



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

**CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

**LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES**

**AUTOR**

**ALVARO MAURICIO BUITRÓN CAÑADAS**

**TEMA**

**EMPLEO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUQUE ESCUELA  
GUAYAS DURANTE EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN  
LA RUTA BOSTON-CÁDIZ; PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN  
DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ABORDO.**

**DIRECTOR**

**CPFG-EM LUIS FELIPE VELÁSQUEZ GAÓN**

**SALINAS, DICIEMBRE 2013**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante **BUITRÓN CAÑADAS, Álvaro Mauricio** cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE y, se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de este bagaje intelectual, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 11 de diciembre 2013

Atentamente

---

CPFG-EM VELÁSQUEZ GAÓN, Luis Felipe

CI. 1709503328

## DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, **BITRÓN CAÑADAS, Álvaro Mauricio**, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: **EMPLEO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS DURANTE EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA RUTA BOSTON-CÁDIZ; PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ABORDO**, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

---

BITRÓN CAÑADAS, Álvaro Mauricio

CI. 1720984929

## AUTORIZACIÓN

Yo, BUITRÓN CAÑADAS Álvaro Mauricio

Autorizo a la Universidad Naval, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: **EMPLEO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS DURANTE EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA RUTA BOSTON-CÁDIZ; PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ABORDO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 11 días del mes de diciembre del año 2013

AUTOR

---

BUITRÓN CAÑADAS, Álvaro Mauricio

CI. 1720984929

## **DEDICATORIA**

A mi mejor amiga, que estuvo todo momento, animando cuando tropezaba, alentando cuando desvanecía, por no perderse ni un día de mi vida, que desde dentro de mi corazón continuó alegrándose en aquellos días oscuros que la vida nos presentó, reconociendo el gran labor de ser la mejor madre. Y a mi padre porque jamás dio el brazo a torcer en su esfuerzo de darme la mejor educación que consideraba permitiéndome así ser un profesional, esa persona que con orgullo ahora es el reflejo de su ejemplo.

Álvaro Buitrón C.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Superior Naval por los conocimientos impartidos en los cuatro años de formación y por fortalecer las virtudes y valores que un hombre de mar debe poseer para así guiar de la mejor manera a un grupo de hombres, conociéndolos y reconociendo que la justicia es la base de una Institución la cual considera una formación ecuánime. A todos los docentes de la Escuela Superior Naval que compartieron sus conocimientos.

Álvaro Buitrón C.

## TABLA DE CONTENIDO

| CONTENIDO                                   | PÁGINA |
|---|--------|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR                     | i      |
| DECLARACIÓN EXPRESA                         | ii     |
| AUTORIZACIÓN                                | iii    |
| DEDICATORIA                                 | iv     |
| AGRADECIMIENTO                              | v      |
| ÍNDICE DE ANEXOS                            | ix     |
| ABREVIATURAS                                | x      |
| RESUMEN                                     | xi     |
| ABSTRACT                                    | xii    |
| INTRODUCCIÓN                                | 1      |
| 1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA                | 2      |
| 2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA                   | 2      |
| 3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN             | 3      |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL                        | 3      |
| 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO                     | 3      |
| 4. MARCO TEÓRICO                            | 4      |
| 5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO                    | 5      |
| 6. METODOLOGÍA                              | 5      |
| CAPÍTULO I                                  | 8      |
| 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA                    | 8      |
| 1.1 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO | 9      |
| 1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA    | 11     |
| 1.3 SISTEMAS ELÉCTRICOS                     | 13     |
| 1.4 MOTO-GENERADOR                          | 15     |
| 1.5 SECCIÓN DEL GENERADOR                   | 16     |
| 1.5.1 GENERACIÓN ELÉCTRICA                  | 16     |
| 1.5.2 GENERADORES O ALTERNADORES            | 17     |

|   |    |
|---|----|
| 1.6 SECCIÓN DE LA FUENTE                                  | 19 |
| 1.6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y CINEMÁTICA DEL MOTOR  | 19 |
| 1.6.2 EL CICLO DE CUATRO TIEMPOS                          | 20 |
| CAPÍTULO II.  | 22 |
| 2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN                         | 22 |
| 2.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN                           | 22 |
| 2.2 PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN                         | 23 |
| 2.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN                               | 24 |
| 2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN             | 24 |
| 2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS                | 26 |
| 2.4.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA                               | 27 |
| 2.4.2 FENÓMENO PRESENTE EN LA MÁQUINARIA                  | 28 |
| 2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN                            | 30 |
| CAPÍTULO III  | 36 |
| 3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN                          | 36 |
| 3.1 ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN                          | 36 |
| 3.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA                            | 36 |
| 3.2.1 TITULO DE LA PROPUESTA                              | 37 |
| 3.2.2 OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA                    | 37 |
| 3.2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA                       | 37 |
| 3.2.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA                             | 38 |
| 3.2.5 ESTUDIO PARA INSTALACIÓN DEL UPS                    | 39 |
| 3.2.5.1 TALENTO HUMANO                                    | 39 |
| 3.2.5.2 PRESUPUESTO DEL MATERIAL NECESARIO                | 40 |
| 3.2.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:                          | 42 |
| 3.2.7 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO ELÉCTRICO                 | 46 |
| 3.2.8 ESTUDIO OPERACIONAL                                 | 47 |
| 3.2.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TAMAÑO Y UBICACIÓN DE UPS | 52 |
| 3.2.10 LUGAR INSTALACIÓN                                  | 53 |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.10.1 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO              | 53 |
| 3.2.10.2 ENTORNO                                  | 54 |
| 3.2.10.3 CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN               | 55 |
| 3.2.10.4 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 55 |
| 3.2.10.5 CONEXIONES A RED DE SUMINISTRO Y A CARGA | 56 |
| 3.2.10.6 CRONOGRAMA DE INSTALACIÓN EN BESGUA      | 57 |
| 3.2.11 NORMA DE UTILIZACIÓN                       | 58 |
| 3.2.11.1 PUESTA EN MARCHA DEL UPS                 | 59 |
| 3.2.11.2 FUNCIONES DEL CUADRO DE MANDOS           | 59 |
| 3.2.11.3 INTERRUPTORES DE FUNCIONAMIENTO          | 61 |
| 4 CONCLUSIONES                                    | 62 |
| 5 RECOMENDACIONES                                 | 63 |
| BIBLIOGRAFÍA                                      | 64 |
| ANEXOS  | 65 |

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1-1 SISTEMA BÁSICO DE POTENCIA ELÉCTRICA                | 11 |
| FIGURA 1-2 TABLERO ELÉCTRICO PRINCIPAL (T.E.P)                 | 13 |
| FIGURA 1-3 GRUPO MOTO – GENERADOR                              | 15 |
| FIGURA 1-4 ALTERNADOR CON INDUCTOR EN EL ESTATOR               | 17 |
| FIGURA 1-5 GENERADOR CON MOTOR DIESEL HND DEUTZ                | 18 |
| FIGURA 1-6 CILINDRO DEL MOTOR DIESEL                           | 19 |
| FIGURA 1-7 CICLO DE CUATRO TIEMPOS                             | 20 |
| FIGURA 2-1 VALORACIÓN DE OPERATIVIDAD                          | 31 |
| FIGURA 2-2 PELIGRO PARA EQUIPOS DE NAVEGACIÓN POR FALTA DE UPS | 33 |
| FIGURA 2-3 EFICIENCIA DE LOS GENERADORES DEL BESGUA A 4 AÑOS   | 34 |
| FIGURA 2-4 OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS MEDIANTE UPS    | 35 |
| FIGURA 3-13 RED DE CABLEADO BESGUA                             | 55 |

## **ÍNDICE DE TABLAS**

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1.1 GENERADOR DEUTZ BESGUA                            | 17 |
| TABLA 2.1 FALLAS EN LOS GENERADORES DEUTZ                   | 27 |
| TABLA 2.2 VALORACIÓN DE OPERATIVIDAD DE LOS GENERADORES     | 31 |
| TABLA 2.3 PELIGRO A FALTA DE UPS                            | 32 |
| TABLA 2.4 EFICIENCIA DE LOS GENERADORES DEL BESGUA A 4 AÑOS | 34 |
| TABLA 2.5 OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS MEDIANTE UPS  | 35 |
| TABLA 3.1 SAU ON-LINE 2KVA                                  | 41 |
| TABLA 3.2 CARACTERÍSTICAS UPS TERRAX                        | 46 |
| TABLA 3.3 POTENCIA DE EQUIPOS DE NAVEGACIÓN                 | 50 |
| TABLA 3.4 CRONOGRAMA DE INSTALACIÓN                         | 58 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

|         |    |
|---------|----|
| ANEXO A | 67 |
| ANEXO B | 70 |
| ANEXO C | 71 |
| ANEXO D | 72 |

## ABREVIATURAS

|          |   |
|----------|---|
| BESGUA   | Buque Escuela Guayas  |
| UPS      | Uninterrupted Power System  |
| SAI.     | Sistema de alimentación ininterrumpida                            |
| ECDIS    | Electronic Chart Display and Information System                   |
| GPS      | Global Positioning System   |
| SPOS     | Ship Performance Optimisation System                              |
| M24-2    | Interruptor de potencia accionado por bobina de control 02        |
| D-x      | Disyuntor para un alimentador en general                          |
| T-x      | Transformador general para la distribución de energía eléctrica   |
| Sel-1    | Selector N ° 1 de tres polos y un neutro ( 110 / 120 V ),         |
| Sel-2    | Selector N ° 2 de tres polos sin neutro (220 V)                   |
| CC-1     | Centro de distribución N ° 1 para cargas a 440 voltios            |
| CC-2     | Centro de distribución N ° 2 para cargas a 440 voltios            |
| CC-3     | Centro de distribución N ° 3 de barras partidas ( N - E )         |
| N-1      | Interruptor de potencia N ° 1 I                                   |
| N-2      | Interruptor de potencia N ° 2                                     |
| N-3      | Interruptor de potencia N ° 3                                     |
| E-1      | Interruptor de potencia N ° 1                                     |
| E-2      | Interruptor de potencia N ° 2                                     |
| E-3      | Interruptor de potencia N ° 3                                     |
| TCE      | Tablero de control  |
| T. D. E. | Tablero de Distribución para el servicio eléctrico de Emergencia. |
| M-GE     | Grupo moto generador de Emergencia. del servicio eléctrico normal |

## RESUMEN

El presente trabajo está encaminado a encontrar el uso óptimo de los sistemas eléctricos del Buque Escuela Guayas. Aquí, los conocimientos y procedimientos de operación eléctrica fueron presentados a los Guardiamarinas y la tripulación durante la navegación realizada en el Crucero Internacional Atlántico 2012 en la ruta Boston – Cádiz. Apartir de esta información, se busca determinar soluciones para la distribución de energía a los equipos de navegación que estén amenazados por las fallas en los sistema eléctricos. De esta manera, en futuras navegaciones se podrá disponer del dispositivo adecuado instalado en la unidad. Éste, a pesar de haber sufrido de una pérdida total de energía, podrá mantener la seguridad de la navegación logrando así un desenvolvimiento profesional y preservando la seguridad de la Unidad en caso de falla en los sistemas eléctricos en la toma de decisiones. Las navegaciones del Buque Escuela Guayas exigen un alto grado de alistamiento del personal a bordo, para lo cual es necesario mantenerse actualizado en todos sus sistemas y así preparar al personal para cualquier circunstancia que involucre riesgo en la operación y uso del sistema eléctrico.

## **ABSTRACT**

The present work is aimed to find the optimal use of the “Buque Escuela Guayas” electrical systems. Here, the knowledge and procedures on the electrical operation were introduced to the Midshipmen and the crew during the navigation in the International Atlantic Cruise from Boston to Cadiz, which took place in 2012. The necessary information was gathered there, as well., ,

Since this information, what this study seeks is to determine solutions on the power distribution to the navigation devices that are threatened by faulties of the electrical systems. Thus, the appropriate device installed in the unit i will be available for future sailings. This dispositive, despite having suffered a total loss of power, couldmaintain the safety of the navigation, achieving a professional development and preserving the security of the Unit in case of failure in electrical systems in decision making. The “Buque Escuela Guayas” sailings require a high- level formation of the crew. For this, itis necessary to innovate on all its systems in order to prepare the staff for any circumstance that involves risk in the operation and use of the electric system.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este proyecto de grado consiste en ofrecer un estudio con respecto al sistema eléctrico de abordó, ya que con las constantes navegaciones se ha evidenciado un descenso operativo de los generadores eléctricos, en la actualidad presentan fallas como la pérdida de poder, provocando un riesgo a los equipos de navegación y su seguridad.

A fin de lograr mantener un elevado alistamiento del personal abordó se planteó la instalación de un equipo que se complemente al sistema eléctrico de la unidad naval. La organización de la información y la planeación de la estructura del proyecto de grado, estará determinada en tres capítulos, los cuales se describen a continuación.

En el primer capítulo está constituido por la estructura teórica, aquí se describen las bases de la distribución eléctrica en la unidad y la revisión de la aplicación en que se fundamenta el sistema eléctrico.

En el segundo capítulo se va a plantear el problema energético provocado por las constantes fallas en los actuales generadores mediante el análisis metodológico propuesto, el mismo que nos llevará a conocer la delimitación del problema de la investigación.

El tercer capítulo presenta la propuesta, la instalación de un dispositivo de alimentación ininterrumpido que permita el óptimo uso eléctrico en los equipos de navegación analizados. Finalmente se expresan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

## **1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El sistema eléctrico es una parte esencial en el Buque Escuela Guayas, por lo cual se debe tener un amplio conocimiento del mismo para su óptima operación y de la misma forma garantizar una navegación segura. La investigación está encaminada a la necesidad fundamental de dar a conocer el comportamiento que la unidad tiene al momento de enfrentarse a los retos que la naturaleza en la mar le presenta, y de esta manera fomentar un adecuado uso del sistema eléctrico.

Por motivos de sus constantes navegaciones de instrucción con las escuelas de formación naval militar, el BESGUA presenta un descenso de su eficiencia en los generadores eléctricos, poniendo en riesgo la navegación. Mediante esta investigación se analizará el impacto que resulta de la pérdida de energía en los equipos de navegación y determinar una optimización eléctrica a través de una instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) que beneficie al navegante en mantener los datos de su ruta, otorgando la operatividad de nuestro buque escuela como delegado ecuatoriano en aguas internacionales y preservando la seguridad del personal abordo.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Hasta la fecha el Buque Escuela ha realizado un sin número de travesías alrededor del mundo, cumpliendo la misión de preparar a los futuros marinos del Ecuador, este trabajo ha conllevado a su vez el desgaste del material,

equipos y maquinaria, ya que el buque se mantiene en un constante uso. Por este motivo se presentan fallas en los generadores eléctricos al momento de distribuir la energía en toda la unidad. Mediante el presente trabajo se analizará el estudio de las fallas más comunes que se presentan en el sistema eléctrico de a bordo para evitar pérdidas de energía en la unidad. Es importante que el sistema eléctrico del buque se encuentre en óptimas condiciones para no comprometer los equipos de navegación que se alimentan directamente de esta energía generada, contribuyendo a la seguridad de la unidad y de su tripulación.

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar el empleo del sistema eléctrico del Buque Escuela Guayas durante el crucero internacional 2012 en ruta Boston – Cádiz; con la finalidad de desarrollar una propuesta de optimización eléctrica abordo que mantenga los equipos de navegación en funcionamiento durante cruceros de instrucción.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar la información que abarque la generación eléctrica que se produce en el Buque Escuela Guayas durante las navegaciones de instrucción para determinar fallas en su operación.
- Determinar los principales equipos de navegación que preserven la seguridad de la unidad para otorgar un sistema óptimo de su energía.

- Establecer medidas para la instalación de un dispositivo de optimización eléctrica que proteja a equipos de navegación de las pérdidas energéticas en los cruceros de instrucción.

#### **4. MARCO TEÓRICO**

Las instalaciones eléctricas tienen un papel fundamental en una embarcación, no solo en el sistema de alumbrado sino también para el uso de los equipos de navegación abordo, por lo tanto la atención debe dirigirse a aquellas máquinas que la generan, ya que un descuido en su procedimiento de trabajo genera riesgos en la navegación. El principio en que se basa el funcionamiento de un generador es la Ley de Faraday, esta determina que la fuerza electromotriz inducida, en un circuito es igual al valor de la rapidez con la cual está cambiando el flujo que atraviesa el circuito. (EFNMS, 2013).

Para que exista conversión a energía eléctrica es necesario partir de un movimiento mecánico, el mismo que lo produce el motor DEUTZ del buque, el mantenimiento, su preservación y el cuidado es tan importante como el generador ya que ambos trabajan en conjunto para obtener energía, la existencia de fallas en el motor pone en riesgo la generación de energía eléctrica. La investigación proporciona procedimientos para evitar, detectar y solucionar aquellas fallas por mantenimiento u operación que se presenten en el generador y/o motor DEUTZ durante una navegación.

## **5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

### **5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Se evaluará el grado de fallas eléctricas a bordo de la Unidad para determinar soluciones rápidas y eficaces ante una pérdida de energía.

### **5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:**

- La preparación del personal en la solución de problemas que se presentan en el sistema eléctrico proporcionará seguridad en la navegación y a su tripulación.
- La protección de los equipos de navegación ante una posible pérdida eléctrica permitirá una navegación segura durante Cruceros de instrucción.
- El óptimo uso de los sistemas eléctricos abordo brindará una extensión de la vida útil de la maquinaria naval en la Unidad.

## **6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se aplicó una investigación empírica o de campo. La fuente de datos se obtuvo mediante el análisis de la información que se recolectó y analizó, proveniente de la encuesta y ficha de observación.

Esta investigación se la empleó al momento de la navegación en la ruta propuesta BOSTON – CÁDIZ a través de la toma de datos obtenidos. Por lo

tanto, el procedimiento para obtener este conocimiento se lo ha realizado con un método sintético y deductivo.

### **6.1. MÉTODO SINTÉTICO**

La investigación a bordo se basó en la recolección de diversos fenómenos sucedidos en la ruta Boston – Cádiz, como los hechos que hayan afectado a la maquinaria eléctrica, analizados para producir nuevos juicios y criterios en la navegación, basada en la aplicabilidad de los sistemas eléctricos.

El método sintético se genera al conducir ordenadamente los datos obtenidos por los generadores comenzando por las fallas más simples y fáciles de resolver, como lo son el mantenimiento y limpieza diaria, hasta llegar al conocimiento de más complejos.

### **6.2. MÉTODO DEDUCTIVO**

A partir del estudio durante la navegación en el Buque Escuela Guayas se obtuvo datos con respecto al sistema eléctrico, de esta manera se estableció un razonamiento de los problemas energéticos inherentes que la unidad puede llegar a sufrir y determinando conclusiones lógicas que solucionen de manera oportuna y rápida la situación.

### **TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

Durante el Crucero Internacional Atlántico 2012, los guardiamarinas de la Escuela Superior Naval permanecieron cinco meses embarcados en el Buque Escuela Guayas el cual los instruyó en todo ámbito naval.

Conforme al cronograma establecido en la navegación se les entregó conocimiento académico de la ingeniería a bordo de la unidad, en esta materia se impartió conocimiento del funcionamiento operacional de la maquinaria eléctrica, tanto en la generación y su distribución en los diferentes compartimentos del buque. Durante la ruta BOSTON – CÁDIZ se tomó en consideración la realización de la ficha de observación, mediante la cual se explica con toda amplitud de modo gráfico el suceso que produjo el problema, para que a partir de este plantear soluciones.

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

El descubrimiento de la electricidad empezó desde hace ya más de un siglo, cambiando la forma de vida de las personas. La electricidad también es usada a bordo para poner en funcionamiento la maquinaria auxiliar y la de cubierta, para la ventilación, la iluminación, el acondicionamiento de aire, calefacción, las cocinas, incluso el movimiento de la propia embarcación, etc. Por eso es necesario la generación constante de energía eléctrica a bordo, así como de los elementos necesarios para su distribución, control y arranque de los equipos. (EFNMS, 2013)

El Buque Escuela Guayas cumple la misión de capacitar al personal de Guardiamarinas a través de cruceros de instrucción, para lo cual se compromete con la operatividad de los equipos electrónicos y la correcta aplicación de los sistemas eléctricos, por lo tanto, mediante la experiencia de su navegación se partirá para determinar fallas comunes en el sistema y de esta manera encontrar soluciones eléctricas en alta mar o en puerto.

Las secciones que contemplan la maquinaria en la generación eléctrica del Buque Escuela Guayas son: la sección de la fuente y la sección del generador. La sección de la fuente está encargada de generar el movimiento mecánico rotacional mediante un motor a diesel, el cual se dirige a la sección del generador transformando en energía eléctrica.

## 1.1 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico general de un buque se lo representa mediante un diagrama unifilar con el propósito de simplificar lo complejo que sería graficar dicho sistema, por medio de un esquema que indique a todos y cada uno de los conductores y fases de los elementos que lo conforman.

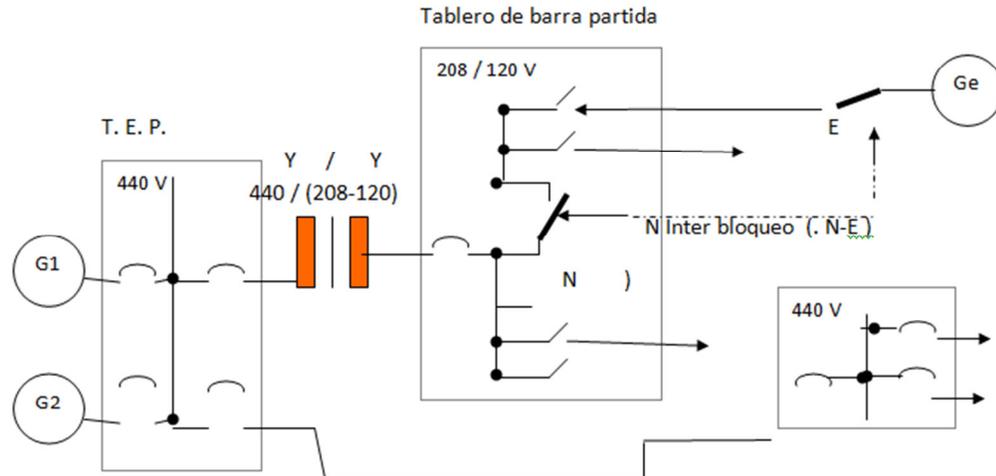
El suministro de la energía eléctrica se lo hace por medio de grupos moto generadores accionados por diesel, con voltaje trifásico de 440 V a 60Hz. Para obtener los diferentes niveles de voltaje de los equipos que operan a 110 voltios, 120 voltios, 220 voltios y 440 voltios, el sistema eléctrico dispone de estaciones o sub estaciones trifásicas transformadoras del voltaje. Los generadores eléctricos principales, auxiliar, y el de emergencia, al igual que el tablero eléctrico principal con sus diferentes módulos de servicios, y demás elementos de acoplamiento, regulación, medición, y control de los equipos eléctricos a bordo, están ubicados en la sala de máquinas, adecuadamente distribuidos para darle estabilidad a la unidad durante la navegación. (J, 2004)

Para dar servicio a los circuitos eléctricos esenciales ó vitales , tales como luces y equipo de navegación, giro compás, servo motores, comunicación, y bombas contra incendios, el sistema dispone de un generador eléctrico trifásico de emergencia ubicado en un lugar estratégico del buque, y estará acoplado al tablero eléctrico de los circuitos de emergencia ó esenciales anteriormente indicados.

El sistema de emergencia entrará a operar automáticamente mediante un circuito de transferencia Normal–Emergencia, solo si se produce una falla severa en el sistema eléctrico principal (black out o salida brusca del tablero eléctrico principal, por una falla en su sistema), como respaldo, en caso de existir la remota posibilidad de un problema con la transferencia automática de emergencia, existe un dispositivo selector manual-automático para ser utilizado de inmediato.

El sistema eléctrico en general está diseñado para dar confiabilidad en el suministro de energía a los diferentes circuitos de carga motriz, circuitos simples, y especiales, para lo cual el sistema dispone de dos generadores auxiliares, y el generador de emergencia.

En la figura 1-1, se representa el diagrama unifilar del sistema eléctrico básico del buque, en el que se indican los generadores principal, auxiliar, y el generador de emergencia, con sus respectivos tableros de distribución, circuitos derivados, sistema de transferencia N-E, estación de transformación de voltajes, de 440V a 220 V trifásico, centros, y sub centros de carga, protecciones eléctricas en cada uno de los alimentadores, sistema eléctrico de toma de poder en el puerto con simbología (Anexo A).



**Figura 1-1 Sistema básico de potencia eléctrica**

Fuente: "Sistemas Eléctricos Navales" - 1ª EDICIÓN 2013

Elaborado por: Armada del Ecuador

## 1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La distribución en corriente alterna presenta algunas ventajas sobre la corriente continua, las primeras experiencias aisladas llegaron pronto a proporcionar buenos resultados, a partir de 1932, se decidió por parte de la marina de guerra de los EE UU, el empleo exclusivo de la corriente alterna para el sistema eléctrico en la construcción de sus buques, y luego al resto de países, utilizándose hoy en día en un gran número de construcciones navales. (Armada del Ecuador, 2012)

Entre las ventajas del uso de la corriente alterna aplicada a buques, con respecto al uso de la corriente continua, podemos citar las siguientes:

- Economía en el costo del generador, y su mantenimiento (menos material en su construcción).

- Generación a un mayor nivel de voltaje (No se requiere de conmutador, ni de escobillas).
- Reducción de la sección de los alimentadores eléctricos (menos corriente en circulación).
- Reducción del peso de los generadores en función de su potencia (los modernos son de potencia trifásica).

### **EL TABLERO ELÉCTRICO PRINCIPAL**

Es aquel donde se recibe la energía eléctrica, que proviene de los generadores acoplados a sus barras principales y desde donde se la distribuye hacia los consumidores, cumpliendo con los siguientes objetivos:

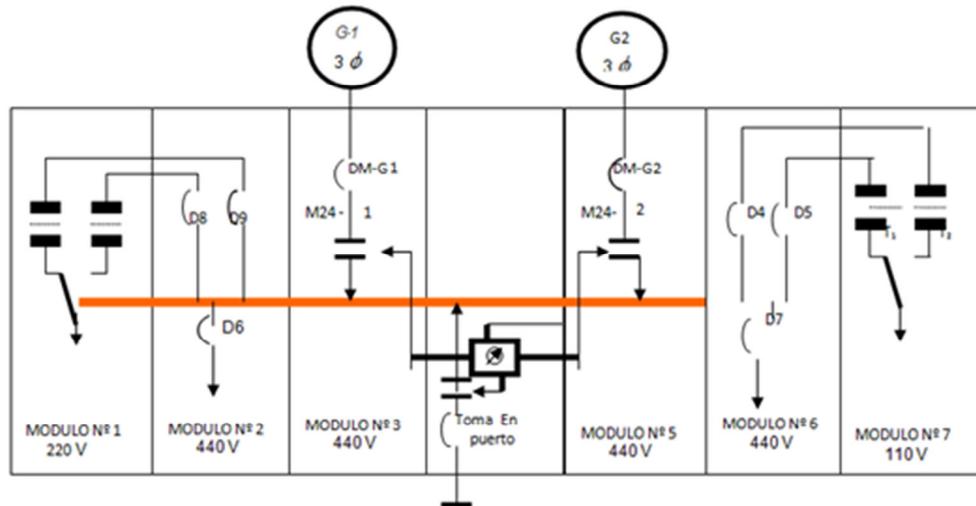
Alojar en cada uno de los módulos de los generadores los componentes eléctricos requeridos para el acople, operación, protección, medición y control de los mismo. Estos elementos son los siguientes:

El disyuntor magnético, los sensores, los relés, y los medidores para las señales de voltaje, corriente potencia activa, factor de potencia, frecuencia, y otros accesorios.

Iniciar la distribución de la energía hacia los centros (cuadros primarios) y sub centros de carga (cuadros secundarios), tomando en consideración los tres niveles de voltaje requeridos por el sistema como se indica en el diagrama unifilar de la figura 1-2, simbología (Anexo A); esto es 440 voltios, 110 120 voltios, y 220 voltios. Para cumplir con este requerimiento, el T. E.

P. dispone de los módulos apropiados para la distribución de la energía con los referidos niveles de tensión.

**Tablero eléctrico principal (T.E.P.)**



**Figura 1-2 Tablero eléctrico principal (T.E.P)**

Fuente: Sistemas Eléctricos Navales"-1<sup>º</sup> EDICIÓN 2013

Elaborado por: Armada del Ecuador

### 1.3 SISTEMAS ELÉCTRICOS

Se denomina sistema eléctrico al conjunto de elementos cuya finalidad es la producción, el transporte y la distribución de energía eléctrica. El sistema eléctrico de un buque se basa su distribución a partir de una planta generadora encargada de producir la energía que precisen los equipos de a bordo.

El hecho que durante la navegación no pueda contar con más energía eléctrica que la producida, obliga a la autonomía de cada equipo. Los

riesgos, condiciones especiales y grado de funcionamiento que aporta en la unidad.

**Para su Autonomía.-** La instalación eléctrica a bordo estará básicamente compuesta por lo siguiente:

- Una planta generadora, donde se transforme la energía mecánica de un motor a diesel, en la energía eléctrica necesaria.
- Un cuadro principal de distribución (Tablero Eléctrico Principal) que permita el accionamiento, acoplamiento, y selección de los generadores correspondientes. Una red de distribución que permita el enlace del cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución hasta que la energía eléctrica pueda llegar hasta el último receptor.
- La extensa gama de equipos eléctricos o aparatos que hayan de utilizar la energía eléctrica producida.

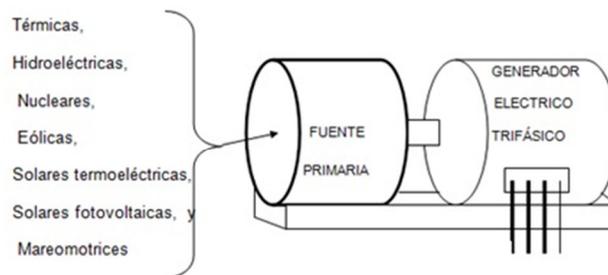
**Para la Seguridad.-** El sistema eléctrico a bordo, debe tener en cuenta lo siguiente:

- Una oportuna planta de emergencia o socorro constituida por un grupo diesel generador, cargador de baterías, y batería de acumuladores.
- La interposición de los dispositivos de protección eléctrica como son los disyuntores, los relés de sobrecarga, y otros que se estudiarán posteriormente cuyo objeto es el de proteger los servicios esenciales, asegurándoles la continuidad en el servicio de la energía.

- La disposición de los elementos y piezas de repuestos necesarios, que permitan la reparación de posibles averías que puedan producirse durante la navegación.
- Las características especiales de todos los elementos de la instalación que le permitan trabajar en las condiciones de humedad y vibraciones, así como con los ángulos máximos de balance y cabeceo que han de presentarse en el buque.

#### 1.4 MOTO-GENERADOR

Al utilizar un efecto electromagnético para producir electricidad, Faraday descubrió el principio que hizo posible que otros inventen máquinas con utilidad práctica. A finales de la década de 1870, se habían construido potentes generadores, y en 1881, se pone en funcionamiento la primera central eléctrica del mundo en Sussex, Inglaterra. Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, como se representa en la Figura 1-3, las centrales generadoras se clasifican en:



**Figura 1-3 Grupo moto – Generador**

Fuente: Sistemas Eléctricos I

Elaborado por: Ignacio Meza

Las máquinas síncronas también operan como motores eléctricos, y son frecuentemente utilizados para funcionar contantemente con cargas

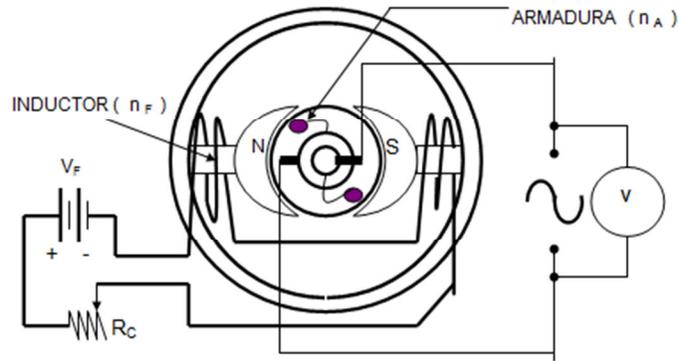
pesadas, es decir que constituyen el accionamiento de grandes cargas mecánicas como lo son las grandes bombas hidráulicas ó los compresores.

## 1.5 SECCIÓN DEL GENERADOR

### 1.5.1 GENERACIÓN ELÉCTRICA

Según (Romero, 2010, págs. 10-12) la ley de Faraday expresa de manera cuantitativa a la tensión inducida por un campo magnético variable en magnitud, ó de variación en magnitud y polaridad, que atraviesa perpendicularmente al plano de una bobina, en cuyas terminales se puede medir la magnitud de la referida tensión inducida. Este proceso se explica mediante un sistema de conversión de energía, que consiste en una máquina mecánica cuyo eje está acoplado con el eje del rotor del generador ó alternador eléctrico. Los elementos básicos de un generador eléctrico (figura 1-4) son los siguientes:

- **El campo inductor:** Es aquel que proporciona el flujo de líneas de campo magnético necesarias para inducir el voltaje en la bobina de armadura.
- **La bobina de armadura:** Es aquella en la que se induce el voltaje ó tensión eléctrica del generador.
- **El núcleo ferromagnético:** Hace posible concentrar a las líneas del campo magnético, a lo largo del circuito electromagnético conformado por estos tres elementos



**Figura 1-4 Alternador con inductor en el estator y armadura en el rotor**

Fuente: Sistemas Eléctricos I

Elaborado por: Ignacio Meza

## 1.5.2 GENERADORES O ALTERNADORES

El generador eléctrico se denomina a la maquinaria capaz de transformar energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se produce por la acción de un campo magnético sobre conductores dispuestos en una armadura, llamado estator. En el Buque Escuela Guayas los generadores DEUTZ producen mecánicamente un movimiento relativo entre los conductores y el campo produciendo fuerza electromotriz.

Las características que posee el Generador eléctrico del Buque Escuela Guayas se representan en la Tabla 1-1:

Tabla 1-1

### Generador DEUTZ BESGUA

| MODELO    | Potencia (kw/kVA) |           | Modelo del motor | Modelo del alternador | Dimensiones        |              | Peso |
|-----------|-------------------|-----------|------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------|
|           | Principal         | En espera |                  |                       | Tipo abierto       | Tipo abierto |      |
| RDL273-60 | 273/341           | 300/375   | TBD234V8A        | LSA46.2VL12           | 2750×<br>1150×1650 | 3100         |      |

Fuente: [www.cumminsgeneratortechnologies.in](http://www.cumminsgeneratortechnologies.in)

Elaborado por: Álvaro Buitrón C.

El generador instalado en la unidad es de marca DEUTZ con motor diesel HND DEUTZ, el cual está equipado con reconocidos alternadores de excitación sin escobillas de Marathon y Stamford, integrados con paneles de control (Figura 1-5).

#### **Generador Diesel HND DEUTZ**



**Figura 1-5 Generador con motor diesel HND Deutz**

Fuente: [www.risepower.es](http://www.risepower.es)

Elaborado por: Grupo electrónico Cmmms

Con un dispositivo de protección automático, el grupo generador o electrógeno DEUTZ, puede controlar y regular de forma automática la temperatura del agua, del aceite, la presión del aceite, y velocidad. Ofrece ventajas, como: regular de forma automática, su velocidad y su voltaje.

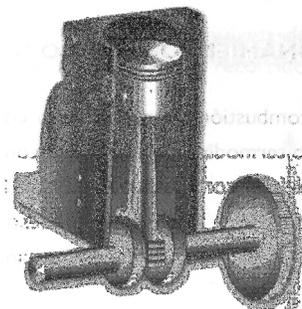
DEUTZ fue fundada en 1864 en la ciudad de Colonia, en Alemania. Es el fabricante más antiguo de motores en todo el mundo. DEUTZ es uno de los proveedores independientes más reconocido, en la producción y comercialización de motores diesel y a gas, en todo el mundo. El grupo cubre diferentes potencias de salida, desde 200kW hasta 1700kW y con 50 y 60Hz, en el caso del BESGUA opera con 300kW a 60Hz.

## 1.6 SECCIÓN DE LA FUENTE

### 1.6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y CINEMÁTICA DEL MOTOR

El funcionamiento de los motores de combustión se basa en el quemado de una mezcla de aire y combustible, los cuales ingresan en una cámara cerrada para ser comprimidos aumentando su presión y generar un movimiento lineal al pistón, este movimiento es transmitido hacia el eje principal del motor, este movimiento se trasforma en rotativo gracias al cigüeñal, el cual se transfiere a los mecanismos de potencia. Este proceso es una transformación de energía química en energía calorífica que a su vez es transformada en energía cinética o de movimiento, esta transformación sucede dentro del cilindro.

En un motor el pistón (Figura 1-6) se encuentra ubicado dentro del cilindro, cuyas paredes le restringen el movimiento lateral, permitiendo solamente un desplazamiento lineal alternativo entre el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI); a dicho desplazamiento se le denomina carrera.



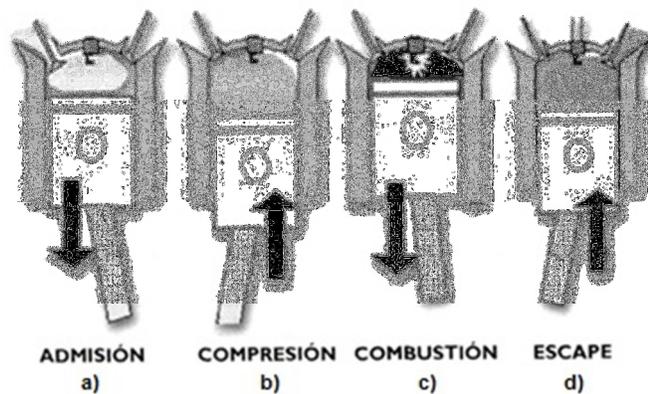
**Figura 1-6 Cilindro del motor Diesel**

Fuente: Sistemas Eléctricos I

Elaborado por: Ignacio Meza

## 1.6.2 EL CICLO DE CUATRO TIEMPOS

Los motores de combustión interna como el instalado en el BESGUA trabajan con base en un ciclo de cuatro tiempos con 6 cilindros en V y el ciclo termodinámico de Diesel. Por lo tanto, su eficiencia está basada en la variación de la temperatura tanto en el proceso de compresión, como en el calentamiento a volumen o presión constante.



**Figura 1-7 Ciclo de cuatro tiempos**

Fuente: Sistemas Eléctricos I

Elaborado por: Ignacio Meza

El ciclo consiste en dos carreras ascendentes y dos carreras descendentes del pistón, es decir cuatro tiempos (Figura 1-7). Cada carrera coincide con una fase del ciclo de trabajo y recibe el nombre de la acción que se realiza en el momento, de la siguiente manera:

**a) Admisión:** Mientras desciende el pistón la mezcla de combustible y aire es aspirado dentro de la cámara, la válvula de escape permanece cerrada y la de admisión abierta.

**b) Compresión:** Al final de la carrera inferior, el émbolo comprime la mezcla inflamable aumentando así su temperatura, mientras las válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.

**c) Explosión/expansión:** En los motores a diesel como el instalado en el BESGIA el combustible muy pulverizado y comprimido se auto inflama por la alta elevación de temperatura, una vez iniciada la combustión se expande por los gases que empujan el pistón.

**d) Escape:** En esta fase el pistón empuja los gases de la combustión a través de la válvula de escape que se encuentra abierta. Al llegar a la parte superior la válvula de admisión se abre reiniciando el ciclo.

## **CAPÍTULO II.**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

Se aplica una investigación empírica o de campo. Su fuente de datos se encuentra en información recolectada y analizada, proveniente de la encuesta. Esta investigación se la aplica al momento de la navegación en la ruta propuesta BOSTON – CÁDIZ mediante la toma de datos obtenidos.

La investigación cuantitativa aplicada en el presente trabajo fue el análisis mediante la exploración, en la indagación en búsqueda de soluciones innovadoras; la descripción, reconociendo la importancia que posee el sistema eléctrico en la navegación; la correlación existente con la preparación del personal y el óptimo uso de los sistemas eléctricos; y finalmente un análisis de las causas de fallas eléctricas y su prevención.

En el Buque Escuela Guayas al ser un buque a vela, uno de sus fines principales es la instrucción a los guardiamarinas en las maniobras a vela, con el objetivo de impulsar su espíritu marinerero sin embargo se ha examinado que para una correcta instrucción se debe considerar un nivel alto de operatividad de la maquinaria para que el personal abordo reciba un alto grado de alistamiento. Por lo tanto se exploraron los posibles errores más comunes en los generadores eléctricos, a partir de estos establecer

soluciones preventivas que extiendan el tiempo de operatividad de la maquinaria, y así controlar los siguientes aspectos:

- Pérdidas completas o parciales de energía.
- Uso indebido de la maquinaria naval.
- Fenómenos de carácter natural que afecten al circuito eléctrico.
- Conocimiento y estiba de material eléctrico.
- Descuido en el mantenimiento eléctrico.
- Carencia de material eléctrico actualizado.
- Mala práctica en la operación del sistema eléctrico abordo.

A bordo de una embarcación es posible encontrar desafíos que no solamente van a depender de la calidad en que se encuentre la maquinaria sino también de la preparación que personal posee para enfrentar emergencias, debiendo ser ese acto lo altamente eficiente, rápido y oportuno. La relación entre el personal y su equipo debe ser tan profesional de modo que en caso de presentarse inconvenientes, el encargado conozca rápidamente el origen de la falla para proceder a su reparación.

## **2.2 PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo se basa en un paradigma positivista ya que sus pretensiones son sostener que las predicciones sean explicación del hecho en acción de hipótesis y siendo un modelo de conocimiento científico para establecer una relación investigador – objeto.

Al desfragmentar la situación problemática se logra conocer de manera singular la maquinaria, siendo esta independiente de su operatividad permitiendo conocer las causas reales, temporalmente precedentes o simultáneas para su solución.

## **2.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método experimental permite controlar la calidad de conocimiento instruido al personal en el ámbito eléctrico para disminuir el riesgo de fallas en el funcionamiento del generador y determinar el mejor programa de mantenimiento del generador. (PSST, 2010)

Este método se lo determina con el cambio que presenta durante la recolección de información en un lapso de tiempo específico, es decir analizar el rendimiento operativo que los generadores eléctricos han aportado después de un período de tiempo en que se ha solucionado un problema, como por ejemplo los mantenimientos, diarios o semanales.

### **2.3.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Durante el Crucero Internacional Atlántico 2012, los guardiamarinas de la Escuela Superior Naval permanecieron cinco meses embarcados en el Buque Escuela Guayas el cual los instruyó en todo ámbito naval.

Conforme al cronograma establecido en la navegación se le otorgó conocimiento académico de la ingeniería de a bordo de la unidad, en esta materia se les permitió conocer el funcionamiento operacional de la

maquinaria eléctrica, tanto en la generación de energía y su distribución en los diferentes compartimentos del Buque.

Una de las herramientas utilizadas para la recolección de información fue la encuesta realizada a los guardiamarinas y la recolección de información de manuales y libros que existen a bordo, permitió diseminar los datos de importancia que aportaron para conseguir soluciones a los problemas eléctricos del buque.

El diseño de la investigación se basó en la empírica o de campo la que permitió analizar los sucesos en los sistemas eléctricos durante la ruta Boston – Cádiz, mediante un estudio en la sala de máquinas donde se encuentran instalados los generadores eléctricos, este método aplicado es el diseño objeto-investigador, en el cual se obtienen datos a partir del análisis del funcionamiento de los generadores al momento de su operación.

La encuesta se aplica en la presente investigación, determinando lo que el personal de tripulación y guardiamarinas no opta por declarar en su exposición, esto es una ventaja ya que asegura que el interpelado cuenta con mayor anonimato y puedan darse respuestas veraces, logrando así una relación coherente a los resultados obtenidos en la entrevista.

La observación es una técnica aplicada en esta investigación, mediante la cual el analista observa al oficial y/o tripulante cuando efectúan su trabajo. Como técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica. Durante la ruta asignada se estableció acerca de qué se está haciendo, cómo se está haciendo, quién lo hace, cuándo se lleva a cabo,

cuánto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace, en su mayoría de tiempo planteada durante la navegación en el puente de gobierno de la unidad.

## **2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Durante el Crucero Internacional Atlántico 2012 se realizó la navegación en ruta Boston – Cádiz efectuado por el Buque Escuela Guayas, el cual posee un motor DEUTZ BF6M de cuatro tiempos a base de diesel para generar movimiento rotatorio y transformarlo en energía eléctrica para su distribución a toda la Unidad.

En dicha ruta, no bastó la limpieza rutinaria en la sala de máquinas por parte de la división de ingeniería, el conjunto de acciones para reparar el equipo después del fallo, tras la avería considerada fue un mantenimiento no planificado. Según el objeto de las acciones que se llevan a cabo ante un fallo podemos clasificar el mantenimiento correctivo en dos grupos:

- Mantenimiento correctivo paliativo: se toman medidas de contención que permitan seguir funcionando el equipo, aunque sea por de sus prestaciones, hasta un momento más propicio para su completa reparación.
- Mantenimiento correctivo curativo: todas las acciones van encaminadas a restablecer el buen funcionamiento del equipo en todas las prestaciones características del mismo.

Durante la navegación en ruta Boston - Cádiz, los días 13, 16 y 18 de julio se evidenciaron los siguientes problemas eléctricos:

Tabla 2-1

**Fallas en los generadores DEUTZ**

| VIERNES 13/07/2012 - BOSTON - CÁDIZ |                          |                                    |  |          |                                   |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|----------|-----------------------------------|
| HORA                                | EQUIPO                   | FALLA DETECTADA                    | ACCIÓN TOMADA  | GUARDIA  | ENCARGADO                         |
| 9:00:00                             | GENERADOR # 1            | GENERADOR SE APAGA INESPERADAMENTE | SE PROCEDE A REVISAR EL GENERADOR, SE REALIZA LIMPIEZA DE LAS BOBINAS DEL GENERADOR CON ELECTROSOL SE MARCA Y SE PROCEDE A CAMBIAR LA TARJETA DE CONTROL POR OTRA NUEVA. SE PONE EN SERVICIO EL GENERADOR - TRABAJA SIN NOVEDAD  | AZUL     | TODA LA DIVISIÓN                  |
| MARTES 16 /07/2012 - BOSTON - CÁDIZ |                          |                                    |  |          |                                   |
| HORA                                | EQUIPO                   | FALLA DETECTADA                    | ACCIÓN TOMADA  | GUARDIA  | ENCARGADO                         |
| 11:30:00                            | GENERADOR # 1            | GENERADOR SE APAGA INESPERADAMENTE | SE PROCEDE A REVISAR EL GENERADOR ENCONTRANDO 01 SENSOR SUCIO CON ACEITE SE PROCEDE A LIMPIAR CON ELECTROSOL Y RECUBIR EL CABLE CON CINTA AUTOFUNDENTE Y AISLANTE SE CONECTA SIN NOVEDAD, EL GENERADOR PRENDE PERO SE DISPARA Y SE PROCEDE A VERIFICAR LA BATERIA Y APRETAR CONECCIONES          | AMARILLA | SGOS-EL PAREDES /CBOS-EL ALVARADO |
| JUEVES 18 /07/2012 - BOSTON - CÁDIZ |                          |                                    |  |          |                                   |
| HORA                                | EQUIPO                   | FALLA DETECTADA                    | ACCIÓN TOMADA  | GUARDIA  | ENCARGADO                         |
| 9:00:00                             | FALLA DE LOS GENERADORES | BAJO VOLTAJE                       | FALLA GENERADOR #1 Y 2 INDICA UNA ALARMA DE UNDER VOLT ,DEBIDO A UNA DESCALIBRACION Y LA HUMEDAD SE REALIZA UNA LIMPIEZA CON ELECTROSOL PLUS CON PRESION DE AIRE , Y LUEGO CON ELCTROSOL NO FLANA PRESION SE ESPERA SE ESPERA QUE SEQUE POR 30 MIN SE PONEN EN SERVICIO Y TRABAJAN SIN NOVEDAD . | AMARILLA | TODA LA DIVISIÓN                  |

Fuente: Bitácora de la División de Electricidad

Elaborado por: Armada del Ecuador

**2.4.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

Durante la ruta Boston – Cádiz, siendo esta la primera ruta de navegación en la segunda fase del Crucero Internacional 2012, se tomaron

en consideración toda la maquinaria involucrada a la exigencia necesaria para navegar en el océano atlántico, sin embargo se presentaron fallas en el generador número uno, el cual produjo la pérdida del servicio eléctrico en la unidad, dejando así sin energía a equipos de navegación de importancia para sobreguardar la seguridad del personal.

La respuesta emergente una vez recibida la información de falla es realizada desde la sala de máquinas, comunicando al puente de mando para que se tomen las medidas necesarias y mantener la seguridad del buque hasta la acción posterior del Ingeniero de Guardia quien efectuará la inspección para determinar la causa de falla y su pronta solución.

Las consecuencias evidenciadas fueron determinadas por cada departamento, la evaluación presenta la falla en los equipos y maquinaria que usan energía eléctrica abordo.

#### **2.4.2 FENÓMENO PRESENTE EN LA MÁQUINARIA**

Mediante la recopilación de datos obtenidos por el método sintético y la observación al personal del departamento de ingeniería se determinaron las causas de las fallas eléctricas más frecuentes evidenciadas en la ruta Boston- Cádiz las cuales fueron:

- Las asimetrías rotóricas son la rotura de los anillos de la jaula rotórica y las alteraciones en el tamaño del entrehierro, estas fallas producen alteraciones en el campo magnético de la máquina.

- El análisis modal es el proceso desarrollado para determinar el comportamiento vibratorio de los objetos los cuales presentan formas características de vibrar.
- Los defectos del sistema aislante van desde la presencia de humedad o contaminación hasta defectos de aislamiento en los lugares sometidos a mayores esfuerzos mecánicos.

Estos fenómenos son las causas de fallas más comunes que afectan directamente a los sistemas eléctricos, evidenciados en la ruta, generando así consecuencias negativas para los equipos electrónicos que usan energía eléctrica directa de la fuente de distribución, tales como son el Radar, El Giro Compás, SPOS (Ship Performance Optimisation System), entre otros.

El personal consideró que las medidas de seguridad a bordo son tomadas de la manera más rápida posible al presentar una falla eléctrica, sin embargo en el transcurso de su vida útil han evidenciado un descenso en la operatividad de los generadores, para una solución a estas fallas, el presente trabajo incluye referencias (Anexo D) que ayudarán a la rápida acción de mantenimiento y corrección de la maquinaria eléctrica.

Un manual del sistema eléctrico a bordo logra dar el conocimiento adecuado al guardiamarina o tripulante para prepararse ante fallas eléctricas que se pueden presentar a bordo de la unidad.

## 2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se ha realizado mediante la recolección de información a través de encuestas y la observación aplicada durante la navegación de estudio BOSTON – CÁDIZ. Los datos obtenidos para análisis de la encuesta (Anexo B) permitieron determinar la importancia que tiene la energía eléctrica en una unidad naval, la preparación que exige a un oficial de marina la toma de decisiones ante una falla técnica y el desempeño presentado por la maquinaria eléctrica en la ruta asignada.

El método de observación se llevo acabo con el personal de tripulación quien con su apoyo brindaron sus conocimientos acerca del funcionamiento de los generadores eléctricos, su operatividad desde su generación en la sala de máquinas recorriendo el buque hasta que llega a distribuirse en cada equipo a bordo. Esta observación cumplió un punto de importancia al momento de la desinstalación de la tarjeta de protección automática del generador eléctrico (Anexo C), en el que se detalla su ubicación y el mantenimiento realizado en solución al problema de pérdida eléctrica.

En la ruta Boston- Cádiz se presentó una falla eléctrica, la cual inmediatamente el Oficial Ingeniero determinó que se produjo por falta de limpieza en la tarjeta de control automática que se encuentra en la caja principal del generador eléctrico DEUTZ.

La representación gráfica de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a la tripulación del Buque Escuela Guayas en relación a la

navegación planeada BOSTON – CÁDIZ en el año 2012 y los conocimientos que el personal abordo posee presentan los siguientes resultados:

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Pregunta 1:** ¿En qué escala de valoración determina usted la operatividad de los generadores eléctricos para la distribución de energía en la Unidad?

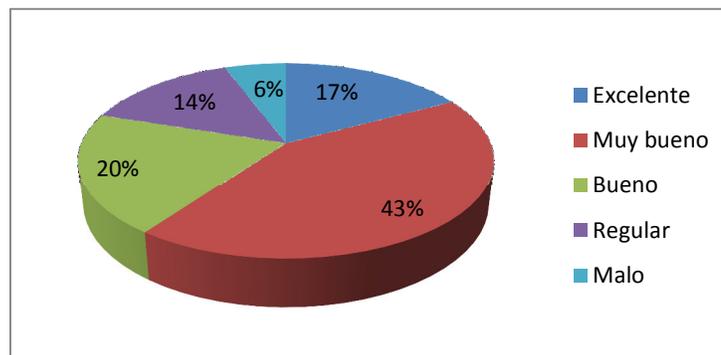
Tabla 2-2

**Valoración de operatividad de los generadores del BESGUA**

| ESCALA DE VALORACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|----------------------|------------|-------------|
| Excelente            | 12         | 17%         |
| Muy bueno            | 30         | 43%         |
| Bueno                | 14         | 20%         |
| Regular              | 10         | 14%         |
| Malo                 | 4          | 6%          |
| <b>TOTAL</b>         | <b>70</b>  | <b>100%</b> |

Fuente: Encuestas a Guardiamarinas y tripulación

Elaborado por: Autor



**Figura 2-1 Valoración de operatividad de los generadores del BESGUA**

Fuente: Tabla 2-2

Elaborado por: Autor

### **Análisis de la figura 2-1:**

El 43% considera como muy buena la operatividad de los generadores en el Buque Escuela Guayas, 20% considera Bueno, 17% como excelente, 14% determina como regular, mientras que el 6% considera que la operatividad es mala.

La población encuestada en su mayoría fueron los guardiamarinas, quienes durante su navegación el uso eléctrico consumido fue la iluminaria en los entrepuentes y cámara, esta población determinó que la operatividad de los generadores está en buena calidad, sin embargo se toma en consideración que el nivel de importancia eléctrica es por sectores, la energía distribuida en el puente de gobierno está comprometida con la seguridad de la navegación.

**Pregunta 2:** ¿Los equipos eléctricos a bordo de la unidad se encuentran en peligro por falta de un alimentador ininterrumpido de corriente?

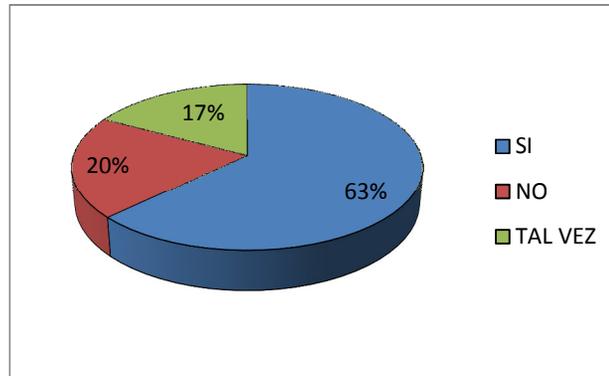
Tabla 2-3

#### **Peligro a falta de UPS**

| <b>CONSIDERACIÓN</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| SI                   | 44                | 63%               |
| NO                   | 14                | 20%               |
| TAL VEZ              | 12                | 17%               |
| <b>TOTAL</b>         | <b>70</b>         | <b>100%</b>       |

Fuente: Encuestas a Guardiamarinas y tripulación

Elaborado por: Autor



**Figura 2-2 Peligro para equipos de navegación por falta de UPS**

Fuente: Tabla 2-3

Elaborado por: Autor.

### **Análisis de la figura 2-2:**

El 63% de los encuestados determina que los equipos electrónicos sí están en peligro por falta de un alimentador ininterrumpido de corriente, el 20% no considera riesgo alguno, y se presentan 17% de indecisos.

El resultado obtenido en la pregunta dos se complementa con lo anteriormente analizado en la pregunta uno, los equipos de navegación necesitan un óptimo uso para brindar su servicio, el sistema de alimentación ininterrumpido aportará con la seguridad de los equipos de navegación erradicando el 63% del personal que los considera en peligro.

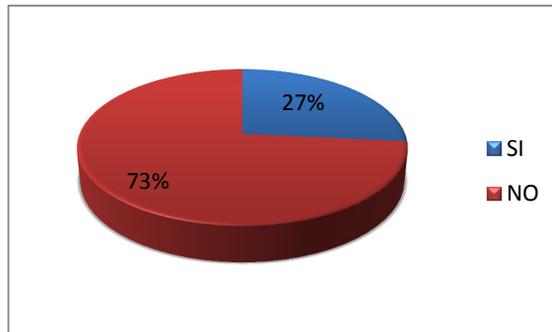
**Pregunta 3:** ¿Usted cree que los generadores del BESGUA tienen una eficiencia de trabajo para 4 años más?

Tabla 2-4  
**Eficiencia de los generadores del BESGUA a 4 años**

| CONSIDERACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|---------------|------------|-------------|
| SI            | 13         | 27%         |
| NO            | 36         | 73%         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>49</b>  | <b>100%</b> |

Fuente: Encuestas a Guardiamarinas

Elaborado por: Autor



**Figura 2-3 Eficiencia de los generadores del BESGUA a 4 años**

Fuente: Tabla 2-4

Elaborado por: Autor

### **Análisis de la figura 2-3:**

Del 100% de guardiamarinas encuestados el 73% considera que no estarán operativos los generadores en 4 años más, mientras que el 27% considera que si.

Los cruceros de instrucción exigen un nivel de alistamiento cada vez mayor con cada promoción de guardiamarinas que se embarca, por lo tanto no es suficiente el mantenimiento de la maquinaria sino restablecerla o determinar nuevos y eficaces métodos para extender la vida operativa de los generadores eléctricos del BESGUA.

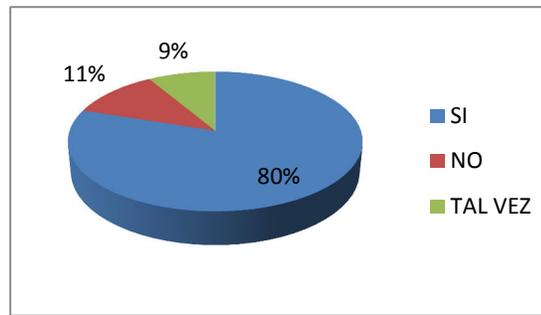
**Pregunta 4:** ¿Cree usted que la instalación de un UPS optimizará el sistema eléctrico en el equipo instalado?

Tabla 2-5  
**Optimización de sistemas eléctricos mediante UPS**

| CONSIDERACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE  |
|---------------|------------|-------------|
| SI            | 56         | 80%         |
| NO            | 8          | 11%         |
| TAL VEZ       | 6          | 9%          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>70</b>  | <b>100%</b> |

Fuente: Encuesta a guardiamarinas y tripulantes

Elaborado por: Autor



**Figura 2-4 Optimización de sistemas eléctricos mediante UPS**

Fuente: Tabla 2-5

Elaborado por: Autor

#### **Análisis de la figura 2-4:**

El 80% de la población encuestada presenta que el UPS es un método que podría contribuir al sistema eléctrico, sin embargo existe 11% que no optan como solución y 9% se personal inseguro.

El personal encuestado determinó que los UPS adecuarán un desempeño óptimo en el sistema eléctrico, de tal forma que la toma de decisiones al personal de oficiales, guardiamarinas y tripulación de la unidad será la mejor, ya que dispondrá del tiempo necesario para ubicar a la unidad.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN**

El Buque Escuela Guayas en función de formar un personal naval con alto grado de alistamiento, entrega las competencias necesarias para enfrentarse como oficiales de marina, mediante la capacitación de la operatividad de los equipos electrónicos abordo y la experiencia de su navegación, se partirá para determinar fallas comunes en el sistema y de esta manera encontrar aplicaciones con la corriente eléctrica para nuestra disposición en una navegación.

El proceso de generación energía eléctrica representó una cualidad relacionada íntimamente con la navegación, ya que sin poder eléctrico los equipos abordo ponen en riesgo a la navegación y/o perjuicios económicos en caso daño de los mismos.

#### **3.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

Para plantear la optimización del sistema eléctrico enfocado a la seguridad del buque se determina que es de fundamental importancia la distribución de energía eléctrica en los equipos de navegación del BESGUA en caso de pérdidas totales de energía.

### **3.2.1 TITULO DE LA PROPUESTA**

Optimizar el sistema eléctrico abordo del BESGUA mediante la instalación de SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) en los equipos de navegación para que así mantengan la seguridad del Buque Escuela Guayas durante la navegación.

### **3.2.2 OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA**

Proporcionar seguridad a los diferentes equipos eléctricos sensibles al corte total de energía eléctrica para sobreguardar la seguridad de la navegación.

### **3.2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

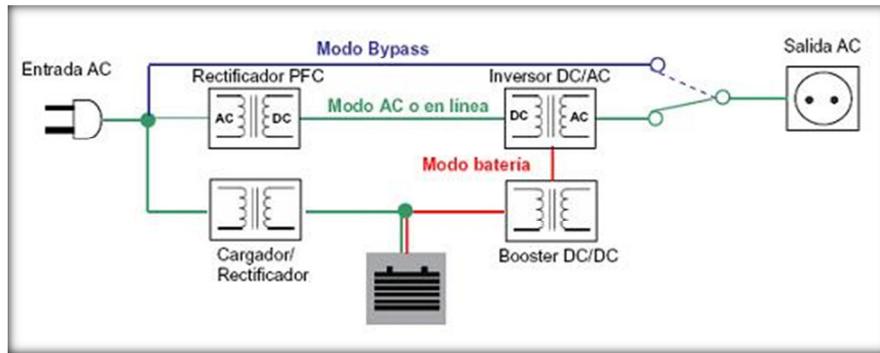
Las navegaciones del Buque Escuela Guayas exigen al personal de tripulación y guardiamarinas un alistamiento mayor en cada crucero realizado, por lo tanto el propósito de la presente propuesta es el mantener la unidad preparada para cualquier emergencia que se presente, entre estas se encuentra la pérdida de energía eléctrica por fallas en los generadores eléctricos, los cuales, al dejar inoperativos los equipos de navegación ponen en riesgo al personal a bordo del Buque Escuela, por lo tanto el alcanzar la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida permitirá al personal encargado un abastecimiento de energía para equipos de importancia, de esta manera conseguir una navegación segura.

### **3.2.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) o por sus siglas en inglés Uninterrupted Power System (UPS), es un sistema que permite proteger equipos electrónicos que se encuentren amenazados por la pérdida eléctrica repentina, poniendo en riesgo su funcionamiento y su servicio aplicado. Para lo cual el UPS limpia la corriente alterna de servicio y proporciona energía que mantuvo almacenada para su distribución en equipos, evitando su corte repentino.

La pérdida total de energía eléctrica puede afectar, inclusive averiar los sistemas de soporte físico y lógico de los equipos de navegación. Este es el momento en el que los UPS realizan su trabajo siguiendo la suministración de energía a la carga crítica. Este sistema también logra desconectarse automáticamente si el corte de corriente se ha prolongado más allá del tiempo de seguridad del UPS, permitiendo así el restablecimiento de energía a la carga crítica, enviando una carga de refuerzo de la batería.

El funcionamiento se basa en la transformación de energía eléctrica que recibe a continua, para su vez volver a transformarla en alterna, esta energía es almacenada hasta ser usada por el usuario, proporcionando seguridad contra cualquier problema en los sistemas eléctricos a bordo.



**Figura 3-1 Diagrama de funcionamiento UPS**

Fuente: Manual de utilización e instalación ups

Elaborado por: Honkama

### 3.2.5 ESTUDIO PARA INSTALACIÓN DEL UPS

Este estudio permitió determinar las condiciones actuales de trabajo con lo que tiene que ver la disponibilidad de equipo o implementos, la existencia del personal capacitado en Ecuador, mediante la disponibilidad de los recursos financieros para poner en marcha el desarrollo del proyecto.

#### 3.2.5.1 Talento humano

Es indispensable contar con el talento humano adecuado para llevar a cabo un proyecto, por lo tanto se determinó personal que demuestre la calidad de los productos ofrecidos y por sus precios competitivos. En la actualidad resalta la empresa IMETEL S.A. por los suministros de materiales navales para sistemas de distribución eléctrica por parte de la mayoría de Empresas Eléctricas del Ecuador, suministro de grupos generadores diesel, repuestos, y servicios de mantenimiento, entre otros, con equipamientos fabricados por sus representados.

IMETEL cuenta con el Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO 9001:2008, asegurando así su compromiso con el cumplimiento de los requisitos de sus clientes. Este personal se encargará de la instalación del sistema de alimentación autónomo en el puente de gobierno del Buque Escuela Guayas. La disponibilidad de trabajo que tendrá el personal de IMETEL será de acuerdo a los trabajos que el departamento de electricidad del buque mantenga a bordo, por lo tanto su trabajo se lo realizará en conjunto mediante la figura 3-2.

#### ASISTENTE DE CAMPO

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Empresa</b>                 | INETEL  |
| <b>País</b>                    | ECUADOR   |
| <b>Provincia</b>               | Pichincha/ Guayas   |
| <b>Localidad</b>               | Quito/Guayaquil   |
| <b>Descripción de la Plaza</b> | Estudios superiores en Telecomunicaciones, electrónica, sistemas.<br>Conocimientos de instalación de equipos de navegación por cable o instalaciones eléctricas.<br>Tener disponibilidad para trabajar los fines de semana. |
| <b>Pago de instalación</b>     | \$84,57 (Electricista) / \$55,27 (Ayudante)   |

**Figura 3-2 Recurso Humano para instalación UPS**

Fuente: ec.mejoremprego.org

Elaborado por: Autor

#### 3.2.5.2 Presupuesto del material necesario

El Sistema de Alimentación Ininterrumpido está a la venta de manera económica en las principales ciudades del Ecuador, entre las mejores opciones económicas están Quito, Guayaquil y Cuenca. Su costo varía dependiendo de la capacidad de almacenamiento de energía del UPS.

El UPS a obtener en el proyecto está presente según los datos de la tabla 3-3, ya que el sistema de alimentación se lo obtiene por su nivel de almacenamiento, su costo varía aumentando directamente si incrementa la potencia de almacenamiento. La suma de las potencias de los equipos se presenta en 1520 watts, por lo tanto sí es considerable la compra de un UPS no mayor a 2kW de potencia, el cual alimentaría satisfactoriamente a los equipos.

Entre las marcas de UPS con respaldo y garantía en el Ecuador existen: TRENDnet, 3COM, NOC, APC Legendary Reliability, TRIPP-LITE, Forza Power Technologies, EnGenius, UBIQUITI, TERRAX.

La Tabla 3-1 muestra el UPS adecuado a la Unidad, el cual permita optimizar la energía eléctrica de los generadores almacenándola en caso de presentarse posibles fallas en los sistemas eléctricos.

Tabla 3-1  
**Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 2 kVA de potencia**

| <b>EQUIPOS DEL SISTEMA</b>  | <b>COSTO</b>   |
|---|----------------|
| Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 2kVA de potencia, compuesto por rectificador de corriente y cargador de batería, batería, inversor estático electrónico, bypass. | 2752,13        |
| Electricista.   | 84,57          |
| Ayudante electricista.  | 55,27          |
| Medios auxiliares   | 4,63           |
| Costes indirectos   | 6,82           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2903,42</b> |

Fuente: ecuador.generadordeprecios.info

Elaborado por: Autor

### 3.2.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Los Sistemas de alimentación ininterrumpidos que se distribuyen en el país son variados dependiendo de la funcionalidad en las que serán instalados, depende de la necesidad del usuario. En una unidad naval es importante considerar que estos equipos estarán expuestos a peligros de golpes, humedad, calor, salinidad ambiental, entre otros. Por lo tanto el UPS a instalar es uno que califique por su peso y resistencia a medios netamente navales.

A continuación se analiza los equipos UPS que se distribuyen en Ecuador, para así determinar el mejor para su instalación en el Buque Escuela Guayas. Equipos de alimentación ininterrumpida con cumplimiento de exigencia naval:

#### a) COMPUTER POWER



**Figura 0-3 COMPUTER POWER UPS**

Fuente: [www.compower.com/web/energia/ups](http://www.compower.com/web/energia/ups)

Elaborado por: Datacenter

Ventajas Competitivas:

- Bypass automático
- Modelos disponibles de 1.5 y 3 KVA en 220v
- Compatible con generador

- Peso: 80kg

## b) EATON UPS



**Figura 0-4 EATON UPS**

Fuente: [www.eaton.com/web/ups](http://www.eaton.com/web/ups)

Elaborado por: CP. PVGD SERIES 15

## Ventajas Competitivas:

- Ofrece voltajes de redundancia
- El ABM (Administrador Avanzado de Energía) duplica la vida útil de baterías.
- Cambio automático de voltajes de frecuencia para facilitar la marcha
- 2 años de garantía.
- Peso: 55kg

## c) FIRMESA UPS



**Figura 0-5 FIRMESA UPS**

Fuente: [www.firmesa.com/web/energia/ups](http://www.firmesa.com/web/energia/ups)

Elaborado por: Computer Power-VT

#### Ventajas Competitivas:

- Bypass automático
- Modelos disponibles de 1.5 y 3KVA en 220v o 110v
- Protección a humedad
- Peso: 35kg

#### d) TERRAX UPS



**Figura 0-6 TERRAX UPS**

Fuente: [www.ecuaterraxsa.com/energia/ups](http://www.ecuaterraxsa.com/energia/ups)

Elaborado por: ModularCenter

#### Ventajas Competitivas:

- Voltaje admisible de entrada 110v - 300v
- Protección a humedad
- Modelos disponibles de 2 y 3 KVA en 220v y 110v
- Peso: 23kg

La figura 3-7 presenta las dos marcas navales más adaptables a los requerimientos que en peso el Buque Escuela Guayas se considera.



**Figura 3-7 Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 2 kW**

Fuente Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Elaborado por: firmesa – winedtech.com

El tamaño del equipo adquirido tiene cumplir exigencias que una embarcación aplica al momento de una navegación, como lo es su estanqueidad, es de importancia el espacio y peso utilizado por cada equipo, por lo tanto las dimensiones del UPS debe regirse al área que el puente de gobierno puede otorgar.

Ambas marcas tienen proporcionalidad en sus características dimensionales 421 x 190 x 318 mm. y son adecuadas para la instalación en el BESGUA, sin embargo, en consideración al peso, la marca: TERRAX es la seleccionada por ser mas ligera, ya que la estanqueidad forma parte muy importante en una navegación, por lo cual sus características son las siguientes características operativas:

Tabla 3-2

**Características UPS Terrax**

| CARACTERÍSTICAS              | UPS TERRAX  | UPS FIRMESA |
|------------------------------|-------------|-------------|
| <b>Tipo</b>                  | On - Line   | On - Line   |
| <b>Marca</b>                 | TERRAX      | FIRMESA     |
| <b>Peso</b>                  | 23kg        | 35kg        |
| <b>Número de modelo</b>      | C3KS LED    | PVGD Series |
| <b>AMPERAJE /HORA</b>        | 30Ah        | 25Ah        |
| <b>Capacidad</b>             | 2000 watts  | 2000 watts  |
| <b>Voltaje de entrada</b>    | 110V ~ 300V | 110V ~ 300V |
| <b>Frecuencia de entrada</b> | 50Hz / 60Hz | 60Hz        |

Fuente Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Elaborado por: Autor

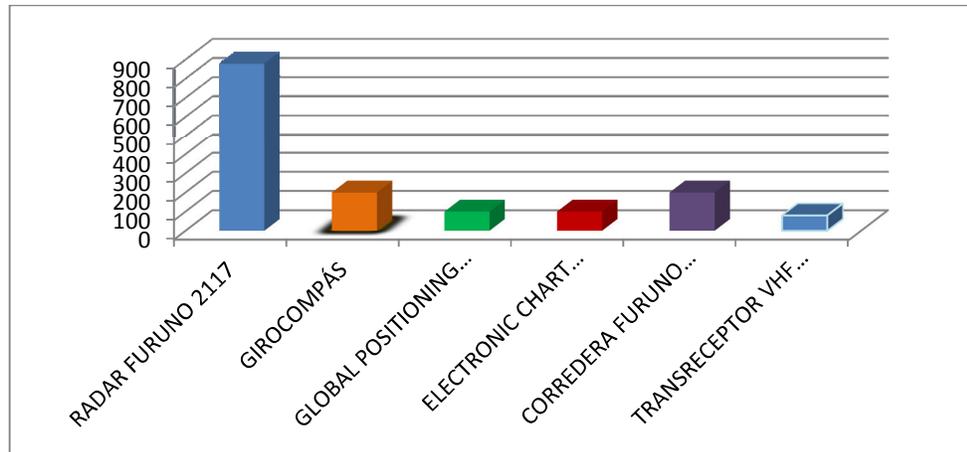
### 3.2.7 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO ELÉCTRICO

El análisis técnico evaluó si el equipo o implementos están disponibles y si poseen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando. Se determinó, para cada escenario, si la solución que trae consigo es susceptible de llevar a cabo con los recursos y la correcta operación de los sistemas eléctricos.

Se demostró el consumo realizado por los equipos de navegación y comunicación mediante una gráfica con el objetivo de determinar la potencia necesaria que tiene el UPS. El presente cuadro está elaborado mediante cantidades en watts de potencia

#### POTENCIA CONSUMIDA POR EQUIPOS DE NAVEGACIÓN

|   |            |
|---|------------|
| RADAR FURUNO 2117                                       | <b>880</b> |
| GIROCOMPÁS  | 200        |
| GLOBAL POSITIONING SYSTEM GPS GP 1850DF                 | 100        |
| ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM (ECDIS) | 100        |
| CORREDERA FURUNO DS-70                                  | 200        |
| TRANSRECEPTOR VHF –FM FURUNO 8500                       | 80         |



**Figura 3-9 Equipos evaluados para proyecto**

Fuente: Manual de Comunicaciones 2011

Elaborado por: Autor

### 3.2.8 ESTUDIO OPERACIONAL

Se consideró dentro de la factibilidad operativa, que los sistemas eléctricos asociados a cada escenario operen adecuadamente, el potencial de la unidad para llevar a cabo el proyecto en términos de los planes, políticas y procedimientos, es decir se averiguó a qué se expone la embarcación al realizar la instalación.

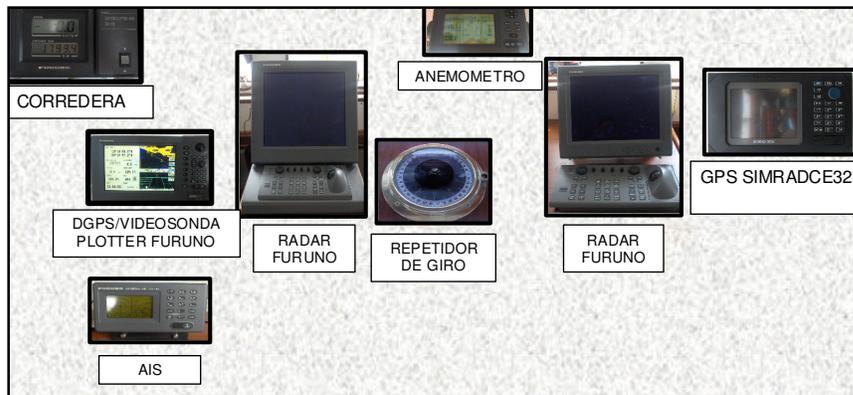
En el BESGUA poseemos equipos de navegación tanto en el puente como en la derrota, los cuales son de uso fundamental para una navegación segura, estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:



**Figura 3-10 Distribución de equipos en el Puesto de Gobierno**

Fuente: Manual de Operaciones BESGUA 2005

Elaborado por: Álvaro Buitrón C.



**Figura 3-11 Distribución de Equipos en la Derrota**

Fuente: Manual de Operaciones BESGUA 2005

Elaborado por: Álvaro Buitrón C.

El Buque Escuela Guayas tras haber presentado fallas técnicas en el funcionamiento de sus generadores se determina que los equipos eléctricos que trabajan para el empleo de la navegación tienen una gran importancia en el cumplimiento de la ruta trazada y de suma importancia con la seguridad del personal, por lo tanto la instalación del sistema de

alimentación autónoma deberá ser destinado para los equipos que brinden datos en posición, rumbo, velocidad, etc. Los cuales serán:

- Radar Furuno 2117
- Girocompás
- GPS GP GLOBAL POSITIONING SYSTEM 1850DF
- Electronic Chart Display and Information System
- Ecosonda
- Trasreceptor VHF-FM FURUNO 8500

La tabla 3-3 presenta las potencias de funcionamiento requeridas para cada equipo de comunicaciones y de navegación que se encuentran en el puente de gobierno, derrota y otros en la sala de radio del BESGUA. Se determinó la importancia de su funcionamiento para ser alimentado por el UPS y mantenga un óptimo funcionamiento, contribuyendo a la seguridad en la navegación.

Se seleccionaron únicamente los equipos de navegación necesarios, considerando la suma de la potencia que consuma cada equipo y nos proporcione el tiempo que el oficial navegante tendrá para solucionar el problema eléctrico antes que el sistema de alimentación agote su energía almacenada.

Tabla 3-3

**Potencia de equipos para navegación**

| <b>EQUIPO A BORDO</b> | <b>POTENCIA</b> |
|-----------------------|-----------------|
|-----------------------|-----------------|

|   |               |
|---|---------------|
| RADAR FURUNO 2117                               | 880 W         |
| GIROCOMPÁS                                      | 200 W         |
| GLOBAL POSITIONING SYSTEM GPS GP 1850DF         | 100 W         |
| ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM | 100 W         |
| ECOSONDA  | 200 W         |
| TRANSRECEPTOR VHF –FM FURUNO 8500               | 80 W          |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>1560 W</b> |

Fuente: Comunicaciones Online BESGUA

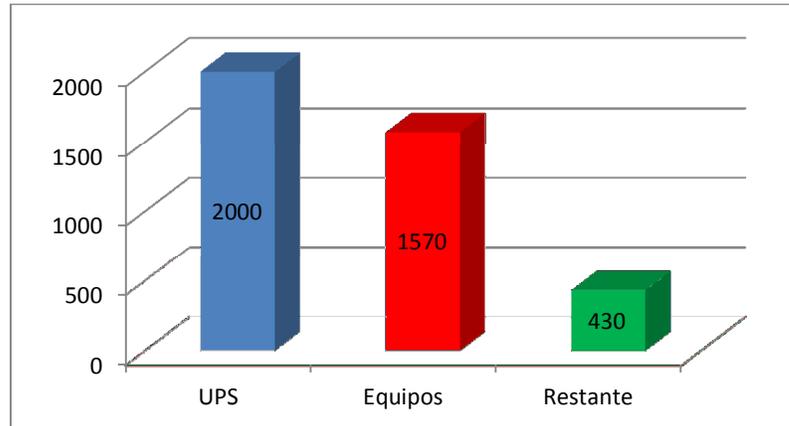
Elaborado por: Autor.

En caso de una falla eléctrica en los generadores todos estos equipos dejan de operar poniendo en peligro la navegación, por lo tanto para el grado de importancia que tienen los equipos del puente y el mando que se encuentra en el mismo como el personal para una acción inmediata está a bordo del puente se plantea la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpido en el puente de gobierno. Estas instalaciones son factibles también para equipos como el transreceptor VHF-FM Furuno 8500 e incluso el Radar GP-50 en el camarote del Señor Comandante del Buque, esto gracias a la extensión en el cableado hacia el UPS.

### **Análisis de tiempo de suministro de energía**

Los equipos anteriormente mencionados consumen en su totalidad 1570 watts de potencia, por lo tanto para llegar a cumplir con el objetivo de mantener estos equipos encendidos en caso de una pérdida de energía se alimentarán con un suministro mayor dicha potencia.

El UPS que la propuesta obtuvo fue TERRAX con una capacidad de almacenamiento de 2000 watts de potencia, como análisis de la relación se obtiene la siguiente gráfica:



**Figura 3-12 Resultado de evaluación UPS**

Fuente: Comunicaciones Online BESGUA

Elaborado por: Autor

#### **Análisis de la Figura 3-12:**

El UPS TERRAX de 2KW de potencia que se instalará sí abastece al nivel de consumo de los equipos de navegación, dejando incluso 430 watts de potencia almacenada en el UPS, este superávit permite que esta energía aumente el tiempo de operatividad de los equipos de navegación.

El sistema de alimentación ininterrumpido marca TERRAX modelo C3KS LED pose las siguientes características principales:

- Amperaje /Hora : 30Ah
- Capacidad clasificada: 2000 watts
- Voltaje de entrada: 110v

El tiempo lo determinaremos mediante la diferencia entre la potencia almacenada en el UPS y la suma algebraica de las potencias de los equipos de navegación.

$$P \text{ entregada} = (110V)(30Ah)$$

$$P \text{ entregada} = 3300 \text{ Wh} = 3,3\text{KWh} \text{ (Se entregará 3,3KW en 1h de trabajo)}$$

El UPS que disponemos posee un almacenamiento de 2KW, quiere decir que el tiempo que disponga el personal encargado en solucionar la pérdida de energía será:

$$TIEMPO = \frac{POTENCIA \text{ ENTREGADA DEL UPS}}{POTENCIA \text{ DE EQUIPOS DE NAVEGACIÓN}}$$

$$t = \frac{3,3 \text{ KWh}}{2,5 \text{ KW}} = 1.32h$$

A partir que sucedió la emergencia energética, y todo el sistema eléctrico se haya perdido en el buque, el UPS Terrax entregará energía eléctrica a los equipos de navegación otorgando 1 hora 19 minutos para que el personal a bordo tome medidas de emergencia y solucione la falla suscitada sin que la unidad altere su ruta establecida.

### **3.2.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TAMAÑO Y UBICACIÓN DE UPS**

#### **VENTAJAS**

- Posee un banco de almacenamiento de energía que nos permite mantener encendido el equipo en un caso de caída de la corriente eléctrica.
- Conserva un regulador incorporado para proteger de picos o bajas de voltajes.
- Nos permiten alargar la vida útil de nuestros equipos eléctricos y reducir el riesgo de pérdidas de información de la navegación.
- El tiempo otorgado por UPS permite una mejor toma de decisiones en casos críticos de la navegación.

## **DESVENTAJAS**

- El sistema depende de la operación adecuada del bypass estático en el módulo de reserva.
- Mayor espacio ocupado respecto de la arquitectura distribuida del puente de gobierno.
- El mantenimiento y conservación es de suma importancia en este tipo de equipos, se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

### **3.2.10 LUGAR DE INSTALACIÓN**

#### **3.2.10.1 Transporte y almacenamiento**

El UPS se transporta en palets diseñados para facilitar su

desplazamiento mediante una carretilla elevadora de horquilla. El equipo debe mantenerse en posición vertical sin dejarse caer. En tanto a su almacenamiento, si llega a períodos de tiempo prolongados, sus baterías deberán cargarse por lo menos ocho horas cada seis meses a fin de mantenerlas en buen estado.

### **3.2.10.2 Entorno**

La ubicación del UPS en el BESGUA es considerando por el espacio utilizado, este lugar será cerca de los equipos que se necesiten alimentar, por lo cual se ubica en el puente de gobierno junto al asiento del señor Comandante de la unidad. La instalación se realizará mientras la unidad se encuentra en dique o fondeada considerando los siguientes puntos en su entorno:

- Evitar humedades y temperaturas extremas. La temperatura del ambiente será 15°C a 25°C.
- Proteger de elementos que puedan involucrar la seguridad del equipo provocado por movimientos del buque durante una navegación.
- Su ubicación no será completamente cerrada.
- Para la instalación se deberá tener presente que debe ser en una zona no estanca al aire, el equipo no está expuesto a gases inflamables.
- El equipo permanecerá amarinerado evitando el desplazamiento y fácil operación por parte del usuario.

### 3.2.10.3 Conexiones de alimentación

La instalación del cableado se consideró desde el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) hasta los equipos de navegación mencionados en el entorno, para llevar la seguridad del buque. Estos equipos se encuentran a disposición del navegante en el puente de gobierno (Véase figura 3-13).

#### Esquema de red de cableado en el puente de gobierno y derrota

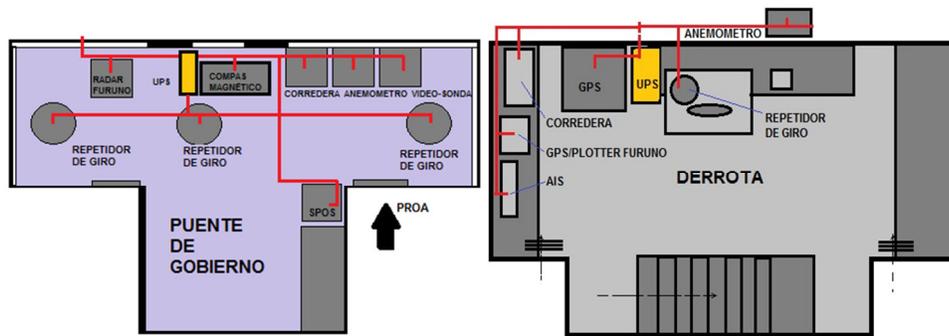


Figura 3-13 Red de cableado BESGUA

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

### 3.2.10.4 Verificación de la instalación eléctrica

Antes de poner en marcha la instalación eléctrica necesita someterse a una verificación compuesta por dos fases, una primera fase en que no requiere efectuar medidas, se denomina verificación por examen, y una segunda fase se requiere la utilización de equipos de medida para ensayos.

- Verificación por examen

Para precautelar la seguridad de los equipos de navegación se recomienda realizar conexiones eléctricas menores, es decir, poner a prueba

el UPS por medio de conexiones tales como lámparas, verificando su nivel de potencia para determinar la correcta suministración de energía.

- Verificación por ensayo

Esta fase se la realizará tomando las características del equipo a evaluar, se catalogarán aquellos equipos electrónicos cuya alimentación sea por corriente alterna y su potencia de entrada se encuentre en los parámetros que el UPS está capacitado en otorgar.

### **3.2.10.5 Conexiones a red de suministro y a carga**

El orden correcto de conexión es el siguiente:

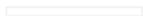
1. Comprobar que las conexiones eléctricas al lugar de instalación hayan sido ejecutadas correctamente. Comprobar asimismo los valores de los fusibles o los disyuntores y las dimensiones de los cables.
2. Debe incorporarse al cableado fijo un dispositivo de desconexión fácilmente accesible. El dispositivo de desconexión debe tener una separación de contacto de al menos 3 mm. Debe colocarse un rótulo de advertencia en todos los aisladores de corriente primaria instalados fuera del área del UPS para advertir al personal de mantenimiento eléctrico de que el circuito alimenta a un UPS. El rótulo de advertencia debe contener el texto siguiente, o uno equivalente: AISLAR SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS)
3. Desconectar la corriente al punto de distribución al que se debe conectar la unidad UPS.

4. El UPS debe conectarse conforme se utilice entrada un cable
5. Desmontar los paneles delanteros y abrir el panel lateral izquierdo
6. Comprobar que el cable de salida de la unidad UPS esté conectado a la carga.

### **3.2.10.6 Cronograma de instalación en BESGUA**

Tabla 3-4

**Cronograma de Instalación**



| N° | ACTIVIDADES  | 1ERA SEMANA |    |     |     |     | 2DA SEMANA |    |     |     |     |
|----|--|-------------|----|-----|-----|-----|------------|----|-----|-----|-----|
|    |  | LU          | MA | MIE | JUE | VIE | LU         | MA | MIE | JUE | VIE |
| 1  | Pedir autorización a los directivos  | ■           |    |     |     |     |            |    |     |     |     |
| 2  | Análisis de la situación eléctrica actual.   |             | ■  |     |     |     |            | ■  |     |     |     |
| 3  | Revisión e informe del sistema eléctrico.  |             |    | ■   |     |     |            |    | ■   |     |     |
| 4  | Revisión de paneles de distribución y condiciones actuales del suministro.         |             |    |     | ■   |     |            |    |     | ■   |     |
| 5  | Revisión de cableados y criticidad de los equipos.                                 |             |    |     |     |     | ■          |    |     |     |     |
| 6  | Sopleteado y aspirado del entorno.   |             |    |     |     |     |            | ■  |     |     |     |
| 7  | Instalación de unidades en área de libre flujo de aire, lejos de fuentes de calor. |             |    |     |     |     |            |    | ■   |     | ■   |
| 8  | Verificación visual de las baterías.   |             |    | ■   |     |     |            |    | ■   |     |     |
| 9  | Realizar una prueba de sistema y batería.  |             |    |     |     |     | ■          |    | ■   |     |     |
| 10 | Elaboración de un programa para el mantenimiento y supervisión.                    |             |    |     |     |     |            |    |     | ■   | ■   |
| 11 | Informe al departamento.   |             |    |     |     |     |            |    |     |     | ■   |

Fuente: Tesis de grado

Elaborado por: Autor..

### 3.2.11 NORMA DE UTILIZACIÓN

Este punto contiene la información necesaria para la utilización del UPS. Los procedimientos de puesta en marcha y parada que en él se describen sólo se ejecutarán en contadas ocasiones, por ejemplo para prepararse para una travesía larga, del suministro eléctrico o para cambiar las baterías. En condiciones normales el UPS funciona automáticamente.

La puesta en marcha inicial la realiza siempre un técnico de servicio del fabricante o un representante de un concesionario autorizado por el fabricante. De lo contrario no se puede garantizar la seguridad del personal

durante la instalación o la utilización, ni que en la unidad vaya a funcionar correctamente.

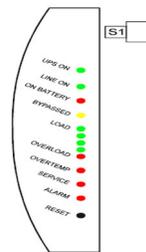
Durante la entrega y puesta en servicio, el representante del fabricante instruirá al personal de la división de electricidad sobre el funcionamiento del sistema UPS.

### 3.2.11.1 Puesta en marcha del UPS

El UPS inicialmente instalado, realiza una comprobación de sus funciones internas, sincroniza la corriente de red y comienza a suministrar corriente a la salida. El UPS se pone en marcha después de 3-4 minutos. Durante esta puesta en marcha, el LED UPS ENCENDIDO parpadea.

### 3.2.11.2 Funciones del cuadro de mandos

El cuadro de mandos muestra el estado y funcionamiento del control.



**Figura 3-8 Cuadro de Mando**

Fuente: Manual de utilización e instalación ups

Elaborado por: Honkama

En el cuadro de mando existen luces LED, que se encienden con determinada coloración según la función que apliquen, la luz LED permanecerá encendida cuando:

- **UPS ENCENDIDO** El UPS funciona normalmente suministrando corriente a sus salidas.
- **LÍNEA ACTIVA** Se utiliza la tensión de red del local para alimentar la carga. Cuando el LED está apagado, la tensión de red es demasiado baja, demasiado alta o no existe, o el UPS no está sincronizado con las líneas de alimentación de entrada.
- **BATERÍA ACTIVA** El UPS está funcionando con batería. Si el LED parpadean, la tensión de la batería está baja y quedan menos de 2-3 minutos de tiempo de seguridad.
- **CARGA** Los cuatro LED muestran la carga del UPS. Un LED verde: salida activa. Dos LED verdes:carga superior al 40% de la carga nominal. Tres LED verdes: carga superior al 60% de la carga nominal. Cuarto LED verdes: carga superior al 80% de la carga nominal.
- **SOBRECARGA** El UPS está sobrecargado
- **RECALENTAMIENTO** El UPS está recalentado.
- **SERVICIO EI UPS** necesita mantenimiento.
- **ALARMA** Se activa la alarma sonora. Fallo de línea, batería baja, UPS derivado, sobrecarga,

recalentamiento, servicio o alarma UPS.

### **3.2.11.3 Interruptores de funcionamiento**

- INTERRUPTOR PRINCIPAL Enciende y apaga el UPS.
- REINICIALIZACIÓN Reinicializa las alarmas y desactiva la alarma sonora.

## **CONCLUSIONES**

La instalación de un sistema de alimentación ininterrumpido en el puente de gobierno del BESGUA facilita al personal la operación oportuna de los equipos de navegación y comunicación.

Las constantes fallas en la maquinaria de generación eléctrica del BESGUA impide el correcto uso de los equipos a bordo de la unidad.

El mantener alimentados los equipos de navegación mediante un UPS permite al navegante un periodo de tiempo en la operatividad de sus equipos en caso de pérdidas totales de energía.

## RECOMENDACIONES

- Identificar las características técnicas de potencia en los equipos de navegación antes de ser conectados con el sistema de alimentación ininterrumpida, de tal manera que cumplan con los parámetros para ser protegidos de una pérdida de energía eléctrica.
- Realizar constantes revistas minuciosas en la maquinaria de generación eléctrica con el fin de evitar fallas en su funcionamiento.
- Instruir al personal a bordo sobre las precauciones que se deben de tomar en el uso del UPS, para evitar errores de manipulación por desconocimiento de la tripulación en los equipos electrónicos del puente de gobierno
- Verificar que el UPS se mantenga encendido, con luz verde en el dispositivo de control bajo el asiento del Señor Comandante donde estará instalado el equipo.
- Realizar un recorrido correctivo del sistema eléctrico actual y por medio de un mantenimiento total se pueda conservar y prolongar la vida útil de los sistemas eléctricos y equipos de navegación evitando así posibles riesgos ya sea por accidentes.

## BIBLIOGRAFÍA

(2010). Apuntes y Mantenimiento. En G. Portilla, *Ciencias y técnicas de la Naavegación y construcción Naval*. M.A.

ARMADA DEL ECUADOR. (2009). *Manual General de maniobras BESGUA*.

Armada del Ecuador. (2012). *Armada del Ecuador*. Obtenido de *navales.net*:  
<http://www.navales.net/descargas/sellosprensaestopasduramaxmarine.html>

Asysum. (2013). *asysum*. Obtenido de Grupo asysum:  
<http://www.asysum.com/portfolio-item/motor>

EFNMS. (2013). *National Maintenance Societes*. Obtenido de National Maintenance Societes European: [www.efnm.org](http://www.efnm.org)

Flender. (2013). *flender.com*. Obtenido de  
[http://www.flender.com/\\_upload/3603sp.pdf](http://www.flender.com/_upload/3603sp.pdf)

J, D. N. (2004). Técnicas de mantenimiento industrial. En D. Navarro, *Apuntes mantenimiento Navegación Construcción*. Calpe Institute of technology.

J., D.-N. (2004). Técnicas de Mantenimiento Industrial. En D.-N. J., *Técnicas de Mantenimiento Industrial*. Calpe Institute of technology.

Meza, I. (07 de Febrero de 2012). *Banrepcultural Corporation*. Obtenido de sitio web de [Banrepcultural.org](http://Banrepcultural.org):

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/gaspre5a.htm>

Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2009). Guía Técnica de Aplicación del REBT.

Portilla, G. (s.f.). Apuntes Mantenimiento. En G. Portilla, *Apuntes Mantenimiento Ciencias y Técnicas de navegación*. 2010: M.A.

PSST. (2010). *CJC Products-PS*. Obtenido de [http://www.cjc.dk/fileadmin/user\\_upload/pdf/CJC\\_Products\\_PS/PSST\\_Spanish/P](http://www.cjc.dk/fileadmin/user_upload/pdf/CJC_Products_PS/PSST_Spanish/P)

Romero, I. (2010). *Paradigma de la Investigación*. Guayaquil: Publicaciones Armada del Ecuador.

Viloria, R. (2005). Motores trifásicos. En R. Viloria, *Prontuario Básico de Electricidad*. Paraninfo.

Manés Fernández Cabanas, M. G. (s.f.). Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas rotativas. En M. G. Manés Fernández Cabanas, *Mantenimiento y diagnóstico de máquinas*. Marcombo Boixareu.

Sistemas Navales II Sistemas Eléctricos Navales - 1<sup>º</sup> EDICIÓN  
2013 (pág. 5) *Libro de sistemas Navales*.