

ÍNDICE PFC1

ÍNDICE PFC1	51
Capítulo 1: Introducción.....	53
1.1. Objeto del proyecto.....	53
1.2. Motivación	53
1.3. Alcance del proyecto	53
1.4. Interacción con otros proyectos	54
Capítulo 2: Ingeniería de concepción	55
2.1. Consideraciones iniciales.....	55
2.1.1. Definición embarcación de recreo	55
2.1.2. Características de dimensionado y de estructura	55
2.1.3. Características funcionales	56
2.1.4. Necesidades instalación eléctrica	57
2.2. Estado del arte	58
2.3. Alternativas posibles	59
2.4. Alternativa a desarrollar	60
2.5. Viabilidad.....	61
2.5.1. Viabilidad técnica	61
2.5.2. Viabilidad de recursos	61
2.5.3. Viabilidad económica	61
2.6. Diagrama de Gantt.....	62
Capítulo 3: Consideraciones finales	65
3.1. Conclusiones	65
3.2. Referencias	66

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del Proyecto de Fin de Carrera es acreditar de forma global la formación adquirida en la Escuela, que justifique la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad Electricidad Industrial. Se trata del desarrollo de un trabajo personal, de profundización y de síntesis dentro del ámbito de conocimientos de los estudios realizados.

El presente proyecto final de carrera, con título "*diseño de una nano-red eléctrica para embarcaciones de recreo*", pretende el estudio y diseño de la red eléctrica de potencia para embarcaciones recreativas con una longitud de eslora comprendida entre los 15 y los 24m.

1.2. Motivación

La principal motivación de este proyecto es superar el PFC, requisito imprescindible para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, en la especialidad de electricidad.

Además este proyecto está asociado al mundo de la náutica, el cual es un mundo completamente desconocido por los proyectistas e invita a afrontar nuevos retos, teniendo la oportunidad de asimilar y descubrir nuevos conocimientos, así como la aplicación de otros muchos aprendidos durante los estudios.

1.3. Alcance del proyecto

Con este proyecto se pretende dimensionar y diseñar la instalación eléctrica de potencia de una embarcación de recreo, comprendida entre 15 y 24m, teniendo en cuenta las cargas eléctricas de las que dispondrá la embarcación y sabiendo las diferentes alimentaciones eléctricas necesarias para cada uno de los

dispositivos, así como los diferentes estados en los cuales puede estar el barco dependiendo de los cuales el origen de la energía eléctrica podría variar según conveniencia.

1.4. Interacción con otros proyectos

El actual proyecto se realiza simultáneamente con otros dos proyectos relacionados al descrito. Esto implica que este proyecto se realice teniendo en cuenta los otros dos proyectos.

Son los siguientes:

Sistema HVAC para embarcaciones de recreo.

Se realizará el diseño y cálculo de un sistema HVAC y de ACS en una embarcación de recreo de dimensiones comprendidas entre 15 y 24 m de eslora. Esto se traduce en una elección del sistema de climatización y de ACS según criterios profesionales (basados en un estudio de las condiciones climáticas y constructivas de la embarcación, y de las exigencias de confort de los usuarios), el cálculo de la red de conductos de ambas instalaciones que garanticen el suministro adecuado y la elección de la maquinaria y elementos necesarios para el funcionamiento y control de estas.

Realizado por Eduard Joaquim Reig Viader.

SCADA para embarcaciones de recreo.

Con este proyecto se pretende realizar un sistema SCADA para las embarcaciones de recreo. Consiste en integrar la información que nos proporcionan los diferentes equipos electrónicos para poder analizar los datos y poder así generar alarmas, informes, históricos,... mejorando la seguridad de la embarcación. A su vez, es capaz de supervisar o controlar los sistemas de confort que podemos encontrar (climatización, electrodomésticos, iluminación,...).

Este sistema SCADA está compuesto por hardware y software. Por un lado, el hardware estará formado por el ordenador principal, los equipos que utilizan las embarcaciones de recreo, los PLCs y las redes de potencia y datos. Y por el otro lado, el software instalado en los PLCs y en el ordenador central (software SCADA), donde se pueda proporcionar la comunicación entre los diferentes dispositivos de la embarcación, para que se puedan controlar de forma automática desde la pantalla del ordenador.

Realizado por Jose Antonio Quintana Ruiz.

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA DE CONCEPCIÓN

2.1. Consideraciones iniciales

2.1.1. Definición embarcación de recreo

En primer lugar es necesario definir el concepto de embarcaciones de recreo.

Según el artículo 2.1 del RD 1434/1999, del 10 de septiembre, se consideran embarcaciones de recreo aquellas de todo tipo, con independencia del medio de propulsión, que tengan eslora de casco comprendida entre 2,5 y 24 m, proyectadas y destinadas para fiscal recreativos y deportivos, y que no transporten más de 12 pasajeros.

Esta definición es corroborada posteriormente por el RD 2127/2004, de 29 de octubre, en su artículo 3.a, ampliando su ámbito a su utilización con fines de lucro (arrendamientos) o con fines de entretenimiento para la navegación de recreo.

Las embarcaciones de recreo no pueden realizar actividades de transporte de cargas o de pasajeros ni de pesca no deportiva, es decir comercial.

2.1.2. Características de dimensionado y de estructura

Concretamente, como objeto de trabajo de este proyecto, se están dimensionando embarcaciones de recreo a motor, de longitud desde la proa hasta la popa (eslora) entre 15 y 24 metros (aprox. de 50 a 80 pies). Y la parte

más ancha del barco, de estribor a babor (manga) se considera entre 4 y 6 metros.

Se establece en 15 metros la eslora mínima, ya que las de menor eslora se utilizan principalmente para trayectos cortos, de poca duración (tienen el depósito de combustible pequeño), y su reducido precio limita mucho sus accesorios.

Las embarcaciones tienen una estructura interior reducida, que se tiende a distribuir como en una vivienda, con 2/3/4 habitaciones (camarotes), 1 o 2 baño/s y comedor-cocina, además necesita una sala de máquinas, zona/s para la navegación y depósitos de combustible, agua potable y aguas residuales.

Todos estos espacios hacen que la estructura tenga que aprovecharse al máximo. Precisamente por esto, se hace necesario reducir el cableado, tanto el de potencia como el de datos, y también los equipos electrónicos que se consideren oportunos.

También la cubierta de la embarcación esta aprovechada, utilizándose la proa como zona de relax donde poder estar tumbado o sentado, pudiendo acceder a ella normalmente por unos pasillos laterales, ya que en este tipo de embarcaciones, solemos encontrar una superestructura que eleva a otra planta más la embarcación, con otra zona para la navegación y el relax.

2.1.3. Características funcionales

Actualmente las embarcaciones tienen tres tipos de funcionamiento o abastecimiento de energía diferentes. Estos sistemas dependen de la situación del barco: si este se encuentra navegando, si se encuentra varado o anclado en puerto.

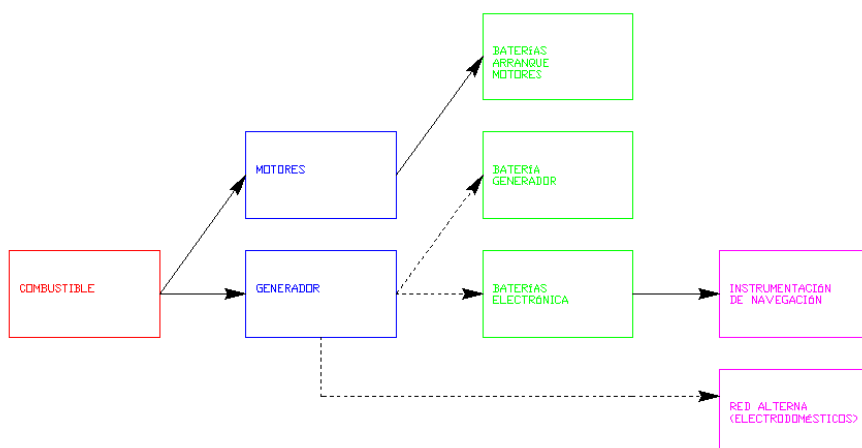
Dependiendo de la situación del barco el suministro eléctrico toma diferentes vías que son las aquí detalladas:

a) Suministro eléctrico del barco cuando este se encuentra navegando.

El motor viene provisto de un alternador el cual carga las baterías de arranque del mismo mientras el motor está en funcionamiento.

Las baterías encargadas del abastecimiento de la línea de corriente continua en este momento no tienen suministro con lo que todo el sistema que compone esta línea es alimentado del grupo de baterías.

El barco está provisto de un grupo electrógeno que proporciona la tensión a la línea de 230V que es la encargada de suministrar la potencia necesaria a los



electrodomésticos, aire acondicionado y demás componentes de dicha línea.

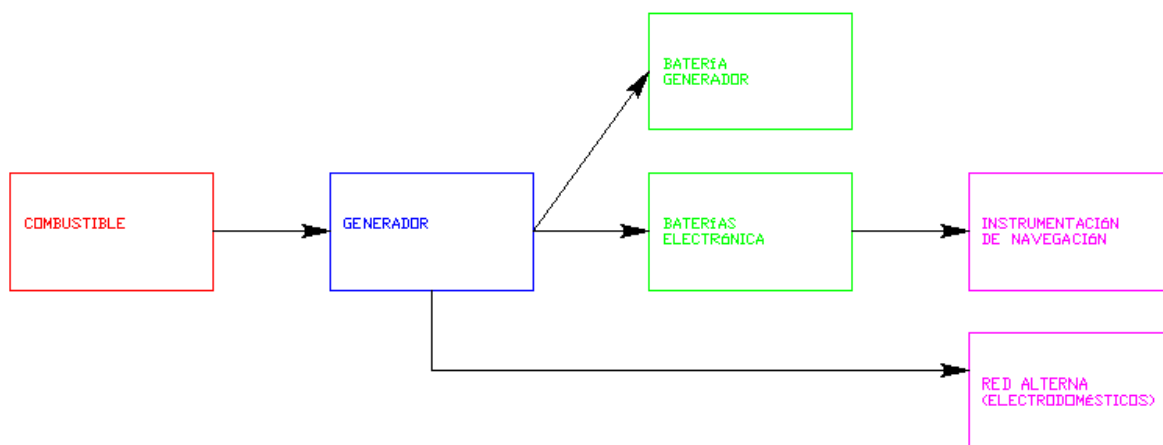
La línea discontinua indica que el generador puede o no estar en funcionamiento, dependiendo de las necesidades del usuario mientras el barco navega.

b) Suministro eléctrico del barco varado.

Principalmente el funcionamiento del barco varado es con motor parado con lo que las baterías de arranque no reciben carga del alternador.

Para el suministro de paramenta de la línea de corriente continua se encarga el grupo de baterías.

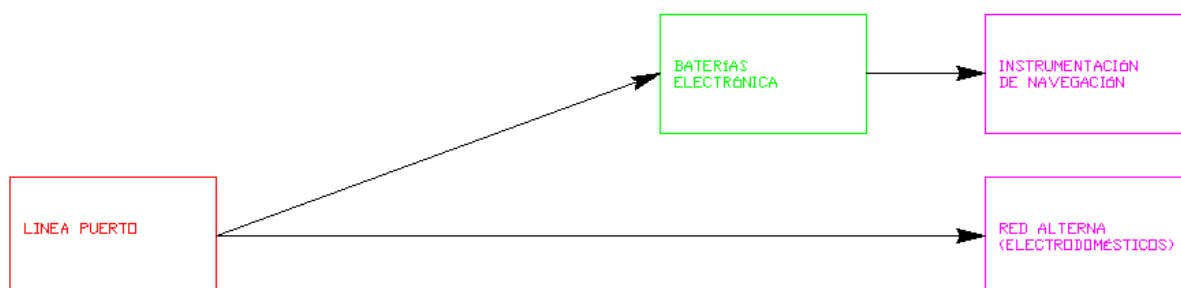
En este momento es cuando más se utiliza la red de 230V ya que es cuando más se usan los aparatos conectados a la línea tales como electrodomésticos, aire acondicionado, calefacción y demás receptores. Con lo que entrará en funcionamiento el grupo electrógeno.



c) Suministro eléctrico del barco en puerto

La mayoría de puertos están provistos de suministro eléctrico para los barcos, estas líneas de alimentación suelen ser de 230V monofásicos o 400V trifásicos, aunque la más utilizada es de 230V monofásicos.

Mientras la embarcación está atracada en puerto la línea de alimentación se encargara de alimentar a la red de 230V del barco con lo que el grupo electrógeno no entrará en funcionamiento, también se encargara de alimentar al cargador de baterías y este a su vez cargará al grupo de baterías del circuito de corriente continua.



2.1.4. Necesidades instalación eléctrica

En la actualidad las embarcaciones tienen una gran cantidad de dispositivos para navegación, comunicación e iluminación que suele ser alimentada por una línea de corriente continua.

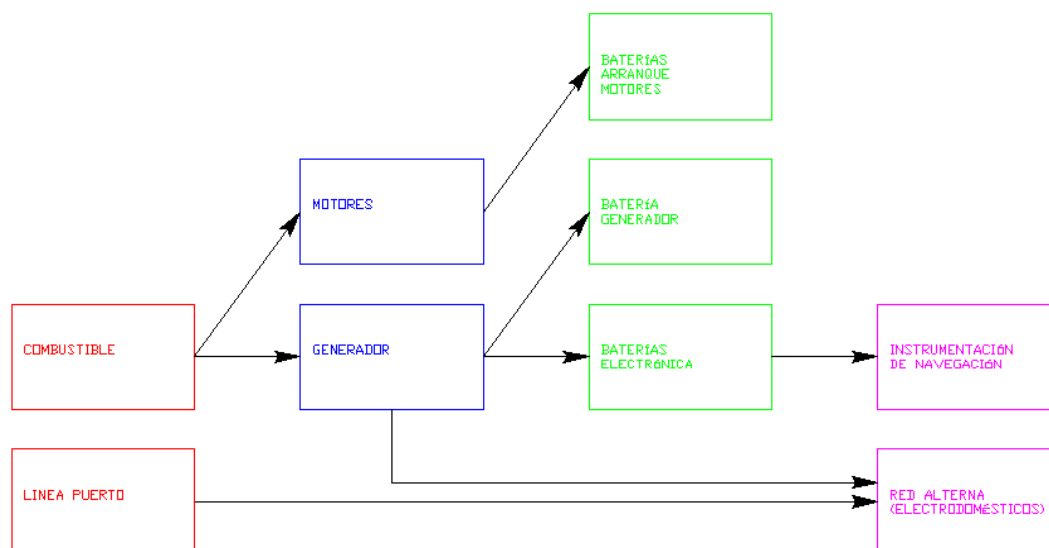
También disponen de una línea de 230V que alimenta todo tipo de electrodomésticos, sistemas de climatización y demás paramenta.

Para garantizar el suministro eléctrico en la embarcación es necesario contar con un grupo de baterías que será el encargado de abastecer a la red de corriente continua, que en caso de descarga parcial será alimentado por un cargador de baterías.

La línea de 230V es alimentada por un grupo electrógeno.

Y las baterías de arranque para el motor son cargadas directamente con los alternadores de este.

Las embarcaciones también están provistas de tomas de alimentación de 230V monofásicos y 400V trifásicos para la conexión de estas en puerto, para poder



realizar la carga de baterías y evitar el funcionamiento del grupo electrógeno.

El diagrama de bloques de funcionamiento de la red eléctrica del barco es el siguiente:

2.2. Estado del arte

En la actualidad como ya se ha comentado anteriormente las embarcaciones cada vez disponen de más dispositivos tanto para la navegación como para el confort.

Al disponer cada vez de más dispositivos es necesario aumentar la instalación, que actualmente no dispone de ningún tipo de normativa o instalación estándar. Esto se debe a que las personas que normalmente poseen este tipo de embarcaciones son de un nivel adquisitivo alto y dichas embarcaciones se hacen prácticamente por encargo y personalizadas, lo que hace aun más difícil seguir un protocolo estándar de instalación.

Todo esto provoca que las instalaciones sean caóticas y que a la hora de diagnosticar y reparar cualquier tipo de avería sea, en algunos casos, muy

complicado y requiera siempre la actuación de personal especializado ya que por norma general los propietarios no tienen conocimiento ni medios más sencillos con los que poder actuar.

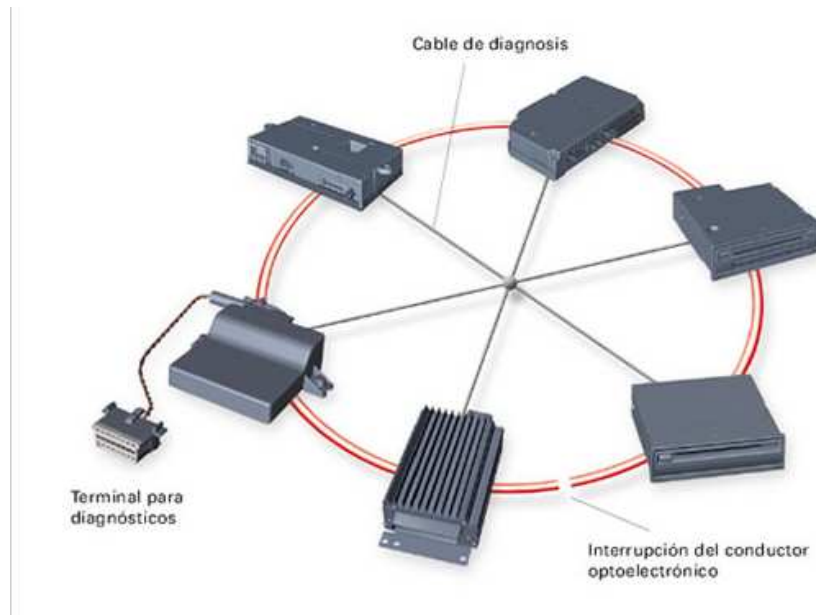
En muchas reparaciones, se realizan montajes paralelos a las líneas averiadas, debido a la dificultad para acceder al cableado deteriorados para retirarlo, con lo cual empeora la situación de la instalación y de futuras reparaciones. Lo que provoca que averías de fácil resolución terminen siendo grandes quebraderos de cabeza para los técnicos especializados debido al desorden y a la masificación de cables.

En algunas embarcaciones esto se está trabajando con instalaciones semejantes a las instalaciones domóticas utilizadas en vivienda, que permiten al usuario con pocos conocimientos en la materia poder diagnosticar y gobernar la embarcación.

También se ha reducido mucho el consumo eléctrico con la aportación de la iluminación interna tipo Led, haciendo posible la iluminación con el circuito de corriente continua y evitando así un mayor trabajo del grupo electrógeno.

2.3. Alternativas posibles

Las alternativas posibles pasan siempre por mejorar el tipo de instalación eléctrica ya que cada vez contiene mayor cantidad de cableado debido al aumento de dispositivos.



Investigando el mundo del automóvil encontramos en la marca BMW y su serie 7 que utilizan un tipo de cable de fibra óptica que rodea el vehículo (anillo most) y que este abastece de información a un grupo de módulos electrónicos, con esto se consigue una reducción muy grande de cableado, la cual tiene como ventajas una mejor diagnosis de futuras averías y una reducción considerable del peso total del automóvil debido al peso de los conductores, aunque esta reducción de peso no será tan importante en una embarcación.

Otra de las alternativas estudiadas es la posibilidad de realizar una instalación parecida a las instalaciones domóticas utilizadas en las viviendas y que actualmente se empieza a utilizar en las embarcaciones recreativas para personas con un alto nivel adquisitivo. Entre las muchas ventajas de la domótica encontramos su facilidad para la diagnosis de averías, la gobernabilidad de los dispositivos así como su eficacia en el aumento del rendimiento energético.



Otra opción posible es la de utilizar sub-cuadros, como en las instalaciones industriales. Lo que se pretende con este tipo de instalaciones es la reducción de cableado, ya que de cada sub-cuadro saldrán ramificaciones para cada uno de los dispositivos necesarios de la zona asignada para ese sub-cuadro.

De tal modo que la opción de diseñar la embarcación mediante sub-cuadros y domótica parece una posibilidad interesante a tener en cuenta.

Una vez estudiado la posibilidad anterior, encontramos posible la utilización de un cable único.

2.4. Alternativa a desarrollar

Teniendo en cuenta las alternativas posibles, la elegida para realizar este proyecto es una mezcla de todas.

Visto que las embarcaciones carecen de cualquier tipo de protocolo de instalación eléctrica y la necesidad imperiosa de reducir cableado para una mejor diagnosis y reparación, la propuesta a desarrollar es la de realizar un protocolo de instalación estándar para cualquier tipo de embarcación de 15 a 24 m.

Se realizará un estudio de todos los componentes necesarios para la embarcación, comprendidos en los campos de comunicación, navegación, seguridad y confort.

De aquí se extraerán las cargas máximas de cada tipo de embarcación diferenciándolos principalmente por su longitud y realizando una tabla de secciones para cada uno de los rangos de longitud de eslora de la embarcación.

Este protocolo se basará en el tipo de instalación aquí descrito.

Del cuadro principal de la embarcación saldrá un cable único que abastecerá a una serie de sub-cuadros, estos sub-cuadros alimentarán a los dispositivos

asociados a cada una de las diferentes estancias, ya sean de comunicación, navegación, seguridad o confort.

Los sub-cuadros podrán ser domóticos o de instalación convencional, esto estará sujeto a las prestaciones requeridas por el cliente.

En cuanto al cable único que sale del cuadro y alimenta a las sub-cuadros, se realizará un estudio para cerciorarse si es mejor la fabricación de un cable en el que se puedan llevar la línea de corriente continua, la línea de 230V y la línea de comunicación o por otro lado la fabricación de un tipo de alojamiento para estos, tipo canaleta.

Si el tipo de conducción es la de canaleta se procederá al diseño de esta.

2.5. Viabilidad

En este apartado se pretende realizar un estudio de las diferentes viabilidades necesarias que deberá tener el proyecto.

2.5.1. Viabilidad técnica

El proyecto presenta una viabilidad técnica importante, ya que actualmente el mundo de las embarcaciones de recreo no dispone de un protocolo de instalación a seguir, con lo cual, cada fabricante realiza el diseño eléctrico de las embarcaciones de manera independiente.

Técnicamente creemos que es un proyecto muy atractivo debido a la falta de unificación de criterios ya que actualmente la rama eléctrica dispone de recursos suficientes para la realización de éste.

Con la unificación de criterios para la creación de un protocolo se podrá garantizar una importante disminución del número de cables, una mejora en la diagnosis de averías y un mejor mantenimiento de la instalación.

2.5.2. Viabilidad de recursos

En cuanto a la viabilidad de recursos, tenemos diferentes campos tales como la aviación o la automoción, así como las nuevas tecnologías para la industria y viviendas, que están mucho más desarrollados en el aspecto eléctrico. Además, gracias al avance de la electrónica, cada vez tenemos más dispositivos que nos ayudan a suplir las necesidades que nos plantean este tipo de embarcaciones.

Por lo tanto el proyecto es viable en cuanto a recursos se refiere.

2.5.3. Viabilidad económica

El estudio económico del proyecto lo basaremos exclusivamente en el coste de personal, ya que todavía no tenemos conocimiento de los costes materiales del proyecto, dado que hay que hacer un estudio y una elección de materiales previa, que se realizará al comienzo del PFC2.

Concepto	Coste (€/h)	Horas (h)	Coste (€)
Investigación	38	280	10.640
Ingeniería	38	450	17.100
Administración	15	65	975
Total			28.715

2.6. Diagrama de Gantt

Para planificar el PFC2, se determinan las funciones y tareas a realizar, representadas en un diagrama temporal de Gantt, donde se puede observar las prelación que se establecen.

Tarea	Descripción	Fechas
A	Publicación listas orden de matrícula	7 febrero 2011*
B	Matrícula del PFC2	8 - 9 febrero*
C	Conocimiento de cargas necesarias	10 - 16 febrero
D	Dimensionado alimentación y división cargas por zonas	17 - 24 febrero
E	Estudio y elección del cableado principal de la embarcación	25 febrero - 10 marzo
F	Hoja de seguimiento del PFC2	7-18 marzo*
G	Cálculo cables según dimensiones embarcación y realización de tabla	11 marzo - 1 abril
H	Realización esquemas eléctricos y diseño canaleta	1 abril - 12 mayo
I	Entrega de encuestas PFC2	13 mayo - 10 junio*
J	Redacción de la memoria PFC2	13 mayo - 14 junio
K	Entrega PFC2	15 junio*
L	Preparación de la defensa	15-28 junio
M	Defensa PFC2	29 junio - 4 julio*

*Fechas fijadas por la EUETIB.

En la tarea C (conocimiento de cargas necesarias) se realizará conjuntamente con los otros dos proyectos relacionados, de manera que se pondrán en común las cargas que necesita la embarcación.

En la tarea D (dimensionado alimentación y división cargas por zonas) se realizará la distribución de las cargas acordadas en la tarea C.

En la tarea E (estudio y elección del cableado principal de la embarcación) se realizará un estudio de las diferentes posibilidades de cable que cumplan con los requisitos técnicos para una embarcación. Posteriormente se realizará la elección del más apropiado.

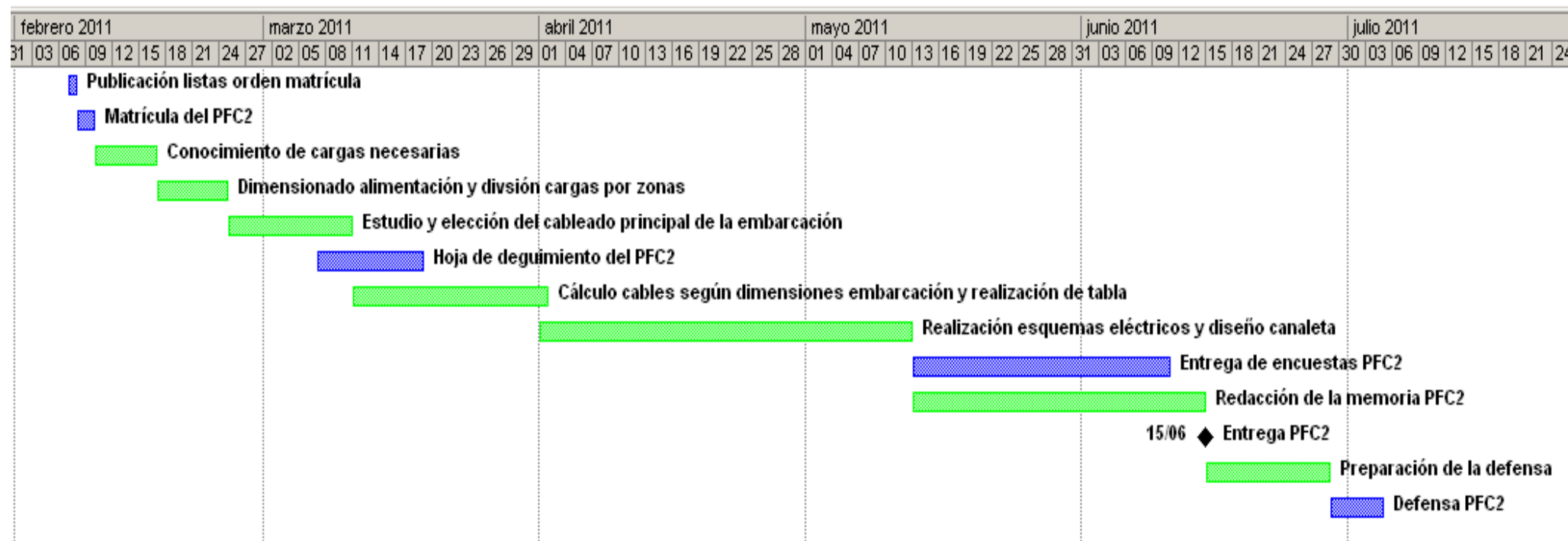
En la tarea G (cálculo cables según dimensiones embarcación y realización de tabla) se determinará las características del cable seleccionado según un baremo de esloras distintas, comprendidas entre 15 y 24m. Se realizará una tabla con el cable a instalar, dependiendo de la eslora de la embarcación.

En la tarea H (realización esquemas eléctricos y diseño canaleta) se realizará el diseño de los esquemas eléctricos. Se procederá al diseño de la canaleta, si ésta fuera necesaria.

En la tarea J (redacción de la memoria PFC2), se procederá a la redacción de todo el proyecto.

En la tarea L (preparación de la defensa) se realizarán las diapositivas pertinentes para la presentación y exposición del PFC2 ante el tribunal.

En la siguiente página podemos observar el diagrama de Gantt.



CAPÍTULO 3:

CONSIDERACIONES

FINALES

3.1. Conclusiones

El mundo de la náutica de recreo está poco desarrollado en cuanto a la mejora de la instalación, y con la realización de este proyecto se creará un protocolo de instalación estándar, con lo que se podrá garantizar una importante disminución del número de cables, una mejora en la diagnosis de averías y un mejor mantenimiento de la instalación.

Tanto si el usuario escoge una instalación con PLCs, como si ésta es una instalación convencional a través de sub-cuadros, el usuario no deberá tener grandes conocimientos en la materia para la localización de las averías, ya que con esta distribución queda marcado emplazamiento concreto de la misma.

En estas instalaciones se preverán posibles ampliaciones, para futura paramenta o receptores, facilitando la instalación de éstos.

Si todos los fabricantes acaban siguiendo este protocolo, se conseguirá que ante cualquier avería de cualquier embarcación, no sea estrictamente necesario acudir al fabricante de la misma, sino que podrá ser reparada en cualquier centro otro centro especializado.

Junto con los otros dos proyectos que se llevan a cabo de forma paralela ("SCADA para embarcaciones de recreo" y "Sistema HVAC para embarcaciones de recreo"), y la mejora que estos proponen, obtendremos un gran avance en cuanto a proyecto de embarcaciones de recreo se refiere, tanto en la red

eléctrica de potencia, como en la red de transferencia de datos y comunicación entre diferentes dispositivos, así como la climatización y gestión de aguas, integrando en todo esto una mejor gestión y rendimiento de la energía.

3.2. Referencias

Entre todas las referencias dispuestas en este apartado, cabe destacar la importancia de la visita a la 49ª edición del salón náutico de Barcelona, de donde se pudo extraer mucha información, catálogos y conocimientos referentes al mundo de la náutica. Las referencias más importantes son las siguientes:

ABB, fabricante de tecnologías electrotécnicas. <http://www.abb.com/>

Barcelona World Race. <http://www.barcelonaworldrace.org/>

Escuela Euetib. <http://www.euetib.upc.edu>

Fabricante de cables eléctricos. <http://www.telecnor.es/>

Fabricante de cables eléctricos.
http://esgeneralcable.convertlanguage.com/generalcable/enes/24/_generalcable_com/GeneralCable/en-US/Products/OffshoreAndMarineShipboardCables/

Garmin, fabricante de equipos electrónicos náuticos. <http://www.garmin.com/es/>

Información náutica. <http://www.elportaldelosbarcos.es/>

Información técnica de instalaciones de embarcación. <http://www.fondear.org>

Proyectos final de carrera Euetib.
<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/4824>

Raymarine, fabricante de equipos electrónicos náuticos.
<http://www.raymarine.com/>

Schneider Electric, fabricante de todo tipo de material eléctrico.
www.schneiderelectric.es/

Wikipedia. <http://es.wikipedia.org/>