

Diseño e Implementación de los Sistemas Eléctrico y Electrónico de un Barco Atunero

Jorge Luis Mendoza Narea
MSc. Miguel Eduardo Yapur Auad
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
lumendoz@espol.edu.ec, myapur@espol.edu.ec

Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de presentar el equipamiento eléctrico y electrónico que se encuentra en los barcos de pesca de eslora igual o superior a 24 metros, incluyendo también aquellas embarcaciones de menor eslora que realizan tareas similares. A través de análisis e investigación se desea determinar los detalles técnicos presentes en este tipo de equipamiento, y además establecer una adecuada infraestructura, donde los diferentes equipos electrónicos puedan integrar distintos tipos de información. En un barco atunero participan diversos sistemas y cada uno de ellos cumple funciones específicas en las faenas de pesca. Para cumplir los propósitos de este estudio, se analizan los distintos escenarios de trabajo, con el objetivo de montar un adecuado sistema eléctrico capaz de alimentar, sin inconvenientes, los diferentes consumidores, presentes en la embarcación. Finalmente, este proyecto tiene también el propósito de establecer el equipamiento electrónico básico que deben tener estas embarcaciones para optimizar los procesos de búsqueda del pescado.

Palabras Claves: Barcos de pesca, equipamiento eléctrico, equipamiento electrónico.

Abstract

This paper presents the electric and electronic equipment that is located in fishing boats whose lengths are over 24 meters, including small vessels that perform similar tasks. Through analysis and research are determined technical details present in this type of equipment, and also an appropriate infrastructure, where different electronic equipment can integrate different types of information. To fulfill the purposes of this study, different work scenarios, with the goal of providing adequate electrical system powering to different consumers are analyzed. Finally, this project also aims to establish the basic electronic equipment of these boats to optimize the process for searching the fish.

Keywords: Fishing boats, electrical equipment, electronic equipment.

1. Introducción

Este proyecto está enfocado en el estudio del equipamiento eléctrico y electrónico de barcos atuneros de eslora igual o superior a 24 metros; para este tipo de embarcaciones deben considerarse prescripciones especiales, por las condiciones de trabajo de la tripulación, por los sectores de navegación y, por el peligro durante las operaciones de pesca. Con este proyecto se desea proporcionar un conocimiento amplio y necesario en la infraestructura y equipamiento de barcos de pesca, para que un técnico pueda desenvolverse con gran eficacia en el campo de las embarcaciones pesqueras. Se tratan generalidades referentes a la aplicación de la electricidad y la electrónica en el área naval. Referente al área eléctrica, se tratan los diferentes sistemas que necesitan de abastecimiento eléctrico para su

funcionamiento y el estudio de las necesidades de energía para la elección de los grupos electrógenos. Este trabajo se enfoca también en el equipamiento electrónico que deben tener las embarcaciones atuneras para facilitar la navegación, las comunicaciones, la pesca y las decisiones respecto a los factores meteorológicos. Finalmente se abarca la implementación de los sistemas eléctrico y electrónico mencionados; resaltando aquellos detalles técnicos importantes cuando se realizan este tipo de instalaciones.

2. Electricidad y Electrónica aplicadas al Área Naval.

La energía eléctrica es usada a bordo de las embarcaciones para satisfacer la demanda de los

diferentes sistemas que conforman el barco; para cumplir con los requerimientos de energía eléctrica de todos estos sistemas, se debe tener a bordo una fuente constante de electricidad y los elementos necesarios para la distribución, control, accionamiento y protección. La electrónica se encuentra presente también en el área naval, con equipos que pueden interconectarse para brindar enormes beneficios durante las operaciones marinas, influyendo directamente en la búsqueda del pescado, en la ayuda para que la navegación sea más segura, en las comunicaciones, en la meteorología y en la operación de los distintos componentes de la embarcación.

3. Sistema Eléctrico de un Barco Atunero

El sistema eléctrico de un barco atunero está constituido por un conjunto de elementos cuya finalidad es la producción, el transporte y la distribución de la energía eléctrica; incluye, además de la fuente principal de energía, un conjunto de elementos que permiten satisfacer la demanda de los consumidores de la embarcación. Este sistema debe estar dotado de una serie de protecciones que ofrezcan seguridad a los aparatos que estén conectados, así como a las personas que los utilizan. Es preciso estimar la carga conectada y los períodos probables durante los cuales todos, o una parte de los consumidores funcionan al mismo tiempo. Este número de cargas, susceptibles de funcionar simultáneamente se determinará, de acuerdo con el estudio de los escenarios, durante las operaciones y maniobras de la embarcación. El análisis de estos escenarios es una parte fundamental para determinar la potencia de los grupos electrógenos a instalarse.

3.1 Fuente de Energía Principal

Un barco atunero debe contar con una fuente principal de energía, la cual tendrá la función de suministrar energía eléctrica a la embarcación en condiciones normales de trabajo. Esta fuente estará conformada por dos o más grupos electrógenos. Su potencia deberá satisfacer las necesidades de la embarcación. Es importante que se considere el hecho de que esta fuente estará ubicada en un ambiente marino cuando se realice su selección. Para efectuar la tarea de dimensionar correctamente los grupos electrógenos, se debe realizar el estudio de las necesidades de energía en distintos escenarios de carga eléctrica: navegando hacia el caladero, pescando, navegando desde el caladero, en puerto; y, si éstas se efectúan durante el día o la noche.

3.2 Distribución de Energía

El sistema de distribución de energía eléctrica de un barco atunero está conformado por el conjunto de elementos que permitirán energizar, en forma segura y

confiable, un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión. La distribución de energía eléctrica debe realizarse a través de conductores, que salen con acometidas desde el panel principal hacia los paneles secundarios.

3.3 Identificación de las Cargas Eléctricas

Un barco atunero debe estar conformado por diferentes consumidores, y cada uno de ellos cumplirá funciones específicas dentro de la embarcación; según la función que vayan a cumplir, a estos consumidores se los agrupa de la siguiente manera:

Servicios de máquinas: Aquí se incluyen los auxiliares de la maquinaria propulsora, situados normalmente en la sala de máquinas. Entre ellos se incluyen: bomba de circulación, bomba de lubricación y bomba de combustible.

Servicios de casco y cubierta: Comprende aquellos auxiliares, necesarios para la navegación y maniobras como: servo-motor y bomba contra-incendios.

Servicios de operación: Se refiere a los equipos de pesca, de navegación y comunicaciones.

Habilitación: Comprende aquellos consumidores que son usados a bordo por la tripulación y pasajeros. En este grupo se tienen los servicios sanitarios, cocina, ventilación y aire acondicionado.

Alumbrado: Abarca todas las luminarias en sus distintos usos, incluyendo los de sala de máquinas, espacios de carga, zonas de habilitación y luces de navegación.

3.4 Balance Eléctrico

Para elaborar el balance eléctrico debe realizarse el estudio de los diferentes escenarios de trabajo de la embarcación. Las condiciones consideradas en este proyecto son: navegando hacia el caladero, pescando, navegando desde el caladero y en puerto. El procedimiento que se ha seguido para el estudio de estos escenarios es el siguiente: Primero debe calcularse la potencia conectada de cada consumidor, para lo cual se considera la potencia unitaria de cada elemento y el número de unidades en servicio. Posteriormente debe calcularse la potencia consumida en función de la utilización parcial o total de la potencia conectada.

Debe tenerse en cuenta al factor de utilización, el cual tendrá un valor entre "0" y "1", equivalente a la utilización que tenga dicho consumidor en el escenario de trabajo de la embarcación que se esté tratando. Se debe valorar con "1" para aquel elemento que se usa permanentemente, y con valores inferiores acorde a las utilidades parciales que se tenga.

3.5 Elección de los Grupos Electrógenos

La Tabla 1 muestra la potencia eléctrica real requerida por los diferentes escenarios:

Tabla 1. Potencia eléctrica real requerida por escenario de trabajo.

ESCENARIO		POTENCIA [KW]
NAVEGANDO HACIA EL CALADERO	DÍA	153,16
	NOCHE	145,09
PESCANDO	DÍA	490,65
	NOCHE	488,72
NAVEGANDO DESDE EL CALADERO	DÍA	383,49
	NOCHE	334,09
EN PUERTO	DÍA	228,79
	NOCHE	274,86

Para realizar el estudio de la elección de los generadores, se obtiene la potencia eléctrica aparente a partir de los resultados obtenidos; para los fines de este trabajo se considera que el factor de potencia es 0.8. La Tabla 2 muestra la potencia aparente requerida por los distintos escenarios:

Tabla 2. Potencia eléctrica aparente requerida por escenario de trabajo

ESCENARIO		POTENCIA [KVA]
NAVEGANDO HACIA EL CALADERO	DÍA	191,45
	NOCHE	181,36
PESCANDO	DÍA	613,31
	NOCHE	610,9
NAVEGANDO DESDE EL CALADERO	DÍA	479,37
	NOCHE	417,61
EN PUERTO	DÍA	348,49
	NOCHE	343,57

Los grupos electrógenos deben seleccionarse de manera que satisfagan las necesidades de los escenarios planteados eficientemente. Es importante que se consideren los siguientes aspectos durante la elección de los mismos: Los grupos electrógenos no deben operar por encima del 90%; de esta manera se alarga la vida útil de los mismos y se los protege de situaciones de sobrecarga. Otro aspecto importante es que, en condiciones de bajo requerimiento de energía, no trabajen por debajo del 75%, para evitar rendimientos bajos que afecten a la optimización de recursos, pues se encarece el precio por KW.

Debe considerarse también el número de grupos a elegir como importante, porque si se tiene un mayor número de generadores, permite distribuir de mejor forma la energía; sin embargo, el espacio es un factor importante en las embarcaciones ya que los barcos atuneros por sus bodegas y espacios para maquinarias de pesca, tienen bastante restringido el área de la sala de máquinas.

Finalmente, cuando se trate el detalle de los tiempos de duración de cada escenario con respecto a los otros, debe tenerse en cuenta que serán tiempos parecidos y extensos, que es una característica de este tipo de embarcaciones.

4. Sistemas Electrónicos de un Barco Atunero

En la navegación marítima es importante que el capitán tenga acceso a información diversa que le permita tomar decisiones y elegir rutas óptimas; es necesario conocer estos datos para que la embarcación lleve a cabo sus operaciones con seguridad. La tecnología actual brinda a los operarios de estas embarcaciones numerosos aportes, en cuanto a información confiable y variada se refiere.

4.1 Equipos Electrónicos de Ayuda a la Navegación

Estos equipos aportan información importante durante la elección y seguimiento de las rutas; y en las llegadas o salidas de puerto, donde el denso tráfico dificulta las maniobras.

4.2 Equipos Electrónicos de Ayuda a las Comunicaciones

Realizan un papel importante al momento de compartir: ubicaciones de posición; información del barco; información de operaciones y maniobras; y todo tipo de información relacionada a las operaciones marítimas de la embarcación.

4.3 Equipos Electrónicos de Ayuda a la Pesca

Son equipos que optimizan las operaciones de localización y captura; las nuevas tecnologías desarrolladas permiten encontrar bancos de peces más allá de lo que nuestros sentidos nos lo permiten. Existe moderna instrumentación que aporta información de relevancia en las diferentes fases de las faenas de pesca: localización, captura, refrigeración

4.4 Equipos Electrónicos de Ayuda a la Meteorología

Son equipos electrónicos destinados a medir diversas variables y a recibir información meteorológica. Este tipo de información ayuda al momento de la elección de rutas más seguras.

4.5 Sistemas de Intercomunicación entre Equipos Electrónicos Marinos

Son protocolos usados para compartir datos entre equipos electrónicos marinos. En la actualidad existe el protocolo NMEA-0183, el cual ha sido establecido por NMEA (National Marine Electronics Association). Es un protocolo normalizado y estándar entre las diferentes marcas de equipos electrónicos para la transmisión de datos. Para los fines de este trabajo se lo usará como referencia, puesto que es el más

encontrado en las instalaciones actuales, por el hecho de establecer comunicación entre equipos sin importar la marca. Existen también protocolos propietarios, desarrollados por algunos fabricantes de equipos electrónicos marinos. La Tabla 3 muestra los protocolos de comunicación marinos más utilizados en la actualidad.

Tabla 3. Protocolos de comunicación marinos y sus desarrolladores.

PROTOCOLO	DESARROLLADOR
NMEA-0183	NMEA
ROBNET	SIMRAD
B&G NETWORK	B&G
SEA-TALK	RAYMARINE
CAN-BUS	FURUNO

4.6 Ventajas de la Intercomunicación

Los barcos atuneros tienen una diversidad de equipos electrónicos. Éstos permiten conocer diversos factores y en base a ello, se toman decisiones de importancia, durante las operaciones de navegación y en los procesos de búsqueda y captura del atún. Conocer el tamaño del cardumen, la temperatura del agua, la velocidad de desplazamiento de las especies, las corrientes marinas y la ubicación de zonas donde habitualmente se logran capturas, otorgan un mejor rendimiento de las operaciones de pesca. Son numerosas las variables que el personal encargado de tomar decisiones debe visualizar; si no existiera la intercomunicación entre equipos, este personal debería estar continuamente mirando y acercándose a la posición de cada una de las pantallas de los diferentes equipos. La interconexión hace posible que los datos puedan ser transmitidos y puedan visualizarse en equipos diferentes al de origen. De esta manera se logra que, en un equipo puedan visualizarse los datos de los diferentes dispositivos interconectados.

4.7 Protocolo de Comunicación NMEA-0183

Es un protocolo de datos usado para la comunicación entre equipos electrónicos marinos. Actualmente es el protocolo más usado a nivel mundial por haber sido acogido por los diferentes fabricantes de equipos electrónicos marinos. Los datos se transmiten a través de sentencias con caracteres ASCII; cada sentencia comienza con el símbolo "\$" o "!", los datos son delimitados con comas; la cadena de caracteres termina con la secuencia de símbolos correspondiente a retorno de carro y avance de línea. Para transmitir la información NMEA entre los distintos dispositivos, este protocolo usa dos buses de datos, los cuales llegan a los puertos correspondientes de los equipos. Existen puertos para la entrada de datos

denominados "NMEA IN" y puertos para la salida de datos denominados "NMEA OUT". Los equipos que envían datos son llamados TALKER y los dispositivos que reciben estos datos son denominados LISTENER. Un bus de datos NMEA-0183 permite un solo TALKER, pero se puede contar con muchos LISTENERS. La velocidad de transmisión de datos de este protocolo es de 4800 Baudios.

4.8 Interconexión

Existen dispositivos que permiten optimizar las interconexiones entre equipos electrónicos como: NMEA auto-switch, NMEA multiplexer y NMEA buffer. El NMEA auto-switch es un dispositivo que permite agregar, a la red, un equipo con información redundante, para situaciones en que el principal deje de operar. Éste detecta que se ha dejado de recibir información del principal y automáticamente le da paso al equipo redundante. El NMEA multiplexer es un equipo que combina las señales de entrada en una sola; de esta forma hace posible que la información de diversos equipos electrónicos sea compartida a través de una sola señal; esto hace sin duda que se optimice la interconexión y se minimice el cableado. El NMEA buffer permite distribuir múltiples tramas de datos idénticas, a partir de una misma señal.

En la Tabla 4 se pueden visualizar los diversos equipos electrónicos marinos presentes en este tipo de embarcaciones, que es recomendable que sean interconectados; en esta tabla se hace referencia también al tipo de dispositivo, lo cual es un factor importante al elaborar el diagrama de interconexión.

Tabla 4. Equipos electrónicos marinos de un barco atunero.

EQUIPO	TIPO
GPS #1	TALKER
GPS #2	TALKER
RADAR	LISTENER
PROGRAMA DE NAVEGACIÓN	LISTENER
PILOTO AUTOMÁTICO	LISTENER
COMPÁS SATELITAL	TALKER
CORRENTÓMETRO	LISTENER
	TALKER
CORREDERA	LISTENER
	TALKER
ECOSONDA	LISTENER
AIS	TALKER
RADIO VHF	LISTENER
RADIO HF	LISTENER
TELÉFONO SATELITAL	LISTENER
SONAR #1	LISTENER
SONAR #2	LISTENER
SENSOR DE TEMPERATURA	TALKER

A continuación, en la Figura 1 puede visualizarse el diagrama de interconexión de los equipos electrónicos, elaborado en este proyecto, el cual se ha basado en los

aspectos importantes para interconectar equipos electrónicos. Este diagrama ha sido orientado para obtener el máximo rendimiento de la instalación y brindar, a los operadores, la facilidad de contar con información integrada en cada uno de los equipos.

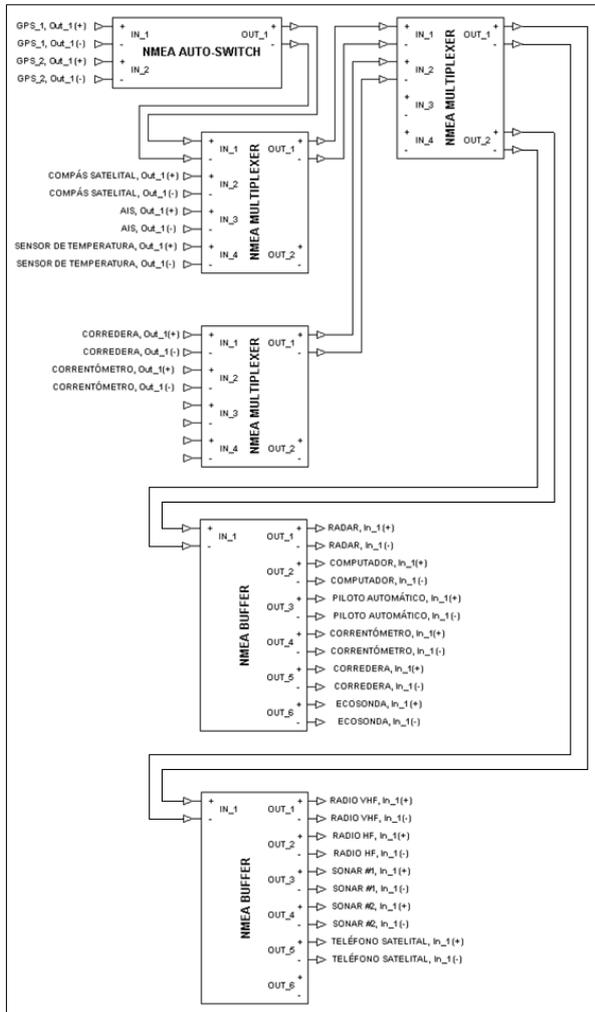


Figura 1. Interconexión entre equipos electrónicos de un barco atunero.

5. Conclusiones

1. Los barcos atuneros deben seguir una serie de consideraciones y normas técnicas que le brindarán una mayor seguridad al barco y al personal que trabaja en él.
2. El análisis del balance eléctrico, en cada uno de los escenarios de trabajo de estas embarcaciones, permite determinar, cuáles grupos electrógenos serán los encargados de abastecer de energía a dichos escenarios.
3. El escenario de trabajo pescando es la situación de mayor consumo abordo, pues entran en funcionamiento los componentes

del sistema de congelación del pescado y las maquinillas de pesca.

4. Los equipos electrónicos instalados en las embarcaciones atuneras brindan diversa información, necesaria para el desarrollo de las operaciones; estos equipos juegan un papel importante en la navegación, comunicaciones, meteorología y en la búsqueda del pescado.
5. La interconexión de los equipos electrónicos es una parte vital para optimizar las operaciones de búsqueda del pescado; pues el integrar información permite tomar decisiones con mayor rapidez y seguridad; lo cual es primordial en este tipo de embarcaciones, cuando se realizan maniobras tanto de búsqueda como de captura del pescado.

6. Recomendaciones

1. Es importante desarrollar un correcto balance eléctrico, que permita obtener un adecuado rendimiento de los grupos electrógenos; pues el rendimiento de éstos debe fluctuar entre el 70% y el 90%; de esta manera se optimizan recursos y se evitan sobrecargas.
2. La vida útil de los equipos electrónicos instalados en estas embarcaciones está relacionada con una buena instalación eléctrica; además del correcto dimensionamiento de los componentes que integran el sistema de generación y distribución de energía dentro de la embarcación; por esta razón se recomienda que al momento de la elección de dichos componentes, se opte porque éstos sean de buena calidad y de tipo marino.
3. Para interconectar equipos electrónicos existen diversos protocolos de comunicación; por este motivo se recomienda que al momento de adquirir equipamiento nuevo, se conozca que tipos de protocolos de comunicación manejan dichos equipos, de esta forma se podrá establecer si es posible la interconexión entre ellos a pesar de que puedan ser de marcas distintas.

7. Referencias

[1] Tetley, L. y Calcutt, D., Electronic Navigation Systems, Butterworth-Heinemann 3rd Ed, 2001
 [2] Tupper, E., Introduction to Naval Architecture, Butterworth-Heinemann 4th Ed, 2004

[3] Payne J., The Marine Electrical & Electronics Bible, Sheridan House Publishers 1st Ed, 1998

[4] Actisense, The NMEA 0183 Information Sheet, Active Research Limited 3rd Ed, 2011

[5] Edinson, Resumen de los convenios de la Organización Marítima Internacional, <http://es.scribd.com/doc/17178407/NORMAS-OMI>, fecha de consulta Julio 2013

[6] Instituto Nicaragüense de Energía, Tabla de consumo de equipos eléctricos,

http://www.ine.gob.ni/DAC/consultas/Tabla_Consumo_Equipos_actMay12.pdf, fecha de consulta Septiembre 2013

[7] Organización Marítima Internacional, Emergencias marítimas, búsqueda y salvamento, http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=2323&filename=G-MDSSAR-SPANISH.pdf, fecha de consulta Junio 2013