



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

PETROLERO DE 300.000 TPM

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno XI

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERIA NAVAL Y OCEÁNICA
CURSO 2016-2017

PROYECTO 17-33

TIPO DE BUQUE: Petrolero de crudo de 300.000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo y calefacción de tanques.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR y 15% MM.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas en cámara de bombas.

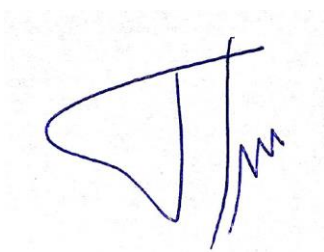
PROPULSIÓN: Motor diésel lento.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes en camarotes individuales.

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

Ferrol, Febrero de 2017

ALUMNO: D. Pedro Carro Allegue



Fernando Junco Ocampo

CUADERNO XI:
DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

ÍNDICE:

1	Introducción.....	4
2	Selección de la tensión y de la frecuencia.	5
3	Cuadro principal.	6
3.1	Instalación de mando.	6
4	Cuadro de emergencia.	7
5	Sistema de alumbrado.....	8
6	Balance eléctrico.....	11
7	Selección de los generadores.	26
7.1	Generadores de la planta eléctrica principal.	26
8	Definición del sistema eléctrico.....	28
8.1	Transformadores.	28
8.2	Cableado.	29
8.3	Cuadros de distribución.	29
9	Diagrama unifilar.....	31
10	Bibliografía.	32

ANEXO I: DIAGRAMA UNIFILAR

1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este cuaderno es definir la planta eléctrica de nuestro Buque, con el fin de conocer la potencia eléctrica que deberemos instalar.

Para ello se realizará un estudio sobre la tensión y generadores a emplear, así como un balance eléctrico en función de las condiciones de navegación.

El siguiente concepto que hay que definir para realizar el balance eléctrico es el referido a las situaciones de carga eléctricas del buque. El buque navegará en diversas condiciones en las que el consumo eléctrico de los distintos consumidores será diferente.

Las condiciones que se estudiarán son las siguientes:

- Condición de navegación normal.
- Condición de maniobras.
- Condición de carga y descarga en puerto.
- Condición de emergencia.

2 SELECCIÓN DE LA TENSIÓN Y DE LA FRECUENCIA.

La energía eléctrica a bordo se generará mediante alternadores que estarán accionados por los motores auxiliares.

El número de generadores es desconocido, aunque ha de ser como mínimo dos, por exigencia del SOLAS.

Como sabemos, son dos las posibles combinaciones de distribución de energía eléctrica:

380 V y 50 Hz

440V y 60 Hz

Teniendo en cuenta lo anterior, escogeremos la tensión de la red de fuerza de 440V–60Hz por los siguientes motivos:

- El emplear una mayor tensión permite reducir las secciones del cableado y, por tanto su peso, empacho y coste.
- Al tener una mayor frecuencia, la velocidad de giro de los motores generadores será mayor a igualdad de polos, de modo que éstos podrán ser de menor tamaño y precio.
- En ciertas condiciones, es posible conexionarse a una red 380 V – 50 Hz, el rendimiento de los motores no bajará apreciablemente, pues las mayores pérdidas en el cobre (debidas al menos voltaje) se compensan con unas menores pérdidas en el hierro (debidas a la frecuencia).

Para el suministro de energía eléctrica de alumbrado, luces de navegación y aparatos domésticos, se instalarán transformadores que reduzcan la tensión a 220V, es decir con una relación de transformación de 440 en el primario y 220 en el secundario. Dispondremos así de una instalación secundaria de 220V y 60 Hz que será necesaria para suministrar energía a ciertos consumidores como los que acabamos de nombrar. Así pues, se instalarán dos transformadores, aunque uno de ellos sea de respeto, para aumentar la fiabilidad de la instalación.

3 CUADRO PRINCIPAL.

El sistema de distribución de la energía eléctrica se realizará a través del cuadro eléctrico principal situado en la cámara de máquinas, dentro de la cámara de control de máquinas. El cuadro se ha situado lo más cerca posible de los diésel-generadores, por ello se ha situado en la cámara de control de la cámara de máquinas, justo arriba de los generadores.

El cuadro constará, al menos de los siguientes paneles:

- Generadores.
- Servicios a 440 V.
- Servicios a 220 V.
- Control de transformadores.
- Alarmas del cuadro principal.

3.1 Instalación de mando.

Se ha dispuesto mediante convertidores de corriente una instalación eléctrica de corriente continua a 24 V.

A partir del cuadro de transformadores disponemos de convertidores de corriente, que nos convertirán la corriente de alterna a continua con una tensión de 24 V, con la que suministraremos energía a la red de la instalación de mando.

Esto es necesario para alimentar los circuitos de mando de los paneles de controles, con los que se ha realizado todo el conexionado mediante el que posteriormente manejaremos nuestros consumidores, por ejemplo, el arranque de un motor eléctrico en estrella triángulo.

También es necesaria esta red de corriente continua para alimentar las alarmas.

También estarán conectadas a esta red las baterías que serán las encargadas en caso de caída de la planta eléctrica principal, y que no se activase el generador emergencia; de aportar, durante un tiempo de tres horas, la energía eléctrica para suministrar unos servicios mínimos como puede ser por ejemplo el alumbrado transitorio o de salvaguarda.

4 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.

5 SISTEMA DE ALUMBRADO.

El sistema de alumbrado, incluyendo la red de enchufes, será de 220 V de tensión con una frecuencia de 60 Hz. Podemos distinguir entre:

- Iluminación de recintos.
 - Alumbrado normal.
 - Alumbrado de Socorro.
 - Alumbrado de salvaguardia.
- Luces de navegación y socorro

La demanda energética por parte del alumbrado la podemos obtener con la siguiente fórmula:

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

En donde:

L: flujo luminoso (lúmenes)

E: iluminancia (luxes)

S: superficie a iluminar (m²)

Fd: factor suciedad

Fu: factor de utilización

Usaremos iluminación fluorescente con un rendimiento lumínico de 80 lm/W.

La iluminancia de los locales podemos sacarla de 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

Por tanto la potencia demandada por la iluminación interior es de:

ALUMBRADO INTERIOR

	ÁREA	Iluminancia	Factor suciedad	F. utilizac.	Lúmenes	Lámpara	η	Potencia (kW)
Camarotes oficiales	511,5	200	1,25	0,5	255750	Fluorescente	80	3,196875
Camarotes tripulantes	509	175	1,25	0,5	222687,5	Fluorescente	80	2,78359375
Pasillos	634	125	1,25	0,5	198125	Fluorescente	80	2,4765625
Comedores	619	200	1,25	0,5	309500	Fluorescente	80	3,86875
Hospital	71,56	750	1,25	0,5	134175	Fluorescente	80	1,6771875
Cocina	83	300	1,5	0,5	74700	Fluorescente	80	0,93375
Gambuzas	164	300	1,5	0,5	147600	Fluorescente	80	1,845
Puente	368	600	1,25	0,5	552000	Fluorescente	80	6,9
Paños	494	500	1,5	0,5	741000	Fluorescente	80	9,2625
Lavanderías	46	300	1,25	0,5	34500	Fluorescente	80	0,43125
Aire acondicionado	24	250	1,5	0,5	18000	Fluorescente	80	0,225
Sala control de carga	235	400	1,25	0,5	235000	Fluorescente	80	2,9375
							TOTAL	36,54

La potencia de alumbrado en la C.M. podemos definirla como:

$$P = V \cdot p$$

En donde el volumen de la cámara de máquinas lo podemos obtener directamente del MAXURF (32101 m³)

A su vez, la potencia unitaria la tomaremos 3,5 W/m³

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

Por tanto:

$$P = 112.35 \text{ kW}$$

El alumbrado exterior lo definiremos como:

LUCES DE PROYECCIÓN

ZONA	Pot. Unitaria	Nº	Pot. Tot. (W)
Maniobras amarre	1000	4	4000
Accesos	200	2	400
Cubierta de botes	500	1	500
			4900

Y finalmente, las luces de navegación y fondeo las podemos estimar en función del buque de referencia en una potencia demandada de 850 W.

Por tanto, podemos resumir:

$$- P \text{ alumbrado exterior} = 5,75 \text{ kW}$$

6 BALANCE ELÉCTRICO.

A continuación se recoge el balance eléctrico de la instalación, en el que se han considerado las siguientes situaciones:

- Situación de navegación: Que corresponde a la necesidad de energía eléctrica cuando el buque está en travesía de puerto a puerto.
- Situación de maniobra: Corresponde al consumo de energía eléctrica en las maniobras de atraque y zarpado del buque.
- Situación de estancia en puerto: En la que el consumo de energía se debe a los elementos ajenos a la propulsión del buque y al manejo de la carga.
- Situación de emergencia: Consumo de energía eléctrica que se debe a aquellos equipos necesarios para la maniobrabilidad y servicios de seguridad en emergencia.

A la hora de realizar el cálculo del balance eléctrico para considerar qué elemento está en funcionamiento tendremos que considerar los siguientes factores:

- Factor de simultaneidad de la marcha, K_n : Es la relación entre los aparatos instalados y los que están en funcionamiento en un instante determinado. Se define K_n como:

$K_n = n^\circ$ de aparatos simultáneamente en servicio/ n° total de aparatos instalados a bordo

$K_n = 1$ Cuando sólo hay un aparato o un conjunto de ellos que trabajan simultáneamente.

$K_n < 1$ Cuando se sabe que alguno de los servicios de un conjunto homogéneo no se va a utilizar.

- Factor de servicio, K_s : Representa el número de horas que está en funcionamiento a lo largo del día. Se considera la relación entre su tiempo de marcha a plena carga y el total de servido.

$$K_s = n^\circ \text{ total de aparatos instalados a bordo} / 24$$

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

$K_s = 1$ En el caso de un solo aparato o conjunto de ellos funciones simultáneamente de forma continua y a pleno régimen.

$K_s < 1$ En el caso de:

Conjunto de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente y a pleno régimen pero de manera discontinua.

Aparatos de funcionamiento discontinuo con servicio temporal inferior a una hora.

Conjunto de aparatos (iguales o distintos) en funcionamiento discontinuo (superior a una hora) cuando se pueda prever la puesta en marcha sucesiva de los aparatos que constituyen el conjunto.

- Factor de Régimen, K_r : Relación entre la potencia consumida por el equipo y la potencia instalada.

$$K_r = \text{Potencia del motor en servicio} / \text{Potencia útil}$$

- Factor de utilización (K): Este factor de utilización K, resulta de realizar el producto de los dos anteriores. Este será el factor que aparezca reflejado en las tablas del balance eléctrico que se presentarán posteriormente.

$$K = K_n \times K_s \times K_r$$

Condición de navegación a plena carga

	Nº	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Total (kW)	En servicio	Coeficientes				Pot. Total (kW)
					k_n	k_s	k_r	k	
PROPULSIÓN									
Motores principales	1	30400	30400	1	1	1	0,8	0,8	24320
AUXILIARES PROPULSIÓN									
Bomba refrigeración AS	2	109,09	218,18	1	0,5	1	0,8	0,4	87,272
Bomba refrigeración AD	2	92,63	185,26	1	0,5	1	0,8	0,4	74,104
SERVICIO DE COMBUSTIBLE									

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

Bomba suministro	2	1,45	2,9	1	0,5	1	0,8	0,4	1,16
Separadora	2	35	70	1	0,5	1	0,8	0,4	28
Bomba purificadora HFO	2	3,38	6,76	1	0,5	1	0,8	0,4	2,704
Calentador HFO	2	177	354	1	0,5	1	0,8	0,4	141,6
Bomba de lodos	1	3,45	3,45	1	1	1	0,8	0,8	2,76
Bomba lubricación	2	114,6	229,2	1	0,5	1	0,8	0,4	91,68
Separadora de aceite	2	30	60	1	0,5	1	0,8	0,4	24
MÁQUINAS AUXILIARES									
Bomba de sentinas	3	150	450	2	0,6666 6667	0,5	0,8	0,2666 6667	120
Bomba contraincendios	4	84,15	336,6	3	0,75	0	0,8	0	0
Bomba CI emergencia	1	51,09	51,09	0	0	0	0,8	0	0
Bomba lastre	3	240,97	722,91	3	1	0	0,8	0	0
CUBIERTA Y SERVO									
Servomotor	1	3691	3691	1	1	1	0,8	0,8	2952,8
Chigres popa y proa	4	130	520	0	0	0	0,8	0	0
Chigres zona central	2	65	130	0	0	0	0,8	0	0
Molinetes	2	864,5	1729	0	0	0	0,8	0	0
VENTILACIÓN									
Aire acondicionado	2	111	222	1	0,5	1	0,8	0,4	88,8
Ventilación cám. Máquinas	8	97,5	780	6	0,75	1	0,8	0,6	468
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

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

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 de 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
ACESO Y MANTENIMIENTO									
Grúas	2	6	12	1	1	0	0,8	0	0
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
Equido 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	36,54	36,54	1	1	0,85	0,8	0,68	0,68
Alumbrado exterior	1	5,75	5,75	1	1	0,6	0,8	0,48	0,48
Alumbrado de emergencia	1	1,5	1,5	0	0	0	0,8	0	0
EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA									

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

Bombas	4	11726,2	46904,8	0	0	0	0,8	0	0
Generador de gas inerte	2	250	500	1	0,5	0	0,8	0	0
								TOTAL	28435,1464

Condición de navegación en lastre

	Nº	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Total (kW)	En servicio	Coeficientes				Pot. Total (kW)
					kn	ks	kr	k	
PROPULSIÓN									
Motores principales	1	30400	30400	1	1	1	0,8	0,8	24320
AUXILIARES PROPULSIÓN									
Bomba refrigeración AS	2	109,09	218,18	1	0,5	1	0,8	0,4	87,272
Bomba refrigeración AD	2	92,63	185,26	1	0,5	1	0,8	0,4	74,104
SERVICIO DE COMBUSTIBLE									
Bomba suministro	2	1,45	2,9	1	0,5	1	0,8	0,4	1,16
Separadora	2	35	70	1	0,5	1	0,8	0,4	28
Bomba purificadora HFO	2	3,38	6,76	1	0,5	1	0,8	0,4	2,704
Calentador HFO	2	177	354	1	0,5	1	0,8	0,4	141,6
Bomba de lodos	1	3,45	3,45	1	1	1	0,8	0,8	2,76
Bomba lubricación	2	114,6	229,2	1	0,5	1	0,8	0,4	91,68
Separadora de aceite	2	30	60	1	0,5	1	0,8	0,4	24
MÁQUINAS AUXILIARES									
Bomba de sentinas	3	150	450	2	0,66666667	0,1	0,8	0,05333333	24
Bomba contra incendios	4	84,15	336,6	3	0,75	0	0,8	0	0
Bomba CI emergencia	1	51,09	51,09	0	0	0	0,8	0	0

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

Bomba lastre	3	240,97	722,91	3	1	0	0,8	0	0
CUBIERTA Y SERVO									
Servomotor	1	3691	3691	1	1	1	0,8	0,8	2952,8
Chigres popa y proa	4	130	520	0	0	0	0,8	0	0
Chigres zona central	2	65	130	0	0	0	0,8	0	0
Molinetes	2	864,5	1729	0	0	0	0,8	0	0
VENTILACIÓN									
Aire acondicionado	2	111	222	1	0,5	1	0,8	0,4	88,8
Ventilación cám. Máquinas	8	97,5	780	6	0,75	1	0,8	0,6	468
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 de 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
ACESO Y MANTENIMIENTO									
Grúas	2	6	12	2	1	0	0,8	0	0

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

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	36,54	36,54	1	1	0,85	0,8	0,68	24,8472
Alumbrado exterior	1	5,75	5,75	1	1	0,6	0,8	0,48	2,76
Alumbrado de emergencia	1	1,5	1,5	0	0	0	0,8	0	0
EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA									
Bombas	4	11726,2	46904,8	0	0	0	0,8	0	0
Generador de gas inerte	2	250	500	1	0,5	0	0,8	0	0
TOTAL									28365,59 36

Condición de carga y descarga

	Nº	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Total (kW)	En servicio	kn	ks	kr	k	Pot. Total (kW)
PROPULSIÓN									
Motores principales	1	30400	30400	1	1	0	0,8	0	0
AUXILIARES PROPULSIÓN									
Bomba refrigeración AS	2	109,09	218,18	1	0,5	0,33	0,8	0,132	28,79976
Bomba refrigeración AD	2	92,63	185,26	1	0,5	0,33	0,8	0,132	24,45432

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA
PEDRO CARRO ALLEGUE

SERVICIO DE COMBUSTIBLE									
Bomba suministro	2	1,45	2,9	1	0,5	1	0,8	0,4	1,16
Separadora	2	35	70	1	0,5	1	0,8	0,4	28
Bomba purificadora HFO	2	3,38	6,76	1	0,5	1	0,8	0,4	2,704
Calentador HFO	2	177	354	1	0,5	1	0,8	0,4	141,6
Bomba de lodos	1	3,45	3,45	1	1	1	0,8	0,8	2,76
Bomba lubricación	2	114,6	229,2	1	0,5	1	0,8	0,4	91,68
Separadora de aceite	2	30	60	1	0,5	1	0,8	0,4	24
MÁQUINAS AUXILIARES									
Bomba de sentinas	3	150	450	2	0,66666667	1	0,8	0,53333333	240
Bomba contraincendios	4	84,15	336,6	3	0,75	0	0,8	0	0
Bomba CI emergencia	1	51,09	51,09	0	0	0	0,8	0	0
Bomba lastre	3	240,97	722,91	3	1	1	0,8	0,8	578,328
CUBIERTA Y SERVO									
Servomotor	1	3691	3691	1	1	0,5	0,8	0,4	1476,4
Chigres popa y proa	4	130	520	4	1	1	0,8	0,8	416
Chigres zona central	2	65	130	4	2	1	0,8	1,6	208
Molinete	2	864,5	1729	0	0	1	0,8	0	0
VENTILACIÓN									
Aire acondicionado	2	111	222	1	0,5	1	0,8	0,4	88,8
Ventilación cám. Máquinas	8	97,5	780	6	0,75	1	0,8	0,6	468
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	0,0	0,0	0,536	1,2328

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

						67	8		
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 de 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
ACESO Y MANTENIMIENTO									
Grúas	2	6	12	2	1	1	0,8	0,8	9,6
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
Equido 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	4	4	1	1	1	0,8	0,8	1,6
Comunicaciones exteriores	1	2	2	1	1	1	0,8	0,8	3,2
ALUMBRADO									
Alumbrado interior	1	36,54	36,54	1	1	1	0,8	0,8	29,232
Alumbrado exterior	1	5,75	5,75	1	1	1	0,8	0,8	4,6
Alumbrado de emergencia	1	1,5	1,5	0	0	0	0,8	0	0

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA
PEDRO CARRO ALLEGUE

EQUIPOS DE CARGA
Y DESCARGA

Bombas	4	11726,2	46904,8	4	1	1	0,8	0,8	37523,84
Generador de gas inerte	2	250	500	1	0,5	1	0,8	0,4	200
TOTAL									41610,58 448

Condición de maniobra

	Nº	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Total (kW)	En servicio	Coeficientes				Pot. Total (kW)
					kn	ks	kr	k	
PROPULSIÓN									
Motores principales	1	30400	30400	1	1	0,2	0,8	0,16	4864
AUXILIARES PROPULSIÓN									
Bomba refrigeración AS	2	109,09	218,18	1	0,5	0,33	0,8	0,132	28,79976
Bomba refrigeración AD HT	2	92,63	185,26	1	0,5	0,33	0,8	0,132	24,45432
SERVICIO DE COMBUSTIBLE									
Bomba suministro	2	1,45	2,9	1	0,5	1	0,8	0,4	1,16
Separadora	2	35	70	1	0,5	1	0,8	0,4	28
Bomba purificadora HFO	2	3,38	6,76	1	0,5	1	0,8	0,4	2,704
Calentador HFO	2	177	354	1	0,5	1	0,8	0,4	141,6
Bomba de lodos	1	3,45	3,45	1	1	1	0,8	0,8	2,76
Bomba lubricación	2	114,6	229,2	1	0,5	1	0,8	0,4	91,68
Separadora de aceite	2	30	60	1	0,5	1	0,8	0,4	24
MÁQUINAS AUXILIARES									
Bomba de sentinas	3	150	450	2	0,6666 6667	1	0,8	0,5333 3333	240
Bomba	4	84,15	336,6	3	0,75	0	0,	0	0

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

contraincendios							8		
Bomba CI emergencia	1	51,09	51,09	0	0	0	0,8	0	0
Bomba lastre	3	240,97	722,91	3	1	1	0,8	0,8	578,328
CUBIERTA Y SERVO									
Servomotor	1	3691	3691	1	1	1	0,8	0,8	2952,8
Chigres popa y proa	4	130	520	4	1	1	0,8	0,8	416
Chigres zona central	2	65	130	2	1	1	0,8	0,8	104
Molinetes	2	864,5	1729	2	1	1	0,8	0,8	1383,2
VENTILACIÓN									
Aire acondicionado	2	111	222	1	0,5	1	0,8	0,4	88,8
Ventilación cám. Máquinas	8	97,5	780	6	0,75	1	0,8	0,6	468
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 de 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
ACESSO Y									

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

MANTENIMIENTO

Grúas	2	6	12	2	1	0	0,8	0	0
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	0	0,8	0	0
Comunicaciones interiores	1	4	4	1	1	1	0,8	0,8	1,6
Comunicaciones exteriores	1	2	2	1	1	1	0,8	0,8	3,2

ALUMBRADO

Alumbrado interior	1	36,54	36,54	1	1	1	0,8	0,8	29,232
Alumbrado exterior	1	5,75	5,75	1	1	1	0,8	0,8	4,6
Alumbrado de emergencia	1	1,5	1,5	0	0	0	0,8	0	0

EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA

Bombas	4	11726,2	46904,8	0	0	0	0,8	0	0
Generador de gas inerte	2	250	500	1	0,5	0	0,8	0	0

TOTAL 11495,62
448

Condición de emergencia

	N ^o	Pot. Unitaria (kW)	Pot. Total (kW)	En servicio	Coeficientes				Pot. Total (kW)
					kn	ks	kr	k	
PROPULSIÓN									
Motores principales	1	30400	30400	1	1	0,8	0,8	0,64	19456

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

AUXILIARES PROPULSIÓN									
Bomba refrigeración AS	2	109,09	218,18	1	0,5	0,33	0,8	0,132	28,79976
Bomba refrigeración AD	2	92,63	185,26	1	0,5	0,33	0,8	0,132	24,45432
SERVICIO DE COMBUSTIBLE									
Bomba suministro	2	1,45	2,9	1	0,5	1	0,8	0,4	1,16
Separadora	2	35	70	1	0,5	1	0,8	0,4	28
Bomba purificadora HFO	2	3,38	6,76	1	0,5	1	0,8	0,4	2,704
Calentador HFO	2	177	354	1	0,5	1	0,8	0,4	141,6
Bomba de lodos	1	3,45	3,45	1	1	1	0,8	0,8	2,76
Bomba lubricación	2	114,6	229,2	1	0,5	1	0,8	0,4	91,68
Separadora de aceite	2	30	60	1	0,5	1	0,8	0,4	24
MÁQUINAS AUXILIARES									
Bomba de sentinas	3	150	450	0	0	1	0,8	0	0
Bomba contraincendios	4	84,15	336,6	0	0	0	0,8	0	0
Bomba CI emergencia	1	51,09	51,09	1	1	0	0,8	0	0
Bomba lastre	3	240,97	722,91	3	1	1	0,8	0,8	578,328
CUBIERTA Y SERVO									
Servomotor	1	3691	3691	0	0	1	0,8	0	0
Chigres popa y proa	4	130	520	0	0	1	0,8	0	0
Chigres zona central	2	65	130	0	0	1	0,8	0	0
Molinetes	2	864,5	1729	0	0	1	0,8	0	0
VENTILACIÓN									
Aire acondicionado	2	111	222	0	0	1	0,8	0	0
Ventilación cám. Máquinas	8	97,5	780	6	0,75	1	0,8	0,6	468
FONDA Y HOTEL									

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

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 de 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
ACESO Y MANTENIMIENTO									
Grúas	2	6	12	1	1	0	0,8	0	0
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
Equido 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	4	4	1	1	1	0,8	0,8	1,6
Comunicaciones exteriores	1	2	2	1	1	1	0,8	0,8	3,2
ALUMBRADO									
Alumbrado interior	1	36,54	36,54	1	1	1	0,8	0,8	29,232

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

							8		
Alumbrado exterior	1	5,75	5,75	1	1	1	0,8	0,8	4,6
Alumbrado de emergencia	1	1,5	1,5	0	0	0	0,8	0	0
EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA									
Bombas	4	11726,2	46904,8	0	0	0	0,8	0	0
Generador de gas inerte	2	250	500	1	0,5	0	0,8	0	0
								TOT	20912,424
								AL	48

Al valor que hemos obtenido para cada condición, le hemos añadido un 10% debido a que es un cálculo muy aproximado y en el que hemos obviado ciertos equipos. Por tanto:

	Plena carga	Lastre	C/D	Maniobra	Emergencia
Carga Eléctrica	28435,1464	28365,5936	41610,5845	11495,6245	20912,4245
Margen (5%)	2843,51464	2836,55936	4161,05845	1149,56245	2091,24245
TOTAL POTENCIA	31278,661	31202,153	45771,6429	12645,1869	23003,6669

Como podemos ver, la condición que más potencia eléctrica demanda es la de carga y descarga.

7 SELECCIÓN DE LOS GENERADORES.

7.1 Generadores de la planta eléctrica principal.

Atendiendo al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS 74/78), en todo el buque se han de instalar al menos dos grupos generadores de energía eléctrica de forma que se pueda asegurar el funcionamiento de los equipos auxiliares del buque aún en caso de avería de uno de estos grupos generadores. Para la determinación de la capacidad de los generadores principales debemos tener en cuenta que (N-1) generadores funcionando al 90% deben de ser capaces de proporcionar la potencia necesaria.

Según el Balance Eléctrico, la condición de mayor exigencia de potencia es la de "CARGA Y DESCARGA", por tanto nos centraremos en esta condición para dimensionar nuestra planta eléctrica, debido a que es la que mayor exigencia de potencia tiene, demandando una potencia de 45771.6 kW.

Instalaremos 4 grupos diesel generadores cada uno de ellos con una capacidad de 15500 kW, de manera que la idea es que la potencia la entreguen entre 3 de los 4 grupos alternadores funcionando a la vez, habiendo siempre uno desconectado, de forma que así uno quedará a modo de reserva por si fallase otro de los anteriores, y estaría preparado para arrancar.

Generador de emergencia.

Según el Balance Eléctrico, la condición de "EMERGENCIA" demandará una potencia de 23003 kW.

El grupo de emergencia se instalará en la cubierta principal, dentro del guardacalor, e irá equipado de forma que sea totalmente independiente, por lo que cumplirá lo siguiente:

- Será refrigerado mediante un radiador y un ventilador directamente acoplado.

CUADERNO XI: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

PEDRO CARRO ALLEGUE

- Será alimentado mediante una bomba acoplada que aspirará de un tanque de servicio de Diésel Oíl que se llenará directamente desde la descarga de la centrifugadora de DO.
- Sistema de Lubricación independiente mediante un cárter húmedo y una bomba incorporada.
- El sistema de arranque será neumático mediante una botella de aire alimentada por el compresor auxiliar, disponiéndose también de un arranque hidráulico manual de emergencia para el caso de fallo de los grupos principales.

8 DEFINICIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Los voltajes de los diferentes circuitos están pensados con la idea de hacerlos lo más similares posibles a los existentes en tierra. De esta forma ahorraremos transformadores en las tomas de tierra y dispondremos de más variedad y oferta de equipos adecuados a ese voltaje.

- Los Sistemas de Fuerza, Motores, etc...estarán alimentados por corriente trifásica de 440 V y 60 Hz, tanto en condiciones normales como de emergencia.
- Los Sistemas de la Habitación Alumbrado, Enchufes, etc... estarán alimentados por corriente monofásica de 220 V y 60 Hz.
- Los Sistemas de Comunicaciones Interiores estarán alimentados por corriente continua.
- El Equipo de Navegación y el Sistema de Radio estarán alimentados por corriente monofásica de 220 V y 60 Hz.

8.1 Transformadores.

Necesitamos transformadores que nos puedan transformar una parte de la corriente trifásica de 440 V que generan nuestros generadores de la planta eléctrica principal a 220 V. Esto es necesario para poder alimentar a los consumidores de 220 V existentes en la habitación, puente y cámara de máquinas, como son el alumbrado, aparatos electrónicos domésticos, de navegación y comunicaciones, así como herramientas de talleres y paños,etc

También serán necesarios convertidores 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. Estos son especialmente útiles para alimentar equipos esenciales que funciones con corriente alterna a partir de la potencia almacenada en baterías.

En caso de emergencia debemos mantener unos servicios mínimos del buque, tal y como definimos en el balance eléctrico. Para ello disponemos de un generador de

emergencia tal y como hemos definido anteriormente y deberemos disponer también de un transformador de emergencia, para que en caso de activarse el generador de emergencias, podamos transformar parte de la corriente de 440 V a 220 V y poder suministrar así energía a los servicios de emergencia que consuman 220 V.

8.2 Cableado.

- Cables de Distribución

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 para Servicios de Alojamiento

Aquellos cables eléctricos de alumbrado, enchufes y pequeños motores situados en espacios de alojamiento podrán calcularse con espesor de aislamiento reducido. Serán retardadores de llama y como mínimo verificarán lo siguiente:

- Los conductores serán de cobre, trenzados y con secciones transversales de 1.5 mm² y mayores.

- El aislamiento será resistente a la humedad, al calor, retardador de llama, termoplástico y adecuado para una temperatura del conductor de 75 °C.

- El espesor del aislamiento no será menor de 0.38 mm, junto con una cubierta de nylon de espesor no inferior a 0.1 mm y los conductores así aislados estarán a su vez encerrados en una cubierta resistente a la humedad.

- La utilización de estos cables queda limitada a tamaños de 4 mm² e inferiores.

8.3 Cuadros de distribución.

- Cuadro principal

Es aquel que recibe la potencia directamente de los generadores y puede hacer que estos funcionen en paralelo. De aquí que la corriente se distribuya a los cuadros de distribución.

- Cuadro de Emergencia

El generador de emergencia irá situado en un local específico 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.

A fin de cortar el contacto con los cuadros principales y establecerlo con el de emergencia, se disponen una serie de dispositivos de interrupción automática en el panel.

Aquellos cables que vayan a circuitos de emergencia situados fuera del espacio de maquinaria no deberán pasar por la cámara de máquinas.

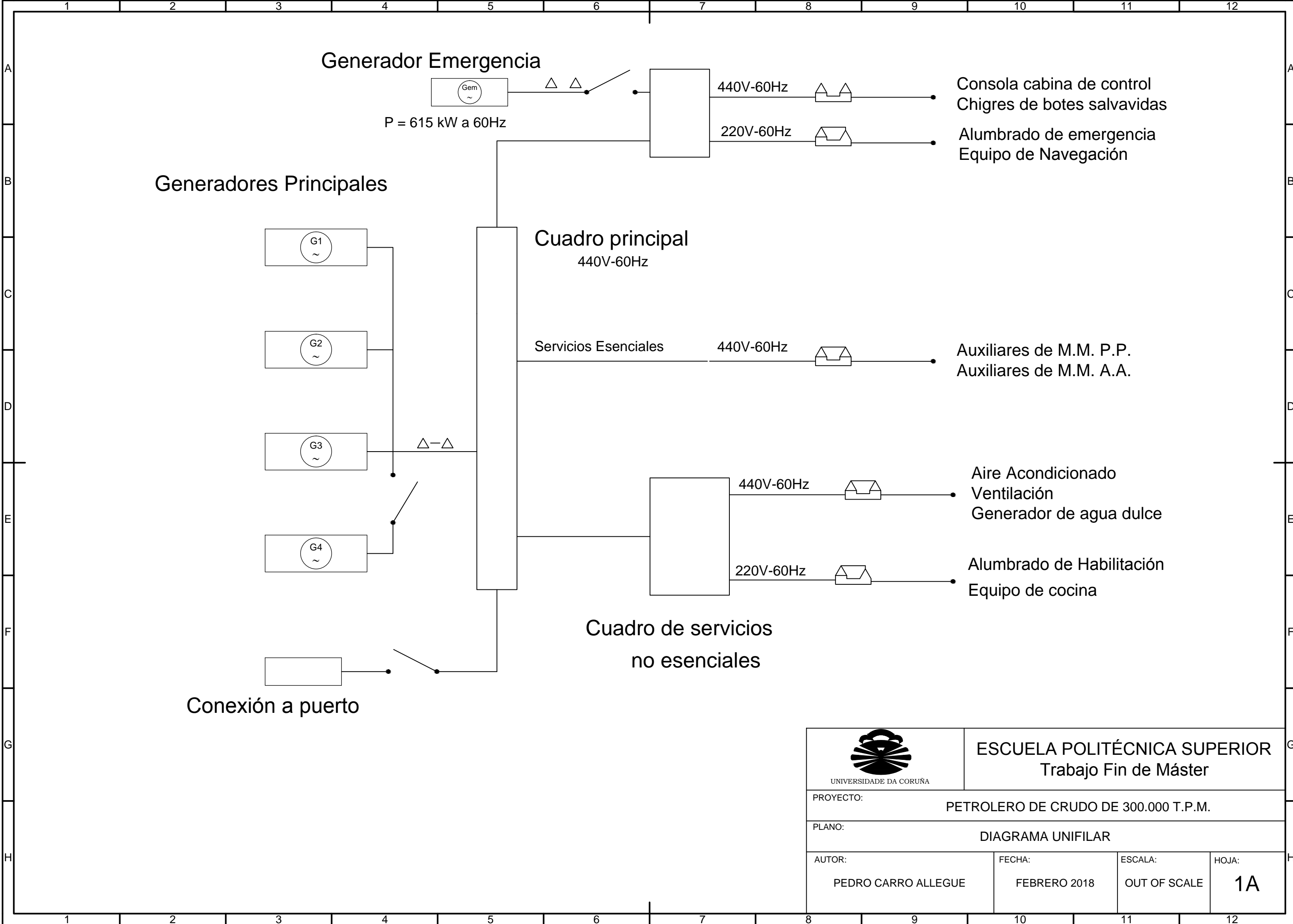
9 DIAGRAMA UNIFILAR

En el ANEXO I podemos ver el plano de Diagrama Unifilar, un esquema de la instalación eléctrica de nuestro buque así como del conexionado y la distribución de la energía eléctrica desde que es generada por nuestros equipos diésel generadores hasta que llega a nuestros distintos consumidores eléctricos (También mostramos el conexionado del cuadro de emergencia, así como la distribución de la energía eléctrica).

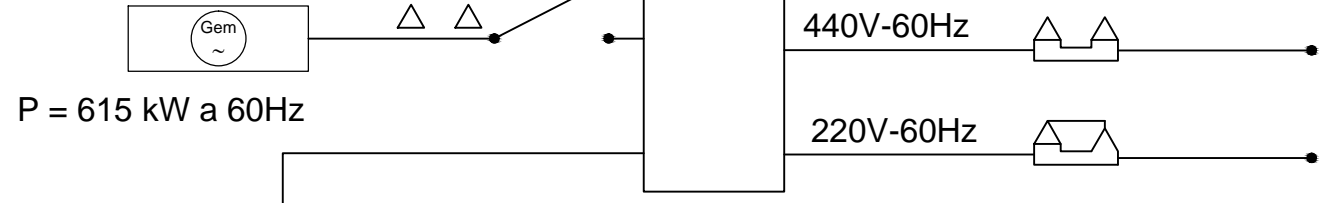
10 BIBLIOGRAFÍA.

- “Electricidad aplicada albuque”, Baquerizo Pardo, Manuel
- SOLAS

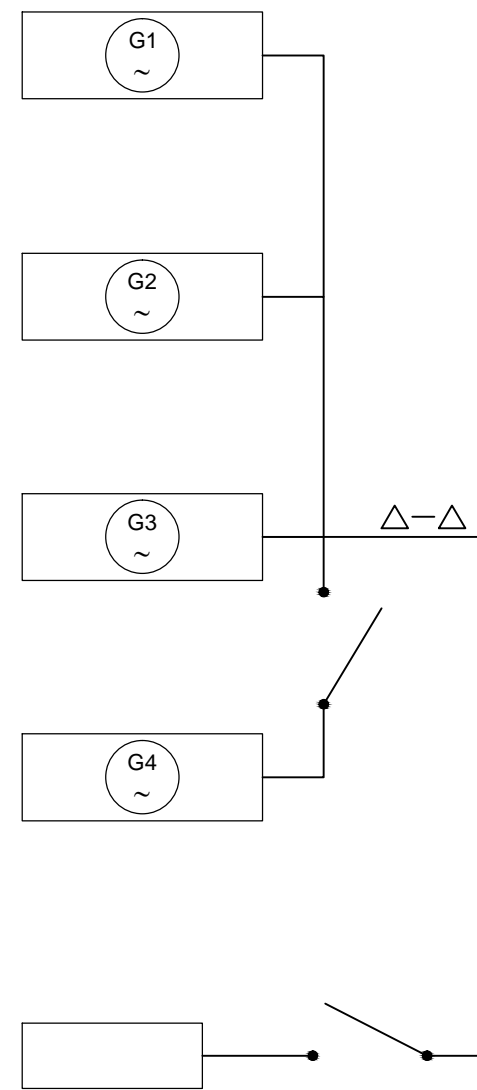
ANEXO I:
DIAGRAMA UNIFILAR



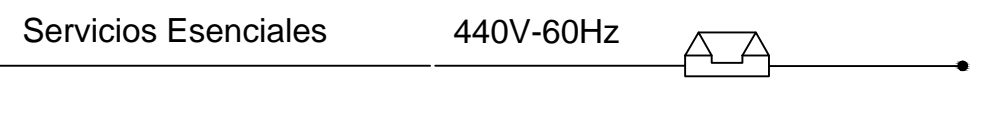
Generador Emergencia



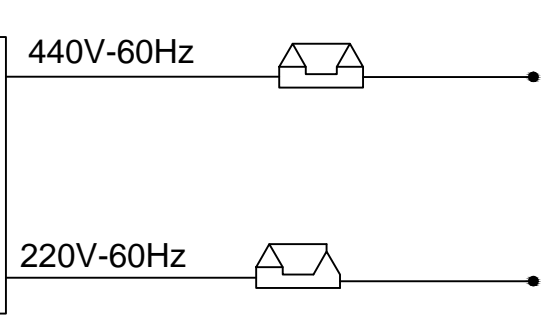
Generadores Principales




Cuadro principal
440V-60Hz



Cuadro de servicios no esenciales



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Trabajo Fin de Máster	
PROYECTO:		PETROLERO DE CRUDO DE 300.000 T.P.M.	
PLANO:		DIAGRAMA UNIFILAR	
AUTOR:	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
PEDRO CARRO ALLEGUE	FEBRERO 2018	OUT OF SCALE	1A