

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**Cálculo y dimensionamiento de la planta generadora
y del conexionado de cuadros de un remolcador
de 3.000 H. P.**

Francisco Arcadio CAMACHO SÁNCHEZ



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Julio 2011**



AVISO IMPORTANTE:

El único responsable del contenido de este proyecto es el alumno que lo ha realizado.

La Universidad de Cádiz, La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval, los Departamentos a los que pertenecen el profesor tutor y los miembros del Tribunal de Proyectos Fin de Carrera así como el mismo profesor tutor **NO SON RESPONSABLES DEL CONTENIDO DE ESTE PROYECTO.**

Los proyectos fin de carrera pueden contener errores detectados por el Tribunal de Proyectos Fin de Carrera y que estos no hayan sido implementados o corregidos en la versión aquí expuesta.

La calificación de los proyectos fin de carrera puede variar desde el aprobado (5) hasta la matrícula de honor (10), por lo que el tipo y número de errores que contienen puede ser muy diferentes de un proyecto a otro.

Este proyecto fin de carrera está redactado y elaborado con una finalidad académica y nunca se deberá hacer uso profesional del mismo, ya que puede contener errores que podrían poner en peligro vidas humanas.

Fdo. La Comisión de Proyectos de Fin de Carrera
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval
Universidad de Cádiz

1	MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1.1	OBJETIVO	5
1.2	EL REMOLCADOR	5
1.2.1	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	5
1.2.2	TIPOS DE REMOLCADORES	6
1.3	GENERALIDADES	11
1.4	EMPLEO OPERATIVO DEL BUQUE	12
1.5	CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE	12
1.6	DISPOSICIÓN GENERAL	14
1.7	SISTEMA DE REMOLQUE	15
1.8	SISTEMA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	15
1.9	SISTEMA DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN	15
1.10	PLANTA PROPULSORA	16
1.11	PLANTA GENERADORA	18
1.11.1	MÁQUINA MOTRIZ	18
1.11.2	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS GENERADORES	19
1.11.3	Reguladores de tensión.	19
1.11.4	Emplazamiento.	20
1.11.5	Determinación de la potencia a instalar	20
1.12	DISTRIBUCIÓN	20
1.12.1	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	20
1.12.2	REDES DE DISTRIBUCIÓN	21
1.12.3	CUADROS DE DISTRIBUCIÓN	22

1.12.4	Cuadro eléctrico principal:	23
1.12.5	Ubicación de los cuadros:	24
1.12.6	Cuadros de derivación:	26
1.12.7	Identificación de los cuadros de distribución.	27
1.12.8	Circuito de alimentación a motores	28
1.12.9	Conductores	29
1.12.10	Canalizaciones eléctricas	32
1.12.11	Tendido y conexionado de cables	35
1.12.12	TIERRA.	38
1.13	Arranque de los motores:	40
1.14	TRANSFORMADORES	45
1.15	CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	47
1.15.1	ALUMBRADO	47
1.15.2	BOMBAS	57
1.15.3	VENTILADORES	64
1.15.4	COMPRESORES DE AIRE	66
1.15.5	AIRE ACONDICIONADO	68
1.16	BALANCE ELÉCTRICO	71
1.16.1	SITUACIONES DE CONSUMO ELÉCTRICO	71
1.16.2	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	72
1.16.3	RESOLUCIÓN DEL BALANCE ELÉCTRICO	73
1.17	SELECCIÓN DE LOS GRUPOS GENERADORES	82
1.18	PLANTA DE EMERGENCIA	84

1.18.1	ELECCIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA	85
1.18.2	Fuente transitoria de energía y sistema de corriente continua.	87
1.18.3	Características del generador de emergencia.	89
1.18.4	CÁLCULO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA	90
1.18.5	CONEXIONADO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA	94
1.18.6	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.	95
2	CÁLCULOS	97
2.1	CÁLCULO DE CONDUCTORES	97
2.1.1	CALCULO DE SECCION SEGÚN LA CAIDA DE TENSION MAXIMA PERMITIDA	97
2.1.2	CÁLCULO DE SECCION SEGÚN EL CALENTAMIENTO	98
2.1.3	FACTORES DE CORRECCIÓN	102
2.1.4	DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES	106
2.1.5	Dimensionamiento de Bandejas	148
2.2	Corrientes de cortocircuito	156
2.2.1	Tipos de cortocircuitos	156
2.2.2	Tipos de corriente de cortocircuito	157
2.2.3	Condiciones de diseño	159
2.2.4	Cálculo de corrientes de cortocircuito.	161
2.3	Aparamenta.	171
2.3.1	Protección eléctrica	172
2.3.2	Aislamiento	173
2.3.3	Control de la aparamenta	175
2.3.4	Dispositivos de conmutación elementales	177

2.3.5	Elección de la aparamenta	181
2.3.6	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	183
2.3.7	CONTACTORES	190
3	PRESUPUESTO	193
4	BIBLIOGRAFÍA	199
5	ANEXOS	200
5.1	PLANOS	200
5.2	FICHAS TÉCNICAS Y CATÁLOGOS	200

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es dimensionar la planta generadora así como diseñar y calcular el conexionado de cuadros y la distribución eléctrica de un remolcador de 3000HP.

1.2 EL REMOLCADOR

1.2.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

El uso de remolcadores se remonta a la época de los buques de vela. En sus orígenes era un bote de remos cuya misión era la ayuda en las zonas de difícil acceso para buques que no gozaban de una buena capacidad de maniobra.

Poco a poco, en el siglo XIX, los remolcadores evolucionaron y se fueron elaborando diseños específicos de botes a los cuales se les dotaba de una máquina de vapor accionada mediante palas. Posteriormente la hélice se emplearía como propulsor.

Con el descubrimiento del Motor Diesel se abre una nueva era, dicha máquina se empieza a emplear en este tipo de buques lo que le hace pasar a ser considerado como un pequeño buque convencional que tiene una gran potencia para su tamaño, con la cual remolcaba a los grandes buques empleando su fuerza sobre estos mediante un gancho fijo con los que estos se unían mediante un cabo que aportaba el buque a remolcar.

Pasada la mitad del siglo XX, la evolución del remolcador se produce por la aplicación del propulsor Voith. Actualmente podemos clasificar los remolcadores en función de su sistema de propulsión, así como la disposición de los mismos de tal modo:

- Convencional y Azimutal (propulsión a popa)
- Cicloidal y Azimutal (propulsión a proa, tractor)

La existencia de estos buques está más que justificada, tanto desde la antigüedad, como en la actualidad, debido a la importancia del comercio marítimo mundial, por lo que la actividad de los puertos es elevada y es necesaria la actividad de remolque en mucho de los casos. Por otro lado, los desastres que se han producido justifican la existencia no sólo de dicho buque como remolcador, sino también con otras funciones esenciales para la preservación del medio ambiente (remolcadores de lucha contra contaminación) así como en caso de accidentes e incendios producidos en un buque (remolcadores contra incendios y con dotación de hospital).

1.2.2 TIPOS DE REMOLCADORES

Consideramos que los remolcadores se pueden clasificar de dos modos:

- Según las funciones y/o las zonas donde operen.
- Según el tipo de propulsión con el que cuenten.

1.2.2.1 *POR FUNCIONES Y/O ZONAS DE TRABAJO*

A) Remolcadores de Lucha contra Incendios

Estos remolcadores deben estar capacitados para poder presentarse cuanto antes en el lugar siniestrado. Deberán estar dotados de medios que permitan una buena visibilidad desde el puente. Para ello, y debido a las altas temperaturas que se podrán alcanzar, los cristales de las ventanas deben ser resistentes al fuego y contar con cortinas de autoprotección.

No sólo las ventanas deberán contar con materiales que resistan las altas temperaturas donde operarán, también será muy importante que el remolcador posea un sistema de autoprotección para dichas zonas. También será vital que la existencia de hidrocarburos y plásticos flotando en la zona no afecten en ningún momento al buen funcionamiento de los sistemas de circulación y refrigeración de los motores principales. Debido a los largos periodos en espera en que tendrán que trabajar los equipos conviene que sean diseñados con tales capacidades y características.

B) Remolcadores de Salvamento

Como las tareas que van a desarrollar son de vital importancia requieren que el tiempo empleado en llegar al lugar del accidente sea el menor posible por si

hubiera vidas en peligro. Por dicho propósito deberán estar dotados de una gran velocidad en marcha libre, de una gran capacidad de maniobrabilidad y de defensas para poder abarlotarse a cualquier buque con facilidad.

Deberán contar también con un pequeño hospital donde sea posible atender a los posibles heridos, así como una zona de despegue de helicóptero por si fuera necesario realiza evacuaciones de urgencia. Contarán también con medios de izado mecánicos.

C) Remolcadores de lucha contra la contaminación

Podemos hablar de dos tipos principalmente, según tengan tanques de almacenamiento y concentración de vertidos o no.

Los primeros contarán con tanques donde puedan almacenar los vertidos que se hayan derramado al mar. Para la recogida de tales vertidos y limpieza de la zona deberán contar con medios para el largado de barreras, manejo y posicionamiento de los skimmers, así como de tangones para poder utilizar dispersantes o elementos físicos o químicos que hagan más fácil la lucha contra la contaminación.

Los segundos contarán con los mismos medios anteriores, pero sin tanques donde almacenar los vertidos.

D) Remolcadores costeros y de puerto

A la hora de construir un remolcador, en la mayoría de los casos, se opta por construir remolcadores que sean válidos para ambas situaciones, tanto para maniobrar en puerto como en la costa. Sin embargo, en algunos casos se decide previamente cuál será su uso futuro porque eso reducirá el gasto económico, ya que en el caso del remolcador de puerto, las exigencias reglamentarias son menores que en los remolcadores costeros y por tanto menor su inversión.

Definimos el remolcador de puerto como aquel que se encarga de facilitar la entrada y salida de los buques remolcándoles y ayudándoles a maniobrar. Desde hace años, dichos remolcadores se diseñaban según las características del puerto al que prestaban sus servicios, así como en función de la potencia y el tipo de propulsor. Teniendo en cuenta todas estas características se estudiaba el diseño con la mínima eslora y calado posible para que pueda evolucionar con mayor eficacia.

Los remolcadores costeros son similares, aunque con mayores exigencias las cuales lo encarecerán.

E) Remolcadores para canales, esclusas y diques

Tienen una gran similitud con los comentados anteriormente, pero al tener zonas especiales de trabajo, también contarán con limitaciones físicas especiales.

F) Remolcadores de altura.

El concepto de remolcador de altura es el que más se acerca al buque convencional. Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en su diseño es la tracción, así como también el tipo de navegación a efectuar, así el remolcador asegurará el remolque incluso en condiciones meteorológicas adversas.

Cuando la potencia necesaria supera los 3.500 HP lo usual es dotar al remolcador de dos propulsores.

Dentro de este tipo de remolcadores podemos incluir aquellos que se dedican a escoltar o acompañar a los grandes petroleros, gaseros... en sus paso por rías, canales y en algunos puertos. También podemos incluir dentro de este tipo los buques que atienden a plataformas petrolíferas (Buques Supply) y Anderos.

G) Remolcadores de escolta.

Son remolcadores que se encargan de acompañar a los grandes buques o a aquellos que puedan haber sufrido algún daño, fallo, avería o accidente producidos por fallos humanos, fallos de la propulsión o gobierno, o incluso fuerzas externas como viento o corrientes para minimizar las ocasiones de varadas o colisión, con la finalidad de conservar la integridad del buque, el medio ambiente y las posibles vidas humanas puestas en juego.

Por todo lo anterior, dichos remolcadores deben tener un tiempo de respuesta mínimo en caso que tuviera que posicionarse en la proa o estela y por si tuviera que lanzar o recoger cabos que le permitan controlar al buque en situaciones delicadas. En resumen, deben estar dotados de una grandísima maniobrabilidad. También será de vital importancia que el buque cuente con una visibilidad adecuada y un buen sistema de comunicación.

H) Remolcadores para Terminales de Crudo.

Guardan una gran similitud con los remolcadores de puerto, sólo que en este caso estos remolcadores operarán en zonas con vertidos.

1.2.2.2 *SEGÚN EL TIPO DE PROPULSIÓN*

Según la ubicación de la propulsión podemos encontrar los siguientes tipos de remolcadores:

- A PROA (TRACTOR):

VOITH SCHNEIDER
ACIMUTAL

- A POPA:

CONVENCIONAL
AZIMUTAL
EMPUJADOR
MIXTO

- **Remolcadores tipo tractor**

Tienen los propulsores a proa de la cuaderna maestra, generalmente a un tercio de la eslora del barco desde proa. Estos propulsores suelen ser azimutales aunque también pueden ser Voith Schneider. Llevan un quillote estabilizador a popa. Normalmente remolcan y empujan con la popa.

El sistema Voith-Schneider o cicloidal consiste en dos unidades con palas verticales cuyo paso y empuje puede ser regulado eficaz y uniformemente 360°. La protección de la palas no sólo sirve como protección, sino que trabaja también como tobera incrementando la eficiencia del sistema. El sistema de propulsión cicloidal es un tipo de hélice de paso controlable. El motor trabaja a revoluciones constantes y la magnitud del empuje y la orientación son reguladas desde el puente de gobierno. Los remolcadores equipados con este sistema tienen una gran maniobrabilidad, pueden girar sobre sí mismos y producir un alto empuje en todas direcciones. Se trata de un sistema redundante.

El diseño de un propulsor azimutal no difiere mucho de un Voith Schneider. El desplazamiento con propulsores azimutales es menor debido al menor peso del sistema azimutal, con lo que comparativamente tendrán menor calado. En algunos casos tendrán un quillote de menor tamaño que los Voith. Su maniobrabilidad es comparable a la de los de tipo Voith-Schneider, aunque trabajando ambos propulsores para maniobrar de costado pueden molestarse uno a otro.

- **Remolcadores convencionales**

La propulsión la llevan a popa pero pueden llevar hélices en proa para aumentar la maniobrabilidad. Con motivo de incrementar su capacidad de remolque pueden disponer de toberas en las hélices. Estas toberas se conocen como tobera Kort, están dispuestas alrededor de la hélice para aumentar la velocidad del agua que se acerca al propulsor y así, aumentar su rendimiento y evitar la formación de torbellinos. Las hélices también pueden ser de paso controlable. Remolcan desde la popa o desde la proa si van de costado al barco y normalmente empujan con la proa. Con este tipo de remolcador no se puede realizar el tiro indirecto. Esta configuración es la típica en remolcadores que manejan anclajes de plataformas petrolíferas, en los de apoyo a plataformas off-shore y en remolcadores de altura y salvamento.

- **Remolcadores con propulsión azimutal a popa**

Es como un remolcador de dos hélices pero con esta otra propulsión se mejora mucho la maniobrabilidad. Al llevar los propulsores en popa, normalmente remolcan y empujan con la proa, pero pueden tirar por la popa y por el costado.

- **Remolcadores tipo empujador**

Es el concepto contrario al tractor, los propulsores, acimutales, cicloidales o el timón-tobera, están en popa y el gancho de remolque está en proa. Empujan y remolcan por proa.

- **Remolcadores mixtos**

Disponen de una hélice convencional en popa y otra hélice más pequeña y azimutal en proa, la cual puede incrementar el tiro si se orienta hacia popa entre 2 y 6 toneladas.

1.2.2.3 MODOS DE OPERACIÓN

Hay dos formas de operación:

A) Tiro directo

El empuje del remolcador se produce en gran parte por su sistema propulsivo. Es la forma de operación más común. Es de aplicación a bajas velocidades, menos de 5 nudos, ya que según aumenta la velocidad la mayor parte de la potencia se utiliza para mantener el remolcador en su posición disminuyendo el tiro drásticamente hasta anularlo, en este caso se usa el método indirecto.

B) Tiro indirecto

El remolcador se sitúa a popa del buque asistido y ambos se ponen a la misma velocidad de avance entre 5 y 10 nudos. El tiro se produce cuando el remolcador se sitúa al costado del buque y en un ángulo de ataque apropiado, relativo al flujo de agua, genera un gran esfuerzo sustentador hidrodinámico en la obra viva del remolcador. Los propulsores en este modo sólo se usan para mantener la posición oblicua del remolcador, para maximizar la fuerza sustentadora. Esta forma de operación se conoce como "tiro a la trappa" debido a la pantalla hidrodinámica que forma el remolcador. La operación completa consiste en ir tirando desde ambos costados, a la vez si se realiza con dos remolcadores o alternando si es uno solo.

La máxima fuerza de tiro para que esta operación se realice de forma óptima debe estar por encima del doble del tiro a punto fijo.

1.3 GENERALIDADES

Los remolcadores son embarcaciones cuya función principal consiste en ayudar a otros barcos más grandes con menos facilidades de maniobra por lo que tienen que cumplir con las siguientes consideraciones:

La estabilidad de un remolcador es muy importante debido a los grandes esfuerzos que realiza. La tracción provoca un momento de vuelco que debe ser soportado sin riesgo por el remolcador. Debe poseer una estabilidad favorable bajo todas las condiciones de carga y remolque. Como necesita una estabilidad inicial bastante amplia, es muy importante la elección de la manga del buque, dada la gran influencia que esta dimensión tiene en la estabilidad, considerándose la mayor posible.

La maquinaria principal de propulsión y la auxiliar, deben poseer la capacidad necesaria para facilitar la fuerza máxima cuando se remolque o empuje. Debe estar capacitada para poder dar en el tiempo más corto posible el máximo rendimiento. Los equipos de remolque deben ser capaces de soportar unas tensiones superiores al tiro a punto fijo.

El casco debe ser de sólida construcción para soportar el esfuerzo al que va a estar sometido. Debe poseer equipos redundantes tanto en los sistemas propulsivos como en los auxiliares, para conseguir altos niveles de seguridad y no impedir la operatividad del buque. Debe tener una buena visibilidad desde el puente para poder ofrecer una rápida respuesta y que las labores de socorro se realicen de manera satisfactoria.

1.4 EMPLEO OPERATIVO DEL BUQUE

El buque ha sido concebido para operar en puerto como auxiliar en el atraque de las unidades que lo soliciten, así como para efectuar operaciones de remolque en alta mar de buques de 17.000 toneladas con viento de 30 nudos y a una velocidad de 5 nudos.

Dadas las características de puerto y la disposición de sus atraques, se ha considerado que la mayor eficacia del servicio se conseguiría con un diseño tipo "tractor".

Debido a la necesidad de optimizar la utilización de los escasos recursos disponibles, se ha pensado en un diseño polivalente que permite su empleo operativo como buque contra incendios, transporte de pequeños pesos y lucha contra la contaminación.

1.5 CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE

a) Características del buque

Eslora máxima	29,5 m
Eslora entre perpendiculares	28 m
Manga máxima en flotación	11 m
Puntal	4m

El desplazamiento a plena carga del buque será de 423 Ton.

La estructura y el diseño del buque estarán proyectados para poder admitir un 5% de aumento de desplazamiento en la condición de plena carga.

b) Dotación

La dotación estimada del buque es de 1 Patrón, 1 Mecánico, 1 Electricista, 1 Contramaestre y 4 Marineros

c) Velocidad

El buque será capaz de navegar a 12 nudos en condiciones ideales de prueba (casco limpio, aguas tranquilas y profundas y vientos cuya fuerza no exceda de 6 nudos con los motores desarrollando su potencia máxima continua (MCR))

d) Autonomía

El buque tendrá autonomía de combustible de 1.000 millas a la velocidad de 12 nudos.

e) Tracción a punto fijo

La tracción a punto fijo será de 35 Toneladas.

f) Estabilidad

El buque cumplirá con el criterio de estabilidad para remolcadores según la sociedad de clasificación.

g) Consumos

- Combustible	58,3 t
- Agua dulce	6,61
- Dispersante	9,11
- Espumógeno	18,61
- Víveres	0,21

1.6 DISPOSICIÓN GENERAL

Las formas de la carena serán las adecuadas para alojar convenientemente los propulsores de gran rendimiento, estando previamente experimentadas en buques similares.

El buque tendrá una cubierta principal corrida, sin saltillo, con brusca y arrufo.

Dispondrá de una superestructura amplia y retranqueada respecto a los costados del buque, que contendrá camareta para tripulación y servicios. Encima de esta superestructura irá situada la caseta del Puente de Gobierno que tendrá los cuatro costados de cristales, para dotarle así de una visión panorámica de 360°, que solamente tendrá los obstáculos de las dos chimeneas.

La Cámara de Máquinas irá en el centro del buque, disponiéndose a popa de ella el Pañol de C.I. y S.I., Tanques de Combustible y el Pique de Popa. A proa de la Cámara de Máquinas y por debajo de la cubierta irán el Sollado de Marinería y los Tanques de Agua Dulce, y a proa, el Pique de Proa y el Pañol del Contramaestre.

El combustible se almacenará en tanques de S.D. en Cámara de Máquinas y en doble fondo y los costados del Pañol de C.I. y S.I.

Los Piques de Proa y Popa se utilizarán como Tanques de Lastre.

El aceite de lubricación se almacenará en un tanque no estructural situado en la Cámara de Máquinas.

Las amuradas tendrán una inclinación hacia dentro de al menos 15% y los bordes más salientes del casco estarán protegidos con un cintón de goma en toda la periferia, con protección adicional en las zonas de proa y de popa apropiadas para la potencia del buque. Las defensas se estudiarán para evitar daños en las estructuras del remolcado y remolcador.

El buque tendrá tanques estructurales de almacenamiento de líquido espumógeno y de dispersante, ubicados en Cámara de Máquinas.

En el techo del Puente llevará dos monitores de C.I. de gran capacidad.

Llevará una grúa hidráulica telescópica situada en un costado a popa de la superestructura, para levantar pesos de hasta 1,5 tonelada con un brazo máximo de aproximadamente 5 metros.

1.7 SISTEMA DE REMOLQUE

Se trata del sistema principal del remolcador. Sus componentes principales son:

- Horquilla, por la cual pasa el cable de remolque.
- Gancho de remolque giratorio e hidráulico. Suele tener movimiento vertical y de babor a estribor sobre una guía semicircular. El mejor sitio para colocarlo es un poco más a popa del centro de la flotación.
- Chigre de remolque, es hidráulico y está situado en la línea central y cerca del gancho de remolque ya que sirve para manejar el cable de remolque. Dispone de estibador automático de accionamiento mecánico y control remoto desde el puente.
- Cabos y cables.

1.8 SISTEMA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Este buque está preparado para la lucha contra incendio y el auxilio exterior. Cuenta con 2 bombas dedicadas para la lucha contra incendio propia, situadas en la cámara de máquinas con una capacidad de 70m³/h, las cuales aspiran de tomas de mar situadas en los laterales del buque. La superficie del barco permite operar en casos de lucha contra incendios y en operaciones de rescate exteriores. El equipo para la lucha contra incendios exterior incluye 2 monitores situados lo más alto posible en el puente de mando, y que son dirigidos remotamente desde el puente de gobierno. A estos monitores les suministra agua procedente del mar 2 potentes bombas de 1200m³/h cada una y que están acopladas directamente a los motores principales debido a su alta potencia.

1.9 SISTEMA DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

Existen 2 medios para combatir la contaminación marina:

a) Preventivos: Son los controladores electrónicos que están situados en zonas de vertimientos. Sirven para medir y regular el PH, el nivel de cloro, la temperatura, la conductividad y el oxígeno disuelto.

b) Correctivos: Hay de varios tipos:

- Dispersantes: Seaklin, un dispersante de manchas de hidrocarburos en el mar. También es efectivo en limpieza de tanques de carga o sentinas. El objetivo de los dispersantes es fraccionar las manchas de petróleo para facilitar su degradación y desaparición natural. Los parámetros a tener en cuenta en la elección de un

dispersante son: toxicidad para la vida marina, persistencia en el medio marino, eficacia en las condiciones dadas, coste, etc.

- Absorbentes: Barreras, mantas y cordones absorben hidrocarburos de gran capacidad. Forman cercos de cualquier longitud aunque quedan limitados para pequeños derrames.

Los dispositivos para evitar que un derrame de hidrocarburos se propague son:

Cerco: Generalmente formado por flotadores cilíndricos que hacen un efecto estancador y a los que se le une una faldilla que cuelga en la parte inferior.

Barreras: Formadas por planchas que se hacen flotar por sí mismas o por medio de flotadores y se mantienen en posición vertical.

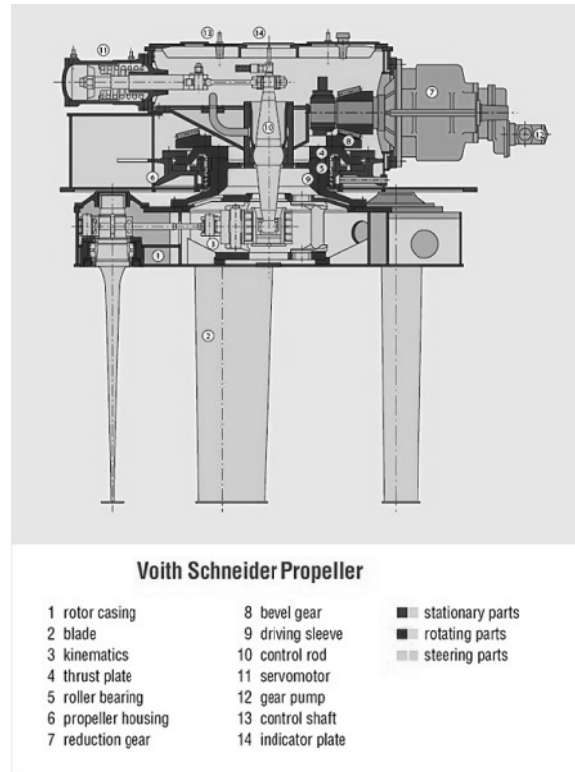
La cualidad más importante de un cerco o de una barrera es su capacidad de contención del petróleo, determinada por su comportamiento en relación con el movimiento del agua. Deberá poseer flexibilidad para adaptarse a los movimientos de las olas pero también lo suficientemente rígido para retener todo el petróleo que pueda.

1.10 PLANTA PROPULSORA

El buque irá dotado de dos unidades de propulsión, comprendiendo cada una de ellas un propulsor Voith Schneider tipo **26 G II/165** accionado por un motor diesel de 1294.kW y sus correspondientes transmisiones.

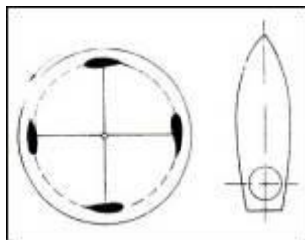
El propulsor empleado es de eje vertical de Voith Schneider. Este propulsor consiste en un conjunto de 4 palas verticales de perfil hidrodinámico, acopladas a la periferia de un disco giratorio, en torno a un eje vertical o muy próximo a la vertical. Las palas describen durante una vuelta del disco una rotación regulada por un mecanismo, de modo que producen un empuje en la misma dirección, regulando el ángulo de ataque de las palas y la dirección del mismo, se actúa sobre la propulsión y dirección de la misma. Los propulsores Voith Schneider encuentran una excelente aplicación en buques que requieren una respuesta inmediata a cualquier demanda de propulsión ó maniobra. En los siguientes dibujos vemos como son por dentro los propulsores cicloidales al tiempo que se explica como funcionan.

El primero presenta un corte longitudinal del conjunto del propulsor.



El engranaje transmite la tracción del motor y el buque tendrá una propulsión en una dirección determinada. En el tambor giratorio también vemos el disco y los brazos que al cambiar dicho disco de posición tiran o empujan a las palas, generando con ello un ángulo de ataque, que actúa sobre el agua impulsándola en la dirección deseada. La rótula del disco (situada en el extremo bajo de la palanca) al moverla en una dirección sitúa al disco en una posición excéntrica y produce el efecto anteriormente citado.

Cuando el disco se encuentre en una posición concéntrica respecto al tambor las palas girarán sin producir ningún efecto de empuje. En el segundo vemos esta situación en la cual las palas giran sin impulsar el agua



Los buques que se utilizan para tareas de extinción de incendios deben proporcionar los más altos poderes de sus bombas extintoras de incendios, pero siguen teniendo un máximo de disponibilidad en la maniobrabilidad. El Propulsor Voith Schneider (VSP) es la solución óptima para este tipo de aplicaciones, ya que puede funcionar con una velocidad constante del motor. Como resultado de ello, los principales motores también se pueden utilizar para la conducción de las bombas extintoras de incendios. Con el fin de producir la necesaria capacidad de lucha contra incendios, las bombas extintoras necesitan aproximadamente un 60% o un 70% de las unidades de potencia. Desde la unidad de potencia se limita por el VSP la cantidad necesaria para que el propulsor Voith Tractores (VWT) siga siendo totalmente maniobrable durante el proceso de extinción de incendios y puede ser colocado en posición adecuada. Estas características positivas también se aplican a las medidas de lucha contra el petróleo, productos químicos etc.

1.11 PLANTA GENERADORA

Se denomina planta generadora al conjunto de las máquinas que se instalan a bordo para producir la energía eléctrica necesaria para el servicio del barco. Está compuesta, por tanto, por los correspondientes grupos. Cada grupo electrógeno constará del generador eléctrico propiamente dicho y del motor que lo accione que podrá ser una máquina alternativa, una turbina o un motor diesel.

1.11.1 MÁQUINA MOTRIZ

Son las encargadas de accionar mecánicamente los generadores, en este caso son dos motores diesel de cuatro tiempos acoplados al alternador.

Los motores auxiliares destinadas a accionar generadores eléctricos deben estar equipados con un regulador de velocidad que impide que las variaciones de velocidad transitoria sean más del 10% de la velocidad nominal, cuando la demanda de potencia nominal de pronto caiga, todo esto está recogido en el Apartado C, cap. 2, sec. 2, punto 2.7. del Bureau Veritas. Los reguladores de velocidad deben permitir un ajuste de la carga que no exceda del 5% de la velocidad nominal. La sociedad de clasificación también impone un tiempo no mayor de 5s. para conseguir regular la velocidad a la nominal después de cualquier variación producida.

1.11.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS GENERADORES

Los alternadores estarán constituidos por unas bobinas conectadas internamente en triángulo, así solo se necesitan tres terminales por generador.

La excitatriz será del tipo estática, que elimina la necesidad de elementos giratorios y tiene una rapidez de respuesta mucho mayor que los sistemas rotativos. Además deberán estar en concordancia con el regulador de velocidad para obtener el tiempo necesario de recuperación ante las distintas cargas.

La longitud de las líneas entre el generador y el cuadro principal será la mínima posible. Los terminales del generador se dispondrán en la parte baja del mismo e irán debidamente protegidos contra contactos accidentales y daños mecánicos.

Por tanto los generadores serán trifásicos, síncronos, auto excitados, sin escobillas, con reguladores de tensión automáticos y protegidos contra radio interferencias (VDE 0875 clase N). Tendrán un aislamiento como mínimo de clase F ó B.

Cada alternador está provisto de sensores de temperatura PT 100 instalados en cada devanado del estator (uno por fase y otro en stand-by) y un sensor en cada cojinete para detectar las altas temperaturas del aceite lubricante de los mismos.

El equipo excitador estará instalado en el mismo alternador. Los alternadores estarán provistos de excitación estática y regulación automática de voltaje como dijimos anteriormente. Tendrá sistema diferencial de desexcitación automático para caso de cortocircuito interno.

1.11.3 Reguladores de tensión.

El alternador dispondrá de un regulador de tensión, de tal forma que cumpla con lo exigido por el Bureau Veritas en el Apartado C, cap. 2, sec. 4, punto 2.2. El generador de corriente alterna, junto con su sistema de regulación de voltaje, va a ser verificado de manera tal que, en todas las cargas de funcionamiento, se mantenga la tensión nominal, con el factor de potencia nominal, en condiciones estables en el 2,5 %. Estos límites se pueden aumentar a 3,5% para los grupos de emergencia. Cuando el generador accionado a su velocidad nominal y suministrando su tensión nominal, esté sometido a una variación brusca de la carga, la tensión no deberá caer por debajo del 85% o excederla en 120%, de tal forma que

esta deberá restablecerse con una tolerancia del 3% en un tiempo no superior a 1,5 segundos.

1.11.4 Emplazamiento.

Los locales en los que se han de instalar los diferentes grupos electrógenos han de estar bien ventilados y situados de forma que las máquinas que los componen no sufran ningún riesgo de golpes o salpicaduras. Tampoco deberán estar próximos a ningún tipo de material inflamable que no se encuentre debidamente protegido y los ejes se situarán longitudinalmente.

Sus órganos de maniobra se dispondrán de tal forma que puedan ser accionados desde un solo lado, y permita a la vez la visión de los diferentes aparatos indicadores situados en el cuadro de distribución.

En nuestro caso los generadores principales irán instalados en la cámara de máquinas, uno a babor y el otro a estribor de tal forma que los pesos queden repartidos equitativamente.

1.11.5 Determinación de la potencia a instalar

Para poder determinar la potencia a instalar, será preciso empezar por realizar una estimación de las distintas potencias que van a ser exigidas por todos los diferentes elementos que a bordo consuman energía eléctrica en los diferentes estados o condiciones que puedan presentarse. Una vez conocida la potencia necesaria para hacer frente a la peor de las condiciones, procederemos a determinar el número y potencia de los generadores que tenga que suministrarla.

1.12 DISTRIBUCIÓN

1.12.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Los sistemas de distribución de energía pueden ser:

- Corriente continúa:
 - o Conductor único con retorno por el casco.
 - o Dos conductores

- Tres conductores (dos activos más el central o neutro)
- Corriente alterna:
 - Monofásica con dos conductores
 - Trifásica con tres conductores
 - Trifásica con cuatro conductores (tres más el neutro)

Actualmente la mayoría de los buques nuevos eligen la corriente alterna como sistema de distribución. Una de las ventajas principales del empleo de la corriente alterna proviene de la utilización de motores de inducción de jaula de ardilla y de arranque en conexión directa a la red. Este motor robusto y fiable, que exige un mantenimiento extremadamente reducido, se emplea para innumerables accionamientos en potencias que oscilan entre las potencias fraccionarias hasta cientos de CV. La ausencia del colector y escobillas y el poder arrancar estos motores conectándolos directamente a la red (excepto los de potencia muy alta), los hacen extremadamente atractivos para su aplicación en buques.

Otra ventaja importante de la corriente alterna es la posibilidad de utilizar a conveniencia, un sistema de distribución trifásico a tensión más elevada así como la posibilidad de conectarse a la red de puerto que normalmente dispone de este tipo de corriente.

Los sistemas de corriente alterna son de menor peso y menor coste inicial.

1.12.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Las diferentes redes que dispondrá en buque son:

La Red de fuerza: Suele venir condicionada por las características de los más importantes consumidores, ya que los consumidores de grandes potencias requieren tensiones de trabajo altas para que las intensidades en su interior no sean excesivamente altas.

La disyuntiva que se plantea es la elección del tipo de tensión y frecuencia que bien suele ser 440V/60Hz ó 400V/50Hz.

La de 440V y 60Hz tiene la ventaja de que a mayor tensión y frecuencia el peso de cobre necesario es menor y los equipos resultan más baratos; sin embargo presenta el inconveniente de que 60Hz es una frecuencia cuyo uso se limita a los puertos norteamericanos lo que obligaría a que si el buque se saliera de ese circuito, no se podría conectar a puerto durante ninguna estancia en los mismos.

Las ventajas e inconvenientes de la opción 400V/50Hz son opuestas a las anteriores.

En este proyecto no tenemos detallados los puertos en los que hará escala el buque, lo cual será decisivo a la hora de elegir la tensión y la frecuencia a usar. Es por ello que se tienen que ponderar las ventajas e inconvenientes de cada alternativa. En nuestro caso lo que sí sabemos es que el tráfico fundamental en el que participará este buque será europeo por lo que optaremos por la tensión de 400V con una frecuencia de 50Hz que además tiene la ventaja añadida de mayores ofertas en cuanto a equipos se refiere.

Red de alumbrado: A pesar de que la tensión principal de generación y distribución de la planta va a ser la indicada, existen sin embargo muchos consumidores que requieren una alimentación con diferentes características. Por ello se va a disponer de la correspondiente distribución por medio de transformadores para conseguir la tensión adecuada

Se alimentarán con una tensión de 230V y 50Hz. mediante una distribución adecuada. Esta tensión se obtendrá por medio de transformadores que pasarán la tensión de 400v a 230v.

1.12.3 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Los diferentes elementos que componen lo que generalmente se conoce como “distribución eléctrica” son:

Cuadros principales y secundarios.

Cuadros de socorro y derivación.

En este apartado veremos la forma de disponer entre si cada uno de estos elementos en el buque, así como las características más importantes de la instalación eléctrica.

Por lo general los cuadros eléctricos tienen por misión distribuir la energía eléctrica. En general los cuadros estarán colocados en lugares accesibles y bien ventilados y los armarios de éstos serán en un principio de material incombustible.

1.12.4 Cuadro eléctrico principal:

El cuadro eléctrico principal se encarga de distribuir toda la energía eléctrica, de modo que esta pueda llegar a todos los receptores, además a través de los mismos realizaremos el acoplamiento de los generadores, así tenemos que la misión de los cuadros principales será:

- Acoplar los generadores.
- Incorporar interruptores para la protección de los grupos electrógenos.
- Realizar la distribución eléctrica.

Los cuadros están constituidos por:

- Interruptores que permiten el acoplamiento de los generadores a la red y a su vez los protegen de sobrecargas y cortocircuitos.
- Un dispositivo de desconexión del generador al cuadro principal.
- Protecciones mediante relés.

Acoplamiento de los generadores:

Los generadores se acoplarán normalmente en paralelo y las condiciones a cumplir para ello son:

- Igualdad de frecuencia.
- Igualdad en las tensiones eficaces.
- Concordancia de fases (sincronización).

La igualdad de frecuencia, siendo función del número de polos del alternador y de la velocidad de giro del mismo, solo se puede conseguir actuando sobre el virador o regulador de velocidad del motor correspondiente.

La tensión en bornes se regulará actuando sobre el campo del inductor, bien por medio de resistencias en serie con el inductor, o modificando el campo de la excitatriz. La tensión generada por un alternador está influenciada por la carga de la red, por lo que la estabilidad exigida solo puede lograrse si el alternador dispone de reguladores de tensión.

Una vez conseguida la igualdad de la frecuencia y la tensión de los alternadores a la de la red a la que se les quiere acoplar en paralelo, el enganche con la misma no debe efectuarse hasta que los valores instantáneos de las alternancias de las fases coincidan en el tiempo, lo que equivale a decir que estén sincronizados.

Una vez que la coincidencia de las fases se ha comprobado a través del sincronoscopio, se procede al enganche de los alternadores a la red.

1.12.5 Ubicación de los cuadros:

Las dimensiones de los cuadros así como sus emplazamientos serán las adecuadas para las características estructurales y de disposición de los espacios del buque.

Se instalará de forma que no interfiera con ningún elemento resistente del buque como: esloras, baos, etc., además dispondremos detrás del mismo de un espacio suficiente para sus continuas revisiones y reparaciones.

Deberá estar instalado de modo que sea capaz de soportar cualquier vibración. Las barras ómnibus se dispondrán de tal forma que queden bien sujetas, todos los elementos del cuadro estarán fuertemente ligados entre sí para como antes se dijo poder soportar cualquier vibración ocasional.

Los terminales del cuadro se dispondrán de forma que permita una clara disposición de los cables y procurando que la longitud de estos para unir el cuadro a los generadores sea la menor posible.

Las características eléctricas de los elementos que componen el cuadro principal son:

- Interruptores principales.
- Barras ómnibus.
- Interruptores de servicio.
- Aparatos de medida y señalización.

Pasaremos ahora a describirlos brevemente.

- **Interruptores principales:**

Son los interruptores de los generadores eléctricos, que permiten la conexión de los mismos con la red de distribución y utilizados también en las maniobras de acoplamiento.

Su misión es la de proteger a los generadores contra:

- Sobrecargas.

- Variaciones de tensión.
- Inversión de potencia.

Estos interruptores son automáticos compuestos por un disyuntor con relé de máxima corriente de tiempo inverso a la sobrecarga de tipo electromagnético, estas características estarán por encima de las características de tiempo obtenidas por los relés que protegen las diferentes líneas principales. Por último se dispone de una protección interna del generador, consistente en un relé que actúa cuando se presenta una derivación a masa de los devanados.

- **Barras ómnibus:**

Se llaman así a las barras colectoras que recogen la energía producida por los generadores y sirven de punto de partida para su distribución a través de los interruptores de los circuitos. Están constituidas normalmente por barras o pletinas de cobre desnudo. En su dimensionamiento hay que tener en cuenta no solo el calentamiento a que dará lugar el paso de la corriente sino también los esfuerzos mecánicos y electrodinámicos a los que hayan de estar sometidas.

- **Interruptores de servicio:**

Los interruptores de servicio son los encargados de distribuir la energía a los diferentes circuitos de alimentación, por ello deben estar dimensionados para poder soportar la corriente nominal de cada circuito además de tener la capacidad de corte necesaria, para en caso de fallo, poder cortar la alimentación a dichos circuitos y proteger el resto del sistemas. También tienen la función de aislamiento para operaciones de mantenimiento y reparación.

En la elección de los interruptores tendremos que considerar por tanto, la intensidad a la que deben trabajar y el poder de corte de los mismos de forma que puedan actuar correctamente ante los cortocircuitos que puedan presentarse en la instalación.

Por lo tanto cualquiera que haya sido la protección elegida, deberá dotársela de la necesaria *robustez mecánica* desde el punto de vista de su constitución, así como de la oportuna selectividad desde el punto de vista eléctrico. Dicha selectividad deberá ser cuidadosamente elegida en función del lugar que ocupe la protección en el circuito, ya que dicha característica se entiende en el sentido que en caso de sobrecarga la única protección que actúe sea la que se encuentre más próxima al elemento sobrecargado situado entre él y el cuadro de alimentación, es decir, lo que a veces se designa por analogía con el nombre de *aguas arriba*. Con

ello se consigue que quede fuera de servicio en cada caso la menor parte posible de la instalación, sin que se pueda evitar naturalmente que se queden sin alimentación los servicios situados *aguas abajo*.

- **Aparatos de medida y señalización:**

En el cuadro principal se dispondrán los aparatos de medida, señalización y regulación que sean necesarios bien para el mando y control de los generadores bien por prescripción de la sociedad de clasificación.

En general todos los elementos que regulan la tensión de los generadores se sitúan en los paneles de los generadores y bajo los interruptores principales.

En cuanto a los elementos de señalización y pilotos, puede existir una gran variedad de disposiciones y criterios, llegando a montar en los paneles unos esquemas de la instalación con pilotos que indican los elementos que actúan y sus posibles interconexiones.

Los aparatos de medida que se instalan en los cuadros principales tienen que tener una construcción cuidadosa teniendo en cuenta las condiciones extremas de ambiente y movimiento que han de soportar. Su campo debe ser en general del 120% del nominal para los voltímetros y del 150% para los amperímetros, dispondremos de vatímetros de potencia activa y en ocasiones de potencia reactiva, también es común el empleo de ohmímetros situados en los paneles laterales que permite medir el aislamiento a masa de las barras ómnibus.

1.12.6 Cuadros de derivación:

Los cuadros de distribución o de sección tienen como función la de distribuir la energía eléctrica que recibe del cuadro principal alojando en ellos a los interruptores que alimentan a los distintos consumidores.

En este proyecto encontraremos cuadros de sección distribuidos por el buque, cada cuadro dispondrá de las barras colectoras a las que llegará la corriente por medio de su línea de alimentación y a las que se embornan las tomas de los interruptores de las líneas de salida.

El sistema de distribución estará dispuesto en forma de derivaciones sucesivas, que es el método más empleado en construcción naval, porque proporciona la máxima flexibilidad y seguridad al tiempo que el mejor empleo y ahorro en conductores.

1.12.7 Identificación de los cuadros de distribución.

En el las siguientes tablas se muestra los distintos cuadros existentes en el buque cuya nomenclatura depende de la situación de los mismos para una fácil identificación, de esta forma y como ejemplo el cuadro de cámara de máquinas es denominado CCM. De cada cuadro colgará una serie de consumidores como se puede ver en el esquema unifilar general adjunto el apartado de planos, estos consumidores se identificarán con la misma nomenclatura del cuadro seguidos de un número consecutivo.

CCM: CUADRO PRINCIPAL EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO
CCM-01	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES
CCM-02	BOMBA DE DISPERSANTE
CCM-03	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE
CCM-04	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE
CCM-05	BOMBA HIDROFORO
CCM-06	BOMBA RESERVA HIDROFORO
CCM-08	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS Nº2
CCM-09	SEPARADOR DE SENTINA
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES
CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.
CCM-20	B. BALDEO A.D.
CCM-21	ALUMBRADO CRA.MAQ.
CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS

CCPPL: CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO
CCPPL-1	MONITORES CONTRAINCENDIOS
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.
CCPPL-5	ALUMBRADO GENERAL
CCPPL-6	AIRE ACONDICIONADO
CCPPL-7	CALENTADOR SERVICIOS SANITARIOS
CCPPL-8	SISTEMA ANTIVAHU

CCP: CUADRO CUBIERTA PUENTE

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO
CCP-1	PROYECTOR BR. DE 500W. CTA.PTE.POPA
CCP-2	PROYECTOR ER. DE 500W. CTA.PTE.POPA
CCP-3	PROYECTOR DE BÚSQUEDA
CCP-6	RADAR

1.12.8 Circuito de alimentación a motores

Se dispondrá de una línea independiente para cada motor que forme parte de un servicio esencial o que su potencia sea superior a 1Kw. Cada motor dispondrá de su propio equipo de control que permita una adecuada puesta en marcha del mismo.

1.12.9 Conductores

La energía eléctrica proporcionada por la planta generadora ha de ser transportada hasta el lugar de utilización en que se encuentren situados los distintos consumidores. Dicho transporte se realiza por medio de los conductores, por eso este apartado es de bastante importancia en el proyecto.

Los reglamentos de las sociedades de clasificación estudian extensamente este tema, como ocurre con la Parte C, capítulo 2, sección 9 del Bureau Veritas, que será en la que nos basaremos tanto para la selección, el cálculo como la colocación de los distintos cables.

1.12.9.1 Constitución y selección

El elemento conductor propiamente dicho tiene que estar aislado y protegido. Al conjunto así obtenido es a lo que se llama cable. Todo cable, por lo tanto, estará constituido por:

- Uno o varios conductores.
- Un aislamiento eléctrico.
- Una protección mecánica.

1.12.9.2 Alma o conductor

El alma será el elemento encargado del transporte de la energía eléctrica. Deberá estar constituido por un metal que reúna las características de máxima conductibilidad y ductilidad compatible con un coste razonable. Ninguno como el cobre cumple tales condiciones. Y tanto el reglamento como las diferentes normas especifican el empleo de cobre puro recocido. La conductibilidad debe ser al menos de un 98% de la del cobre tipo recocido, con un valor máximo de su resistividad en $0.01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a 20° C . el cobre deberá ser estañado en los casos en que haya de estar en contacto con goma, por ser este el material empleado para su aislamiento.

1.12.9.3 Aislamiento eléctrico

Son diversos los tipos de aislantes eléctricos empleados en la protección de conductores. En general podemos resumir todo lo referente a los aislantes de los conductores en estas dos ideas:

- La naturaleza de los envolventes aislantes deberá estar en función de las temperaturas máximas en las almas de los conductores.
- Dentro de una misma clase de aislamiento, el espesor, la separación de conductores dentro del cable, etc. deberá estar en función de las tensiones de servicio a que vayan a ser sometidos.

Para las denominaciones empleadas para designar los diferentes tipos de aislantes, se ha elegido la nomenclatura de la tabla 4 del Bureau Veritas en la parte C, capítulo 2, sección 3, artículo 9, apartado 9.3.4. ya que a él nos referiremos para el cálculo de los conductores. A continuación podemos ver un extracto de la misma.

Tabla 4

Type of insulating compound	Abbreviated designation	Maximum rated conductor temperature, in °	
		Normal operation	Short-circuit
a) Thermoplastic:			
- based upon polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate	PVC	70	150
b) Elastomeric or thermoset:			
- based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM)	EPR	90	250
- based upon high modulus or hard grade ethylene propylene rubber	HEPR	90	250
- based upon cross-linked polyethylene	XLPE	90	250
- based upon cross-linked polyethylene	S 95	95	350
- based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM) halogen-free	HF EPR	90	250
- based upon high modulus or hard grade halogen-free ethylene propylene rubber	HF HEPR	90	250
- based upon halogen-free cross-linked polyethylene	HF XLPE	90	250
- based upon halogen-free silicone rubber	HF S 95	95	350
- based upon cross-linked polyolefin material for halogen-free cables	HF 90	90	250

Extract of pt C, ch 2, sec 3, [9] of Bureau Veritas

1.12.9.4 Protección mecánica

Los envolventes aislantes de los conductores se recubrirán con uno o varios forros protectores y con una armadura. No se suelen imponer las características dimensionales de estos, pero deberán efectuarse de manera que permitan la ejecución satisfactoria de las pruebas requeridas.

Podemos encontrar forros metálicos o no metálicos.

No metálico:

- Caucho sintético (policloropreno)..... G2 y G3
- Polietileno clorosulfonado..... H
- Materiales termoplásticos..... G5, G6 y G7
- Material textil

Metálicos:

- Forro de plomo o de aleación a base de plomo.
- Forro de cobre o de aleación a base de cobre.
- Armadura por trenzado metálico.
- Armadura por cintas metálicas.
- Armadura por alambres metálicos.

1.12.10 Canalizaciones eléctricas

1.12.10.1 Requisitos generales

Previamente a la instalación, se realizará un replanteo de detalle, ajustándose exactamente a la situación de bornes de equipos y a la geometría de las estructuras y del trazado en general, el trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales de los forros, mamparos y elementos estructurales que las soporten o delimiten.

La totalidad de la red eléctrica, estará dispuesta de forma que no pase por sitios muy calientes, como por encima de los motores principales o por encima de las proximidades de la cocina. En ningún momento se colocarán cables a través de los dispositivos de combustible, a no ser que estén encerrados bajo tubos estancos, también tendremos que evitar que los cables pasen por debajo de la sentina y se intentará que las líneas de los cuadros de distribución a las distintas cubiertas vayan agrupados juntos en la medida de lo posible.

1.12.10.2 Canalizaciones bajo tubo

Se deberá tener en cuenta para el montaje de tubería las siguientes consideraciones:

El corte y roscado de la tubería a la medida especificada se hará de forma que los bordes libres de los tubos queden redondeados y exentos de aristas. Para ello se emplearán herramientas apropiadas y se efectuará un mandrinado, además se tomará la precaución, en el caso de extremos libres de tubos metálicos, de colocar protectores de boca metálicos o plásticos que eviten el dañado de la cubierta de los cables.

Se deberá prever fijaciones de doble expansión para los soportes. Asimismo, se preverá elementos provisionales para la regulación de los planos de apoyo de los soportes, compensando las irregularidades locales de la estructura de apoyo.

Durante el montaje de tubería en general se tomarán las precauciones necesarias para evitar que entren en los tubos agua, polvo o cualquier tipo de suciedad, agentes contaminantes, etc. Además, una vez terminado el montaje y en tanto no se pasen los cables a través de los tubos, los extremos de los mismos se cerrarán con tapas estancas.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Las curvas a practicar en los tubos serán continuas (radio constante) y no originarán en los mismos aplastamientos o reducciones de sección interior útil que representen más de un 2% de dicha sección en los tubos de diámetro superior a 3", ni más de 1% en los tubos de diámetro igual o inferior a 3".

A este respecto, se deberá prever la utilización de herramientas y plantillas adecuadas, tanto si el curvado se realiza en frío, como en caliente.

Durante los procesos de curvado, se deberá prever adicionalmente la adopción de las siguientes precauciones:

- Los tubos de plástico curvados en caliente se harán girar regularmente con el fin de evitar focos de calor.
- Los tubos se llenarán de arena o alternativamente se utilizará muelle helicoidal interior.
- Se fijarán los radios de curvatura de la tubería de acuerdo con el criterio que resulte más exigente de los que a continuación se indican:
 - Radio mínimo según las especificaciones del fabricante del cable.
 - Radio mínimo admisible según las especificaciones del fabricante de la tubería, en el caso de que ésta vaya provista de aislamiento interior.

La tubería rígida deberá ser interrumpida cuando en uniones a motores o a equipos sometidos a vibración se encuentren montados sobre bases independientes. Dichas uniones se llevarán a cabo con un tramo de tubo flexible de 50 centímetros de longitud mínima.

Los tubos serán identificados con etiquetas marcadas de forma indeleble, las cuales se colocarán:

- En los extremos, junto a los puntos de entrada de equipos y en los registros.
- A ambos lados de cualquier penetración.

1.12.10.3 Canalizaciones en bandeja

Para el montaje de las bandejas se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para el corte de la bandeja a las medidas especificadas se emplearán herramientas apropiadas y se evitarán las aristas o rebabas cortantes en los bordes.
- Se deberán usar fijaciones de doble expansión para los soportes. Asimismo, se preverá elementos provisionales para la regulación de los planos de apoyo de los soportes, compensando las irregularidades locales de la estructura de apoyo.
- Las bandejas serán identificadas con etiquetas marcadas de forma indeleble, las cuales se colocarán:
 - En ambos extremos junto a los puntos de entrada de equipos.

- En derivaciones
- Cada 5 m máx.
- A ambos lados de cualquier penetración.

1.12.11 **Tendido y conexionado de cables**

1.12.11.1 *Tendido de cables*

1.12.11.1.1 Requisitos Generales para el Tendido

Antes del inicio de los trabajos de tendido y partiendo del replanteo de detalle de las canalizaciones se elaborará un estudio de optimización de bobinas, así como un plan de tendidos.

Se elaborará un documento en el que quedarán reflejados todos los cables a tender, haciendo constar para cada uno de ellos, como mínimo, la siguiente información:

- Número de identificación
- Tipo y composición
- Longitud prevista
- Equipos de origen y destino
- Número de la bobina de donde procede

Cada cable tendrá un documento denominado "ficha de tendido", en el que se reservará espacio para los aspectos más significativos del tendido y conexionado, tales como:

- Longitud exacta utilizada
- Resistencia de aislamiento medida después de tendido
- N° de regleta y borne de ambos extremos, a efectos de determinar el corte del cable correspondiente en cada caso.

Las conexiones se realizarán cortando trozos de longitud suficiente para evitar empalmes intermedios entre las mismas.

El tendido se llevará a cabo de forma que no se produzcan daños en el cable, bien por roces con la propia canalización, o por excesiva tensión del mismo. Para evitar esto se tomarán, al menos, las siguientes precauciones:

- Los extremos de los conductos de cualquier tipo por donde haya de pasar el cable se protegerán con terminales adecuados.
- Para facilitar el paso de los cables a través de los conductos no se emplearán grasas ni materiales que puedan perjudicar el aislamiento de los mismos.

El tiro del cable se hará con malla metálica, sin sobrepasar el esfuerzo máximo de tracción admitido en cada caso por el fabricante del cable.

La longitud del cable a dejar por cada extremo para su conexión al equipo será, en general, de vez y media el recorrido interior de un hilo desde dicho extremo hasta el punto de conexión más alejado del equipo al que vaya destinado el cable.

La longitud extra del cable admitida para la conexión a un elemento sensor, microinterruptor, etc. de un equipo, es de 1 a 2 metros de su longitud teórica de conexión, en función de la precisión de la misma en el momento del tendido.

El extremo final del cable, antes de su pelado, deberá entrar libremente al equipo a través de prensa estanco o perfil de sujeción apropiado.

Las etiquetas con el número de identificación o designación de los cables, se colocarán en los extremos de los mismos a la entrada de los equipos o componentes conectados.

Adicionalmente, cada 25 metros de tendido y en los cambios de dirección, se marcarán los cables con el número de identificación, a fin de facilitar el seguimiento de los mismos.

1.12.11.1.2 Tendido de cables por bandeja

Previo al tendido de cables se realizará una limpieza de las bandejas. Se utilizarán rodillos para guiar los cables a lo largo de la bandeja y en los cambios de dirección, evitando que se produzcan daños en la cubierta exterior del cable.

Una vez efectuado el tendido de los cables deberán ser "peinados" en la canalización de forma paralela al eje longitudinal de la misma. Asimismo, deberán ser ordenados en capas y atados a la canalización y entre sí mediante cuerda ignífuga y no higroscópica (fibra de vidrio, o similar). El atado se efectuará en todos los cambios de dirección y cada dos metros como máximo en tramos rectos. No se permitirán cruces de cables pertenecientes a una misma capa, ni entre capas.

Se prestará especial atención a la correcta ordenación en bandejas de los cables apantallados, sobre todo en lo que se refiere a corrección de vicios de pantalla.

En el tendido por bandeja vertical o canalizaciones especiales, cada uno de los cables deberá sujetarse a la bandeja por medio de cuerda ignífuga o de grapas.

1.12.11.1.3 Tendido de cables por tubería

Además de los requisitos generales de instalación contenidos en 1.26.4.1.1.se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones :

Previo al tendido de los cables por el interior de tuberías, se procederá a la limpieza interior de las mismas.

Todos los cables que discurran por la misma tubería serán tendidos al mismo tiempo, formando un mazo para facilitar el tendido.

Se utilizarán los dispositivos de limitación de tensión de tendido para no dañar los componentes del cable. Se identificarán los cables a la entrada y salida de la tubería.

1.12.11.2 *Conexionado*

Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, se llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

Se procederá al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas, con el fin de no deteriorar el hilo ni su aislamiento.

Se efectuará una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica entre los extremos de cada uno de los hilos que se pretendan conectar.

Se realizará, asimismo, una comprobación al 100% del aislamiento entre conductores y entre cada uno de ellos con tierra.

Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal.

Paralelamente a la ejecución del conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan, ajustándose a los siguientes requisitos:

- La etiqueta del cable se colocará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
- La etiqueta del cable llevará marcado con tinta indeleble su número de identificación y composición.
- Dichas etiquetas consistirán en un manguito termorretráctil.
- La etiqueta del hilo se colocará inmediatamente antes de su conexión a las regletas de origen y destino.
- La etiqueta del hilo llevará marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable al que pertenezca y la borna de conexión de origen y destino.

Simultáneamente con el conexionado, se realizarán "in situ" las operaciones de taladrado, enhebrado del cable y apriete del prensa que deba llevarse a cabo para asegurar la estanqueidad del paso del cable o el grapado en perfiles normalizados que aseguren su firmeza.

1.12.12 TIERRA.

1.12.12.1 Generalidades

Las conexiones de tierra a la masa del casco del buque es una manera de asegurar una descarga de energía eléctrica sin peligro para las personas o equipos.

Normalmente todos los receptores con partes exteriores metálicas estarán conectados a tierra y también algunos elementos que en ciertas circunstancias puedan quedar bajo tensión.

Todas las conexiones a tierra serán de cobre adecuadamente protegidos contra cualquier daño mecánico o eléctrico. Las conexiones que sean de otros metales serán como mínimo de la misma conductibilidad que el cobre.

Las condiciones que deben cumplir los conductores de tierra deben ser igual a la de los conductores principales hasta 16mm² no siendo en ningún caso menor a 1,5mm².

Las conexiones a la estructura del casco estarán aseguradas mediante tornillos de material resistente a la corrosión y de diámetro no inferior a 6 mm, esa conexión no podrá ser usada para ningún otro fin.

1.12.12.2 *Conexión de los circuitos de tierra*

Para la realización del tendido de los conductores de tierra, se tomarán las medidas necesarias para que el tendido de los conductores queden perfectamente alineado con elementos estructurales que se tomen como referencia. Asimismo, los conductores quedarán perfectamente enderezados y sin flechas.

Para la realización del conexionado de los cables y pletinas de tierra, se cumplirán con las condiciones desarrolladas a continuación.

Las uniones entre cables o entre cables y pletinas de cobre desnudo se realizarán de alguna de las siguientes formas:

- Uniones atornilladas - Grapas
- Terminales.

Las uniones atornilladas entre pletinas o las que se realicen con grapas especiales o mediante terminales, se efectuarán observando las siguientes precauciones:

- Se limpiarán previamente las superficies de contacto, con el fin de que la resistencia eléctrica de la unión sea mínima.
- La limpieza indicada anteriormente se llevará a cabo de forma que no se elimine el galvanizado de las pletinas o estructuras que lleven este tratamiento.
- Se deberá dar el par de apriete adecuado a los tornillos, con el fin de asegurar la continuidad de la unión.

Todos los cables, piezas y pletinas del sistema de puesta a tierra que queden vistos, se pintarán con esmalte sintético de color normalizado.

1.13 Arranque de los motores:

Durante la puesta en tensión de un motor, la corriente solicitada es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los receptores, especialmente en el caso de insuficiencia de la sección de la línea de alimentación. En ocasiones, la caída puede llegar a ser perceptible en los aparatos de alumbrado.

A continuación se describen algunos tipos de arranque para motores:

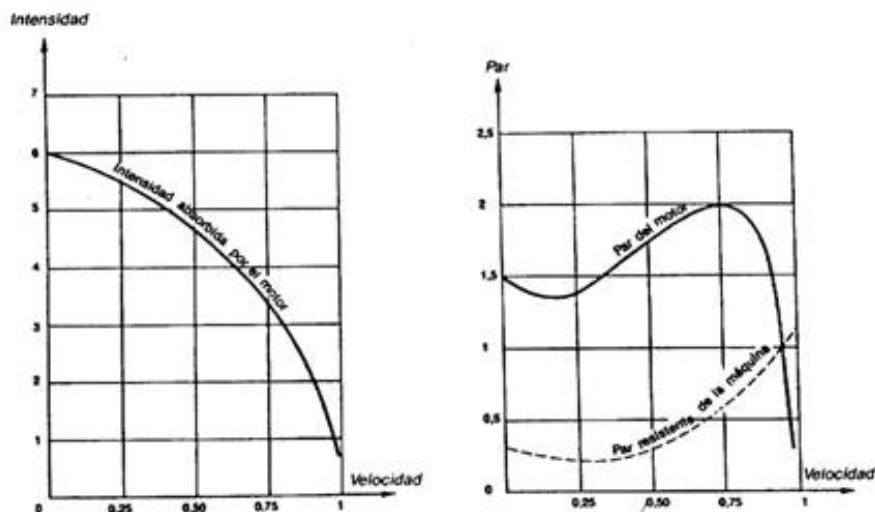
Arranque directo

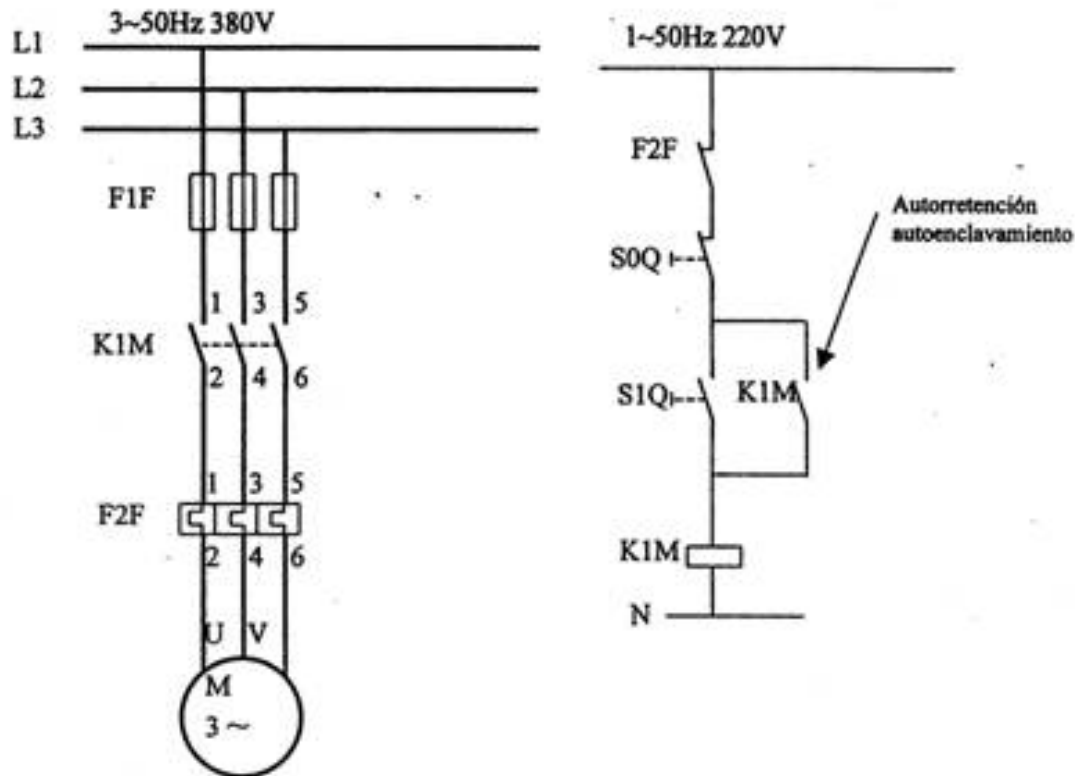
Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar. En el momento de la puesta bajo tensión, el motor actúa como un transformador cuyo secundario, formado por la jaula muy poco resistente del rotor, está en cortocircuito. La corriente inducida en el rotor es importante. La corriente primaria y la secundaria son prácticamente proporcionales. Por tanto, se obtiene una punta de corriente importante en la red:

La intensidad de arranque es de 5 a 8 veces la I nominal.

El par de arranque medio es:

C arranque = 0,5 a 1,5 C nominal.





A pesar de las ventajas que conlleva (sencillez del equipo, elevado par de arranque, arranque rápido, bajo coste), sólo es posible utilizar el arranque directo en los siguientes casos:

- La potencia del motor es débil con respecto a la de la red, para limitar las perturbaciones que provoca la corriente solicitada.
- La máquina accionada no requiere un aumento progresivo de velocidad y dispone de un dispositivo mecánico (por ejemplo, un reductor) que impide el arranque brusco.
- El par de arranque debe ser elevado.

Por el contrario no se usa cuando:

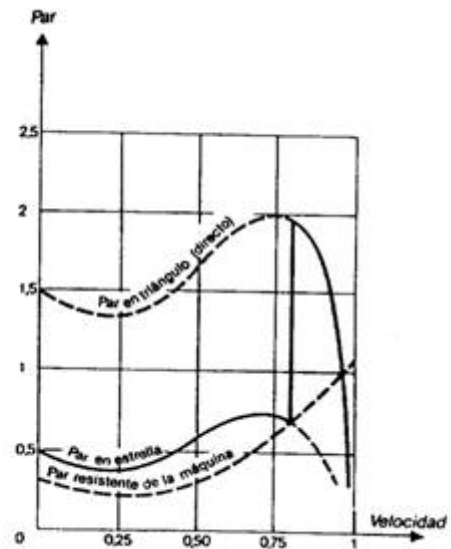
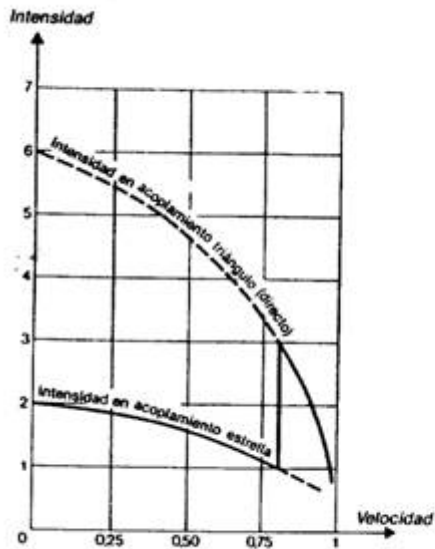
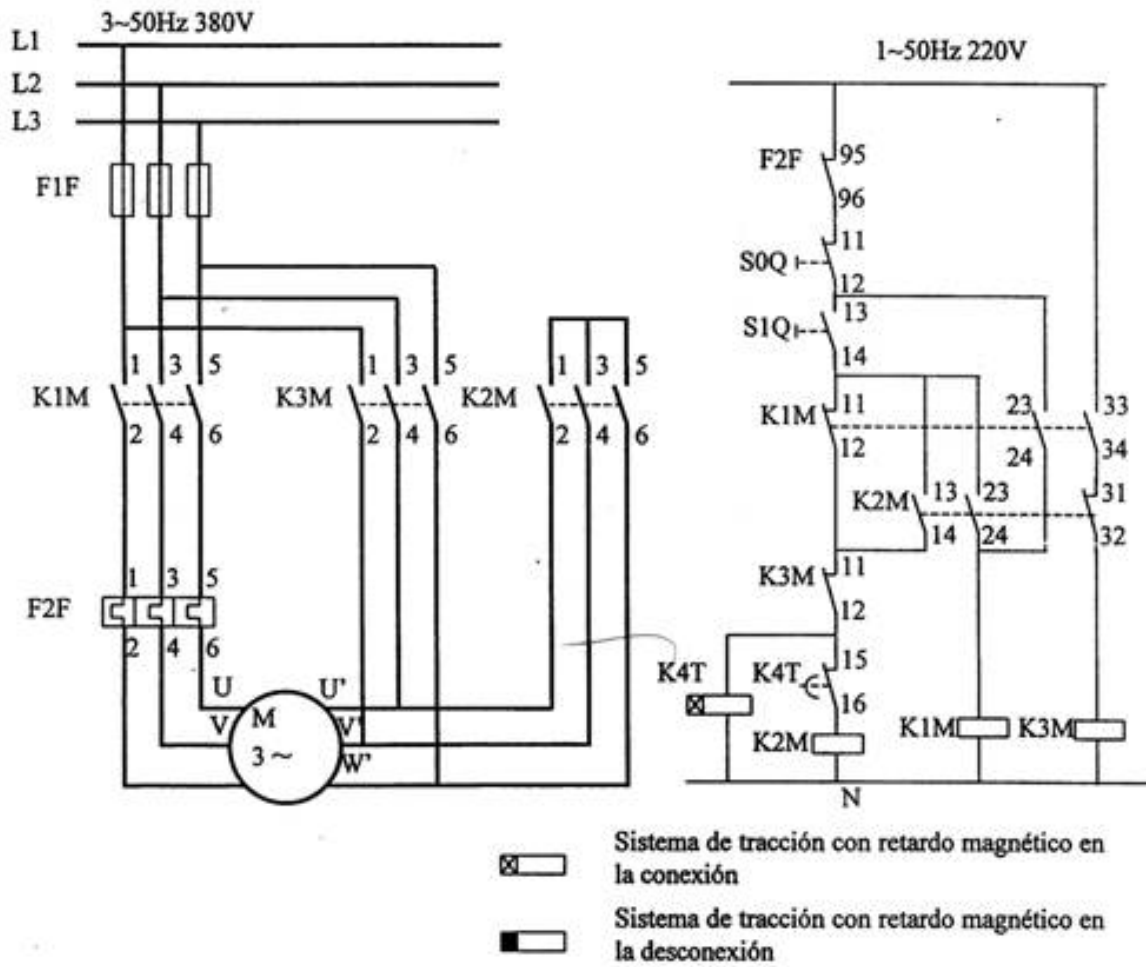
- La caída de tensión provocada por la corriente solicitada pueda perturbar el buen funcionamiento de otros aparatos conectados a la misma línea.
- La máquina accionada no pueda admitir sacudidas mecánicas.
- La seguridad o la comodidad de los usuarios se vea comprometida.

Arranque estrella triangulo

Cuando un motor se arranca directamente, la intensidad en ese momento es de 5 a 8 veces mayor que a plena carga. Por esta razón cuando los motores tienen potencias grandes, es necesario buscar algún método para reducir esa corriente de pico. A estos procedimientos se los llaman indirectos y entre ellos se encuentra el arranque Estrella - Triangulo, entre otros. Este método es el más utilizado en los motores de media y baja potencia. Con este método el aumento de intensidad en el arranque será solo de 2 a 4 veces la intensidad nominal, o sea 3 veces menos que con un arranque directo. Un requisito necesario para el uso de este tipo de arranque es que el motor este bobinado para funcionar con los devanados de su estator conectados en Estrella, y con todas las puntas de ellos instaladas en el exterior.

Para que a un motor se le pueda hacer el arranque estrella - triangulo la tensión de red y la de triangulo del motor deben ser iguales. Ejemplo: si tenemos una red de 220 y la placa del motor nos dice 220/380 V el motor es compatible para la conexión estrella - triangulo ya que para triangulo debe alimentarse con 220 Volts y esa es la tensión de red.

En la caja de conexión de un motor que se pueda conectar en Estrella - Triangulo, vamos a encontrar seis bornes, los cuales corresponden a los principios (U, V, W) y a los finales (X, Y, Z) del devanado estático, siendo su colocación internacional la indicada y que corresponde a las bobinas o grupos de bobinas de las fases R, S, T. A continuación se muestra un esquema de conexión de este tipo de arranque y unas curvas Intensidad-Velocidad y Par-Velocidad del mismo.



Resistencias estáticas

La alimentación a tensión reducida del motor, durante el primer tiempo, se obtiene poniendo en serie con cada fase del estator una resistencia que es cortocircuitada luego en un solo tiempo. Este cortocircuito se realiza mediante el cierre de un contactor accionado por medio de temporizador.

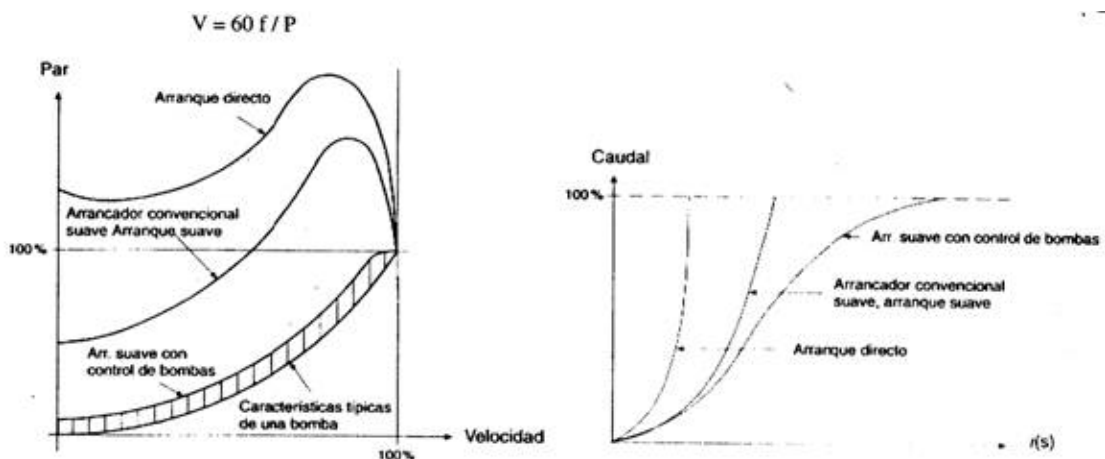
Arranque por autotransformador

El motor se alimenta por una tensión reducida mediante un autotransformador, el cual se pone fuera de servicio cuando el arranque se termina. Esta forma de arranque es utilizada sobre todo para los motores de gran potencia, con relación al arranque estático permite obtener un par más elevado con una punta de intensidad menor.

Arrancador estático

El arrancador estático consiste, básicamente, en un convertidor estático, alterna-alterna, generalmente tiristores, que permiten el arranque de C.A. con aplicación progresiva de tensión, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque.

El arrancador estático se divide en dos partes: el circuito de potencia y el circuito de regulación (y maniobra). Al poner en servicio el equipo, los tiristores dejan pasar la corriente que alimentan el motor de acuerdo con la programación realizada sobre el circuito de maniobra, que ira aumentando progresivamente hasta alcanzar el valor nominal de la tensión de servicio.



La posibilidad del arranque progresivo también se puede dar en sentido contrario, durante la parada del motor, de tal manera que se vaya reduciendo la tensión a un 60% del valor nominal, y en ese momento hacer el paro.

Variador de frecuencia

En los motores asíncronos de corriente alterna, la velocidad de giro no depende de la tensión de alimentación sino de la frecuencia de la red. Los variadores de frecuencia (velocidad), tienen como misión variar la frecuencia de la corriente de alimentación.

Se realizan basándose en tiristores que forman contactores estáticos. Se configura con un convertidor alterna/continua y un convertidor continua/alterna de velocidad variable entre 0 Hz y la frecuencia de red.

El variador de frecuencia permite la variación de velocidad total desde 0 r.p.m a la velocidad nominal del motor a par constante. Su rendimiento es alto, y permite un factor de potencia aproximadamente de 1. Permite la ausencia de sobretensiones por transitorios. Hace innecesario elementos de protección del motor. A velocidades bajas hay que tener en cuenta que la refrigeración del motor depende de la velocidad del fluido.

Los variadores de frecuencia se usan en motores grandes y dado su alto coste no será usado en ningún consumidor de este proyecto.

1.14 TRANSFORMADORES

El transformador es un dispositivo que no tiene partes móviles, el cual transfiere la energía eléctrica de un circuito a otro bajo el principio de inducción electromagnética.

Casi todos los sistemas importantes de generación y distribución de potencia del mundo son, hoy en día, sistemas de corriente alterna trifásicos. Puesto que los sistemas trifásicos desempeñan un papel tan importante en la vida moderna, es necesario entender la forma como los transformadores se utilizan en ella.

Las considerables ventajas son las que ganan con el uso de un solo transformador trifásico en lugar de tres unidades monofásicas de la misma capacidad total. Las ventajas son rendimiento incrementado, tamaño reducido, peso reducido y menor costo, aunque tiene el inconveniente de menor fiabilidad en caso de avería. Con un sistema con tres transformadores por fase, en caso de avería de uno de ellos, el sistema podría seguir funcionando con los otros dos, e incluso la

reparación sería más barata al ser cada unidad más pequeña y sencilla que un transformador trifásico.

De la multitud de variedad de transformadores que hay en el mercado usaremos del tipo trifásicos seco y refrigerado por aire para alimentar a los consumidores a 230v, partiendo de la tensión principal de la red a 400v. Como se puede ver en el diagrama unifilar (N_001) usaremos un transformador (T1) para la alimentación normal de los consumidores de 230v y 2 unidades (T2 y T3), uno en funcionamiento normal y otro de reserva para los consumidores de 230 que se alimentan del cuadro de emergencia.

Para la selección y el montaje seguiremos las siguientes recomendaciones:

- Los terminales tendrán una adecuada conexión y serán dispuesto en lugar accesible, con suficiente espacio para la conexión de los cables externos.
- Los terminales deben estar claramente identificados.
- Todas las bobinas de los transformadores refrigerados por aire deben ser convenientemente tratados para resistir la humedad, niebla salina de aire y vapores de aceite.

Por último sólo nos queda la selección de los transformadores, para la cual necesitamos saber la potencia absorbida por los consumidores de 230v que se puede extraer de la lista de consumidores se expone más adelante; para los consumidores del cuadro principal es de 19,5 Kw y 3,5Kw para los del cuadro de emergencia. A estos valores de potencia hay que aplicarle el factor de potencia y un factor de seguridad de un 20% por lo que nos queda que la potencia de los transformadores es:

$$S_{T1} = K \cdot \frac{P_{ab}}{\cos \varphi} = 1,2 \cdot \frac{19,5}{0,8} = 29,25KVA$$

$$S_{T2} = S_{T3} = K \cdot \frac{P_{ab}}{\cos \varphi} = 1,2 \cdot \frac{3,5}{0,8} = 5,25KVA$$

Elegiremos para el transformador trifásico T1 una unidad de la marca Polilux modelo 400/230v AUTW40 de 40KVA y para los T2 y T3 usaremos el modelo 400/230v AUTW8 de 8KVA.

1.15 CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Basándonos en las potencias requeridas por los diferentes consumidores eléctricos que forman parte de nuestro barco, desarrollaremos el denominado Balance Eléctrico.

Para aquellos consumidores de los que no contamos con referencias sobre sus consumos, emplearemos el método de extrapolación de otros buques similares.

1.15.1 ALUMBRADO

1.15.1.1 TIPOS DE LAMPARA

La luz es un factor esencial en las necesidades del buque. Al considerar el tipo de iluminación más efectivo para un local, debe tenerse en cuenta, por una parte, que no todos los locales tiene los mismos requerimientos de luminosidad, ni de la misma intensidad, y siempre que sea posible hay que tener en cuenta que siempre es preferible la iluminación natural del sol.

Muchas veces se confunde la cantidad de electricidad consumida por una luz, con el nivel de iluminación generado por esa determinada lámpara, los W. se refieren a la potencia de la lámpara y no a la iluminación que realmente produce, la unidad de medida de la luz es el Lúmen y define exactamente cuanta iluminación es capaz de dar determinada luminaria. La eficacia luminosa de una lámpara tiene que ver con la cantidad de luz que emite por unidad de W. consumidos, se mide en lúmenes por unidad de potencia (W.), y de ahí se desprende la comparación de una fuente de luz y otra. Por ejemplo, las lámparas fluorescentes, compactas, tienen una eficacia luminosa entre 40 lm/W y 900 lm/W, mientras que las lámparas incandescentes van de 10 lm/W a 17 lm/W.

Entre los distintos tipos de lámparas podemos encontrar:

- Los Tubos Fluorescentes
- Las Lámparas de Bajo Consumo
- Las Lámparas Halógenas
- Las Lámparas Incandescentes

Tubos Fluorescentes

Los tubos fluorescentes consisten en un tubo recubierto de fósforo que emite una luz similar a la luz blanca, mediante gases como el flúor, vapor de neón, mercurio, contenidos dentro del mismo. Una carga eléctrica ioniza el gas, y subsecuentemente, se produce la emisión de luz de las combinaciones entre los átomos y electrones. En la actualidad existe una gran variedad de tubos fluorescentes, aplicables dependiendo del requerimiento de las distintas necesidades. Son más eficaces en la luminosidad que las lámparas incandescentes, ya que la electricidad está destinada principalmente a la obtención de la propia luz, y no tanto al calentamiento. Los tubos tienen una duración de entre 15 y 20 veces la duración de una lámpara incandescente, y consumen un 80% menos de electricidad que una bombilla incandescente.

Eficacia luminosa de un tubo estándar de 36W = 80lm/W

Lámparas de Bajo Consumo

En las últimas décadas, se han desarrollado lámparas “compactas”, o de bajo consumo; que consisten en lámparas fluorescentes de un tubo estrecho, ya sea curvado en forma de U, o compuestas de varios tubos conectados por puentes. En este tipo de lámparas, la superficie que emite la luz es mayor, adaptándose a las distintas necesidades de los locales. Las hay de diferentes tonos, y a pesar de que son más costosas que las lámparas convencionales, tienen una mayor duración, e incluso consumen un 20% de la electricidad consumida por las lámparas incandescentes. En el caso de las “compactas”, el ahorro de energía es considerablemente mayor, se encienden de manera instantánea y pesan mucho menos. Para los ambientes en los cuales se apaga y se enciende la luz muy seguido conviene poner lámparas de tipo electrónico, en lugar de las convencionales de bajo consumo, dado que el encendido y apagado disminuye considerablemente la duración de éstas últimas.

La eficacia luminosa de una lámpara de bajo consumo de 18W = 40-70 lm/W

Lámparas halógenas

Son básicamente lámparas incandescentes convencionales, con un agregado de halógenos; se destacan por la emisión de una luz brillante, que se mantiene constante, con una duración de casi el doble de una lámpara convencional, tienen menor tamaño y una calidad de luz superior gracias al ciclo del halógeno. Además permiten regular el nivel de luz. Si bien cuestan más que las convencionales son más eficaces. Algunas requieren de un transformador de tipo electrónico que disminuye la pérdida de energía, y reduce el consumo eléctrico. Otro tipo de halógenas, conocidas como de doble envoltente, tienen una vida útil que

duplica la de una lámpara convencional y no requieren de transformador, con lo cual resultan bastante más costosas.

Eficiencia luminosa de una halógena de doble envoltente de 60W = 17-23 lm/W

Lámparas Incandescentes

Las lámparas incandescentes son las que tienen menor vida útil, y además son las de mayor consumo energético. Si bien son las más económicas no resultan eficientes en el largo plazo; solo convierte en luz un 15% de la energía consumida y el resto en ondas no perceptibles que se tornan en calor. La emisión de la luz se da por medio de el paso de la corriente a través de un filamento de metal, el cual al ponerse incandescente genera la luz. Las propiedades de esta lámpara se han desarrollado en la lámpara halógena.

Eficiencia luminosa de la bombilla de 60W = 10-17 lm/W

1.15.1.2 INSTALACIONES DE ALUMBRADO

1.15.1.2.1 ALUMBRADO INTERIOR

Podemos diferenciar dos tipos de alumbrado:

Normal: está alimentado por los generadores principales del buque y se encargará de alumbrar los diferentes locales. La tensión será de 230V y se alimentará de la red de distribución de dicha tensión que hay disponible para tal efecto. Los puntos de luz interiores serán fluorescentes y de lámparas compactas, tanto en alojamientos como en la Cámara de Máquinas, pañoles y puente.

De socorro: estará alimentado por los acumuladores de baterías y el generador de emergencia y su misión será la de iluminar las siguientes zonas:

- Estación de radio
- Puente de gobierno
- Local de planta de emergencia
- Cámara de Máquinas
- Acceso a pasos vitales
- Pasillos y escaleras
- Salidas de compartimentos estancos
- Indicadores de rutas de escape
- Los puntos de reunión para el embarque de botes.

Para el cálculo del alumbrado hemos empleado la siguiente expresión:

$$L = E \cdot S \cdot \frac{F_D}{F_U}$$

Donde:

L = Flujo luminoso en lúmenes (lm)

E = Iluminancia o intensidad de iluminación requerida por el local en luxes (lux)

S = Superficie a iluminar (m²)

F_D = Factor de suciedad (como media tomaremos 1,15)

F_U := Factor de utilización del local iluminado, que expresa el rendimiento de la instalación.

El factor de utilización F_U se obtiene en función del índice del local K.

$$K = \frac{(a \cdot b)}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo:

- a Longitud del local (m)
- b Anchura del local (m)
- h Altura del local (m)

Una vez obtenido el factor K y entrando en la siguiente tabla Obtenemos

VALORES DE F_u

Alumbrado	Directo		Semidirecto		Semi-indirecto		Indirecto	
Flujo hacia el techo %	0		40-10		60-90		100	
Flujo hacia el suelo %	100		60-90		40-10		0	
Local	Claro	Oscuro	Claro	Oscuro	Claro	Oscuro	Claro	Oscuro
Indice del local K								
0,6	0,34	0,24	0,30	0,22	0,21	0,08	0,13	0,03
0,8	0,42	0,33	0,38	0,27	0,26	0,12	0,16	0,05
1,0	0,46	0,39	0,44	0,34	0,30	0,13	0,19	0,05
1,25	0,50	0,42	0,50	0,38	0,32	0,15	0,22	0,06
1,5	0,53	0,45	0,54	0,41	0,36	0,17	0,24	0,07
2,0	0,58	0,51	0,60	0,47	0,41	0,19	0,27	0,08
2,5	0,62	0,56	0,63	0,50	0,44	0,21	0,30	0,10
3,0	0,64	0,58	0,66	0,52	0,47	0,22	0,32	0,10
4,0	0,67	0,61	0,69	0,55	0,51	0,24	0,35	0,12
5,0	0,69	0,63	0,71	0,57	0,53	0,25	0,36	0,12

Las iluminaciones aconsejadas se recogen en la siguiente tabla en función del local:

Locales	Iluminancias (en 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
Pasaje	200 - 400
Tripulación	120 - 250
Locales sanitarios	200 - 250
Locales de servicios	250 - 300
Enfermería	500 - 1.000
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 (deducido el volumen de éstas)	250 - 350
Bocas de calderas	500 - 750
Túneles y compartimientos de menos de 200 m ³	100 - 150
Talleres de montaje y precisión	1.000 - 2.000
Talleres de maquinaria	500 - 1.000
Salas de dibujo	750 - 1.500
Oficinas normales	400 - 750
Salas de espera, archivo, etc.	75 - 150

Una vez que hemos calculado el flujo luminoso, deduciremos la potencia eléctrica empleando el concepto de rendimiento luminoso (Lumen / Watio), valor característico de cada tipo de lámpara. Aproximadamente podemos emplear los siguientes valores:

Lámpara fluorescente: 80 (lm/W)

Lámparas de bajo consumo: 60 (lm/W)

El alumbrado del primer tipo será el más usado por tener un rendimiento mayor a las de incandescencia y por trabajar en espacios interiores, cuya temperatura es adecuada para las lámparas fluorescentes, serán los tubulares rectos estándar con las siguientes características:

Potencia con balasto	55w
Eficacia	86 lm/w
Longitud	1770mm
Diámetro	28mm

Potencia con balasto	36w
Eficacia	80 lm/w
Longitud	1200mm
Diámetro	28mm

La tabla que se muestra a continuación resume el cálculo descrito anteriormente para determinar el N° y potencia de las luminarias en las distintas estancias del buque. Para simplificar se ha subdividido los locales por la cubierta en la que se dispone cada uno.

	L	A	Área M ²	H(m)	E(lux)	k	Fu	L(Lm)	P(w)	Eficiencia (Lm/W)	P UN (W)	Nº Ud.	Consumo (W)
CÁMARA DE MÁQUINAS Y ALOJAMIENTOS													
CÁMARA DE MÁQUINAS	15,00	10,13	151,88	4,00	400	1,51	0,53	171933,96	2149	80	55	40	2200
PAÑOL CI Y SI ESRTIBOR	3,75	1,65	6,19	2,30	300	0,50	0,34	8189,34	102,4	80	36	3	108
PAÑOL CI Y SI BABOR	1,65	2,63	4,33	2,30	300	0,44	0,34	5732,54	71,66	80	36	2	72
ALOJ MARIN BABOR	4,13	3,38	13,92	2,30	200	0,81	0,33	12656,25	158,2	80	36	4	144
ALOJ MARIN ESTRIBOR	2,25	0,75	9,00	2,30	200	0,24	0,24	11250,00	140,6	80	36	3	108
ASEO MARIN	1,88	2,63	4,92	2,30	200	0,48	0,24	6152,34	76,9	80	36	2	72
PAÑOL CONTRAMAESTRE	1,50	3,38	5,06	2,30	300	0,45	0,34	6700,37	83,75	80	36	2	72
ESCALERAS CM	3,00	1,13	3,38	2,30	200	0,36	0,24	4218,75	52,73	80	36	1	36
CUBIERTA PRINCIPAL													
ESCALERAS CP	1,88	2,63	4,92	2,30	200	0,48	0,24	6152,34	76,9	80	36	2	72
ASEO CP	3,00	2,40	7,20	2,30	200	0,58	0,24	9000,00	112,5	80	36	3	108
COMEDOR	3,00	2,40	7,20	2,30	300	0,58	0,34	9529,41	119,1	80	36	3	108
COCINA	3,00	2,40	7,20	2,30	300	0,58	0,34	9529,41	119,1	80	36	3	108
CAMAROTE MECANICO Y ELECTRICISTA	3,00	2,40	7,20	2,30	200	0,58	0,24	9000,00	112,5	80	36	3	108
CAMAROTE CONTRAMAESTRE Y PATRÓN	3,00	2,40	7,20	2,30	200	0,58	0,24	9000,00	112,5	80	36	3	108
GAMUZA SECA	3,00	1,50	4,50	2,30	200	0,43	0,24	5625,00	70,31	80	36	2	72
PASILLO	9,75	1,20	11,70	2,30	200	0,46	0,24	14625,00	182,8	80	36	5	180
CUBIERTA PUENTE													
CUBIERTA PUENTE	4,13	3,75	15,47	2,30	300	0,85	0,33	21093,75	263,7	80	36	7	252

	L	A	Área M ²	H(m)	E(lux)	k	Fu	L(Lm)	P(w)	Eficiencia (Lm/W)	P UN (W)	Nº Ud.	Consumo (W)
PUENTE DE GOBIERNO													
PUENTE DE GOBIERNO	4,13	3,75	15,47	2,30	600	0,85	0,42	33147,32	414,3	80	55	8	440
TOTAL													4224

1.15.1.2.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Las luminarias para el alumbrado exterior estarán convenientemente protegidas para el trabajo en ambiente húmedo marino y han sido estudiadas para su correcto funcionamiento en atmósferas muy sucias (con niebla, humos y penetración de polvo), además de ser estancas al agua e incluso a chorros de agua, este grado de protección lo conseguimos seleccionando una IP 67.

La zona de operación de remolque quedará convenientemente iluminada. El alumbrado exterior en las cubiertas de superestructura se realiza con aparatos estancos, con cableado por el interior de alojamientos. Los trozos de cable exteriores irán bajo tubo. Este alumbrado será dependiente del alumbrado genereal para una iluminación normal de las cubiertas y puentes descubiertos. Se realizará por medio de lámparas compactas de 23 W instaladas convenientemente para asegurar una correcta iluminación de todas las disposiciones

Para una iluminación exhaustiva para trabajos nocturnos en cubierta, o en caso de auxilio exterior se dispondrán de proyectores para alumbrado de cubierta de una potencia muy superior al alumbrado normal. Estas lámparas serán halógenas con los siguientes consumos.

PROYECTOR BR. DE 500W. CTA.PTE.POPA	500W
PROYECTOR ER. DE 500W. CTA.PTE.POPA	500W
PROYECTOR DE BÚSQUEDA	1000W

1.15.1.2.3 LUCES DE NAVEGACIÓN Y DE SEÑALES

El servicio de luces de navegación y señalización debe disponerse de manera que se asegure su suministro en cualquier estado de navegación por tratarse de un servicio vital para el buque. Para ello dependerá del sistema de alimentación ininterrumpida, de manera que en funcionamiento normal del buque estará alimentado desde los generadores principales, en caso de falta de energía de éstos, automáticamente conmutará el sistema de emergencia, asegurando que en ningún caso falte alimentación a estos consumidores.

La potencia estimada para este servicio es de 0,5Kw.

1.15.1.2.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

La potencia estimada para este servicio es de 0,5Kw y tiene que suministrar energía a los siguientes espacios:

- Pasillos y escaleras
- Puntos de reunión en la cubierta de botes
- Iluminación del Puente
- Iluminación de la Cámara de Máquinas
- Local del grupo de emergencia y cuadro de socorro

La iluminación de emergencia depende del sistema de emergencia, el cual cuenta con una batería de acumuladores y un grupo diesel de emergencia, por lo tanto aseguramos un suministro de energía en cualquier condición de fallo de los generadores principales. Además este tipo de luminarias cuenta con una batería que les proporciona una autonomía de 3h independientemente de las fuentes de emergencia del buque.

Para esta iluminación usaremos luminarias específicas para este tipo de servicio con una lámpara fluorescente de bajo consumo de 11w cada unidad. Para ver la disposición de la iluminación de emergencia ver plano N011, N012 y N013

1.15.2 BOMBAS

Vamos a ver a continuación como se calcula la potencia absorbida de este grupo de consumidores partiendo de las características mecánicas conocidas y a realizar un ejemplo de cada una de ellas.

1.15.2.1 Bombas centrífugas:

La potencia en el eje de la bomba se determinará de acuerdo con la siguiente *fórmula 1*:

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma}{3600 \cdot 75 \cdot \eta}$$

Donde:

P= Potencia en el eje en C.V.

Q= Caudal en m³/h.

γ = Peso específico del fluido bombeado en Kg/dm³.

H= Altura total manométrica en metros de columna de líquido.

η = Rendimiento de la bomba (ver tabla 1).

Tabla 1

Caudal de la bomba en m ³ /h.	Rendimiento (η)
$Q \geq 500$	0.77
$300 \leq Q < 500$	0.75
$100 \leq Q < 300$	0.71
$30 \leq Q < 100$	0.65
$2 \leq Q < 30$	0.60
$Q \leq 2$	0.40

Para pasar a Kw dividimos directamente entre 1.36, ya que 1 C.V. equivale a 735 w.

La potencia absorbida de la red por la bomba, se determinará mediante la siguiente *formula 2*:

$$P_{ab} = \frac{P}{B}$$

Donde:

P_{ab} = potencia absorbida de la red.

P= potencia en el eje.

B= rendimiento eléctrico. (Ver tabla 2).

Tabla 2

Potencia en el eje (C.V.)	Rendimiento
$P \geq 60$	0.92
$40 \leq P < 60$	0.91
$30 \leq P < 40$	0.905
$20 \leq P < 30$	0.90
$10 \leq P < 20$	0.88
$7.5 \leq P < 10$	0.86
$5 \leq P < 7.5$	0.83
$2 \leq P < 5$	0.80
$P \leq 2$	0.73

La potencia eléctrica del motor eléctrico debe definirse teniendo en consideración una serie de factores, tales como sobrecalentamientos, vibraciones, variaciones de caudal, de nivel, tensión o sobrecargas, por lo cual habrá que tomar un margen de seguridad K (ver tabla 3). Por lo tanto, la potencia nominal se determinará de acuerdo con la siguiente *formula 3*:

$$P_N = P_{ab} \cdot K$$

Donde:

P_N = Potencia nominal.

P_{ab} = Potencia absorbida.

K = Coeficiente de seguridad (tabla 3).

Tabla 3

Potencia absorbida (C.V.)	Coeficiente (K)
$P_{ab} \geq 100$	1.10
$25 \leq P_{ab} < 100$	1.15
$10 \leq P_{ab} < 25$	1.20
$5 \leq P_{ab} < 10$	1.25
$1 \leq P_{ab} < 5$	1.30

EJEMPLO: BOMBA DE DISPERSANTE:

Partimos de las siguientes características:

$$Q = 7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\gamma = 1,032 \text{ Kg/dm}^3.$$

$$H = 81,6 \text{ m.c.l.}$$

η = entrando en la *tabla 1* vemos que para 7 m³/h es 0.60

Aplicando la *formula 1* obtenemos la potencia en el eje.

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 7 \cdot 81,6 \cdot 1,032}{3600 \cdot 75 \cdot 0,6} = 3,63 \text{ cv.}$$

Ahora obtendremos la potencia absorbida aplicando la *formula 2*:

$$P_{ab} = \frac{P}{B}$$

B = en la *tabla 2* vemos que es 0.85

$$P_{ab} = \frac{P}{B} = \frac{3,63}{1,36 \cdot 0,85} = 3,14 \text{ Kw}$$

Por último obtendremos la potencia nominal aplicando la *formula 3*:

$$P_N = P_{ab} \cdot K$$

Obtenemos K de la *tabla 3*:

$$K = 1,3$$

$$P_N = P_{ab} \cdot K = 3,14 \cdot 1,3 = 4,08 \text{ Kw}$$

1.15.2.2 Bombas de tornillo:

La potencia al eje de la bomba se determinará como en el caso anterior con la siguiente *formula (1)*:

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma}{3600 \cdot 75 \cdot \eta}$$

Donde:

P= Potencia en el eje en C.V.

Q= Caudal en m³/h.

γ = Peso específico del fluido bombeado en Kg/dm³.

H= Altura total manométrica en metros de columna de líquido.

η = Rendimiento de la bomba (ver tabla 1).

Tabla 1

Caudal de la bomba en m ³ /h.	Rendimiento (h)
Q ≥ 250	0.50
200 ≤ Q < 250	0.49
125 ≤ Q < 200	0.48
60 ≤ Q < 125	0.47
30 ≤ Q < 60	0.46
10 ≤ Q < 30	0.45
5 ≤ Q < 10	0.44
1.5 ≤ Q < 5	0.42
0.3 ≤ Q < 1.5	0.40

Para pasar a Kw. dividimos directamente entre 1.36, ya que 1 C.V. equivale a 735 w.

La potencia absorbida de la red por la bomba para una temperatura del fluido de 20 °C, se determinará mediante la *formula 2*:

$$P_{ab} = \frac{P}{B}$$

Donde:

P_{ab} = potencia absorbida de la red.

P= potencia en el eje.

B= rendimiento eléctrico. (ver tabla 2).

Tabla 2

Potencia en el eje (C.V.)	Rendimiento
$P \geq 60$	0.92
$40 \leq P < 60$	0.91
$30 \leq P < 40$	0.90
$20 \leq P < 30$	0.90
$10 \leq P < 20$	0.88
$7.5 \leq P < 10$	0.86
$5 \leq P < 7.5$	0.83
$2 \leq P < 5$	0.80
$P \leq 2$	0.73

La potencia nominal del motor eléctrico se determinará de acuerdo con la siguiente *formula 3*:

$$P_N = P_{ab} \cdot K$$

Donde:

P_N = Potencia nominal.

P_{ab} = Potencia absorbida.

K = Coeficiente de seguridad (tabla 3)

Tabla 3

Potencia absorbida (C.V.)	Coeficiente (K)
$P_{ab} > 60$	1.05
$P_{ab} \leq 60$	1.10

EJEMPLO: BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE:

Partimos de las siguientes características:

$$Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\gamma = 0,9 \text{ Kg/dm}^3.$$

$$H = 30,6 \text{ m.c.l.}$$

η = entrando en la *tabla 1* vemos que para 5 m³/h es 0.60

Aplicando la *formula 1* obtenemos la potencia en el eje.

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 30,6 \cdot 0,9}{3600 \cdot 75 \cdot 0,6} = 0,85 \text{ cv.}$$

Ahora obtendremos la potencia absorbida aplicando la *formula 2*:

$$P_{ab} = \frac{P}{B}$$

B = en la *tabla 2* vemos que es 0,73

$$P_{ab} = \frac{P}{B} = \frac{0,85}{1,36 \cdot 0,73} = 0,85 \text{ Kw}$$

Por último obtendremos la potencia nominal aplicando la *formula 3*:

$$P_N = P_{ab} \cdot K$$

Obtenemos K de la *tabla 3*:

$$K = 1,1$$

$$P_N = P_{ab} \cdot K = 0,85 \cdot 1,1 = 0,94\text{cv}$$

1.15.3 VENTILADORES

La potencia absorbida de la red por un ventilador, se determinará de acuerdo con la siguiente *formula 4*:

$$P = \frac{Q \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta}$$

Donde:

P= Potencia en el eje en C.V.

Q= Caudal en m³/h.

H= Altura total en milímetros de columna de agua.

η= Rendimiento mecánico:

Ventilador axial 0.5

Ventilador centrífugo 0.6

La potencia nominal del motor eléctrico se determinará con la *formula 3*:

$$P_N = P_{ab} \cdot K$$

Donde:

P_N = Potencia nominal.

P_{ab} = Potencia absorbida.

K = Coeficiente de seguridad.

Tabla 7

Caudal ventilador (m³/h)	Coeficiente (K)
$Q \geq 20000$	1.10
$Q < 20000$	1.15

EJEMPLO VENTILADOR CÁMARA DE MÁQUINAS:

Calculo de la potencia del ventilador de cámara de máquinas, con las siguientes características:

$$Q = 32500 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$H = 50 \text{ mm.c.a.}$$

$$\eta = \text{Rendimiento mecánico, como es un ventilador axial: } 0.5$$

Utilizando la formula correspondiente, *formula 4* y obtenemos:

$$P_{ab} = \frac{Q \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{32500 \cdot 50}{3600 \cdot 75 \cdot 0,5} = 12,03cv$$

Entrando en la *tabla 7* vemos que corresponde:

$$K=1,1$$

$$P_N = P_{ab} \cdot K = (12,03/1,36) \cdot 1,1 = 9,7Kw.$$

1.15.4 COMPRESORES DE AIRE

La potencia en el eje de los compresores de aire se determinará según la siguiente expresión, *formula 7*:

$$P = [0,0272 \cdot Q \cdot \frac{P_1}{\rho} \cdot (\gamma - 1)] \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right]$$

Donde:

Q= Caudal compresor aire libre en m³/h.

P₁= Presión inicial, Kp/cm² = Presión atmosférica.

P₂= Presión final, Kp/cm²

γ= 1.4

ρ= Rendimiento del compresor.

Para una presión final P₂= 30 Kp/cm² se puede utilizar la siguiente expresión simplificada, *formula 8*:

$$P = Q \cdot K$$

Donde:

P= potencia en C.V.

Q= Caudal compresor aire libre en m³/h.

K= coeficiente según (tabla 8):

Tabla 8

Caudal del compresor (m ³ /h).	Coeficiente (K)
Q > 100	0.24
Q ≤ 100	0.31

EJEMPLO ELECTROCOMPRESOR DE AIRE:

Calculo de la potencia del compresor de aire, de las siguientes características:

$$Q = 15 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

$$P_1 = \text{Presión atmosférica}$$

$$P_2 = 30 \text{ bar}.$$

$$\gamma = 1.4$$

Como sabemos para una presión final $P_2 = 30 \text{ Kp/cm}^2$ se puede utilizar la siguiente expresión simplificada, *formula 8*:

$$P = Q \cdot K$$

Por lo tanto, tenemos que hallar el valor de K, entramos en la tabla 7 y vemos que es 0.31.

$$P = Q \cdot K = 15 \cdot 0,31 = 4,65 \text{ cv}.$$

Por último la potencia absorbida de la red por la bomba, se determinará mediante la siguiente, *formula2*:

$$P_{ab} = \frac{P}{B}$$

Determinando B en la tabla 2 obtenemos:

$$P_{ab} = \frac{P}{B} = \frac{4,65}{1,36 \cdot 0,80} = 4,27 \text{ Kw}.$$

1.15.5 AIRE ACONDICIONADO

Para estimar la potencia frigorífica del equipo de aire acondicionado a instalar nos serviremos de una sencilla fórmula según la superficie a refrigerar:

$$P = V \cdot 50$$

Donde:

P= Potencia frigorífica en Kcal/h

V= Volumen a refrigerar en m³

Por tanto para un volumen de 200 m³ obtenemos que:

$$P = V \cdot 50 = 200 \cdot 50 = 10000\text{Kcal/h}$$

Para no extendernos más en el cálculo de consumidores eléctricos en la siguiente tabla resumimos todos los consumidores elegidos en el buque, siendo la mayoría de ellos elegidos por la experiencia adquirida por el astillero en buques de similares características:

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION	POTENCIA	COSFI	RENDIMIENTO	TIPO DE CORRIENTE
CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES (2)	400	12	0,86	0,87	T
CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	400	7,5	0,86	0,85	T
CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	400	1,5	0,83	0,78	T
CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	400	8	0,86	0,85	T
CCM-5	BOMBA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T
CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	400	30	0,87	0,9	T
CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	400	30	0,87	0,9	T
CCPPL-1	MONITORES CONTRA INCENDIOS	400	6	0,85	0,84	T
CCM-9	SEPARADOR DE SENTINA	400	0,4	0,75	0,69	T
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	400	37	0,87	0,9	T
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	400	14,7	0,86	0,87	T
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	400	4,4	0,84	0,83	T
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.	400	0,8	0,8	0,74	T
CCP-1	PROYECTOR BR. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M
CCP-2	PROYECTOR ER. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M
CCP-3	PROYECTOR DE BÚSQUEDA	230	1	0,83	0,77	M
CCM-21	ALUMBRADO CRA.MAQ.	230	2,2	0,83	0,81	M
CCPPL-5	ALUMBRADO GENERAL	230	3,5	0,84	0,82	M
CS-1	ALUMBRADO NAVEGACIÓN	230	0,5	0,84	0,82	M

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION	POTENCIA	COSFI	RENDIMIENTO	TIPO DE CORRIENTE
CS-2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	230	0,5	0,84	0,82	M
CCPPL-6	AIRE ACONDICIONADO	400	11	0,86	0,87	T
CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS	230	3	0,84	0,81	M
CC-1	COCINA (2 PLACAS)	400	9	0,86	0,87	T
CC-2	FRIGORIFICO	230	0,3	0,72	0,64	M
CC-3	FREIDORA	400	4,5	0,84	0,83	T
CC-4	CAFETERA	230	2,1	0,83	0,81	M
CC-5	LAVAVAJILLAS	230	3,4	0,84	0,82	M
CC-6	BATIDORA	230	0,7	0,8	0,74	M
CC-7	TOSTADOR	230	1,8	0,83	0,81	M
CCPPL-7	CALENTADOR SERVICIOS SANITARIOS	400	1	0,83	0,77	T
CS-3	NAVEGACION COMUNICACION Y ALARMAS	230	2,5	0,83	0,81	M
CC-8	FUENTE DE AGUA FRIA	230	0,3	0,72	0,64	M
CCP-6	RADAR	230	0,2	0,7	0,62	M
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	400	2,2	0,83	0,81	T
CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA	400	1,5	0,83	0,78	T
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	400	37	0,87	0,9	T
CCPPL-8	SISTEMA ANTIVAHU	400	9	0,86	0,87	T
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	400	15	0,86	0,87	T
CCM-20	B. BALDEO A.D.	400	2,2	0,83	0,81	T

1.16 BALANCE ELÉCTRICO

Nos hemos referido repetidas veces a la necesidad de disponer de una completa relación en la que figuren todos los aparatos consumidores de energía eléctrica que a bordo hayan de instalarse con la característica entre otras cosas de la potencia máxima a consumir por cada uno de ellos.

A la suma total de tales potencias unitarias se las designa comúnmente con el nombre de *potencia instalada de receptores*, o simplemente *potencia instalada*. Pero es evidente que los generadores no han de estar dispuestos para producir el total de dicha potencia instalada ya que muchos de los consumidores considerados corresponden a elementos de respeto y los restantes o no tienen que trabajar simultáneamente o si lo hacen pueden no consumir el total de su potencia nominal. Por lo tanto la potencia absorbida será solo una fracción de la total instalada. Y esta fracción varía con las distintas condiciones de trabajo. Será pues necesario estimar la potencia probable que tendrá que disponerse en cada caso. Dada la multiplicidad de hipótesis que pueden realizarse y de diferentes situaciones a considerar es imposible dar unas normas inflexibles al respecto. La experiencia e información del proyectista jugará un importante papel y siempre será muy a tener en cuenta las diferentes condiciones de explotación del buque. En general los casos que deben considerarse y a los que se les da el nombre de *hipótesis de carga o estados de carga* representan las situaciones en las que el consumo de energía eléctrica por los distintos receptores en funcionamiento puede considerarse prácticamente constante.

1.16.1 SITUACIONES DE CONSUMO ELÉCTRICO

Para calcular una estimación de los consumos que tendrá el buque en las diferentes condiciones de vida, tendremos que definir cuales son dichos casos en los que los consumos varíen dependiendo del estado y funcionamiento que tenga en ese momento el buque. Dichos casos los hemos subdivididos en los siguientes:

Navegación:

En esta situación el consumo de energía eléctrica en el mar es el necesario para atender todos los servicios normales del buque.

Antipolución y contra incendios:

Situación en la que el consumo es el correspondiente a los consumidores que funcionan durante las labores de lucha contra un incendio o durante la recogida de aguas contaminadas.

Puerto:

En esta situación hay que tener en cuenta a los consumidores que funcionan normalmente en la condición de puerto más todos los consumidores de a bordo que participen en el manejo de la carga.

Remolque:

Situación en la que el consumo es el correspondiente a los consumidores que funcionan durante el remolque de otro buque.

1.16.2 FACTOR DE SIMULTANEIDAD

En cada una de las mencionadas situaciones, los consumidores que funcionan pertenecerán a una de las siguientes categorías:

Carga continua

Son aquellos consumidores que su servicio es necesario de forma continua y a pleno régimen. Su coeficiente de simultaneidad es 1.

Carga periódica

Son aquellos consumidores que sus servicios son necesario de forma discontinua y simultánea con otros consumidores. Su coeficiente de simultaneidad es 0.5.

Carga eventual

Son aquellos consumidores que su servicio es necesario de forma discontinua y simultánea con otros consumidores en periodos de tiempo cortos. Su coeficiente de simultaneidad es 0.25.

Los estados y coeficientes que se han relacionado son los más habituales en la práctica, pero en cualquier caso son susceptibles de modificaciones en función de las necesidades en cada caso concreto.

1.16.3 RESOLUCIÓN DEL BALANCE ELÉCTRICO

A continuación explicaremos el formato en el cual se ha resuelto el balance eléctrico del buque.

Se han subdividido los consumidores en las siguientes categorías:

- Auxiliares de la planta propulsora
- Seguridad y mantenimiento
- Maniobra y manejo de carga
- Acondicionamiento
- Cocina y alojamiento
- Alumbrado
- Navegación y varios

El formato elegido para la realización del balance es el siguiente:

La primera columna de la tabla hace referencia al consumidor. Después cada consumidor tendrá un número de unidades instaladas que se reflejan en la columna "I", y un número de unidades en servicio (columna "S"). Cada consumidor tendrá una potencia unitaria (columna "KW") en la que en el caso de que varios consumidores funcionen simultáneamente, habrá que multiplicar el número de consumidores en servicio por la potencia unitaria de cada consumidor para conocer la potencia consumida de todos ellos.

BALANCE ELÉCTRICO

Auxiliares de la planta propulsora

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
Unidad prec. MMPP	2	2	12							24					
B. Trasego combustible	1	1	1,5		1,5							1,5			
Electrocompresor de aire	1	1	8							8					
B. Prelubricación MMPP	1	1	15							15					
TOTAL				0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00

Navegación	0,75
Antipolución y contra Incendios	0
Puerto	47,375
Remolque	0

Seguridad y mantenimiento

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
B. Dispersante	1	1	7,5				7,5								
B. C.I. Autoprotección y sentinas	2	2	30			30	60					30			
Monitores contra incendios	2	2	3				6								
Separador de sentinas	1	1	0,4			0,4			0,4			0,4			
TOTAL				0,00	0,00	30,40	73,50	0,00	0,40	0,00	0,00	30,40	0,00	0,00	0,00

Navegación 7,6
 Antipolución y contra Incendios 73,6
 Puerto 7,6
 Remolque 0

Maniobra y manejo de carga

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
G. Hidráulico chigre remolque ppal.	2	1	37										37		
Grupo hidráulico grúa	1	1	14,7								14,7				
Molinete electrobomba	1	1	4,4							4,4					
TOTAL				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	14,70	0,00	37,00	0,00	0,00

Navegación 0
 Antipolución y contra Incendios 0
 Puerto 11,75
 Remolque 37

Acondicionamiento

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
Ventilador cra. Maq.	2	2	15	30			30						30		
Ventilador fuera Cra. Máq.	1	1	0,8	0,8			0,8			0,8			0,8		
Aire Acondicionado	1	1	11		11			11			11			11	
TOTAL				30,80	11,00	0,00	30,80	11,00	0,00	0,80	11,00	0,00	30,80	11,00	0,00

Navegación	36,3
Antipolución y contra Incendios	36,3
Puerto	6,3
Remolque	36,3

Cocina y alojamiento

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
Cocina	1	1	9		9							9			
Frigorífico	1	1	0,3	0,3			0,3			0,3			0,3		
Cafetera	1	1	2,1		2,1						2,1				
Freidora	1	1	4,5		4,5						4,5				
Batidora	1	1	0,7		0,7						0,7				
Tostador	1	1	1,8		1,8						1,8				
Calentador serv. Sanitarios	1	1	1		1						1				
Fuente agua fría	1	1	0,3	0,3				0,3			0,3			0,3	
Planta potabilizadora osmosis inversa	1	1	1,5		1,5			1,5			1,5			1,5	
Bomba baldeo A.D.	1	1	2,2		2,2			2,2			2,2			2,2	
Lavavajillas	1	1	3,4		3,1						3,1				
B. Aguas fecales	1	1	2,2		2,2			2,2			2,2			2,2	
B. Hidroforo	2	1	0,5		0,5			0,5						0,5	
TOTAL				0,60	28,60	0,00	0,30	6,70	0,00	0,30	19,40	9,00	0,30	6,70	0,00

Navegación 14,9
 Antipolución y contra Incendios 3,65
 Puerto 12,25
 Remolque 3,65

Alumbrado

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
Proyector BR cta popa	1	1	0,5			0,5		0,5							0,5
Proyector ER cta popa	1	1	0,5			0,5		0,5							0,5
Proyector de Búsqueda	1	1	1			1		1							1
Alumbrado general	1	1	3,5	3,5			3,5			3,5			3,5		
Alumbrado cra. Maq.	1	1	2,2	2,2			2,2			2,2			2,2		
TOTAL				5,70	0,00	2,00	5,70	2,00	0,00	5,70	0,00	0,00	5,70	0,00	2,00

Navegación 6,2
 Antipolución y contra
 Incendios 6,7
 Puerto 5,7
 Remolque 6,2

Navegación y varios

Consumidor	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
Nav. Comunic. y alarmas	1	1	2,5	2,5			2,5				2,5		2,5		
Radar	1	1	0,2	0,2			0,2						0,2		
Sist. Antivaho	1	1	9			9			9						9
Rectific. cargador baterias	1	1	3			3			3			3			3
TOTAL				2,70	0,00	12,00	2,70	0,00	12,00	0,00	2,50	3,00	2,70	0,00	12,00

Navegación 5,7
 Antipolución y contra Incendios 5,7
 Puerto 2
 Remolque 5,7

RESUMEN

	Datos Consumidor			Navegación			Antipolución y contra Incendios			Puerto			Remolque		
	I	S	KW/ud	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.	Cont	Period.	Event.
PLANTA PROPULSORA				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	14,70	0,00	37,00	0,00	0,00
SEGURIDAD Y MANT.				0,00	0,00	30,40	73,50	0,00	0,40	0,00	0,00	30,40	0,00	0,00	0,00
MANIOBRA Y CARGA				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	14,70	0,00	37,00	0,00	0,00
ACONDICIONAMIENTO				30,80	11,00	0,00	30,80	11,00	0,00	0,80	11,00	0,00	30,80	11,00	0,00
COCINA Y ALOJAMIENTO				0,60	28,60	0,00	0,30	6,70	0,00	0,30	19,40	9,00	0,30	6,70	0,00
ALUMBRADO				5,70	0,00	2,00	5,70	2,00	0,00	5,70	0,00	0,00	5,70	0,00	2,00
NAVEGACIÓN Y VARIOS				2,70	0,00	12,00	2,70	0,00	12,00	0,00	2,50	3,00	2,70	0,00	12,00
TOTAL				39,80	39,60	44,40	113,00	19,70	12,40	15,60	62,30	42,40	113,50	17,70	14,00

Multiplicando las situaciones de consumo continuo por 1

Multiplicando las situaciones de consumo periódico por 0,5

Multiplicando las situaciones de consumo eventual por 0,25

TOTAL NAVEGACIÓN 70,70
TOTAL ANTIPOLUCIÓN Y CONTRA INCENDIOS 125,95
TOTAL PUERTO 57,35
TOTAL REMOLQUE 125,85

1.17 SELECCIÓN DE LOS GRUPOS GENERADORES

Por medio del balance eléctrico acabamos de determinar la potencia que será necesaria disponer en la planta generadora en los diferentes estados de carga que en el barco se producirán. Eligiendo aquel estado de carga que requiera mayor potencia a instalar, hemos determinado la potencia mínima que debe ser suministrada por la planta generadora. Decimos mínima porque el cálculo realizado debe ser incrementado en un margen razonable, en primer lugar a la consideración del pequeño margen que en todos éstos cálculos debe tomarse, y en segundo a que, a lo largo de la vida del buque, la potencia eléctrica instalada sufre constantemente pequeños pero continuos incrementos, algunas veces debidos a la instalación de nuevos receptores y siempre al desgaste de los motores con el consiguiente aumento de consumo.

La potencia más desfavorable obtenida en nuestro caso es la de la lucha contra incendios y antipolución; se a resuelto que es de 125,95Kw. A esta potencia obtenida le aplicamos un coeficiente de seguridad del 10% por los que obtenemos una potencia activa total de:

$$P = 138,54 \text{KW}$$

Para obtener la potencia total consumida en el buque, aplicaremos la ecuación:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma KW}{\Sigma KVA}$$

Considerando una media del factor de potencia vamos a aplicar un

$$\cos \varphi = 0,8$$

Por lo tanto la potencia total consumida es:

$$S_{cons} = \frac{P_{cons} = 138,54}{\cos \varphi \quad 0,8} = 173,18 \text{ KVA}$$

Una vez determinada la potencia a generar, podría parecer suficiente el disponer un solo generador capaz de suministrarla, para con ello resolver el problema. Pero no es así por los siguientes motivos:

- Una avería en el mismo dejaría al barco sin posibilidad de producción de energía eléctrica.
- Una falta, aún momentánea, de llegada de tensión al cuadro dejaría sin alimentación a los servicios vitales a bordo.
- Al trabajar en las otras condiciones de carga y potencias muy inferiores a la nominal del generador, el rendimiento del mismo empeorará.

En las normas de las sociedades de clasificación vienen claramente recogidas todas estas consideraciones, que se pueden decir que son las más importantes, así como otras de menor relevancia, para que a ninguno de los servicios esenciales del buque le falte la energía eléctrica. Tanta es la importancia en este punto que el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar destaca que *“en todo buque en que la electricidad sea el único medio de mantener los servicios auxiliares indispensables a la propulsión, deberá estar provisto, como mínimo, de dos grupos electrógenos principales, de potencia tal, que pueda garantizarse el funcionamiento de dichos servicios en caso de parada de uno de ellos”*.

Por tanto es de práctica generalizada distribuir la potencia total necesaria a la condición de carga más desfavorable en un número n de generadores de igual potencia, de tal forma que $(n-1)$ generadores puedan suministrar dicha potencia, de tal forma que su régimen de funcionamiento este dentro de la zona ideal. Ante esta situación nos encontramos que, llamando S_g a la potencia nominal de cada generador y St_{max} a la mayor obtenida en el balance, si todos son iguales se debe cumplir que:

$$S_g (n-1) > St_{max}$$

De esta manera se dispone de un generador de reserva, el cual puede ser permutado circularmente con los demás, permitiendo el reposo periódico de los mismos. Si además dichos generadores son idénticos se reduce considerablemente el número de repuestos necesarios.

Se tratará de seleccionar generadores del mismo fabricante que los motores principales ya que de este modo disminuiríamos al mínimo los respetos además de la ventaja que puede suponer el menor coste inicial, el mantenimiento y servicio técnico.

Será conveniente que los grupos generadores sean capaces de consumir el mismo combustible que el motor principal, esto redundará en una disminución de costes de explotación además de poder aprovechar la misma planta de tratamiento de combustible dispuesta para los motores principales.

Basándonos en esto, hemos elegido dos grupos diesel-generadores suministrados por CATERPILLAR y con un alternador OLYMPIAN accionado por un motor Perkins, cuyas características son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS CONJUNTO	
MODELO	GEP200-2
TENSIÓN	400V
FRECUANCIA	50HZ
POTENCIA	144KW (180KVA)
VELOCIDAD MOTOR	1500 r.p.m.
CONSUMO	40 l/h
CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR	
MODELO MOTOR	PERKINS 1106C-E66TAG4
Nº CILINDROS	6 EN LÍNEA
CICLO	4 TIEMPOS
REFRIGERACIÓN	POR AGUA
RATIO COMPRESIÓN	16.2:1
COMBUSTIBLE	DIESEL

CARACTERÍSTICAS DEL ALTERNADOR	
FABRICANTE	OLYMPIAN
MODELO	LL5014F
CLASE DE AISLAMIENTO	H
SOBREVELOCIDAD LÍMITE	2250
REGULACIÓN DE TENSIÓN	± 0,5%
RADIOINTERFERENCIAS	EN61000-6
RADIACIÓN DE CALOR	13,2 Kw

1.18 PLANTA DE EMERGENCIA

Según el capítulo I, Parte A, Regla 3, apartado a; del convenio SEVIMAR (CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR) ó SOLAS, los buques de carga de menos de 500 Ton de arqueo bruto quedan exentos de cumplir dicha normativa la cual obliga a tener un suministro de energía de una fuente de emergencia durante un periodo no menor

a 3 horas para el alumbrado de emergencia de los puestos de arriado de botes y demás consumidores que la administración juzgue conveniente.

Por otro lado la sociedad de clasificación en la Pt D, Ch21, Sec4, art 2.5.2 enuncia:

Todos los buques deben estar provistos de una fuente de alimentación de emergencia que puede ser:

- Un generador que tenga suministro de combustible independiente y un sistema de refrigeración independiente del motor principal.
- Una batería de acumuladores.

La fuente de energía de emergencia y el cuadro asociado se deben disponer fuera de la sala de máquinas y por encima de la cubierta principal.

La energía disponible de la fuente de energía de emergencia debe ser adecuada para un período de no menos de 6 horas.

La fuente de energía de emergencia podrá ser:

- Una batería de acumuladores que pueda contener la carga de emergencia sin necesidad de recarga y sin experimentar una caída excesiva de tensión.
- Un generador accionado por un motor apropiado con alimentación independiente de combustible y un sistema de arranque que a juicio de la Administración sea satisfactorio. El punto de inflamación del combustible utilizado deberá darse a una temperatura no inferior a 43°C.

1.18.1 ELECCIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Después de haber visto los diferentes sistemas que se pueden adoptar para la planta de socorro, vamos a examinar los criterios para seleccionar entre estos sistemas el más adecuado para el caso que nos ocupa. Para ello estableceremos una jerarquía de las cualidades que deben exigirse a un grupo de alimentación de socorro.

1- Si la condición esencial es la continuidad de la alimentación y un pequeño nivel de perturbación en el momento de paso del servicio normal al servicio de socorro, se tendrá en cuenta que, aunque los sistemas vistos permiten asegurar un

funcionamiento ininterrumpido, la perturbación producida para la corta duración de la transición varía de un método a otro. Las baterías causan la más pequeña perturbación en la forma de la onda, porque en ellos no interviene la inercia mecánica, mientras que el que usa volante para el lanzamiento de un motor térmico, produce inevitablemente una pasajera bajada de la frecuencia.

2- Si se prevé que se producirán averías de larga duración, o los consumidores tienen una potencia elevada, el sistema con batería exige de ésta que sea de gran capacidad. Por el contrario, los dispositivos con motor térmico permiten altas potencias y funcionamientos de larga duración, limitados sólo por la reserva de combustible.

3- Si la frecuencia tiene una importancia especial, el dispositivo con ondulatorio constantemente en servicio, asegura una frecuencia completamente estable. En los sistemas en los que las cargas prioritarias están alimentadas en marcha normal por la red, éstas sufren en toda su amplitud las variaciones de frecuencia de ésta. En los casos de los grupos alternador, motor eléctrico, volante, embrague, motor térmico, en que los consumidores prioritarios están permanentemente alimentados por el alternador, no queda asegurada la estabilidad de la frecuencia. Efectivamente, si el motor eléctrico del grupo es síncrono, la velocidad de rotación del alternador variará con la frecuencia de la red; si este motor es asíncrono, la velocidad del alternador dependerá del deslizamiento de dicho motor.

4- Si lo que se desea es un alto grado de seguridad, éste se podrá obtener con el sistema de baterías. En efecto, una batería en buen estado y bien cargada, responde inmediatamente a las solicitudes de energía.

5- El peso es un factor muy importante en un buque y el sistema de baterías supone un aumento significativo de peso frente a un generador.

Después de ver las distintas ventajas e inconvenientes que cada tipo de fuente de energía ofrece, optaremos por un grupo electrógeno ya que como veremos posteriormente la sociedad de clasificación nos obliga a que una de las bombas contra incendios y autoprotección esté alimentada por el cuadro de emergencia, por lo tanto usar sólo la opción de baterías de acumuladores quedaría descartada ya que tendría que alimentar a una potencia considerable durante un periodo mínimo de 6h. Esto supondría una gran cantidad de baterías con el consiguiente alto coste económico y un aumento significativo del peso.

Independientemente del uso de un grupo electrógeno como fuente principal de emergencia, vamos a usar un acumulador de baterías como fuente de energía transitoria, en caso de emergencia sería la encargada de alimentar al cuadro de socorro durante un corto periodo de tiempo hasta que el generador de emergencia arranque.

1.18.2 Fuente transitoria de energía y sistema de corriente continúa.

Aunque la sociedad de clasificación no nos obligue al uso de una fuente transitoria de energía para este buque, vamos a disponer un sistema de corriente continua que a la vez servirá de fuente transitoria de energía para los consumidores de emergencia.

La fuente transitoria de energía eléctrica constará de una batería de acumuladores que hará funcionar sin recarga, con una caída de tensión de la batería durante todo el período de descarga como máximo del 12% y que estará dispuesta de forma que se conmute de forma automática en caso de que falle la fuente principal o la fuente de energía de emergencia durante un periodo de media hora por lo menos.

1.18.2.1 Tipos de baterías

Resumiremos ahora las ventajas en inconvenientes de los principales tipos de baterías que existen en el mercado.

- **Baterías de plomo ácido**

Las baterías de plomo-ácido utilizan dióxido de plomo como material activo del electrodo positivo y plomo metálico con una estructura muy porosa como material activo del electrodo negativo. Los materiales activos están soportados en rejillas de una aleación de plomo. El electrolito es ácido sulfúrico diluido en un medio acuoso actuando como conductor iónico. El electrolito interviene en las reacciones electroquímicas de carga-descarga por lo que se comporta también como un material activo.

Las principales características funcionales se pueden considerar analizando las ventajas y desventajas que se presentan en esta tecnología.

Dentro de las principales ventajas se pueden considerar las siguientes:

- Tecnología totalmente establecida
- Alta tensión por celda (2v/celda) lo que permite obtener baterías de mayor tensión con un número menor de celdas conectadas en serie.
- Excelente capacidad de descarga para suministrar picos de corriente altos durante la descarga.
- Buen grado de reversibilidad del proceso electroquímico de carga-descarga.
- Facilidad de reciclado.

Las desventajas más importantes de esta tecnología son:

- Elevado peso debido a la utilización de plomo como material activo.
- Baja energía específica
- Corta vida cíclica
- No aceptan cargas rápidas por lo que se necesitan largos periodos de tiempo para la recarga.
- Baja resistencia ante sobrecargas accidentales.
- Pierden electrolito con facilidad debido a la excesiva producción de gases que tienen lugar durante la sobrecarga.
- Se ven afectadas seriamente por la corrosión de los electrodos.
- Necesitan mantenimiento periódico.

Hoy en día existen un tipo de baterías de plomo mejoradas como son las de gel cuya duración es mayor, la diferencia radica en que el electrolito está gelificado de modo que no necesitan mantenimiento y se pueden colocar en cualquier posición, además este tipo de baterías se llega a suministrar para que sean estancas por lo que en condiciones normales no emiten ningún tipo de gas ni fluido.

- **Baterías de níquel-cadmio**

Las baterías de níquel cadmio (Ni-Cd) constituyen unas de las tecnologías más establecidas en la actualidad. Esta tecnología de batería usa como electrolito una solución acuosa de una base, a diferencia de las baterías de plomo-ácido que emplean una solución ácida; en este caso, el electrolito es una solución acuosa de hidróxido de potasio.

Las características funcionales de las baterías de níquel-cadmio superan en prestaciones a la tecnología de plomo-ácido. Las ventajas principales de esta tecnología son:

- Tecnología muy establecida.
- Elevada estabilidad de la tensión en sus terminales durante gran parte de la descarga
- Alta energía específica (superior a las de plomo-ácido)
- Densidad de energía aceptable (superior a las de plomo-ácido)
- Buen comportamiento funcionando en un amplio margen de temperaturas (-40°C a *45°C)
- Vida cíclica larga (por encima de 1.500 ciclos de carga descarga)
- Buena robustez ante abusos tanto eléctricos como mecánicos.
- Gran fiabilidad, no fallan de forma repentina como las baterías de plomo ácido.

A pesar de las grandes ventajas de esta tecnología de batería existen inconvenientes que han frenado su uso más generalizado. Las desventajas principales de las baterías de níquel-cadmio son:

- Precio elevado; más del doble que las de plomo-ácido.
- Más contaminantes en fabricación por el cadmio
- La tensión nominal es de 1,2 V/celda (frente a los 2V/celda de la tecnología de plomo-ácido) lo que requiere la conexión en serie de un mayor número de celdas para alcanzar una determinada tensión de batería en una aplicación.

Existen multitud de tecnologías de baterías como las de litio pero que no vamos a entrar a valorar ya que estas son las principales para el uso que vamos a requerir en este proyecto. Optaremos por un acumulador de baterías de gel ya que aunque el coste de la instalación es mayor, por el precio y por el número, las ventajas de esta tecnología están muy por encima de las de plomo-ácido estándar y el precio de éstas es menor a las de Ni-Cd. Dado que el servicio que prestarán será de vital importancia para un caso de emergencia, consideramos justificado el uso de este tipo de baterías.

1.18.2 Características de las baterías

Usaremos las baterías para un reducido grupo de consumidores que se alimentarán desde el cuadro de socorro, en caso de fallo de los generadores principales conmutarán inmediatamente sin que varíe en la tensión de estos consumidores más de un 12%

Las placas serán de construcción rígida y estarán proyectadas para reducir al mínimo el desprendimiento de los materiales activos. Los elementos estarán contruidos para que el electrolito no pueda derramarse con una inclinación de 40° con respecto a la vertical; estarán agrupados en cajas de construcción rígidas fácilmente manejables, no siendo superior a 100Kg. En cada caja de elementos se colocará un rótulo de material duradero en el que se indique el nombre del constructor, tipo de acumulador y su capacidad nominal.

1.18.3 Características del generador de emergencia.

Como hemos definido anteriormente se dispondrá de un grupo electrógeno de socorro que estará constituido por un generador eléctrico accionado por un motor diesel. Los riesgos de incendio no permiten el empleo de motores de gasolina, sacrificándose por tanto sus ventajas de peso y facilidad de arranque, aunque este último factor se ha reducido en los últimos tiempos con la mejora de los sistemas de arranque de los motores diesel actuales.

Se dispondrá siempre todo lo necesario para que el grupo de socorro pueda funcionar aun cuando el barco no se encuentre en condiciones de navegabilidad. El tanque de combustible tendrá una capacidad tal, que pueda asegurar la marcha del generador de socorro a su potencia normal durante un periodo de 12 h.

El generador estará impulsado por un motor apropiado con alimentación independiente de combustible, cuyo punto de inflamación no debe ser menor de 43°C.

El generador entrará en servicio automáticamente a falta de la fuente principal de suministro de energía eléctrica del buque y alimentará a los siguientes servicios:

- Alumbrado de emergencia en todos los pasillos de servicio y alojamientos, en escaleras y salidas, en los espacios de máquinas, en las principales estaciones de generación, en todos los puestos de control, en salas de máquinas de control, en cada cuadro de distribución principal y de emergencia y en el aparato de gobierno.
- Las luces de navegación y otras luces prescritas por el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes que esté en vigor, la instalación radioeléctrica, todos los equipos de comunicación interna y los sistemas de alarma de detección de incendios.
- Una de las bombas contraincendios prescritas por las disposiciones pertinentes de la Parte C, Capítulo 4 del Bureau Veritas.

1.18.4 CÁLCULO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Para efectuar el cálculo de la potencia nominal, tendremos que efectuar el correspondiente balance, pero tomando el factor de simultaneidad igual a uno ya que son pocos consumidores y en el caso de una emergencia probablemente estén funcionando todos a la vez.

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION	POTENCIA	COSFI	RENDIMIENTO	TIPO DE CORRIENTE	IS
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	400	30	0,87	0,9	T	55,30
CS-1	ALUMBRADO NAVEGACIÓN	230	0,5	0,84	0,82	M	3,16
CS-2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	230	0,5	0,84	0,82	M	3,16
CS-3	NAVEGACION COMUNICACION Y ALARMAS	230	2,5	0,83	0,81	M	16,17

La potencia total consumida es de 33,5Kw. A esta potencia obtenida le aplicamos un coeficiente de seguridad debido al vital servicio que esta fuente de energía a de prestar al buque en caso de requerir ser usada, y que vamos a considerar del 15% por los que obtenemos una potencia de:

$$P = 33,5 \times 1,15 = 38,52 \text{KW}$$

Para obtener la potencia total de los consumidores de emergencia, aplicaremos la ecuación:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma KW}{\Sigma KVA}$$

Considerando una media del factor de potencia vamos a aplicar un

$$\cos \varphi = 0,84$$

Por lo tanto la potencia total consumida es:

$$S_{cons} = \frac{P_{cons} = 38,52}{\cos \varphi = 0,8} = 45,86 \text{ KVA}$$

Elegiremos un grupo Caterpillar, por la ventaja que supone tener el mismo fabricante que los generadores principales, modelo GEP55-3 con una potencia de 50KVA y las siguientes características:

Valores de potencia de salida		
Modelo de grupo electrógeno	Continua	Emergencia
380-415V, 50Hz	50,0 kVA 40,0 kW	55,0 kVA 44,0 kW

Modelo y fabricante de motor	Perkins 1103A-33TG2
Modelo de alternador	LL2014D
Tipo de bancada	Fbc2 - (08Hr)
Tipo/valor de interruptor	3 Poste MCB / 3 Mole MCCB
Frecuencia	50 Hz
Velocidad del motor	1500
Capacidad del depósito de combustible (l/h)	219
Consumo de combustible continua l/h	11,8
Consumo de combustible emergencia l/h	13

Con este grupo aseguramos el consumo durante un mínimo de 12 h, como marca la sociedad de clasificación, ya que con el depósito de combustible que dispone tiene una autonomía en funcionamiento continuo de hasta 18h.

Pasaremos ahora al cálculo del acumulador de baterías como fuente transitoria de energía; como se expuso anteriormente aplicará a los consumidores monofásicos CS-1,2 y 3, por lo tanto la potencia será:

$$P = 3,5 \text{ KW}$$

Para obtener la potencia total aplicaremos la ecuación:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma KW}{\Sigma KVA}$$

Considerando una media del factor de potencia vamos a aplicar un

$$\cos \varphi = 0,84$$

Por lo tanto la potencia total consumida es:

$$S_{cons} = \frac{P_{cons}=3,5}{\cos \varphi 0,8} = 4,37 \text{ KVA}$$

Como normalmente la capacidad de las baterías viene expresada en A. y nuestros acumuladores de baterías suministrarán tensión a 24v:

$$I = \frac{S}{V} = \frac{4370}{24} = 182A$$

El acumulador de baterías nos tienen que suministrar alimentación durante ½ h. y le aplicaremos un factor de seguridad de un 15%. Por lo que la capacidad de las baterías será:

$$\text{Capacidad} = 182 \times 0,5h \times 1,15 = 104,65Ah$$

Elegiremos un acumulador de baterías de 2 unidades monoblog dispuestas en paralelo con las siguientes características:

Tipo de elementos: Baterías Monoblog VRLA de GEL

Modelo: BAT412101100

Capacidad 110Ah

Tensión: 24v

1.18.5 CONEXIONADO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

En el sistema de conexión que vamos a adoptar, los consumidores se alimentarán desde el cuadro de emergencia. A este cuadro le podrá llegar tensión por dos caminos diferentes; desde el cuadro principal o desde el generador de emergencia, además los consumidores de 230v dispondrán de un sistema SAI que le aportará energía en los transitorios hasta que arranque el generador.

En condiciones normales de operación la energía proviene del cuadro principal alimenta las barras de 400v y 230v por medio de la barra N° 2, un interruptor estático da paso a la corriente normalmente por esta vía a los consumidores del cuadro de emergencia. Estas barras están alimentadas de forma redundante desde las 2 sub-barras del cuadro principal, de modo que en caso de falta de energía de una de ellas; automáticamente conmutará el interruptor a la otra barra del cuadro principal. Si la falta de corriente en el cuadro principal fuera total, el interruptor estático detectará la falta de suministro y conmutará automáticamente a la energía proveniente del cuadro de distribución de corriente continua, cuya fuente de energía es el acumulador de baterías, un inversor es el encargado de transformar la corriente continua de este cuadro a corriente alterna.

Al cuadro de corriente continua le llegará energía a través de un rectificador, que además será el encargado de cargar los acumuladores de baterías de tal forma que estén continuamente en condiciones normales en

flotación, es decir, cargadas constantemente y a la espera que se produzca un fallo en el sistema para inmediatamente descargar la energía acumulada (Planos N_001, N_002 y N_014). Paralelamente a esta secuencia, el generador diesel de emergencia arrancará de forma automática desacoplando en pocos segundos las baterías y siendo el encargado de suministrar energía al cuadro de emergencia.

1.18.6 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.

La planta de emergencia debe estar situada en un lugar seguro dentro del buque ya que tiene que sustituir a la planta principal en caso de fallo de ésta, por lo que no tiene que estar ubicada en sus proximidades. Por lo tanto no podremos situarla en la cámara de máquinas ya que allí se encuentran los grupos electrógenos principales.

Las reglamentaciones nos dan varios requisitos con respecto a la ubicación de la planta de emergencia:

- Se encontrará por encima de la última cubierta de compartimentado.
- Será fácilmente accesible desde la zona exterior de esa cubierta.
- No se encontrará a proa del mamparo de colisión.
- Estará ubicada fuera de los guarda calores de máquinas.
- Se recomienda instalar la planta de emergencia en una sección contraincendios diferente a la de la Cámara de Máquinas.

Tenemos que pensar por lo tanto en las situaciones de emergencia que se pueden producir y ver como pueden condicionar de alguna forma la ubicación de ésta. Un incendio a bordo es algo impredecible, y nos encontramos con la dificultad de saber en donde se puede producir, lo que si podemos hacer es intentar situar la planta lo más alejada posible de lugares con mayor posibilidad de incendio.

La inundación de un buque es también algo indeseable e impredecible, pero sí podemos saber cual será la tendencia habitual de circulación de agua embarcada. Ésta tenderá a ocupar las zonas inferiores del buque, por lo tanto tendremos que situarla por encima de la cubierta de compartimentado, como así establece la sociedad de clasificación. Y para incrementar el grado de seguridad de la planta, instalarla en la cubierta más alta posible.

Como hemos visto la situación de la planta de emergencia no podrá ser en la cámara de máquinas, por lo que nos quedan la cubierta principal, la cubierta puente y el puente de gobierno.

Dada la imposibilidad de ubicarla en el puente de gobierno, la cubierta más alta donde podemos disponer la planta de emergencia es en la cubierta puente,

junto a las escaleras de acceso al puente de gobierno, ya que en esta ubicación cumplimos con todo lo mencionado anteriormente.

Según la Pt C, Ch 2, Sec 11, artículo 3.4 “Para los buques no sujetos al Convenio SOLAS, las baterías de acumuladores instaladas podrán ser aceptadas en el mismo espacio que el cuadro de emergencia”. En nuestro caso y como dijimos anteriormente nuestro buque está fuera de dicho convenio por lo que esta clausula es aplicable.

Las baterías deberán colocarse de forma que se puedan efectuar con facilidad las operaciones de conservación. Como irán situadas dentro de un cajón, éste deberá estar recubierto con un forro estanco o por pintura resistente a la corrosión de los productos de las baterías.

Las cajas de elementos se fijarán por medio de listones de madera o por dispositivos equivalentes que impida su desplazamiento; cada caja de elementos estará montada sobre soportes aislantes, que la levanten 20mm como mínimo; alrededor de cada caja se dispondrán de elementos separadores de 20mm como mínimo para permitir la circulación de aire.

2 CÁLCULOS

2.1 CÁLCULO DE CONDUCTORES

Una vez fijado el tipo de aislamiento y protección, es necesario determinar la sección del conductor. Según el Bureau Veritas en la Pt C, Ch 2, Sec 3 apartado 9, la sección de las almas de los conductores se determinará de manera que se cumplan las condiciones siguientes:

- La carga máxima admitida en un conductor no será superior a la corriente nominal de dicho conductor.
- La caída de tensión entre las barras principales y cualquier punto de la instalación, cuando los conductores estén recorridos por la corriente máxima, en servicio normal, no deberá exceder del 6%

Tanto el calentamiento como la caída de tensión sabemos que son función de la intensidad de corriente que circula por el conductor. Será por tanto condición previa a la realización de cualquier cálculo el conocimiento tan exacto como sea posible de dicha intensidad. Esta estará perfectamente determinada cuando tengamos conocimiento con detalles de todos los receptores y sus características.

2.1.1 CÁLCULO DE SECCIÓN SEGÚN LA CAÍDA DE TENSION MÁXIMA PERMITIDA

La expresión para calcular la sección de los conductores en un circuito trifásico teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permitida viene dada de la siguiente forma:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot R$$

Donde:

e = caída de tensión máxima admisible en el conductor expresada en voltios.

I = intensidad con el receptor a plena carga expresada en amperios.

R = resistencia del conductor en ohmios.

Teniendo en cuenta que la resistencia de un conductor metálico viene dada por la siguiente expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

ρ = resistividad del conductor en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

L = longitud del conductor en metros.

S = sección del conductor en mm^2

Si sustituimos el valor de la resistencia en la ecuación de la caída de tensión nos queda:

$$\begin{aligned} e &= \sqrt{3} \cdot I \cdot R \\ R &= \rho \cdot L / S \end{aligned} \quad e = \sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L / S \Rightarrow \quad S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

2.1.2 CÁLCULO DE SECCION SEGÚN EL CALENTAMIENTO

Como ya sabemos la potencia perdida en un conductor provoca un calentamiento del mismo que debemos evitar lo más posible. Los límites de ese calentamiento vienen determinados por las características de los aislantes que recubren los conductores. Estos límites están recogidos en las normas y reglamentos especificados para las instalaciones eléctricas navales por las sociedades de clasificación. Nos acogeremos al Bureau Veritas en la Pt C, Ch 2, Sec. 3 apartado 9, donde aparecen una serie de tablas que nos indicarán las

intensidades máximas admisibles en función del tipo de aislante, del soporte, de la temperatura ambiente y la agrupación de los conductores.

Normalmente los fabricantes de cables son los que se ocupan de que sus cables cumplan todas esas normas, editando de esta forma un catalogo en el que se exponen las exigencias cumplidas como las pruebas a la que han sido sometidos, expresando con ello las secciones y características de cada cable.

En la siguiente tabla quedan clasificados los conductores por la temperatura máxima en operación y en cortocircuito.

CLASE DE AISLAMIENTO	ABREV.	MÁXIMA T ^a DEL CONDUCTOR	
		OPERACIÓN NORMAL	CORTOCIRCUITO
a) Termoplásticos:			
- Basado en cloruro de polivinilo o un copolímero de cloruro de vinilo y acetato de vinilo	PVC	70	150
b) Elastómeros o termoestables:			
- Basado en etileno-propileno de goma o similar (EPM o EPDM)	EPR	90	250
- Basado en el módulo de alta o de goma dura grado de etileno propileno	HEPR	90	250
- Con base en polietileno reticulado	XLPE	90	250
- Basado en caucho de silicona	S 95	95	350 (1)
- Basado en etileno-propileno de goma o similar (EPM o EPDM) libre de halógenos	HF EPR	90	250
- Basado en el módulo de alta o de goma dura propileno grado libre de halógenos de etileno	HF HEPR	90	250
- Con base en polietileno reticulado libre de halógenos	HF XLPE	90	250
- Basado en caucho de silicona libre de halógenos	HF S 95	95	350 (1)
- Con base en material de poliolefina reticulada para cables libres de halógenos	HF 90	90	250
(1) Esta temperatura es aplicable únicamente a los cables de alimentación y no es apropiado para conductores de cobre estañado.			

El cable elegido para la realización del tendido eléctrico se tomará de los registrados por el Bureau Veritas, y será un cable que tendrá un aislamiento suficiente para soportar una temperatura máxima de 85°C y hasta 250°C en cortocircuito. Este cable se compone de: conductores constituido por hilos de

cobre estañado, aislado con polietileno reticulado resistente al calor y a la humedad y revestido con un forro no metálico de caucho sintético (policloropreno) del tipo G3 que supone una protección reforzada destinada a cualquier tipo de conductor.

Estos forros deberán formar un tubo continuo bien homogéneo, en contacto con las capas subyacentes, y la vulcanización será tal que resulte imposible separar las distintas capas que los compongan.

Para los cables multiconductores se hace necesario un relleno ya que la constitución de los cables deberá ser tal que no queden huecos de importancia entre los conductores, estos rellenos pueden ser de tres tipos de los cuales se ha elegido el de tipo textil.

Las intensidades máximas admisibles en la que nos basaremos vienen recogidas en la tabla del Cp. 2, Sec. 3 Artículo 9, del Bureau Veritas indicadas en función del tipo de aislamiento empleado, tipo de conductores (unipolares, bipolares, tripolares) y dispuestos del tal manera que la circulación de aire no se obstaculice en torno a los mismos, considerando una temperatura ambiente de 45 °C.

Todo cambio de estas condiciones iniciales se verá reflejado en unos factores de corrección de la corriente, que irán aumentando la sección del conductor a medida que sean más desfavorables las condiciones para el mismo. Debiendo por lo tanto considerarse los casos de:

- Temperatura ambiente distinta a la supuesta en la tabla (45 °C).
- Agrupamiento de cables.

Tabla 5-9 extraída del Bureau Veritas Cp. 2, Sec. 3 Artículo 9

Nominal section, in mm ²	60° C			70° C			85° C			90° C			95° C		
	Number of conductors			Number of conductors			Number of conductors			Number of conductors			Number of conductors		
	1	2	3 or 4	1	2	3 or 4	1	2	3 or 4	1	2	3 or 4	1	2	3 or 4
1,5	10	9	7	15	13	11	21	18	15	23	20	16	26	22	18
2,5	17	14	12	21	18	15	28	24	20	30	26	21	32	27	22
4	23	20	16	29	25	20	38	32	27	40	34	28	43	37	30
6	29	25	20	37	31	26	49	42	34	52	44	36	55	47	39
10	40	34	28	51	43	36	67	57	47	72	61	50	76	65	53
16	54	46	38	68	58	48	91	77	64	96	82	67	102	87	71
25	71	60	50	90	77	63	120	102	84	127	108	89	135	115	95
35	88	75	62	111	94	78	148	126	104	157	133	110	166	141	116
50	110	94	77	138	117	97	184	156	129	196	167	137	208	177	146
70	135	115	95	171	145	120	228	194	160	242	206	169	256	218	179
95	164	139	115	207	176	145	276	235	193	293	249	205	310	264	217
120	189	161	132	239	203	167	319	271	223	339	288	237	359	305	251
150	218	185	153	275	234	193	367	312	257	389	331	272	412	350	288
185	248	211	174	313	266	219	418	355	293	444	377	311	470	400	329
240	292	248	204	369	314	258	492	418	344	522	444	365	553	470	387
300	336	286	235	424	360	297	565	480	396	601	511	421	636	541	445
400	dc: 390	dc: 332	dc: 273	dc: 500	dc: 425	dc: 350	dc: 650	dc: 553	dc: 455	dc: 690	dc: 587	dc: 483	dc: 760	dc: 646	dc: 532
	ac: 380	ac: 323	ac: 266	ac: 490	ac: 417	ac: 343	ac: 630	ac: 536	ac: 441	ac: 670	ac: 570	ac: 469	ac: 725	ac: 616	ac: 508
500	dc: 450	dc: 383	dc: 315	dc: 580	dc: 493	dc: 406	dc: 740	dc: 629	dc: 518	dc: 780	dc: 663	dc: 546	dc: 875	dc: 744	dc: 612
	ac: 430	ac: 366	ac: 301	ac: 550	ac: 468	ac: 385	ac: 680	ac: 578	ac: 476	ac: 720	ac: 612	ac: 504	ac: 810	ac: 689	ac: 567
630	dc: 520	dc: 442	dc: 364	dc: 670	dc: 570	dc: 469	dc: 840	dc: 714	dc: 588	dc: 890	dc: 757	dc: 623	dc: 1010	dc: 859	dc: 707
	ac: 470	ac: 400	ac: 329	ac: 610	ac: 519	ac: 427	ac: 740	ac: 629	ac: 518	ac: 780	ac: 663	ac: 546	ac: 900	ac: 765	ac: 630

2.1.3 FACTORES DE CORRECCIÓN

En el estudio por calentamiento de las secciones de los conductores, las intensidades deberán corregirse, como se dijo anteriormente, teniendo en cuenta las características de la instalación, de forma que el incremento de la temperatura provocado por la corriente en las distintas condiciones en la que se instalan los cables no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la máxima soportada por su aislante.

a) Corrección por la T^a ambiente (K_T):

Las corrientes indicadas en la tabla 5-9 son válidas para una temperatura ambiente de 45 °C y son aplicables a las conducciones eléctricas de los buques destinados a navegar en alta mar o en climas tropicales.

En ciertos casos particulares en que se sepa que la temperatura ambiente permanecerá siempre inferior a 45 °C (por ejemplo, especialmente, en los buques destinados a navegar en zonas limitadas), podrán aceptarse intensidades admisibles superiores a las indicadas en dicha tabla, pero en ningún caso se considerará una temperatura inferior a 35 °C., cuando por el contrario, se estime que la temperatura ambiente será superior a 45 °C (en particular en ciertos locales) se disminuirán las corrientes admisibles.

Estos aumentos o disminuciones se efectuarán teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 10 Bureau Veritas Cp. 2, Sec. 3 Artículo 9

Maximum conductor temperature, in °C	Correction factors for ambient air temperature of:										
	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C
60	1,29	1,15	1	0,82	-	-	-	-	-	-	-
65	1,22	1,12	1	0,87	0,71	-	-	-	-	-	-
70	1,18	1,1	1	0,89	0,77	0,63	-	-	-	-	-
75	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58	-	-	-	-
80	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	-	-	-
85	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	-	-
90	1,1	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	-
95	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

b) Coeficiente corrección por agrupamiento de cables (K_A):

Las corrientes que se indican en la tabla 5-9 son válidas cuando los cables están dispuestos de forma normal.

Se entienden que los cables están dispuestos de forma normal cuando no hay más de seis cables simultáneamente en carga que estén agrupados o en contacto, de tal forma que pueda considerarse que el aire no pueda circular entre ellos.

Si esto no ocurre, los valores de la corriente dados por la tabla 5-9 deberán multiplicarse por un coeficiente de corrección de 0.85, para que no se sobrepasen los calentamientos máximos admisibles en los cables.

c) Coeficiente de corrección para cargas cortas e intermitentes (K_H):

Cuando un cable está diseñado para alimentar una carga de corta duración para servicios de 1/2 ó 1 hora (por ejemplo, tornos de amarre o hélices de proa), la capacidad de conducción de corriente obtenida de la tabla 5-9 podrá ser elevada mediante la aplicación del correspondiente factor de corrección que figura en la siguiente tabla.

Tabla 11 Pt C, Ch 2, Sec. 3, [9]

1/2-hour service		1-hour service		Correction factor
Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm ²		Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm ²		
Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables with non-metallic sheath and non-armoured cables	Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables with non-metallic sheath and non-armoured cables	
up to 20	up to 75	up to 80	up to 230	1,06
21 - 41	76 - 125	81 - 170	231 - 400	1,1
41 - 65	126 - 180	171 - 250	401 - 600	1,15
66 - 95	181 - 250	251 - 430	601 - 800	1,2
96 - 135	251 - 320	431 - 600	-	1,25
136 - 180	321 - 400	601 - 800	-	1,3
181 - 235	401 - 500	-	-	1,35
236 - 285	501 - 600	-	-	1,4
286 - 350	-	-	-	1,45

Para los cables de suministro de servicios únicos para cargas intermitentes (por ejemplo, tornos y grúas de carga del espacio de máquinas), la capacidad de carga obtenida de Tabla 5-9 podrá ser elevada mediante la aplicación de los factores de corrección que figuran en la tabla 12 del Pt C, Ch 2, Sec. 3, [9].

Sum of nominal cross-sectional areas of all conductors, in mm ²		Correction factor
Cables with metallic sheath and armoured cables	Cables without metallic sheath and non-armoured cables	
	$S \leq 5$	1,1
	$5 < S \leq 8$	1,15
	$8 < S \leq 16$	1,2
$S \leq 4$	$16 < S \leq 25$	1,25
$4 < S \leq 7$	$25 < S \leq 42$	1,3
$7 < S \leq 17$	$42 < S \leq 72$	1,35
$17 < S \leq 42$	$72 < S \leq 140$	1,4
$42 < S \leq 110$	$140 < S$	1,45
$110 < S$	-	1,5

Por lo tanto K_H será el producto de ambos factores

Una vez visto esto, para conocer la sección del conductor según el calentamiento no hay más que ir aplicando los coeficientes a las intensidades en los casos que lo requiera obteniendo con ello la intensidad máxima admisible que puede soportar el cable y con ella entrando en la tabla 5-9 obtendremos la nueva sección.

Para conocer la intensidad corregida con la que deberemos entrar en la tabla 5-9 se actuará de la siguiente manera:

$$I_c = \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H$$

Donde:

I_c = la intensidad corregida (Amperios).

I = intensidad absorbida por el receptor a plena carga (Amperios).

K_T = Factor de corrección por la temperatura ambiente.

K_A = Factor de corrección por agrupamiento de los conductores.

K_H = Factor de corrección para cargas cortas e intermitentes

Además de estos factores de corrección la I_c se puede aumentar con un coeficiente de seguridad "F", normalmente de un 15%, exigido habitualmente por el armador para tener un margen de seguridad en el caso de cambios de condiciones e incluso para alargar la vida de los cables.

2.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Para la realización del dimensionamiento de los conductores se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de proyecto:

- Los conductores de los circuitos de potencia, por lo general de motores trifásicos tendrán como medida de seguridad una sección mínima de 2,5 mm².
- Los conductores de calefactores y de pequeños motores monofásicos y de poco consumo se han considerado que deben tener una sección mínima de 1,5 mm².
- Todos los conductores utilizados serán de cobre electrolítico recocido con una resistividad igual a 0.017241 $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a 20° C, aislados con polietileno reticulado con una temperatura máxima admisible de 85 °C, revestido con un forro no metálico con mezcla especial termoplástica, cero halógenos y no propagadora del incendio con una tensión de servicio hasta 1000 voltios que supone una protección reforzada para cualquier tipo de cable.
- La caída de tensión máxima permitida en la línea será de un 6% de la tensión de alimentación.

CÁLCULOS:

Ahora se darán los datos de algunos de los consumidores eléctricos a modo de ejemplo para que se vean los pasos seguidos en el cálculo de los conductores, mas adelante se adjuntará la hoja de cálculo con la totalidad de secciones para cada receptor.

• UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES (CCM-1)

$$V = 400v$$

$$P = 12.000W$$

$$\cos \varphi = 0,86$$

$$L = 10,8m$$

$$\eta = 0,87$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Como vimos antes la caída de tensión en una línea trifásica viene dada por la expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot R$$

Y que la resistencia en un conductor viene dada por la expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Por lo tanto sustituyendo la resistencia obtenemos la sección:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{12.000}{0,87} = 13.793W$$

Y como sabemos que la intensidad es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Por lo tanto podemos saber la intensidad que absorbe:

$$I = \frac{13.793}{\sqrt{3} \cdot 0,86 \cdot 400} = 23,15A$$

Teniendo en cuenta la resistividad del conductor y la máxima caída de tensión que nos permite la sociedad de clasificación que es de un 6% como vimos antes, la sección del conductor será:

$$\rho = 0.01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24\text{v}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e} = \frac{\sqrt{3} \cdot 23,15 \cdot 0,01759 \cdot 10,8}{24} = 0,32\text{mm}^2$$

b) Cálculo de la sección por calentamiento:

Ahora pasaremos a calcular la sección mínima de los conductores teniendo en cuenta el calentamiento debido al paso de la corriente eléctrica y de la temperatura ambiente en cada caso.

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C., con un conductor clase 85 entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

El conductor para este consumidor irá con más de 6 conductores por lo que le aplicaremos el factor:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para (K_H):

Este consumidor es único y funcionará intermitentemente por lo que entrando en la tabla 12 con una sección de $6 \times 3 = 18 \text{mm}^2$ obtenemos un factor de:

$$K_H = 1,25$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{23,15}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1,25 = 41,65A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores obtenemos una sección de cable de:

$$S = 10\text{mm}^2$$

Por lo tanto escogeremos una sección de 10mm^2 ya que en el cálculo por calentamiento ha salido una sección mucho más restrictiva que en el caso de cálculo por caída de tensión. Elegiremos un cable de potencia 3x10 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

Si con la misma Intensidad entráramos en la tabla con otro tipo de cable, por ejemplo la clase 1 según Bureau Veritas la mínima ya que está 10°C por encima de la temperatura de proyecto de la cámara de máquinas, resultaría una sección de cable de 25mm^2 , muy por encima de la calculada anteriormente. Es por ello que aunque el coste del conductor con un aislante de clase superior es mayor, el ahorro al escoger la gama adecuada es evidente en comparación con las secciones resultantes que se dan en una u otra gama. Además el mercado actual se ha concentrado en gamas como las que hemos escogido por lo que los precios se han ajustado considerablemente.

- **BOMBA DE DISPERSANTE (CCM-2)**

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 7.500\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,86$$

$$L = 12,5\text{m}$$

$$\eta = 0,85$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Repetiremos el mismo proceso que anteriormente. Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{7.500}{0,85} = 13.793\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{13.793}{\sqrt{3} \cdot 0,86 \cdot 400} = 14,81\text{A}$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 14,81 \cdot 0,01759 \cdot 12,5}{24} = 0,23 \text{mm}^2$$

b) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0,94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² (para que aplique tabla 11) y no se considera consumidor intermitente (tabla 12) aplicamos un factor de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{14,81}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 21,31A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 4mm^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x4 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **BOMBA TRASIEGO DE COMBUSTIBLE (CCM-3)**

$$V = 400v$$

$$P = 1.500W$$

$$\cos \varphi = 0,83$$

$$L = 16,87m$$

$$\eta = 0,78$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Repetiremos el mismo proceso que anteriormente. Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{1500}{0,78} = 1.923W$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{1923}{\sqrt{3} \cdot 0,83 \cdot 400} = 3,34A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0.01759 \Omega \text{ mm}^2/m$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24v$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 3,34 \cdot 0,01759 \cdot 16,87}{24} = 0,07mm^2$$

b) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² y no se considera consumidor intermitente aplicamos un factor de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{3,34}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 4,81A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 1\text{mm}^2$$

En este caso nos sale una sección muy reducida, pero según la recomendación de Bureau Veritas la sección mínima para los circuitos de fuerza debe ser de $2,5\text{mm}^2$ y para los circuitos de alumbrado de $1,5\text{mm}^2$. Por esta razón la sección de cable para este consumidor será:

$$S = 2,5\text{mm}^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x2,5 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **ELECTROCOMPRESOR DE AIRE (CCM-4)**

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 8.000\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,86$$

$$L = 16\text{m}$$

$$\eta = 0,85$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{8000}{0,85} = 9.411W$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{9411}{\sqrt{3} \cdot 0,86 \cdot 400} = 15,80A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0.01759 \Omega \text{ mm}^2/m$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24v$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 15,80 \cdot 0,01759 \cdot 16}{24} = 0,32mm^2$$

b) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² y no se considera consumidor intermitente aplicamos un factor de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{15,80}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 22,74A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 4\text{mm}^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x4 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **BOMBA HIDROFORO (CCM-5)**

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 500\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,75$$

$$L = 16,4\text{m}$$

$$\eta = 0,69$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{500}{0,69} = 724W$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{724}{\sqrt{3} \cdot 0,75 \cdot 400} = 1,39A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/m$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24v$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,39 \cdot 0,01759 \cdot 16,4}{24} = 0,03mm^2$$

b) Cálculo de la sección por calentamiento:

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0.85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² y no se considera consumidor intermitente aplicamos un factor de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{1,39}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 2,01A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 1mm^2$$

Al ser un consumidor alimentado de la distribución de fuerza aplicaremos la recomendación de la sociedad de clasificación y le aplicaremos una sección de:

$$S = 2,5\text{mm}^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x2,5 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **BOMBA CONTRA INCENDIO, AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1 (CCM-7)**

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 30000\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,87$$

$$L = 17,7\text{m}$$

$$\eta = 0,9$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{30000}{0,9} = 33.333\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{33333}{\sqrt{3} \cdot 0,87 \cdot 400} = 55,30A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 55,30 \cdot 0,01759 \cdot 17,7}{24} = 1,24\text{mm}^2$$

b) Cálculo de la sección por calentamiento:

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

-

$$K_A=0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² y no se considera consumidor intermitente aplicamos un factor de:

$$K_H=1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{55,30}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 79,60A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 25mm^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x25 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL (CCM-10)

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 37000\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,87$$

$$L = 15,8\text{m}$$

$$\eta = 0,9$$

a) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{37000}{0,9} = 41.111\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{41111}{\sqrt{3} \cdot 0,87 \cdot 400} = 68,21\text{A}$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,60 = 24\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 68,21 \cdot 0,01759 \cdot 15,8}{24} = 1,36 \text{mm}^2$$

b) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0,94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como la sección no es superior a 75 mm² y se considera consumidor intermitente, entrando en la tabla 12 con 35x3=105mm² aplicamos un factor de:

$$K_H = 1,4$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{68,21}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1,4 = 98,17A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 70mm^2$$

Volviendo a la comparativa inicial, si escogiéramos una clase de cable de 60°C para esta intensidad la sección sería de $150mm^2$. Por el contrario para una clase 95°C sería de $50mm^2$ pero con un coste mucho mayor.

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x70 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **CONSUMIDORES CORRIENTE TRIFÁSICA**

La identificación de los consumidores depende del cuadro al que se alimente:

CCM: Cuadro principal en cámara de máquinas

CCPPL: Cuadro cubierta principal.

CC: Cuadro cocina

CCP: cuadro cubierta puente.

CS: Cuadro de socorro.

Dependiendo del cuadro al que se alimente cada consumidor tendrá un número correlativo al nombre del cuadro.

Ejemplo: Monitores contra incendio (CCPPL-1)

Este consumidor estará alimentado desde el cuadro situado en la cubierta principal en la posición N° 1.

A continuación resumimos el cálculo de sección de conductores de todos los consumidores de corriente trifásica en una tabla.

a) Cálculo de la sección por caída de tensión:

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	S por AV (mm ²)
CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES (2)	400	12	0,86	0,87	T	10,8	13.793,10	23,15	0,32
CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	400	7,5	0,86	0,85	T	12,5	8.823,53	14,81	0,23
CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	400	1,5	0,83	0,78	T	16,87	1.923,08	3,34	0,07
CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	400	8	0,86	0,85	T	16	9.411,76	15,80	0,32
CCM-5	BOMBA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T	16,4	724,64	1,39	0,03
CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T	16,4	724,64	1,39	0,03
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	400	30	0,87	0,9	T	17,7	33.333,33	55,30	1,24
CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	400	30	0,87	0,9	T	21,12	33.333,33	55,30	1,48
CCPPL-1	MONITORES CONTRA INCENDIOS	400	6	0,85	0,84	T	21,75	7.142,86	12,13	0,33
CCM-9	SEPARADOR DE SENTINA	400	0,4	0,75	0,69	T	11,2	579,71	1,12	0,02
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	400	37	0,87	0,9	T	15,75	41.111,11	68,21	1,36
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	400	14,7	0,86	0,87	T	17,6	16.896,55	28,36	0,63
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	400	4,4	0,84	0,83	T	19,8	5.301,20	9,11	0,23
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T	16,75	17.241,38	28,94	0,62
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T	22,12	17.241,38	28,94	0,81
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.	400	0,8	0,8	0,74	T	18,1	1.081,08	1,95	0,04
CCPPL-6	AIRE ACONDICIONADO	400	11	0,86	0,87	T	20,75	12.643,68	21,22	0,56
CC-1	COCINA (2 PLACAS)	400	9	0,86	0,87	T	8,57	10.344,83	17,36	0,19

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	S por AV (mm2)
CC-3	FREIDORA	400	4,5	0,84	0,83	T	5,78	5.421,69	9,32	0,07
CCPPL-7	CALENTADOR SERVICIOS SANITARIOS	400	1	0,83	0,77	T	22,3	1.298,70	2,26	0,06
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	400	2,2	0,83	0,81	T	11	2.716,05	4,72	0,07
CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA	400	1,5	0,83	0,78	T	22,1	1.923,08	3,34	0,09
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	400	37	0,87	0,9	T	15,75	41.111,11	68,21	1,36
CCPPL-8	SISTEMA ANTIVAHO	400	9	0,86	0,87	T	15,25	10.344,83	17,36	0,34
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	400	15	0,86	0,87	T	15,2	17.241,38	28,94	0,56
CCM-20	B. BALDEO A.D.	400	2,2	0,83	0,81	T	15,25	2.716,05	4,72	0,09
CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	400	57,8	0,84	0,83	T	14,3	69.638,55	119,66	2,17
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	400	13,5	0,85	0,85	T	19,8	15.882,35	26,97	0,68
CCM-G1	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G1	400	144	0,82	0,87	T	15,5	165.517,24	291,35	5,73
CCM-G2	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G2	400	144	0,82	0,87	T	5,3	165.517,24	291,35	1,96
CS-4R	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1 REDUNTANTE	400	30	0,87	0,9	T	17,7	33.333,33	55,30	1,24

a) Cálculo de la sección por calentamiento:

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	KT	KA	KH	Ic	S por Tª (mm2)
CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES	400	12	0,86	0,87	T	10,8	13.793,10	23,15	0,94	0,85	1,15	38,32	10
CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	400	7,5	0,86	0,85	T	12,5	8.823,53	14,81	0,94	0,85	1,00	21,31	4,0
CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	400	1,5	0,83	0,78	T	16,87	1.923,08	3,34	0,94	0,85	1,00	4,81	2,5
CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	400	8	0,86	0,85	T	16	9.411,76	15,80	0,94	0,85	1,00	22,74	4,0
CCM-5	BOMBA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T	16,4	724,64	1,39	0,94	0,85	1,00	2,01	2,5
CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	400	0,5	0,75	0,69	T	16,4	724,64	1,39	0,94	0,85	1,00	2,01	2,5
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	400	30	0,87	0,9	T	17,7	33.333,33	55,30	0,94	0,85	1,00	79,60	25
CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	400	30	0,87	0,9	T	21,12	33.333,33	55,30	0,94	0,85	1,00	79,60	25
CCPPL-1	MONITORES CONTRA INCENDIOS	400	6	0,85	0,84	T	21,75	7.142,86	12,13	0,94	1,00	1,00	14,84	2,5
CCM-9	SEPARADOR DE SENTINA	400	0,4	0,75	0,69	T	11,2	579,71	1,12	0,94	0,85	1,00	1,61	2,5
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	400	37	0,87	0,9	T	15,75	41.111,11	68,21	0,94	0,85	1,00	98,17	70
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	400	14,7	0,86	0,87	T	17,6	16.896,55	28,36	0,94	0,85	1,20	48,98	10
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	400	4,4	0,84	0,83	T	19,8	5.301,20	9,11	0,94	0,85	1,10	14,42	2,5
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T	16,75	17.241,38	28,94	0,94	1,00	1,00	35,40	6
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.	400	15	0,86	0,87	T	22,12	17.241,38	28,94	0,94	1,00	1,00	35,40	6
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.	400	0,8	0,8	0,74	T	18,1	1.081,08	1,95	0,94	1,00	1,00	2,39	2,5

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	KT	KA	KH	Ic	S por Tª (mm2)
CCPPL-6	AIRE ACONDICIONADO	400	11	0,86	0,87	T	20,75	12.643,68	21,22	0,94	1,00	1,00	25,96	4,0
CC-1	COCINA (2 PLACAS)	400	9	0,86	0,87	T	8,57	10.344,83	17,36	0,94	1,00	1,00	21,24	2,5
CC-3	FREIDORA	400	4,5	0,84	0,83	T	5,78	5.421,69	9,32	0,94	1,00	1,00	11,40	2,5
CCPPL-7	CALENTADOR SERVICIOS SANITARIOS	400	1	0,83	0,77	T	22,3	1.298,70	2,26	0,94	1,00	1,00	2,76	2,5
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	400	2,2	0,83	0,81	T	11	2.716,05	4,72	0,94	0,85	1,00	6,80	2,5
CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA	400	1,5	0,83	0,78	T	22,1	1.923,08	3,34	0,94	0,85	1,00	4,81	2,5
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	400	37	0,87	0,9	T	15,75	41.111,11	68,21	0,94	0,85	1,00	98,17	70
CCPPL-8	SISTEMA ANTIVAHU	400	9	0,86	0,87	T	15,25	10.344,83	17,36	0,94	1,00	1,00	21,24	2,5
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	400	15	0,86	0,87	T	15,2	17.241,38	28,94	0,94	0,85	1,20	49,98	10
CCM-20	B. BALDEO A.D.	400	2,2	0,83	0,81	T	15,25	2.716,05	4,72	0,94	0,85	1,00	6,80	2,5
CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	400	57,8	0,84	0,83	T	14,3	69.638,55	119,66	0,94	0,85	1,06	182,56	70,0
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	400	13,5	0,85	0,85	T	19,8	15.882,35	26,97	0,94	0,85	1,00	38,82	10
CCM-G1	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G1	400	144	0,82	0,87	T	15,5	165.517,24	291,35	0,94	0,85	1,00	419,33	300,0
CCM-G2	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G2	400	144	0,82	0,87	T	5,3	165.517,24	291,35	0,94	0,85	1,00	419,33	300,0
CS-4R	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1 REDUNTANTE	400	30	0,87	0,9	T	17,7	33.333,33	55,30	0,94	0,85	1,00	79,60	25

Pasaremos ahora al cálculo de secciones de las acometidas de los diferentes cuadros de distribución.

- **CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL (CCPPL)**

Para el cálculo de este conductor vamos a sumar las potencias de los consumidores que cuelgan de él y la media del factor de potencia y del rendimiento.

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 57.800\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,84$$

$$L = 14,3$$

$$\eta = 0,83$$

c) Cálculo de la sección por caída de tensión:

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{57800}{0,83} = 69.638\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{69.638}{\sqrt{3} \cdot 0,84 \cdot 400} = 119,66A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 119,66 \cdot 0,01759 \cdot 14,3}{24} = 2,17\text{mm}^2$$

d) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la sala de máquinas es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0.94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este cuadro vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como no es un servicio de corta duración ni intermitente, le aplicamos un factor de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{119,66}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 172,23A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 95mm^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x95 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **CUADRO COCINA (CC)**

Para el cálculo de este conductor vamos a sumar las potencias de los consumidores que cuelgan de él y vamos a suponer la media del factor de potencia y del rendimiento.

$$V = 400\text{v}$$

$$P = 13.500\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$L = 19,8\text{m.}$$

$$\eta = 0,85$$

e) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{13500}{0,85} = 15.882\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{15.882}{\sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 400} = 26,97\text{A}$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 400 \cdot 0,06 = 24\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 26,97 \cdot 0,01759 \cdot 19,8}{24} = 0,7568$$

f) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la cocina es de 50 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 0,94$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como vamos a tener más de 6 conductores a este cuadro vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como no es un servicio de corta duración ni intermitente, le aplicamos un coeficiente de:

$$K_H=1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{26,97}{0,94 \cdot 0,85} \cdot 1 = 38,82A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 3 conductores y obteniendo una sección de cable de:

$$S = 10mm^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de potencia 3x10 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

Calcularemos ahora las secciones de algunos consumidores de 200V.

- **PROYECTOR BABOR CUBIERTA PUENTE POPA (CCP-1)**

$$V = 230v$$

$$P = 500W$$

$$\cos \varphi = 0,75$$

$$L = 5,2m$$

$$\eta = 0,69$$

g) *Cálculo de la sección por caída de tensión:*

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{500}{0,69} = 724W$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{724}{0,75 \cdot 230} = 4,2A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/m$$

$$e = 230 \cdot 0,06 = 13,8v$$

La sección será:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{2 \cdot 4,2 \cdot 0,01759 \cdot 5,2}{13,8} = 0,06mm^2$$

h) *Cálculo de la sección por calentamiento:*

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la cubierta puente es de 45 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 1$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como no vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A = 1$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como no es un servicio de corta duración ni intermitente, le aplicamos un coeficiente de:

$$K_H = 1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{4,2}{1 \cdot 1} \cdot 1 = 4,83A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 2 conductores y obteniendo una sección de conductor de:

$$S = 1,5\text{mm}^2$$

Como es un consumidor de alumbrado vamos a dejar la sección calculada ya que es la mínima que se puede adoptar según Bureau Veritas.

Por lo tanto elegiremos un cable para de 2 conductores de 2x1,5 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

- **RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS (CCM-22)**

$$V = 230\text{v}$$

$$P = 3000\text{W}$$

$$\cos \varphi = 0,84$$

$$L = 20,4\text{m}$$

$$\eta = 0,81$$

i) Cálculo de la sección por caída de tensión:

Sabiendo que:

$$I = \frac{P}{\cos \varphi \cdot V}$$

Debido al rendimiento, la potencia absorbida por el receptor es:

$$P_{ab} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{3000}{0,81} = 3703\text{W}$$

La intensidad absorbida es:

$$I = \frac{3703}{0,84 \cdot 230} = 19,17A$$

Sabiendo que:

$$\rho = 0,01759 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$e = 230 \cdot 0,06 = 13,8\text{v}$$

La sección será:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \rho \cdot L}{e}$$

$$S = \frac{2 \cdot 19,17 \cdot 0,01759 \cdot 19,17}{13,8} = 1\text{mm}^2$$

j) Cálculo de la sección por calentamiento:

- Factor de corrección por temperatura ambiente (K_T):

La temperatura ambiente supuesta en la cubierta puente es de 45 °C. con un conductor clase 85, entrando en la Tabla 5-9 obtenemos un factor de corrección:

$$K_T = 1$$

- Factor de corrección por agrupación de cables (K_A):

Como vamos a tener más de 6 conductores a este consumidor vamos a considerar un factor de:

$$K_A=0,85$$

- Factor de corrección para C.A. (K_H):

Como no es un servicio de corta duración ni intermitente, le aplicamos un coeficiente de:

$$K_H=1$$

Una vez conocidos todos los coeficientes de corrección se puede calcular la I_c para con ella obtener la nueva sección.

$$I_c = 1,15 \cdot \frac{I}{K_T \cdot K_A} \cdot K_H = 1,15 \cdot \frac{19,17}{1 \cdot 0,85} \cdot 1 = 25,94A$$

Con este valor de intensidad para un aislante de polietileno reticulado de la clase 85 °C entramos en la Tabla 5-9 en la columna de 2 conductores y obteniendo una sección de conductor de:

$$S = 4mm^2$$

Por lo tanto elegiremos un cable de 2 conductores 2x4 BQZ-BQZ-FR-0,6/1KV cuya norma constructiva es IEC-60092-353 (UNE-21135-353) fabricado por Técnicas del cable.

Para no extendernos más en el cálculo de conductores se adjunta la lista con el resto de consumidores a 230v.

a) Cálculo por caída de tensión:

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO	L(m)	P abs.(W)	I(A)	S por AV (mm2)
CCP-1	PROYECTOR BR. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M	5,2	724,64	4,20	0,06
CCP-2	PROYECTOR ER. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M	5,2	724,64	4,20	0,06
CCP-3	PROYECTOR DE BÚSQUEDA	230	1	0,83	0,77	M	8,8	1.298,70	6,80	0,15
CCM-21	ALUMBRADO CRA.MAQ.	230	2,2	0,83	0,81	M	81	2.716,05	14,23	2,94
CCPPL-5	ALUMBRADO GENERAL	230	3,5	0,84	0,82	M	102	4.268,29	22,09	5,74
CS-1	ALUMBRADO NAVEGACIÓN	230	0,5	0,84	0,82	M	7	609,76	3,16	0,06
CS-2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	230	0,5	0,84	0,82	M	118	609,76	3,16	0,95
CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS	230	3	0,84	0,81	M	20,4	3.703,70	19,17	1,00
CC-2	FRIGORIFICO	230	0,3	0,72	0,64	M	3	468,75	1,63	0,01
CC-4	CAFETERA	230	2,1	0,83	0,81	M	3	2.592,59	13,58	0,10
CC-5	LAVAVAJILLAS	230	3,4	0,84	0,82	M	5	4.146,34	21,46	0,27
CC-6	BATIDORA	230	0,7	0,8	0,74	M	7	945,95	5,14	0,09
CC-7	TOSTADOR	230	1,8	0,83	0,81	M	7	2.222,22	11,64	0,21
CS-3	NAVEGACION COMUNICACION Y ALARMAS	230	2,5	0,83	0,81	M	6,2	3.086,42	16,17	0,26
CC-8	FUENTE DE AGUA FRIA	230	0,3	0,72	0,64	M	2	468,75	2,83	0,01
CCP-6	RADAR	230	0,2	0,7	0,62	M	3,5	322,58	2,00	0,02
CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	230	3,5	0,84	0,82	M	14,3	4.268,29	22,09	0,81
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	230	8,6	0,79	0,74	M	19,8	11.621,62	63,96	3,23
CCP	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PUENTE	230	4,7	0,77	0,71	M	18,6	6.619,72	37,38	1,77
CS	ACOMETIDA CUADRO SOCORRO	230	1	0,84	0,82	M	19,3	1.219,51	6,31	0,31

b) Cálculo por temperatura:

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	KT	KA	KH	Ic	S por Tª (mm2)
CCP-1	PROYECTOR BR. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M	5,2	724,64	4,20	1,00	1,00	1,00	4,83	1,5
CCP-2	PROYECTOR ER. DE 500W. CTA.PTE.POPA	230	0,5	0,75	0,69	M	5,2	724,64	4,20	1,00	1,00	1,00	4,83	1,5
CCP-3	PROYECTOR DE BÚSQUEDA	230	1	0,83	0,77	M	8,8	1.298,70	6,80	1,00	1,00	1,00	7,82	1,5
CCM-21	ALUMBRADO CRA.MAQ.	230	2,2	0,83	0,81	M	81	2.716,05	14,23	1,00	1,00	1,00	16,36	1,5
CCPPL-5	ALUMBRADO GENERAL	230	3,5	0,84	0,82	M	102	4.268,29	22,09	1,00	1,00	1,00	25,41	1,5
CS-1	ALUMBRADO NAVEGACIÓN	230	0,5	0,84	0,82	M	7	609,76	3,16	1,00	1,00	1,00	3,63	1,5
CS-2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	230	0,5	0,84	0,82	M	118	609,76	3,16	1,00	1,00	1,00	3,63	1,5
CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS	230	3	0,84	0,81	M	20,4	3.703,70	19,17	1,00	0,85	1,00	25,94	2,5
CC-2	FRIGORIFICO	230	0,3	0,72	0,64	M	3	468,75	1,63	0,94	1,00	1,00	2,00	2,5
CC-4	CAFETERA	230	2,1	0,83	0,81	M	3	2.592,59	13,58	0,94	1,00	1,00	16,61	2,5
CC-5	LAVAVAJILLAS	230	3,4	0,84	0,82	M	5	4.146,34	21,46	0,94	1,00	1,00	26,26	2,5
CC-6	BATIDORA	230	0,7	0,8	0,74	M	7	945,95	5,14	0,94	1,00	1,00	6,29	2,5
CC-7	TOSTADOR	230	1,8	0,83	0,81	M	7	2.222,22	11,64	0,94	1,00	1,00	14,24	2,5
CS-3	NAVEGACION COMUNICACION Y ALARMAS	230	2,5	0,83	0,81	M	6,2	3.086,42	16,17	1,00	0,85	1,00	21,87	2,5
CC-8	FUENTE DE AGUA FRIA	230	0,3	0,72	0,64	M	2	468,75	2,83	1,00	0,85	1,00	3,83	2,5
CCP-6	RADAR	230	0,2	0,7	0,62	M	3,5	322,58	2,00	1,00	0,85	1,00	2,71	2,5
CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	230	3,5	0,84	0,82	M	14,3	4.268,29	22,09	0,94	0,85	1,00	31,80	4,0

Nº CON.	SERVICIO	TENSION	POT.	COSFI	REND.	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	P abs.(W)	I(A)	KT	KA	KH	Ic	S por Tª (mm2)
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	230	8,6	0,79	0,74	M	19,8	11.621,62	63,96	0,94	0,85	1,00	92,06	25,0
CCP	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PUENTE	230	4,7	0,77	0,71	M	18,6	6.619,72	37,38	0,94	0,85	1,00	53,80	10,0
CS	ACOMETIDA CUADRO SOCORRO	230	1	0,84	0,82	M	19,3	1.219,51	6,31	0,94	0,85	1,00	9,09	2,5

2.1.5 Dimensionamiento de Bandejas

Una vez calculados los conductores pasaremos ahora al dimensionamiento de las bandejas portacables.

Usaremos bandejas perforadas y seguiremos la recomendación del fabricante para el cálculo de la sección éstas.

Los parámetros de selección se presentan a continuación en dos tablas con la información requerida para seleccionar las bandejas.

Tabla I.- Especificación de conductores.

<i>Ø</i> Diámetro exterior <i>d</i> (mm)	<i>Peso</i> (kg/m)	<i>Sección</i> <i>a=d</i> (mm ²)
7,4	0,05	54,46
8	0,073	64
10,4	0,118	109
11,54	0,174	133
12,84	0,259	165
14,34	0,39	205
19,86	0,767	394
22,86	1,18	522
25,72	1,4	661
32,22	2,69	1.038
38,9	4	1.513
43	5,26	1.849

Tabla II.- Sección útil de las bandejas

Bandeja	Alto (mm)	Ancho (mm)	Sección útil mm ²	Carga (Kg/m) (distancia entre soportes 1,5m)
BL-BP-94	90	40	2.945	7,2
BL-BP-106	100	60	5.050	18,2
BL-BP-154	150	40	5.075	18
BL-BP-156	150	60	7.685	28,2
BL-BP-204	200	40	6.825	28
BL-BP-206	200	60	10.315	38,2
BL-BP-210	200	100	16.290	72,7
BL-BP-304	300	40	10.325	48,0
BL-BP-306	300	60	15.740	58,2
BL-BP-310	300	100	25.040	84,5
BL-BP-404	400	40	13.825	68
BL-BP-406	400	60	21.720	76
BL-BP-410	400	100	33.765	96,3
BL-BP-610	600	100	51.260	120

Las bandejas se identificarán de forma similar a los cables añadiéndole un prefijo "B", en el plano N_005 podemos encontrar la disposición general y la identificación de éstas.

Ejemplo para el cálculo de bandejas.

Para este ejemplo vamos a considerar la bandeja B-CCM04 que transporte 6 conductores de 3x2,5 cuyo diámetro exterior es de 9,5mm y peso 0,153Kg/m según el fabricante del cable por lo tanto tenemos que:

Diámetro exterior (mm)	Nº de cables	Sección por cable	Sección total
10,4	6	109	654

Una vez calculada la sección que ocuparían los cables hay que aplicarles una serie de factores correctores para el cálculo de la sección de la bandeja definidos en la siguiente expresión:

$$ST = K \times R \times S$$

Donde:

ST= Sección total de la bandeja en mm^2

K= Coeficiente corrector (1,4 según el fabricante)

R= % de reserva para ampliaciones (aplicaremos un 1,3)

S= Sección de cables

Por lo tanto obtenemos la sección de la bandeja

$$ST = 1,4 \times 1,3 \times 654 = 1090,28mm^2$$

Con este resultado elegiremos en la tabla II del fabricante la bandeja inmediatamente superior de las existentes que en este caso es la *BL-BP-94*

Ahora nos aseguraremos que la bandeja seleccionada soporte el peso de los conductores. Para ello calcularemos el peso de los conductores:

Diámetro exterior (mm)	Nº de cables	Peso por cable (Kg/m)	Peso total
10,4	6	0,153	0,918

En este caso aplicaremos un 1,3 de coeficiente de corrección por lo que el peso por metro que debe aguantar la bandeja es:

$$C=1,3 \times P = 1,3 \times 0,918 = 1,19 \text{ Kg/m}$$

Como la bandeja seleccionada soporta hasta 7,2Kg/m cumple con creces el peso de los cables que lleva.

Para no extendernos en el cálculo de bandejas se incluye a continuación un resumen de los conductores de cada consumidor que discurre por cada bandeja.

Cubierta	Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	s (mm ²)	B-CCM01	B-CCM02	B-CCM03	B-CCM04	B-CCM05	B-CCM06	B-CCM07	B-CCPP-01
CC	CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	T	19,8	10	X	X						X
CC	CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	M	19,8	25	X	X						X
CCM	CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES (2)	T	10,8	6	X	X						
CCM	CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	T	15,75	35	X				X	X	X	
CCM	CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	T	17,6	10	X				X	X	X	
CCM	CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	T	19,8	2,5	X					X	X	
CCM	CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	T	11	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA	T	22,1	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	T	15,75	35	X					X	X	
CCM	CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	T	15,2	10	X				X	X	X	
CCM	CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	T	12,5	2,5	X							
CCM	CCM-20	B. BALDEO A.D.	T	15,25	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS	M	20,4	2,5	X	X						
CCM	CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	T	16,87	2,5	X					X	X	
CCM	CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	T	16	4,0	X				X	X	X	
CCM	CCM-5	BOMBA HIDROFORO	T	16,4	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	T	16,4	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	T	21,12	25	X					X	X	
CCM	CCM-9	SEPARADOR DE SENTINA	T	11,2	2,5	X	X	X	X				
CCM	CCM-G1	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G1	T	15,5	300	X	X	X					
CCM	CCM-G2	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G2	T	5,3	300	X							

Cubierta	Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TIPO DE CORRIENTE	L(m)	s (mm2)	B-CCM01	B-CCM02	B-CCM03	B-CCM04	B-CCM05	B-CCM06	B-CCM07	B-CCPP-01
CCM	CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	T	17,7	25	X					X	X	
CCP	CCP	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PUENTE	M	18,6	10	X	X						X
CCP	CS	ACOMETIDA CUADRO SOCORRO	M	19,3	2,5	X	X						X
CCPP	CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	T	14,3	70	X	X						X
CCPP	CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	M	14,3	4,0	X	X						X

Pasaremos ahora a desglosar las bandejas seleccionadas con la identificación correspondiente, el número y tamaño de los conductores que discurren por ella y la denominación del fabricante.

Bandeja Nº	Diámetro exterior (mm)	Peso cables (Kg/m)	Nº de cables	Sección por cable (mm)	Sección cables (mm)	Sección bandeja (mm ²)	Peso total (Kg/m)	Bandeja seleccionada
B-CCM-04	10,4	0,153	6	109	654	1190,28	1,1934	BL-BP-94
B-CCM-03	10,4	0,153	6	109	654	8746,92	17,5734	BL-BP-206
	29,5	3,15	4	1.038	4152			
B-CCM-02	9	0,12	1	109	109	13893,88	24,9834	BL-BP-210
	10,4	0,153	6	109	654			
	10,6	0,21	1	109	109			
	11,9	0,28	1	165	165			
	13	0,33	1	205	205			
	13,4	0,42	1	205	205			
	20,2	0,84	1	522	522			
	29,5	3,15	4	1038	4152			
	36,1	3,5	1	1.513	1513			
B-CCM-05	10,6	0,21	1	109	109	2147,6	3,393	BL-BP-94
	13,4	0,42	2	205	410			
	25,3	1,56	1	661	661			
B-CCM-06	10,4	0,153	2	109	218	5647,46	7,28208	BL-BP-156
	10,6	0,21	1	109	109			
	13,4	0,42	2	205	410			
	22,4	1,17	2	522	1044			
	25,3	1,56	2	661	1322			

Bandeja Nº	Diámetro exterior (mm)	Peso cables (Kg/m)	Nº de cables	Sección por cable (mm)	Sección cables (mm)	Sección bandeja (mm2)	Peso total (Kg/m)	Bandeja seleccionada
B-CCM-07	10,4	0,153	2	109	218	5647,46	7,28208	BL-BP-156
	10,6	0,21	1	109	109			
	13,4	0,42	2	205	410			
	22,4	1,17	2	522	1044			
	25,3	1,56	2	661	1322			
B-CCM-01	9	0,12	1	109	109	24096,8	45,253	BL-BP-310
	10,4	0,153	10	109	1090			
	10,6	0,21	1	109	109			
	11,9	0,28	1	165	165			
	12,6	0,33	1	165	165			
	13,4	0,42	2	205	410			
	20,2	0,84	1	522	522			
	22,4	1,17	2	522	1044			
	25,3	1,56	2	661	1322			
	29,5	3,15	8	1038	8304			
B-CCPP-01	9	0,12	1	109	109	4846,66	6,9719	BL-BP-106
	10,4	0,153	1	109	109			
	13	0,33	1	205	205			
	13,4	0,42	1	205	205			
	20,2	0,84	1	522	522			
	36,1	3,5	1	1.513	1513			

2.2 Corrientes de cortocircuito

En el diseño de las instalaciones eléctricas, se deben considerar, además de las corrientes nominales de servicio, las sobreintensidades debidas a las sobrecargas y a los cortocircuitos.

El cortocircuito se define como una conexión directa, o de muy baja resistencia o impedancia, entre dos puntos de un circuito que están normalmente a tensión. Esto da lugar a las corrientes de cortocircuito, que son muy superiores a la corriente nominal y producen importantes sollicitaciones térmicas y electrodinámicas sobre los distintos componentes de las instalaciones, además de interrupciones del servicio, pudiendo provocar daños irreparables sobre sus componentes si no son eliminadas rápidamente.

Las corrientes de cortocircuitos se caracterizan por un incremento prácticamente instantáneo y muy superior a la corriente nominal, en contraste con las de una sobrecarga que se caracteriza por un incremento mantenido en un intervalo de tiempo y algo mayor a la corriente nominal.

2.2.1 Tipos de cortocircuitos

Podemos clasificar los distintos tipos de cortocircuito en:

- Cortocircuito trifásico: se ponen en contacto las tres fases en un mismo punto del sistema. Es el cortocircuito más severo en la mayoría de los casos. Suele ser el que se considera para el cálculo de la corriente máxima de cortocircuito para poder dimensionar las protecciones de la línea.

- Cortocircuito bifásico: entran en contacto dos fases cualesquiera y el neutro del sistema.
- Cortocircuito fase-tierra: al ponerse en contacto una fase cualquiera con la tierra del sistema. Es el cortocircuito más frecuente.

2.2.2 Tipos de corriente de cortocircuito

Podemos clasificar los diferentes tipos de corrientes de cortocircuito en:

- Corriente de cortocircuito (i_k)

La corriente de cortocircuito es el valor instantáneo de la corriente que circula a través de la avería durante el cortocircuito.

Al principio la corriente de cortocircuito generalmente se desarrolla asimétricamente al cerro normal y está constituida por la componente alterna y la componente continua. La componente alterna se amortigua a partir de su valor inicial para hacerse corriente sostenida de cortocircuito. La componente continua se amortigua completamente.

- Corriente alterna simétrica inicial de cortocircuito (I''_k)

La corriente alterna simétrica inicial de cortocircuito es el valor eficaz de la corriente alterna de cortocircuito extrapolada para el instante en que se produce el corto. Esta corriente es la base para el cálculo de la corriente asimétrica máxima de cortocircuito I_s .

- Corriente asimétrica de cortocircuito (I_s)

La máxima corriente asimétrica es el mayor valor instantáneo de la corriente i_k después del comienzo del cortocircuito. Se da como un valor de pico. El valor de la corriente asimétrica depende del instante en que se produce el corto. El cálculo de I_s es válido para el instante en que se puede producir la mayor corriente de cortocircuito posible.

La corriente asimétrica determina el esfuerzo dinámico a que será sometido el equipo y también la capacidad de interrupción de los dispositivos de conexión.

- Corriente sostenida de cortocircuito (I_k)

Es el valor eficaz de la corriente simétrica de CA que permanece después de terminar las condiciones transitorias. Depende de los métodos empleados en la excitación de los generadores y también del valor de la corriente de excitación.

- Corriente de cierre (I_e)

La corriente de cierre es la mayor corriente instantánea que se produce al cerrar un circuito cuando hay un corto. Es igual a la corriente asimétrica de cortocircuito de pico máximo I_s .

2.2.3 Condiciones de diseño

En general las hipótesis que se consideran en los cálculos de las corrientes de cortocircuito son las más desfavorables que se puedan presentar siendo las más importantes las siguientes:

- Se establece que el generador de emergencia no podrá funcionar simultáneamente con ninguno de los principales.
- No se tiene en cuenta en los cálculos, las resistencias de contacto y las muy pequeñas como las de barras, etc., así como las reactancias correspondientes a los conductores.
- En el cortocircuito no se estima la resistencia del arco en el momento del defecto.
- Los generadores tienen generalmente constantes de tiempo más pequeñas que aquellas sobre las que se ha basado el factor de decrecimiento K , por lo que las corrientes de cortocircuito probablemente se amortiguarán más rápidamente de lo que se supone.

Consideraremos los siguientes puntos de simplificación para el cálculo:

- Aunque los cortocircuitos poseen impedancias variables, no se les considerarán.
- Se prescinde de las corrientes de cargas previas.
- Las impedancias de la red se supondrán constantes.
- No se consideran las impedancias transversales de la línea.

- Para simplificar el cálculo de las corrientes que suministren los motores en el momento del cortocircuito, vamos a suponer a un único motor que entregue el sumatorio de potencias de todos los motores.

Cuando se produce un cortocircuito se establece una intensidad de cortocircuito siguiendo un régimen transitorio, el cual difiere según sean la importancia de las impedancias entre el punto del defecto y los alternadores, normalmente en función de la distancia, distinguiéndose cortocircuitos próximos a los generadores y cortocircuitos alejados de los alternadores. Terminado el régimen transitorio se establece una intensidad de cortocircuito permanente I_{cc} limitada únicamente por la impedancia Z_{cc} .

El Bureau Veritas en la Parte C, Capítulo 2, sección 3, punto 7.2.2 establece que las intensidades de cortocircuito se deben calcular por un método aprobado por la sociedad como la norma IEC 61363-1. En dicha norma se considera el cálculo de la corriente de cortocircuito trifásica.

En esta parte de nuestro proyecto exponemos todo el procedimiento empleado en la obtención de las corrientes de cortocircuito a la que podrá estar sometido el sistema de distribución eléctrico.

Se ha despreciado el efecto de las caídas de tensión de los cables ya que las longitudes de los cables son muy pequeñas debido a las dimensiones del buque.

2.2.4 Cálculo de corrientes de cortocircuito.

En este apartado se expone el procedimiento empleado para la obtención de las corrientes de cortocircuito del sistema de distribución.

La corriente de cortocircuito es el valor instantáneo de la corriente que circula a través de la avería durante el cortocircuito.

Al principio la corriente de cortocircuito generalmente se desarrolla asimétricamente al cero normal y está constituida por la componente alterna y la componente continua. La componente alterna se amortigua a partir de su valor inicial para hacerse corriente sostenida de cortocircuito. La componente continua se amortigua completamente.

- GENERADORES PRINCIPALES

a) Cálculo de la intensidad sub-transitoria:

$$V=400\text{v}$$

$$S= 180\text{KVA}$$

$$P=144\text{KW}$$

$$F=50\text{Hz}$$

$$x_d = 2,707$$

$$x'_d = 0,133$$

$$x''_d = 0,080\Omega$$

$$T''_d = 0,010s$$

$$T'_d = 0,1s$$

$$T_{dc} = 0,015$$

Sabemos que la intensidad subtransitoria es:

$$I'' = \frac{V_N}{X''_d} = \frac{1}{x''_d} I_N$$

Donde:

I'' = Intensidad subtransitoria

x''_d = Reactancia subtransitoria (dada por el fabricante)

X''_d = Reactancia subtransitoria de porcentaje

Sabiendo que:

$$V_N = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

La potencia aparente es:

$$S = 3 \cdot I_N \cdot V_N ; I_N = \frac{S}{3 \cdot V_N}$$

Sustituyendo V_N :

$$I_N = \frac{S \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot V} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Ahora sustituimos I_N en la ecuación de inicial:

$$I'' = \frac{V_N}{X''_d} = \frac{1}{x''_d} I_N ; \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X''_d} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V \cdot x''_d} ; X''_d = \frac{V^2 \cdot x''_d}{S}$$

Sustituyendo con los valores conocidos nos queda:

$$X''_d = \frac{400^2 \cdot 0,080}{180000} = 0,071 \Omega$$

Por tanto podemos calcular el valor de la intensidad sub-transitoria:

$$I'' = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X''_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,071} = 3,25 \text{ KA}$$

b) Calculo de la intensidad transitoria:

Para este cálculo seguiremos el mismo procedimiento que para la intensidad sub-transitoria.

$$I' = \frac{V_N}{X'_d} = \frac{1}{x'_d} I_N$$

$$X'_d = \frac{V^2}{S} x'_d$$

El fabricante nos da el dato de la reactancia transitoria.

$x'_d = 0,133$. Sustituyendo:

$$X'_d = \frac{400^2}{180000} \cdot 0,133 = 118,2 \Omega$$

Por lo tanto la intensidad transitoria será:

$$I' = \frac{V_N}{X'_d} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X'_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 118,2} = 1,95 \text{KA}$$

c) Calculo de la corriente en estado estable

$$X_d = \frac{V^2}{S} x_d = \frac{400^2}{180} 2,707 = 2,4 \Omega$$

$$I = \frac{V_N}{X_d} = \frac{V \cdot S}{\sqrt{3} \cdot V^2 \cdot x_d} = \frac{400 \cdot 180}{\sqrt{3} \cdot 400^2 \cdot 2,4} = 0,1 \text{KA}$$

d) Calculo de la intensidad de cortocircuito:

Una vez calculado I'' , I' e I y sabiendo que;

$$I_{ac} = (I'' - I')e^{\frac{-t}{T}} + (I' - I)e^{\frac{-t}{T}} + I$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02$$

$$t = \frac{T}{2} = 0,01$$

Donde:

t = tiempo en el que se calcula el cortocircuito

T = Periodo

f = frecuencia de la red

I_{ac} = Intensidad de cortocircuito

Sustituyendo numéricamente:

$$I_{ac} = (I'' - I')e^{\frac{-t}{T''d}} + (I' - I)e^{\frac{-t}{T'd}} + I$$

$$I_{ac} = (3,25 - 1,95)e^{\frac{-0,01}{0,010}} + (1,95 - 0,1)e^{\frac{-0,01}{0,1}} + 0,1 = 0,47 + 1,67 + 0,1 = 2,24 \text{ KA}$$

e) Calculo de la corriente de pico:

Vamos a proceder al cálculo de la corriente de pico según la siguiente expresión:

$$I_{PK} = \sqrt{2}((I'' - I')e^{\frac{-t}{T''d}} + I') + \sqrt{2}I''e^{\frac{-t}{T'dc}}$$

$$I_{PK} = \sqrt{2}((3,25 - 1,95)e^{\frac{-0,01}{0,010}} + 1,95) + \sqrt{2} \cdot 3,25 \cdot e^{\frac{-0,01}{0,015}} = 5,78 \text{ KA}$$

Existen los 2 generadores principales que tienen un enclavamiento mecánico entre ellos por ser cada uno del 100% de capacidad así que los cálculos se aplicarán para el uso de un único generador en funcionamiento.

- GENERADOR DE EMERGENCIA

a) Calculo de la intensidad sub-transitoria:

$$V=400v$$

$$S= 50KVA$$

$$X_d = 2,75\Omega$$

$$X'_d = 0,12\Omega$$

$$X''_d = 0,059\Omega$$

$$T''_d = 0,005s$$

$$T'_d = 0,05s$$

$$T_{dc} = 0,008s$$

Sabemos que:

$$I'' = \frac{V_N}{X''_d} = \frac{1}{x''_d} I_N ; \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X''_d} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V \cdot x''_d} ; X''_d = \frac{V^2 \cdot x''_d}{S}$$

Sustituyendo con los valores conocidos nos queda:

$$X''_d = \frac{400^2 \cdot 0,059}{50000} = 0,18 \Omega$$

Por tanto podemos calcular el valor de la intensidad sub-transitoria:

$$I'' = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X''_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,18} = 1,28 \text{ KA}$$

b) Calculo de la intensidad transitoria:

Sabiendo que:

$$I' = \frac{V_N}{X'_d} = \frac{1}{x'_d} I_N$$

$$X'_d = \frac{V^2}{S} x'_d$$

Sustituyendo:

$$X'_d = \frac{400^2}{50000} \cdot 0,12 = 0,38 \Omega$$

Por lo tanto la intensidad transitoria será:

$$I' = \frac{V_N}{X'_d} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X'_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 0,607 \text{ KA}$$

c) Calculo de la corriente en estado estable:

$$X_d = \frac{V^2}{S} x_d = \frac{400^2}{50000} 2,75 = 8,8 \Omega$$

$$I = \frac{V_N}{X_d} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot X_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 8,8} = 0,026 \text{ KA}$$

d) Calculo de la intensidad de cortocircuito:

Una vez calculado I'' , I' e I y sabiendo que;

$$I_{ac} = (I'' - I')e^{\frac{-t}{T''d}} + (I' - I)e^{\frac{-t}{T'd}} + I$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02$$

$$t = \frac{T}{2} = 0,01$$

Donde:

t = tiempo en el que se calcula el cortocircuito

T= Periodo

f = frecuencia de la red

I_{ac} = Intensidad de cortocircuito

Sustituyendo numéricamente:

$$I_{ac} = (I'' - I')e^{\frac{-t}{T''d}} + (I' - I)e^{\frac{-t}{T'd}} + I$$

$$I_{ac} = (1,28 - 0,607)e^{\frac{-0,01}{0,005}} + (0,607 - 0,032)e^{\frac{-0,01}{0,05}} + 0,026 = 0,59 \text{ KA}$$

Como la Intensidad calculada para los generadores principales es mayor que para el generador de emergencia usaremos la primera para la elección de las protecciones ya que existen enclavamientos para que nunca el generador de emergencia funcione simultáneamente con los generadores principales y así garantizar las situaciones de energía normal y de emergencia.

- MOTORES

Para el cálculo de la intensidad que generarían los motores conectados a la red en el caso más desfavorable vamos a seguir la recomendación del Bureau Veritas en el Pt C, Ch2, Sec 3, ap 7.2.3 en el que recomienda un sencillo cálculo para saber la corriente que entregaría un solo motor, el cual tiene una potencia igual a la suma de todos los motores del sistema conectados y en funcionamiento al mismo tiempo.

$$I_{acM} = 3,5I_{TM}$$

Donde:

I_{acM} = Corriente de cortocircuito de motores

I_{TM} = Máxima intensidad de todos los motores que están conectados simultáneamente al sistema.

Vamos a considerar la potencia de los motores en la peor situación del balance eléctrico por lo que tendríamos un único motor con las siguientes características:

$$P_{TM} = 114\text{Kw}$$

$$\cos \varphi = 0,82$$

$$\eta = 0,87$$

Por lo que la I_{TM} será:

$$I_{TM} = \frac{P_{TM}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta \cdot V} = \frac{114}{\sqrt{3} \cdot 0,82 \cdot 0,87 \cdot 400} = 0,23 \text{KA}$$

Por lo tanto la intensidad de cortocircuito de los motores será:

$$I_{acM} = 3,5 I_{TM} = 3,5 \cdot 0,291 = 0,8 \text{KA}$$

Por otro la sociedad también establece un valor para la corriente de pico:

$$I_{pkM} = 2,4 I_{acM}$$

Por lo que podemos obtenerla directamente:

$$I_{pkM} = 2,4 \cdot 0,8 = 1,93 \text{KA}$$

Una vez calculada la corriente de cortocircuito y la de pico de los motores, estamos en condiciones de saber cual es la máxima corriente que tienen que soportar los interruptores.

- Valor de corriente de cortocircuito "**Breaking**":

$$I_{ac} = \Sigma I_{ac} = 2,24 + 0,8 = 3,04 \text{KA}$$

- Valor de la corriente de pico "**Making**":

$$I_{pk} = \Sigma I_{pk} = 5,78 + 1,93 = 7,71 \text{KA}$$

2.3 Aparamenta.

Las normas nacionales e internacionales definen la manera en que se deben llevar a cabo los circuitos eléctricos de las instalaciones de baja tensión y las funciones y las limitaciones de los diversos dispositivos de conmutación, que se denominan colectivamente aparamenta.

Las funciones principales de la aparamenta son:

- Protección eléctrica.
- Aislamiento eléctrico de las secciones de una instalación.
- Conmutación local o remota.

La protección eléctrica a baja tensión normalmente se incorpora en los interruptores automáticos en forma de dispositivos magnetotérmicos y/o dispositivos de disparo accionados por la corriente residual (menos frecuentemente, dispositivos accionados por la tensión residual, que resultan aceptables, aunque no están recomendados por IEC).

Además realizan las siguientes funciones:

- Protección contra las sobretensiones.
- La protección contra tensión mínima para dispositivos específicos

2.3.1 Protección eléctrica

El objetivo es evitar o limitar las consecuencias destructivas o peligrosas de las corrientes excesivas (cortocircuito) o causadas por sobrecargas y defectos de aislamiento, y separar el circuito defectuoso del resto de la instalación. Se hace una distinción entre la protección de:

- Los elementos de la instalación (cables, hilos, apartamenta, etc).
- Personas.
- Equipos y dispositivos suministrados por la instalación.
- La protección de circuitos puede ser:
 - Contra sobrecargas; una situación en la que se limita una corriente excesiva de una instalación en buen estado (sin defectos).
 - Contra corrientes de cortocircuito causadas por el defecto completo del aislamiento entre los conductores de diferentes fases o entre una fase y un conductor neutro.

En estos casos, la protección la proporcionan fusibles o interruptores automáticos en el cuadro de distribución en el que se origina el circuito final (es decir, el circuito al que está conectada la carga).

- La protección de personas:

Contra defectos de aislamiento. Según la apartamenta a tierra de la instalación

la protección la proporcionan fusibles o interruptores automáticos, dispositivos de corriente residual y/o una supervisión permanente de la resistencia de aislamiento de la instalación a tierra.

- La protección de motores eléctricos:

Contra sobrecalentamiento, causado, por ejemplo, por una sobrecarga a largo plazo, un rotor parado, una sola fase, etc. Se utilizan relés térmicos, diseñados especialmente para adaptarse a las características concretas de los motores. Si es necesario, estos relés también pueden proteger el cable del circuito del motor contra sobrecargas. La protección contra cortocircuitos la proporcionan fusibles o un interruptor automático del que se ha retirado el elemento protector térmico (sobrecarga), o en el que se ha desactivado este elemento.

2.3.2 Aislamiento

El objetivo del aislamiento es separar un circuito, un aparato, o un elemento de la planta (como por ejemplo un motor), del resto de un sistema que se encuentra en tensión, con el fin de que el personal pueda realizar con total seguridad trabajos en la parte aislada.

En principio, todos los circuitos de una instalación de baja tensión deben disponer de medios de aislamiento. En la práctica, y con el fin de mantener una continuidad óptima del servicio, es preferible proporcionar un medio de aislamiento en el origen de cada circuito.

Un dispositivo de aislamiento debe cumplir los siguientes requisitos:

-

- Todos los polos de un circuito deben estar abiertos, incluido el neutro ya que la apertura simultánea de todos los conductores en tensión, aunque no siempre es obligatoria, sí es recomendable para aumentar el nivel de seguridad y facilitar el funcionamiento.

- Debe cumplir con la separación entre los contactos, las líneas de fuga, la capacidad de resistencia a sobretensiones, etc., y también debe verificarse que los contactos del dispositivo de aislamiento están, de hecho, abiertos. La verificación puede realizarse de forma:

- Visual, si el dispositivo está diseñado adecuadamente de modo que puedan verse los contactos.

- Mecánica, por medio de un indicador soldado firmemente al árbol de mando del dispositivo. En este caso, el dispositivo debe estar construido de tal forma que, en caso de que los contactos queden soldados en la posición cerrada, resulte imposible que el indicador pueda indicar que se encuentra en la posición abierta.

- Corrientes de fuga: Con el dispositivo de aislamiento abierto, no debe haber corrientes de fuga entre los contactos abiertos de cada fase.
- Capacidad de resistencia a sobretensiones a través de contactos abiertos.

2.3.3 Control de la aparamenta

En términos generales, por “control” se entiende cualquier medio que permita modificar de forma segura un sistema de alimentación con carga a todos los niveles de una instalación. El funcionamiento de la aparamenta es un elemento importante del control del sistema de alimentación.

Control funcional.

Este control se refiere a todas las operaciones de conmutación que se realizan en condiciones normales de servicio para poner en tensión o desconectar la tensión de una parte de un sistema o instalación, o un equipo individual, un elemento de la planta, etc. La aparamenta utilizada con este fin debe instalarse como mínimo:

- En el origen de cualquier instalación.
- En el circuito o los circuitos de carga finales (un conmutador puede controlar varias cargas).

La señalización de los circuitos controlados debe ser clara e inequívoca. Para aportar la máxima flexibilidad y continuidad de funcionamiento, especialmente cuando el dispositivo de conmutación también constituye la protección (p. ej., un interruptor automático o un fusible), es preferible incluir un interruptor a cada nivel de la distribución, es decir, en cada salida de todos los cuadros de distribución y de distribución secundaria.

-

La operación puede realizarse de forma:

- Manual (por medio de una palanca de funcionamiento situada en el conmutador).
- Eléctrica, mediante un pulsador situado en el conmutador o en una ubicación remota (desconexión y reconexión, por ejemplo).

El interruptor automático principal de toda la instalación, así como cualquier interruptor automático utilizado para operaciones de cambio (de una fuente a otra), deben ser unidades omnipolares.

Conmutación de emergencia - parada de emergencia

La conmutación de emergencia tiene como objetivo desconectar un circuito en tensión que es o podría ser peligroso (riesgo de descarga eléctrica o incendio). La finalidad de una parada de emergencia es detener un movimiento peligroso. En ambos casos:

- El dispositivo de control de emergencia o su medio de funcionamiento como un gran pulsador rojo de emergencia/parada en forma de seta, debe ser reconocible y fácilmente accesible, y hallarse cerca de cualquier posición en la que pueda presentarse un peligro.
- Una única acción debe dar como resultado el apagado completo de todos los conductores con tensión.

Apagado para la realización de trabajos de mantenimiento mecánico

Esta operación asegura la parada de una máquina e impide que pueda volver a ponerse en marcha accidentalmente mientras se realizan trabajos de mantenimiento mecánico en la maquinaria. El apagado se lleva a cabo normalmente en el dispositivo de conmutación funcional.

2.3.4 Dispositivos de conmutación elementales

Seccionador

Este interruptor es un dispositivo de dos posiciones (abierto/cerrado) enclavable y accionado manualmente que proporciona un aislamiento seguro de un circuito cuando está enclavado en la posición abierta. Un seccionador no está diseñado para abrir o cerrar el paso de la corriente y en las normas no se indica ningún valor nominal para estas funciones. Sin embargo, debe ser capaz de resistir el paso de corrientes de cortocircuito y se le asigna una capacidad de resistencia nominal de corta duración. Esta capacidad suele ser más que suficiente para periodos más largos de sobreintensidades operativas (de valor más bajo), como en el caso del arranque de motores. También debe superar pruebas estandarizadas de resistencia mecánica, de sobretensión y de corriente de fuga.

Interruptor de carga

Este interruptor de control se suele accionar manualmente y es un dispositivo no automático de dos posiciones (abierto/cerrado). Se utiliza para cerrar y abrir circuitos cargados en condiciones normales de circuitos sin defectos. Por lo tanto, no proporciona ninguna protección a los circuitos que controla.

Sus características son:

- La frecuencia de funcionamiento del interruptor.
- La resistencia mecánica y eléctrica (por lo general menor que la de un contactor).
- El régimen de conexión y desconexión de corriente para situaciones normales y poco frecuentes.

Cuando se elige un interruptor para poner en tensión un circuito siempre existe la posibilidad de que exista un cortocircuito (insospechado) en el circuito. Por este motivo se asigna a los interruptores de carga un índice de conexión de corriente de defecto, es decir, se asegura el cierre correcto frente a las fuerzas electrodinámicas de la corriente de cortocircuito. Tales interruptores se denominan habitualmente interruptores “de carga con conexión de defecto”. Los dispositivos de protección situados aguas arriba son los encargados de eliminar el defecto de cortocircuito.

Contactor

El contactor es un dispositivo de conmutación accionado por solenoide que por lo general se mantiene cerrado mediante una corriente (reducida) que pasa a través del solenoide de cierre (aunque existen diversos tipos con enclavamiento mecánico para aplicaciones específicas). Los contactores están diseñados para realizar numerosos ciclos de apertura/cierre y se suelen controlar de forma remota por medio de pulsadores de activación/desactivación. Sus características son:

- La duración de funcionamiento
- La categoría de utilización
- Los ciclos de arranque/parada.
- La resistencia mecánica (número de operaciones de descarga).
- La resistencia eléctrica (número de operaciones de carga).
- Un rendimiento nominal de conexión y desconexión de corriente de acuerdo con categoría de utilización en cuestión.
- Resistir corrientes de cortocircuito de corta duración cuando esté cerrado.

Fusibles

Se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de la instalación eléctrica para que se funda, por *el efecto Joule*, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito

o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos. Frente a otros métodos de protección tienen la ventaja del bajo coste pero el inconveniente de tener que sustituirlo cada vez que se funda.

Interruptor automático

El interruptor automático/seccionador es la única apartamentada capaz de satisfacer simultáneamente todas las funciones necesarias en una instalación eléctrica; aislamiento, control y protección eléctrica.

Además, mediante unidades auxiliares, puede proporcionar otras muchas como por ejemplo señalización (abierto/cerrado, disparo por defecto), disparo mínima tensión, etc. Debido a estas funciones, un interruptor automático/seccionador es la apartamentada básica de cualquier instalación eléctrica.

Sus funciones esenciales son:

- Los componentes de corte, es decir, los contactos fijos y móviles y la cámara apagachispas.
- El mecanismo de enganche que el dispositivo de disparo abre al detectar condiciones de corriente anormales. Este mecanismo también está conectado a la maneta de activación del interruptor automático.

- Un dispositivo accionador del mecanismo de disparo.
- Un espacio asignado a los diversos tipos de bornes utilizados actualmente con los conductores principales del circuito de alimentación.
- Aislamiento.
- Protección contra sobreintensidad

2.3.5 Elección de la aparamenta

Después de examinar las funciones básicas de la aparamenta de baja tensión y los diferentes componentes, resumiremos ahora en una tabla las características de cada una.

	Aislamiento	Control				Protección eléctrica		
Aparamenta		Funcional	Conmutación de emergencia	Parada de emergencia (mecánica)	Conmutación para mantenimiento mecánico	Sobrecarga	Cortocircuito	Diferencial
Punto de Instalación (principio general)	Origen de cada circuito	Todos los puntos donde por razones operativas puede ser necesario detener el proceso	Por lo general, en el circuito de entrada a cada cuadro de distribución	En el punto de suministro de cada máquina y/o en la máquina en cuestión	En el punto de suministro de cada máquina	Origen de cada circuito	Origen de cada circuito	Origen de los circuitos donde el sistema de conexión a tierra resulta adecuado, TN-S, IT, TT
Aislante (o seccionador)	■							
Interruptor		■	■	■	■			
Dispositivo diferencial interruptor automático de corriente residual)	■	■	■	■	■			■
Interruptor seccionador	■	■	■	■	■			
Contactador		■	■	■	■	■		
Interruptor biestable		■	■		■			
Fusible	■					■	■	
Interruptor automático		■	■	■	■	■	■	
Seccionador de interruptor automático	■	■	■	■	■	■	■	
Interruptor automático residual y de sobrecorriente	■	■	■	■	■	■	■	■

Elegiremos una aparamenta que cumpla con todo lo expuesto anteriormente y que se ha comprobado punto por punto con un programa informático del fabricante ABB "D.O.C. Win 3.0.0.0089". Pasaremos por tanto a resumir en una tabla la elección de la aparamenta seleccionada para toda la distribución del buque.

2.3.6 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

CUADRO CÁMARA DE MÁQUINAS

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES	400	12	23,15	3	QF62	Interruptor automático	T2N 160 TMD32-500	36	143
CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	400	7,5	14,81	3	QF63	Interruptor automático	S203-C20	6	10
CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	400	1,5	3,34	3	QF64	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	400	8	15,80	3	QF65	Interruptor automático	S203-C20	6	10
CCM-5	BOMBA HIDROFORO	400	0,5	1,39	3	QF67	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	400	0,5	1,39	3	QF67	Interruptor automático	S203-C10	6	10

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	400	30	55,30	3	QF68	Interruptor automático	T1B 160 TMD63-630	16	32
CCM-9	SEPARADOR DE SENTINA	400	0,4	1,12	3	QF69	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	400	37	68,21	3	QF61	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	400	14,7	28,36	3	QF60	Interruptor automático	T2N 160 TMD32-500	36	143
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	400	4,4	9,11	3	QF59	Interruptor automático	S203-C13	6	10
CCM-21	ALUMBRADO CRA.MAQ.	230	2,2	14,23	2	QF79	Interruptor automático	S202-C32	6	10
CCM-22	RECTIFICADOR CARGADOR BATERIAS	230	3	19,17	2	QF81	Interruptor automático	S202-C25	6	10
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	400	2,2	4,72	3	QF58	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCM-17	PLANTA POTABILIZADORA POR OSMOSIS INVERSA	400	1,5	3,34	3	QF57	Interruptor automático	S203-C10	6	10

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	400	37	68,21	3	QF56	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	400	15	28,94	3	QF55	Interruptor automático	S203-C63	6	10
CCM-20	B. BALDEO A.D.	400	2,2	4,72	3	QF54	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCM	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G1	400	144	291,35	3	QF71	Interruptor automático	T6S 630 TMA 630-6300	85	187
CCM	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS G2	400	144	291,35	3	QF07	Interruptor automático	T6S 630 TMA 630-6300	85	187
CCM	INTERRUPTOR SEMIBARRAS	400	144	291,35	3	QF99	Interruptor automático	T5N 400 PR221DS-LS/I R400	70	154
CCM	DISTRIBUCIÓN A 220	400	23	57,50	3	QF13	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CCM	DISTRIBUCIÓN A 220 B	400	23	57,50	3	QF90	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CCM	ACOMETIDA CUADRO CAMARA DE MAQUINAS	230	5,2	28,63	2	QF78	Interruptor automático	S202-C50	6	10

CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL Y PUENTE

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CCPPL-1	MONITORES CONTRA INCENDIOS	400	6	12,13	3	QF41	Interruptor automático	S203-C16	6	10
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.	400	15	28,94	3	QF46	Interruptor automático	S203-C40	6	10
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.	400	15	28,94	3	QF47	Interruptor automático	S203-C40	6	10
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.	400	0,8	1,95	3	QF48	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCPPL-5	ALUMBRADO GENERAL	230	3,5	22,09	2	QF72	Interruptor automático	S202-C16	6	10
CCPPL-6	AIRE ACONDICIONADO	400	11	21,22	3	QF49	Interruptor automático	S203-C32	6	10
CCPPL-7	CALENTADOR SERVICIOS SANITARIOS	400	1	2,26	3	QF51	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CCPPL-8	SISTEMA ANTIVAHO	400	9	17,36	3	QF51	Interruptor automático	S203-C25	16	10
CCPPL	ACOMETIDA CUADRO CUBIERTA PRINCIPAL	400	57,8	119,66	3	QF28	Interruptor automático	T1B 160 TMD125-1250	16	32

CUADRO COCINA

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CC-1	COCINA (2 PLACAS)	400	9	17,36	3	QF52	Interruptor automático	S203-C20	6	10
CC-2	CONSUMIDORES COCINA	230	5,2	36,02	2	QF84	Interruptor automático	S202-C63	6	10
CC-3	FREIDORA	400	4,5	9,32	3	QF53	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CC-5	LAVAVAJILLAS	230	3,4	21,46	2	QF85	Interruptor automático	S202-C25	6	10
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	400	13,5	26,97	3	QF53	Interruptor automático	S203-C10	6	10
CC	ACOMETIDA CUADRO COCINA	230	8,6	63,96	2	QF83	Interruptor automático	S202-C63	6	10

CUADRO DE SOCORRO

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS Nº1	400	30	55,30	3	QF70	Interruptor automático	T1B 160 TMD63-630	16	32
CS-1	ALUMBRADO NAVEGACIÓN	230	0,5	3,16	2	QF95	Interruptor automático	S202-C13	6	10
CS-2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	230	0,5	3,16	2	QF96	Interruptor automático	S202-C13	6	10
CS-3	NAVEGACION COMUNICACION Y ALARMAS	230	2,5	16,17	2	QF97	Interruptor automático	S202-C25	6	10
CS	ACOMETIDA CUADRO SOCORRO DESDE CUADRO PRINCIPAL	400	33,5	77,51	3	QF40	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CS	ACOMETIDA CUADRO SOCORRO DESDE GENERADOR EMERGENCIA	400	33,5	77,51	3	QF38	Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	16	32
CS	ACOMETIDA A SAI A	230	3,5	19,30	2	QF87	Interruptor automático	S202-C50	6	10

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Poder de corte "Breaking" (KA)	Poder de corte maximo "Making" (KA)
CS	ACOMETIDA BY-PASS CUADRO SOCORRO 220	230	3,5	19,30	2	QF14	Interruptor automático	S202-C50	6	10
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1 REDUNDANTE	400	30	55,30	3	QF88	Interruptor automático	T1B 160 TMD63-630	16	32
CS	ACOMETIDA REDUNNDADNTE CUADRO SOCORRO 220 A	230	3,5	19,30	2	QF89	Interruptor automático	S202-C50	6	10
CS	ACOMETIDA REDUNNDADNTE CUADRO SOCORRO 220 B	230	3,5	19,30	2	QF98	Interruptor automático	S202-C50	6	10
CS	ACOMETIDA NORMAL CUADRO SOCORRO 220	230	3,5	19,30	2	QF94	Interruptor automático	S202-C50	6	10
CS	ACOMETIDA A SAI B	230	3,5	19,30	2	QF91	Interruptor automático	S202-C50	6	10

2.3.7 CONTACTORES

CONTACTORES CUADRO CÁMARA DE MÁQUINAS

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	intensidad de servicio (A)
CCM-1	UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO MOTORES PRINCIPALES (2)	400	12	23,15	3	K20	Contactador	A26	26
CCM-2	BOMBA DE DISPERSANTE	400	7,5	14,81	3	K21	Contactador	A16	16
CCM-3	BOMBA TRASIEGO COMBUSTIBLE	400	1,5	3,34	3	K22	Contactador	A9	9
CCM-4	ELECTROCOMPRESOR DE AIRE	400	8	15,80	3	K23	Contactador	A26	26
CCM-5	BOMBA HIDROFORO	400	0,5	1,39	3	K24	Contactador	A9	9
CCM-6	BOMBA RESERVA HIDROFORO	400	0,5	1,39	3	K25	Contactador	A9	9
CCM-8	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°2	400	30	55,30	3	K26	Contactador	A63	65
CCM-10	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE DE REMOLQUE PRINCIPAL	400	37	68,21	3	K19	Contactador	A75	75
CCM-11	GRUPO HIDRAULICO GRUA	400	14,7	28,36	3	K18	Contactador	A30	30

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	intensidad de servicio (A)
CCM-12	MOLINETE ELECTROBOMBA	400	4,4	9,11	3	K17	Contactador	A12	12
CCM-16	BOMBA AGUAS FECALES	400	2,2	4,72	3	K16	Contactador	A9	9
CCM-18	GRUPO HIDRAULICO CHIGRE REMOLQUE RESERVA	400	37	68,21	3	K14	Contactador	A75	75
CCM-19	BOMBA DE PRELUBRICACION MM.PP.	400	15	28,94	3	K13	Contactador	A30	32
CCM-20	B. BALDEO A.D.	400	2,2	4,72	3	K12	Contactador	A9	9

CONTACTORES CUADRO PRINCIPAL Y EMERGENCIA

Nº CONSUMIDOR	SERVICIO	TENSION (V)	POTENCIA (KW)	I(A)	N Polos	Identificación	Descripción Aparamenta	Denominación	Intensidad de servicio (A)
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1	400	30	55,30	3	K28	Contactador	A63	65
CCPPL-1	MONITORES CONTRA INCENDIOS	400	6	12,13	3	K02	Contactador	A16	17
CCPPL-2	VENTILADOR N°1 CRA. DE MAQ.	400	15	28,94	3	K07	Contactador	A30	32
CCPPL-3	VENTILADOR N°2 CRA. DE MAQ.	400	15	28,94	3	K08	Contactador	A30	32
CCPPL-4	VENTILADORES FUERA DE CRA. DE MAQ.	400	0,8	1,95	3	K09	Contactador	A9	9
CS-4	BOMBA C.I. AUTOPROTECCION Y SENTINAS N°1 REDUNDANTE	400	30	55,30	3	K29	Contactador	A63	65

3 PRESUPUESTO

Para realizar el presupuesto de este proyecto se ha tenido en cuenta las diferentes fases tanto de ingeniería como de elaboración y montaje de la instalación.

- Fase 1 de proyecto y desarrollo de los esquemas de la instalación.

En esta fase se tendrá en cuenta la recolección de datos y el estudio necesario para el desarrollo del proyecto, así como la realización de planos y esquemas eléctricos.

- Fase 2 de elaboración y montaje de componentes, la cual está dividida en materiales utilizados y mano de obra.

Aquí se incluirá, como se ha dicho, tanto los materiales que componen la instalación, en su mayoría elementos distribuidores y de protección de los mismos, los cables propiamente dichos de la instalación con todos los elementos de sujeción de los mismos, como pueden ser, grapas, bandejas etc. y como no la mano de obra para su ejecución.

Ahora para mayor comodidad indicaremos los subtotales de cada una de las categorías de materiales así como de las horas en personal necesarios para la realización del trabajo, de esta forma tendremos una lectura más fácil del presupuesto, para seguidamente dar el resultado total.

Generadores y SAI

Descripción	€/Ud	Ud	Importe
Generador Olimpyan 180KVA con sistema de control.	23.048,45 €	2	46.096,90 €
Generador de emergencia Olimpyan 50Kw con sistema de control.	11.672,57 €	1	11.672,57 €
Sistema de alimentación ininterrumpida 4,7 KVA de potencia, para alimentación monofásica, compuesto por rectificador de corriente y cargador de batería, baterías, inversor estático electrónico, supervisor de red y conmutador.	1.992,28 €	1	1.992,28 €
Total			57.769,47 €

Cables

Tipo de cable	Referencia del conductor	€/m	Longitud (m)	Total
2x1,5	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	2,54 €	520,03	1.320,88 €
2x2,5	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	3,55 €	117,19	416,01 €
2x4	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	4,99 €	16,45	82,06 €
2x10	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	11,48 €	21,39	245,56 €
2x25	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	23,52 €	22,77	535,55 €
3x2,5	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	4,56 €	253,89	1.157,72 €
3x4	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	6,76 €	56,64	382,87 €
3x6	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	9,50 €	44,70	424,65 €
3x10	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	15,55 €	72,91	1.133,75 €
3x25	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	38,40 €	65,00	2.495,92 €
3x70	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	144,18 €	36,23	5.222,92 €
3x95	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	181,14 €	16,45	2.978,78 €
3x300	BQZ-C - BQZ-C-FR - 0,6/1kV	344,25 €	23,92	8.234,46 €
TOTAL			1267,54	24.631,13 €

Aparamenta

Descripción Aparamenta	Denominación	Ud	Precio/Ud	Total
Interruptor automático	S202-C10	1	201,19 €	201,19 €
Interruptor automático	S202-C13	2	202,19 €	404,38 €
Interruptor automático	S202-C16	1	368,68 €	368,68 €
Interruptor automático	S202-C20	1	219,21 €	219,21 €
Interruptor automático	S202-C25	3	203,51 €	610,53 €
Interruptor automático	S202-C32	1	390,84 €	390,84 €
Interruptor automático	S202-C50	8	511,66 €	4.093,28 €
Interruptor automático	S202-C63	2	537,83 €	1.075,66 €
Interruptor automático	S203-C10	11	215,64 €	2.372,04 €
Interruptor automático	S203-C13	1	217,64 €	217,64 €
Interruptor automático	S203-C16	1	382,51 €	382,51 €
Interruptor automático	S203-C20	3	384,70 €	1.154,10 €
Interruptor automático	S203-C25	1	386,09 €	386,09 €
Interruptor automático	S203-C32	1	390,84 €	390,84 €
Interruptor automático	S203-C40	2	406,90 €	813,80 €
Interruptor automático	S203-C63	1	537,83 €	537,83 €
Interruptor automático	T1B 160 TMD100-1000	6	1.176,93 €	7.061,58 €
Interruptor automático	T1B 160 TMD125-1250	1	1.530,18 €	1.530,18 €
Interruptor automático	T1B 160 TMD63-630	3	1.176,93 €	3.530,79 €
Interruptor automático	T2N 160 TMD32-500	2	1.176,93 €	2.353,86 €
Interruptor automático	T5N 400 PR221DS-LS/I R400	1	2.887,20 €	2.887,20 €
Interruptor automático	T6S 630 TMA 630-6300	2	3.228,10 €	6.456,20 €
Contactador	A12	1	176,70 €	176,70 €
Contactador	A16	2	230,20 €	460,40 €
Contactador	A26	2	298,60 €	597,20 €
Contactador	A30	4	436,70 €	1.746,80 €
Contactador	A63	3	864,20 €	2.592,60 €
Contactador	A75	2	990,90 €	1.981,80 €
Contactador	A9	6	150,20 €	901,20 €
Total		76		45.895,13 €

Transformadores

Descripción	€/Ud	Ud	Importe
Transformador Polilux, modelo 400/230v AUTW40 40KVA	1.242,00 €	1	1.242,00 €
Transformador Polilux, modelo 400/230v AUTW8 8KVA	330,00 €	2	660,00 €
Total			1.902,00 €

Luminarias

Descripción	Nº Ud.	Precio Ud	Total €
Multivac 110-IXP 1xFSD-36	5	10,62 €	53,10 €
Multivac 110-IXP 2xFSD-36	20	31,28 €	625,60 €
Multivac 110-IXP 2xFSDH-55	16	43,95 €	703,20 €
Multivac 220-BC-1x23	18	22,50 €	405,00 €
Baset - N, Multibaset - N	39	45,45 €	1.772,73 €
Total	134		3.559,63 €

Bandejas y accesorios

Bandeja seleccionada	Metros lineales	€/m	Soportes	€/Ud	Uniones de bandeja	€/Ud	Total
BL-BP-106	5	12,87 €	3	7,62 €	1	4,59 €	87,14 €
BL-BP-156	20	16,23 €	13	7,62 €	3	4,59 €	439,90 €
BL-BP-94	15	12,20 €	10	7,62 €	3	4,59 €	272,97 €
BL-BP-206	6	18,55 €	4	9,45 €	1	4,59 €	147,48 €
BL-BP-210	6	18,96 €	4	9,45 €	1	4,59 €	149,82 €
BL-BP-310	6	24,15 €	4	9,45 €	1	4,59 €	179,68 €

Bandeja seleccionada	Metros lineales	€/m	Soportes	€/Ud	Uniones de bandeja	€/Ud	Total
BL-BP-106			2	31,65 €			63,30 €
BL-BP-156	1	35,50 €					35,50 €
BL-BP-94	1	32,95 €					32,95 €
BL-BP-206					2	39,40 €	78,80 €
BL-BP-310			2	49,25 €	1	46,89 €	145,39 €
						Total	1.632,93 €

Personal

Descripción	Categoría	Precio hora	Horas	Total
Información preliminar	Ingeniero	35,00 €	80	2.800,00 €
Desarrollo del proyecto	Ingeniero	35,00 €	336	11.760,00 €
Documentación final	Ingeniero	35,00 €	50	1.750,00 €
Jefe de obra	Ingeniero	35,00 €	840	29.400,00 €
Instalación de componentes	Encargado	30,00 €	504	15.120,00 €
Instalación de componentes	Oficial	24,00 €	1.512	36.288,00 €
Instalación de componentes	Ayudante	12,00 €	1.512	18.144,00 €
Pruebas y puesta en marcha de la instalación	Encargado	30,00 €	168	5.040,00 €
Pruebas y puesta en marcha de la instalación	Oficial	24,00 €	504	12.096,00 €
Pruebas y puesta en marcha de la instalación	Ayudante	12,00 €	504	6.048,00 €
			6.010	138.446,00 €

En la siguiente tabla resumimos las cantidades vistas anteriormente y la cantidad total del presupuesto:

Resumen

Descripción	Importe
Equipos de Generación	57.769,47 €
Cables	24.631,13 €
Aparamenta	45.895,13 €
Transformadores	1.902,00 €
Luminarias	3.559,63 €
Bandejas y accesorios	1.632,93 €
Personal	138.446,00 €
Total	273.836,29 €

4 BIBLIOGRAFÍA

- Sistemas eléctricos del buque. Manuel Baquerizo Pardo
- Tratado práctico de electrotecnia, Tomos I y II, Jesús Rapp
- Reglamento sociedad de clasificación Bureau Veritas Edición Julio 2011
- IEC. Electrical Instalation of Ships and Mobile and Fixed Offshore Units Part , Ed 1998.
- Apuntes de la asignatura sistemas eléctricos del buque.
- Apuntes de la asignatura proyectos de propulsión
- Software de cálculo de circuitos ABB D.O.C. Win 3.0.0.0089
- Catálogos aparamenta ABB 2011
- Información aportada por Navantia San Fernando

5 ANEXOS

5.1 PLANOS

5.2 FICHAS TÉCNICAS Y CATÁLOGOS

5.1 PLANOS

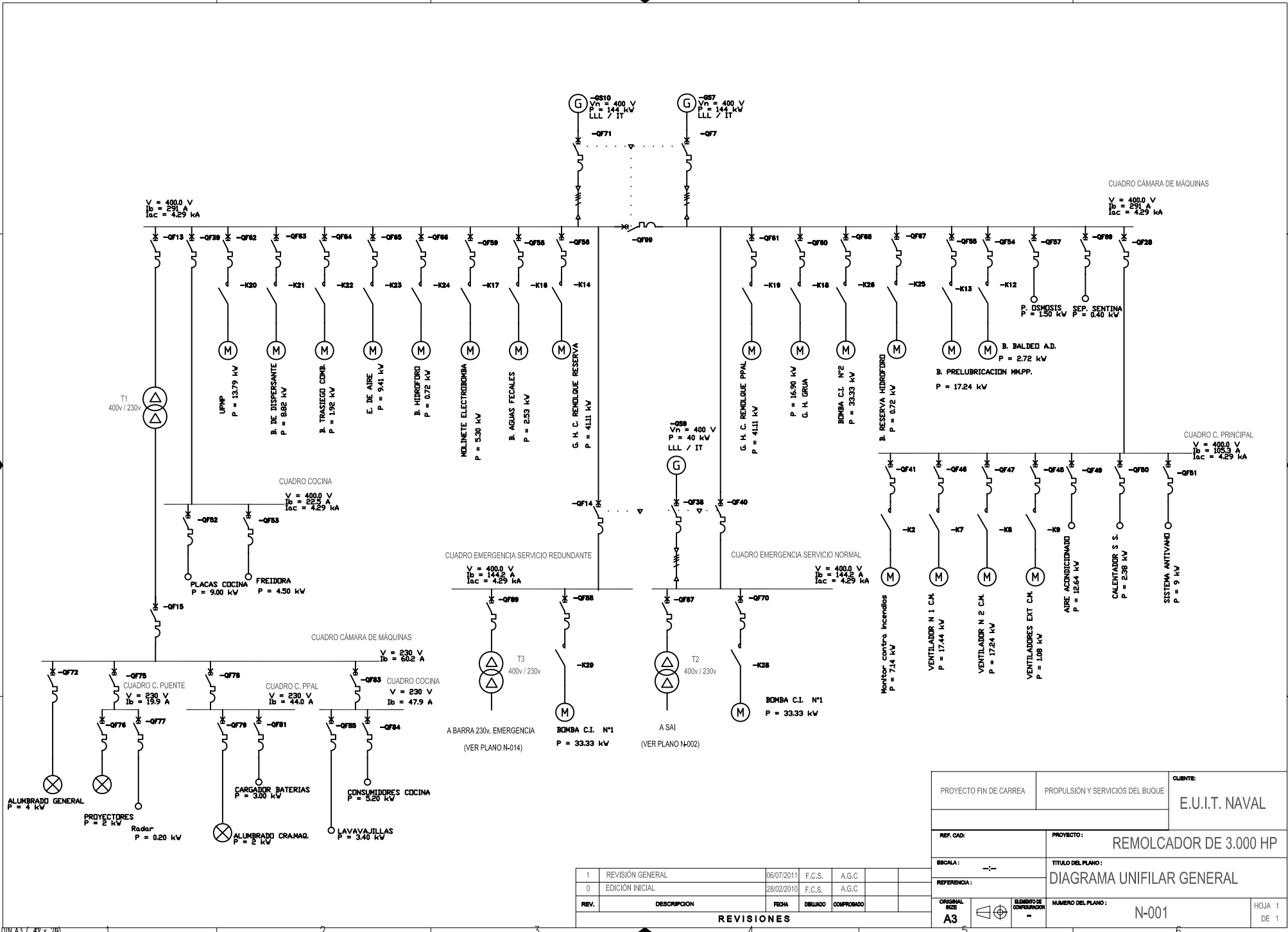


A

B

C

D



PROYECTO FIN DE CARRERA		PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE		CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL	
REF. CAD:		PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP			
ESCALA: 1:1		TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL			
REFERENCIA:		NUMERO DEL PLANO: N-001			
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE COMPROBACIÓN	NUMERO DEL PLANO: N-001			HOJA 1 DE 1

REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	COMPROBADO
1	REVISIÓN GENERAL	06/07/2011	F.C.S.	A.G.C.
0	EDICIÓN INICIAL	28/02/2010	F.C.S.	A.G.C.

REVISIONES

A

B

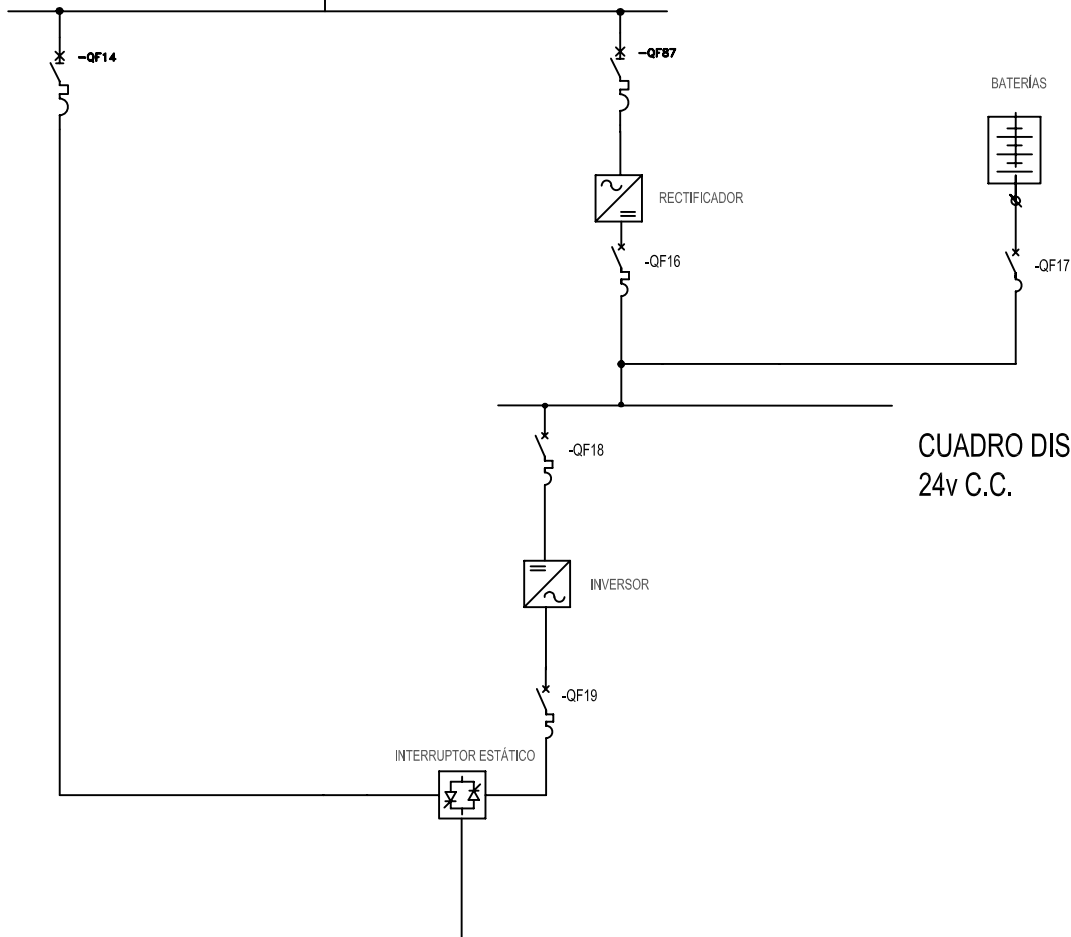
C

D

DE SERVICIO NORMAL (VER PLANO N_001)

-QF91

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERUUMPIDA



BATERÍAS

RECTIFICADOR

-QF16

-QF17

-QF18

CUADRO DISTRIBUCIÓN
24v C.C.

INVERSOR

-QF19

INTERRUPTOR ESTÁTICO

A BARRA 230v EMERGENCIA (VER PLANO N_014)

PROYECTO FIN DE CARRERA		PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE		CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL	
REF. CAD:		PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP			
ESCALA: --		TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR SAI Y C.C.			
REFERENCIA:		NÚMERO DEL PLANO: N-002			
ORIGINAL SIZE: A3	ELABORADO: [Symbol]	COMPROBADO: -		HOJA 1 DE 1	

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORADO	COMPROBADO
1	REVISIÓN GENERAL	06/07/2011	F.C.S.	A.G.C.
0	EDICIÓN INICIAL	23/01/2010	F.C.S.	A.G.C.

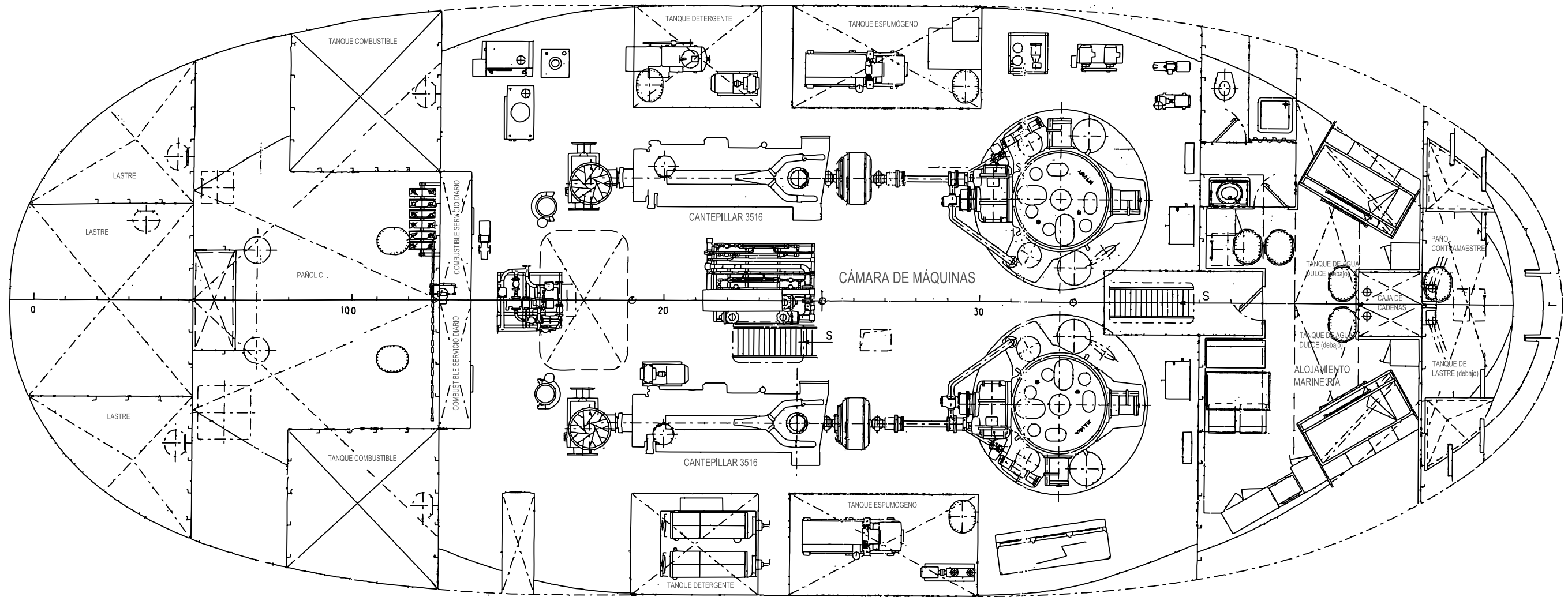
REVISIONES

A

B

C

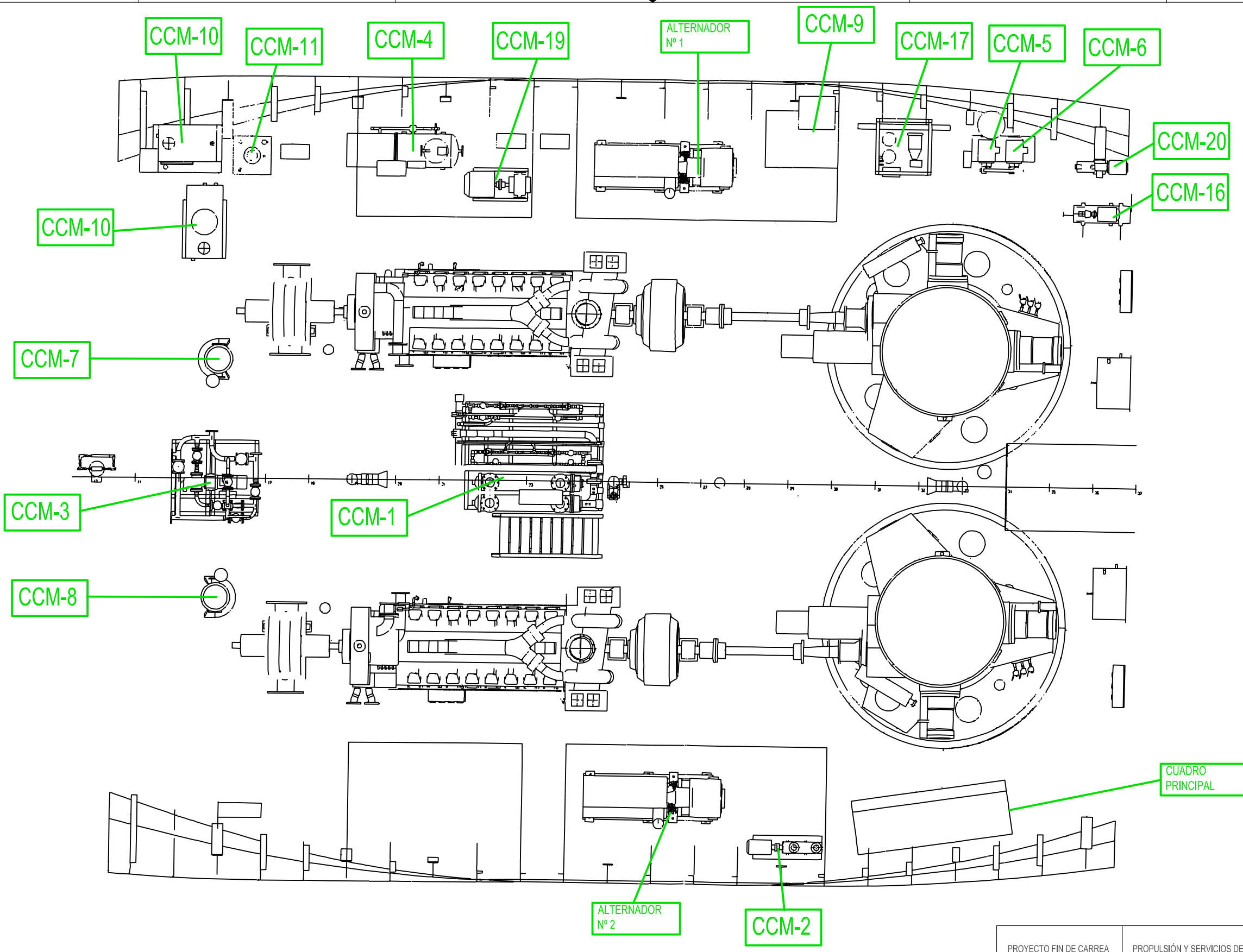
D



PROYECTO FIN DE CARRERA		PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE		CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL	
REF. CAD:		PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP			
ESCALA: 1:1		TÍTULO DEL PLANO: GENERAL CÁMARA DE MÁQUINAS			
REFERENCIA:		ORIGINAL SIZE A3		ELEMENTO DE CONFIGURACION -	
		NUMERO DEL PLANO: N-003		HOJA 1 DE 1	

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/12/2010	F.C.S.	A.G.C.

REVISIONES



NOTA: Para ver identificación de elementos eléctricos ver lista de consumidores.

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C.
REVISIONES				

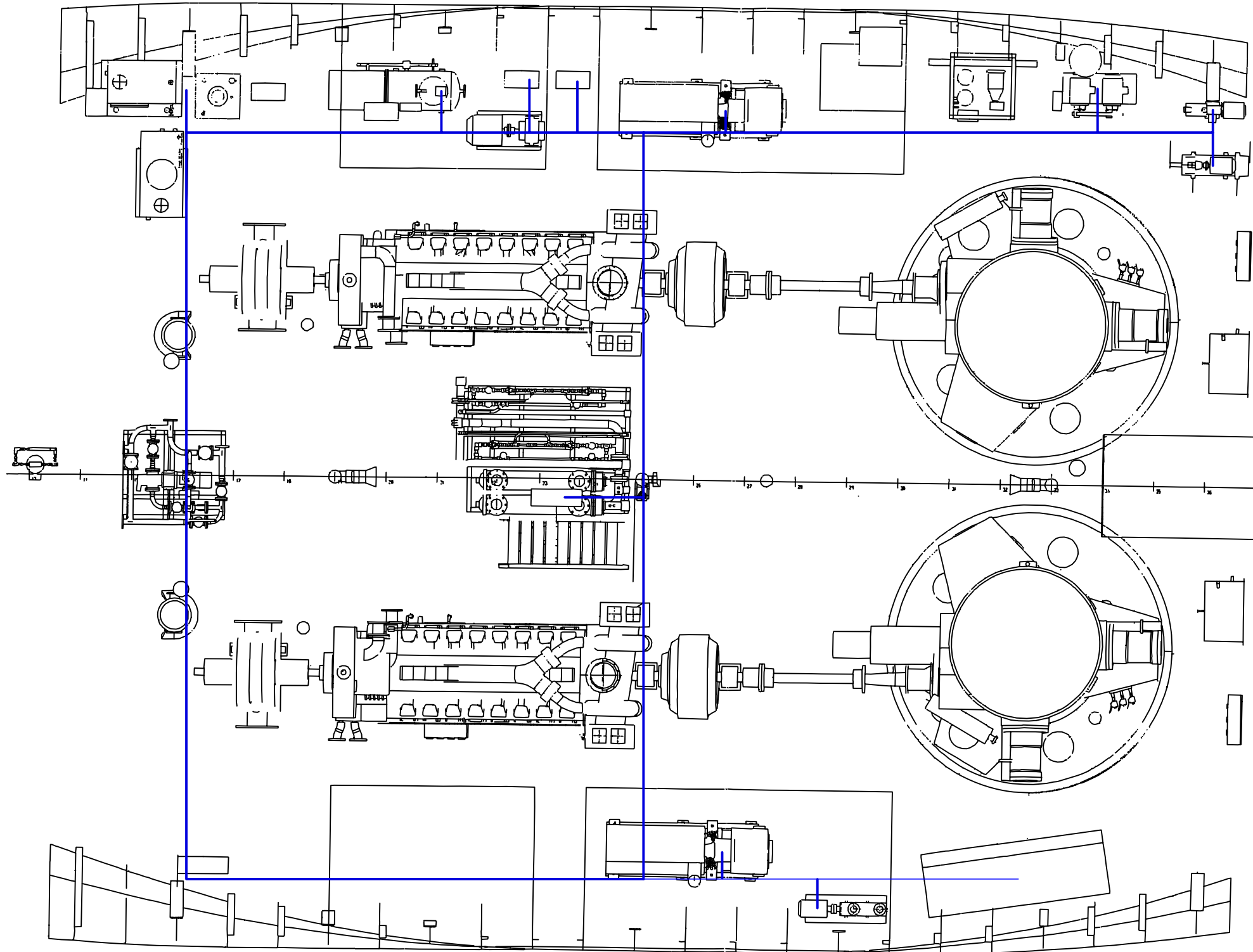
PROYECTO FIN DE CARRERA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP	
ESCALA: --	TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN EQUIPOS ELÉCTRICOS CÁMARA DE MÁQUINAS	
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO: N-004	HOJA 1 DE 1
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE CONFIGURACION -	

A

B

C

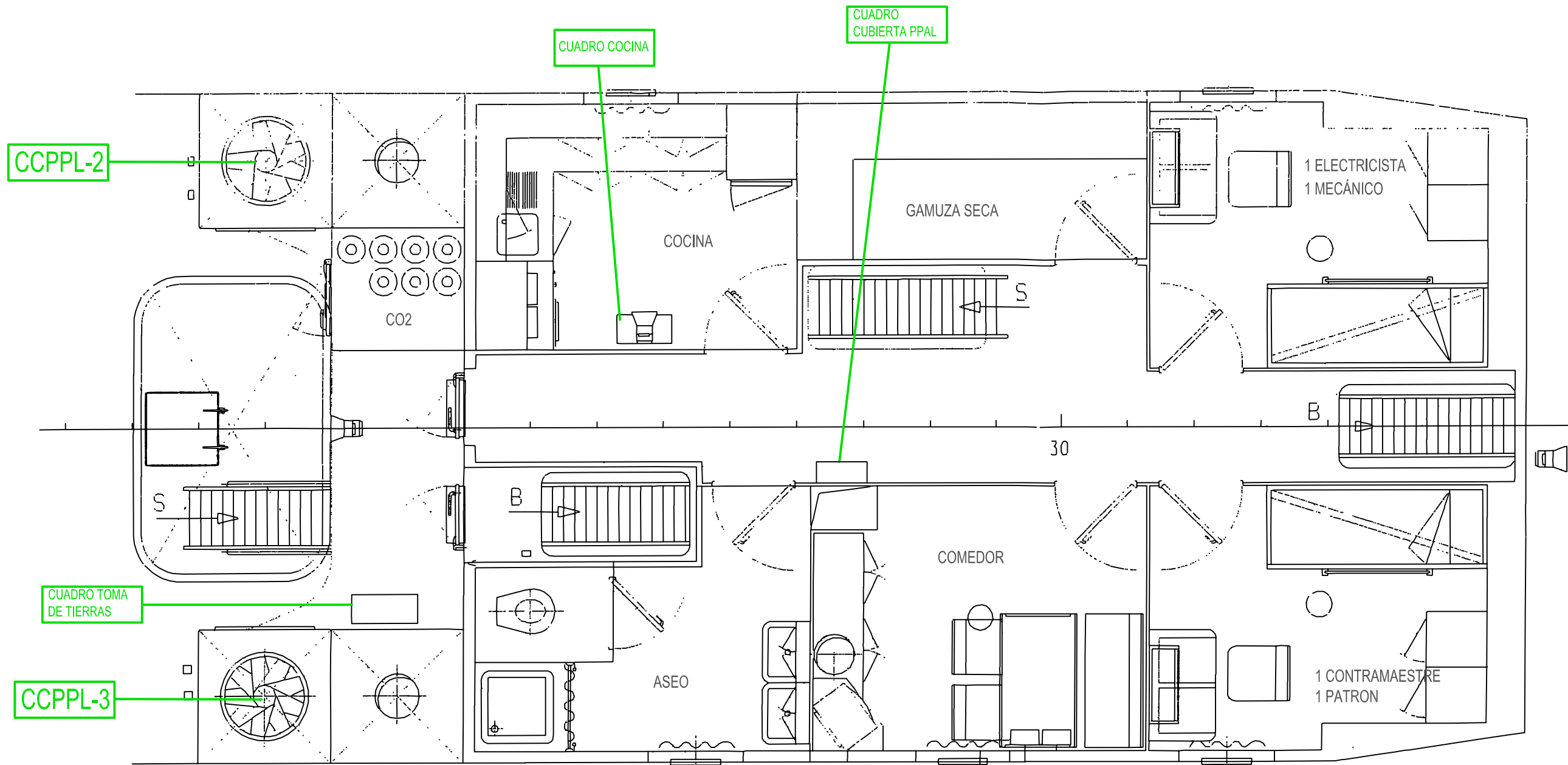
D



REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C

REVISIONES

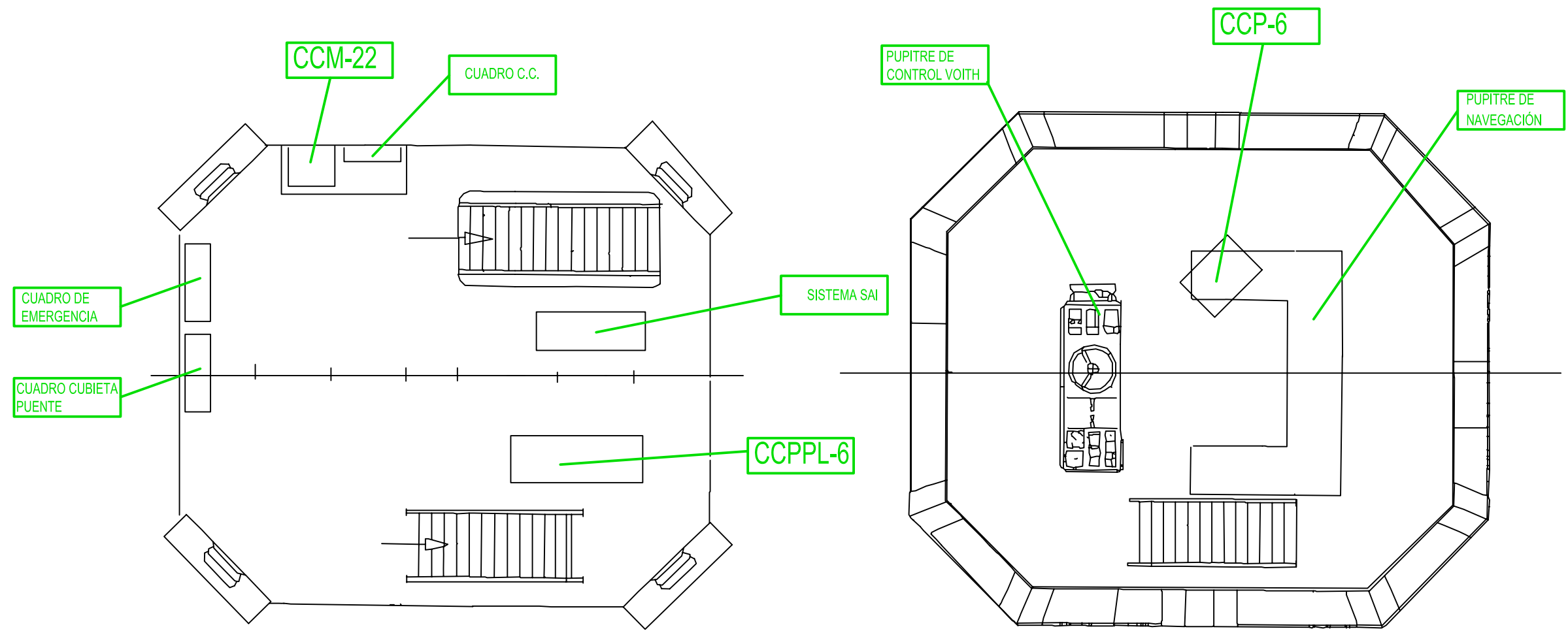
PROYECTO FIN DE CARRERA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CUENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO:	REMOLCADOR DE 3.000 HP
ESCALA: 1:1	TITULO DEL PLANO:	DISPOSICIÓN BANDEJAS CÁMARA DE MÁQUINAS
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO:	N-005
ORIGINAL SIZE: A3	ELEMENTO DE CONFIGURACION: -	HOJA 1 DE 1



NOTA: Para ver identificación de elementos eléctricos ver lista de consumidores.

PROYECTO FIN DE CARREA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO:	REMOLCADOR DE 3.000 HP
ESCALA:	TITULO DEL PLANO:	DISPOSICIÓN EQUIPOS ELÉCTRICOS SUPERESTRUCTURA
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO:	N-006
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE CONFIGURACIÓN	HOJA 1 DE 1

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	REVISIONES
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C	

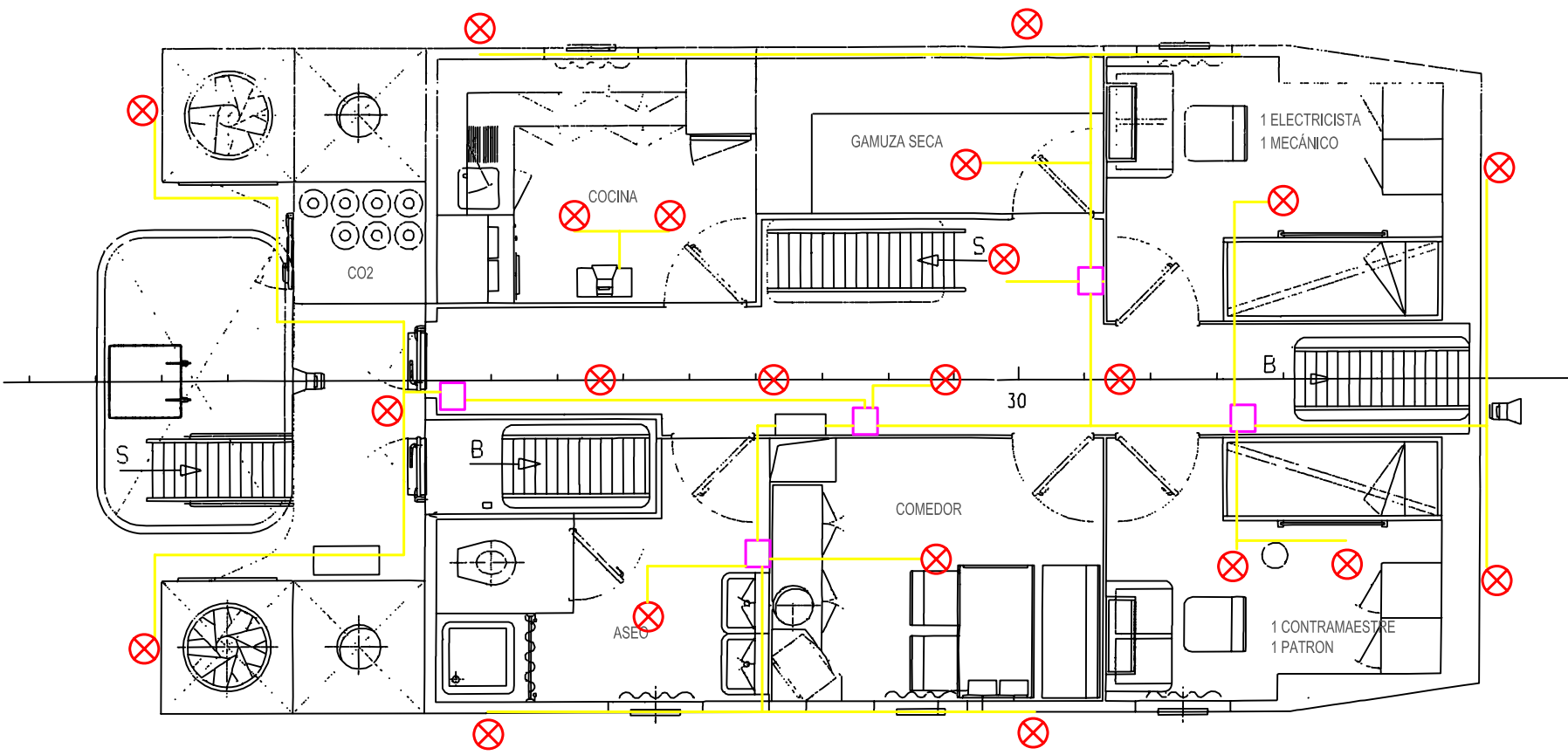


REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C

REVISIONES

PROYECTO FIN DE CARRERA	PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO:	REMOLCADOR DE 3.000 HP
ESCALA: --:--	TITULO DEL PLANO:	DISPOSICIÓN EQUIPOS ELÉCTRICOS CÁMARA PUENTE DE GOBIERNO
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE CONFIGURACION -	NUMERO DEL PLANO: N-007
		HOJA 1 DE 1

- CAJAS DE DERIVACIÓN
- ⊗ LUMINARIAS
- CONDUIT



PROYECTO FIN DE CARRERA		PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE		CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL	
REF. CAD:		PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP			
ESCALA: --		TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN LUMINARIAS CUBIERTA PRINCIPAL			
REFERENCIA:		ORIGINAL A3		ELEMENTO DE COPIADOR -	
		NUMERO DEL PLANO: N-009		HOJA 1 DE 1	

REVISIONES					
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C.	

1

23

4

5

6

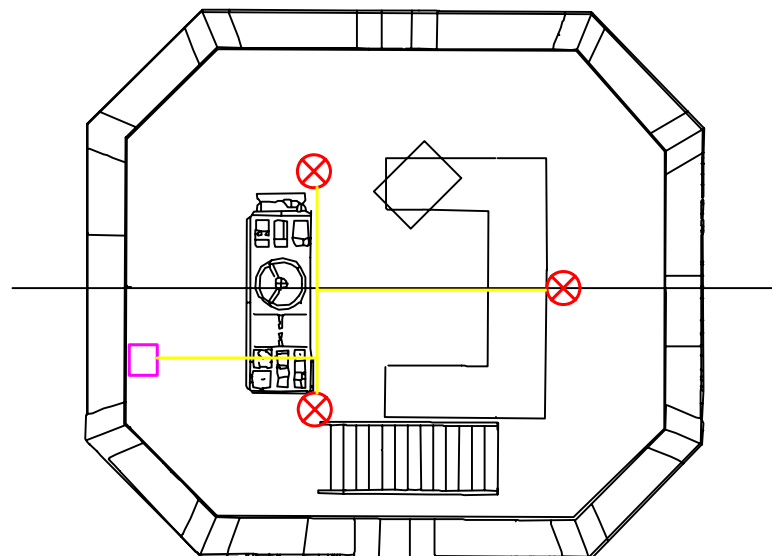
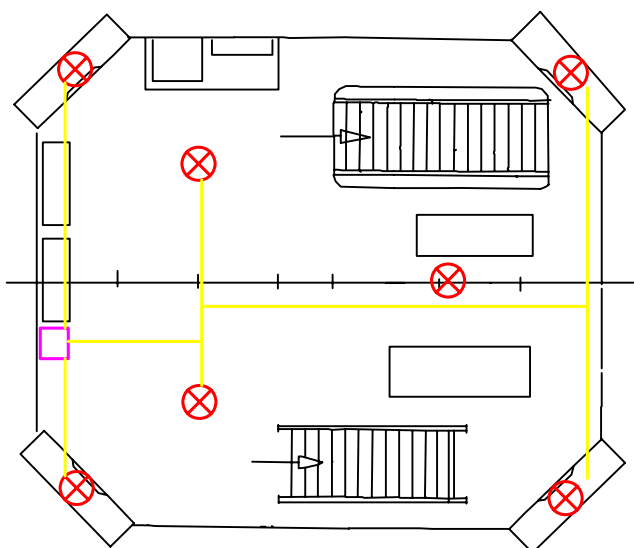
A

B

C

D

- CAJAS DE DERIVACION
- ⊗ LUMINARIAS
- CONDUIT

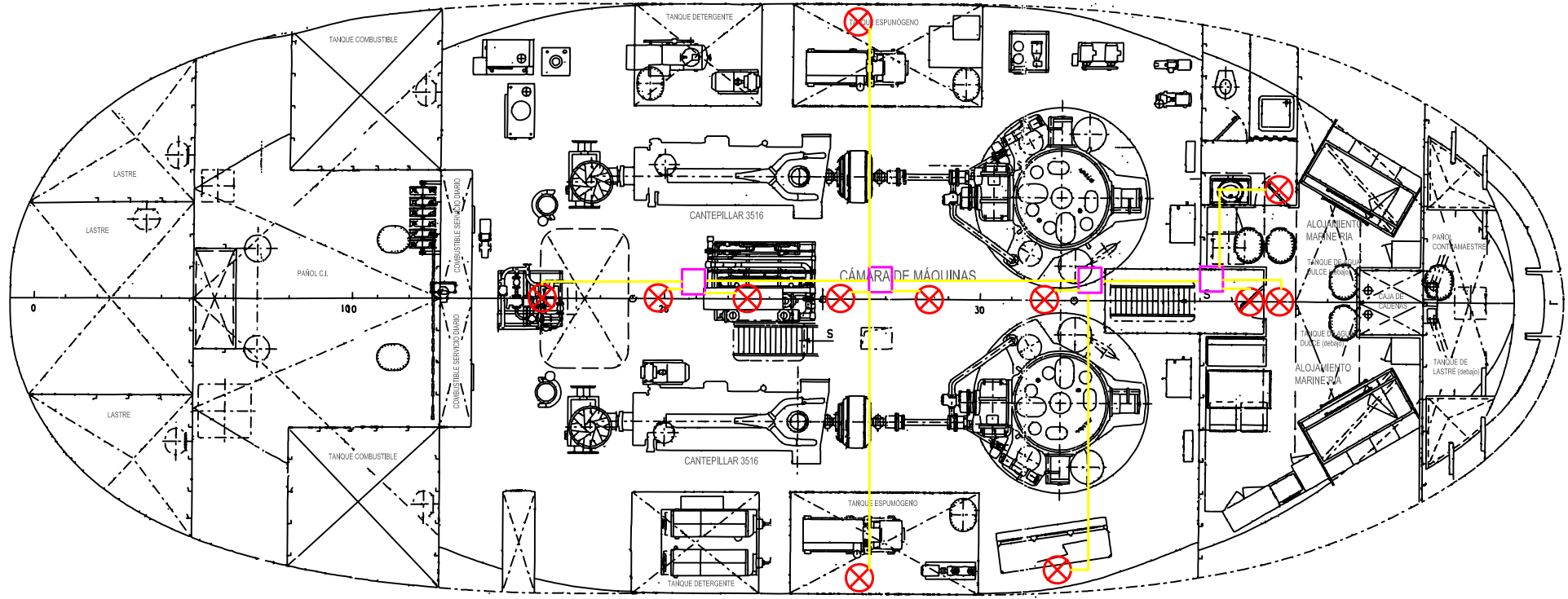


REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C.

REVISIONES

PROYECTO FIN DE CARREA	PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO:	REMOLCADOR DE 3.000 HP
ESCALA:	TITULO DEL PLANO:	DISPOSICION DE LUMINARIAS CUBIERTA PUENTE Y DE GOBIERNO
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO:	N-010
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE CONFIGURACION:	HOJA 1 DE 1

- CAJAS DE DERIVACIÓN
- ⊗ LUMINARIAS
- COUNDUIT



REV.	DESCRIPCION	FECHA	DELIBADO	COMPROBADO
0	EDICION INICIAL	06/12/2010	F.C.S.	A.G.C

REVISIONES

PROYECTO FIN DE CARRERA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO:	REMOLCADOR DE 3.000 HP
ESCALA: 1:1	TITULO DEL PLANO:	DISPOSICIÓN LUMINARIAS EMERGENCIA CÁMARA DE MÁQUINAS
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO:	N-011
ORIGINAL SIZE A3	ELEMENTO DE COORDINACION	HOJA 1 DE 1

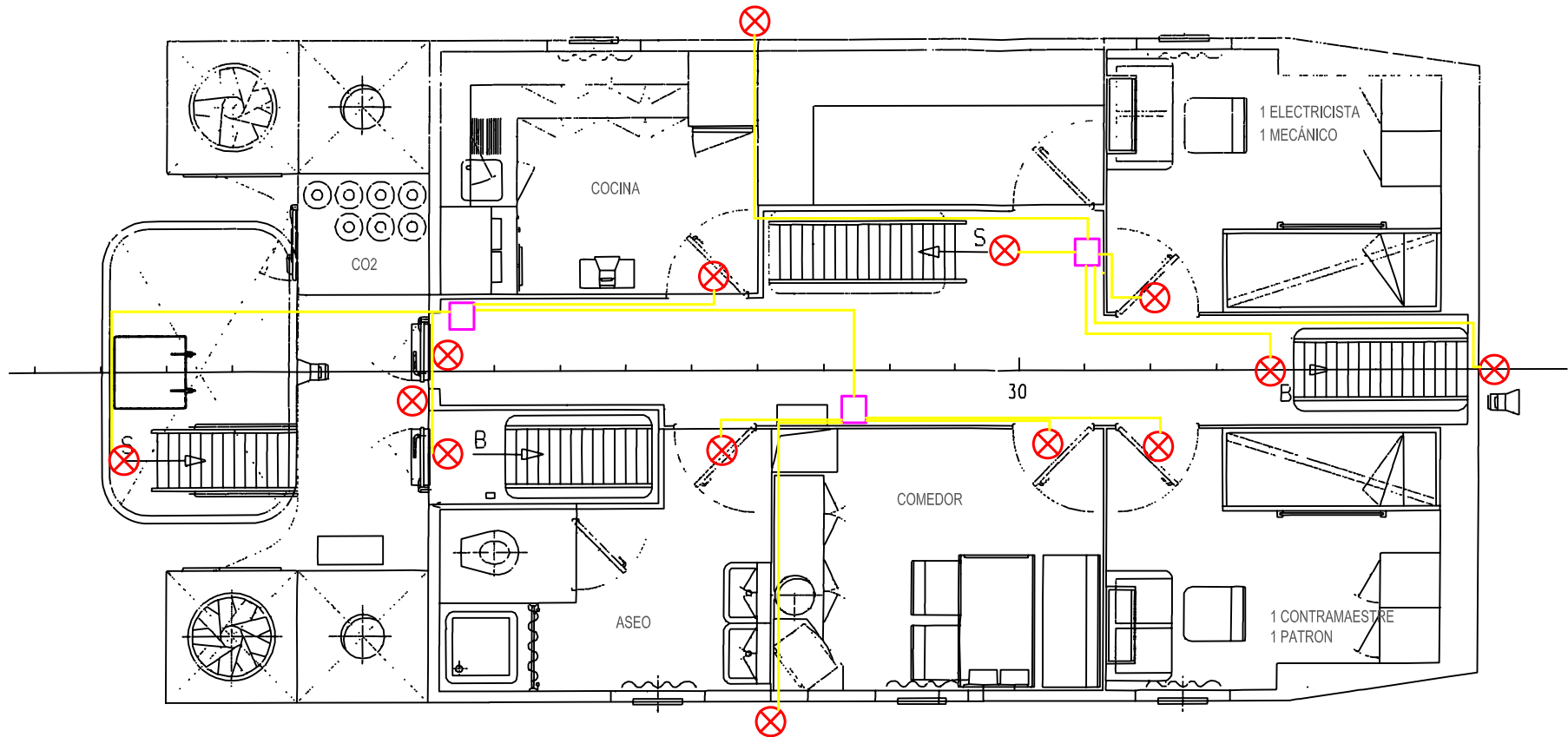
A

B

C

D

- CAJAS DE DERIVACIÓN
- ⊗ LUMINARIAS
- CONDUIT



PROYECTO FIN DE CARREA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

REF. CAD:	PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP	TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN LUMINARIAS EMERGENCIA CUBIERTA PRINCIPAL
-----------	--	--

REVISIONES					
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	
0	EDICION INICIAL	06/11/2010	F.C.S.	A.G.C.	

ORIGINAL SIZE A3		ELEMENTO DE COPIADO: -	NUMERO DEL PLANO: N-012	HOJA 1 DE 1
----------------------------	--	---------------------------	-----------------------------------	-------------

1

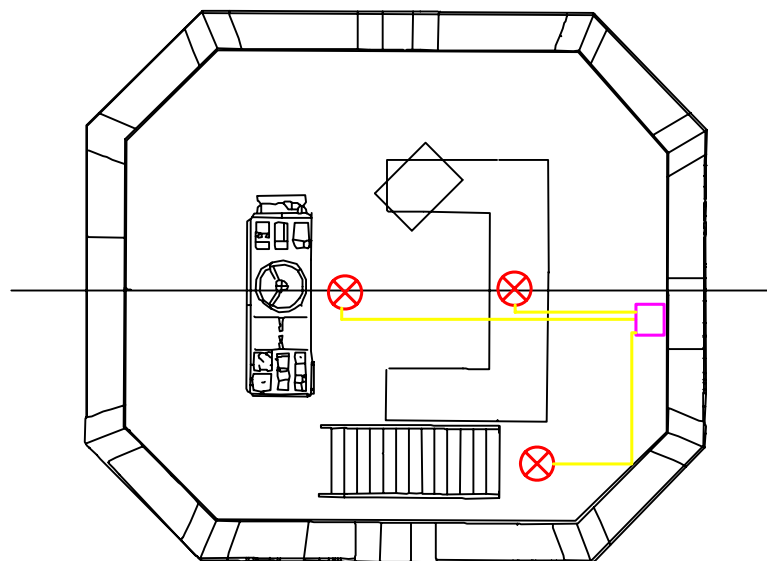
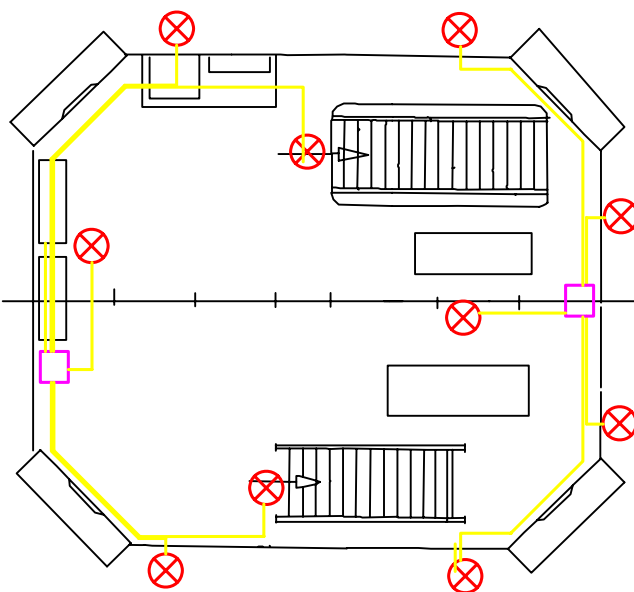
23

4

5

6

- CAJAS DE DERIVACIÓN
- ⊗ LUMINARIAS
- CONDUIT

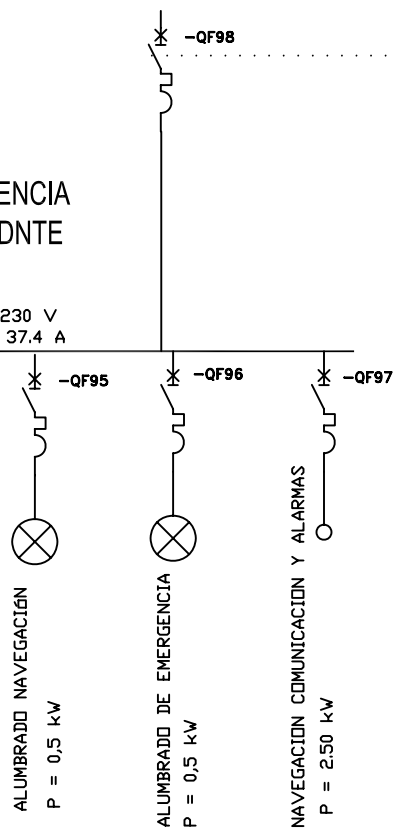


PROYECTO FIN DE CARRERA	PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	CLIENTE: E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:	PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP	
ESCALA: --:--	TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS EMERGENCIA CUBIERTA PUENTE Y DE GOBIERNO	
REFERENCIA:	NUMERO DEL PLANO: N-013	HOJA 1 DE 1
ORIGINAL SIZE: A3	ELEMENTO DE CONSTRUCCIÓN: --	

REVISIONES	FECHA	ELABORADO	COMPROBADO
0 EDICION INICIAL	08/11/2010	F.C.S.	A.G.C.
REVISIONES			

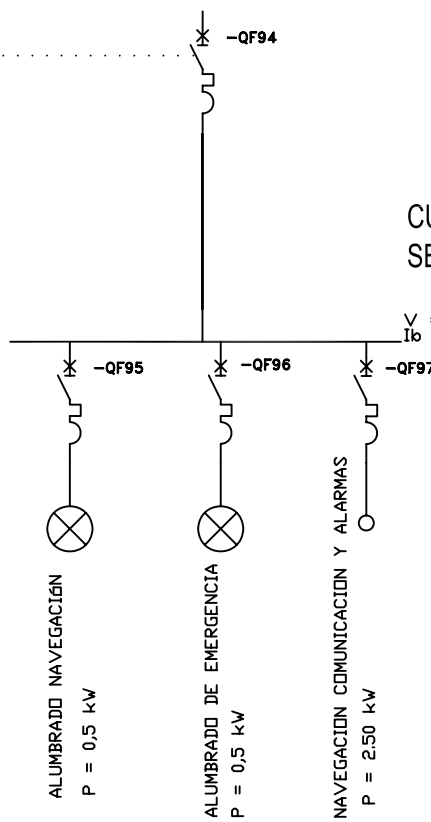
CUADRO DE EMERGENCIA SERVICIO REDUNDANTE

V = 230 V
I_b = 37.4 A



CUADRO DE EMERGENCIA SERVICIO NORMAL

V = 230 V
I_b = 37.4 A



DE CUADRO PRINCIPAL (VER PLANO N_001)

DE SAI (VER PLANO N_002)

PROYECTO FIN DE CARRERA		PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE		CLIENTE:
				E.U.I.T. NAVAL
REF. CAD:		PROYECTO: REMOLCADOR DE 3.000 HP		
ESCALA:		TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR EMERGENCIA 230V		
REFERENCIA:		NÚMERO DEL PLANO: N-014		
ORIGINAL SIZE A3	ELABORADO CONFECCIONADO	REVISIONES		HOJA 1 DE 1

REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	COMPROBADO
1	REVISIÓN GENERAL	06/07/2014	F.C.S.	A.G.C.
0	EDICIÓN INICIAL	23/01/2010	F.C.S.	A.G.C.

5.2 FICHAS TÉCNICAS Y CATÁLOGOS





GEP200-4

Grupo electrógeno diesel
Exclusivamente a través de su concesionario **Cat®**

Cumple con la legislación europea sobre emisiones de gases de escape Nivel II
Apto para aplicaciones móviles en la Comunidad Europea

Valores de potencia de salida		
Modelo de grupo electrógeno	Continua*	Emergencia*
380-415V, 50Hz	180,0 kVA 144,0 kW	200,0 kVA 160,0 kW
480V, 60 Hz	196,9 kVA 157,5 kW	218,8 kVA 175,0 kW

* Consulte las definiciones de valores de la página 4.
Valores con factor de potencia 0,8

Datos técnicos		
Modelo y fabricante de motor	Perkins 1106C-E66TAG4	
Modelo de alternador	LL5014F	
Tipo de bancada	Fbc2 - (08Hr)	
Tipo/valor de interruptor	3 Mole MCCB	
Frecuencia	50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor	1500	1800
Capacidad del depósito de combustible: litros (galones estadounidenses)	418 (110,4)	
Consumo de combustible, Continua: l/h (galón estadounidense/h)	39,7 (10,5)	44,4 (11,7)
Consumo de combustible, Emergencia: l/h (galón estadounidense/h)	43,5 (11,5)	48,6 (12,8)

Datos técnicos del motor

Datos físicos	
Fabricante:	Perkins
Modelo:	1106C-E66TAG4
N° de cilindros/alineación:	6 / En línea
Ciclo:	4-tiempo
Aspiración:	Carga De TurboCharged Aa Refrescada
Sistema de enfriamiento:	Agua
Tipo de regulador:	Electrónico
Clase de regulador:	ISO 8528 G2
Relación de compresión:	16.2:1
Cilindrada: litros (pulg. cúbicas)	6,6 (402,8)
Diámetro/Carrera: mm (pulg.)	105,0 (4,1)
Momento de inercia: kg/m ² (lb/pulg ²)	1,61 (5502)
Sistema eléctrico del motor:	
-Tensión/Tierra:	12/Negativa
-Amperios del cargador de baterías:	10
Peso: kg (lb)	-Seco: 788 (1737)
	-Con líquidos: 822 (1812)

Sistema de aire	50 Hz	60 Hz
Tipo de filtro de aire:	Paper Element	
Flujo de aire de combustión: m ³ /min (cfm)		
-Emergencia:	11,7 (413)	13,4 (473)
-Continua:	11,3 (399)	13,3 (470)
Restricción máx. en admisión de aire de combustión: kPa (en H ₂ O)	8,0 (32,1)	8,0 (32,1)
Flujo del aire de refrigeración del radiador: m ³ /min (cfm)	309,0 (10912)	385,0 (13596)
Restricción máx. externa en el caudal de aire de refrigeración: Pa (in H ₂ O)	125 (0,5)	125 (0,5)

Sistema de refrigeración	50 Hz	60 Hz
Capacidad del sistema de refrigeración: l (galones estadounidenses)	27,0 (7,1)	27,0 (7,1)
Tipo de bomba de agua:	Centrífuga	
Calor disipado en el agua y aceite lubricante: kW (Btu/min.)		
-Emergencia:	79,8 (4538)	89,5 (5090)
-Continua:	72,8 (4140)	82,2 (4675)
Radiación de calor a la sala: kW (Btu/min)		
Emergencia:	13,7 (779)	15,7 (893)
-Continua:	12,5 (711)	14,5 (825)
Consumo del ventilador del radiador: kW (hp)	6,3 (8,5)	14,7 (19,7)
Sistema de refrigeración diseñado para operar en condiciones ambientales de hasta 50 °C (122 °F). Contacte con su distribuidor local de Olympian para obtener información acerca de los valores de potencia en condiciones específicas de la instalación.		

Sistema de lubricación	
Tipo de filtro de aceite:	Hacer girar-En, Flujo completo
Capacidad total de aceite en litros (galones estadounidenses):	16,5 (4,4)
Capacidad del cárter en litros (galones estadounidenses):	15,5 (4,1)
Tipo de aceite:	API CH4 / CI4 15W-40
Sistema de enfriamiento:	Agua

Rendimiento	50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor: rpm	1500	1800
Potencia bruta del motor: kW (hp)		
-Emergencia:	180,5 (242,0)	204,3 (274,0)
-Continua:	163,7 (220,0)	185,3 (248,0)
BMEP: kPa (psi)		
-Emergencia:	2188,0 (317,4)	2064,0 (299,4)
-Continua:	1985,0 (287,9)	1872,0 (271,5)
Potencia de regeneración: kW	8,8	14,9

Sistema de combustible	50 Hz	60 Hz		
Tipo de filtro de combustible:	Elemento recambiable			
Combustible recomendado:	Diesel Clase A2			
Consumo de combustible: l/h (galón estadounidense/h)				
	110% Carga	100% Carga	75% Carga	50% Carga
Continua				
50 Hz	43,5 (11,5)	39,7 (10,5)	30,5 (8,1)	20,7 (5,5)
60 Hz	48,6 (12,8)	44,4 (11,7)	35,4 (9,4)	27,3 (7,2)
Emergencia				
50 Hz	43,5 (11,5)	33,7 (8,9)	23,0 (6,1)	
60 Hz	48,6 (12,8)	38,3 (10,1)	29,1 (7,7)	
(Basado en combustible diesel con un peso específico de 0,85 y conforme a BS2869, Clase A2)				

Sistema de escape	50 Hz	60 Hz
Tipo de silenciador:	Industrial	
Modelo y unidades de silenciadores:	SD100 (1)	
Pérdida de carga total en el sistema del silenciador: kPa (pulg. de Hg)	2,14 (0,632)	0,54 (0,159)
Nivel de reducción de ruido del silenciador: dB	14	12
Máx contrapresión permitida: kPa (pulg. de Hg)	15,0 (4,4)	15,0 (4,4)
Caudal de gases de escape: m ³ /sec (cfm)		
-Emergencia:	19,4 (685)	24,4 (862)
-Continua:	19,4 (685)	24,4 (862)
Temperatura de gases de escape: °C (°F)		
-Emergencia:	453 (847)	466 (871)
-Continua:	440 (824)	453 (847)

Consulte con su representante Olympian para obtener más información.

Características del alternador

Concepto	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	230/115V	440/254V 220/127V
Capacidad de arranque del motor* kVA	414	389	356	457	454	303	355	332	392
Capacidad de cortocircuito** %	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Reactancias: Por unidad									
Xd	2,515	2,707	2,999	2,237	2,470	3,920	3,290	3,550	2,940
X'd	0,123	0,133	0,147	0,110	0,120	0,190	0,160	0,170	0,140
X''d	0,074	0,080	0,088	0,066	0,073	0,116	0,097	0,105	0,087

Las reactancias mostradas se aplican a valores de potencia continua.

* Basado en una caída de tensión del 30%.

** Con grupo electrógeno equipado con imanes permanentes o excitación AREP (opcionales).

Datos técnicos del alternador

Datos físicos	
Fabricante:	OLYMPIAN
Modelo:	LL5014F
Nº de cojinetes:	1
Clase de aislamiento:	H
Código de paso del devanado:	2/3 - 6
Cables:	12
Índice de protección contra entrada de elementos:	IP23
Sistema de excitación:	Shunt
Modelo de AVR:	R450

Datos de funcionamiento	
Sobrevelocidad: RPM	2250
Regulación de la tensión (estado estable):	+/- 0.5
Forma de onda NEMA = TIF:	50
Forma de onda IEC = THF:	2.0%
Contenido total de armónicos LL/LN:	4.0%
Radiointerferencia:	Supresión conforme a la norma europea EN61000-6
Calor radiado: kW (Btu/min.)	
-50 Hz:	13,2 (751)
-60 Hz:	14,0 (796)

Consulte con su representante Olympian para obtener más información.

Datos técnicas

Valores nominales 3 y rendimiento a 50 Hz 1500 RPM

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
415/240V	180,0	144,0	200,0	160,0
400/230V	180,0	144,0	200,0	160,0
380/220V	180,0	144,0	200,0	160,0
230/115V	180,0	144,0	200,0	160,0
220/127V	180,0	144,0	200,0	160,0
220/110V	180,0	144,0	200,0	160,0
200/115V	180,0	144,0	200,0	160,0

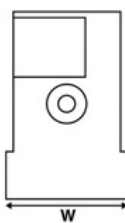
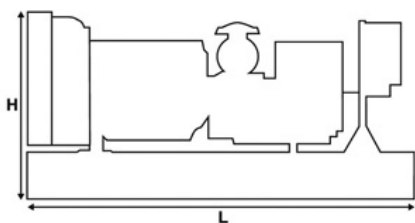
Valores nominales 3 y rendimiento a 60 Hz 1800 RPM

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	196,9	157,5	218,8	175,0
220/127V	196,9	157,5	218,8	175,0
380/220V	196,5	157,2	217,6	174,1
240/120V	196,9	157,5	218,8	175,0
230/115V	196,9	157,5	218,8	175,0
440/254V	196,9	157,5	218,8	175,0
220/110V	196,5	157,2	217,6	174,1
208/120V	196,9	157,5	218,8	175,0
240/139V	196,9	157,5	218,8	175,0

Pesos y dimensiones

Peso: kg (lb)	
Neto (+ aceite lubricante)	1731 (3816)
Con líquidos (+ aceite lubricante y refrigerante)	1758 (3876)
Combustible, aceite lubricante y refrigerante	2112 (4656)

Dimensiones: mm (pulg.)	
Largo (L)	2500 (98,4)
Ancho (W)	1320 (52,0)
Alto (H)	1626 (64,0)



Nota: La configuración general no se emplea para la instalación. Consulte los diagramas de dimensiones generales para obtener más detalles al respecto.

Definiciones

Potencia de emergencia

Estos valores son aplicables para el suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en el caso de un fallo de la potencia de la compañía eléctrica. No se permite sobrecarga de estos valores. El alternador en este modelo está dimensionado para el valor máximo continuo (como se define en la ISO 8528-3).

Potencia continua

Estos valores son aplicables para suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en lugar de potencia comercialmente adquirida. No hay limitación de horas anuales de funcionamiento y este modelo puede suministrar potencia de sobrecarga de un 10% durante 1 hora cada 12 horas.

Condiciones de referencia estándar

Nota: Condiciones de referencia estándar: temperatura de entrada del aire 25 °C (77 °F) y 30% de humedad relativa a 100m (328 pies) sobre el nivel del mar. Datos de consumo de combustible a plena carga, con combustible diesel y con un peso específica de 0,85 y según la BS2869: 1998, Clase A2.

Datos generales

Juego completo de manuales de funcionamiento y mantenimiento, y esquemas de conexión.

Normativas de los grupos electrógenos

BS4999, BS5000, BSEN60034, BSEN61000, IEC60034.

Garantía

Todos los equipos cuentan con la garantía completa del fabricante.

La información que se incluye en esta publicación puede considerarse confidencial.

Se recomienda discreción al distribuirla.

Los materiales y las especificaciones están sujetos a cambio sin previo aviso.

CAT, CATERPILLAR, sus logotipos correspondientes y OLYMPIAN, "Caterpillar Yellow", así como la identidad de la empresa y del producto son marcas comerciales de Caterpillar y no pueden utilizarse sin autorización previa.

www.Cat-ElectricPower.com

© 2010 Caterpillar

Reservados todos los derechos. Impreso en Estados Unidos



GEP55-3

*Grupo electrógeno diesel
Exclusivamente a través de su concesionario Caterpillar®*

Valores de potencia de salida		
Modelo de grupo electrógeno	Continua*	Emergencia*
380-415V, 50Hz	50,0 kVA 40,0 kW	55,0 kVA 44,0 kW
480V, 60 Hz	56,3 kVA 45,0 kW	62,5 kVA 50,0 kW

* Consulte las definiciones de valores de la página 4.
Valores con factor de potencia 0,8

Datos técnicos		
Modelo y fabricante de motor	Perkins 1103A-33TG2	
Modelo de alternador	LL2014D	
Tipo de bancada	Fbc2 - (08Hr)	
Tipo/valor de interruptor	3 Poste MCB / 3 Mole MCCB	
Frecuencia	50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor	1500	1800
Capacidad del depósito de combustible: litros (galones estadounidenses)	219 (57,9)	
Consumo de combustible, Continua: l/h (galón estadounidense/h)	11,8 (3,1)	13,3 (3,5)
Consumo de combustible, Emergencia: l/h (galón estadounidense/h)	13,0 (3,4)	14,8 (3,9)

Datos técnicos del motor

Datos físicos	
Fabricante:	Perkins
Modelo:	1103A-33TG2
Nº de cilindros/alineación:	3 / En línea
Ciclo:	4-tiempo
Aspiración:	TurboCharged
Sistema de enfriamiento:	Agua
Tipo de regulador:	Mecánica
Clase de regulador:	ISO 8528 G2
Relación de compresión:	17.25:1
Cilindrada: litros (pulg. cúbicas)	3,3 (201,4)
Diámetro/Carrera: mm (pulg.)	105,0 (4,1)/127.0 (5.0)
Momento de inercia: kg/m ² (lb/pulg ²)	1,14 (3896)
Sistema eléctrico del motor:	
-Tensión/Tierra:	12/Negativa
-Amperios del cargador de baterías:	65
Peso: kg (lb)	-Seco: 420 (926)
	-Con líquidos: 438 (966)

Sistema de aire	50 Hz	60 Hz
Tipo de filtro de aire:	Elemento recambiable	
Flujo de aire de combustión: m ³ /min (cfm)		
-Emergencia:	3,8 (134)	4,6 (162)
-Continua:	3,7 (131)	4,5 (159)
Restricción máx. en admisión de aire de combustión: kPa (en H ₂ O)	8,0 (32,1)	8,0 (32,1)
Flujo del aire de refrigeración del radiador: m ³ /min (cfm)	110,4 (3899)	145,8 (5149)
Restricción máx. externa en el caudal de aire de refrigeración: Pa (in H ₂ O)	120 (0,5)	120 (0,5)

Sistema de refrigeración	50 Hz	60 Hz
Capacidad del sistema de refrigeración : l (galones estadounidenses)	10,2 (2,7)	10,2 (2,7)
Tipo de bomba de agua:	Centrífuga	
Calor disipado en el agua y aceite lubricante: kW (Btu/min.)		
-Emergencia:	33,5 (1905)	39,7 (2258)
-Continua:	30,9 (1757)	37,9 (2155)
Radiación de calor a la sala: kW (Btu/min)		
Emergencia:	10,0 (569)	11,0 (626)
-Continua:	9,0 (512)	10,0 (569)
Consumo del ventilador del radiador: kW (hp)	1,0 (1,3)	1,7 (2,3)
Sistema de refrigeración diseñado para operar en condiciones ambientales de hasta 50 °C (122 °F). Contacte con su distribuidor local de Olympian para obtener información acerca de los valores de potencia en condiciones específicas de la instalación.		

Sistema de lubricación	
Tipo de filtro de aceite:	Hacer girar-En, Flujo completo
Capacidad total de aceite en litros (galones estadounidenses):	8,3 (2,2)
Capacidad del cárter en litros (galones estadounidenses):	7,8 (2,1)
Tipo de aceite:	API CG4 / CH4 15W-40
Sistema de enfriamiento:	Agua

Rendimiento	50 Hz	60 Hz
Velocidad del motor: rpm	1500	1800
Potencia bruta del motor: kW (hp)		
-Emergencia:	60,5 (81,0)	69,6 (93,0)
-Continua:	55,0 (74,0)	63,3 (85,0)
BMEP: kPa (psi)		
-Emergencia:	1467,0 (212,8)	1407,0 (204,0)
-Continua:	1333,0 (193,4)	1279,0 (185,5)
Potencia de regeneración: kW	7,0	9,0

Sistema de combustible	50 Hz	60 Hz		
Tipo de filtro de combustible:	Elemento recambiable			
Combustible recomendado:	Diesel Clase A2			
Consumo de combustible: l/h (galón estadounidense/h)				
	110% Carga	100% Carga	75% Carga	50% Carga
Continua				
50 Hz	13,0 (3,4)	11,8 (3,1)	8,9 (2,4)	6,4 (1,7)
60 Hz	14,8 (3,9)	13,3 (3,5)	10,4 (2,7)	7,9 (2,1)
Emergencia				
50 Hz		13,0 (3,4)	9,7 (2,6)	6,9 (1,8)
60 Hz		14,8 (3,9)	11,3 (3,0)	8,3 (2,2)
(Basado en combustible diesel con un peso específico de 0,85 y conforme a BS2869, Clase A2)				

Sistema de escape	50 Hz	60 Hz
Tipo de silenciador:	Industrial	
Modelo y unidades de silenciadores:	SD80 (1)	
Pérdida de carga total en el sistema del silenciador: kPa (pulg. de Hg)	0,82 (0,242)	1,08 (0,319)
Nivel de reducción de ruido del silenciador: dB	16	18
Máx contrapresión permitida: kPa (pulg. de Hg)	10,0 (3,0)	15,0 (4,4)
Caudal de gases de escape: m ³ /sec (cfm)		
-Emergencia:	8,8 (311)	10,6 (374)
-Continua:	8,4 (297)	9,8 (346)
Temperatura de gases de escape: °C (°F)		
-Emergencia:	483 (901)	477 (891)
-Continua:	464 (867)	445 (833)

Consulte con su representante Olympian para obtener más información.

Características del alternador

Concepto	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	230/115V	440/254V 220/127V
Capacidad de arranque del motor* kVA	105	99	90	116	115	77	90	84	99
Capacidad de cortocircuito**%	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Reactancias: Por unidad									
Xd	2,550	2,750	3,040	2,270	2,580	4,110	3,430	3,710	3,070
X'd	0,110	0,120	0,130	0,100	0,110	0,170	0,150	0,160	0,130
X''d	0,055	0,059	0,065	0,049	0,055	0,088	0,073	0,079	0,066

Las reactancias mostradas se aplican a valores de potencia continua.

* Basado en una caída de tensión del 30%.

** Con grupo electrógeno equipado con imanes permanentes o excitación AREP (opcionales).

Datos técnicos del alternador

Datos físicos	
Fabricante:	OLYMPIAN
Modelo:	LL2014D
Nº de cojinetes:	1
Clase de aislamiento:	H
Código de paso del devanado:	2/3 - 6
Cables:	12
Índice de protección contra entrada de elementos:	IP23
Sistema de excitación:	Shunt
Modelo de AVR:	R250

Datos de funcionamiento	
Sobrevelocidad: RPM	2250
Regulación de la tensión (estado estable):	+/- 0.5
Forma de onda NEMA = TIF:	50
Forma de onda IEC = THF:	2.0%
Contenido total de armónicos LL/LN:	4.0%
Radiointerferencia:	Supresión conforme a la norma europea EN61000-6
Calor radiado: kW (Btu/min.)	
-50 Hz:	6,1 (347)
-60 Hz:	6,9 (392)

Consulte con su representante Olympian para obtener más información.

Datos técnicas

Valores nominales 3 y rendimiento a 50 Hz, 1500 RPM

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
415/240V	50,0	40,0	55,0	44,0
400/230V	50,0	40,0	55,0	44,0
380/220V	50,0	40,0	55,0	44,0
230/115V	50,0	40,0	55,0	44,0
220/127V	47,0	37,6	52,0	41,6
220/110V	50,0	40,0	55,0	44,0
200/115V	50,0	40,0	55,0	44,0

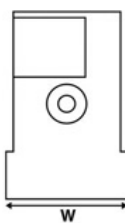
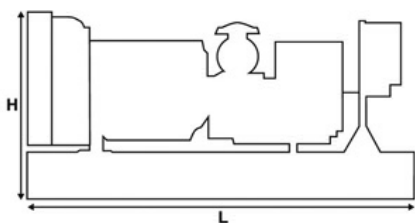
Valores nominales 3 y rendimiento a 60 Hz, 1800 RPM

Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	56,3	45,0	62,5	50,0
220/127V	56,3	45,0	62,5	50,0
380/220V	54,0	43,2	59,4	47,5
240/120V	56,3	45,0	62,5	50,0
230/115V	56,3	45,0	62,5	50,0
440/254V	56,3	45,0	62,5	50,0
220/110V	54,0	43,2	59,4	47,5
208/120V	56,3	45,0	62,5	50,0
240/139V	56,3	45,0	62,5	50,0

Pesos y dimensiones

Peso: kg (lb)	
Neto (+ aceite lubricante)	917 (2021)
Con líquidos (+ aceite lubricante y refrigerante)	930 (2050)
Combustible, aceite lubricante y refrigerante	1115 (2459)

Dimensiones: mm (pulg.)	
Largo (L)	1925 (75,8)
Ancho (W)	1120 (44,1)
Alto (H)	1361 (53,6)



Nota: La configuración general no se emplea para la instalación. Consulte los diagramas de dimensiones generales para obtener más detalles al respecto.

Definiciones

Potencia de emergencia

Estos valores son aplicables para el suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en el caso de un fallo de la potencia de la compañía eléctrica. No se permite sobrecarga de estos valores. El alternador en este modelo está dimensionado para el valor máximo continuo (como se define en la ISO 8528-3).

Potencia continua

Estos valores son aplicables para suministro de potencia eléctrica continua (a carga variable) en lugar de potencia comercialmente adquirida. No hay limitación de horas anuales de funcionamiento y este modelo puede suministrar potencia de sobrecarga de un 10% durante 1 hora cada 12 horas.

Condiciones de referencia estándar

Nota: Condiciones de referencia estándar: temperatura de entrada del aire 25 °C (77 °F) y 30% de humedad relativa a 100m (328 pies) sobre el nivel del mar. Datos de consumo de combustible a plena carga, con combustible diesel y con un peso específica de 0,85 y según la BS2869: 1998, Clase A2.

Datos generales

Juego completo de manuales de funcionamiento y mantenimiento, y esquemas de conexión.

Normativas de los grupos electrógenos

BS4999, BS5000, BSEN60034, BSEN61000, IEC60034.

Garantía

Todos los equipos cuentan con la garantía completa del fabricante.

La información que se incluye en esta publicación puede considerarse confidencial.

Se recomienda discreción al distribuirla.

Los materiales y las especificaciones están sujetos a cambio sin previo aviso.

CAT, CATERPILLAR, sus logotipos correspondientes y OLYMPIAN, "Caterpillar Yellow", así como la identidad de la empresa y del producto son marcas comerciales de Caterpillar y no pueden utilizarse sin autorización previa.

www.CAT-ElectricPower.com

© 2010 Caterpillar
Reservados todos los derechos.
Impreso en Estados Unidos

BQZ - BQZ-FR - 0,6/1kV

CABLE DE POTENCIA LIBRE HALÓGENOS (IEC-60092-353)
HALOGEN-FREE POWER CABLE (IEC-60092-353)



CARACTERÍSTICAS CABLE / CARACTERÍSTICAS CABLE

- Libre de halógenos: UNE-EN-50267-2-1; IEC-60754-1; BS-6425-1.
- Free of halogenous: UNE-EN-50267-2-1; IEC-60754-1; BS-6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES-713; NFC-20454; $IT \leq 1.5$.
- Reduced emission toxic gas: NES-713; NFC-20454; $IT \leq 1.5$.
- Baja emisión de humos opacos: UNE-EN-50268-1-2; IEC-61034-1,2.
- Low opaque smoke-screening: UNE-EN-50268-1-2; IEC-61034-1,2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE-EN-50267-2-3; IEC-60754-2; NFC-20453; BS-6425-2; $pH \geq 4.3$; $C \leq 10\mu S/mm$.
- Null corrosive gas discharge: UNE-EN-50267-2-3; IEC-60754-2; NFC-20453; BS-6425-2; $pH \geq 4.3$; $C \leq 10\mu S/mm$.
- No propagación de la llama: UNE-EN-60332-1y2 (UNE-EN-50265-1y2); IEC-60332-1y2; NFC 32070-C2.
- Non-propagation of the flame: UNE-EN-60332-1y2 (UNE-EN-50265-1y2); IEC-60332-1y2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: UNE-EN-50266-2-4; IEC-60332-3; IEEE-383; NFC-32070-C1.
- Non-propagation of the fire: UNE-EN-50266-2-4; IEC-60332-3; IEEE-383; NFC-32070-C1.
- Resistente al incendio (BQZ-FR): UNE-EN-50200; UNE-EN-50362; IEC-60331
- Resistance to the fire (BQZ-FR): UNE-EN-50200; UNE-EN-50362; IEC-60331
- Resistencia a la absorción de agua.
- Resistance to the water absorption.
- Resistencia a los rayos ultravioletas.
- Resistance to ultraviolet light.
- Resistencia al frío.
- Resistance to the cold.
- Norma constructiva: IEC-60092-353, (UNE-21135-353)
- According to: IEC-60092-353, (UNE-21135-353)
- Temperatura de servicio (instalación fija): $-40^{\circ}C$, $+85^{\circ}C$.
- Working temperature (installation fixes): $-40^{\circ}C$, $+85^{\circ}C$.
- Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV.
- Working voltage: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3.500 V.
- Test of tension in c.a. during 5 minutes: 3.500 V.

DESCRIPCIÓN / DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR / CONDUCTOR

Metal Cobre electrolítico recocido.

Metal Annealed electrolytic copper.

Flexibilidad Clase 2 ó 5, según UNE-EN-60228 (UNE 21022)

Flexibility Class 2 or 5, according to UNE-EN-60228 (UNE 21022)

Temperatura máxima en el conductor $85^{\circ}C$ en servicio continuo, $250^{\circ}C$ en cortocircuito.

Maximum temperature in the conductor $85^{\circ}C$ in good condition continuous, $250^{\circ}C$ in short circuit.

AISLAMIENTO / INSULATION

Polietileno reticulado (XLPE), s/IEC-60092-351 (UNE-21135-351), para cables BQZ.

Crosslinking polyethylene (XLPE), s/IEC-60092-351 (UNE-21135-351), to BQZ cables.

Cinta de mica+polietileno reticulado (XLPE), s/IEC-60092-351 (UNE-21135-351), para cables BQZ-FR.

Mica tape +polietileno reticulado (XLPE), s/IEC-60092-351 (UNE-21135-351), to BQZ-FR cables.

Colores s/UNE-21089-1 (hasta 5 conductores), UNE-EN-50334 (más de 5 conductores). (Modificables bajo demanda)

Colours s/UNE-21089-1 (up to 5 conductors), UNE-EN-50334 (but of 5 conductors). (Modifiable under demand).

CUBIERTA / SHEATH

Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, no propagadora del incendio (SHF1) s/IEC-60092-359 (UNE-21135-359).

Thermoplastic special mixture, zero halogenous, nonpropagator of the fire (SHF1) s/IEC-60092-359 (UNE-21135-359).

Color: Negro o gris (modificable bajo demanda).

Colour: Gray or black (modifiable under demand).

APLICACIONES / APPLICATIONS

Cables para instalación en buques, no propagadores del incendio, de reducida emisión de humos opacos, gases tóxicos y corrosivos, diseñados para suministro de energía e iluminación (0.6/1Kv). Cuando además se requiera resistencia al incendio se utilizaran cables tipo BQZ-FR.

Cables for installation in ships, nonpropagators of the fire, of reduced toxic and corrosive opaque gas, smoke-screening, designed for provision of energy and illumination (0.6/1Kv). When in addition it is required resistance to the fire cables were used type BQZ-FR.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES / CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (BQZ)

Cable N°xS (mm²)	Espesor aislamiento (mm)	Espesor cubierta (mm)	Diámetro aprox. exterior (mm)	Resistencia conductor a 20° C (dc)	Peso aprox. (Kg/mt)
1x1.5	0,7	1	4.9	12,1	0,0381
2x1.5	0,7	1	7.80	12,1	0,0922
3x1.5	0,7	1	8.20	12,1	0,109
4x1.5	0,7	1,1	9,2	12,1	0,136
5x1.5	0,7	1,1	10	12,1	0,165
7x1.5	0,7	1,1	10,9	12,1	0,204
10x1.5	0,7	1,3	14,2	12,1	0,297
12x1.5	0,7	1,3	14,6	12,1	0,337
14x1.5	0,7	1,3	15,4	12,1	0,381
16x1.5	0,7	1,3	16,2	12,1	0,43
19x1.5	0,7	1,4	17,3	12,1	0,497
24x1.5	0,7	1,5	20.4	12,1	0,628
27x1.5	0,7	1,5	20,8	12,1	0,688
30x1.5	0,7	1,5	21,6	12,1	0,752
37x1.5	0,7	1,6	23.5	12,1	0,91
44x1.5	0,7	1,7	26.6	12,1	1,084
52x1.5	0,7	1,8	28	12,1	1,261
61x1.5	0,7	1,8	29.7	12,1	1,45
1x2.5	0,7	1	5.4	7,41	0,0498
2x2.5	0,7	1,1	9	7,41	0,128
3x2.5	0,7	1,1	9.5	7,41	0,153
4x2.5	0,7	1,1	10.4	7,41	0,186
5x2.5	0,7	1,2	11.6	7,41	0,231
7x2.5	0,7	1,2	12.6	7,41	0,289
10x2.5	0,7	1,3	16.2	7,41	0,411
12x2.5	0,7	1,4	16.9	7,41	0,478
14x2.5	0,7	1,4	17.8	7,41	0,542
16x2.5	0,7	1,4	18.8	7,41	0,612
24x2.5	0,7	1,6	23.6	7,41	0,894
27x2.5	0,7	1,6	24.1	7,41	0,982
30x2.5	0,7	1,7	25.2	7,41	1,087
37x2.5	0,7	1,8	27.4	7,41	1,316
44x2.5	0,7	1,9	31	7,41	1,566
52x2.5	0,7	1,9	32.4	7,41	1,806
61x2.5	0,7	2	34.6	7,41	2,099
1x4	0,7	1	5.9	4,61	0,0674
2x4	0,7	1,1	10	4,61	0,173
3x4	0,7	1,1	10.6	4,61	0,212
4x4	0,7	1,2	11.8	4,61	0,265
5x4	0,7	1,2	12.9	4,61	0,324
Cables N° x S (mm²)	Insulation thickness (mm)	Sheath thickness (mm)	Diámetro aprox. exterior(mm)	Conductive resistance at 20° C (dc)	Weight approx. (Kg/mt)

**CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES / CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES
(BQZ)**

Cable N°xS (mm²)	Espesor aislamiento (mm)	Espesor cubierta (mm)	Diámetro aprox. exterior (mm)	Resistencia conductor a 20° C (dc)	Peso aprox. (Kg/mt)
7X4	0,7	1,3	14.3	4,61	0,418
10X4	0,7	1,4	18.4	4,61	0,595
12X4	0,7	1,4	19	4,61	0,684
1x6	0,7	1	6.4	3,08	0,0878
2x6	0,7	1,2	11.2	3,08	0,23
3x6	0,7	1,2	11.9	3,08	0,286
4x6	0,7	1,2	13	3,08	0,353
5X6	0,7	1,3	14.5	3,08	0,44
1x10	0,7	1	7.1	1,83	0,13
2x10	0,7	1,2	12.6	1,83	0,33
3x10	0,7	1,2	13.4	1,83	0,422
4x10	0,7	1,3	14.9	1,83	0,534
5X10	0,7	1,4	16.6	1,83	0,666
1x16	0,7	1	8.1	1,15	0,189
2x16	0,7	1,3	16.8	1,15	0,564
3x16	0,7	1,3	17.7	1,15	0,71
4x16	0,7	1,4	19.5	1,15	0,889
5X16	0,7	1,5	19.5	1,15	0,996
1x25	0,9	1,1	9.9	0,727	0,292
2x25	0,9	1,4	20.2	0,727	0,845
3x25	0,9	1,5	21.6	0,727	1,087
4x25	0,9	1,5	23.6	0,727	1,352
1x35	0,9	1,2	11.3	0,524	0,398
2x35	0,9	1,5	22.8	0,524	1,122
3x35	0,9	1,6	24.3	0,524	1,451
4x35	0,9	1,7	26.8	0,524	1,827
1x50	1	1,2	12.9	0,387	0,532
2x50	1	1,6	26.2	0,387	1,494
3x50	1	1,7	28	0,387	1,945
4x50	1	1,8	31.3	0,387	2,483
1x70	1,1	1,3	14.5	0,268	0,725
2x70	1,1	1,8	29.4	0,268	1,997
3x70	1,1	1,8	31.6	0,268	2,627
4x70	1,1	1,9	34.9	0,268	3,322
1x95	1,1	1,3	16.2	0,193	0,977
2x95	1,1	1,9	33.4	0,193	2,681
3x95	1,1	2	35.6	0,193	3,523
4x95	1,1	2,1	39.4	0,193	4,472
1x120	1,2	1,4	18.2	0,153	1,237
2x120	1,2	2	37.2	0,153	3,362
3x120	1,2	2,1	39.7	0,153	4,428
4x120	1,2	2,3	44.5	0,153	5,686
1x150	1,4	1,5	20.1	0,124	1,505
2x150	1,4	2,2	41	0,124	4,087
3x150	1,4	2,3	44.2	0,124	5,428
4x150	1,4	2,4	48.8	0,124	6,882
1x185	1,6	1,6	23.9	0,0991	1,982
2x185	1,6	2,5	49.2	0,0991	5,541
3x185	1,6	2,6	52.5	0,0991	7,233
4x185	1,6	2,8	58.7	0,0991	9,237
1x240	1,7	1,7	26.8	0,0754	2,546
2x240	1,7	2,7	55.4	0,0754	7,104
3x240	1,7	2,8	59.1	0,0754	9,287
4x240	1,7	3,1	65.8	0,0754	11,821
1x300	1,8	1,8	29.5	0,0601	3,152
1x400	2	2	33.7	0,047	4,171
1x500	2,2	2,1	37.6	0,0366	5,253
Cables N° x S (mm²)	Insulation thickness (mm)	Sheath thickness (mm)	Diámetro aprox. exterior(mm)	Conductive resistance at 20° C (dc)	Weight approx. (Kg/mt)

Nota: Conductor en clase 2

Note: Conductive class 2.

**T1 1p****T1****T2****T3****T4****T5****T6**

160	160	160	250	250/320	400/630	630/800/1000
16...160	16...160	1,6...160	63...250	20...320	320...630	630...1000
1	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
240	690	690	690	690	690	690
125	500	500	500	750	750	750
25* (220/230 V AC)	16	16				
	25	25				
	36	36	36	36	36	36
		50	50	50	50	50
		70		70	70	70
		85		120	120	100
				200	200	

T4**T5****T6**

250/320	400/630	630/800/1000
3/4	3/4	3/4
690	690	690
■	■	■

T2**T3****T4****T5****T6**

160	250	250/320	400/630	630/800/1000
3	3	3	3	3
690	690	690	690	690
■	■	■	■	■
■		■	■	■
		■	■	■

T4**T5****T6**

250	400/630	630/800
3/4	3/4	3/4
20	20	12
40	40	40

T1D**T3D****T4D****T5D****T6D**

160	250	250/320	400/630	630/800/1000
125	200	250/250	400/400	630/800/800
3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
690	690	690	690	690
500	500	750	750	750
2.8	5.3	5.3	11	30
2	3.6	3.6	6	15

Circuit-breakers for power distribution

Electrical characteristics

		Tmax T1 1P	Tmax T1				Tmax T2				
Rated uninterrupted current, Iu [A]	[A]	160	160				160				
Poles	[Nr]	1	3/4				3/4				
Rated service voltage, Ue	(AC) 50-60 Hz [V]	240	690				690				
	(DC) [V]	125	500				500				
Rated impulse withstand voltage, Uimp	[kV]	8	8				8				
Rated insulation voltage, Ui	[V]	500	800				800				
Test voltage at industrial frequency for 1 min.	[V]	3000	3000				3000				
Rated ultimate short-circuit breaking capacity, Icu		B	B	C	N	N	S	H	L		
	(AC) 50-60 Hz 220/230 V	[kA]	25*	25	40	50	65	85	100	120	
	(AC) 50-60 Hz 380/415 V	[kA]	–	16	25	36	36	50	70	85	
	(AC) 50-60 Hz 440 V	[kA]	–	10	15	22	30	45	55	75	
	(AC) 50-60 Hz 500 V	[kA]	–	8	10	15	25	30	36	50	
	(AC) 50-60 Hz 690 V	[kA]	–	3	4	6	6	7	8	10	
	(DC) 250 V - 2 poles in series	[kA]	25 (at 125 V)	16	25	36	36	50	70	85	
	(DC) 250 V - 3 poles in series	[kA]	–	20	30	40	40	55	85	100	
	(DC) 500 V - 2 poles in series	[kA]	–	–	–	–	–	–	–	–	
	(DC) 500 V - 3 poles in series	[kA]	–	16	25	36	36	50	70	85	
	(DC) 750 V - 3 poles in series	[kA]	–	–	–	–	–	–	–	–	
Rated service short-circuit breaking capacity, Ics	(AC) 50-60 Hz 220/230 V	[%Icu]	75%	100%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	
	(AC) 50-60 Hz 380/415 V	[%Icu]	–	100%	100%	75%	100%	100%	100%	75% (70 kA)	
	(AC) 50-60 Hz 440 V	[%Icu]	–	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	
	(AC) 50-60 Hz 500 V	[%Icu]	–	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	
	(AC) 50-60 Hz 690 V	[%Icu]	–	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	
	Rated short-circuit making capacity, Icm	(AC) 50-60 Hz 220/230 V	[kA]	52.5	52.5	84	105	143	187	220	264
(AC) 50-60 Hz 380/415 V		[kA]	–	32	52.5	75.6	75.6	105	154	187	
(AC) 50-60 Hz 440 V		[kA]	–	17	30	46.2	63	94.5	121	165	
(AC) 50-60 Hz 500 V		[kA]	–	13.6	17	30	52.5	63	75.6	105	
(AC) 50-60 Hz 690 V		[kA]	–	4.3	5.9	9.2	9.2	11.9	13.6	17	
Opening time (415 V)		[ms]	7	7	6	5	3	3	3	3	
Utilisation category (IEC 60947-2)		A	A				A				
Isolation behaviour		■	■				■				
Reference Standard		IEC 60947-2	IEC 60947-2				IEC 60947-2				
Releases:	thermomagnetic										
	T fixed, M fixed	TMF	■	–				–			
	T adjustable, M fixed	TMD	–	■				■			
	T adjustable, M adjustable (5...10 x In)	TMA	–	–				–			
	T adjustable, M fixed (3 x In)	TMG	–	–				–			
	T adjustable, M adjustable (2.5...5 x In)	TMG	–	–				–			
	electronic	PR221DS-LS/I	–	–				■			
		PR221DS-I	–	–				■			
		PR222DS-LSI	–	–				–			
		PR222DS-LSIG	–	–				–			
		PR222DS/PD-LSI	–	–				–			
		PR222DS/PD-LSIG	–	–				–			
		PR223DS	–	–				–			
Interchangeability		–	–				–				
Versions		F	F				F-P				
Terminals	fixed	FC Cu	FC Cu-EF-FC CuAl-HR				F-FC Cu-FC CuAl-EF-ES-R				
	withdrawable	–	–				F-FC Cu-FC CuAl-EF-ES-R				
	plug-in	–	–				–				
Fixing on DIN rail		–	DIN EN 50022				DIN EN 50022				
Mechanical life	[No. operations]	25000	25000				25000				
	[No. Hourly operations]	240	240				240				
Electrical life @ 415 V AC	[No. operations]	8000	8000				8000				
	[No. Hourly operations]	120	120				120				
Basic dimensions - fixed version	W [mm]	25.4 (1 pole)	76				90				
	4 poles W [mm]	–	102				120				
	D [mm]	70	70				70				
	H [mm]	130	130				130				
Weight	fixed	3/4 poles [kg]	0.4 (1 pole)				0.9/1.2				
	withdrawable	3/4 poles [kg]	–				1.5/1.9				
	plug-in	3/4 poles [kg]	–				–				

KEY TO TERMINALS
F = Front

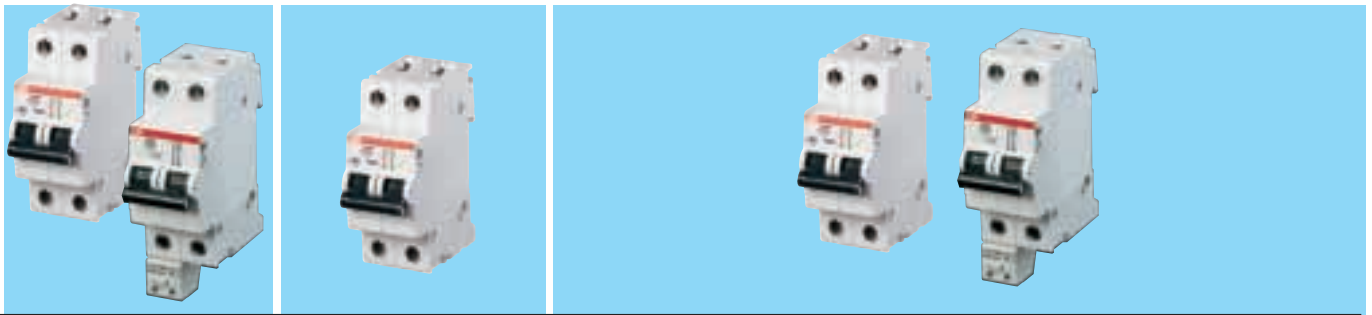
EF = Front extended
ES = Front extended spread

FC Cu = Front for copper cables
FC CuAl = Front for CuAl cables

R = Rear orientated
MC = Multicable

F = Fixed circuit-breaker
P = Plug-in circuit-breakers

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Características eléctricas	Normas de referencia		
	Corriente asignada I_n		A
	Número de polos		
	Tensión de empleo asignada U_e	1P, 1P+N 2P, 3P, 3P+N, 4P	V V
	Tensión de aislamiento U_i		V
	Tensión máxima de servicio U_b máx.	AC DC 1P DC 2P	V V V
	Tensión mínima de servicio U_b mín.		V
	Frecuencia		Hz
	Poder de corte según IEC/EN 60898 (VDE 0660 Parte 101 para K y Z)	I_{cn} máximo (I_{cu} para K y Z)	A
	Poder de corte asignado según IEC/EN 60947-2	I_{cu} máximo	kA
	1P, 1P+N @ 230 V c.a. 2P, 3P, 3P+N, 4P @ 400 V c.a. AC	I_{cs} de servicio	kA
	Clase de limitación energética		
	Tensión impulsional asignada (1.2/50) U_{imp}		kV
	Rigidez dieléctrica de la tensión de alimentación		kV
	Categoría de sobretensión		
	Curvas de disparo	B: $3 I_n \leq I_m \leq 5 I_n$ C: $5 I_n \leq I_m \leq 10 I_n$ D: $10 I_n \leq I_m \leq 20 I_n$ K: $8 I_n \leq I_m \leq 14 I_n$ Z: $2 I_n \leq I_m \leq 3 I_n$	
	Características mecánicas	Maneta	
Endurancia eléctrica			
Endurancia mecánica			
Grado de protección		Bornes con caja	
Resistencia mecánica a choques			
Resistencia a las vibraciones según IEC/EN 60068-2-6			
Tropicalización según IEC/EN 60068-2		calor húmedo clima constante clima variable	°C/RH °C/RH °C/RH
Temperatura de referencia para la regulación del elemento térmico			°C
Temperatura ambiente (con media diaria $\leq + 35$ °C)		°C	
Temperatura de almacenamiento		°C	
Instalación	Tipo de borne		
	Sección de embornamiento		mm ²
	Par de apriete		Nm
	Montaje		
	Conexión		
Dimensiones y peso	Dimensiones del polo (Al x Pr x An)		mm
	Peso del polo		g
Combinación con accesorios	Combinable con:	contacto auxiliar contacto universal de señalización de disparo/contacto auxiliar bobina de emisión de corriente bobina de mínima tensión	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONTACTO AUXILIAR INTEGRADO			
Características eléctricas	Contacto auxiliar		
	Carga del contacto		
	Tensión mínima asignada		V
	Resistencia a cortocircuito		
	Endurancia eléctrica		
Instalación	Norma de referencia		
	Sección de embornamiento		mm ²
	Par de apriete		Nm



S 200	S 200 M	S 200 P		
IEC/EN 60898, IEC/EN 60947-2, VDE 0641 Part 11				
0.5 ≤ In ≤ 63	0.5 ≤ In ≤ 63	0.5 ≤ In ≤ 25	32 ≤ In ≤ 40	50 ≤ In ≤ 63
1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P				
230 - 240				
230/400 - 240/415				
500				
440				
60				
125				
12Vc.a. - 12Vc.c.				
50...60				
6000	10000	25000	15000	15000
10	15	25	15	15
7.5	11.2	12.5	10	7.5
3				
4 (tensión de test 6,2 a sl; 5 a 2000 m)				
2.5				
III				
■	■	■	■	■
■		■	■	■
■		■	■	■
■		■	■	■
negro precintable en posición ON/OFF				
10000				
20000				
IP4X				
IP2X				
mínimo 30 g - 2 choques - duración 13 ms				
5 g - 20 ciclos a la frecuencia de 5...150...5 Hz con carga de 0,8 In				
28 ciclos con 55/95...100				
23/83 - 40/93 - 55/20				
25/95 - 40/95				
30 (20 con curvas de disparo K, Z)				
-25...+55				
-40...+70				
borne cilíndrico de arrastre bidireccional de seguridad (protegido contra impactos)				
25/35 (bornes principales); 16 (bornes auxiliares)				
2.8				
Montaje a perfil DIN norma EN 60715 (35 mm) por medio de grapa de fijación rápida superior o inferior				
85 x 68 x 17.5				
125			140	
si				
si				
si				
si				
1NO (1 contacto normalmente abierto) 1NC (1 contacto normalmente cerrado), contacto libre principal, cierre retardado				
c.a. 14 2A/230 V - c.c. 12 idéntico DC13/DC13 1A/50 V, 2A/30 V				
12 c.a./c.c. a 0,1 A				
230 V c.a. 1000A, protección contra fallos con S201-K2 o Z2				
> 4000 maniobras				
VDE 0106 Parte 101				
de 0,75 a 25				
0.5				

6000

C

S 200 - Curva de disparo C

Función: protección y control de los circuitos mixtos (óhmicos-inductivos-capacitivos) contra sobrecargas y cortocircuitos con baja corriente de arranque.

Aplicaciones: residencial, terciario e industrial.

Norma de referencia: IEC/EN 60898, IEC/EN 60947-2

I_{cn} = 6 kA



SK 018 B 01



SK 019 B 01



SK 020 B 01

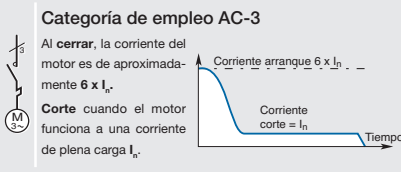


Número de polos	Intensidad I _n		Código pedido	Peso Ud. kg	Unidad embalaje
	A	Tipo			
1	0.5	S 201-C 0.5	2CDS 251 001 R0984	0.125	10
	1	S 201-C 1	2CDS 251 001 R0014	0.125	10
	1.6	S 201-C 1.6	2CDS 251 001 R0974	0.125	10
	2	S 201-C 2	2CDS 251 001 R0024	0.125	10
	3	S 201-C 3	2CDS 251 001 R0034	0.125	10
	4	S 201-C 4	2CDS 251 001 R0044	0.125	10
	6	S 201-C 6	2CDS 251 001 R0064	0.125	10
	8	S 201-C 8	2CDS 251 001 R0084	0.125	10
	10	S 201-C 10	2CDS 251 001 R0104	0.125	10
	13	S 201-C 13	2CDS 251 001 R0134	0.125	10
	16	S 201-C 16	2CDS 251 001 R0164	0.125	10
	20	S 201-C 20	2CDS 251 001 R0204	0.125	10
	25	S 201-C 25	2CDS 251 001 R0254	0.125	10
	32	S 201-C 32	2CDS 251 001 R0324	0.125	10
	40	S 201-C 40	2CDS 251 001 R0404	0.125	10
50	S 201-C 50	2CDS 251 001 R0504	0.125	10	
63	S 201-C 63	2CDS 251 001 R0634	0.125	10	
U _{Bmax} 440 V ~					
2	0.5	S 202-C 0.5	2CDS 252 001 R0984	0.250	5
	1	S 202-C 1	2CDS 252 001 R0014	0.250	5
	1.6	S 202-C 1.6	2CDS 252 001 R0974	0.250	5
	2	S 202-C 2	2CDS 252 001 R0024	0.250	5
	3	S 202-C 3	2CDS 252 001 R0034	0.250	5
	4	S 202-C 4	2CDS 252 001 R0044	0.250	5
	6	S 202-C 6	2CDS 252 001 R0064	0.250	5
	8	S 202-C 8	2CDS 252 001 R0084	0.250	5
	10	S 202-C 10	2CDS 252 001 R0104	0.250	5
	13	S 202-C 13	2CDS 252 001 R0134	0.250	5
	16	S 202-C 16	2CDS 252 001 R0164	0.250	5
	20	S 202-C 20	2CDS 252 001 R0204	0.250	5
	25	S 202-C 25	2CDS 252 001 R0254	0.250	5
	32	S 202-C 32	2CDS 252 001 R0324	0.250	5
	40	S 202-C 40	2CDS 252 001 R0404	0.250	5
50	S 202-C 50	2CDS 252 001 R0504	0.250	5	
63	S 202-C 63	2CDS 252 001 R0634	0.250	5	
U _{Bmax} 440 V ~					
3	0.5	S 203-C 0.5	2CDS 253 001 R0984	0.375	1
	1	S 203-C 1	2CDS 253 001 R0014	0.375	1
	1.6	S 203-C 1.6	2CDS 253 001 R0974	0.375	1
	2	S 203-C 2	2CDS 253 001 R0024	0.375	1
	3	S 203-C 3	2CDS 253 001 R0034	0.375	1
	4	S 203-C 4	2CDS 253 001 R0044	0.375	1
	6	S 203-C 6	2CDS 253 001 R0064	0.375	1
	8	S 203-C 8	2CDS 253 001 R0084	0.375	1
	10	S 203-C 10	2CDS 253 001 R0104	0.375	1
	13	S 203-C 13	2CDS 253 001 R0134	0.375	1
	16	S 203-C 16	2CDS 253 001 R0164	0.375	1
	20	S 203-C 20	2CDS 253 001 R0204	0.375	1
	25	S 203-C 25	2CDS 253 001 R0254	0.375	1
	32	S 203-C 32	2CDS 253 001 R0324	0.375	1
	40	S 203-C 40	2CDS 253 001 R0404	0.375	1
50	S 203-C 50	2CDS 253 001 R0504	0.375	1	
63	S 203-C 63	2CDS 253 001 R0634	0.375	1	
U _{Bmax} 440 V ~					

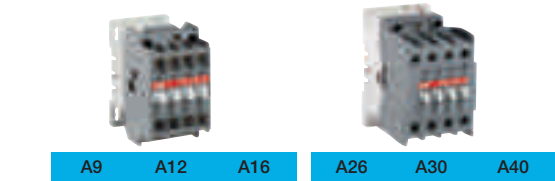
Contadores tripolares A., AF.,

Conexión de circuitos de c.a.

Conexión de motores de jaula de ardilla trifásicos

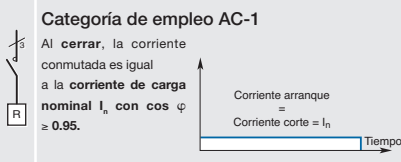


AC-3	Potencia nominal	$\theta \leq 55^\circ\text{C}$, 400 V
AC-3	Intensidad nominal de empleo	$\theta \leq 55^\circ\text{C}$, 400 V $\theta \leq 55^\circ\text{C}$, 415 V $\theta \leq 55^\circ\text{C}$, 690 V



	A9	A12	A16	A26	A30	A40
kW	4	5.5	7.5	11	15	18.5
A	9	12	17	26	32	37
A	9	12	17	26	32	37
A	7	9	10	17	21	25

Conexión de circuitos resistivos



AC-1	Intensidad nominal de empleo	$\theta \leq 40^\circ\text{C}$ $\theta \leq 55^\circ\text{C}$ $\theta \leq 70^\circ\text{C}$
Con sección transversal del conductor		
Tensión nominal de empleo		

A	25	27	30	45	55	60
A	22	25	27	40	55	60
A	18	20	23	32	39	42
mm²	2.5	4	4	6	10	16
V	690					

Contadores tripolares

Selección y pedido

- ▶ Seleccionar el tipo de contactor.
- ▶ Indicar la tensión de bobina del contactor de acuerdo con la alimentación del circuito de mando.
(Indicar la tensión de bobina en un texto legible).



C.A. Alimentación del circuito de mando **Tipos**

C.A. & C.C. Alimentación del circuito de mando **Tipo**
(Bobina electrónica)

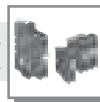
A9-30-10 A12-30-10 A16-30-10	A26-30-10 A30-30-10 A40-30-10
-	-

Accesorios principales del contactor

Selección y pedido

- ▶ Seleccionar el tipo de accesorio e indicar los datos necesarios en un texto legible.

Contactos auxiliares



CA5-.., 1 polo, **CAL5-..**, 2 polos
CAL18-.., 2 polos

Tipos

CA5-10 , 1 polo, montaje frontal 1 x N.A.	CA5-01 , 1 polo, montaje frontal 1 x N.C.
---	---

Temporizadores



TP.., Neumático
CT, Electrónico
Tensiones de alimentación: 24 V c.a./c.c., 110 ... 120; 220 ... 240; 380 ... 440 V c.a.

Tipos

TP40DA, TP180DA Neumático a la conexión - Montaje frontal	TP40IA, TP180 IA
CT-SDE Electrónico a la conexión - Montaje independiente en carril DIN	

Enclavamientos



VE 5-.., Mecánico / Eléctrico
VM..., Mecánico
montaje entre 2 contactores

Tipos

VE5-1
VM5-1

Antiparasitarios



RV.., (Varistor) c.a./c.c.
RC.., (Condensador) c.c.

Tipos

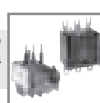
RV5
RC5-1

Protección de los motores trifásicos

Selección y pedido

- ▶ Seleccionar el tipo de relé y el rango de ajuste de acuerdo con la corriente de plena carga del motor.

Relés de sobrecarga



TA..DU.., Relé térmico
E..DU.., Relé electrónico
Tiempo de arranque estándar 2 ... 10 s
clase de disparo 10 A

Tipos

y rango de ajuste en amperios

TA25DU...	TA42DU
0.10... 0.16 1.0... 1.4 3.5... 5.0 13... 19	22... 32
0.16... 0.25 1.3... 1.8 4.5... 6.5 18... 25	29... 42
0.25... 0.40 1.7... 2.4 6.0... 8.5 24... 32	
0.40... 0.63 2.2... 3.1 7.5... 11	
0.63... 1.0 2.8... 4.0 10... 14	
E16DU...-10	E45DU...
0.1... 0.32 0.9... 2.7 5.7... 18.9	9... 30 15... 45
0.3... 1.0 2... 6.3	

