



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

CURSO 2016/17

REMOLCADOR DE PUERTO DE 60 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

PLANTA ELÉCTRICA

Alumno: Mario Martínez Caamaño

Tutor: Marcos Míguez González

PROYECTO NÚMERO 17-08

TIPO DE BUQUE: Remolcador de puerto de 60 TPF

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, SOLAS, MARPOL, FIFI 1 OIL REC

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Gancho de remolque

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 nudos en condiciones de servicio. 85%MCR+15% de margen de mar. Autonomía: 3000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los habituales en este tipo de buques

PROPULSIÓN: propulsor azimutal. DIESEL ELECTRICO

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 4 personas + 10 SURVIVORS

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Contraincendios, lucha contra la contaminación en el mar

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **Dº Mario Martínez Caamaño**

Contenido

1	PRESENTACIÓN.....	5
2	DEFINICIÓN DE PLANTA ELÉCTRICA.....	5
3	TIPO DE CORRIENTE.....	6
4	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	7
5	CONSUMIDORES.....	8
5.1	ALUMBRADO.....	8
5.1.1	ALUMBRADO INTERIOR.....	9
5.1.2	ALUMBRADO EXTERIOR.....	12
5.1.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	13
5.2	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	13
5.3	SISTEMAS AUXILIARES.....	13
5.3.1	SERVICIO DE COMBUSTIBLE.....	13
5.3.2	SERVICIO DE LUBRICACIÓN.....	14
5.3.3	SERVICIO DE REFRIGERACIÓN.....	14
5.3.4	SERVICIO AIRE DE ARRANQUE.....	14
5.3.5	SERVICIO DE REMOLQUE, CARGA Y DESCARGA.....	14
5.3.6	SERVICIO DE VENTILACIÓN.....	14
5.3.7	SERVICIO DE ACHIQUE DE SENTINAS, LASTRE Y PLANTA TAR.....	15
5.3.8	SERVICIO CONTRA INCENDIOS Y LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN.....	15
5.3.9	SERVICIOS SANITARIOS.....	15
5.3.10	HABILITACIÓN.....	15
5.3.11	TALLER.....	16
6	BALANCE ELÉCTRICO.....	16
7	GRUPOS GENERADORES.....	19
7.1	GENERADOR DE EMERGENCIA.....	21
8	RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS GENERADORES.....	22
8.1	NAVEGACIÓN.....	23
8.2	REMOLQUE.....	23
8.3	CONTRA INCENDIOS Y LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN.....	23
8.4	EMERGENCIA.....	24
8.5	PUERTO.....	24

9	TRANSFORMADORES.....	25
10	CUADROS ELÉCTRICOS	26
10.1	CUADRO ELÉCTRICO PRINCIPAL	27
10.2	CUADRO DE EMERGENCIA	28
10.3	CUADROS SECUNDARIOS	28
11	GRADO DE PROTECCIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	28
12	DIAGRAMA UNIFILAR	30
13	ANEXO	32

1 PRESENTACIÓN

En este cuaderno definiremos la planta eléctrica de nuestro buque.

Realizaremos un estudio de la necesidad de potencia de cada uno de los consumidores en distintas situaciones de carga para poder escoger los grupos que sean capaces de satisfacer esa demanda de potencia calculada.

Justificaremos ese balance eléctrico y detallaremos las características de la distribución.

Seleccionaremos la frecuencia, el tipo de corriente así como la tensión de trabajo procurando un valor alto de ésta que me permita reducir la intensidad, y por tanto, la utilización de cables con menor sección con todas las ventajas que ello conlleva.

Estas son las características principales del buque:

Loa	30,20 m
Lpp	26,80 m
B	11 m
D	5,45 m
T	4,45 m
Cb	0,53
Cm	0,86
Cp	0,61
Cf	0,62
Δ	712,67 t

2 DEFINICIÓN DE PLANTA ELÉCTRICA

Tendremos en cuenta lo que contempla nuestra Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, así como el SOLAS en su capítulo II, parte D.

Como esquema general de la planta eléctrica podemos considerar el formado por:

- Planta generadora
- Cuadro principal de distribución
- Red de distribución y cuadros secundarios
- Circuito terminales y receptores

Una instalación segura ha de tener:

1. Una planta de emergencia constituida por diésel-generados o baterías
2. Los disyuntores y conmutadores que protejan los servicios esenciales
3. Los elementos de repuesto que permitan las reparaciones indispensables durante la navegación
4. Las características especiales de todos los elementos que permiten trabajar con seguridad en unas condiciones especiales

Como se contempla en la RPA, la propulsión de nuestro buque es diésel eléctrica, por lo que los motores eléctricos que accionan los propulsores, serán alimentados por tres diésel generadores, que tendrán además capacidad suficiente para proporcionar la potencia necesaria al resto de consumidores. Solamente para cumplir la exigencia de tiro requerido de 60 t será necesario el funcionamiento de los tres. En caso de avería de uno de ellos, seguiríamos con capacidad suficiente para asegurar el funcionamiento de los propulsores y mantendríamos operativos al resto de equipos.

Dispondremos un generador de emergencia para atender los servicios eléctricos esenciales en una situación de emergencia.

Un grupo de baterías recargables, proporcionará continuidad a los sistemas electrónicos de más importancia, en caso de necesidad, como son las luces de navegación, comunicaciones, detección de incendios, alarmas y alumbrado de emergencia.

Este grupo de baterías irá situado en el espacio destinado al generador de emergencia.

3 TIPO DE CORRIENTE

Debido a las ventajas que supone la utilización de la corriente alterna frente a la continua, será la primera, la escogida para nuestro buque.

Al ser:

$$P = I \times \sqrt{3} \times U \times \cos\varphi$$

trabajando a tensiones altas, las intensidades bajan notablemente y podemos utilizar cables de menor sección. Esta posibilidad de tensiones mayores nos la proporciona la corriente alterna.

Facilita la transformación a otras tensiones, debido a las necesidades de los muchos consumidores.

Nos supone también un menor coste no sólo en la adquisición, sino también en el mantenimiento, además de tener un menor peso.

Otra de las características importantes, es la mayor compatibilidad con la red del puerto.

4 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se nos presentan diversos tipos de distribución de la energía:

CORRIENTE	Nº DE CONDUCTORES
CONTINUA	2
ALTERNA MONOFÁSICA	2
ALTERNA TRIFÁSICA	3,4

Una vez decidida la utilización de la corriente alterna, tenemos que realizar la elección tanto de la tensión como de la frecuencia.

Dado que la zona de trabajo del buque será en puertos españoles, la frecuencia de 50 Hz es la escogida debido a que la de 60 Hz se limita a puertos americanos.

Las características de los consumidores, nos condicionarán la tensión a emplear.

En nuestro caso, los motores eléctricos que se utilizan en la propulsión, y que trabajan a 400V, serán los principales consumidores, por lo que ésta será la tensión que emplearemos, siendo ésta la proporcionada por los diésel-generadores.

Por medio de transformadores, obtendremos la tensión de 230 V a la que se alimentarán otros consumidores como alumbrado, electrodomésticos etc.

Para algunos de los equipos que se alimentarán con corriente continua 24 V, se instalarán rectificadores AD/CD.

La red principal de distribución, estará controlada a través de los cuadros principales, que a su vez son controlados desde la cámara de control situada en la cámara de máquinas.

Se establecerán subsecciones de potencia, es decir, por medio de interruptores dividido en secciones el cuadro principal para mantener suministro en caso de fallo de alguna de ellas.

5 CONSUMIDORES

Diferenciaremos los distintos consumidores que nos podemos encontrar a bordo, para determinar la potencia que nos demandará cada uno de ellos, y en base a eso, en apartados posteriores, realizar el balance eléctrico para poder dimensionar los generadores a instalar.

Algunas de las partidas que se citan, se descomponen en distintos componentes de los cuales se realizará, individualmente, el cálculo de la potencia demandada.

TENSIÓN	CONSUMIDORES
400 V	Motores eléctricos de los propulsores
	Auxiliares a la propulsión
	Equipos de cubierta
	Contraincendios
	Aguas residuales
	Achique
	Ventilación y aire acondicionado
	Compresores arranque
	Remolque
230 V	Alumbrado interior
	Alumbrado exterior
	Taller
	Enchufes Habilitación
	Equipos electrónicos
	Fonda y hotel
24 V	Luces de navegación
	Alumbrado de emergencia
	Detección de incendios y alarmas
	Comunicaciones

5.1 ALUMBRADO

Dentro del alumbrado, distinguiremos entre alumbrado interior, exterior, luces de navegación y alumbrado de emergencia.

5.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

Emplearemos la fórmula del libro “Electricidad aplicada al buque” de D. Manuel Baquerizo:

$$L = (E \times S \times F_d) / F_u$$

Siendo:

L = flujo luminoso en lúmenes lm

E = iluminancia en luxes lx

S =superficie a iluminar m²

Fd = factor de suciedad (entre 1,5 y 2,5). Utilizaremos el valor 1,5

Fu = factor de utilización, estimado como 0,5 para alumbrado directo

Una vez conocido el valor del flujo luminoso, para el cálculo de la potencia utilizaremos la fórmula:

$$P = L / \eta$$

Siendo:

P = potencia en w

η = rendimiento luminoso m/w

Mostramos a continuación las tablas con las iluminaciones aconsejadas, así como los rendimientos según el tipo de luminaria:

Iluminaciones aconsejadas

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 compartimentos < 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

Tabla de rendimientos:

Tipo de lámpara	Potencia nominal W	Rendimiento lumen lm/W
Effluvios.	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
Bodio a alta presión NAV-T 400 W. . .	400	120
Bodio a baja presión NA 180 W	180	183

Indicamos los resultados para los distintos locales, habiendo escogido la lámpara L 40 w/20 (Blanco frío), con un rendimiento de 80 lum/w:

CUBIERTAS	LOCAL	SUPERFICIE m ²	ILUMINACIÓN REQUERIDA lx	POTENCIA w
DOBLE FONDO	Cámara de máquinas	124	350	1627,5
	Locales propulsores	32	350	420
	Espacio anexo a propulsores	39	150	219,37
CUBIERTA INFERIOR	Camarotes	21	250	196,88
	Sala náufragos	6	150	33,75
	Gambuza	2,70	150	15,19
	Lavandería	3,80	150	21,375
	Vestuario tripulación	3,20	200	24
	Cámara control	6,5	350	85,31
	Pañol pertrechos	10	150	56,25
	Pasillos	5,70	150	32
PRINCIPAL				
	Pañol	3,25	150	18,29
	Guardacalores	5	100	18,75
	Local salvamento	3,9	150	22
	Camarotes	18	250	168,75
	Cocina	6,20	250	58,12
	Salón-comedor	8,5	250	79,69
	Pasillos y escaleras	7	10	2,63
BOTES	Local generador emergencia	2,8	250	26,25
PUENTE		15	500	281,25
			TOTAL	3407,35

5.1.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Además de las luces reglamentarias contempladas en el “Reglamento internacional para prevenir los abordajes” de 1972 (Parte C: Luces y marcas), tendremos en cuenta la iluminación necesaria para llevar a cabo los trabajos en el exterior del buque.

Presentamos dos situaciones: navegación normal y remolcando.

Navegación

El voltaje máximo permitido en el alumbrado de navegación son 24 V, para poder ser alimentadas por un grupo de baterías, en caso de fallo de los generadores

Características:

- a) Duplicidad en las luces
- b) Dispositivo de alarma de indicación de fallo
- c) Entrará automáticamente la fuente de energía de emergencia en caso de fallo en el suministro

NAVEGACIÓN	ÁNGULO VISIÓN	ALCANCE millas	POTENCIA w
Luz de tope a proa	225°	5	60
Luz de tope a popa (no obligatoria por eslora < 50 (m))	225°	5	60
Luces de costado	112,5°	2	120
Luz de alcance	135°	2	60
TOTAL			300

Remolque

Según el reglamento citado anteriormente, las luces obligatorias en esta situación para buques con esloras comprendidas entre 12 y 50 m, son las siguientes:

REMOLQUE	ÁNGULO VISIÓN	ALCANCE millas	POTENCIA w
Luces de tope	225°	5	120
Luces de costado	112,5°	2	120
Luz de alcance	135°	2	60
Luz de remolque	135°	2	60
Luz todo horizonte	360°	2	60
TOTAL			420

Consideraremos 200 w para las luces situadas en el exterior, a proa, popa, y costados de la superestructura.

Además de todo lo citado anteriormente, se instalarán 6 proyectores de 1000 w para las maniobras, dos en la parte trasera del puente, dos en la delantera, y uno a cada costado.

Será suministrado otro proyector de largo alcance, 1500 w, y operable manualmente desde el puente de gobierno.

5.1.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

La iluminación de emergencia estará alimentada por un grupo de baterías de 24 V, y será capaz de mantener todas las luces de emergencia funcionando durante 18 horas como mínimo.

El puente de gobierno incluirá el tablero con la iluminación de emergencia y un cargador de baterías alimentado a 220 V.

Estará compuesto por luces incandescentes situadas en los lugares más estratégicos del buque, las cuales comenzarán a funcionar una vez que la fuente principal de alimentación deje de hacerlo por algún tipo de avería.

Todos los cables y cuadros de distribución serán independientes del sistema general de iluminación.

Estimamos un consumo de 3 Kw.

5.2 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN

El consumo para esta partida, cuyos elementos se detallan en el cuaderno 12, se estima en 8 kw.

5.3 SISTEMAS AUXILIARES

5.3.1 SERVICIO DE COMBUSTIBLE

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Purificadora con precalentador	3	1,40
Bomba de trasiego	2	1,90
Bombas circulación	3	1,27

5.3.2 SERVICIO DE LUBRICACIÓN

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Purificadora de aceite	3	11,5
Bomba de trasiego	3	1,65
Bombas de circulación	3	23,16

5.3.3 SERVICIO DE REFRIGERACIÓN

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Bombas agua salada	3	27,26
Bombas de agua dulce	3	18,17

5.3.4 SERVICIO AIRE DE ARRANQUE

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Compresores aire de arranque	2	5,5

5.3.5 SERVICIO DE REMOLQUE, CARGA Y DESCARGA

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Bombas chigre de remolque	2	80
Grúa	1	2
Sistema de control	1	6

5.3.6 SERVICIO DE VENTILACIÓN

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Ventiladores	4	6,65
Aire acondicionado	1	15

5.3.7 SERVICIO DE ACHIQUE DE SENTINAS, LASTRE Y PLANTA TAR

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Bombas	2	3,45
Bomba achique tanque de lodos	1	1,4
Planta TAR	1	3,2

5.3.8 SERVICIO CONTRA INCENDIOS Y LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Bombas contraincendios	2	2,05
Bomba contraincendios emergencia	1	2,05
Bomba espumógeno	1	2
Bomba dispersante	1	2
Bomba recogida hidrocarburos	1	2
Caldera recogida hidrocarburos	1	100

5.3.9 SERVICIOS SANITARIOS

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Bombas agua dulce	2	0,63
Bombas agua salada	1	0,63

5.3.10 HABILITACIÓN

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Cocina	1	2
Horno	1	2,2
Freidora	1	1,5
Campana extractora	1	0,35
Microondas	1	1,2
Frigorífico	1	0,35
Lavavajillas	1	2,2
Lavadora-secadora	1	2
Plancha	1	1
Televisor	1	0,3
Gambuza	1	1

5.3.11 TALLER

	NÚMERO	POTENCIA Kw
Máquina soldar	1	7
Amoladora	1	0,9
Fresadora	1	0,9
Taladro	1	0,8

6 BALANCE ELÉCTRICO

El balance eléctrico es un procedimiento para estimar la fracción de potencia instalada que ha de ser consumida en las diferentes situaciones del buque.

El objetivo será determinar la potencia de los generadores a instalar que satisfaga la potencia absorbida del buque en su situación más desfavorable.

Es un cálculo más probabilista que determinista: es una estimación del consumo de cada receptor en las diversas situaciones de operación del buque.

La suma de la estimación de todas las potencias aparentes consumidas en la situación más desfavorable de servicio, nos dará la potencia total a suministrar por la planta principal.

La suma de la estimación de todas las potencias aparentes consumidas en la situación de emergencia, nos dará la potencia total a suministrar por la planta de emergencia.

Dada la actividad de nuestro buque, además de las situaciones de navegación, puerto y emergencia, consideraremos también una situación de remolque así como otra en la que se esté prestando servicios de contra incendios o lucha contra la contaminación.

La estimación de la potencia consumida por cada equipo o conjunto, nos vendrá dada por la fórmula:

$$P_u = K_u \times P$$

Siendo:

K_u = coeficiente o factor de utilización

P = potencia total

El citado factor de utilización, toma el siguiente valor:

$$K_u = K_n \times K_{sr}$$

Siendo:

K_n = factor de simultaneidad en marcha

K_n = N° de aparatos en servicio/ N° de aparatos instalados

K_{sr} = coeficiente de servicio y régimen (suelen ponerse juntos)

$$K_{sr} = K_s \times K_r$$

Siendo:

K_s = coeficiente de servicio que depende del funcionamiento de los aparatos

$$K_s = N/24$$

Vemos que representa el número de horas totales que permanece en funcionamiento cada equipo consumidor de energía, al día.

K_r = coeficiente de régimen, que depende del régimen al que trabaja cada máquina. Se define como la potencia eléctrica en uso dividido de la potencia eléctrica total instalada.

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida}}{\text{Potencia útil}} \times \eta$$

Del factor de servicio y régimen, K_{sr} , se puede indicar lo siguiente:

$K_{sr} = 1$ sólo en aparatos que funcionen de manera continua a pleno régimen

$K_{sr} < 1$ para aparatos de servicio discontinuo o intermitente

La determinación de los factores de simultaneidad y servicio es función de:

- La funcionalidad del servicio estimada por el diseñador
- La operatividad del buque
- Las costumbres de uso de la tripulación etc

Para los aparatos auxiliares de la propulsión, los constructores se reservan, en general, un margen a fin de poder hacer frente al exceso de potencia requerida, bien por navegar a máxima velocidad o bien por hacerlo con mal tiempo o en regiones cálidas → K_{sr} de 0,8 a 0,9

La determinación del factor de servicio y régimen, en muchos casos no se puede realizar de manera matemática, debido al desconocimiento exacto de sus variables, por lo que el constructor debe basarse en su experiencia y otros diseños similares.

(“Cuadros técnicos de sistemas eléctricos y electrónicos del buque”, proporcionados por el profesor Javier Bouza Fernández).

Consideraremos, para los cálculos, un factor de potencia de 0,8 para todos los consumidores, con lo cual tendremos para la potencia aparente (S):

$$S = \frac{P}{\cos\varphi}$$

Presentamos una tabla resumen del resultado del balance eléctrico, el cual mostramos con más detalle en el anexo I.

	P Kw	Cosφ	S KVA
NAVEGACIÓN NORMAL	1419,22	0,8	1774
REMOLQUE	2489,54	0,8	3112
CONTRA INCENDIOS	1197,21	0,8	1497
PUERTO	37,50	0,8	47
EMERGENCIA	26,23	0,8	33

Es conveniente dejar un margen debido a la posible dotación de nuevas instalaciones sin tener que ampliar la planta generadora, al envejecimiento de los aparatos, lo que conlleva aumento en el consumo y mayores pérdidas, y, para alargar la vida útil de los generadores, evitando que trabajen a su máxima potencia.

Consideraremos un margen de un 10%.

	NAVEGACIÓN	REMOLQUE	CI	PUERTO	EMERGENCIA
BALANCE Kw	1419,22	2489,54	1197,21	37,50	26,23
MARGEN	10%	10%	10%	10%	10%
TOTAL Kw	1562	2739	1317	42	29
TOTAL KVA	1953	3424	1646	52	36

En nuestro caso, al ser propulsión diésel eléctrica, el dimensionamiento de los generadores estará muy por encima de las situaciones que se presentan en el estudio del balance eléctrico, debido a la exigencia de 60 toneladas de TPF.

7 GRUPOS GENERADORES

Según el “Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar”:

“.....Todo buque en que la electricidad constituya el único medio de mantener los servicios auxiliares indispensables a la propulsión y seguridad, deberá estar provisto, como mínimo, de potencia tal, que pueda garantizarse el funcionamiento de dichos servicios en caso de parada de uno de ellos....”

Una vez realizados los cálculos para estimar la potencia necesaria, se decide dotar al buque de tres diésel generadores con objeto de garantizar la operatividad de los propulsores y poder atender la demanda de potencia de los demás consumidores en caso de fallo de uno de dichos generadores.

Dentro de la oferta que se nos presenta, nos decantamos por un WARTSILA, por ofrecer uno de los modelos más compactos del mercado, característica fundamental en nuestro tipo de buque, facilitando su disposición en la cámara de máquinas, además de la confianza que supone su experiencia en este campo.

Escogeremos dentro del AUXPAC 20, el tipo 1350W8L20, de 1350 Kw, con lo cual cumplimos nuestra exigencia de potencia, ya que al ser tres el número de ellos, contaremos con 4050 Kw, siendo 3776Kw la potencia necesaria para cumplir la exigencia de tiro a punto fijo que figura en la RPA.

En caso de avería de uno de ellos, todavía dispondríamos de 2700 Kw, suficientes para atender los motores eléctricos para la propulsión, así como la demanda de los demás consumidores



Table 1-2 Rating table for Wärtsilä Auxpac 20

900 rpm / 60 Hz				1000 rpm / 50 Hz			
Type	Output [kWe]	Voltage [V]	Generator	Type	Output [kWe]	Voltage [V]	Generator
520W4L20	520	450	Fenxi	520W4L20	520	400	Fenxi
645W4L20	645	450	Fenxi	670W4L20	670	400	Fenxi
760W6L20	760	450	Fenxi	790W6L20	790	400	Fenxi
875W6L20	875	450	Fenxi	860W6L20	860	400	Fenxi
975W6L20	975	450	Fenxi	1000W6L20	1000	400	Fenxi
1050W6L20	1050	450	Fenxi	1140W6L20	1140	400	Fenxi
1200W8L20	1200	450	Fenxi	1350W8L20	1350	400	Fenxi
1400W8L20	1400	450	Fenxi	1550W9L20	1550	400	Fenxi
1600W9L20	1600	450	Fenxi	1700W9L20	1700	400	Fenxi
1800W6L26	1800	450	AVK	1950W6L26	1950	400-690	AVK
2100W8L26	2100	450-690	AVK	2250W8L26	2250	400-690	AVK
2400W8L26	2400	450-690	AVK	2550W9L26	2550	400-690	AVK
2700W9L26	2700	690	AVK	2850W9L26	2850	690	AVK

En el siguiente enlace, <http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/g-sets/product-guide-o-e-auxpac.pdf?sfvrsn=10> se muestra toda la información técnica que proporciona la casa.

7.1 GENERADOR DE EMERGENCIA

Los servicios de emergencia son aquellos que deben funcionar en una situación de emergencia, pero también en condiciones normales, por lo tanto, deben tener doble alimentación.

Las normativas suelen marcar no sólo los equipos que han de recibir alimentación de emergencia, sino que también se establece el número de horas que se ha de mantener dicha alimentación: 36 horas en buques de pasaje y 18 horas en buques de carga.

El SOLAS cita los consumidores a los que tendrá que alimentar el generador de emergencia:

- Luces de navegación
- Iluminación de emergencia en cámara de máquinas, local servo.....
- Telecontrol contra incendios
- Ayuda a la navegación
- Comunicaciones interiores y exteriores
- Bomba de achique

- Bomba contraincendios de emergencia
- Estaciones de evacuación

Una vez realizado el balance eléctrico, comprobamos que la potencia demandada con el buque en puerto, es superior a la requerida por los consumidores en una situación de emergencia.

Debido a nuestro tipo de propulsión, diésel eléctrica, la diferencia en Kw con las demás situaciones que se pueden plantear es muy grande, al ser los motores eléctricos de los propulsores, los principales demandantes de potencia, y por tanto, ser ellos los que determinan el dimensionamiento de los grupos generadores, obligando a que aún siendo tres el número de grupos, la potencia de cada uno de ellos es muy superior a la necesaria tanto para una situación de emergencia como para una en puerto.

Aunque la tendencia en los puertos es mantenerse conectado a la red, con objeto de disminuir la contaminación atmosférica, dimensionaremos el generador de emergencia, por lo explicado anteriormente, con capacidad de satisfacer la situación en puerto, con lo que evitaremos mantener en funcionamiento uno de los grupos principales.

	EMERGENCIA	PUERTO
TOTAL Kw	29	42
TOTAL KVA	36	52

Escogeremos el modelo DE65EO 50Hz de Caterpillar, que cumple nuestras exigencias de potencia y cuyas características se muestran en el anexo.

Output Ratings		
Generator Set Model - 3 Phase	Prime*	Standby*
400/230 V, 50 Hz	60.0 kVA 48.0 kW	65.0 kVA 52.0 kW
480V, 60 Hz	68.8 kVA 55.0 kW	75.0 kVA 60.0 kW

* Refer to ratings definitions on page 4.
 Ratings at 0.8 power factor.

8 RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS GENERADORES

Una vez establecida la necesidad de potencia para cada situación, estableceremos el régimen de funcionamiento de los generadores.

8.1 NAVEGACIÓN

	NAVEGACIÓN
BALANCE	1419,22
MARGEN	10%
TOTAL Kw	1562
TOTAL KVA	1953

$$\%Funcionamiento_{navegación} = \frac{1562}{2 \times 1350} = 58\%$$

Serán necesarios dos generadores trabajando al 58%

8.2 REMOLQUE

	REMOLQUE
BALANCE	2489,54
MARGEN	10%
TOTAL Kw	2739
TOTAL KVA	3424

$$\%Funcionamiento_{remolque} = \frac{2739}{3 \times 1350} = 68\%$$

8.3 CONTRAINCENDIOS Y LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

	CONTRAINCENDIOS
BALANCE	1197,21
MARGEN	10%
TOTAL Kw	1317
TOTAL KVA	1646

$$\%Funcionamiento_{contraincendios} = \frac{1317}{1 \times 1350} = 98\%$$

$$\%Funcionamiento_{contraincendios} = \frac{1317}{2 \times 1350} = 49\%$$

Vemos que en esta situación, aunque un solo generador podría suministrar la demanda de potencia requerida, lo haría trabajando a un régimen del 98%, por lo que se optaría por dos que trabajasen a la mitad de su capacidad.

8.4 EMERGENCIA

	EMERGENCIA
BALANCE	26,23
MARGEN	10%
TOTAL Kw	29
TOTAL KVA	36

$$\%Funcionamiento_{emergencia} = \frac{29}{1 \times 48} = 61\%$$

8.5 PUERTO

Como indicamos anteriormente, en esta situación, se tiende a estar conectado a la red de tierra. En caso de que no fuese así, se dimensionó el generador de emergencia para que pudiese atender la demanda requerida, sin necesidad de funcionamiento de uno de los principales.

	PUERTO
BALANCE	37,50
MARGEN	10%
TOTAL Kw	42
TOTAL KVA	52

$$\%Funcionamiento_{puerto} = \frac{42}{1 \times 48} = 87\%$$

9 TRANSFORMADORES

Un transformador es una máquina estática cuya función es transmitir la energía eléctrica de un sistema con una tensión determinada a otro sistema bajo otra tensión, constituido esencialmente por dos o más arrollamientos eléctricos aislados entre sí, concatenados por un circuito magnético aislado.

Los arrollamientos, o devanados, son designados según su función por primario el que recibe la energía y secundario el que la restituye. Por el valor de la tensión de la red a la cual están conectados, se denominan arrollamiento de alta tensión y arrollamiento de baja tensión.

En nuestro buque, cuatro transformadores suministrarán a los consumidores que trabajan a la tensión de 230 V y que dependen del cuadro principal, y otro lo hará cuando la energía provenga del cuadro de emergencia, debido a que la generación de ésta también se produce a una tensión de 400 V.

Presentamos una tabla de un catálogo, (“Cuadros técnicos de sistemas eléctricos y electrónicos del buque” del profesor Javier Bouza Fernández), que podría servir para la elección de los transformadores según necesidades:

Tipo	Potencia KVA	Pérdida circuito eléctrico w	Pérdida circuito magnético w	Tensión cortocircuito %	Rend %	Peso Kg
TT 10	10	290	105	2,15	96,2	85
TT 15	15	375	150	2,12	96,6	124
TT 20	20	508	185	2,09	96,65	136
TT 25	25	632	215	2,07	96,72	150
TT 30	30	721	251	2,05	96,83	195
TT 40	40	925	321	2,03	96,98	293

TT 50	50	1077	389	2,02	97,15	310
TT 60	60	1139	443	2	97,43	365
TT 75	75	1408	514	1,98	97,50	395
TT 100	100	1704	662	1,96	97,70	430

Una vez sumadas las demandas de cada consumidor que trabaja a la tensión de 230 V en cada una de las situaciones estudiadas, se obtienen los siguientes resultados:

	NAVEGACIÓN	REMOLQUE	CI	PUERTO	EMERGENCIA
BALANCE Kw	11,82	19,65	17,85	12,54	11,42
MARGEN 10%	1,18	1,96	1,78	1,25	1,14
TOTAL Kw	13	21,61	19,63	13,79	12,56
TOTAL KVA	16,25	27	24,54	17,23	15,7

La situación más desfavorable, se debe sobredimensionar un 20%.

Tendremos:

$$27 \text{ KVA} + 20\% = 32,4 \text{ KVA}$$

Se instalarán, por tanto, cuatro transformadores 400/230 V de 40 KVA , tipo trifásico con conexión triángulo / triángulo y refrigeración por aire.

El aislamiento será Clase B y la protección IP 22.

Realizando lo mismo para el de emergencia, y recordando que será sobredimensionado para cumplir la demanda en puerto:

$$17,23 \text{ KVA} + 20\% = 20,68 \text{ KVA}$$

Instalaríamos un transformador 400/230 V de 25 KVA con las características de los anteriores.

10 CUADROS ELÉCTRICOS

Mediante los cuadros eléctricos, se realizará la distribución de la potencia.

Se instalarán en lugares que permitan realizar controles o reparaciones de manera cómoda y segura.

Los materiales de los armarios en los que se alojan, serán de materiales incombustibles y con aislantes adecuados. Así mismo, también los accesos a ellos estarán provistos de algún enjaretado de madera u otro material que aisle al personal de tierra.

Un rótulo en las puertas de cada uno de ellos indicará la tensión máxima.

Debe prestarse especial consideración a la situación relativa entre el cuadro y los generadores. Los terminales se dispondrán de forma que permitan una clara y ordenada disposición de los cables necesarios para enlazarlos.

El tendido de los cables se elegirá para que sea lo más rectilíneo y accesible posible, evitando en lo posible la acción del agua de condensación y de las proyecciones de agua.

Los cables deberán quedar lo más alejado que sea posible de las fuentes de calor y protegidos de averías mecánicas. (José Antonio Crespo. Universidad de Cádiz).

10.1 CUADRO ELÉCTRICO PRINCIPAL

Estará situado en la cámara de máquinas, en el costado de estribor, y estará diseñado para que los tres grupos principales de los que dispone el buque, puedan funcionar en paralelo.

Uno de los componentes de los cuadros, son las barras, las cuales soportarán la carga máxima sin que se produzcan en ellas deformaciones ni calentamientos excesivos.

Las barras permiten la misma capacidad que los cables con mucho menos material. No llevan aislamiento, ya que se aíslan por medio de aire a una cierta distancia unas de otras.

Tienen mayor resistencia; al tener dos paralelas y circular la corriente, se repelen debido al flujo que se genera.

Reducen el efecto pelicular: la corriente en los cables, tiende a circular por la periferia y se pierde capacidad de carga. Es esta la razón por la que un cable está formado por varios hilos.

El cuadro principal va dividido en secciones, subsecciones de potencia, por medio de un interruptor. Lo normal es uno por cada subsección. De esta forma, siempre tenemos redundancia, por lo que tenemos suministro inmediato en caso de fallo de una de ellas.

Otro de los componentes del cuadro, los interruptores magnetotérmicos, se sitúan entre los generadores y las barras, actuando sobre la denominada selectividad: permitirán o no el paso de la corriente que circula según sea su valor. Por medio de

un procesador, se ordena la apertura del interruptor cuando dicho valor es demasiado elevado, protegiendo al sistema en caso de sobrecargas o cortocircuitos.

El tiempo de corte disminuye según aumenta la intensidad.

Si la corriente circulante está entre el valor nominal y 10 se considera sobrecarga y si supera esa cantidad sería cortocircuito.

Otros elementos de regulación, medida y señalización, formarán parte de los cuadros eléctricos.

10.2 CUADRO DE EMERGENCIA

Dispondrá de los paneles de distribución para alimentar tanto a los consumidores de 400V, como a los de 230 V.

Las características físicas, en cuanto a materiales, aislamientos etc, son similares a las del cuadro principal.

La conexión con el cuadro principal, se realizará con los elementos necesarios para evitar el funcionamiento de ambos en paralelo.

10.3 CUADROS SECUNDARIOS

Son alimentados a través de estos secundarios, aquellos circuitos que no lo hacen directamente desde uno de los anteriores.

Sus características constructivas son similares, de chapa de acero y con las protecciones adecuadas dependiendo de su situación.

Igual que en los anteriores, todos los paneles que lo forman tendrán placas que identificarán los distintos circuitos.

11 GRADO DE PROTECCIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

El código IP, es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este código IP está formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras IP, y que son independientes uno del otro.

El número que va en primer lugar, normalmente denominado como “primera cifra característica”, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente, la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

La primera cifra característica está graduada desde cero hasta seis, y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, ésta indica que el cuerpo que la envolvente deja pasar es menor.

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo.

El número que va en segundo lugar, normalmente denominado “segunda cifra característica”, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debido a la penetración de agua.

Esta segunda cifra está graduada de forma similar a la primera, pero desde cero hasta ocho. A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1 caídas de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas direcciones).

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales
7	Protegida contra los efectos de la inmersión	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales
8	Protegida contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante NOTA – Esto significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco. No obstante para ciertos tipos de equipos, esto puede significar que el agua pueda penetrar pero solo de manera que no produzca efectos perjudiciales
Los procedimientos especializados de limpieza no están cubiertos por los grados de protección IP. Se recomienda que los fabricantes suministren, si es necesario, una adecuada información en lo referente a los procedimientos de limpieza. Esto está de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la CEI 60529 para los procedimientos de limpieza especiales.		

(“Electricidad en el buque”. Zebensú Palomo Cano).

Aunque según su situación en el buque llevará una u otra protección, las más utilizadas, son IP 65 para equipos en cubierta e IP45 para los situados en otros espacios.

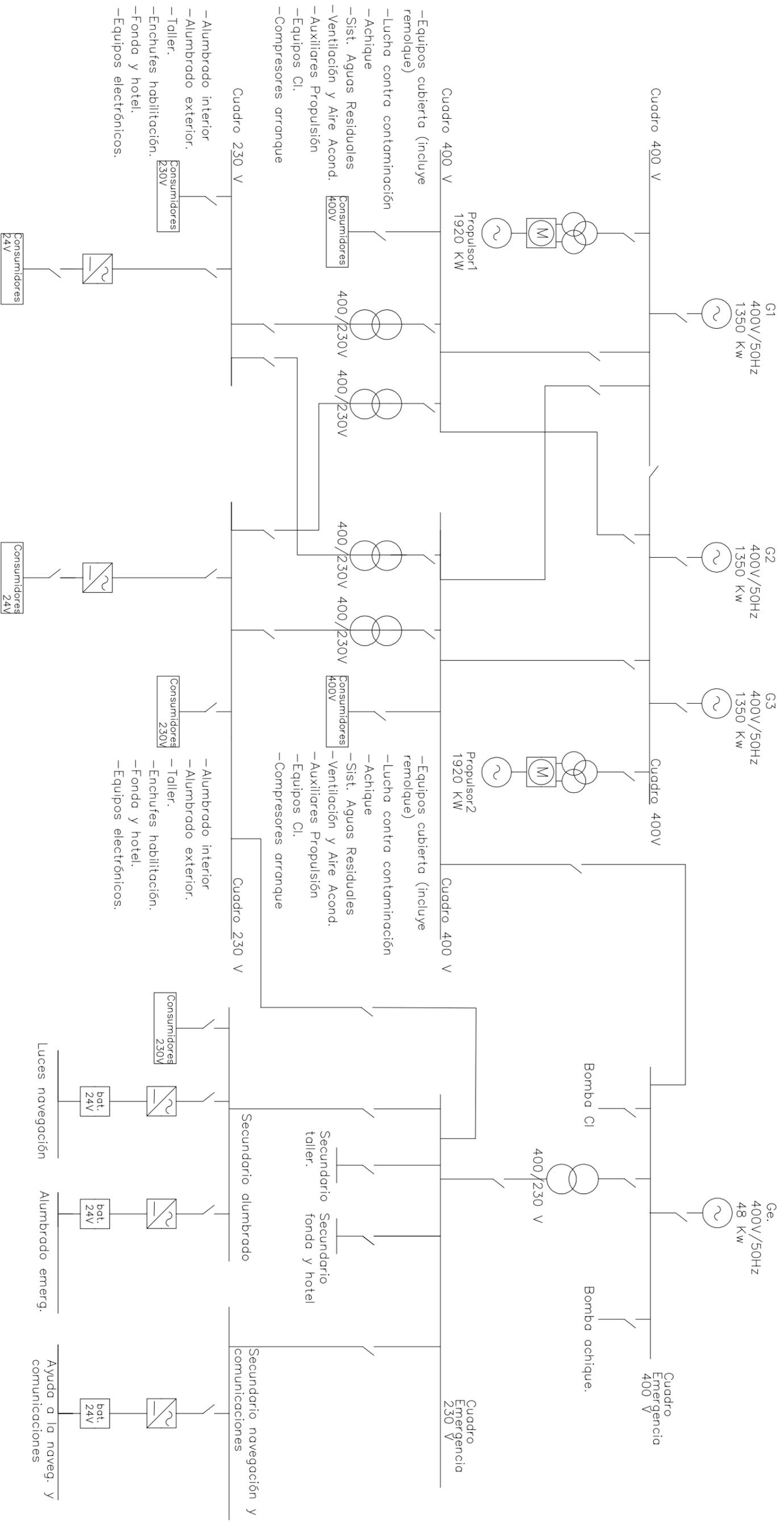
12 DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar es una representación gráfica integral y sencilla del sistema eléctrico, en la cual se indican las subestaciones, transformadores, cuadros, circuitos alimentadores etc, así como la interconexión entre ellos.

En nuestro caso, como ya explicamos en apartados anteriores, el generador eléctrico de emergencia se encuentra sobredimensionado para poder atender la demanda de potencia del buque en la situación de puerto; es por esta razón por la que del cuadro de emergencia de 230V se derivan cuadros secundarios de fonda y hotel y de servicios de taller, que aunque no siendo necesarios en una situación de emergencia, son utilizados con el buque atracado en puerto.

De esta forma disponemos de un circuito totalmente independiente del principal, alimentando a todos los consumidores que puedan demandar potencia en dicha situación.

Se muestra a continuación el diagrama:



- Equipos cubierta (incluye remolque)
- Lucha contra contaminación
- Achique
- Sist. Aguas Residuales
- Ventilación y Aire Acond.
- Auxiliares Propulsión
- Equipos CI.
- Compresores arranque

- Equipos cubierta (incluye remolque)
- Lucha contra contaminación
- Achique
- Sist. Aguas Residuales
- Ventilación y Aire Acond.
- Auxiliares Propulsión
- Equipos CI.
- Compresores arranque

CUADRO DE SÍMBOLOS

	Motor		Transformador
	Rectificador		Interruptor
	Generador		Consumidores

Nombre buque: Remolcador de puerto	Fecha: Sept. 2017	E.P.S Ferrol
Unifilar	Mario Martínez	Número Plano:
Escala: S/E	Firma:	

13 ANEXO

NAVEGACIÓN

		Potencia unitaria	Potencia instalada					Potencia necesaria
	N	Kw	Kw	n	Kn	Ksr	Ku	Kw
Motores eléctricos propulsores	2	1920	3840	2	1	0,34	0,34	1305,6
Purificadora	3	1,4	4,2	2	0,67	0,5	0,33	1,4
Bombas de circulación	3	1,27	3,81	1	0,33	0,4	0,13	0,508
Bombas de trasiego	2	1,9	3,8	1	0,5	0,4	0,2	0,76
Purificadora de aceite	3	11,5	34,5	2	0,67	0,4	0,27	9,2
Bomba de trasiego aceite	3	1,65	4,95	1	0,33333333	0,4	0,13333333	0,66
Bomba de circulación aceite	3	23,16	69,48	2	0,67	0,4	0,27	18,528
Bombas de agua salada	3	27,26	81,78	2	0,67	0,4	0,27	21,808
Bombas de agua dulce	3	18,17	54,51	2	0,67	0,4	0,27	14,536
Compresores aire de arranque	2	5,5	11	1	0,5	0,8	0,4	4,4
Ventiladores	4	6,65	26,6	4	1	0,4	0,4	10,64
Aire acondicionado	1	15	15	1	1	0,8	0,8	12
Bombas achique sentinas	2	3,45	6,9	1	0,5	0,4	0,2	1,38
Bomba de achique lodos	1	1,4	1,4	1	1	0,4	0,4	0,56
Planta TAR	1	3,2	3,2	1	1	0,5	0,5	1,6
Bombas contraincendios	2	2,05	4,1	1	0,5	0,5	0,25	1,025
Bomba contraincendios emergencia	1	2,05	2,05	0	0	0	0	0
Bomba espumógeno	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba dispersante	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba recogida hidrocarburos	1	2	2	0	0	0	0	0
Caldera tanque hidrocarburos	1	150	150	0	0	0	0	0
Bombas agua dulce	2	0,63	1,26	1	0,5	0,4	0,2	0,25
Bombas agua salada	1	0,63	0,63	1	1	0,4	0,4	0,25
Cocina	1	2	2	1	1	0,4	0,4	0,8

Horno	1	2,2	2,2	1	1	0,3	0,3	0,66
Freidora	1	1,5	1,5	1	1	0,4	0,4	0,6
Campana extractora	1	0,35	0,35	1	1	0,4	0,4	0,14
Microondas	1	1,2	1,2	1	1	0,2	0,2	0,24
Frigorífico	1	0,35	0,35	1	1	0,3	0,3	0,11
Lavavajillas	1	2,2	2,2	1	1	0,2	0,2	0,44
Lavadora-secadora	1	2	2	1	1	0,2	0,2	0,4
Plancha	1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2
Televisor	1	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0,09
Gambuza	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9
Máquina soldar	1	7	7	1	1	0,2	0,2	1,4
Amoladora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Fresadora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Taladro	1	0,8	0,8	1	1	0,2	0,2	0,16
Alumbrado interior	1	3,4	3,4	1	1	0,5	0,5	1,7
Alumbrado exterior sin proyectores	1	0,2	0,2	1	1	0,7	0,7	0,14
Proyectores	6	1	6	0	0	0	0	0
Luces navegación	1	0,3	0,3	1	1	0,6	0,6	0,18
Luces remolque	1	0,42	0,42	0	0	0	0	0
Alumbrado emergencia	1	3	3	0	0	0	0	0
Navegación y comunicaciòn	1	8	8	1	1	0,7	0,7	5,6
Bombas chigre remolque	2	80	160	0	0	0	0	0
Grúa	1	26	26	0	0	0	0	0
Sistema de control	1	6	6	0	0	0	0	0
							TOTAL	1419,22

REMOLQUE		Potencia unitaria	Potencia instalada					Potencia necesaria
	N	Kw	Kw	n	Kn	Ksr	Ku	Kw
Motores eléctricos propulsores	2	1920	3840	2	1	0,6	0,6	2304
Purificadora	3	1,4	4,2	2	0,67	0,5	0,33	1,4
Bombas de circulación	3	1,27	3,81	1	0,33	0,4	0,13	0,508
Bombas de trasiego	2	1,9	3,8	1	0,5	0,4	0,2	0,76
Purificadora de aceite	3	11,5	34,5	2	0,67	0,4	0,27	9,2
Bomba de trasiego	3	1,65	4,95	1	0,33333333	0,4	0,13333333	0,66
Bomba de circulación	3	23,16	69,48	2	0,67	0,4	0,27	18,528
Bombas de agua salada	3	27,26	81,78	2	0,67	0,4	0,27	21,808
Bombas de agua dulce	3	18,17	54,51	2	0,67	0,4	0,27	14,536
Compresores aire de arranque	2	5,5	11	1	0,5	0,8	0,4	4,4
Ventiladores	4	6,65	26,6	4	1	0,4	0,4	10,64
Aire acondicionado	1	15	15	1	1	0,8	0,8	12
Bombas achique sentinas	2	3,45	6,9	1	0,5	0,4	0,2	1,38
Bomba de achique lodos	1	1,4	1,4	1	1	0,4	0,4	0,56
Planta TAR	1	3,2	3,2	1	1	0,5	0,5	1,6
Bombas contraincendios	2	2,05	4,1	1	0,5	0,5	0,25	1,025
Bomba contraincendios emergencia	1	2,05	2,05	0	0	0	0	0
Bomba espumógeno	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba dispersante	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba recogida hidrocarburos	1	2	2	0	0	0	0	0
Caldera tanque hidrocarburos	1	150	150	0	0	0	0	0
Bombas agua dulce	2	0,63	1,26	1	0,5	0,4	0,2	0,25
Bombas agua salada	1	0,63	0,63	1	1	0,4	0,4	0,25

Cocina	1	2	2	1	1	0,4	0,4	0,8
Horno	1	2,2	2,2	1	1	0,3	0,3	0,66
Freidora	1	1,5	1,5	1	1	0,4	0,4	0,6
Campana extractora	1	0,35	0,35	1	1	0,4	0,4	0,14
Microondas	1	1,2	1,2	1	1	0,2	0,2	0,24
Frigorífico	1	0,35	0,35	1	1	0,3	0,3	0,11
Lavavajillas	1	2,2	2,2	1	1	0,2	0,2	0,44
Lavadora-secadora	1	2	2	1	1	0,2	0,2	0,4
Plancha	1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2
Televisor	1	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0,09
Gambuza	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9
Máquina soldar	1	7	7	1	1	0,2	0,2	1,4
Amoladora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Fresadora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Taladro	1	0,8	0,8	1	1	0,2	0,2	0,16
Alumbrado interior	1	3,4	3,4	1	1	0,5	0,5	1,7
Alumbrado exterior sin proyectores	1	0,2	0,2	1	1	0,7	0,7	0,14
Proyectores	6	1	6	0	0	0	0	0
Luces navegación	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0
Luces remolque	1	0,42	0,42	1	1	0,7	0,7	0,294
Alumbrado emergencia	1	3	3	1	1	1	1	3
Navegación y comunicación	1	8	8	1	1	0,7	0,7	5,6
Bombas chigre remolque	2	80	160	1	0,5	0,8	0,4	64
Grúa	1	26	26	0	0	0	0	0
Sistema de control	1	6	6	1	1	0,8	0,8	4,8
							TOTAL	2489,54

C I Y CONTRA CONTAMINACIÓN

	N	Potencia unitaria Kw	Potencia instalada Kw	n	Kn	Ksr	Ku	Potencia necesaria Kw
Motores eléctricos propulsores	2	1920	3840	2	1	0,2	0,2	768
Purificadora	3	1,4	4,2	2	0,67	0,5	0,33	1,4
Bombas de circulación	3	1,27	3,81	1	0,33	0,4	0,13	0,508
Bombas de trasiego	2	1,9	3,8	1	0,5	0,4	0,2	0,76
Purificadora de aceite	3	11,5	34,5	2	0,67	0,4	0,27	9,2
Bomba de trasiego	3	1,65	4,95	1	0,33333333	0,4	0,13333333	0,66
Bomba de circulación	3	23,16	69,48	2	0,67	0,4	0,27	18,528
Bombas de agua salada	3	27,26	81,78	2	0,67	0,4	0,27	21,808
Bombas de agua dulce	3	18,17	54,51	2	0,67	0,4	0,27	14,536
Compresores aire de arranque	2	5,5	11	1	0,5	0,8	0,4	4,4
Ventiladores	4	6,65	26,6	4	1	0,4	0,4	10,64
Aire acondicionado	1	15	15	1	1	0,8	0,8	12
Bombas achique sentinas	2	3,45	6,9	1	0,5	0,4	0,2	1,38
Bomba de achique lodos	1	1,4	1,4	1	1	0,4	0,4	0,56
Planta TAR	1	3,2	3,2	1	1	0,5	0,5	1,6
Bombas contraincendios	2	2,05	4,1	1	0,5	0,5	0,25	1,025
Bombas contraincendios FIFI I	2	600	1200	2	1	0,2	0,2	240
Bomba contraincendios emergencia	1	2,05	2,05	0	0	0	0	0
Bomba espumógeno	1	2	2	1	1	0,5	0,5	1
Bomba dispersante	1	2	2	1	1	0,5	0,5	1
Bomba recogida hidrocarburos	1	2	2	1	1	0,5	0,5	1
Caldera tanque hidrocarburos	1	150	150	1	1	0,5	0,5	75
Bombas agua dulce	2	0,63	1,26	1	0,5	0,4	0,2	0,25

Bombas agua salada	1	0,63	0,63	1	1	0,4	0,4	0,25
Cocina	1	2	2	1	1	0,4	0,4	0,8
Horno	1	2,2	2,2	0	0	0	0	0
Freidora	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0
Campana extractora	1	0,35	0,35	0	0	0	0	0
Microondas	1	1,2	1,2	0	0	0	0	0
Frigorífico	1	0,35	0,35	1	1	0,3	0,3	0,11
Lavavajillas	1	2,2	2,2	0	0	0	0	0
Lavadora-secadora	1	2	2	0	0	0	0	0
Plancha	1	1	1	0	0	0	0	0
Televisor	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0
Gambuza	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9
Máquina soldar	1	7	7	1	1	0,2	0,2	1,4
Amoladora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Fresadora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Taladro	1	0,8	0,8	1	1	0,2	0,2	0,16
Alumbrado interior	1	3,4	3,4	1	1	0,5	0,5	1,7
Alumbrado exterior sin proyectores	1	0,2	0,2	1	1	0,5	0,5	0,1
Proyectores	6	1	6	6	1	0,5	0,5	3
Luces navegación	1	0,3	0,3	1	1	0,6	0,6	0,18
Luces remolque	1	0,42	0,42	0	0	0	0	0
Alumbrado emergencia	1	3	3	1	1	1	1	3
Navegación y comunicaciòn	1	8	8	0	0	0	0	0
Bombas chigre remolque	2	80	160	0	0	0	0	0
Grúa	1	26	26	0	0	0	0	0
Sistema de control	1	6	6	0	0	0	0	0
							TOTAL	1197,21

PUERTO	N	Potencia	Potencia instalada					Potencia necesaria
		unitaria Kw	Kw	n	Kn	Ksr	Ku	Kw
Motores eléctricos propulsores	2	1920	3840	0	0	0	0	0
Purificadora	3	1,4	4,2	0	0	0	0,00	0
Bombas de circulación	3	1,27	3,81	0	0	0	0,00	0
Bombas de trasiego	2	1,9	3,8	0	0	0,4	0	0
Purificadora de aceite	3	11,5	34,5	0	0	0	0,00	0
Bomba de trasiego	3	1,65	4,95	0	0	0	0	0
Bomba de circulación	3	23,16	69,48	0	0	0	0,00	0
Bombas de agua salada	3	27,26	81,78	0	0	0	0,00	0
Bombas de agua dulce	3	18,17	54,51	0	0	0	0,00	0
Compresores aire de arranque	2	5,5	11	0	0	0	0	0
Ventiladores	4	6,65	26,6	2	0,5	0,4	0,2	5,32
Aire acondicionado	1	15	15	1	1	0,8	0,8	12
Bombas achique sentinas	2	3,45	6,9	1	0,5	0,4	0,2	1,38
Bomba de achique lodos	1	1,4	1,4	1	1	0,4	0,4	0,56
Planta TAR	1	3,2	3,2	0	0	0,5	0	0
Bombas contraincendios	2	2,05	4,1	0	0	0	0	0
Bomba contraincendios emergencia	1	2,05	2,05	0	0	0	0	0
Bomba espumógeno	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba dispersante	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba recogida hidrocarburos	1	2	2	0	0	0	0	0
Caldera tanque hidrocarburos	1	150	150	0	0	0	0	0
Bombas agua dulce	2	0,63	1,26	1	0,5	0,4	0,2	0,25
Bombas agua salada	1	0,63	0,63	1	1	0,4	0,4	0,25

Cocina	1	2	2	1	1	0,4	0,4	0,8
Horno	1	2,2	2,2	1	1	0,3	0,3	0,66
Freidora	1	1,5	1,5	1	1	0,4	0,4	0,6
Campana extractora	1	0,35	0,35	1	1	0,4	0,4	0,14
Microondas	1	1,2	1,2	1	1	0,2	0,2	0,24
Frigorífico	1	0,35	0,35	1	1	0,3	0,3	0,11
Lavavajillas	1	2,2	2,2	1	1	0,2	0,2	0,44
Lavadora-secadora	1	2	2	1	1	0,2	0,2	0,4
Plancha	1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2
Televisor	1	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0,09
Gambuza	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9
Máquina soldar	1	7	7	1	1	0,2	0,2	1,4
Amoladora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Fresadora	1	0,9	0,9	1	1	0,2	0,2	0,18
Taladro	1	0,8	0,8	1	1	0,2	0,2	0,16
Alumbrado interior	1	3,4	3,4	1	1	0,5	0,5	1,7
Alumbrado exterior sin proyectores	1	0,2	0,2	1	1	0,7	0,7	0,14
Proyectores	6	1	6	2	0,33	0,5	0,17	1
Luces navegación	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0
Luces remolque	1	0,42	0,42	0	0	0	0	0
Alumbrado emergencia	1	3	3	0	0	0	0	0
Navegación y comunicacìon	1	8	8	1	1	0,4	0,4	3,2
Bombas chigre remolque	2	80	160	0	0	0	0	0
Grúa	1	26	26	1	1	0,2	0,2	5,2
Sistema de control	1	6	6	0	0	0	0	0
							TOTAL	37,50

EMERGENCIA		Potencia unitaria	Potencia instalada					Potencia neces
	N	Kw	Kw	n	Kn	Ksr	Ku	Kw
Motores eléctricos propulsores	2	1920	3840	0	0	0	0	0
Purificadora	3	1,4	4,2	0	0	0	0,00	0
Bombas de circulación	3	1,27	3,81	0	0	0	0,00	0
Bombas de trasiego	2	1,9	3,8	0	0	0	0	0
Purificadora de aceite	3	11,5	34,5	0	0	0	0,00	0
Bomba de trasiego	3	1,65	4,95	0	0	0	0	0
Bomba de circulación	3	23,16	69,48	0	0	0	0,00	0
Bombas de agua salada	3	27,26	81,78	0	0	0	0,00	0
Bombas de agua dulce	3	18,17	54,51	0	0	0	0,00	0
Compresores aire de arranque	2	5,5	11	0	0	0	0	0
Ventiladores	4	6,65	26,6	2	0,5	0,7	0,35	9,31
Aire acondicionado	1	15	15	0	0	0	0	0
Bombas achique sentinas	2	3,45	6,9	1	0,5	1	0,5	3,45
Bomba de achique lodos	1	1,4	1,4	0	0	0	0	0
Planta TAR	1	3,2	3,2	0	0	0	0	0
Bombas contra incendios	2	2,05	4,1	0	0	0	0	0
Bomba contra incendios emergencia	1	2,05	2,05	1	1	1	1	2,05
Bomba espumógeno	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba dispersante	1	2	2	0	0	0	0	0
Bomba recogida hidrocarburos	1	2	2	0	0	0	0	0
Caldera tanque hidrocarburos	1	150	150	0	0	0	0	0
Bombas agua dulce	2	0,63	1,26	0	0	0,4	0	0,00
Bombas agua salada	1	0,63	0,63	0	0	0,4	0	0,00
Cocina	1	2	2	0	0	0	0	0

Horno	1	2,2	2,2	0	0	0	0	0
Freidora	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0
Campana extractora	1	0,35	0,35	0	0	0	0	0
Microondas	1	1,2	1,2	0	0	0	0	0
Frigorífico	1	0,35	0,35	0	0	0	0	0,00
Lavavajillas	1	2,2	2,2	0	0	0	0	0
Lavadora-secadora	1	2	2	0	0	0	0	0
Plancha	1	1	1	0	0	0	0	0
Televisor	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0
Gambuza	1	1	1	0	0	0	0	0
Máquina soldar	1	7	7	0	0	0	0	0
Amoladora	1	0,9	0,9	0	0	0	0	0
Fresadora	1	0,9	0,9	0	0	0	0	0
Taladro	1	0,8	0,8	0	0	0	0	0
Alumbrado interior	1	3,4	3,4	0	0	0	0	0
Alumbrado exterior sin proyectores	1	0,2	0,2	0	0	0	0	0
Proyectores	6	1	6	0	0	0	0,00	0
Luces navegación	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0
Luces remolque	1	0,42	0,42	1	1	1	1	0,42
Alumbrado emergencia	1	3	3	1	1	1	1	3
Navegación y comunicaciòn	1	8	8	1	1	1	1	8
Bombas chigre remolque	2	80	160	0	0	0	0	0
Grúa	1	26	26	0	0	0	0	0
Sistema de control	1	6	6	0	0	0	0	0
TOTAL								26,23

DIESEL GENERATOR SET



DE65E0

Image shown may not reflect actual package

Output Ratings		
Generator Set Model - 3 Phase	Prime*	Standby*
400/230 V, 50 Hz	60.0 kVA 48.0 kW	65.0 kVA 52.0 kW
480V, 60 Hz	68.8 kVA 55.0 kW	75.0 kVA 60.0 kW

* Refer to ratings definitions on page 4.
Ratings at 0.8 power factor.

Technical Data		
Engine Make & Model:	Cat® C3.3	
Generator Model:	LC1514P	
Control Panel:	EMCP 4.1	
Base Frame Type:	Heavy Duty Fabricated Steel	
Circuit Breaker Type:	3 Pole MCB / 3 Pole MCCB	
Frequency:	50 Hz	60 Hz
Engine Speed: RPM	1500	1800
Fuel Tank Capacity: litres (US gal)	219 (57.9)	
Fuel Consumption, Prime: l/hr (US gal/hr)	13.6 (3.6)	15.4 (4.1)
Fuel Consumption, Standby : l/hr (US gal/hr)	14.9 (3.9)	17.0 (4.5)

DIESEL GENERATOR SET



Engine Technical Data

Physical Data	
Manufacturer:	Caterpillar
Model:	C3.3
No. of Cylinders/Alignment:	3 / In Line
Cycle:	4 Stroke
Induction:	Turbocharged
Cooling Method:	Water
Governing Type:	Mechanical
Governing Class:	ISO 8528 G2
Compression Ratio:	17.25:1
Displacement: l (cu.in)	3.3 (201.4)
Bore/Stroke: mm (in)	105.0 (4.1)/127.0 (5.0)
Moment of Inertia: kg m² (lb. in²)	1.14 (3896)
Engine Electrical System:	
-Voltage/Ground:	12/Negative
-Battery Charger Amps:	65
Weight: kg (lb) - Dry:	420 (926)
- Wet:	438 (966)

Air System	50 Hz	60 Hz
Air Filter Type:	Replaceable Element	
Combustion Air Flow:		
m ³ /min (cfm)	-Standby: 3.9 (138)	4.9 (173)
	-Prime: 3.8 (134)	4.7 (166)
Max. Combustion Air Intake		
Restriction: kPa (in H₂O)	8.0 (32.1)	8.0 (32.1)
Radiator Cooling Air Flow:		
m ³ /min (cfm)	110.4 (3899)	145.8 (5149)
External Restriction to		
Cooling Air Flow: Pa (in H₂O)	120 (0.5)	120 (0.5)

Cooling System	50 Hz	60 Hz
Cooling System Capacity:		
l (US gal)	10.2 (2.7)	10.2 (2.7)
Water Pump Type:	Centrifugal	
Heat Rejected to Water & Lube Oil: kW (Btu/min)		
	-Standby: 37.7 (2144)	42.8 (2434)
	-Prime: 35.2 (2002)	41.0 (2332)
Heat Radiation to Room: Heat radiated from engine and alternator		
kW (Btu/min)	-Standby: 16.7 (950)	17.0 (967)
	-Prime: 15.0 (853)	16.1 (916)
Radiator Fan Load: kW (hp)	1.0 (1.3)	1.7 (2.3)
Cooling system designed to operate in ambient conditions up to 50°C (122°F). Contact your local Cat dealer for power ratings at specific site conditions.		

Lubrication System	
Oil Filter Type:	Spin-On, Full Flow
Total Oil Capacity l (US gal):	8.3 (2.2)
Oil Pan l (US gal):	7.8 (2.1)
Oil Type:	API CG4 / CH4 15W-40
Cooling Method:	Water

Performance	50 Hz	60 Hz
Engine Speed: RPM	1500	1800
Gross Engine Power: kW (hp)		
-Standby:	60.5 (81.0)	69.6 (93.0)
-Prime:	55.0 (74.0)	63.3 (85.0)
BMEP: kPa (psi)		
-Standby:	1467.0 (212.8)	1407.0 (204.0)
-Prime:	1333.0 (193.4)	1279.0 (185.5)
Regenerative Power: kW	7.0	9.0

Fuel System				
Fuel Filter Type:	Replaceable Element			
Recommended Fuel:	Class A2 Diesel or BSEN590			
Fuel Consumption: l/hr (US gal/hr)				
	110% Load	100% Load	75% Load	50% Load
Prime				
50 Hz	14.9 (3.9)	13.6 (3.6)	10.2 (2.7)	7.1 (1.9)
60 Hz	17.0 (4.5)	15.4 (4.1)	11.7 (3.1)	8.4 (2.2)
Standby				
50 Hz		14.9 (3.9)	11.0 (2.9)	7.6 (2.0)
60 Hz		17.0 (4.5)	12.8 (3.4)	9.0 (2.4)
(based on diesel fuel with a specific gravity of 0.85 and conforming to BS2869, Class A2)				

Exhaust System	50 Hz	60 Hz
Silencer Type:	Industrial	
Silencer Model & Quantity:	EXSY1 (1)	
Pressure Drop Across		
Silencer System: kPa (in Hg)	0.98 (0.289)	1.22 (0.360)
Silencer Noise Reduction		
Level: dB	19	18
Max. Allowable Back		
Pressure: kPa (in. Hg)	10.0 (3.0)	15.0 (4.4)
Exhaust Gas Flow:		
m ³ /min (cfm)	-Standby: 10.4 (367)	12.5 (441)
	-Prime: 10.1 (357)	11.8 (417)
Exhaust Gas Temperature: °C (°F)		
	-Standby: 571 (1060)	564 (1047)
	-Prime: 557 (1035)	534 (993)

DIESEL GENERATOR SET



Generator Performance Data

Data Item	50 Hz				60 Hz				
	415/240V	400/230V 230/115V 200/115V	380/220V 220/110V	220/127V	480/277V 240/139V	380/220V 220/110V	240/120V 208/120V		440/254V 220/127V
Motor Starting Capability* kVA	145	138	128	158	157	111	128	-	139
Short Circuit Capacity** %	300	300	300	300	300	300	300	-	300
Reactances: Per Unit									
Xd	2.648	2.850	3.158	2.041	2.723	3.726	3.425	-	3.241
X'd	0.136	0.146	0.162	0.105	0.140	0.191	0.176	-	0.166
X''d	0.068	0.073	0.081	0.052	0.070	0.096	0.088	-	0.083

Reactances shown are applicable to prime ratings.

*Based on 30% voltage dip at 0.6 power factor and SHUNT excitation system.

** With optional Permanent Magnet generator

Generator Technical Data

Physical Data	
LC Series	
Model:	LC1514P
No. of Bearings:	1
Insulation Class:	H
Winding Pitch - Code:	2/3 - 6
Wires:	12
Ingress Protection Rating:	IP23
Excitation System:	SHUNT
AVR Model:	R220

Operating Data	
Overspeed: RPM	2250
Voltage Regulation: (steady state)	+/- 1.0%
Wave Form NEMA = TIF:	50
Wave Form IEC = THF:	2.0%
Total Harmonic Content LL/LN:	2.0%
Radio Interference:	Suppression is in line with European Standard EN61000-6
Radiant Heat: kW (Btu/min)	
-50 Hz:	5.7 (324)
-60 Hz:	6.0 (341)

DIESEL GENERATOR SET



Technical Data

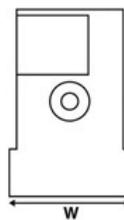
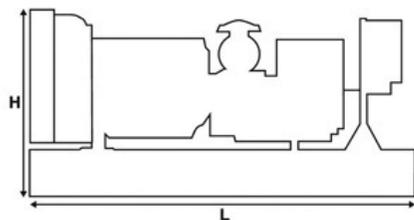
Voltage 50 Hz	Prime		Standby	
	kVA	kW	kVA	kW
415/240V	60.0	48.0	65.0	52.0
400/230V	60.0	48.0	65.0	52.0
380/220V	60.0	48.0	65.0	52.0
230/115V	60.0	48.0	65.0	52.0
220/127V	52.0	41.6	57.2	45.8
220/110V	60.0	48.0	65.0	52.0
200/115V	60.0	48.0	65.0	52.0

Voltage 60 Hz	Prime		Standby	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	68.8	55.0	75.0	60.0
220/127V	68.8	55.0	75.0	60.0
380/220V	59.0	47.2	64.9	51.9
240/120V	65.0	52.0	71.5	57.2
440/254V	68.8	55.0	75.0	60.0
220/110V	59.0	47.2	64.9	51.9
208/120V	68.8	55.0	75.0	60.0
240/139V	65.0	52.0	71.5	57.2

Weights & Dimensions

Weights: kg (lb)	
Net (+ lube oil)	874 (1926)
Wet (+ lube oil & coolant)	887 (1955)
Fuel, lube oil & coolant	1072 (2364)

Dimensions: mm (in)	
Length	1925 (75.8)
Width	1120 (44.1)
Height	1361 (53.6)



Note: General configuration not to be used for installation. See general dimension drawings for detail.

Definitions

Standby Rating

Output available with varying load for the duration of the interruption of the normal source power. Average power output is 70% of the standby power rating. Typical operation is 200 hours per year, with maximum expected usage of 500 hours per year.

Prime Rating

Output available with varying load for an unlimited time. Average power output is 70% of the prime power rating. Typical peak demand is 100% of prime rated kW with 10% overload capability for emergency use for a maximum of 1 hour in 12. Overload operation cannot exceed 25 hours per year.

Standard Reference Conditions

Note: Standard reference conditions 25°C (77°F) air inlet temp, 100m (328ft) A.S.L. 30% relative humidity. Fuel consumption data at full load with diesel fuel with specific gravity of 0.85 and conforming to BS2869: 1998, Class A2.

General Data

Documents

A full set of operation and maintenance manuals and circuit wiring diagrams.

Quality Standards

The equipment meets the following standards: IEC60034-1, IEC60034-22, ISO3046, ISO8528, NEMA MG 1-32, NEMA MG 1-33, 2004/108/EC, 2006/42/EC, 2006/95/EC.