúmenes (lm)

E es la iluminancia en luxes

S es la superficie que se quiere iluminar en m^2

F_d es el factor de suciedad que puede oscilar entre 1.25 y 2.5, para el cálculo se ha considerado el valor de 1.5.

F_u es el factor de utilización que es función de si el alumbrado es directo o indirecto, y de un factor k que depende de las dimensiones del local a iluminar. Para simplificar los calculas se decide utilizar solamente alumbrado directo, por lo que se

estima un factor de utilización de 0.55 para cualquier espacio, siendo este una media entre los valores para alumbrado directo.

Para conocer el valor de la potencia que se consume es necesario conocer el rendimiento luminoso, (W/lumen) que dependerá del tipo de lámpara que se decida utilizar en el buque proyecto. En la siguiente tabla se muestra los rendimientos luminosos que tienen las diferentes lámparas.

Tipo de lámpara	rendimiento luminoso(W/lum)		valor medio
	Inferior	superior	
Lámpara incandescente	0,1	0,067	0,084
lámpara halógena	0,067	0,04	0,054
lámpara LED	0,015	0,01	0,013
mercurio de alta presión	0,029	0,017	0,023
lámpara fluorescente	0,016	0,011	0,014
sodio de alta presión	0,013	0,007	0,010
sodio de baja presión	0,01	0,005	0,008

Se ha decidido utilizar lámparas LED en toda la iluminación interior del buque dado al buen rendimiento de este tipo de lámpara para aplicaciones domesticas: 0.013 Watt/lumen.

A continuación se muestran una serie de tablas en las cuales se calcula la potencia consumida por cada espacio.

Cubierta	ESPACIO	m ²	lux	Fd/Fu	luminancia	rendimiento luminoso	pot	
Cubierta Principal	Vestuarios	293,00	275,00	2,73	219750,00	0,01	2856,75	2,86
	duchas	21,63	275,00	2,73	16222,50	0,01	210,89	0,21
	lavandería	21,00	200,00	2,73	11454,55	0,01	148,91	0,15
	residuos	29,20	100,00	2,73	7963,64	0,01	103,53	0,10
	GYM	55,40	300,00	2,73	45327,27	0,01	589,25	0,59
	Enfermería	34,28	750,00	2,73	70118,18	0,01	911,54	0,91

	sala de control	29,00	300,00	2,73	23727,27	0,01	308,45	0,31
	Pañol1	7,00	200,00	2,73	3818,18	0,01	49,64	0,05
	Pañol2	5,80	200,00	2,73	3163,64	0,01	41,13	0,04
	Al,macen1	20,40	100,00	2,73	5563,64	0,01	72,33	0,07
	CI	24,40	150,00	2,73	9981,82	0,01	129,76	0,13
	Aire acondicionado	19,50	150,00	2,73	7977,27	0,01	103,70	0,10
	Pasillos	55,00	150,00	2,73	22500,00	0,01	292,50	0,29

Cubierta A	SALA	28,00	300,00	2,73	22909,09	0,01	297,82	0,30
	Baño	18,00	200,00	2,73	9818,18	0,01	127,64	0,13
	gambuza1	4,00	150,00	2,73	1636,36	0,01	21,27	0,02
	gambuza2	3,20	150,00	2,73	1309,09	0,01	17,02	0,02
	gambuza3	3,20	150,00	2,73	1309,09	0,01	17,02	0,02
	Gambuza4	3,10	150,00	2,73	1268,18	0,01	16,49	0,02
	limpieza	9,60	100,00	2,73	2618,18	0,01	34,04	0,03
	cocina	74,60	300,00	2,73	61036,36	0,01	793,47	0,79
	Pañol	20,00	200,00	2,73	10909,09	0,01	141,82	0,14
	comedor	49,00	300,00	2,73	40090,91	0,01	521,18	0,52
	pasillos	41,00	125,00	2,73	13977,27	0,01	181,70	0,18
	baños	26,00	200,00	2,73	14181,82	0,01	184,36	0,18
	sala	45,00	300,00	2,73	36818,18	0,01	478,64	0,48
	sala de reuniones	34,00	300,00	2,73	27818,18	0,01	361,64	0,36

Cubierta B	Camarote1	11,50	175,00	2,73	5488,64	0,01	71,35	0,07
	camarote2	11,50	175,00	2,73	5488,64	0,01	71,35	0,07
	camarote3	10,40	175,00	2,73	4963,64	0,01	64,53	0,06
	camarote4	9,40	175,00	2,73	4486,36	0,01	58,32	0,06
	camarote5	8,40	175,00	2,73	4009,09	0,01	52,12	0,05
	camarote6	7,30	175,00	2,73	3484,09	0,01	45,29	0,05
	camarote7	7,30	175,00	2,73	3484,09	0,01	45,29	0,05
	camarote 8	8,00	175,00	2,73	3818,18	0,01	49,64	0,05
	camarote 9	9,40	175,00	2,73	4486,36	0,01	58,32	0,06
	camarote10	8,00	175,00	2,73	3818,18	0,01	49,64	0,05
	camarote 11	7,30	175,00	2,73	3484,09	0,01	45,29	0,05
	camarote12	7,30	175,00	2,73	3484,09	0,01	45,29	0,05

	camarote13	8,40	175,00	2,73	4009,09	0,01	52,12	0,05
	camarote14	9,40	175,00	2,73	4486,36	0,01	58,32	0,06
	pasillos	50,60	125,00	2,73	17250,00	0,01	224,25	0,22
	camarote15	10,40	175,00	2,73	4963,64	0,01	64,53	0,06
	Camarote 16	10,40	175,00	2,73	4963,64	0,01	64,53	0,06
	sala de reuniones	32,00	300,00	2,73	26181,82	0,01	340,36	0,34
	lavandería	12,24	200,00	2,73	6676,36	0,01	86,79	0,09
	baños	41,00	200,00	2,73	22363,64	0,01	290,73	0,29

Cubierta C	Sala oficiales	34,00	300,00	2,73	27818,18	0,01	361,64	0,36
	camarote1	20,35	175,00	2,73	9712,50	0,01	126,26	0,13
	camarote2	16,20	175,00	2,73	7731,82	0,01	100,51	0,10
	camarote3	13,40	175,00	2,73	6395,45	0,01	83,14	0,08
	ca,arote4	11,40	175,00	2,73	5440,91	0,01	70,73	0,07
	camarote 5	21,00	175,00	2,73	10022,73	0,01	130,30	0,13
	camartoe6	21,00	175,00	2,73	10022,73	0,01	130,30	0,13
	camarote 7	11,40	175,00	2,73	5440,91	0,01	70,73	0,07
	camarote8	9,00	175,00	2,73	4295,45	0,01	55,84	0,06
	pasillos	67,00	125,00	2,73	22840,91	0,01	296,93	0,30
	camarote9	10,90	175,00	2,73	5202,27	0,01	67,63	0,07
	camarote10	12,60	175,00	2,73	6013,64	0,01	78,18	0,08
	camarote 11	22,00	225,00	2,73	13500,00	0,01	175,50	0,18
	lavandería	12,40	200,00	2,73	6763,64	0,01	87,93	0,09
	Baños	33,00	200,00	2,73	18000,00	0,01	234,00	0,23
	camarote12	22,00	225,00	2,73	13500,00	0,01	175,50	0,18

Puente		200,00	500,00	2,73	272727,27	0,01	3545,45	3,55
Cámara de maquinas		489,00	400,00	2,73	533454,55	0,01	6934,91	6,93
TOTAL					32,59			

1.1. Luces de navegación.

La iluminación exterior se puede dividir en tres componentes diferenciadas, luces de navegación luces de trabajo y alumbrado exterior.

El cálculo de las luces de navegación se ha realizado teniendo en cuenta el reglamento de 1972 para prevenir abordajes, para buques con eslora mayor de 50 metros.

Los cálculos se presentan en la siguiente tabla:

LUZ	COLOR	ÁNGULO	MILLAS	Potencia (kW)
De tope	Blanca	225°	6	13
Costado BABOR	Roja	112,5°	3	4,6
Costado ESTRIBOR	Verde	112,5°	3	2,9
De alcance	Blanca	135°	3	2,8
De remolque	Amarilla	135°	3	2
De todo horizonte	Branca	360°	3	4,8

3.1 Luces exteriores.

Esta iluminación se utiliza para maniobras de amarre y fondeo, para escalas reales o para cualquier trabajo sobre la cubierta.

Este alumbrado también es tipo LED, y se colocarán de la siguiente forma:

- 1 en el palo de Proa
- 6 sobre el puente que iluminan la zona de carga.
- 1 a cada costado de la habitación para alumbrar los costados y 1 para la popa.

Son un total de 10 proyectores de 65 W cada uno, por tanto queda un total de 650 W para la iluminación exterior.

4 BALANCE ELÉCTRICO.

Para realizar el balance eléctrico se deben calcular las potencias absorbidas por todos y cada uno de los elementos que en el buque consumen energía eléctrica.

Para su cálculo los voy a agrupar de la siguiente forma:

- Auxiliares generales.
- Habitación (fonda y hotel).
- Auxiliares motor principal.
- Alumbrado y navegación.
- Iluminación interior.
- Iluminación exterior.

sistemas auxiliares generales			
	Número	Pot unitaria	
Bomba agua de lastre	2	63,57	127,14
sentinas	2	19,2	38,4
CI	1	22,33	22,33
agua nebulizada	2	52,87	105,74
bomba de emergencia CI	1	28,4	28,4
bomba agua sanitaria fría	1	68,4	68,4
gen agua dulce	1	10	10
calefaccion combustible	1	105	105
calefaccion aceite	1	141	141
bomba CI por espuma	1	82	82
Bomba pozo profundo	14	170	2380
molinete	1	266	266
Fonda y Hotel			
	numero	pot unitaria	Pot total
generador a.d.	1	6,64	6,64
horno	2	6	12
microondas	4	1,2	4,8
Freidora	1	3	3

plancha	1	3	3
lavavajillas	2	2,5	5
Bomba agua potable	2	2,88	5,76
planta TAR	1	5,23	5,23
trituradora	1	8,34	8,34
gambuzas	4	3	99
incinerador	1	11	11
lavadoras	9	3,5	31,5
secadoras	9	3,5	31,5
plancha de ropa	3	0,5	1,5
Auxiliares motor principal			
	Numero	pot unitaria	pot total
bombas de trasiego SED	2	3	4,8
Bomba de trasiego UD	2	4,2	7,4
bombas de alimentacion	2	36	108
separador aceite lubricante	2	34	102
bomba de trasiego de aceite lubricante	2	2,1	2,7
bomba circuito HT	2	19	57
Bomba circuito LT	2	19	57
Bomba agua salada	2	4	8
Purificadoras	2	8	16
Maquinaria taller	1	13,43	13,43
Ventilación CM	6	5,46	32,76
compresor de aire	2	2,87	3,48
hélice de proa	1	2700	2700
Iluminacion interior			
			potencia total
Habilitación y CM	1	32,59	32,59
Aparatos de navegación	1	24,00	24,00
Aparatos de comunicación	1	4,50	4,50
iluminacion exterior			
			potencia total
luces navegación	1	30,1	30,1
Luces exteriores	1	0,65	0,65

4.1 Tipo de balance eléctrico.

En este caso vamos a escoger un balance eléctrico avanzado en el cual se considera para cada equipo o conjunto su potencia reactiva y aparente teniendo en cuenta su factor de potencia. De esta forma obtengo para cada grupo los totales de potencia activa, reactiva y aparente en cada una de las situaciones.

4.2 Estimación de la potencia consumida.

El cálculo de la potencia consumida por cada equipo se hará de la siguiente forma:

$$\text{➤ } P_u = K_u \cdot P$$

P_u : potencia consumida por el equipo

K_u : coeficiente de utilización.

P : potencia total instalada de este equipo.

$$\text{➤ } K_u = K_n \cdot K_{sr}$$

K_n : coeficiente de simultaneidad en marcha $\rightarrow \frac{\text{Número de aparatos en servicio}}{\text{Número de aparatos instalados}}$

Si tengo solo un equipo instalado este coeficiente será 1, mientras que si tengo 2 o más varía en función de cuantos estén en funcionamiento.

K_{sr} : coeficiente de servicio y régimen.

$$\text{➤ } K_{sr} = K_s \cdot K_r$$

K_s : coeficiente de servicio $\rightarrow \frac{N}{24}$

Donde N es el número de horas que el equipo funciona diariamente.

K_r : coeficiente de régimen, depende del régimen al que trabaja el motor

$\rightarrow \frac{\text{Potencia absorbida del motor en servicio}}{\text{Potencia absorbida del motor en régimen nominal}}$

Los coeficientes de servicio y régimen a veces no se pueden realizar de forma exacta ya que no se disponen de todos los datos de funcionamiento del motor, pero para equipos auxiliares estos dos coeficientes suelen estar entre 0,8 y 0,9.

4.3 Cálculo del balance eléctrico.

Seguidamente se deberán comprobar las distintas situaciones a las que se va a encontrar el buque para ver cuál es más desfavorable y que me dará lo que me hace falta para dimensionar la planta eléctrica. Estas situaciones son:

- Navegación.
- Maniobra.
- Carga/Descarga.
- Puerto.
- Emergencia.

4.3.1 Navegación libre:

	navegacion libre				
sistemas auxiliares generales	Total				348,63
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Bomba agua de lastre	1,00	1,00	0,10	0,10	12,71
sentinas	1,00	1,00	0,30	0,30	11,52
CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agua nebulizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba de emergencia CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba agua sanitaria fría	1,00	1,00	1,00	1,00	68,40
gen agua dulce	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00
calefaccion combustible	1,00	1,00	1,00	1,00	105,00
calefaccion aceite	1,00	1,00	1,00	1,00	141,00
bomba CI por espuma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba pozo profundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
molinete	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fonda y Hotel	Total				86,05
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
generador a.d.	1	0,6	0,6	0,36	2,39
horno	1,00	0,50	0,50	0,25	3,00
microondas	2,00	0,50	0,50	0,25	1,20
Freidora	1,00	1,00	0,50	0,60	1,80
plancha	1,00	1,00	0,50	0,60	1,80
lavavajillas	1,00	0,50	0,50	0,50	2,50
Bomba agua potable	2,00	0,50	0,60	0,30	1,73
planta TAR	1,00	0,60	0,60	0,36	1,88
trituradora	1,00	0,30	0,30	0,09	0,75
gambuzas	3,00	0,75	0,80	0,60	59,40
incinerador	1,00	1,00	0,50	0,50	5,50
lavadoras	1,00	0,11	0,50	0,06	1,75
secadoras	1,00	0,11	0,50	0,06	1,75
plancha de ropa	1,00	0,33	0,50	0,40	0,60
Auxiliares motor principal	Total				208,22
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
bombas de trasiego SED	1,00	0,50	0,50	0,25	1,20
Bomba de trasiego UD	1,00	0,50	0,50	0,40	2,96
bombas de alimentacion	1,00	0,50	0,07	0,04	3,78
separador aceite lubricante	1,00	0,50	0,67	0,34	34,17
bomba de trasiego de aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba circuito HT	3,00	1,50	0,67	1,01	57,29
Bomba circuito LT	3,00	1,50	0,67	1,01	57,29
Bomba agua salada	1,00	0,50	0,73	0,37	2,92

Purificadoras	1,00	1,00	0,90	0,90	17,31
Maquinaria taller	1,00	1,00	0,50	0,50	6,72
Ventilación CM	5,00	0,83	0,90	0,75	24,47
compresor de aire	1,00	0,50	0,07	0,04	0,12
hélice de proa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminacion interior	Total				53,18
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Habilitación y CM	1,00	1,00	0,90	0,90	29,33
Aparatos de navegación	1,00	1,00	0,90	0,90	21,60
Aparatos de comunicación	1,00	1,00	0,50	0,50	2,25
iluminacion exterior	0,5				12,365
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
luces navegación	6	1	0,4	0,4	12,04
Luces exteriores	10	1	0,5	0,5	0,325
	Total				708,45032
	Pa(KWA)				885,5629

4.3.2 Maniobra.

	Maniobra				
sistemas auxiliares generales	Total			650,43	
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Bomba agua de lastre	1,00	1,00	1,00	0,80	101,71
sentinas	1,00	1,00	0,30	0,30	11,52
CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agua nebulizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba de emergencia CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba agua sanitaria fría	1,00	1,00	1,00	1,00	68,40
gen agua dulce	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00
calefaccion combustible	1,00	1,00	1,00	1,00	105,00
calefaccion aceite	1,00	1,00	1,00	1,00	141,00
bomba CI por espuma	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Bomba pozo profundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
molinete	1,00	1,00	0,80	0,80	212,80
Fonda y Hotel	Total			64,20	
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
generador a.d.	1	0,6	0,6	0,36	0,86
horno	1,00	0,50	0,10	0,05	0,60
microondas	2,00	0,50	0,10	0,05	0,24
Freidora	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
plancha	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
lavavajillas	1,00	0,50	0,10	0,05	0,25
Bomba agua potable	2,00	0,50	0,60	0,30	0,52
planta TAR	1,00	0,60	0,60	0,36	0,68
trituradora	1,00	0,30	0,30	0,09	0,07
gambuzas	3,00	0,75	0,80	0,60	59,40
incinerador	1,00	1,00	0,10	0,10	1,10
lavadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
secadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
plancha de ropa	1,00	0,33	0,10	0,03	0,05
Auxiliares motor principal	Total			193,28	
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
bombas de trasiego SED	1,00	0,50	0,08	0,04	0,19
Bomba de trasiego UD	1,00	0,50	0,10	0,05	0,37
bombas de alimentacion	1,00	0,50	0,07	0,04	3,78
separador aceite lubricante	1,00	0,50	0,67	0,34	34,17
bomba de trasiego de aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba circuito HT	3,00	1,50	0,67	1,01	57,29
Bomba circuito LT	3,00	1,50	0,67	1,01	57,29
Bomba agua salada	1,00	0,50	0,73	0,37	2,92

Purificadoras	1,00	1,00	0,90	0,90	17,31
Maquinaria taller	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
Ventilación CM	5,00	0,83	0,73	0,61	19,85
compresor de aire	1,00	0,50	0,07	0,04	0,12
hélice de proa	1,00	1,00	0,80	0,80	2160,00
Iluminacion interior	Total				54,08
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Habilitación y CM	1,00	1,00	0,90	0,90	29,33
Aparatos de navegación	1,00	1,00	0,90	0,90	21,60
Aparatos de comunicación	1,00	1,00	0,70	0,70	3,15
iluminacion exterior	Total				24,34
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
luces navegación	6	1	0,8	0,8	24,08
Luces exteriores	10	1	0,4	0,4	0,26
	Total				986,34
	Total				1232,92481

4.3.3 Carga y Descarga.

	Carga y descarga				
sistemas auxiliares generales	total				2272,10
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Bomba agua de lastre	1,00	0,33	0,80	0,26	33,56
sentinas	1,00	0,33	0,80	0,26	10,14
CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agua nebulizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba de emergencia CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba agua sanitaria fría	1,00	1,00	1,00	1,00	68,40
gen agua dulce	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00
calefaccion combustible	1,00	1,00	1,00	1,00	105,00
calefaccion aceite	1,00	1,00	1,00	1,00	141,00
bomba CI por espuma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba pozo profundo	14,00	1,00	0,80	0,80	1904,00
molinete	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fonda y Hotel	total				62,94
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
generador a.d.	1	0,6	0,6	0,36	0,00
horno	1,00	0,50	0,10	0,05	0,60
microondas	2,00	0,50	0,10	0,05	0,24
Freidora	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
plancha	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
lavavajillas	1,00	0,50	0,10	0,05	0,25

Bomba agua potable	2,00	0,50	0,60	0,30	0,00
planta TAR	1,00	0,60	0,60	0,36	0,00
trituradora	1,00	0,30	0,30	0,09	0,00
gambuzas	3,00	0,75	0,80	0,60	59,40
incinerador	1,00	1,00	0,10	0,10	1,10
lavadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
secadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
plancha de ropa	1,00	0,33	0,10	0,03	0,05
Auxiliares motor principal	total				35,79
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
bombas de trasiego SED	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Bomba de trasiego UD	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
bombas de alimentacion	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
separador aceite lubricante	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
bomba de trasiego de aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba circuito HT	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
Bomba circuito LT	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
Bomba agua salada	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Purificadoras	1,00	1,00	0,90	0,90	17,31
Maquinaria taller	2,00	1,00	0,40	0,40	5,37
Ventilación CM	2,00	0,50	0,80	0,40	13,10
compresor de aire	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
hélice de proa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminacion interior	total				32,48
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Habilitación y CM	1,00	1,00	0,90	0,90	29,33
Aparatos de navegación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparatos de comunicación	1,00	1,00	0,70	0,70	3,15
iluminacion exterior	total				24,34
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
luces navegación	6	1	0,8	0,8	24,08
Luces exteriores	10	1	0,4	0,4	0,26
	total				2427,65
	total				3034,56195

4.3.4 Puerto

	Puerto				
sistemas auxiliares generales	Total				603,42
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Bomba agua de lastre	1,00	0,50	0,80	0,40	50,86
sentinas	1,00	0,50	0,80	0,40	15,36
CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agua nebulizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba de emergencia CI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba agua sanitaria fría	1,00	1,00	1,00	1,00	68,40
gen agua dulce	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00
calefaccion combustible	1,00	1,00	1,00	1,00	105,00
calefaccion aceite	1,00	1,00	1,00	1,00	141,00
bomba CI por espuma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba pozo profundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
molinete	1,00	1,00	0,80	0,80	212,80
Fonda y Hotel	Total				62,94
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
generador a.d.	1	0,6	0,6	0,36	0,00
horno	1,00	0,50	0,10	0,05	0,60
microondas	2,00	0,50	0,10	0,05	0,24
Freidora	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
plancha	1,00	1,00	0,10	0,10	0,30
lavavajillas	1,00	0,50	0,10	0,05	0,25
Bomba agua potable	2,00	0,50	0,60	0,30	0,00
planta TAR	1,00	0,60	0,60	0,36	0,00
trituradora	1,00	0,30	0,30	0,09	0,00
gambuzas	3,00	0,75	0,80	0,60	59,40
incinerador	1,00	1,00	0,10	0,10	1,10
lavadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
secadoras	1,00	0,11	0,10	0,01	0,35
plancha de ropa	1,00	0,33	0,10	0,03	0,05
Auxiliares motor principal	Total				35,79
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
bombas de trasiego SED	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Bomba de trasiego UD	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
bombas de alimentacion	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
separador aceite lubricante	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
bomba de trasiego de aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba circuito HT	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
Bomba circuito LT	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00

Bomba agua salada	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Purificadoras	1,00	1,00	0,90	0,90	17,31
Maquinaria taller	2,00	1,00	0,40	0,40	5,37
Ventilación CM	2,00	0,50	0,80	0,40	13,10
compresor de aire	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
hélice de proa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminacion interior	Total				30,23
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Habilitación y CM	1,00	1,00	0,90	0,90	29,33
Aparatos de navegación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparatos de comunicación	1,00	1,00	0,20	0,20	0,90
iluminacion exterior	Total				24,34
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
luces navegación	6	1	0,8	0,8	24,08
Luces exteriores	10	1	0,4	0,4	0,26
	Total				756,71
	Total				945,89125

4.3.5 Emergencia

	Emergencia				
sistemas auxiliares generales	Total				192,152
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Bomba agua de lastre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sentinas	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00
CI	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00
agua nebulizada	2,00	1,00	0,80	0,80	84,59
bomba de emergencia CI	1,00	1,00	0,90	0,90	25,56
bomba agua sanitaria fría	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
gen agua dulce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calefaccion combustible	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
calefaccion aceite	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba CI por espuma	1,00	1,00	1,00	1,00	82,00
Bomba pozo profundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
molinete	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fonda y Hotel	Total				0,00
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
generador a.d.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

horno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
microondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Freidora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
plancha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
lavavajillas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba agua potable	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
planta TAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trituradora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
gambuzas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
incinerador	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
lavadoras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
secadoras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
plancha de ropa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auxiliares motor principal	Total				0,00
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
bombas de trasiego SED	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba de trasiego UD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bombas de alimentacion	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
separador aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba de trasiego de aceite lubricante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bomba circuito HT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba circuito LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba agua salada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Purificadoras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maquinaria taller	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilación CM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
compresor de aire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hélice de proa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminacion interior	Total				4,50
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
Habilitación y CM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparatos de navegación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparatos de comunicación	1,00	1,00	1,00	1,00	4,50
iluminacion exterior	Total				3,075
	utilizados	Kn	Krs	Ku	Pot
luces navegación	1	0,5	0,2	0,1	3,01
Luces exteriores	1	0,5	0,2	0,1	0,065
	Total				199,727
	Total				249,65875

5 ELECCIÓN DE LOS MOTORES AUXILIARES GENERADORES.

Un resumen de las potencias calculadas en cada condición es la siguiente:

	Navegación	Maniobra	C/D	Puerto	Emergencia
Aux. generales	348,63	650,43	2272,10	603,42	192,15
Habilitación	86,05	64,20	62,94	62,94	0,00
Aux. M.P.	208,22	193,28	35,79	35,79	0,00
Ilum. Int	53,18	54,08	32,48	30,23	4,50
Ilum. Ext	12,37	24,34	24,34	24,34	3,08
P total (kW)	708,45	986,34	2427,65	756,71	199,73
Pa (Kwa)	885,56	1232,92	3034,56	945,89	249,66

Para la elección de los generadores de energía se escoge la peor condición, es decir, la que me demanda mayor energía. Esta condición es la de maniobra como se observa a la que hay que aplicarle el régimen de servicio a la que van los motores:

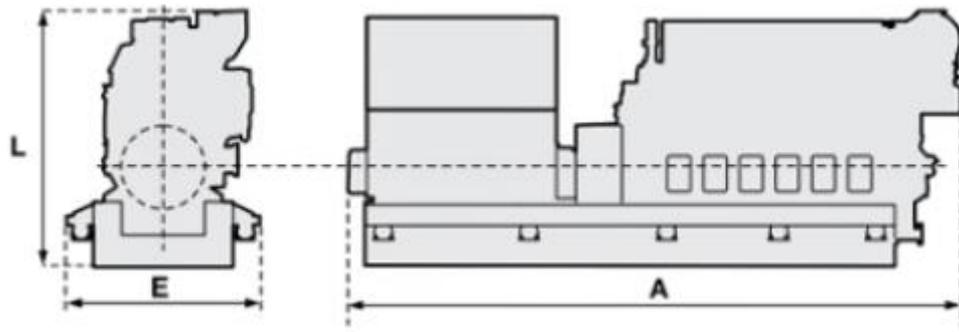
$$Potencia = \frac{2428}{0,85} = 2856,5 \text{ kW}$$

A partir de esta potencia voy a decidir cuantos generadores voy a instalar de la siguiente forma: voy a escoger dos motores que me den esa potencia total que serían de 1428 kW cada uno, y otro a mayores de respeto que dará esta potencia.

Los tres generadores son del fabricante Wartsila y el tipo elegido es:

Wärtsilä Auxpac		1200W8L20 / 60 Hz	1200W8L20 / 60 Hz	1300W8L20 / 60 Hz	1300W8L20 / 60 Hz	1400W8L20 / 60 Hz	1400W8L20 / 60 Hz
Engine speed	rpm	900	900	900	900	900	900
Engine output	kW	1260	1260	1369	1369	1470	1470
Mean effective pressure	MPa	2.39	2.39	2.59	2.59	2.79	2.79
IMO compliance		IMO Tier 2	IMO Tier 3	IMO Tier 2	IMO Tier 3	IMO Tier 2	IMO Tier 3

Escojo el Auxpac 1400W8L20 que me da la potencia que necesito y cumple las especificaciones de emisiones IMO Tier 3.



60 Hz	Output (kWe)	Length (A)	Width (E)	Height (L)	Weight
-------	--------------	------------	-----------	------------	--------

1400W8L20	1400	5 852	1 920	2 373	22,4
-----------	------	-------	-------	-------	------

Además de estos tres, voy a coger otro para las situaciones de puerto y de emergencia. Este motor irá sobre la cubierta principal y deberá cubrir una potencia mínima de 957 kW, para lo cual escojo el tipo Auxpac 975W6L20:

Wärtsilä Auxpac		875W6L20 / 60 Hz	875W6L20 / 60 Hz	975W6L20 / 60 Hz	975W6L20 / 60 Hz	1040W6L20 / 60 Hz	1040W6L20 / 60 Hz
Engine speed	rpm	900	900	900	900	900	900
Engine output	kW	920	920	1025	1025	1095	1095
Mean effective pressure	MPa	2.32	2.32	2.59	2.59	2.77	2.77
IMO compliance		IMO Tier 2	IMO Tier 3	IMO Tier 2	IMO Tier 3	IMO Tier 2	IMO Tier 3

6 UNIFILAR ELÉCTRICO.

El esquema unifilar representa la planta eléctrica del buque.

El tipo de red que se utiliza es una distribución radial compuesta que divide el cuadro principal en dos:

- Red conectada directamente a un generador principal.
- Red conectada a los otros dos generadores.

El hecho de dividir la planta en dos es porque permite proteger a una de ellas de los daños que se puedan originar en la otra, con lo que en caso de fallo eléctrico solo caería una de las dos.

Entre estas dos redes hay un seccionador que puede abrir y cerrar el paso de corriente de una rama a otra.

Por otra parte está el cuadro específico del generador de emergencia de la cubierta principal, el cual está conectado en condiciones normales al cuadro principal.

A continuación se muestra el esquema:

