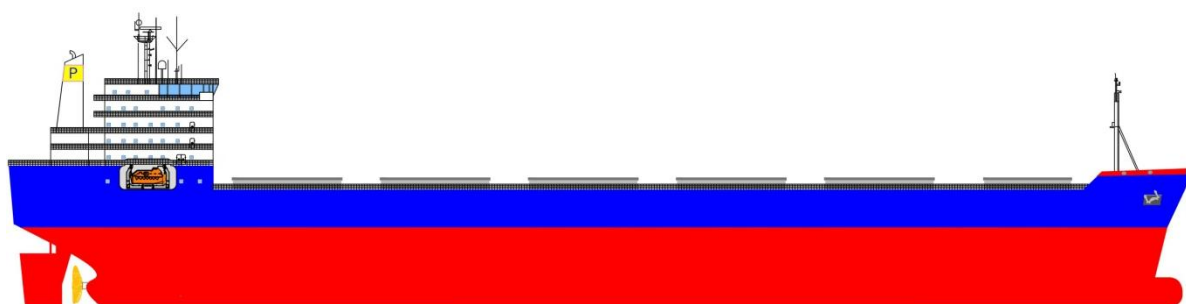


## **BULK CARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM**



# **Caderno 11**

**DEFINICIÓN DA PLANTA ELÉCTRICA**

**AUTOR : PEDRO OJEA GONZÁLEZ**

**PROXECTO NÚMERO: 16-10P**



**DEPARTAMENTO DE ENXEÑERÍA NAVAL E OCEÁNICA**

*CURSO 2.015-2016*

**PROXECTO NÚMERO: 16 - 10 P**

**TIPO DE BUQUE :** BULKARRIER TIPO PANAMAX DE 70.000 TPM.

**CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN :** ABS, SOLAS, MARPOL, REGLAMENTO PARA LA NAVEGACIÓN EN AGUAS DEL CANAL DE PANAMÁ, SUEZ.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 70.000 TPM. GRAN, MINERAL, CARBÓN.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 14.5 NUDOS EN CONDICIÓN DE SERVICIO. 85% MCR E 15% DE MARXE DE MAR. 11.000 MILLAS Á VELOCIDADE DE SERVICIO.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA :** ESCOTILLAS DE ACCIONAMENTO HIDRÁULICO. SEN GRÚAS.

**PROPULSIÓN :** UN MOTOR DUAL FUEL (DIÉSEL/LNG) ACOPLADO A UNHA HÉLICE DE PASO FIXO.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE :** 25 PERSOAS.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES :** OS HABITUAIS NESTE TIPO DE BUQUE.

ALUMNO: PEDRO OJEA GONZÁLEZ

Ferrol, 3 de Marzo de 2016

**ÍNDICE**

1. Introducción.....	3
2. Definición da planta.....	4
3. Balance eléctrico.....	4
3.1. Tipo de balance eléctrico.....	5
3.2. Estimación da potencia consumida.....	5
3.3. Cálculo do balance eléctrico.....	6
3.3.1. Iluminación.....	8
3.3.2. Resultados balance eléctrico.....	10
4. Elección dos motores xeradores.....	16
5. Unifilar eléctrico.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXO I. Datos técnicos motor xerador.....	20
ANEXO II. Datos técnicos motor emerxencia.....	22
ANEXO III. Folla técnica das luminarias.....	24

## 1. Introducción.

Neste caderno abordaremos o dimensionamento da planta eléctrica do buque. Isto é tentaremos determinar que cantidade de enerxía eléctrica consumirán todos os equipos de buque e a partir diso tentaremos encontrar un xeradores de enerxía que nos dean esa potencia necesaria.

Para iso utilizaremos o que se chama balance eléctrico, método mediante o cal imos a determinar canto consomen os diferentes equipos en distintas situacións para así determinar cal é a peor condición, é dicir, aquela que nos demanda un maior consumo de potencia e que será a que utilizaremos para dimensionar a nosa planta xeradora.

Ademais disto deberemos dimensionar tamén un xerador de emerxencia que irá situado na cuberta principal e que deberá entrar en funcionamento se se produce unha caída da planta principal, alimentando os sistemas esenciais para a supervivencia do buque.

Finalmente daremos unha pequena idea de como se distribúe a corrente dende os xeradores ata os consumidores.

As características principais do noso buque son:

Eslora entre perpendiculares	206,38	m
Manga	32,25	m
Puntal	21,56	m
Calado	14,58	m
Coeficiente de bloque	0,88	
Toneladas de peso morto	70000	t
Desprazamento	87500	t
Velocidade de servizo	14,5	kn
Tripulantes	25	persoas

## 2. Definición da planta.

O subministro de enerxía eléctrica ao buque dende os xeradores farase a través de corrente de tipo alterna trifásica. Este tipo de sistema ten como vantaxe que os cables utilizados para o transporte da enerxía son de menor sección, os transformadores son de menor tamaño, o que se traduce nun aforro de custos e espazo; así como que os receptores teñen un alto rendemento dado que a liña trifásica alimenta con potencia constante e non con potencia pulsada como fai o sistema monofásico.

Historicamente existen dous valores de tensión e frecuencia que son 380V e 50Hz, que será o sistema europeo, e 440V e 60 Hz, que será o sistema americano. No noso caso imos coller a segunda opción xa que consideramos que o buque non vai operar unicamente en Europa senón que vai realizar tamén rutas transoceánicas.

Ademais, escoller o sistema coa tensión maior favoreceranos á hora de dimensionar a sección dos cables xa que canto maior tensión, menor intensidade e polo tanto menor sección de cable. Iso fará que se reduza o peso dos cables e en consecuencia aforraremos xa que un cable de menor sección é máis barato que un de maior sección.

Do mesmo xeito, unha frecuencia maior fará que os motores xiren a máis velocidade e polo tanto necesitamos motores máis pequenos, e tamén máis baratos, que utilizando unha frecuencia menor.

Ademais da rede de 440V teremos tamén unha rede de 220V. Para obter esta redución de tensión instalaranse uns transformadores 440V/220V. Esta rede abastecerá aos servizos de habilitación e alumeadado, principalmente.

## 3. Balance eléctrico.

Para realizar o balance eléctrico deben calcularse as potencias absorbidas por todos e cada un dos elementos que no buque consomen enerxía eléctrica. Este adoitan separarse en varios grupos, isto non é algo que estea normalizado polo que nós imos agrupalos da seguinte forma:

- Auxiliares de cámara de máquinas.
- Auxiliares de casco e carga.
- Habilitación.
- Alumeadado e navegación.

Unha vez calculadas as potencias dos equipos deberemos comprobar distintas situacións do buque para ver cal delas é a máis desfavorable e polo tanto a que nos vai a facer falla para dimensionar a nosa planta eléctrica.

As situacións que imos a ter en conta son as seguintes:

- Navegación.
- Manobra.
- Carga/descarga.
- Porto.
- Emerxencia.

### 3.1. Tipo de balance eléctrico.

Neste caso imos escoller un balance eléctrico avanzado fronte ao balance eléctrico clásico.

No balance clásico o que se facía era realizar os totais e subtotais das potencias activas de cada grupo para cada situación e para calcular a potencia aparente asumíase un factor de potencia constante 0.8

Pola contra, no caso do balance eléctrico avanzado o que facemos é considerar para cada equipo ou conxunto a súa potencia reactiva e aparente tendo en conta o seu factor de potencia. Así, para cada grupo obteremos os totais de potencias activa, reactiva e aparente en cada unha das situacións.

### 3.2. Estimación da potencia consumida.

Para calcular a potencia consumida por cada equipo utilizaremos o factor ou coeficiente de utilización. Este coeficiente é o resultado da multiplicación dos coeficientes de simultaneidade en marcha, de réxime e de servizo.

É dicir:

$$P_u = K_u * P$$

$$K_u = K_n * K_{sr}$$

$$K_{sr} = K_s * K_r$$

Sendo:

- $P_u$ : Potencia consumida polo equipo.
- $K_u$ : coeficiente de utilización.

- P: Potencia total instalada deste equipo.
- $K_n$ : coeficiente de simultaneidade en marcha.
- $K_{sr}$ : coeficiente de servizo e réxime.
- $K_s$ : coeficiente de servizo.
- $K_r$ : coeficiente de réxime.

O coeficiente de simultaneidade en marcha calcúlase da seguinte forma:

$$K_n = \frac{\text{Número de aparatos en servizo}}{\text{Número de aparatos instalados}}$$

É dicir, que cando só temos un equipo instalado o seu factor de simultaneidade será 1 mentres que se temos 2 ou máis poderá variar dependendo de cantos estean en funcionamento e cantos sexan de respecto ou estean en stand by.

O coeficiente de servizo depende do tempo de funcionamento de cada equipo, e calculase como:

$$K_s = \frac{N}{24}$$

Sendo N o número de horas que o equipo funciona diariamente.

Por último, o coeficiente de réxime depende do réxime ao que traballa o motor, é dicir, ao total da súa capacidade ou non. Calcúlase como:

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida do motor en servizo}}{\text{Potencia absorbida do motor en réxime nominal}}$$

A determinación destes dous últimos coeficientes non se pode realizar moitas veces de forma exacta xa que non se dispón de todos os datos de funcionamento do motor durante o servizo. Normalmente os estaleiros, optan por recorrer á súa experiencia e baséanse en estimacións anteriores e os resultados que destas tiveron, polo que proxecto tras proxecto van mellorando as súas estimacións.

Para equipos auxiliares da propulsión o seu coeficiente de servizo e réxime soe estar entre 0.8 e 0.9 xa que así reservamos un marxe para poder facer fronte a un exceso de potencia requirida.

### 3.3. Cálculo do balance eléctrico.

Para calcular o balance eléctrico faremos un excel. Neste excel teremos primeiro unha columna co nome de cada elemento, a continuación outra columna coa cantidade de elementos do mesmo tipo que hai instalados e a continuación comeza o primeiro grupo de datos que chamaremos "Valores Nominais Unitarios" xa que se refiren a un só elemento. Nel incluiremos a potencia útil, é dicir, a potencia ao eixo ou potencia necesaria que debe desenrolar o equipo. Grazas ao rendemento total do equipo, que será outra columna,

poderemos calcular a potencia eléctrica que consume ese equipo. Grazas ao factor de potencia poderemos calcular por último a potencia aparente.

Despois, calcularemos a potencia nominal instalada, é dicir, a potencia unitaria multiplicada polo número de equipos instalados.

A continuación vemos os consumidores de cada unha das situacións:

	Equipo	Uds.	Valores Nominale Unitarios					Pot. Nom. Instalada	
			Pu (kW)	f <sub>dp</sub>	η	P (kW)	S (kVA)	P (kW)	S (kVA)
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	28,10	0,86	92,2%	30,48	35,44	60,95	70,88
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	27,90	0,85	91,0%	30,66	36,07	61,32	72,14
	Bomba auga camisas	2	12,30	0,85	86,9%	14,15	16,65	28,31	33,30
	Bomba aceite lubricación	2	36,50	0,85	91,0%	40,11	47,19	80,22	94,38
	Bomba de presión de aceite lub.	2	4,51	0,85	89,0%	5,07	5,96	10,13	11,92
	Bomba suministro combustible	2	0,86	0,62	78,5%	1,10	1,77	2,19	3,53
	Bomba trasiego combustible	2	0,37	0,79	76,5%	0,48	0,61	0,97	1,22
	Ventilación cámara de máquinas	6	5,46	0,85	91,0%	6,00	7,06	36,00	42,35
	Compresores aire arranque	2	22,00	0,84	85,6%	25,70	30,60	51,40	61,19
	Purificadoras FO e aceite	2	8,00	0,79	83,2%	9,62	12,17	19,23	24,34
	Maquinaria taller	1	13,43	0,86	89,5%	15,01	17,45	15,01	17,45
	<b>TOTAL</b>								<b>365,73</b>
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	61,60	0,87	91,3%	67,47	77,55	202,41	232,65
	Bombas achique e sentinas	2	13,70	0,79	76,5%	17,91	22,67	35,82	45,34
	Bombas contraincendios	2	20,51	0,85	93,8%	21,87	25,73	43,74	51,45
	Bomba auga nebulizada	2	151,65	0,87	91,0%	166,64	191,54	333,29	383,09
	Bombas contraincendios emerx.	1	5,73	0,86	89,5%	6,40	7,44	6,40	7,44
	Servomotor	2	85,03	0,86	89,5%	95	110,47	190	220,93
	Molinete ancla	2	215,95	0,85	94,3%	229	269,41	458	538,82
	Chigres	3	142,08	0,86	96,0%	148	172,09	444	516,28
	Grúa provisións	2	0,18	0,85	88,5%	0,2	0,24	0,4	0,47
	<b>TOTAL</b>								<b>1713,65</b>
Habilitación	Xerador de auga doce	1	6,64	0,78	91,0%	7,3	9,36	7,3	9,36
	Planta TAR	1	5,23	0,78	79,8%	6,56	8,41	6,56	8,41
	Bomba de baleiro	2	2,11	0,82	82,6%	2,55	3,11	5,1	6,22
	Bomba auga potable	2	2,88	0,81	81,6%	3,53	4,36	7,06	8,71
	Aire acondicionado	1	5,18	0,85	94,2%	5,5	6,47	5,5	6,47
	Trituradora	1	8,34	0,85	92,7%	9	10,59	9	10,59
	Compactadora	1	3,29	0,86	91,5%	3,6	4,19	3,6	4,19
	Incinerador	1	12,83	0,84	87,3%	14,7	17,50	14,7	17,50
	Secadora	2	26,82	0,84	86,5%	31	36,90	62	73,81
	Lavadora	2	0,75	0,79	83,2%	0,9	1,14	1,8	2,28
	Frigorífico	4	2,51	0,80	83,6%	3	3,75	12	15,00
	Equipos de cociña	1	42,80	0,83	85,6%	50	60,24	50	60,24
	Gambuzas	1	6,95	0,85	86,9%	8	9,41	8	9,41
<b>TOTAL</b>								<b>192,6188</b>	<b>232,19</b>
Alumbrado e nav.	Alumbrado habitación e C.M.	1	38,59	0,85	86,9%	44,41	52,25	44,41	52,25
	Luces de navegación	1	0,02	0,62	78,5%	0,03	0,05	0,03	0,05
	Alumbrado exterior	1	0,45	0,85	86,9%	0,52	0,61	0,52	0,61
	Aparatos de comunicación	1	4,54	0,86	90,7%	5	5,81	5	5,81
	Aparatos de navegación	1	24,00	0,80	80,0%	30	37,50	30	37,50
	<b>TOTAL</b>								<b>79,96</b>

Por último, para cada unha das situacións estipularemos os coeficientes para calcular o factor de utilización e así poder obter a potencia consumida, tanto activa como aparente, de cada un dos equipos.

Para calcular a potencia das bombas, no caso de non ter a potencia eléctrica consumida dada polo fabricante, calcularémola da seguinte forma:

$$P_{e.c.} = \frac{Q * H * \rho * 9.81}{3600 * \eta_{mec} \eta_{elec}}$$



Sendo:

- Q: caudal en m<sup>3</sup>/h
- H: altura manométrica expresada en metros de columna de auga
- ρ: densidade do fluído en kg/m<sup>3</sup>
- η<sub>mec</sub>: rendemento mecánico da bomba.
- η<sub>elec</sub>: rendemento eléctrico da bomba.

### 3.3.1. Iluminación

Para calcular a potencia consumida pola iluminación imos a utilizar a fórmula dada no libro *Electricidad aplicada al Buque* de D. Manuel Baquerizo:

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

Sendo:

- L= fluxo luminoso en lumens (lm)
- E= iluminancia en luxes (lx)
- S= superficie a iluminar (m<sup>2</sup>).
- F<sub>d</sub>= factor de sucidade (entre 1.25 y 2.5).
- F<sub>u</sub>= factor de utilización, estimado como 0.5 para alumeado directo.

ABS na súa guía para obter as cotas de habilitación danos uns valores de iluminancia para os distintos espazos da habilitación e demais zonas.

O tipo de luminarias que escolleremos serán tipo LED da marca Resolux, máis concretamente o modelo 1000428 - CE FT 2X11W LED (EM). Estas luminarias teñen unha potencia requirida de 22W e dan unha fluxo luminoso de 2800 lumens o que nos dá un ratio de 127 lumens por vatio.

Unha vez feitas as medicións das superficies de cada compartimento podemos calcular a potencia que necesitamos, como se ve na táboa a continuación:

Espazo	Iluminancia requirida (lx)	Superficie (m <sup>2</sup> )	F <sub>d</sub>	F <sub>u</sub>	L (lm)	W
Camarotes	150	335,59	1,5	0,5	151015,50	1189,10
Escritorios	500	44,58	1,5	0,5	66865,80	526,50
Baño	200	217,54	1,5	0,5	130522,80	1027,74
Vestiaros	200	50,15	1,75	0,5	35104,51	276,41
Comedor	300	97,00	1,5	0,5	87299,19	687,40
Salas de entretemento	200	39,59	1,75	0,5	27711,74	218,20
Ximnasio	300	55,65	1,75	0,5	58430,30	460,08
Biblioteca	500	68,52	1,5	0,5	102785,40	809,33
Sala de ordenadores	300	22,47	1,5	0,5	20227,14	159,27
Salas de televisión ou cine	150	87,89	1,5	0,5	39551,45	311,43
Enfermería	500	53,30	1,5	0,5	79949,85	629,53
Corredoiros e escaleiras interiores	100	349,14	1,75	0,5	122200,30	962,21
Ascensores	100	1,54	1,75	0,5	539,00	4,24
Corredoiros exteriores (noite)	50	1896,33	2	0,5	379266,66	2986,35
Escaleiras exteriores	100		1,75	0,5	0,00	0,00
Ponte (día)	300	246,37	1,5	0,5	221735,70	1745,95
Oficinas	300	79,92	1,5	0,5	71931,60	566,39
Cociña	500	41,92	1,5	0,5	62887,05	495,17
Lavandería	300	11,00	1,5	0,5	9900,00	77,95
Pañol	300	106,39	2	0,5	127663,68	1005,23
Gambuza refrixerada	100	30,67	1,5	0,5	9200,61	72,45
Gambuza seca	200	30,91	1,5	0,5	18548,76	146,05
Cámara de máquinas	300	2281,00	2	0,5	2737200,00	21552,76
Sala xerador de emerxencia	200	30,35	1,75	0,5	21245,00	167,28
Sala de cadros	200	10,00	1,75	0,5	7000,00	55,12
Sala HVAC	200	17,50	1,75	0,5	12250,00	96,46
Sala do servo	200	33,04	1,75	0,5	23128,00	182,11
Talleres	300	88,19	2	0,5	105822,96	833,25
Pañol de pinturas	500	15,06	2	0,5	30120,00	237,17
Zonas de carga e manobra	200	1100,00	2	0,5	880000,00	6929,13

Σ	44410,26
---	----------

kW	44,41
----	-------

Ademais desta luces de habilitación e cámara de máquinas teremos as luces de navegación. Este son as que se definen a continuación:

Luz	Color	Ángulo	Millas	Potencia (W)
De tope	Branca	225°	6	13
De costado	Verde	112.5	3	4.6
De costado	Vermella	112.5	3	2.9
De alcance	Branca	135	3	2.8
De remolque	Amarela	135	3	2
De todo horizonte	Branca	360	3	4.8

A continuación vemos as luces escollidas, son da marca Lopolight.

ESTRIBOR					BABOR				
Montaje vertical					Montaje vertical				
Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Silver	92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Silver
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Black	92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Black

**ALCANCE**

Montaje horizontal



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
Ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Silver	<b>218134</b>
Ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Black	<b>218460</b>

**TODO HORIZONTE**

Montaje horizontal



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
Ø92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Silver	<b>218136</b>
Ø92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Black	<b>218462</b>

**TOPE DOBLE**

Montaje vertical



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Silver	<b>218037</b>
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Black	<b>218437</b>

**REMOLQUE**

Montaje vertical



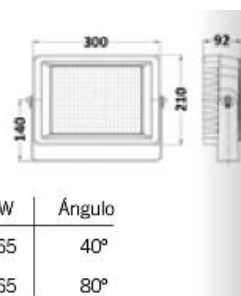
Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x75x44mm	3 nm	10-32	2	Silver	<b>218108</b>

Por último en canto á iluminación quedaranos dimensionar as luces para o exterior do buque, xa sexa para a manobra de amarre ou fondeo na proa, para as escalas reais ou para calquera traballa sobre a cuberta principal ou a cuberta toldilla.

Colocaremos o seguinte tipo de proxector da marca Bplus:

**MACAO**

Proyector de LED de máxima calidad. Carcasa de fundición de aluminio con frontal y difusor de plástico, resistente a los rayos UV y a la intemperie. Soporte de acero inox. El diseño de las lentes ofrece mayor eficiencia que en ningún otro proyector. IP67



	Color emitido	Número LED	V	W	Ángulo
Ref.: <b>222106</b>	Blanco frío	48	10-33	65	40°
Ref.: <b>222107</b>	Blanco frío	48	10-33	65	80°

Colocaremos un no pau de proa, 4 sobre a ponte alumendo a cuberta de carga, un a cada banda da habilitación para alumear os costados da cuberta toldilla e un máis alumendo a popa. Suman en total 8 proxectores a 65 W cada son 520 W de iluminación exterior.

**3.3.2. Resultados balance eléctrico.**

A continuación vemos como nos quedou o balance para cada unha das situacións cos diferentes equipos:

	Equipo	Uds.	Navegación				
			Kn	Krs	Ku	P	S
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	1	0,9	0,9	54,86	63,79
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	1	0,9	0,9	55,19	64,93
	Bomba auga camisas	2	1	0,9	0,9	25,48	29,97
	Bomba aceite lubricación	2	1	0,9	0,9	72,20	84,94
	Bomba de presión de aceite lub.	2	1	0,9	0,9	9,12	10,73
	Bomba suministro combustible	2	1	0,9	0,9	1,97	3,18
	Bomba trasiego combustible	2	1	0,9	0,9	0,87	1,10
	Ventilación cámara de máquinas	6	0,83	0,9	0,75	27,00	31,76
	Compresores aire arranque	2	0,5	0,2	0,1	5,14	6,12
	Purificadoras FO e aceite	2	1	0,9	0,9	17,31	21,91
	Maquinaria taller	1	1	0,2	0,2	3,00	3,49
	<b>TOTAL</b>					<b>272,13</b>	<b>321,92</b>
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	0	0	0	0	0
	Bombas achique e sentinas	2	0	0	0	0	0
	Bombas contraincendios	2	0	0	0	0	0
	Bomba auga nebulizada	2	0	0	0	0	0
	Bombas contraincendios emerx.	1	0	0	0	0	0
	Servomotor	2	1	0,5	0,5	95	110,4651
	Molinete ancla	2	0	0	0	0	0
	Chigres	3	0	0	0	0	0
	Grúa provisiones	2	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>95</b>	<b>110,4651</b>	
Habilitación	Xerador de auga doce	1	1	0,6	0,6	4,38	5,615385
	Planta TAR	1	1	0,6	0,6	3,936	5,046154
	Bomba de baleiro	2	0,5	1	0,5	2,55	3,109756
	Bomba auga potable	2	0,5	0,6	0,3	2,118	2,614379
	Aire acondicionado	1	1	0,5	0,5	2,75	3,235294
	Trituradora	1	1	0,3	0,3	2,7	3,176471
	Compactadora	1	1	0,2	0,2	0,72	0,837209
	Incinerador	1	1	0,4	0,4	5,88	7
	Secadora	2	1	0,2	0,2	12,4	14,7619
	Lavadora	2	1	0,2	0,2	0,36	0,455696
	Frigorífico	4	1	0,9	0,9	10,8	13,5
	Equipos de cociña	1	1	0,5	0,5	25	30,12048
	Gambuzas	1	1	0,9	0,9	7,2	8,470588
<b>TOTAL</b>					<b>80,79</b>	<b>97,94332</b>	
Alumbrado e nav.	Alumbrado habitación e C.M.	1	1	0,9	0,9	39,97	47,02235
	Luces de navegación	1	1	0,4	0,4	0,012	0,019355
	Alumbrado exterior	1	1	0,4	0,4	0,208	0,244706
	Aparatos de comunicación	1	1	0,5	0,5	2,5	2,906977
	Aparatos de navegación	1	1	0,9	0,9	27	33,75
	<b>TOTAL</b>					<b>69,69</b>	<b>83,94339</b>

	Equipo	Uds.	Maniobra				P	S
			Kn	Krs	Ku			
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	1	0,9	0,9	54,86	63,79	
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	1	0,9	0,9	55,19	64,93	
	Bomba auga camisas	2	1	0,9	0,9	25,48	29,97	
	Bomba aceite lubricación	2	1	0,9	0,9	72,20	84,94	
	Bomba de presión de aceite lub.	2	1	0,9	0,9	9,12	10,73	
	Bomba suministro combustible	2	1	0,9	0,9	1,97	3,18	
	Bomba trasiego combustible	2	1	0,9	0,9	0,87	1,10	
	Ventilación cámara de máquinas	6	0,83	0,9	0,75	27,00	31,76	
	Compresores aire arranque	2	0,5	0,8	0,4	20,56	24,48	
	Purificadoras FO e aceite	2	1	0,8	0,8	15,38	19,47	
	Maquinaria taller	1	0	0,2	0	0,00	0,00	
	<b>TOTAL</b>					<b>282,63</b>	<b>334,36</b>	
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	0	0	0	0	0	
	Bombas achique e sentinas	2	0	0	0	0	0	
	Bombas contraincendios	2	0	0	0	0	0	
	Bomba auga nebulizada	2	0	0	0	0	0	
	Bombas contraincendios emerx.	1	0	0	0	0	0	
	Servomotor	2	1	0,9	0,9	171	198,8372	
	Molinete ancla	2	0,5	0,9	0,45	206,1	242,4706	
	Chigres	3	0,666667	0,9	0,6	266,4	309,7674	
	Grúa provisións	2	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>					<b>643,5</b>	<b>751,0752</b>		
Habilitación	Xerador de auga doce	1	1	0,6	0,6	4,38	5,615385	
	Planta TAR	1	0	0	0	0	0	
	Bomba de baleiro	2	0,5	1	0,5	2,55	3,109756	
	Bomba auga potable	2	0,5	0,3	0,15	1,059	1,30719	
	Aire acondicionado	1	1	0,5	0,5	2,75	3,235294	
	Trituradora	1	0	0	0	0	0	
	Compactadora	1	0	0	0	0	0	
	Incinerador	1	1	0,4	0,4	5,88	7	
	Secadora	2	1	0,2	0,2	12,4	14,7619	
	Lavadora	2	1	0,2	0,2	0,36	0,455696	
	Frigorífico	4	1	0,6	0,6	7,2	9	
	Equipos de cociña	1	1	0,5	0,5	25	30,12048	
	Gambuzas	1	1	0,6	0,6	4,8	5,647059	
<b>TOTAL</b>					<b>66,38</b>	<b>80,25277</b>		
Alumbrado e nav.	Alumbrado habilitación e C.M.	1	1	0,9	0,9	39,97	47,02235	
	Luces de navegación	1	1	0,8	0,8	0,024	0,03871	
	Alumbrado exterior	1	1	0,4	0,4	0,208	0,244706	
	Aparatos de comunicación	1	1	0,7	0,7	3,5	4,069767	
	Aparatos de navegación	1	1	0,4	0,4	12	15	
	<b>TOTAL</b>					<b>55,7</b>	<b>66,37554</b>	

	Equipo	Uds.	Carga/Descarga				
			Kn	Krs	Ku	P	S
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba auga camisas	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba aceite lubricación	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba de presión de aceite lub.	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba suministro combustible	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba trasiego combustible	2	0	0	0	0,00	0,00
	Ventilación cámara de máquinas	6	0,50	0,8	0,4	14,40	16,94
	Compresores aire arranque	2	0,5	0,8	0,4	20,56	24,48
	Purificadoras FO e aceite	2	0	0	0	0,00	0,00
	Maquinaria taller	1	1	0,4	0,4	6,00	6,98
	<b>TOTAL</b>					<b>40,96</b>	<b>48,40</b>
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	1	0,8	0,8	161,9	186,1238
	Bombas achique e sentinas	2	1	0,3	0,3	10,75	13,60139
	Bombas contraincendios	2	0	0	0	0	0
	Bomba auga nebulizada	2	0	0	0	0	0
	Bombas contraincendios emerx.	1	0	0	0	0	0
	Servomotor	2	0	0	0	0	0
	Molinete ancla	2	0	0	0	0	0
	Chigres	3	1	0,3	0,3	133,2	154,8837
	Grúa provisiones	2	1	0,2	0,2	0,08	0,094118
<b>TOTAL</b>					<b>305,9</b>	<b>354,6089</b>	
Habilitación	Xerador de auga doce	1	1	0,6	0,6	4,38	5,615385
	Planta TAR	1	0	0	0	0	0
	Bomba de baleiro	2	0,5	1	0,5	2,55	3,109756
	Bomba auga potable	2	0,5	0,3	0,15	1,059	1,30719
	Aire acondicionado	1	1	0,5	0,5	2,75	3,235294
	Trituradora	1	0	0	0	0	0
	Compactadora	1	0	0	0	0	0
	Incinerador	1	1	0,4	0,4	5,88	7
	Secadora	2	1	0,2	0,2	12,4	14,7619
	Lavadora	2	1	0,2	0,2	0,36	0,455696
	Frigorífico	4	1	0,6	0,6	7,2	9
	Equipos de cocina	1	1	0,5	0,5	25	30,12048
	Gambuzas	1	1	0,6	0,6	4,8	5,647059
<b>TOTAL</b>					<b>66,38</b>	<b>80,25277</b>	
Alumbrado e nav.	Alumbrado habitación e C.M.	1	1	0,9	0,9	39,97	47,02235
	Luces de navegación	1	0	0	0	0	0
	Alumbrado exterior	1	1	0,5	0,5	0,26	0,305882
	Aparatos de comunicación	1	1	0,7	0,7	3,5	4,069767
	Aparatos de navegación	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>							

	Equipo	Uds.	Puerto				S
			Kn	Krs	Ku	P	
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba auga camisas	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba aceite lubricación	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba de presión de aceite lub.	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba suministro combustible	2	0	0	0	0,00	0,00
	Bomba trasiego combustible	2	0	0	0	0,00	0,00
	Ventilación cámara de máquinas	6	0,50	0,8	0,4	14,40	16,94
	Compresores aire arranque	2	0,5	0,8	0,4	20,56	24,48
	Purificadoras FO e aceite	2	0	0	0	0,00	0,00
	Maquinaria taller	1	1	0,4	0,4	6,00	6,98
	<b>TOTAL</b>					<b>40,96</b>	<b>48,40</b>
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	0	0	0	0	0
	Bombas achique e sentinas	2	0	0	0	0	0
	Bombas contraincendios	2	0	0	0	0	0
	Bomba auga nebulizada	2	0	0	0	0	0
	Bombas contraincendios emerx.	1	0	0	0	0	0
	Servomotor	2	0	0	0	0	0
	Molinete ancla	2	0	0	0	0	0
	Chigres	3	0	0	0	0	0
	Grúa provisiones	2	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>0</b>	<b>0</b>	
Habilitación	Xerador de auga doce	1	1	0,6	0,6	4,38	5,615385
	Planta TAR	1	1	0,6	0,6	3,936	5,046154
	Bomba de baleiro	2	0,5	1	0,5	2,55	3,109756
	Bomba auga potable	2	0,5	0,3	0,15	1,059	1,30719
	Aire acondicionado	1	1	0,5	0,5	2,75	3,235294
	Trituradora	1	1	0,3	0,3	2,7	3,176471
	Compactadora	1	1	0,2	0,2	0,72	0,837209
	Incinerador	1	1	0,4	0,4	5,88	7
	Secadora	2	1	0,2	0,2	12,4	14,7619
	Lavadora	2	1	0,2	0,2	0,36	0,455696
	Frigorífico	4	1	0,6	0,6	7,2	9
	Equipos de cocina	1	1	0,5	0,5	25	30,12048
	Gambuzas	1	1	0,6	0,6	4,8	5,647059
<b>TOTAL</b>					<b>73,73</b>	<b>89,3126</b>	
Alumbrado e nav.	Alumbrado habitación e C.M.	1	1	0,9	0,9	39,97	47,02235
	Luces de navegación	1	0	0	0	0	0
	Alumbrado exterior	1	1	0,2	0,2	0,104	0,122353
	Aparatos de comunicación	1	1	0,2	0,2	1	1,162791
	Aparatos de navegación	1	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>					<b>41,07</b>	<b>48,3075</b>

	Equipo	Uds.	Emerxencia				P	S
			Kn	Krs	Ku			
Auxiliares cámara de máquinas	Bomba auga salgada	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba a.d. baixa temperatura	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba auga camisas	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba aceite lubricación	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba de presión de aceite lub.	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba suministro combustible	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Bomba trasiego combustible	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Ventilación cámara de máquinas	6	0,83	0,9	0,75	27,00	31,76	
	Compresores aire arranque	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Purificadoras FO e aceite	2	0	0	0	0,00	0,00	
	Maquinaria taller	1	0	0	0	0,00	0,00	
	<b>TOTAL</b>					<b>27,00</b>	<b>31,76</b>	
Auxiliares casco e carga	Bombas lastre	3	0,666667	1	0,666667	134,9	155,1032	
	Bombas achique e sentinas	2	1	1	1	35,82	45,33797	
	Bombas contraincendios	2	1	1	1	43,74	51,45366	
	Bomba auga nebulizada	2	1	1	1	333,3	383,087	
	Bombas contraincendios emerx.	1	1	1	1	6,402	7,444459	
	Servomotor	2	1	1	1	190	220,9302	
	Molinete ancla	2	0	0	0	0	0	
	Chigres	3	0	0	0	0	0	
	Grúa provisiones	2	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>					<b>744,2</b>	<b>863,3565</b>		
Habilitación	Xerador de auga doce	1	0	0	0	0	0	
	Planta TAR	1	0	0	0	0	0	
	Bomba de baleiro	2	0	0	0	0	0	
	Bomba auga potable	2	0	0	0	0	0	
	Aire acondicionado	1	0	0	0	0	0	
	Trituradora	1	0	0	0	0	0	
	Compactadora	1	0	0	0	0	0	
	Incinerador	1	0	0	0	0	0	
	Secadora	2	0	0	0	0	0	
	Lavadora	2	0	0	0	0	0	
	Frigorífico	4	0	0	0	0	0	
	Equipos de cociña	1	0	0	0	0	0	
	Gambuzas	1	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>					<b>0</b>	<b>0</b>		
Alumbrado e nav.	Alumbrado habitación e C.M.	1	1	1	1	44,41	52,24706	
	Luces de navegación	1	1	1	1	0,03	0,048387	
	Alumbrado exterior	1	1	1	1	0,52	0,611765	
	Aparatos de comunicación	1	1	1	1	5	5,813953	
	Aparatos de navegación	1	1	1	1	30	37,5	
	<b>TOTAL</b>					<b>79,96</b>	<b>96,22116</b>	



#### 4. Elección dos motores xeradores.

Tras realizar o balance eléctrico súmanse as potencias activas e aparentes de todos os equipos e así obtéñense as demandas de enerxía en cada situación. Ademais, obtemos tamén o factor de potencia de cada situación simplemente dividindo a potencia activa entre a potencia aparente.

Os resultados obtidos son os seguintes:

	<b>Instalada</b>			<b>Navegación</b>			<b>Manobra</b>		
	P (KW)	S (KVA)	fdp	P (KW)	S (KVA)	fdp	P (KW)	S (KVA)	fdp
Aux. cámara de máquinas	365,73	432,72	0,85	272,13	321,92	0,85	282,63	334,36	0,85
Aux. casco e carga	1713,65	1996,01	0,86	95,00	110,47	0,86	643,50	751,08	0,86
Habilitación	192,62	232,19	0,83	80,79	97,94	0,82	66,38	80,25	0,83
Alumeado e navegación	79,96	96,22	0,83	69,69	83,94	0,83	55,70	66,38	0,84
<b>TOTAL</b>	<b>2351,96</b>	<b>2757,14</b>	<b>0,85</b>	<b>517,62</b>	<b>614,27</b>	<b>0,84</b>	<b>1048,21</b>	<b>1232,06</b>	<b>0,85</b>

	<b>Carga/Descarga</b>			<b>Porto</b>			<b>Emerxencia</b>		
	P (KW)	S (KVA)	fdp	P (KW)	S (KVA)	fdp	P (KW)	S (KVA)	fdp
Aux. cámara de máquinas	40,96	48,40	0,85	40,96	48,40	0,85	27,00	31,76	0,85
Aux. casco e carga	305,87	354,61	0,86	0,00	0,00	-	744,18	863,36	0,86
Habilitación	66,38	80,25	0,83	73,73	89,31	0,83	0,00	0,00	-
Alumeado e navegación	43,73	51,40	0,85	41,07	48,31	0,85	79,96	96,22	0,83
<b>TOTAL</b>	<b>456,94</b>	<b>534,66</b>	<b>0,85</b>	<b>155,77</b>	<b>186,02</b>	<b>0,84</b>	<b>851,14</b>	<b>991,34</b>	<b>0,86</b>

A continuación facemos un resumo do consumo en cada situación e, tendo en conta un marxe do 20%, analizamos que cantidade de motores xeradores nos será máis conveniente levar.

A táboa a continuación danos os datos dos que acabamos de falar. Á esquerda temos as distintas situacións coa súa demanda de enerxía eléctrica total. Imos a estudar os casos con 2, 3, 4 e 5 xeradores para ver cal é o mellor no noso caso. Para cada un destes casos, xusto debaixo de cada número de xeradores, calculamos a potencia unitaria que terían que dar N-1 xeradores para dar a potencia máxima requirida. É dicir, no primeiro caso, con 2 xeradores, un só xerador tería que dar a potencia total, no caso de 3 xeradores, 2 xeradores terían que dar a metade da potencia cada un, e quedaríanos outro motor igual que sería capaz de dar tamén a metade da potencia, isto último é o que significa o apartado de reserva.

<b>Situación</b>	<b>kVA</b>	<b>Número de xeradores e S<sub>G</sub></b>			
		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
		<b>1478,47</b>	<b>739,24</b>	<b>492,82</b>	<b>369,62</b>
Nav.	614,27	41,55%	83,10%	62,32%	83,10%
Manobra	1232,06	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
C/D	534,66	36,16%	72,33%	54,24%	72,33%
Porto	186,02	12,58%	25,16%	37,75%	50,33%
Emerx.	991,34	67,05%	67,05%	67,05%	67,05%
Reserva	-	100%	50%	33%	25%

Max + 20%	1478,47
-----------	---------

Como vemos, tanto a opción con tres motores como a opción con cinco son as que mellor se adaptan nas tres primeiras situacións a que os motores funcionen a un réxime próximo ao 80 %. En canto a situación en porto a opción de 5 xeradores é mellor que a de tres pero teríamos que realizar un investimento maior en compra de xeradores que o que realmente imos a perder traballando en porto ao 20% xa que a situación de porto darase nunha marxe moi pequena en comparación ás demais situacións. Porén, se podemos instalar só tres xeradores en lugar de 5 será moito mellor, polo que a opción que escolleremos será a de tres xeradores.

Neste punto buscamos un motor que satisfaga estes requirimentos. Escollemos o motor Wärtsilä Auxpac 16 630W6L16 60 Hz que ten un potencia de 660 kW e cuxas características aparecen no Anexo I.

O alternador que leva é da marca Leroy Somer e ten as seguintes características:

Generator data (Note 4)		
Generator brand		Leroy Somer
Frequency	Hz	60
Rated output	kVa	788
Voltage	V	450
Rated current	A	1011
Power factor		0.8
CT/Ratio		1250/1A 10VA CL0.5

Agora, cos datos do motor vemos a que réxime vaia traballar realmente en cada situación.

Co motor escollido				
Situación	kVA	Potencia unitaria	Motores funcionando	Carga do motor
Nav.	614,27	788	1	78%
Maniobra	1232,06	788	2	78%
C/D	534,66	788	1	68%
Puerto	186,02	788	1	24%
Emerg.	613,31	788	2	39%

O mesmo pasa co xerador de emerxencia, para o cal escollemos o motor Wärtsilä Auxpac 20 875W6L20 / 60Hz . Igual que fixemos cos xeradores principais, imos a ver a que carga traballa o xerador de emerxencia na situación de emerxencia.

Co xerador de emerxencia na situación de emerxencia				
Situación	kVA	Potencia unitaria	Motores funcionando	Carga do motor
Emerg.	991,34	1094	1	91%

De ter que entrar en funcionamento o motor de emerxencia traballaría a un réxime algo superior ao 80% pero que sería aceptable.

## 5. Unifilar eléctrico.

O esquema unifilar representa a grandes rasgos a planta eléctrica do buque.

O tipo de rede escollida é a distribución radial composta, que divide o cadro principal en dous, unha parte conectada directamente a un xerador principal e a outra conectada aos outros dous; entre ambas existe un seccionador que pode abrir e cerrar o paso da corrente dunha rama á outra.

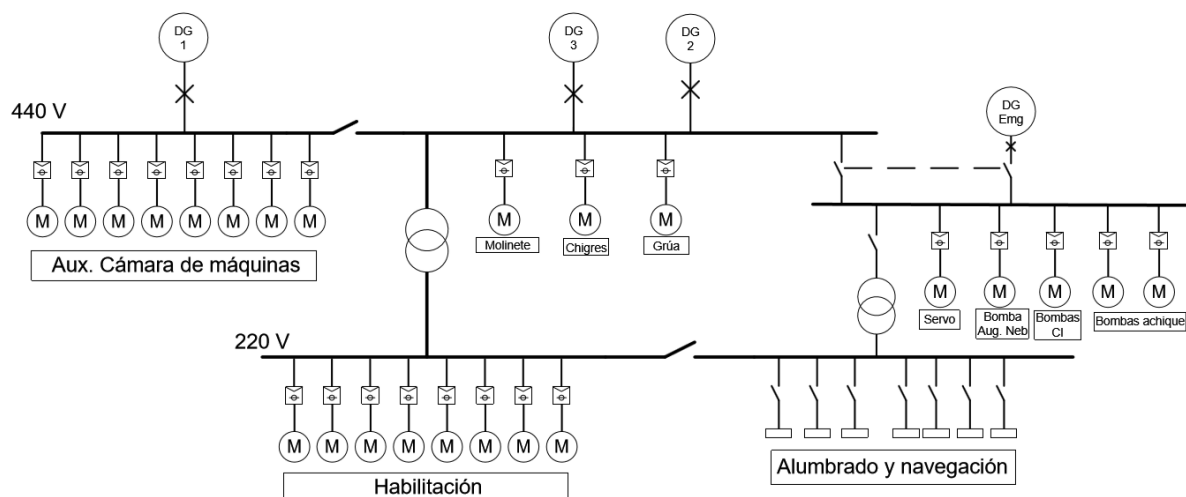
O uso da distribución composta responde a unha necesidade de seguridade e dispoñibilidade: o feito de dividir a planta en dúas partes permite protexer a unha de fallos que poidan surxir na outra, e así asegurar que só unha das ramas caería en caso de fallo eléctrico.

Da sección con dous xeradores aliméntase unha liña de 220 V a través dun transformador. Esta liña subministra aos equipos de habilitación, alumeados e navegación que traballen a esta tensión.

Por outra parte existe un cadro específico de emerxencia ao que se conecta a fonte de emerxencia. Este cadro está en condicións normais conectado ao cadro principal.

Para alimentar aos consumidores de alumeados e navegación, que deben estar operativos en situación de emerxencia, dispónse un trafo independente que só se emprega na devandita situación. Este trafo conéctase ao cadro de emerxencia e está, en condicións normais, desconectado.

A continuación podemos ver unha disposición esquemática que tenta explicar o tipo de unifilar que acabamos de explicar. Nel vemos que tanto do cadro principal de 440V como do cadro principal de 220 V colgan xa directamente os consumidores xa que esta é unha disposición simplificada, nunha disposición completa os consumidores colgarían de cadros secundarios. Estes cadros secundarios adoitan dividirse en dous tipos principais, os esenciais, aqueles que poder ser alimentados dende o cadro de emerxencia, e os non esenciais, todos os demais.



**BIBLIOGRAFÍA.**

- Bouza Fernández, J. *Cuadernos Técnicos da Materia Sistemas eléctricos e electrónicos do buque.*
- Baquerizo Pardo, M. & Garriga Herrero, A. (1976). *Electricidad aplicada al buque.* [Madrid]: Fondo Editorial de Ingeniería Naval. Asociación de Ingenieros Navales.
- American Bureau of Shipping,. (2016). *GUIDE FOR CREW HABITABILITY ON SHIPS*  
Visto en [http://ww2.eagle.org/en/rules-and-resources/rules-and-guides.html#/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/102\\_crewhabitabilityonships](http://ww2.eagle.org/en/rules-and-resources/rules-and-guides.html#/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/102_crewhabitabilityonships)
- *Resolux - Products.* (2016). *Resolux.dk.* Visto en [http://www.resolux.dk/5-1000428-ce-ft-2x11w-led-\(em\).html?mcat=50&caction=showmember&member=141](http://www.resolux.dk/5-1000428-ce-ft-2x11w-led-(em).html?mcat=50&caction=showmember&member=141)
- (2016). *Baitra.com.* Visto en <http://www.baitra.com/pdf/es/catalogo.html#p=390>
- Wärtsilä, Ship Power Technology (2014). *WÄRTSILÄ AUXPAC PRODUCT GUIDE*

**ANEXO I. Datos técnicos motor xerador.**

<b>Wärtsilä Auxpac</b>		<b>525W5L16 / 60 Hz</b>	<b>630W6L16 / 60 Hz</b>	<b>735W7L16 / 60 Hz</b>
Engine speed	rpm	1200	1200	1200
Engine output	kW	550	660	770
Mean effective pressure	MPa	2.19	2.19	2.19
<b>Combustion air system</b>				
Flow of air at 100% load	kg/s	1.15	1.38	1.61
Temperature at turbocharger intake, max	°C	45	45	45
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	25...38	25...38	25...38
<b>Exhaust gas system (Note 1)</b>				
Flow at 100% load	kg/s	1.18	1.416	1.65
Flow at 85% load	kg/s	1.01	1.212	1.41
Temp. after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	345	345	345
Temp. after turbocharger at 85% load (TE 517)	°C	340	340	340
Backpressure, max.	kPa	4.0	4.0	4.0
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	273	299	323
<b>Heat balance at 100% load (Note 2)</b>				
Jacket water	kW	125	150	175
Charge air (LT-circuit)	kW	205	246	287
Lubricating oil	kW	80	96	112
Radiation, etc	kW	9	10	12
<b>Fuel system (Note 3)</b>				
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±0	700±50	700±0
Pressure before injection pumps, unifuel system	kPa	1000±0	1000±50	1000±0
HFO viscosity before injection pumps	cSt	16...24	16...24	16...24
HFO viscosity before injection pumps, unifuel system	cSt	12...24	12...24	12...24
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	140	140	140
MDF viscosity, min.	cSt	1.8	1.8	1.8
Max. MDF temperature before engine (TE 101)	°C	60	60	60
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	200	200	200
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	200	200	200
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	201	201	201
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	210	210	210
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	1.7	2.0	2.4
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	0.3	0.4	0.5

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
<b>Lubricating oil system</b>				
Pressure before engine, nom. (PT 201)	kPa	450	450	450
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	200	200	200
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	66	66	66
Temperature after engine, about	°C	80	80	80
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	18	21	25
Priming pump capacity	m³/h	5.5	5.5	5.5
Filter fineness, mesh size	mi-crons	25	25	25
Oil consumption at 100% load, about	g/kWh	0.6	0.6	0.6
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	460	552	644
Crankcase ventilation backpressure, max.	kPa	0.3	0.3	0.3
<b>High temperature cooling water system</b>				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	320	320	320
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	85	85	85
Temperature after engine, nom.	°C	90	90	90
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	15.0	18.0	21.0
Pressure drop over engine	kPa	70	70	70
Pressure drop in external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
Engine water volume	m³	0.053	0.058	0.063
<b>Low temperature cooling water system</b>				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	320	320	320
Temperature before engine (TE 451)	°C	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	18.0	22.0	26.0
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30	30	30
Pressure drop over thermostatic valve	kPa	30	30	30
Pressure drop over oil cooler	kPa	50	50	50
Pressure drop in the external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
<b>Starting air system</b>				
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000
Pressure, max	kPa	3000	3000	3000
Pressure, min	kPa	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm³	0.6	0.6	0.6
<b>Generator data (Note 4)</b>				
Generator brand		Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer
Frequency	Hz	60	60	60
Rated output	kVa	688	788	963
Voltage	V	450	450	450
Rated current	A	883	1011	1234
Power factor		0.8	0.8	0.8
CT/Ratio		1000/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5

**ANEXO II. Datos técnicos motor emergencia.**

Wärtsilä Auxpac		520W4L20 / 60 Hz IMO Tier 2	645W4L20 / 60 Hz IMO Tier 2	760W6L20 / 60 Hz IMO Tier 2	875W6L20 / 60 Hz IMO Tier 2
Engine speed	rpm	900	900	900	900
Engine output	kW	548	680	800	920
Mean effective pressure	MPa	2.08	2.58	2.02	2.32
<b>Combustion air system</b>					
Flow of air at 100% load	kg/s	1.13	1.37	1.68	1.9
Temperature at turbocharger intake, max	°C	45	45	45	45
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	50...70	50...70	50...70	50...70
<b>Exhaust gas system (Note 1)</b>					
Flow at 100% load	kg/s	1.16	1.41	1.72	1.95
Flow at 85% load	kg/s	1.01	1.22	1.5	1.69
Temp. after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	336	335	322	319
Temp. after turbocharger at 85% load (TE 517)	°C	344	335	331	323
Backpressure, max.	kPa	3.0	4.0	3.0	3.0
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	269	296	324	344
<b>Heat balance at 100% load (Note 2)</b>					
Jacket water	kW	130	149	192	210
Charge air (LT-circuit)	kW	137	210	197	260
Lubricating oil	kW	104	113	138	143
Radiation, etc	kW	32	32	45	45
<b>Fuel system (Note 3)</b>					
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50
Pressure before injection pumps, unifuel system	kPa	1000±50	1000±50	1000±50	1000±50
HFO viscosity before injection pumps	cSt	16...24	16...24	16...24	16...24
HFO viscosity before injection pumps, unifuel system	cSt	12...24	12...24	12...24	12...24
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	140	140	140	140
MDF viscosity, min.	cSt	1.8	1.8	1.8	1.8
Max. MDF temperature before engine (TE 101)	°C	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	197	196	193	192
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	198	196	195	193
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	200	197	197	194
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	212	207	206	203
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	2.3	2.8	3.2	3.7
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	0.5	0.6	0.6	0.7
<b>Lubricating oil system</b>					
Pressure before engine, nom. (PT 201)	kPa	450	450	450	450
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	80	80	80	80
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	66	66	66	66
Temperature after engine, about	°C	78	78	78	78
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	25	25	32	32



Wärtsilä Auxpac		520W4L20 / 60 Hz IMO Tier 2	645W4L20 / 60 Hz IMO Tier 2	760W6L20 / 60 Hz IMO Tier 2	875W6L20 / 60 Hz IMO Tier 2
Priming pump capacity	m³/h	10.5	10.5	10.5	10.5
Oil volume, nom.	m³	0.41	0.41	0.76	0.76
Filter fineness, mesh size	mi- crons	25	25	25	25
Oil consumption at 100% load, about	g/kWh	0.5	0.5	0.5	0.5
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	520	520	780	780
Crankcase ventilation backpressure, max.	kPa	0.4	0.4	0.4	0.4
<b>High temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	200 + static	200 + static	200 + static	200 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	500	500	500	500
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	83	83	83	83
Temperature after engine, nom.	°C	91	91	91	91
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	19.5	19.5	29.0	29.0
Pressure drop over engine	kPa	90	90	90	90
Pressure drop in external system, max.	kPa	120	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Engine water volume	m³	0.08	0.08	0.105	0.105
<b>Low temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	200 + static	200 + static	200 + static	200 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	500	500	500	500
Temperature before engine (TE 451)	°C	25...38	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	22.5	22.5	34.0	34.0
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30	30	30	30
Pressure drop over thermostatic valve	kPa	30	30	30	30
Pressure drop over oil cooler	kPa	30	30	30	30
Pressure drop in the external system, max.	kPa	120	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
<b>Starting air system</b>					
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000
Pressure, max	kPa	3000	3000	3000	3000
Pressure, min	kPa	1800	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm³	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>Generator data (Note 4)</b>					
Generator brand		Fenxi	Fenxi	Fenxi	Fenxi
Frequency	Hz	60	60	60	60
Rated output	kVa	650	806	950	1094
Voltage	V	450	450	450	450
Rated current	A	834	1034	1219	1404
Power factor		0.8	0.8	0.8	0.8
CT/Ratio		1500/5 5P10, 20 VA	1500/5 5P10, 20 VA	1500/5 5P10, 20 VA	2000/5 5P10, 20 VA
Temperature rise		F	F	F	F
Insulation class		F	F	F	F
Xd (Unsaturated)	p.u	3.69	3.18	4.22	4.87
X'd (Saturated)	p.u	0.23	0.18	0.21	0.24



## ANEXO III. Folla técnica das luminarias.



## 1000428 - CE FT 2X11W LED (EM)



2. gen.

## APPLICATIONS

Turbine

Nacelle / Hub

## DESCRIPTION

The Wind Light FT LED is a very flexible light with IP65 enclosure protection. The base is made of moulded reinforced fiberglass. Injected linear opal (milky) UV stabilized diffuser in polycarbonate (PC). The clips attaching the diffuser to the base is a one part polyamide clips. White painted metal geartray, hingeable on the stainless steel reflector clip for ease of maintenance. Specially designed to be vibration resistant. Delivered with LED modules (LED strip) and a LED indicator for stand by emergency mode.

The light can be delivered with grommets, cable glands, plug solution or can be equipped with external junction box with 6 blind plugs and inside box 3 loose M25 Cable glands.

Terminals inside box:

- L1** Switched live (normal light on/off). Switch can be a part of light system delivered by Resolux.
- L2** Unswitched live (Emergency light battery charging). Must be a permanent live/phase/supply.
- L3** Optional. (For looping if needed)
- N** Neutral connection
- PE** Earth

Operation ambient temperature: -5°C to 50°C  
Survival ambient temperature: -20°C to 50°C

Mechanical impact resistance: IK05  
Water resistant: IP65  
Relative Humidity: 100%

Made according to specifications in EN60598 and EN50308.

Estimated lifetime: 50.000 hours of operation (equals 20 years with an average of 6 hours operation per day)

Warranty: 2 years.





## 1000428 - CE FT 2X11W LED (EM)

### PRODUCT VARIATION

#### Emergency

Option: Emergency battery backup (EM) 90min at 25% of normal light output.  
Battery is recommended to service every 5-6 years

#### Light source

2x11W LED modules (LED strip)  
2x1400 lumen (combined 2800 lumen nominally)  
(CRI > 80 and CCT = 4000K).

#### Screen/lattice

Injected linear opal (milky) polycarbonate diffuser, UV stabilized.

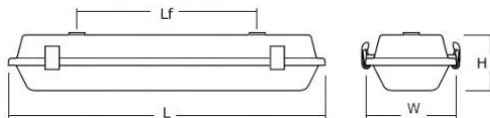
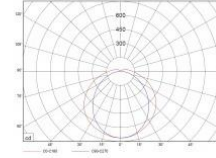
#### Electrical

Electronic driver  
Input voltage: 120-277VAC (100-277VAC UL only)  
Input frequency: 50/60 Hz.  
Option: Emergency battery backup 90min at 25% of normal light output.  
Max power consumption: 0,33A@120V

Special wiring and mounting in particular to resist vibrations.

#### Mounting

Fixing point distance 400mm (Lf).



### PRODUCT TYPES

Item no.	Watt	Tube	L	W	H	Lf	Lf
1000428	2x11	LED strip	665	134	98,5	400	
Item no.	Watt	Tube	L	W	H	Lf	Lf

Subject to technical changes, misprints and errors

