



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

AUTORES

PATRICIO GEOVANNY HEREDIA ABARCA

MÓNICA ALEXANDRA VILLAFUERTE GUERRERO

TEMA

EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE DE INSTRUCCIÓN MARAÑÓN Y LA AUTOMATIZACIÓN DE CIRCUITOS. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN GENERADOR SECUNDARIO EN CASO DE EMERGENCIA.

DIRECTOR

ING. IGNACIO MEZA AULESTIA

SALINAS, DICIEMBRE 2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por los estudiantes Mónica Villafuerte Guerrero y Patricio Heredia Abarca, 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 del 2013

Atentamente

Ing. Ignacio Meza Aulestia

C.I. 0902958826

DECLARACIÓN EXPRESA

Los suscritos, Mónica Villafuerte Guerrero y Patricio Heredia Abarca, declaramos por nuestros 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: **EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE DE INSTRUCCIÓN MARAÑÓN Y LA AUTOMATIZACIÓN DE CIRCUITOS. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN GENERADOR SECUNDARIO EN CASO DE EMERGENCIA**, son de nuestra 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.

Mónica Villafuerte

Patricio Heredia

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Villafuerte Guerrero Mónica y Heredia Abarca Patricio

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: **“EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE DE INSTRUCCIÓN MARAÑÓN Y LA AUTOMATIZACIÓN DE CIRCUITOS. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN GENERADOR SECUNDARIO EN CASO DE EMERGENCIA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

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

AUTORES

Mónica Villafuerte

Patricio Heredia

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis padres por ser pilares fundamentales que siempre me han apoyado en todas las circunstancias, en cada paso que he dado han estado incondicionalmente depositando su confianza, pues ahora ven que este sueño se materializa culminando una etapa de mi formación académica y que no termina aquí, más bien constituye un reto para crecer profesionalmente.

Mónica Alexandra Villafuerte Guerrero

A mis padres con mucho amor y cariño les dedico la realización de esta tesis en gratitud a todo su apoyo y confianza que me supieron brindar durante mi permanencia a bordo de la Escuela Naval, a mí familia por ser parte fundamental en el cumplimiento de un sueño y en especial a mi querida Madre Dolorosa que supo protegerme y darme su amparo incondicional para poder seguir adelante.

Patricio Geovanny Heredia Abarca

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi compañero espiritual y guiarme por el sendero del bien durante toda mi vida, a la Escuela Superior Naval por formar mi carácter y espíritu para llegar a ser una digna Oficial de Marina, a los docentes de la Escuela Superior Naval que encaminaron mi formación académica, al Ing. Ignacio Meza por guiarnos y facilitarnos los medios necesarios durante nuestro aprendizaje.

Mónica Alexandra Villafuerte Guerrero

Un agradecimiento muy efusivo a todas las personas que supieron compartir sus conocimientos, a mis profesores e instructores tanto militares como también civiles, a mis padres y familiares, seres queridos que desde lo lejos me apoyaron para enfrentar dificultades y fueron un pilar fundamental para cumplir con este gran sueño, el ser un Oficial de Marina.

Patricio Geovanny Heredia Abarca

ABREVIATURAS

AC	CORRIENTE ALTERNA
ASTINAVE	ASTILLEROS NAVALES ECUATORIANOS
BAE	BUQUE DE LA ARMADA DEL ECUADOR
BESMAR	BUQUE ESCUELA MARAÑÓN
DC	CORRIENTE DIRECTA
DFMO	DIFLUOROMETILORNITINA
F.M.M	FUERZA MAGNETOMOTRIZ
F.E.M	FUERZA ELECTROMOTRIZ
F.S	FUERA DE SERVICIO
MM.PP	MÁQUINA PRINCIPAL
N.C	NORMALMENTE CERRADO
N.A	NORMALMENTE ABIERTO
OPCL	OPERATIVO CON LIMITACIONES

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
DECLARACIÓN EXPRESA	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ABREVIATURAS	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	6
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 HISTORIA OPERATIVA DEL BAE MARAÑÓN	6
1.2 GENERALIDADES	6
1.3 ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL BESMAR	8
1.4 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	8
1.4.1 GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD	8
1.5 CONCEPTOS GENERALES	12

1.5.1	CORRIENTE ELÉCTRICA	12
1.5.2	MÁQUINAS ELÉCTRICAS	12
1.5.3	GENERADORES ELÉCTRICOS	13
1.5.4	GRUPOS ELECTRÓGENOS MOTOGENERADORES	14
1.5.5	GENERADOR DE EMERGENCIA	15
1.5.6	MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA	16
1.5.7	GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA	21
1.5.8	MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA	23
1.5.9	GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA	27
1.6	ELEMENTOS BÁSICOS DE CONTROL	28
1.6.1	MANDO DE POTENCIA	29
1.7	AUTOMATIZACIÓN	34
1.7.1	ESTRUCTURA DE AUTOMATISMO	35
	CAPÍTULO II	37
2	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.1	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.2	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	38
2.3	PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN	38
2.4	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	38
2.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	39
2.5.1	POBLACIÓN Y MUESTRA	39
2.5.2	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
2.5.3	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	40
	CAPÍTULO III	53
3	RESULTADOS	53
3.1	OBJETIVO DE LA PROPUESTA	53

3.2	ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD	53
3.2.1	RED DE CORRIENTE CONTINUA	53
3.2.2	BALANCE DE CARGA EQUIPOS DC	56
3.2.3	RED DE CORRIENTE ALTERNA	56
3.2.4	BALANCE DE CARGA EQUIPOS AC	57
3.2.5	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GENERADORES	58
3.3	NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	60
3.4	UBICACIÓN ACTUAL DE BOMBAS Y GENERADORES	62
3.5	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO	63
3.6	FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA AUTOMÁTICO	65
3.7	CIRCUITO DE CONTROL DEL GENERADOR PRINCIPAL	66
3.8	CIRCUITO DE CONTROL DEL GENERADOR DE EMERGENCIA	67
3.9	CIRCUITO DE FUERZA PARA EL CAMBIO DE PODER	69
3.10	ESTUDIO DEL LUGAR DE LA IMPLEMENTACIÓN	70
3.10.1	PRESUPUESTO DE MATERIALES NECESARIOS	71
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 BAE “Marañón” (Vista lateral)	6
Figura 1.2 Estructura Orgánica de la unidad	8
Figura 1.3 Generadores de Corriente Continua de Eb. y Bb.	8
Figura 1.4 Generador KOHLER	9
Figura 1.5 Generador portátil KIPOR	10
Figura 1.6 Esquema de ubicación de los generadores DC y AC	11
Figura 1.7 Clasificación de las máquinas eléctricas	13
Figura 1.8 Elementos de un Generador AC simple	14
Figura 1.9 Grupo electrógeno KOHLER	15
Figura 1.10 Máquina de DC	19
Figura 1.11 Aspectos constitutivos de una máquina DC	21
Figura 1.12 Generador DC o dínamo	22
Figura 1.13 Máquinas rotativas de Corriente Alterna	25
Figura 1.14 Características del motor asíncrono trifásico jaula de ardilla	26
Figura 1.15 Rotor trifásico de un motor asíncrono de inducción de anillos	27
Figura 1.16 Diagrama de bloques para un típico sistema de control	29
Figura 1.17 Representación Esquemática del Contactor	30
Figura 1.18 Aspecto físico de un contactor	32
Figura 1.19 Temporizador ON DELAY	32
Figura 1.20 Disyuntor	33
Figura 1.21 Luz piloto	34
Figura 1.22 Esquema de una estructura de automatismo	36
Figura 2.1 Tipos de Corriente BAE Marañón	41

Figura 2.2 Nivel de seguridad BAE Maraón	42
Figura 2.3 Elementos necesarios para operar en emergencia	43
Figura 2.4 Peligros por permanecer sin corriente eléctrica	44
Figura 2.5 Mejora en el sistema eléctrico de la unidad	45
Figura 2.6 Nivel de seguridad BAE Maraón	46
Figura 2.7 Manera de incrementar la seguridad en un black out	47
Figura 2.8 Instalación del generador con automatismo	48
Figura 3.1 Convertidores AC/DC de bajo voltaje	54
Figura 3.2 Tipos de Corriente en el BAE Maraón	55
Figura 3.3 Generador CATERPILLAR	59
Figura 3.4 Comparación gráfica de Potencias de los Generadores	60
Figura 3.5 Comparación entre carga requerida y carga faltante	61
Figura 3.6 Ubicación actual de bombas y generadores	62
Figura 3.7 Diagrama unifilar del sistema de control automático propuesto	64
Figura 3.8 Diferenciación corriente AC y DC	66
Figura 3.9 Circuito de control del generador principal	67
Figura 3.10 Circuito de control del generador de emergencia	68
Figura 3.11 Identificación de contactores de fuerza	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características del BAE Marañón	7
Tabla 1.2 Características Generador KOHLER	9
Tabla 2.1 Tipo de Corriente BAE Marañón	41
Tabla 2.2 Nivel de seguridad BAE Marañón	42
Tabla 2.3 Elementos necesarios para operar en emergencia	43
Tabla 2.4 Peligros por permanecer sin corriente eléctrica	44
Tabla 2.5 Mejora en el sistema eléctrico de la unidad	45
Tabla 2.6 Nivel de seguridad BAE Marañón	46
Tabla 2.7 Manera de incrementar la seguridad en un black out	47
Tabla 2.8 Instalación del generador con automatismo	48
Tabla 3.1 Equipos del puente que funcionan con DC	54
Tabla 3.2 Carga requerida de Corriente DC	56
Tabla 3.3 Carga requerida de Corriente AC	57
Tabla 3.4 Características Generador Caterpillar	59
Tabla 3.5 Comparación numérica de los Generadores	60
Tabla 3.6 Costos de Materiales de Instalación	71

RESUMEN

La presente Investigación está encaminada al análisis del Sistema de Generación Eléctrica del Buque Escuela Marañón, unidad que utilizan los Guardiamarinas de la Escuela Naval durante sus periodos de navegación, para fortalecer el conocimiento adquirido en las aulas. En este buque se analizó el sistema eléctrico actual y se identificaron problemas a los cuales este trabajo pretende solucionar, para mejorar el nivel de seguridad del personal embarcado, ya que periódicamente los Guardiamarinas emplean este medio como familiarización de su futuro ambiente de trabajo.

Debido a la falta de un sistema de automatización, se ha visto conveniente analizar la situación eléctrica de la unidad, aplicándola en situaciones de emergencia con un estudio que permita cambiar los sistemas de generación principal a secundaria.

Para lo cual se ha efectuado un análisis para la implementación de dicho sistema, proporcionando al personal embarcado otra alternativa en situaciones de emergencia que dan paso a nuevas tecnologías que cada vez revolucionan el campo de la automatización.

ABSTRACT

This research is aimed at analyzing the Electric Generation System Training Ship *Marañón*, where the Midshipmen of the Naval Academy during their periods used navigation to strengthen the knowledge acquired in the classroom, it is in this ship 's electrical system was analyzed current and identified problems to which this paper aims to address to improve the security level of the personnel on board, as the Midshipmen regularly use this medium as familiarization of their future work environment . Due to the lack of an automation system has seen fit to suit the needs of the unit's electrical system, applied in emergency situations with the implementation of a system to change the main generation systems secondary. To which has been proposed to implement such a system, providing alternative embarked personnel in emergency situations that lead to new technologies that are increasingly deployed and revolutionize the field of automation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concepto de seguridad durante una navegación ha tomado otro enfoque, siendo éste dirigido al correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos, que también juegan un papel significativo, pues si nos encontramos en situaciones de emergencia, es de vital importancia contar con una unidad que pueda operar en situaciones adversas, es por este motivo que el presente proyecto comprende el estudio de conceptos básicos de equipos eléctricos motogeneradores que funcionan a bordo del Buque de Instrucción Marañón, unidad designada a la Escuela Naval como una plataforma de aplicación del conocimiento teórico del Guardiamarina.

Además mediante la Investigación de Campo se han determinado las distintas necesidades y requerimientos en cuanto al Sistema de Generación eléctrica de la unidad.

Con el propósito de aumentar la seguridad en el Buque de Instrucción Marañón, se ha realizado un estudio para la implementación de un sistema de control automático para un generador secundario en caso de emergencia. Además, se efectuó una descripción de los tipos de corriente con los cuales operan los diferentes equipos en la unidad y se dan a conocer cada uno de los generadores disponibles a bordo. Adicionalmente, se explica el diseño y estudio de la implementación del sistema de control automático y los elementos de control con los que cuenta dicho sistema. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones en las cuales se determina varios criterios que son un aporte de la actual Investigación.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La actual investigación se encaminó al análisis del sistema de generación eléctrica del Buque Escuela "Marañón", así como del estudio de la implementación de un sistema de control automático para un generador secundario en caso de emergencia en la mar, debido a la ausencia de este sistema, dicho análisis pretender observar la manera en la que se puede optimizar el nivel de seguridad durante la navegación, ya que en todo buque el suministro de energía eléctrica es imprescindible y de vital importancia para el funcionamiento de los principales equipos de navegación y sistema de propulsión principal existente en la unidad.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Necesidad de aumentar el nivel de seguridad del personal embarcado analizando los sistemas eléctricos en el Buque Escuela Marañón.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio para la implementación de un sistema de automatización que permita el cambio de poder entre el generador principal y de emergencia para mejorar la seguridad en el Buque de Instrucción "Marañón" cuando ocurra un fallo fortuito en el sistema eléctrico principal.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar información mediante Investigación de campo estableciendo el consumo de energía eléctrica de los equipos de navegación y sistema de gobierno del Buque Escuela “Marañón”.
- Analizar la importancia del funcionamiento de los equipos de navegación para mejorar a la seguridad del buque.
- Determinar las falencias del sistema eléctrico del buque mediante un análisis técnico para la identificación de necesidades y requerimientos en la ejecución del proyecto que faciliten o coadyuven a la elaboración de la propuesta de implementación del sistema de control.

4. MARCO TEÓRICO

El B.A.E Marañón, BESMAR, es un remolcador perteneciente a la Escuela Superior Naval que tiene como tarea entrenar e instruir a los Guardiamarinas en el arte de la navegación, con el fin de complementar la formación integral del futuro Oficial de Marina. (Armada del Ecuador, 2013)

Las diferentes navegaciones en el BESMAR han sido importantes para darnos cuenta de ciertas problemáticas que existen en la unidad, que analizadas más a fondo en una Investigación de campo han sido de utilidad para determinar que muchos de estos inconvenientes impiden a este remolcador hacer navegaciones de mayor duración que las que actualmente realiza debido a su limitada autonomía.

La información recopilada en las visitas a la unidad ha permitido conocer las falencias que presentan los generadores, el estado del Sistema Eléctrico actual y algunas otras necesidades que existen en la unidad, es así como se presenta la idea de trabajar con un sistema de energía eléctrica que pueda operar en situaciones de emergencia cuando por alguna falla fortuita exista un *black out* (pérdida de energía total), el cual es de vital importancia para aplicarlo en el buque.

5. HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS GENERAL

La automatización de los circuitos eléctricos en el Buque Escuela Marañón ayudará a incrementar y mejorar los niveles de seguridad para solventar de una manera eficiente cualquier situación de emergencia en las navegaciones.

5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El mal estado de las instalaciones eléctricas a bordo del buque llegará a ser un peligro constante para la tripulación y la unidad.
- El no contar con un sistema emergente de generación de energía eléctrica en navegación convertirá a la unidad en un peligro para la tripulación y el medio.
- El contar con sistemas eléctricos funcionales mejorará y ayudará a cumplir con la misión del Buque Escuela Marañón contribuyendo en la formación de los Guardiamarinas.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El tema de estudio está basado principalmente en el nivel de investigación explicativa sobre de la generación eléctrica en el Buque Escuela Marañón, es un proceso deductivo que destaca aquellos elementos, aspectos o relaciones que se consideran básicos para comprender los objetos y procesos.

La presente investigación está basada en un paradigma positivista, de tipo cuantitativo, empírico-analítico, racionalista. Según (Galván, 2013) el paradigma está gobernado por leyes que permiten explicar, predecir y controlar los fenómenos y pueden ser descubiertas y descritas objetivamente y libre de valor por los investigadores con métodos adecuados.

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 HISTORIA OPERATIVA DEL BAE MARAÑÓN

“El B.A.E. Marañón (BESMAR) ex U.S ARMY LT 1938 fue construido en el año 1935 por la compañía AVONDALE MARINE WAYS. INC. En New Orleans, entró en servicio del ejército de los Estados Unidos en el año 1938 y fue incorporado a la Armada del Ecuador como REMOLCADOR SANGAY, ofreciendo su servicio en ASTINAVE, En el año 2002 fue entregado a la Escuela Naval como buque de Instrucción para Guardiamarinas (Figura 1.1).

Finalmente en el año 2011 cambia su nombre a B.A.E Marañón, en remembranza a aquel primer Buque Escuela del año 1905 donde funcionó la primera Escuela Náutica y se formaron los primeros Guardiamarinas.” (Armada del Ecuador, 2013)

1.2 GENERALIDADES



Figura 1.1 BAE “Marañón” (Vista lateral)
Fuente: (ESSUNA, 2011)

Tabla 1.1

Características del BAE Marañón

TIPO DE UNIDAD	: OCEÁNICO
CLASE DE BUQUE	: REMOLCADOR
ESLORA TOTAL	: 32,61 m
MANGA MÁXIMA	: 8,10 m
PUNTAL	: 4,57 m
CALADO A PROA	: 4,1 m
CALADO A POPA	: 4,4 m
CALADO MÁXIMO CON DOMO	: 5,5 m
DESPLAZAMIENTO A TODA CARGA	: 390 ton
DESPLAZAMIENTO LIVIANO	: 295 ton (inglesas)
VELOCIDAD MÁXIMA (220 RPM)	: 12 nudos
VELOCIDAD DE REMOLQUE	: 8 nudos
NÚMERO DE UNIDADES PROPULSORAS	: 1
POTENCIA EN H.P.	: 1200 HP
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	: 68 Gal/h
COMBUSTIBLE USADO POR EL BUQUE	: Diesel (DMFO)
TRIPULACIÓN	: 12 personas

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

Elaborado por: Autores

1.3 ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL BESMAR

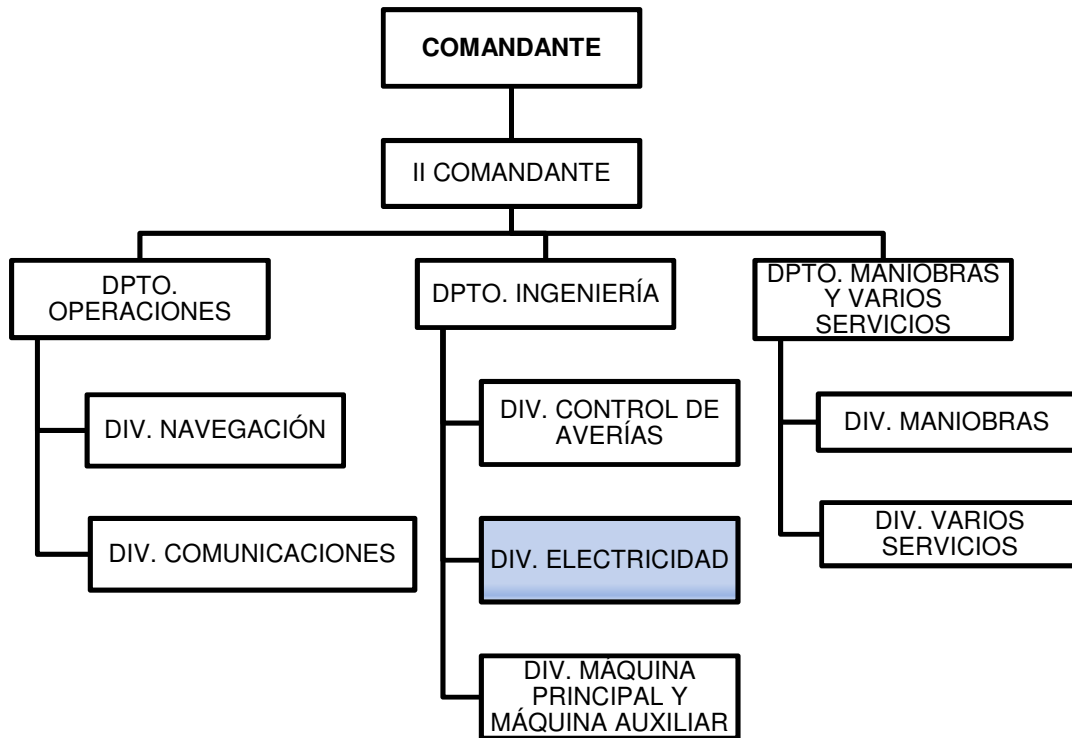


Figura 1.2 Estructura Orgánica de la unidad

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

Elaborado por: Autores

1.4 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

1.4.1 GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD

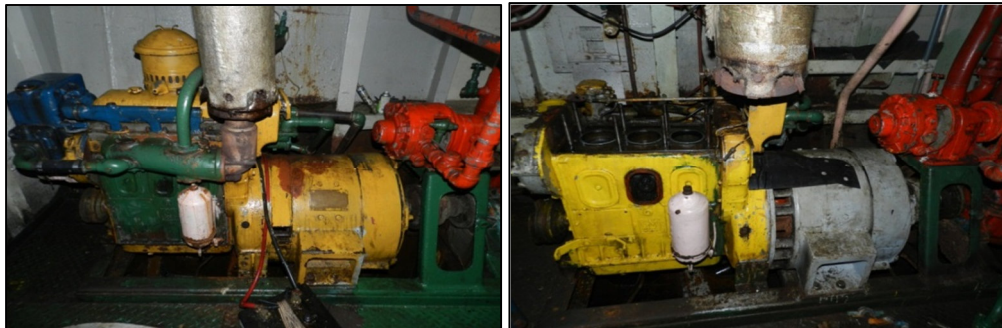


Figura 1.3 Generadores de Corriente Continua de Eb. y Bb.

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

El BAE Marañón poseía originalmente 2 generadores de corriente continua (DC), cada uno de 120VDC/40 KW que son los que suplían en su totalidad las necesidades de corriente en la unidad (Figura 1.3).

Debido a que la corriente alterna ha ido ganando campo en el mercado por su simplicidad de uso y abundancia de equipos que funcionan a base de este tipo de corriente, se vio la necesidad de implementar en el buque una red trifásica que recorre paralelamente a las redes de corriente continua, y con ella suplir las necesidades de iluminación y varias comodidades en el sector de los entrepuentes, a la vez aliviando cargas de los vetustos generadores DC de la unidad, contando para este fin con un generador trifásico AC de marca KOHLER modelo 10eozd (ver Figura 1.4 y Tabla 1.2)



Figura 1.4 Generador KOHLER

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

Tabla 1.2

Características Generador KOHLER

MODELO	10EOZD	COMBUSTIBLE	DIESEL
No. Serie	2113681	BATERÍA	12V
VOL	110V/220V	TIPO	CAMPO ROTATIVO
RPM	1800	AMPERAJE	41.7A

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

Elaborado por: Autores

Al necesitar una fuente de alimentación de energía de corriente alterna, se dio como solución temporal la instalación de un generador monofásico portátil provisional (Figura 1.5) que alimenta la red con severas falencias alimentando únicamente a equipos de comunicación y algunos de equipos de navegación como: radares, ecosonda y equipos electrónicos del puente.

Los generadores DC alimentan: purificadores de aceite, compresores de aire, paneles de alumbrado, bomba de achique, bomba de combustible, paneles del molinete de proa y popa. En caso de emergencia (*black out*) no existe instalado un generador de emergencia para suplir las necesidades ya que los dos generadores operan simultánea e independientemente alimentando cada red de energía eléctrica. En la Figura 1.6 se detallan la ubicación de los generadores existentes a bordo para una mejor comprensión de la explicación.

1.4.1.1 Generador auxiliar

Este generador está encargado de generar poderes de 220V y 110V y es el que alimenta a los equipos del puente de gobierno.



Figura 1.5 Generador portátil KIPOR

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

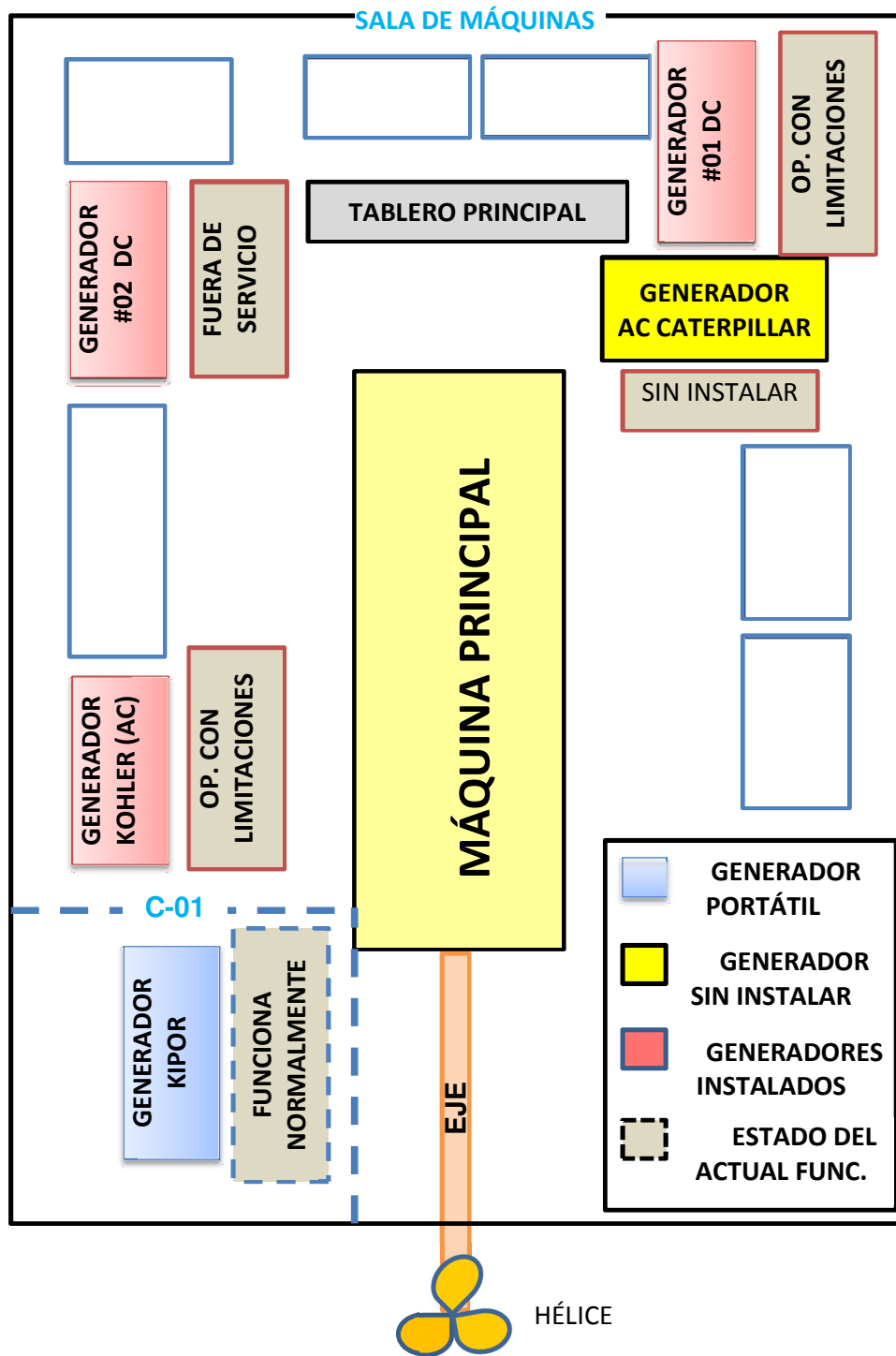


Figura 1.6 Esquema de ubicación de los generadores DC y AC de la unidad

Fuente: In situ Buque Escuela Maraón

Elaborado por: Autores

1.5 CONCEPTOS GENERALES

1.5.1 CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica o intensidad eléctrica es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de las cargas (normalmente electrones) en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. Una corriente eléctrica según (Purcell, 2005) se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en electroimanes o campos inductores utilizados en los generadores eléctricos.

1.5.2 MÁQUINAS ELÉCTRICAS

En el año de 1831, un físico inglés llamado Faraday descubrió que al hacer girar un conductor en el interior de un campo magnético, es decir, cuando el conductor por la acción de un movimiento corta las líneas de fuerza del campo magnético, aparece en sus bornes una tensión eléctrica o fuerza electromotriz (f.e.m) inducida, fenómeno que más tarde se denominó inducción.

Las máquinas eléctricas son un conjunto de mecanismos que, basándose en las leyes de la inducción realizan transformaciones de tipo electromagnético, su clasificación se indica en la Figura 1.7.

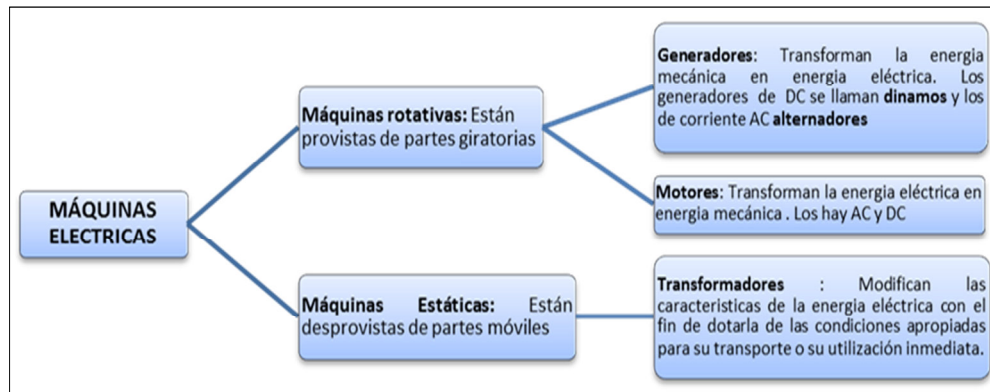


Figura 1.7 Clasificación de las máquinas eléctricas

Fuente: (García & Pacheco, 2003)

1.5.3 GENERADORES ELÉCTRICOS

En muchos momentos de la vida diaria estamos en contacto con linternas, encendidos de carros, radios portátiles etc., los cuales utilizan baterías como fuente de electricidad.

Para estos aparatos la energía tomada de la batería es relativa, por lo cual, la batería nos suministra corriente durante un periodo relativamente largo de tiempo sin necesidad de cargarla. Las baterías trabajan en buenas condiciones cuando alimentan a dispositivos que consumen poca potencia.

La mayor parte de los equipos eléctricos requieren de grandes cantidades de corriente y de tensiones altas para poder funcionar. Por esto se requieren fuentes de electricidad que no sean baterías para abastecer grandes cantidades de corriente. Estas grandes cantidades de corriente las suministran más máquinas eléctricas rotativas que reciben el nombre de "generadores". Es ahí donde surge el concepto de generador eléctrico, que según (Buenas Tareas.com, 2013), los generadores son máquinas que se utilizan para convertir la energía mecánica, en energía eléctrica a expensas

de un campo inductor realimentado y cuyos elementos se indican en la Figura 1.7.

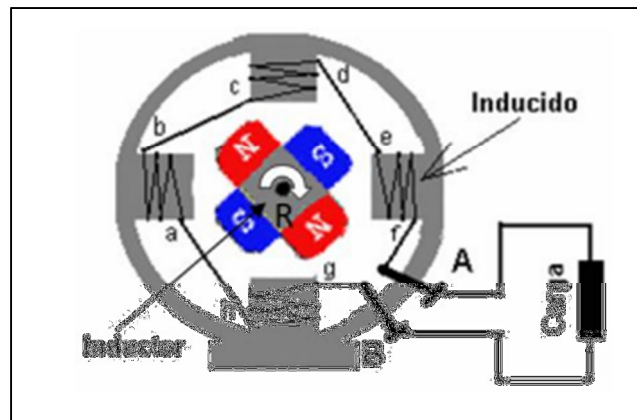


Figura 1.8 Elementos de un Generador AC simple

Fuente: (Sánchez, 2012)

1.5.4 GRUPOS ELECTRÓGENOS MOTOGENERADORES

Los grupos de generación eléctrica también son conocidos con el nombre de grupos electrógenos y corresponde a las instalaciones que se disponen a bordo de las unidades navales para producir energía eléctrica. Estos grupos estarán por tanto compuestos por los generadores eléctricos, y por los motores primarios o máquinas motrices que los accionen (ver Figura 1.9).

Para el accionamiento mecánico del rotor de los generadores eléctricos pueden utilizarse diferentes tipos de máquinas motrices. Estas máquinas primarias son las encargadas de accionar mecánicamente a los correspondientes generadores eléctricos, que a su vez transformarán esta energía mecánica que les es cedida, en la energía eléctrica necesaria para los servicios de a bordo.

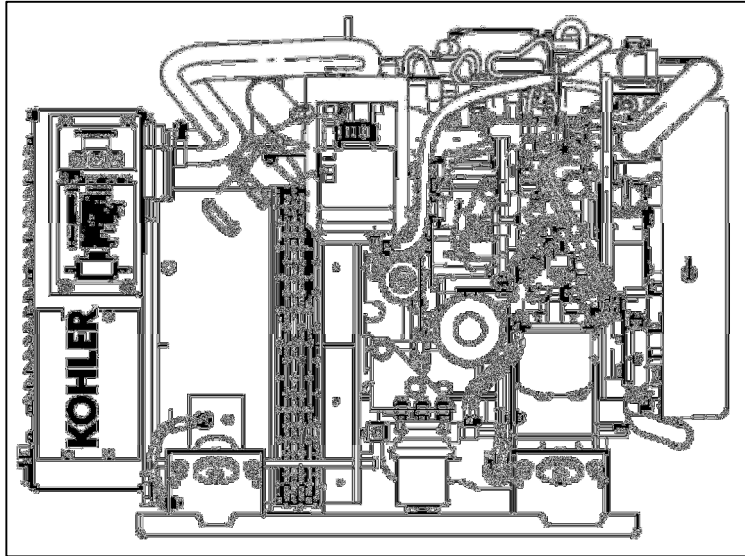


Figura 1.9 Grupo electrógeno KOHLER

Fuente: (KOHLER Power Systems , 2013)

Si en un buque faltara la energía eléctrica que producen los generadores, éste no podría zarpar, pues no tendría una fuente permanente de energía para poder operar correctamente en la mar. Cuando miramos a nuestro alrededor nos daremos cuenta de la importancia de los generadores a bordo de las unidades navales, el sistema de alumbrado, el sistema de gobierno, los equipos de navegación y todos los elementos que funcionan con la corriente eléctrica que producen éstos. Los generadores son tan importantes en la vida moderna, como el corazón en la vida de nuestro organismo.

1.5.5 GENERADOR DE EMERGENCIA

Según (Euronova Formación S.L, 2013) todo generador eléctrico que es capaz de estar conectado temporalmente al sistema eléctrico de la unidad en una situación durante la cual por diversas causas se corte el suministro normal de energía.

Los generadores eléctricos para servicio de emergencia, se utilizan en donde es esencial la continuidad del servicio eléctrico, además

Es indispensable disponer de los generadores de emergencia, los cuales de acuerdo a su instalación pueden ser de reserva permanentes como parte del sistema eléctrico de la unidad o generadores portátiles.

1.5.6 MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

1.5.6.1 Introducción

Las máquinas de DC (*Direct Current* o Corriente Directa) tienen una gran importancia histórica debido a que su empleo como generadores o dinamos representaron el primer procedimiento para producir energía eléctrica a gran escala. Su etapa de desarrollo abarca el periodo comprendido entre los años 1830 y 1880. Es necesario hacer notar que el dinamo, aunque es una invención más moderna que el alternador, fue desarrollado antes que éste; téngase en cuenta que la pila de Volta data del año 1800 y que los descubrimientos de Oersted (electromagnetismo) y Faraday (inducción magnética) son de los años 1820 y 1830 respectivamente.

Es lógico, en consecuencia, que la etapa experimental de desarrollo de la dínamo, que comienza en 1830, tienda a buscar un tipo de generador que suministre una forma de corriente similar a la que producían las pilas galvánicas. En aquella época, la corriente alterna, consecuencia inmediata a la ley de inducción de Faraday, constituía solamente un experimento físico sin ningún interés práctico.

El desarrollo de la máquina de DC se centra durante mucho tiempo en la búsqueda de procedimientos que transforman la AC inducida en una espira, al girar dentro de un campo magnético, en corriente unidireccional o de polaridad constante, muy popular en aquel tiempo. La primera idea del conmutador o colector de delgas encargado de la rectificación mecánica de la tensión del devanado del rotor surge en 1831, aunque tuvieron que transcurrir 36 años más para que Gramme construyera en 1867 un dínamo con inducido en anillo dotado de un colector de delgas como el que actualmente se conoce. Posteriormente surgió la idea del devanado en tambor para aprovechar más eficazmente el arrollamiento del inducido y se propusieron los diferentes métodos de autoexcitación de estas máquinas, de tal forma que en 1886 se llegó a una configuración física, cuyos rasgos fundamentales coinciden con los de las máquinas modernas. El desarrollo de los motores de DC siguen una línea histórica paralela a la de las máquinas y su empleo se debe al principio de reciprocidad ya formulado por Faraday y Lenz.

El modo de funcionamiento más característico de las máquinas de DC lo constituye su empleo como motor. La ventaja fundamental de los motores de DC frente a los motores de AC (*Alternating Current* o Corriente Alterna) ha sido su mayor grado de flexibilidad para el control de la velocidad y del par, lo cual ha hecho muy interesante su aplicación en diversos accionamientos industriales. Sin embargo se debe destacar que debido al desarrollo tan espectacular de la electrónica de potencia, su aplicación incluso en estos campos, en los que mantenía su primacía hasta finales del siglo XX, se ha

ido reduciendo en pro de los motores de AC cuyo coste de fabricación y mantenimiento es más reducido.

1.5.6.2 Concepto

El nombre de máquinas de DC se debe a que el valor de la frecuencia de la carga es $f_1 = 0$ lo cual se consigue por la acción rectificadora del colector. Esta máquina dispone de un inductor alimentado por DC.

($f_1 = 0$), que al igual que las máquinas síncronas se denomina también devanado de excitación o campo y se sitúa en el estator. Cuando funciona en régimen de generador, se suministra una energía de rotación al eje y se aplica una DC a la excitación, obteniéndose en el inducido una corriente alterna de una frecuencia determinada:

$$f_2 = \pm \frac{np}{60}$$

En donde: f = frecuencia (Hertz), n = número de polos, p = revoluciones. Debido a la acción rectificadora del colector se obtiene una DC entre las escobillas de salida, energía que es aplicada a la carga. El generador de DC se conoce con el nombre de dinamo, y tiene la importancia histórica de ser el primer tipo de generador empleado para la obtención de energía eléctrica a gran escala. Hoy en día se han sustituido esta misión por rectificadores que permiten obtener una DC por conversión de la AC de la red.

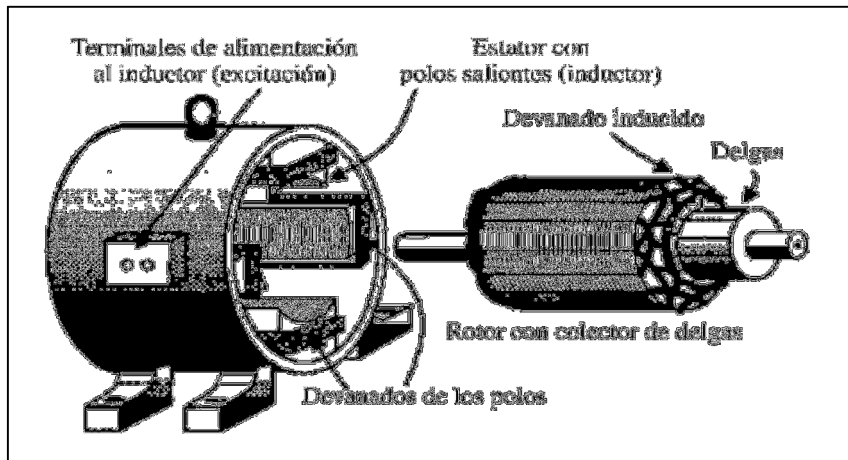


Figura 1.10 Máquina de DC
Fuente: (Fraile, 2003)

Quando funcionan como motores de DC es preciso introducir DC por el inductor y por las escobillas del inducido, apareciendo un par que hace girar el rotor de la máquina. La velocidad de giro puede regularse fácilmente, controlando la corriente del inductor o del inducido, o de ambas a la vez (ver Figura 1.10). Esta facilidad de regulación de velocidad de los motores de DC unida a los altos pares de arranque que se puede obtener, ha hecho que este tipo de motor fuera insustituible en aquellas aplicaciones que necesitaban velocidad variable.

1.5.6.3 Partes de las máquinas DC

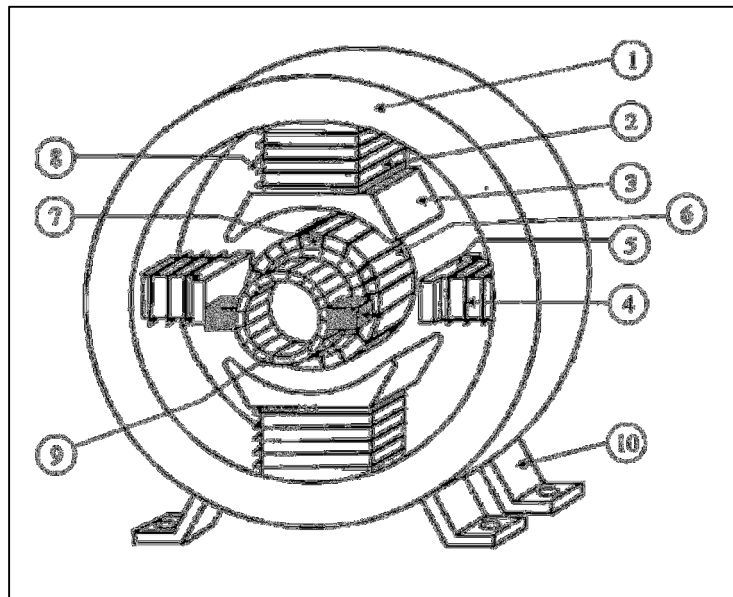
La máquina de corriente continua (DC) está constituida por una parte fija o estator y un parte móvil o rotor. El estator está formado por una carcasa que pertenece al circuito magnético inductor y que ejerce la función de soporte mecánico del conjunto. En las máquinas de pequeña potencia se construye de hierro fundido pero en las máquinas grandes se realiza con plancha de acero curvada sobre un molde cilíndrico y posteriormente

soldada en su base. La carcasa contiene también los pies sobre los que se apoyará la máquina.

La carcasa está perforada en diversos puntos de su periferia para fijar los polos, los cuales están constituidos por los núcleos polares, modernamente realizados en chapas de acero convenientemente apiladas sobre las que se coloca el devanado inductor o de excitación. La parte de los polos próxima al rotor presenta una expansión magnética denominada zapata polar. Para mejorar la conmutación, estas máquinas suelen llevar también unos polos intermedios, llamados interpolos, polos auxiliares o polos de conmutación; el devanado de estos polos se conecta en serie con el inducido.

El rotor está formado por el inducido y el conmutador. El inducido se construye con discos de chapa de acero al silicio convenientemente ranurado para alojar en él el correspondiente devanado.

Los devanados de las máquinas de corriente continua son cerrados, lo cual indica que el bobinado se cierra sobre sí mismo sin principio ni fin (Figura 1.11).



- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1) Culata | 6) Inducido |
| 2) Núcleos polares | 7) Arrollamiento del inducido |
| 3) Zapata polar | 8) Devanado inductor |
| 4) Polos intermedios | 9) Conmutador |
| 5) Interpolos | 10) Pies |

Figura 1.11 Aspectos constitutivos de una máquina DC

Fuente: (Fraile, 2003)

1.5.7 GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los generadores de DC o dínamos convierten una energía mecánica de entrada en energía eléctrica de salida en forma de corriente continua. En la actualidad, estos generadores han caído en desuso y han sido sustituidos por rectificadores, generalmente de silicio, que transforma AC de la red en DC en forma estática y con mayor rendimiento, Conviene, sin embargo analizar el funcionamiento básico de las dínamos para comprender claramente el comportamiento de los motores de DC.

Desde el punto de vista de circuito eléctrico, las máquinas de DC constan de un inductor o excitación, colocado en el estator, y de un inducido

giratorio provisto de colector de delgas. El devanado de excitación está formado por los arrollamientos de todos los polos conectados en serie, a los que se aplica una tensión de alimentación de DC que producen una corriente de circulación que da lugar a una fuerza magnetomotriz (f.m.m) que origina el flujo Φ en el entrehierro de la máquina. El inducido gira dentro del campo magnético del inductor y genera, merced a la combinación colector – escobillas, una fuerza electromotriz (f.e.m) continua E en vacío (Figura 1.12).

Al conectar una carga eléctrica exterior aparece una corriente I_i de circulación que provoca una caída de tensión en el inducido, que se debe en parte a la resistencia propia de este devanado R_i y en parte a la resistencia que presentan los contactos escobillas – colector. Si se denomina V_{esc} la caída de tensión por el par de escobillas.

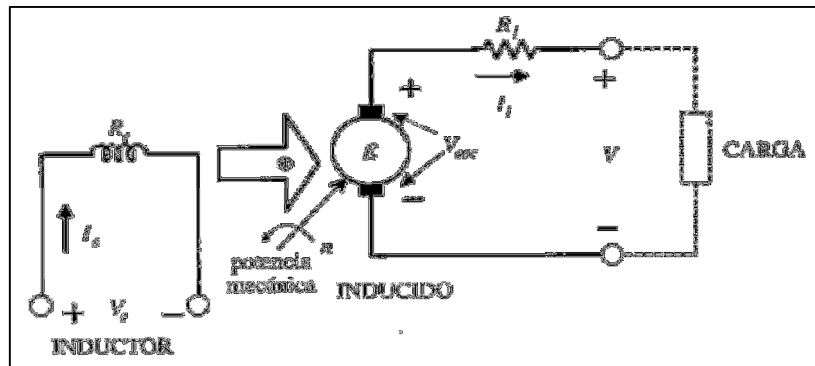


Figura 1.12 Generador DC o dínamo

Fuente: (Fraile, 2003)

1.5.7.1 Características de servicio

Las propiedades de los generadores se analizan con la ayuda de las características que establecen la dependencia entre las magnitudes principales que determinan el funcionamiento de la máquina. Cada uno de los principales tipos de excitación: independiente, serie, derivación y

compuesto, impone a la máquina característica de funcionamiento distintas, que determinan la clase de servicio al que se adapta cada una de ellas. Estas características quedan perfectamente reflejadas por medio de gráficos, destacando las siguientes:

Característica de vacío: que representa la relación entre la fuerza electromotriz generada por la dínamo y la corriente de excitación, cuando la máquina funciona en vacío; es decir, el inducido no alimenta ninguna carga.

Característica en carga: que representa la relación entre la tensión terminal y la corriente de excitación para una intensidad de carga I constante. En particular, cuando I es igual a cero se obtiene la curva de vacío.

Característica externa: que representa la tensión en función de la corriente de carga, para una intensidad de excitación constante.

Características de regulación: que representa la relación entre la corriente de excitación y la corriente de carga, para una tensión constante.

1.5.8 MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

Entre las máquinas rotativas de corriente alterna distinguimos dos clases: máquinas síncronas y máquinas asíncronas, según la relación existente entre su velocidad de giro y la frecuencia de corriente alterna (Figura 1.13).

1.5.8.1 Máquinas Síncronas

Son aquellas cuyo órgano móvil gira a una velocidad constante denominada velocidad de sincronismo, que depende de la frecuencia de la corriente alterna y del número de polos magnéticos de la máquina.

Estas máquinas pueden funcionar como alteradores o motores, según transformen la energía mecánica en energía eléctrica bajo la forma de corriente alterna o viceversa, debido a su reversibilidad. De cualquier modo, su aplicación más frecuente es la de generador.

1.5.8.2 Máquinas Asíncronas

Son aquellas cuyo órgano móvil gira a una velocidad diferente de la de sincronismo aunque próxima a ella. Pueden funcionar indistintamente como generadores o como motores, pero su aplicación principal es como motores.

Los requerimientos de energía mecánica para el accionamiento de bombas de agua, bombas de combustible, bombas de aceites, bombas contra incendios, cabrestantes, compresores de aire, etcétera. Hace necesario el uso de las máquinas eléctricas asíncronas, que funcionan bajo las leyes del electromagnetismo, actuando por inducción al igual que un transformador eléctrico, es decir que recibe energía eléctrica en el bobinado del estator, creando un campo magnético que gira sincrónicamente para inducir voltajes y corrientes en el bobinado secundario que corresponde al rotor o parte giratoria del motor en analogía con el circuito secundario de un transformador eléctrico.

El nombre de motor asíncrono se debe a que el rotor de esta máquina gira a una velocidad menor que la del campo giratorio del estator, y la diferencia entre estas velocidades recibe el nombre de deslizamiento del motor.

Los motores asíncronos se clasifican de la siguiente manera:

- Motores asíncronos monofásicos
- Motores asíncronos trifásicos

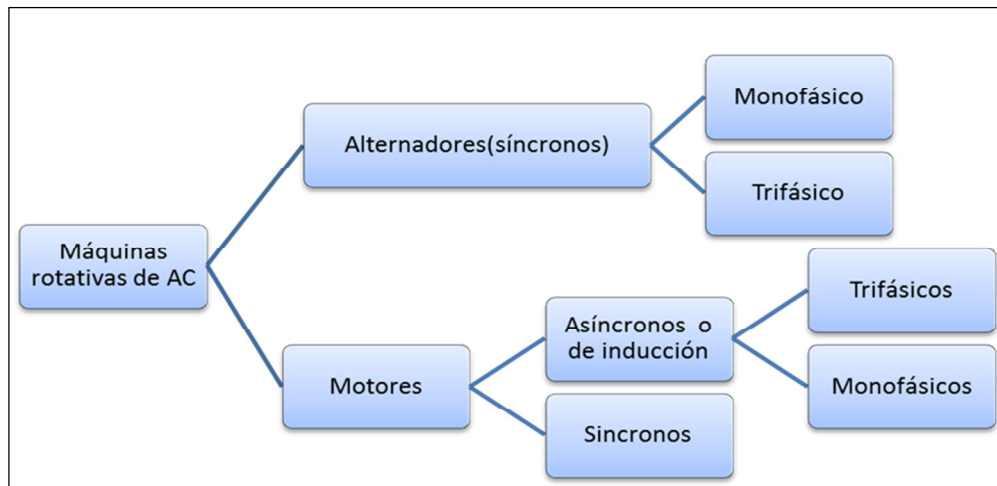


Figura 1.13 Máquinas rotativas de Corriente Alterna

Fuente: (García & Pacheco, 2003)

1.5.8.3 Motores asíncronos monofásicos

Entre los motores asíncronos monofásicos, el más popular es el motor de inducción monofásico de fase partida y arranque con condensador, el cual es comúnmente utilizado en bombas de agua, compresores, ventiladores, etc.

1.5.8.4 Motores asíncronos trifásicos

Se les denomina motores asíncronos trifásicos si el campo giratorio es generado por un sistema de tres fases, las cuales se encuentra desfasada 120° .

Este tipo se considera como el motor ideal en la mayoría de las aplicaciones por su precio, robustez y fácil mantenimiento. Tiene como inconveniente que absorbe gran intensidad de corriente en el momento de arranque, cuando se le aplica directamente tensión de la red. Esto es debido a que la resistencia del rotor de jaula de ardilla es muy pequeña. Por ello en motores que utilizan potencias elevadas se recurre a reducir dicha tensión.

La mayoría de las máquinas actuales funcionan con motores asíncronos, y los tipos de rotor más utilizados son el rotor de jaula de ardilla (Figura 1.14), también llamado rotor en cortocircuito y el de rotor bobinado denominado también motor de anillos (Figura 1.15).

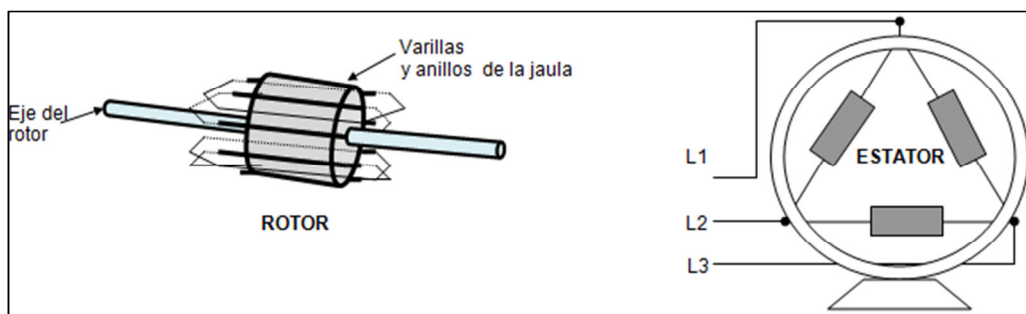


Figura 1.14 Características del motor asíncrono trifásico tipo rotor jaula de ardilla
Fuente: (Meza, Sistemas Eléctricos II, 2012)

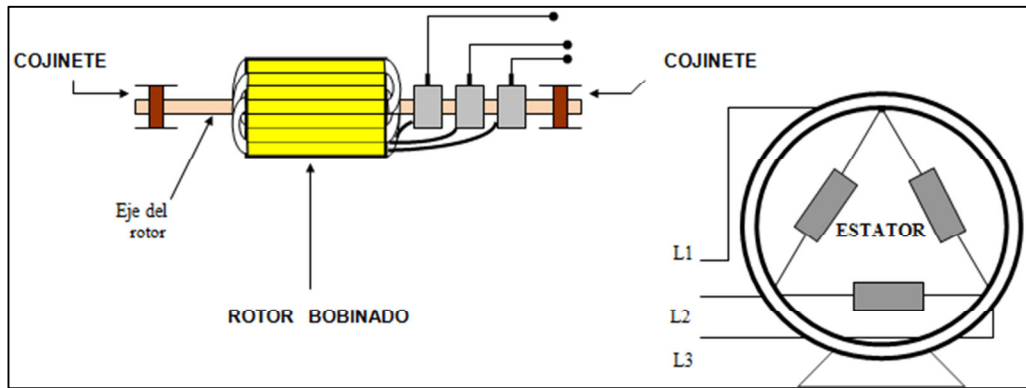


Figura 1.15 Rotor trifásico de un motor asíncrono de inducción de anillos

Fuente: (Meza, Sistemas Eléctricos II, 2012)

1.5.9 GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA

El generador de corriente alterna es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El generador más simple consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme.

Un generador producirá una corriente eléctrica que cambia de dirección a medida que gira la armadura. Este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo.

1.5.9.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del generador de corriente alterna, se basa en el principio general de inducción de voltaje en un conductor en movimiento cuando atraviesa un campo magnético. Este generador consta de dos partes fundamentales, el inductor, que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor el cual es atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo. Los mismos funcionan colocando una espira dentro de un campo magnético y se la hace girar, sus dos lados cortarían las líneas de

fuerzas del campo, induciéndose una f.e.m, esta verificada en los extremos del conductor que forma la espira. La f.e.m inducida es de carácter alternado. Cerrando el circuito esta f.e.m da origen a una corriente eléctrica, también alternada. Si conectamos una lámpara al generador veremos que por el filamento de la bombilla circula una corriente que hace que se ponga incandescente, y emite tanta más luz cuanto mayor sea la velocidad con que gira la espira en el campo magnético.

1.6 ELEMENTOS BÁSICOS DE CONTROL

“La evolución que han tenido los sistemas de control y protección ha conducido rápidamente a la introducción de los sistemas digitales de control y protección a base de minicomputadoras o microprocesadores, lo que hace pensar que en un futuro no muy lejano se podrá tener el control total de las redes eléctricas por medio de computadoras centrales, con lo cual la intervención del hombre reducirá considerablemente y quizás solo se limite a la programación de la operación y al mantenimiento y reparación de averías en el sistema de potencia (Figura 1.16). En las instalaciones eléctricas de tipo industrial el grado de automatización es menor, pero la tendencia es prácticamente la misma”. (Meza, Sistemas Eléctricos I, 2012).

Una de las ventajas de los circuitos regulados por el automatismo, es la de que la sucesión de las operaciones pueden controlarse automáticamente con gran exactitud, y esto se lo realiza mediante el empleo de los relés de control temporizados, de los que existen numerosos tipos, los que pueden ajustarse para tiempos muy cortos como son las fracciones de segundo, o

muchos más largos, como de varios minutos, y más aún, hay temporizadores que pueden ser regulados para operar en varias horas.

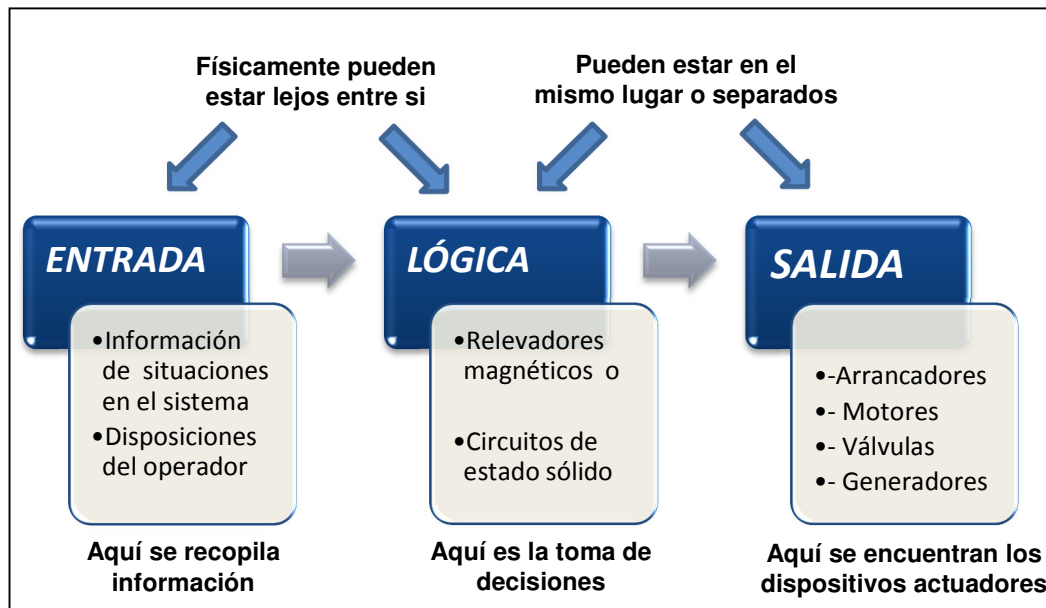


Figura 1.16 Diagrama de bloques para un típico sistema de control

Fuente: (Meza, Sistemas Eléctricos I, 2012)

Elaborado por: Autores

1.6.1 MANDO DE POTENCIA

El mando de potencia es un conjunto de elementos que permiten que los receptores, que forman la instalación de un automatismo no estén conectados permanentemente a la energía eléctrica suministrada por la red. Es decir, son sistemas que permiten el transporte, conexión y desconexión entre la red de alimentación y los propios receptores.

1.6.2.1 Contactores

El conjunto de elementos que componen el mando de potencia son los interruptores, los disyuntores y los contactores. Para facilitar esta labor de mando, así como el trabajo del operador, que en muchos casos se

encuentra a bastante distancia de los aparatos de potencia, se recurre al uso del mando a distancia.

El contactor es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

Cuando se requiere aplicar, retirar, o modificar la conexión de la fuente de potencia que necesitan las máquinas principales, se hace uso de los relevadores de control y de fuerza (contactores), mediante la excitación de la bobina, la que cerrará los contactos normalmente abiertos, y abrirá los contactos normalmente cerrados de manera simultánea (Figura 1.17)

Los relés de control son aplicados como contactores de baja potencia, en tanto que los relevadores de fuerza son aplicados como contactores de mayor potencia.

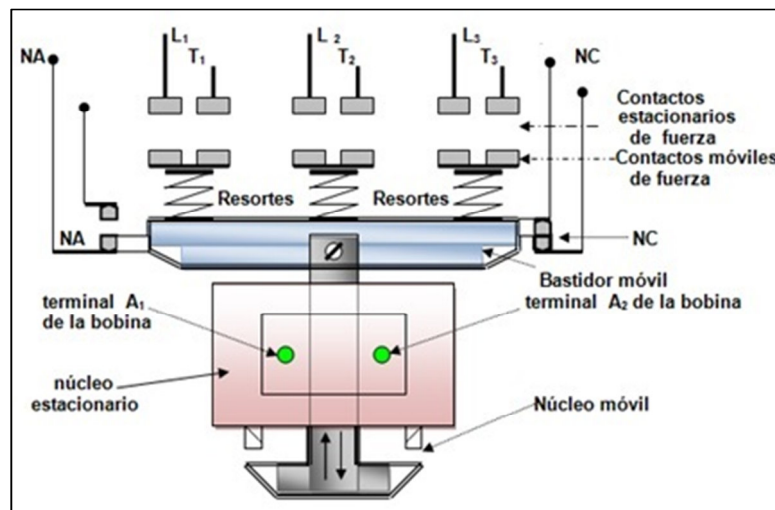


Figura 1.17 Representación Esquemática del Contactor

Fuente: (Meza, Sistemas Eléctricos I, 2012)

El contactor tiene una serie de ventajas:

- Permite el funcionamiento tanto de una forma intermitente como continua.
- Puede efectuarse un mando manual o automático a distancia, con la ayuda de hilos de pequeña sección, reduciendo considerablemente los cables de potencia utilizados.
- Es posible interrumpir corrientes importantes por medio de un circuito de mando por el que pasa una pequeña intensidad.
- Permite multiplicarse los puestos de mando y situarlos cerca del operador.
- Hace que aumente la seguridad de los operarios y de las instalaciones, al alejar las grandes corrientes del punto de mando o de uso.
- Existen en el mercado diferentes contactores con diferentes tensiones de bobina. Así, puede adaptarse el más adecuado a cada circuito de mando. (Figura 1.18).
- Facilita la repartición de los puestos de parada de emergencia, impidiendo la puesta en marcha de la máquina, si antes no se toman las debidas precauciones.
- Es robusto y viable porque no encierra ningún mecanismo delicado

Los relés de control son aplicados como contactores de baja potencia, en tanto que los relevadores de fuerza son aplicados como contactores de mayor potencia. (Sabaca, 2006)

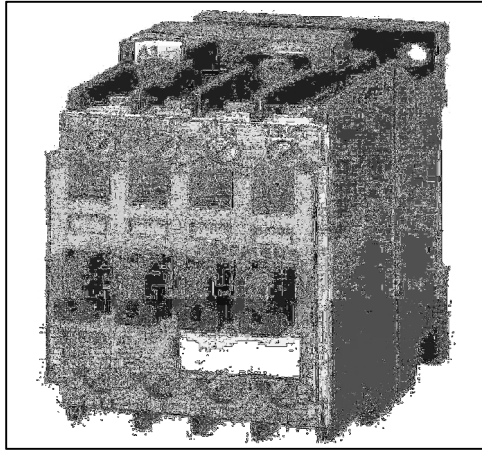


Figura 1.18 Aspecto físico de un contactor

Fuente: (Cuenca, 2013)

1.6.2.2 Temporizadores

Los relés temporizados pueden clasificarse de acuerdo a la acción diferida de operación, esto es de acuerdo a la condición de trabajo de sus contactos y la excitación de la bobina de control:

Relé temporizado tipo ON DELAY (Figura 1.19), es aquel cuyos contactos N.C. y N.A. operarán después del tiempo regulado o programado, contado a partir de la energización de la bobina de control. $A_1 - A_2$.



Figura 1.19 Temporizador ON DELAY

Fuente: (Control e Instrumentación Industrial, 2013)

1.6.2.3 Disyuntores

Los disyuntores termo magnéticos están diseñados para proteger los equipos y alimentadores eléctricos contra cortocircuitos y sobrecalentamientos de los mismos (Figura 1.20). Esta protección la realiza mediante la acción de su sensor termo-magnético, que detecta el recalentamiento que se produce en los conductores y por el fuerte campo magnético simultaneo que la sobre corriente genera en el contorno de los conductores por donde circula, abriendo o cortando de inmediato el circuito para evitar el incendio de las instalaciones eléctricas. Los disyuntores tienen la ventaja de que pueden reconectarse para restaurar el servicio eléctrico, una vez que se ha despejado la falla que lo hizo operar.



Figura 1.20 Disyuntor

Fuente: (PopScreen, Inc, 2013)

1.6.2.1 Luz Piloto

La señalización de los equipos son testigos, generalmente luminosos, que se ponen en las instalaciones para poder disponer de información del estado de funcionamiento de la misma (Figura 1.21).

Para indicar que un equipo está en funcionamiento se utilizan lámparas o luces piloto en diferentes colores; según la norma EN 60204-1 de Seguridad de equipos eléctricos en maquinaria establece el código de colores como alarma visual, por ejemplo:

- Luz roja: indica una señal de emergencia que puede ser una falla eléctrica en el sistema. Se da una condición peligrosa que requiere una acción inmediata.
- Luz amarilla: alerta de un funcionamiento anormal. Existe una condición anormal que puede llevar a una situación peligrosa.
- Luz verde: sirve para indicar que el sistema está encendido.



Figura 1.21 Luz piloto

Fuente: (Kersting Iluminación y Energía, 2013)

1.7 AUTOMATIZACIÓN

Es la acción por la que se transfieren o traspasan actividades realizadas por un operario, en un proceso productivo, a una máquina, que está gobernada por un equipo que puede ser cableado o electrónico programable.

Los automatismos nacen de la necesidad de aportar soluciones a los problemas técnicos, económicos o humanos que nuestra propia vida y las diversas formas de trabajo pueden plantear. Con ellos se pretende:

- Eliminar las tareas que para el ser humano pueden resultar peligrosas, indeseables y repetitivas, haciendo que sean las máquinas las que las realicen.
- Reducir los tiempos de parada entre operaciones dentro del proceso.
- Mejorar al máximo los sistemas de seguridad, no sólo en el ámbito de la persona, sino en el de la propia máquina, al tiempo que se vigila y controla todo el sistema productivo. (Sabaca, 2006)

Como consecuencia de las ventajas obtenidas en los procesos productivos, la automatización ha ido ampliándose con éxito, a otros campos de aplicación y en sectores muy diferentes, como de la distribución de energía eléctrica, analizando las protecciones, realizando el control de consumos, recogiendo datos y analizando incidencias, etc.

1.7.1 ESTRUCTURA DE AUTOMATISMO

En todo sistema automatizado se distinguen dos zonas: la máquina o instalación y la parte de mando. La parte de mando es la encargada de controlar los distintos componentes de los automatismos y responde a cuatro funciones básicas: la adquisición de datos, el tratamiento de los mismos, el mando de potencia y el diálogo hombre-máquina (Figura 1.22)

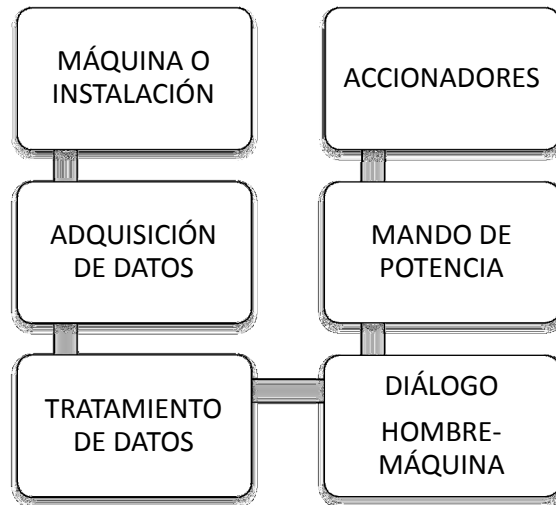


Figura 1.22 Esquema de una estructura de automatismo

Fuente: (Sabaca, 2006)

Elaborado por: Autores

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El tema de estudio estará basado principalmente en el nivel de investigación explicativa sobre de la generación eléctrica en el Buque Escuela “Marañón”. Consiste, según (Larrea, 2007), en un proceso de abstracción a fin de destacar aquellos elementos, aspectos o relaciones que se consideran básicos para comprender los objetos y procesos. La razón de lo anterior radica en que la realidad inmediata e inicial se nos presenta como efecto (variables dependientes) y el trabajo científico consiste en descubrir los factores, condiciones o elementos que los generan (variables independientes).

Paralelamente se utilizará una investigación de campo que según (Tamayo & Tamayo, 2004, pág. 35) es el análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia. Haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos de forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios.

2.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se utilizará es de tipo cuantitativa, pues utiliza la recolección y el análisis de datos observables orientados a la descripción para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, se sirve de números y métodos estadísticos, partiendo de casos concretos para llegar a una descripción general o comprobar hipótesis causales. Las características cuantitativas obtenidas nos permitirán tener un análisis que comparemos con las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.

2.3 PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Galván, 2013) indica que el paradigma positivista usado en la investigación es de tipo cuantitativo, empírico-analítico, racionalista. Es decir que está gobernado por leyes que permiten explicar, predecir y controlar los fenómenos y pueden ser descubiertas y descritas objetivamente y libre de valor por los investigadores con métodos adecuados.

El objetivo que se obtiene se considera objetivo y factual, se basa en la experiencia y es válido para todos los tiempos y lugares, con independencia de quien lo descubre.

2.4 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método experimental es en donde el investigador influye activamente en algo para observar sus consecuencias. Su diferencia con los otros tipos de investigación es que el objetivo de estudio y su tratamiento dependen

completamente del investigador, de las decisiones que tome para manejar su experimento.

El experimento es una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y la muestra que se utilizaron para el proceso de analizar la recolección de datos fueron los Guardiamarinas de la Escuela Naval que hayan navegado a bordo del mismo en su Crucero Nacional y Tripulantes de la unidad.

2.5.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizarán las siguientes herramientas para la obtención de datos que sirvan de apoyo a la investigación, como fuente de información primaria, la cual se puede conseguir directamente del investigador mediante recolección de datos reales, las cuales son:

Observación, que es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, técnica indispensable para identificar las causas, problemas y determinar las condiciones actuales del sistema de generación eléctrica en el BESMAR. Se realizaron fichas de observación durante las visitas en la unidad y se determinó la siguiente situación. (Ver Anexo B)

Encuestas, dirigidas al personal de tripulación del BAE Marañón y a los Guardiamarinas Especialistas de la Escuela Superior Naval que han estado a bordo de la unidad en su primer Crucero Nacional, como instrumentos de recolección de datos que brinde información de interés para el estudio, cuyo contenido es de diez preguntas. (Ver Anexo A).

2.5.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

2.5.3.1 Análisis de Encuestas

Para el levantamiento de información, se realizó encuestas al personal del BESMAR, específicamente al personal que desempeña su trabajo en el departamento de Ingeniería.

Se elaboró un banco de preguntas para la recolección y obtención de datos del cual se analizarán las preguntas realizadas al personal que se ha embarcado en el BESMAR.

1. ¿Conoce usted con qué tipo de corriente opera el Buque Escuela Marañón?

Tabla 2.1

Tipo de Corriente BAE Marañón

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
AC (Corriente Alterna)	12	52%
DC (Corriente Continua)	3	13%
AC/DC	8	35%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

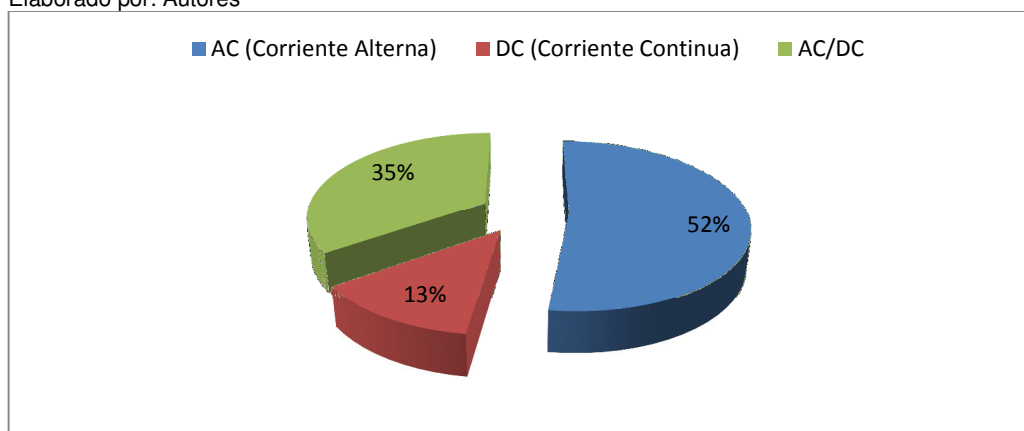


Figura 2.1 Tipos de Corriente BAE Marañón

Fuente: Tabla 2.1

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del 100% del personal encuestado, un 52% considera que el BAE Marañón opera con AC; mientras que el 35% considera que el buque tiene los dos tipos de corriente y el 13% restante cree que opera con corriente DC.

2. ¿El nivel de seguridad respecto al sistema eléctrico es?

Tabla 2.2

Nivel de seguridad BAE Maraón

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
BAJO	9	39%
MEDIO	12	52%
ALTO	2	9%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

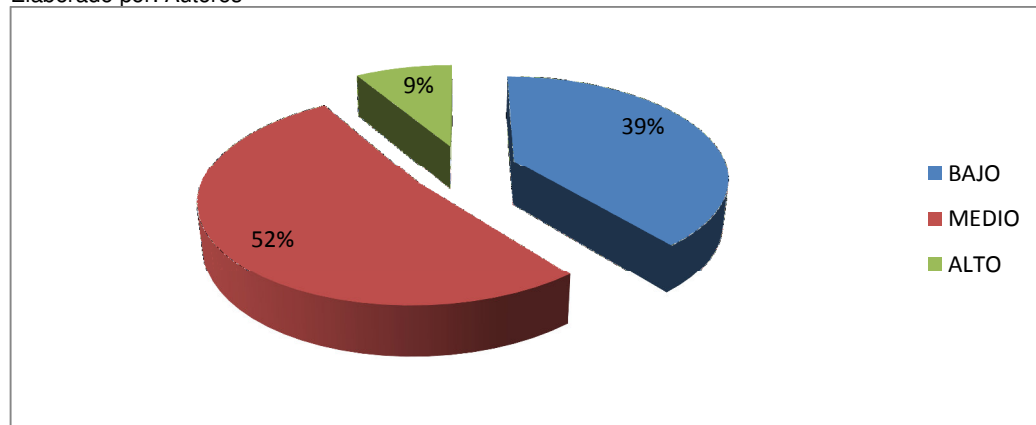


Figura 2.2 Nivel de seguridad BAE Maraón

Fuente: Tabla 2.2

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del todo del personal encuestado, un 52% considera que el nivel de seguridad en el BAE Maraón es medio, lo que da a notar que es una prioridad que debe ser solucionada para futuras navegaciones, mientras que el 39% cree que la seguridad está en un nivel medio y un 9% ha determinado que hay la seguridad suficiente en el BESMAR.

3. De los siguientes ítems determine cuál tiene el mayor nivel de importancia para que el buque opere correctamente.

Tabla 2.3

Elementos necesarios para operar en emergencia

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sistema de gobierno	10	43%
Equipos de navegación	5	22%
Luces	4	17%
Bombas de lubricación y de combustible	4	17%
Comodidades del área de vivienda	0	0%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

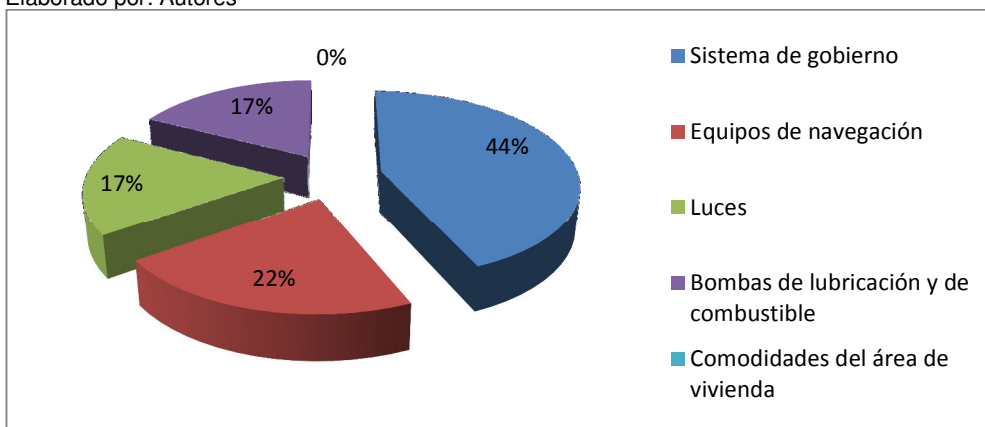


Figura 2.3 Elementos necesarios para operar en emergencia

Fuente: Tabla 2.3

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del 100%, un 43% opina que el sistema de gobierno es el más importante para que el buque opere correctamente, dejando los equipos de navegación (22%), luces (17%), bombas de lubricación y de combustible (17%) y ningún encuestado por las comodidades.

4. ¿Cuáles son los peligros al no contar con el suministro de energía eléctrica en un buque que se encuentra en navegación?

Tabla 2.4

Peligros por permanecer sin corriente eléctrica

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
a) No tener comunicación	3	13%
b) No tener gobierno en la unidad ni MM.PP	9	39%
c) No contar con nevera, Tv, Aire acondicionado	0	0%
d) a y b	11	48%
e) b y c	0	0%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

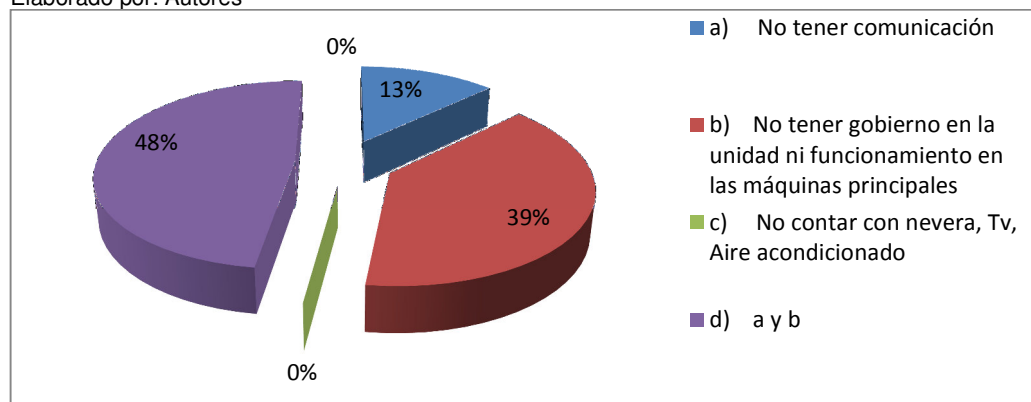


Figura 2.4 Peligros por permanecer sin corriente eléctrica

Fuente: Tabla 2.4

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del 100%, un 48% cree que no tener comunicación, gobierno, ni máquinas principales funcionando son un peligro si no cuentan con energía eléctrica, mientras que el 39% cree en lo importante de los ítems anteriores restando a las comunicaciones, a diferencia del 13% que las considera importantes en una navegación si no se tuviera corriente eléctrica.

5. ¿Es importante mejorar el sistema eléctrico en la unidad con un sistema de automatización?

Tabla 2.5

Mejora en el sistema eléctrico de la unidad

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	18	78%
NO	5	22%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

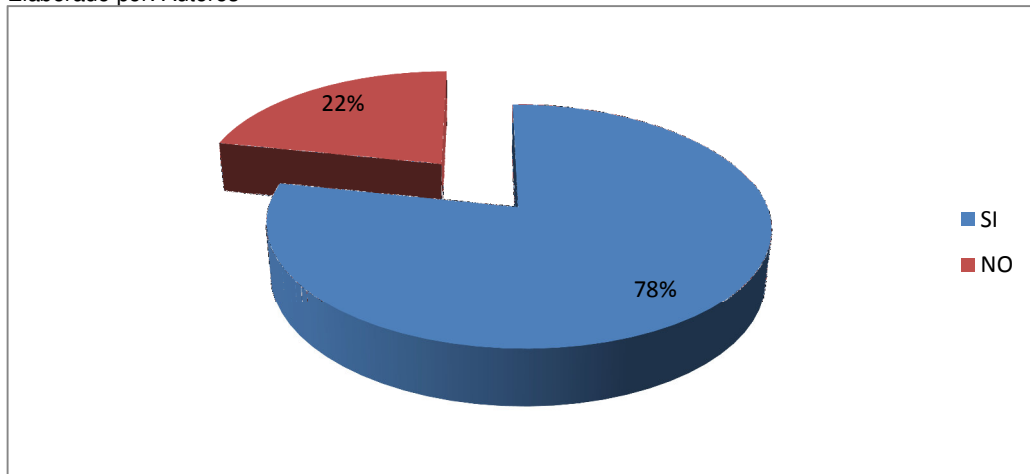


Figura 2.5 Mejora en el sistema eléctrico de la unidad

Fuente: Tabla 2.5

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Un 78% de los encuestados opinan que se debe mejorar el sistema eléctrico a diferencia del 22% que piensa que no es prioridad mejorarlo. Esto indica que el actual sistema posee falencia que deberían ser mejoradas.

6. ¿Cree usted que al automatizar el sistema de generación eléctrica en una emergencia la seguridad aumentará?

Tabla 2.6

Nivel de seguridad BAE Maraón

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	9	39%
De acuerdo	13	57%
Desacuerdo	1	4%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL:	25	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

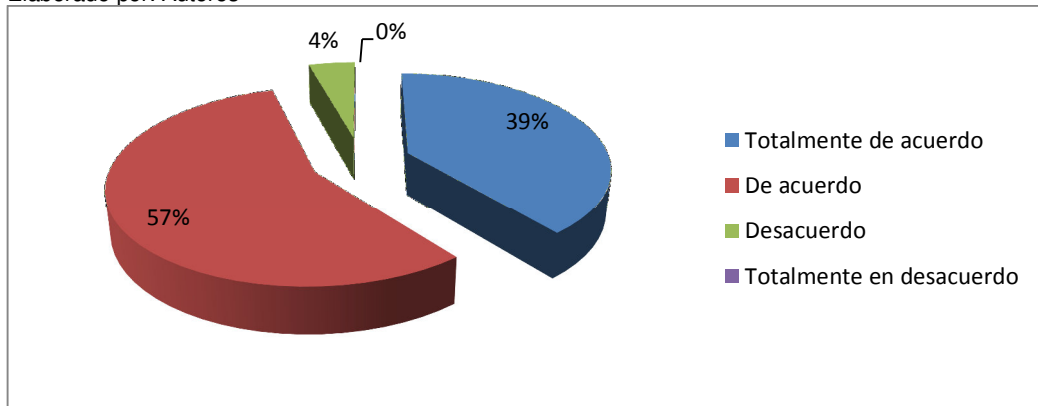


Figura 2.6 Nivel de seguridad BAE Maraón

Fuente: Tabla 2.6

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

De los encuestados un 57% cree que están de acuerdo con automatizar el sistema de generación eléctrica por seguridad en el BAE Maraón; el 39% se encuentra totalmente de acuerdo y existe un mínimo porcentaje del 4% que está en desacuerdo.

7. ¿Cuál piensa Ud. que es la mejor manera de incrementar la seguridad del buque en caso de *black out* (pérdida total de energía en la unidad) en navegación?

Tabla 2.7

Manera de incrementar la seguridad en un *black out*

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Instalar un banco de baterías	3	13%
Instalar un sistema de automatización entre el generador principal y secundario	19	83%
Reparar el generador y esperar a que se arreglen los problemas eléctricos	1	4%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

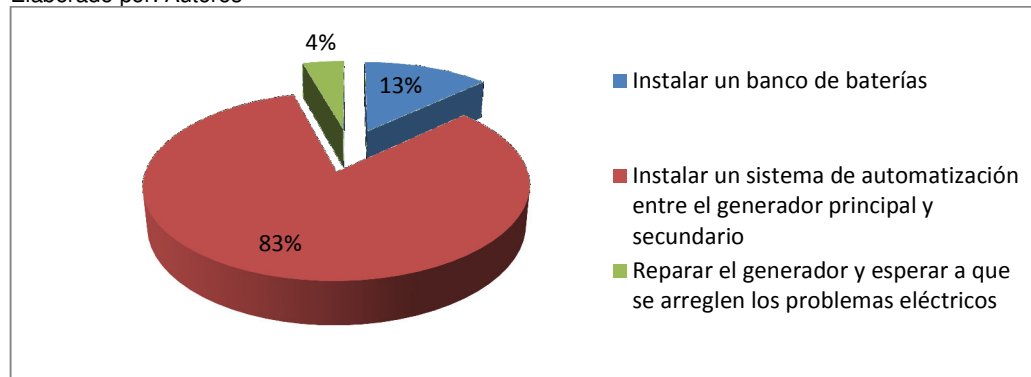


Figura 2.7 Manera de incrementar la seguridad en un *black out*

Fuente: Tabla 2.7

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del 100%, un 83% opina que está totalmente de acuerdo en la instalación de un automatismo en una emergencia, lo que incrementará la confiabilidad en el sistema eléctrico, mientras que un 13% creen que se podría instalar un UPS (banco de baterías) y un 4% cree que se debería reparar el generador y esperar a que se arreglen los problemas eléctricos.

8. ¿El instalar el nuevo generador con un sistema de control automático para un generador secundario en caso de emergencia en el Buque Escuela Marañón prolongará la vida útil del mismo?

Tabla 2.8

Instalación del generador con automatismo

ESCALA DE VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	20	87%
NO	3	13%
TOTAL:	23	100%

Fuente: Encuesta a Guardiamarinas

Elaborado por: Autores

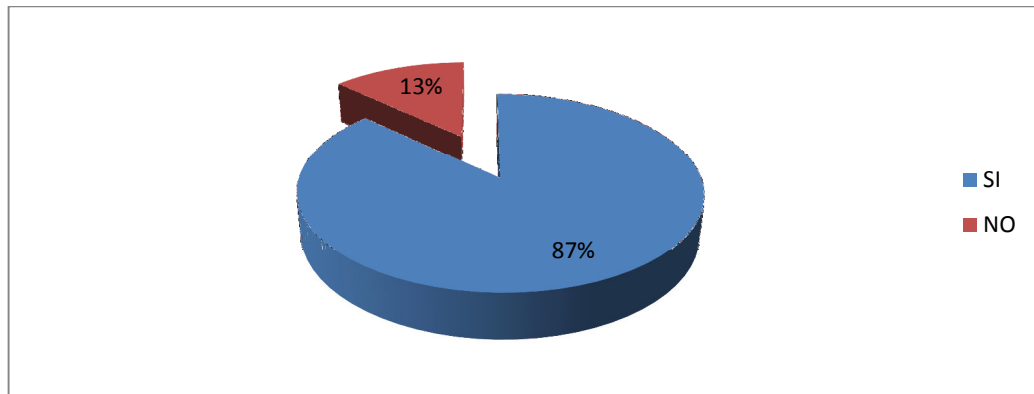


Figura 2.8 Instalación del generador con automatismo

Fuente: Tabla 2.8

Elaborado por: Autores

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA:

Del 100% del personal encuestado, un 87% opina que se prolongará la vida útil del generador con el automatismo propuesto, por lo que se eliminarían las fallas humanas ocasionadas, dejando que los sistemas de control se encarguen, mientras que apenas un 13% cree lo contrario.

2.5.3.2 Análisis de la información recopilada a través de las encuestas

Realizando el respectivo análisis de las preguntas se puede determinar que es de vital importancia saber qué tipo de corriente posee el buque, para tener conocimiento de la unidad como tal y poder proceder de mejor manera en una emergencia, además considera que es necesario que se aumente la seguridad en las navegaciones y con más razón si la embarcación se encuentra en una emergencia.

Los resultados mostrados anteriormente nos permiten deducir que se puede optar por la automatización del sistema de generación eléctrica, siendo un medio que optimice el funcionamiento de los sistemas eléctricos a bordo, lo que incrementará su confiabilidad.

2.5.3.3 Análisis de la información recopilada a través de las fichas de observación

Con las observaciones directas se obtuvo la información y datos que permitieron llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Con esta técnica de recolección de datos, la información recopilada se obtuvo en el lugar donde se presenta la actual problemática, y es en donde se plantea la implementación del nuevo sistema automático de control.

1. N. DE FICHA: 1

2. ÁREA: RADA DE SALINAS

3. FECHA: 28-JUN-2013

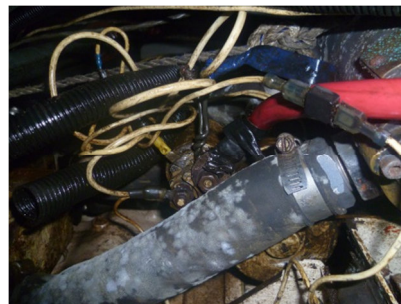
4. LOCALIDAD: BUQUE ESCUELA MARAÑÓN

5. PROBLEMA A RESOLVER: DETERMINAR LOS TIPOS DE CORRIENTE A BORDO Y ESTADO DE LOS GENERADORES.

6. TÍTULO: ANÁLISIS DE SITUACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL EN EL BESMAR

7. INVESTIGADOR(ES): MÓNICA VILLAFUERTE
PATRICIO HEREDIA

8. CONTENIDO:



9. COMENTARIO:

EL PRINCIPAL PROBLEMA A BORDO DEL BUQUE SON LOS DIFERENTES TIPOS DE CORRIENTES QUE ALIMENTAN LOS EQUIPOS YA QUE CONTAMOS CON CORRIENTE CONTINUA (DC) Y ALTERNA (AC), EL MAL ESTADO DE LOS GENERADORES EXISTENTES EN LA UNIDAD Y LA FALTA DE INFORMACIÓN REFERENTE A LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.

1. N. DE FICHA: 2

2. ÁREA: RADA DE SALINAS

3. FECHA: 02-JUL-2013

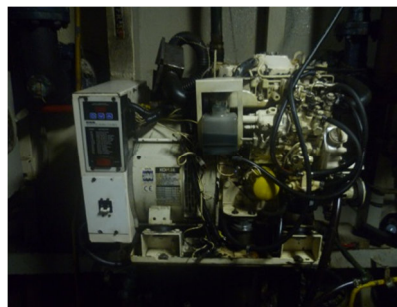
4. LOCALIDAD: B.A.E "MARAÑÓN"

5. PROBLEMA A RESOLVER: OBSERVACIÓN DE DETALLES MÁS IMPORTANTES Y RELEVANTES DE LOS GENERADORES, PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FINAL.

6. TÍTULO: RECONOCIMIENTO DE LOS GENERADORES EXISTENTES EN EL BUQUE

7. INVESTIGADOR(ES): HEREDIA PATRICIO

8. CONTENIDO:



9. COMENTARIO:

EL OBJETIVO DE ESTAS IMÁGENES ES OBSERVAR DETALLADAMENTE LOS GENERADORES Y LOS LUGARES DONDE ESTÁN UBICADOS, LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO JUNTO CON LAS CARGAS GENERADAS Y REQUERIDAS, LUGARES DE POSIBLE INSTALACIÓN, PARA TENER UNA VISTA COMPLETA DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y RECOLECTAR INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL PROYECTO.

1. N. DE FICHA: 3	2. ÁREA: RADA DE SALINAS	3. FECHA: 26-JUL-2013
4. LOCALIDAD: B.A.E "MARAÑÓN"		
5. PROBLEMA A RESOLVER: RECOLECCIÓN DE DATOS DE EQUIPOS EXISTENTES, CARGAS REQUERIDAS Y VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE INSTALACIONES EN LA UNIDAD.		
6. TÍTULO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN		
7. INVESTIGADOR(ES): MÓNICA VILLAFUERTE PATRICIO HEREDIA		
8. CONTENIDO: <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"></div> <div style="width: 45%;"></div> <div style="width: 45%;"></div> <div style="width: 45%;"></div> <div style="width: 45%;"></div> <div style="width: 45%;"></div> </div>		
9. COMENTARIO: <p>EL OBJETIVO DE ESTAS IMÁGENES ES TENER CONSTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN QUE SE REALIZÓ PARA OBTENER VALORES DE LAS CARGAS TANTO REQUERIDAS COMO LAS CARGAS SUMINISTRADAS POR EQUIPOS Y GENERADORES PROPORCIONADA POR LOS FABRICANTES Y EN FUNCIONAMIENTO RESPECTIVAMENTE MEDIANTE LAS PLACAS DE CADA ELEMENTO INVESTIGADO Y A LA VEZ ADQUIRIR MAYOR INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.</p>		

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS

3.1 OBJETIVO DE LA PROPUESTA

Estudiar la situación del sistema eléctrico actual en la que opera el Buque Escuela Marañón para que mediante la detección de falencias y requerimientos dar una solución viable para poder incrementar la funcionalidad de los generadores eléctricos y así incrementar la seguridad de la unidad.

3.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIDAD

Luego de la recolección de datos de la situación actual del buque notamos la existencia de dos redes de corriente eléctrica que dotan de este servicio a toda la unidad, una red original de corriente continua y una red independiente adaptada a tratar de suplir las necesidades del buque de corriente alterna que hoy en día suministra con deficiencia los requerimientos de ésta (Figura 3.2)

3.2.1 RED DE CORRIENTE CONTINUA

Según los análisis realizados, el BAE Marañón consta de varios equipos que funcionan con corriente continua (ver Tabla 3.1) y toman su poder de los dos generadores de 120VDC, éstos en un inicio fueron los equipos principales para el funcionamiento integral del buque, pero con el paso de los años esta red fue modificada y en la actualidad suministra a equipos considerados esenciales para la navegación. Tomando estas

consideraciones se puede determinar que actualmente cuenta con una red de energía que puede ser utilizada en caso de emergencia y mantendría al buque en funcionamiento.



Figura 3.1 Convertidores AC/DC de bajo voltaje

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Los equipos electrónicos de comunicación y navegación del puente (ver Tabla 3.1) se alimentan de 12 o 24VDC pudiendo tomar la energía requerida del banco de baterías de la unidad sin ninguna dificultad, pero ésta también posee convertidores para los equipos de comunicación (ver Figura 3.1) que pueden suplir esta necesidad desde una fuente de 120V.

Tabla 3.1
Equipos del puente que funcionan con DC

RADARES Y GPS	EQUIPOS DE COMUNICACIONES
1 Marine radar Furuno NAVNET VX2	1 Furuno FS 1502 HF
1 Ecosonda Furuno FR – 602 D	1 Radioteléfono Furuno VHF FM-8800S
Girocompás SR 130	Radio estacionaria Motorola
GPS SIMRAD DGPS CHART SOUNDER CE32	

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Elaborado por: Autores

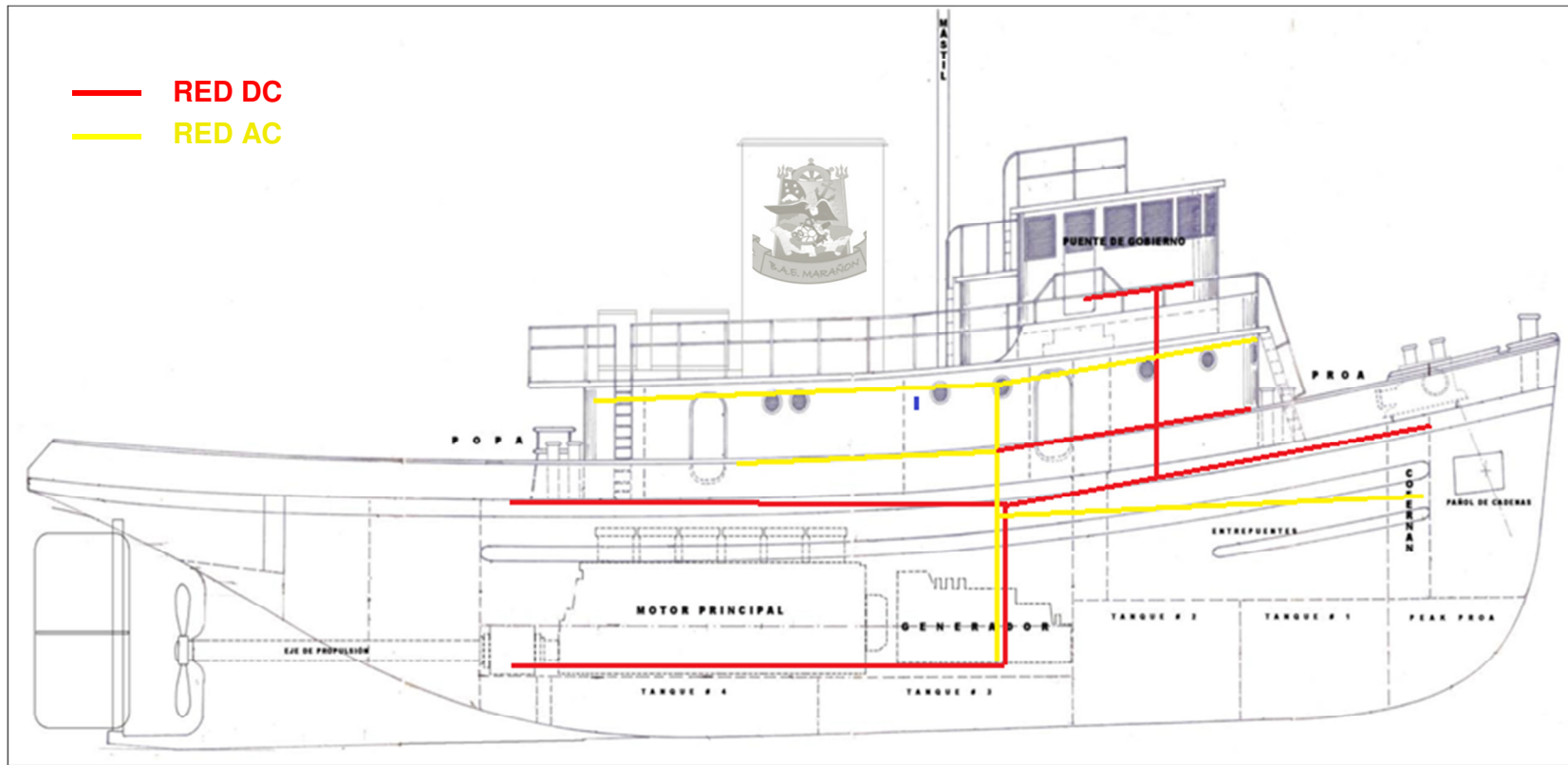


Figura 3.2 Tipos de Corriente en el BAE Marañón

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Elaborado por: Autores

3.2.2 BALANCE DE CARGA EQUIPOS DC

El balance de carga (ver Tabla 3.2), establece los requerimientos de los equipos que funcionan con la red eléctrica de corriente continua del Buque Escuela Marañón que son suministradas por los generadores DC: equipos que funcionarían con la red eléctrica de emergencia y sus respectivas potencias, permitiéndonos de esta manera determinar los requerimientos de energía eléctrica y establecer la potencia de un generador para que solvente estas necesidades.

Tabla 3.2

Carga requerida de Corriente DC

CANTIDAD	TIPO	R.P.M	POTENCIA (W)
01	BOMBA DE LUBRICACIÓN	1750	7460
01	BOMBA DE AGUA DULCE	1750	5595
01	COMPRESOR I	1750	5595
01	COMPRESOR II	1750	5595
01	BOMBA AGUA SALADA I	1750	5595
01	BOMBA AGUA SALADA II	1750	2238
01	BOMBA CONTRA INCENDIOS	3450	18650
01	BOMBAS DE COMBUSTIBLE	1750	746
01	CABRESTANTE	3450	18650
TOTAL CARGA REQUERIDA DE CORRIENTE DC			70124 W

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Elaborado por: Autores

3.2.3 RED DE CORRIENTE ALTERNA

En la unidad contamos con una red de corriente alterna que tiene como objetivo suministrar energía a algunos equipos de navegación y brindar también ciertas comodidades dentro de unidad.

3.2.4 BALANCE DE CARGA EQUIPOS AC

A continuación se indican los equipos que funcionan con corriente alterna con su potencia en Watts que poseen una limitación en su funcionamiento, debido a que el generador que alimenta a la red no cuenta con la potencia necesaria.

Tabla 3.3

Carga requerida de Corriente AC

CANTIDAD	ELEMENTO	POTENCIA (W)
44	Luminarias	4400
1	Radio / Motorola	60
1	Furuno FS 1502 HF	100
1	Radioteléfono Furuno VHF FM-8800s	60
1	Marine Radar Furuno	300
1	Ecosonda Furuno FR – 602 D	100
1	Girocompás	650
4	Cargadores de Motorolas	60
1	Bomba de Agua Dulce	746
1	Refrigerador	400
1	Licuadora	600
1	Televisor	60
1	DVD	60
2	Unidades de aire acondicionado	4400
	Otros Equipos Adicionales	3000
TOTAL DE CARGA REQUERIDA CORRIENTE AC		14996 W

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Elaborado por: Autores

3.2.5 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GENERADORES

Al contar con una amplia gama de generadores dentro de la unidad se puede realizar un cuadro comparativo (ver Figura 3.4 y Tabla 3.5) de las prestaciones que cada uno de estos nos proporciona en su funcionamiento para poder determinar las capacidades y poder obtener el mejor rendimiento de los mismos.

El generador CATERPILLAR (GAC3) (ver Figura 3.3) que con sus prestaciones y características (ver Tabla 3.4) podría sin ninguna dificultad suministrar toda la carga requerida por el buque completamente, dependiendo únicamente de su forma de instalación, alimentando tanto la red de corriente alterna como también la red de corriente continua.

La carga requerida por la red de AC es de 14966 W y la carga de la red de DC es de 70124W dando un total de 85090w tomando en comparación este dato con la capacidad del (GAC3) que es de 98000W este requerimiento si puede ser solventado y alimentado toda la unidad con un solo generador.

Es importante mencionar que el presente estudio se ha realizado en base a la instalación de este generador (GAC3) con un convertidor de corriente alterna a continua que permita transformar los 220 VAC en 110VDC y 12VDC necesarios para los equipos de la unidad, que supla la cantidad de 70124W o alrededor de 100 HP para de esta manera justificar la operación de dicho generador alimentando todo el buque y cumpliendo la función de un generador principal.



Figura 3.3 Generador CATERPILLAR

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Tabla 3.4

Características Generador Caterpillar

GENERADOR CATERPILLAR			
MODELO	C4.4DITA	KW	98
NO. SERIE	J1Z03167	POTENCIA	158 HP
VOLTAJE	440V / 220V	TURBO	268 – 5359
RPM	1800	AMP	161

Fuente: (Armada del Ecuador, 2013)

Elaborado por: Autores

Al cumplir con la instalación del generador GAC3 como generador principal de la unidad, el generador GDC1 cumple las funciones de generador de emergencia alimentando su red actual para el funcionamiento emergente del buque. Evitando así la instalación de otra red para alimentar los equipos considerados como vitales ante una emergencia de pérdida total de energía o *black out*.

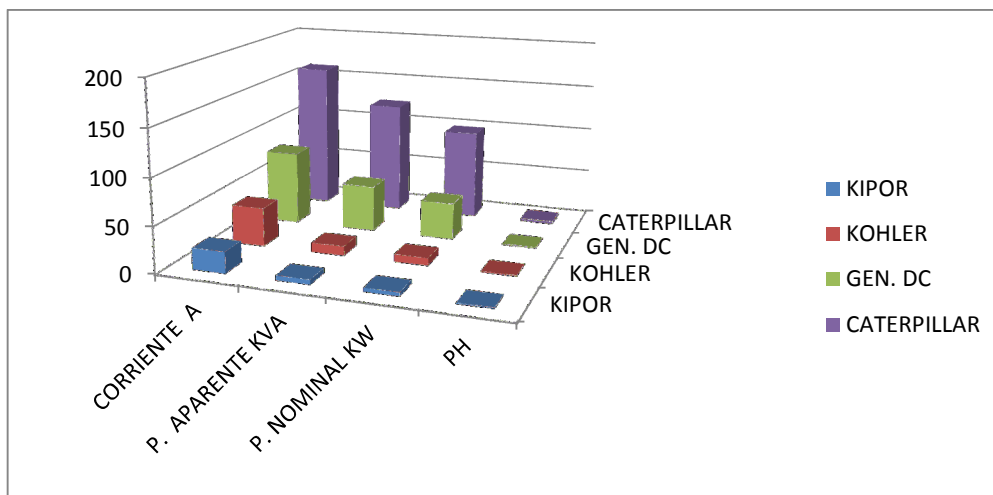


Figura 3.4 Comparación gráfica de Potencias de los Generadores

Fuente: In situ Buque Escuela Maraón

Elaborado por: Autores

Tabla 3.5

Comparación numérica de los Generadores

	KIPOR	KOHLER	GEN. DC	CATERPILLAR
CORRIENTE A	22,8	41,7	80	161
P. APARENTE KVA	5	10	50	123
P. NOMINAL KW	4	8	40	98
PH	1	1	1	3

Fuente: In situ Buque Escuela Maraón

Elaborado por: Autores

3.3 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En el BESMAR existen cinco generadores, dos generadores de corriente continua, que para este estudio les denominaremos (GDC1) y (GDC2) respectivamente y tres generadores de corriente alterna un generador KIPOR (GAC1) un generador marca KOHLER (GAC2) y un generador nuevo marca CATERPILLAR (GAC 3) (ver Figura 3.6)

En la actualidad funcionan el GDC1 y el GDC2 supliendo las necesidades de corriente continua en el buque con un total de 70124 W

requeridos para las máquinas(ver Tabla 3.2), la red de corriente alterna presenta con una notoria falencia a pesar de contar para su funcionamiento con dos generadores GAC1 y GAC2 que no satisfacen las necesidades de consumo de energía que existe en el buque al navegar, sean estas necesidades para equipos de navegación o para comodidades de la dotación al hacer uso de los diferentes electrodomésticos.

Al realizar la investigación de campo de la toma de las potencias de funcionamiento en todos los equipos que funcionan con este tipo de corriente existentes en la unidad, se determinó que se requieren 14966 W (ver Tabla 3.3), los que no son suplidos por los generadores existentes ya que únicamente suministran una potencia nominal de 12000 W razón por la que se determina un faltante de potencia de 2966 W en la red (ver Figura 3.5). Por esa razón principalmente no se pueden utilizar simultáneamente varios equipos o electrodomésticos que brindan las comodidades y facilidades al personal del buque.

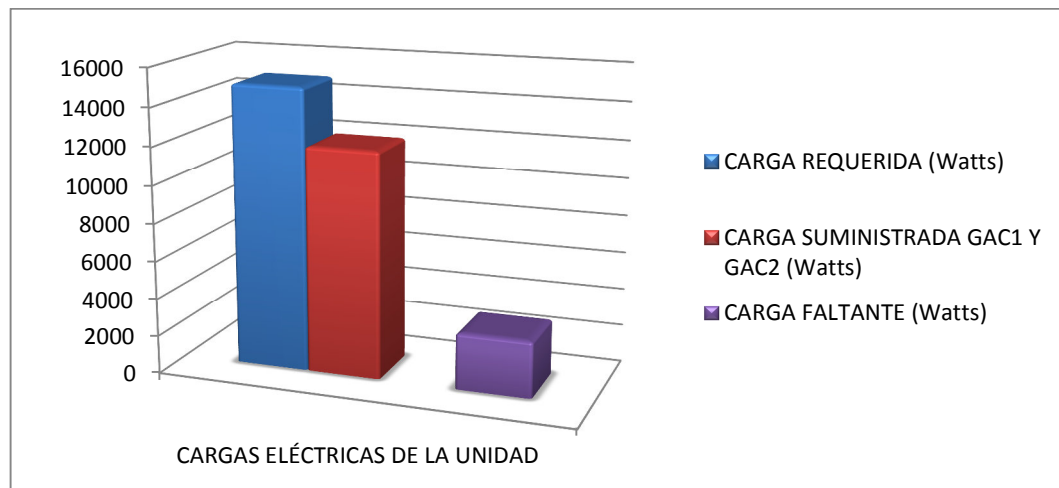


Figura 3.5 Comparación entre carga requerida y carga faltante

Fuente: In situ Buque Escuela Marañón

Elaborado por: Autores

3.4 UBICACIÓN ACTUAL DE BOMBAS Y GENERADORES

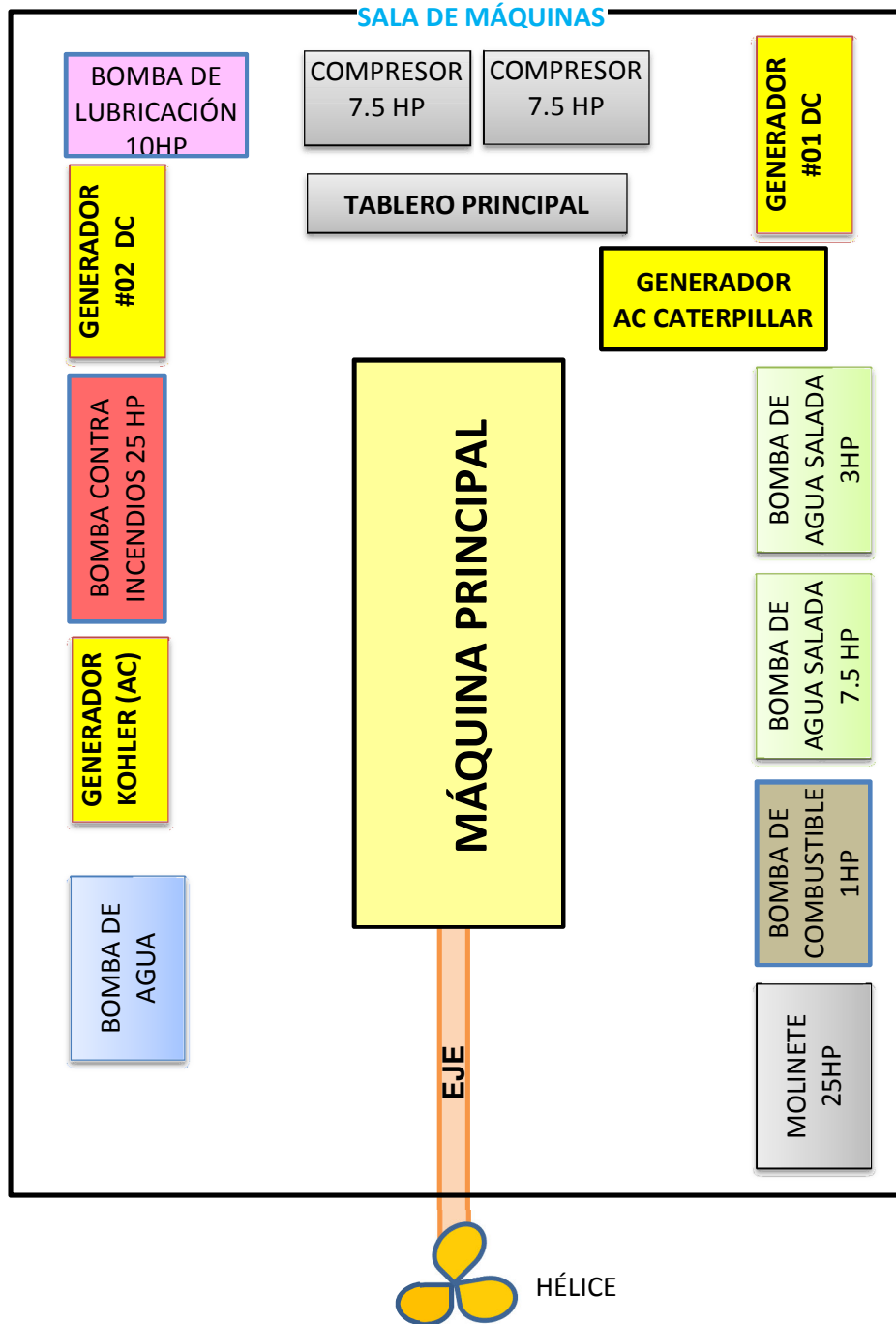


Figura 3.6 Ubicación actual de bombas y generadores

Fuente: In Situ Buque Escuela Maraón

Elaborado por: Autores

3.5 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La operación de todo el sistema eléctrico puede ser interpretada en el plano del diagrama unifilar, para lo cual es importante conocer el significado de simbología eléctrica utilizada en la elaboración de dicho plano.

El generador eléctrico principal y el de emergencia con sus módulos de servicios, el transformador trifásico, y demás elementos, regulación de control de los equipos eléctricos a bordo, estarán ubicados en el cuarto de máquinas del buque, adecuadamente distribuidos para darle estabilidad mecánica al buque en la navegación.

Para dar servicio a los circuitos eléctricos esenciales o vitales, tales como sistema de propulsión, luces y equipos de navegación, servomotores, comunicación, y bombas contra incendios, el sistema dispone de un generador eléctrico DC monofásico de emergencia ubicado en un lugar estratégico del buque, y estará acoplado al tablero eléctrico de los circuitos de emergencia o 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 (un *black out* o salida brusca del tablero eléctrico principal, por una falla en su sistema).

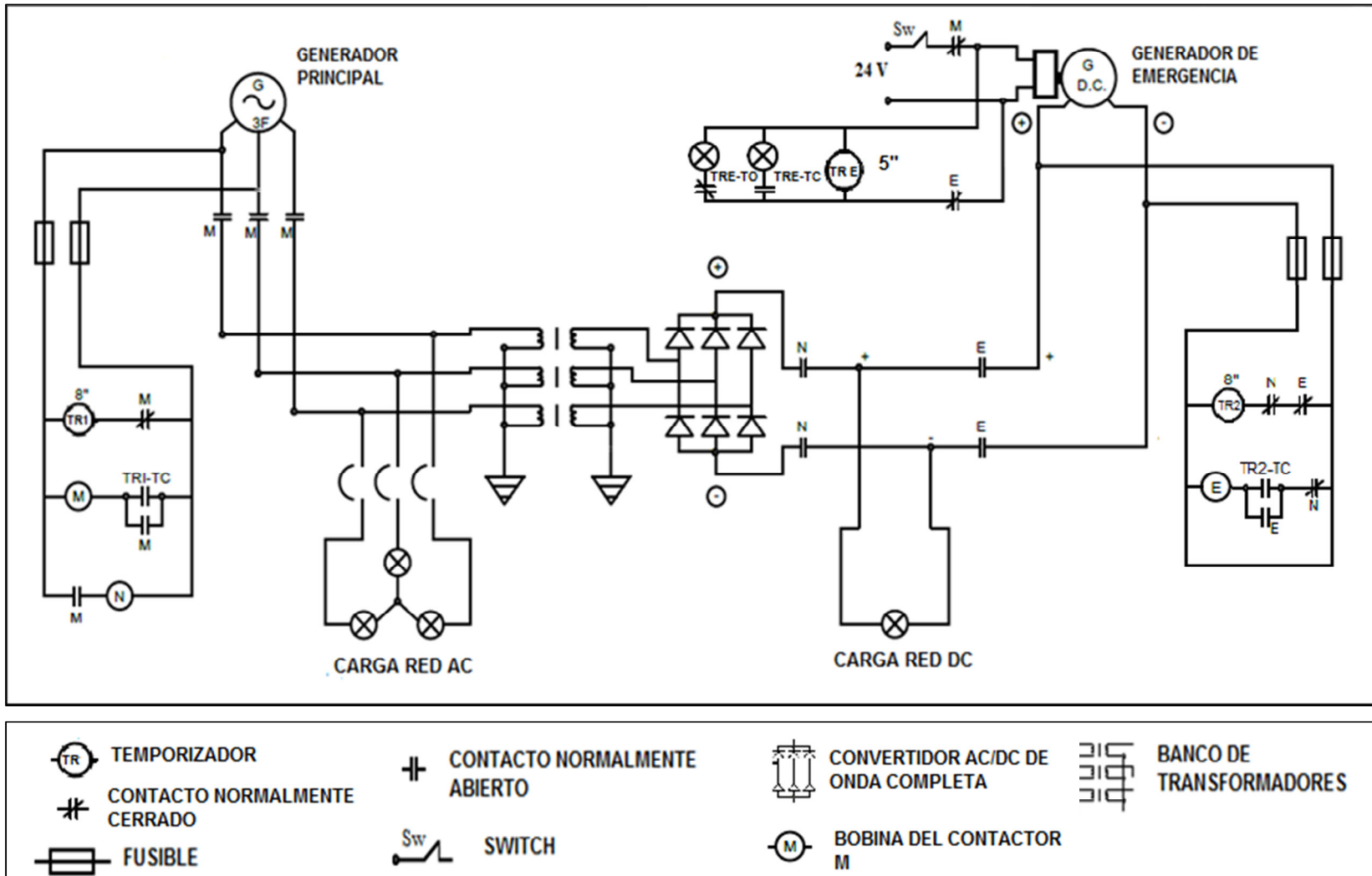


Figura 3.7 Diagrama unifilar del sistema de control automático propuesto

Elaborado por: Autores

En la figura 3.7 se representa el diagrama unifilar de un sistema eléctrico de control correspondiente a la presente investigación, en el que se indican el generador eléctrico principal y el de emergencia con sus diferentes líneas de servicio en corriente AC y DC, que representan los equipos eléctricos a bordo a los cuales los generadores abastecen, además se detalla la descripción de cada uno de los símbolos eléctricos utilizados en el diagrama para el diseño del sistema de control.

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 esenciales, para lo cual el sistema dispone de un generador de emergencia.

Con la finalidad de establecer el sistema el sistema de automatismo, se escogió como mejor opción la instalación de un sistema con contactores (ver Figura 3.7) sistema que brinda las características suficientes para satisfacer los requerimientos de este buque cuando se encuentre operando, el funcionamiento óptimo de los equipos de comunicación y navegación.

3.6 FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA AUTOMÁTICO

En condiciones normales el buque funciona con un solo generador, el generador (GAC 3) abasteciendo las dos redes de corriente existentes en la unidad tanto la red de AC que sería directamente suministrada desde el generador y la red de corriente DC que debe pasar primero por un convertidor AC/DC para poner en funcionamiento toda la parte eléctrica que cubre la red de corriente DC (ver Figura 3.8).

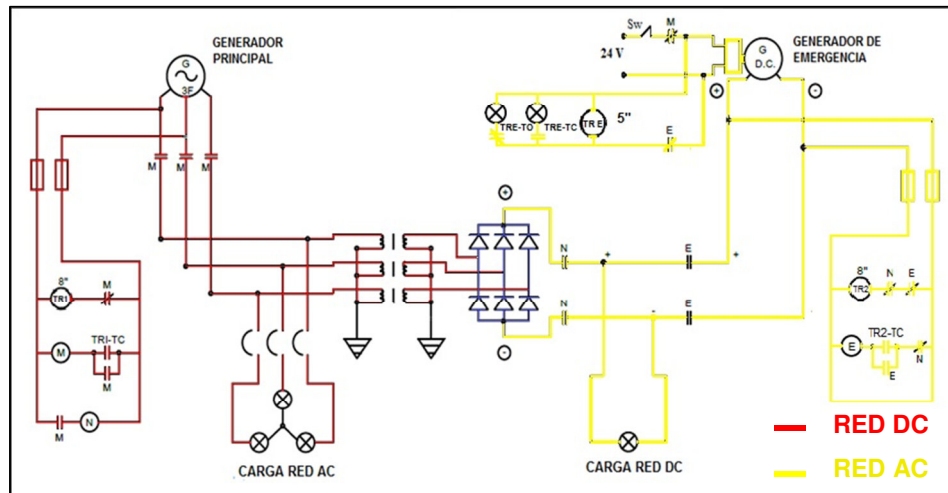


Figura 3.8 Diferenciación corriente AC y DC

Elaborado por: Autores

3.7 CIRCUITO DE CONTROL DEL GENERADOR PRINCIPAL

Al entrar en funcionamiento el generador principal (GAC3) suministra un flujo de corriente que circula por la circuito de control (ver Figura 3.9), pasando por sus respectivas protecciones eléctricas.

Se sigue el proceso indicado a continuación:

1. El temporizador se energiza debido a que en su línea contamos con un contacto normalmente cerrado del contactor **M**.
2. Pasado un tiempo programable en el temporizador, éste cierra el contacto a su mando (TR1-TC) permitiendo el paso de corriente por la bobina del contactor **M**.
3. Al energizar la bobina de este contactor todos los contactos que están a su mando cambian su estado, pasando de normalmente cerrado a normalmente abierto y viceversa, por este motivo también se energiza la bobina del contactor **N**, produciendo el mismo efecto e invirtiendo el

estado de los contactos de este contactor, tanto los de fuerza como los de control.

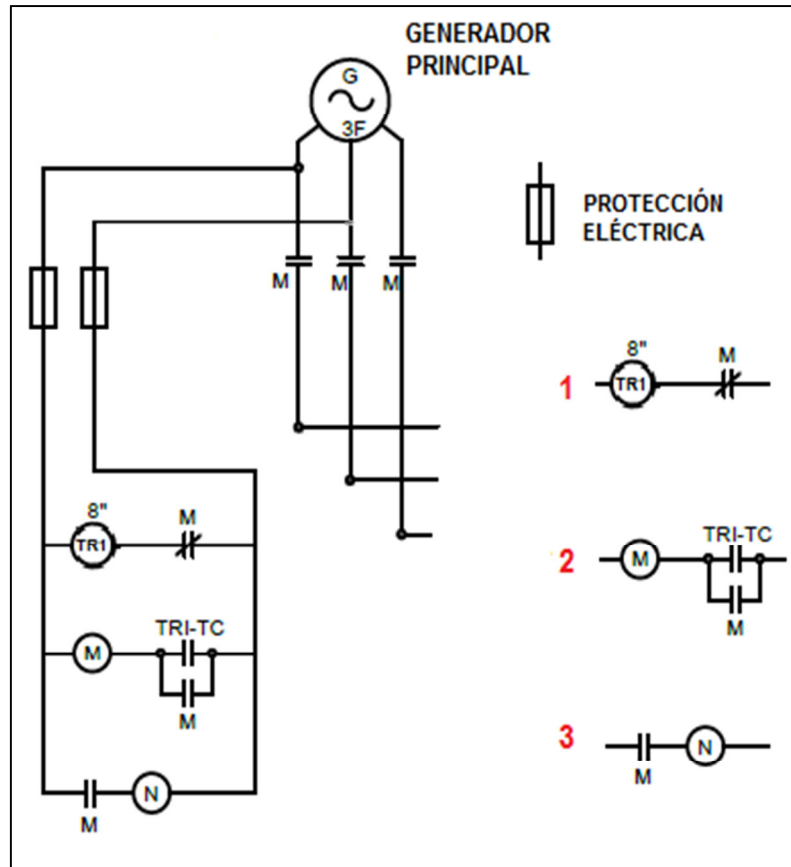


Figura 3.9 Circuito de control del generador principal

Elaborado por: Autores

3.8 CIRCUITO DE CONTROL DEL GENERADOR DE EMERGENCIA

Cumpliendo con las condiciones de un generador de emergencia, éste debe encender automáticamente al detectar una falla en GAC3, por lo que debemos contar con un suministro de corriente de 24V provenientes de las baterías del generador GDC1 que servirán para dar arranque a la parte motora del generador (ver Figura 3.10).

Se sigue el proceso indicado a continuación:

4. Al producirse el daño en GAC3 las bobinas de los contactores que se encontraban energizadas regresan a su estado normal, produciendo los cambios en los contactos los normalmente cerrados pasan a normalmente abiertos y viceversa, cerrando de esta manera el circuito de encendido del generador de emergencia, produciendo que éste entre en servicio.
5. El temporizador está programado para que retarde la conexión a la bobina **E**, permitiendo que el generador de emergencia establezca la carga.
6. Se produce el enclavamiento eléctrico del contactor **E**, cambiando el estado de los contactos bajo su mando.

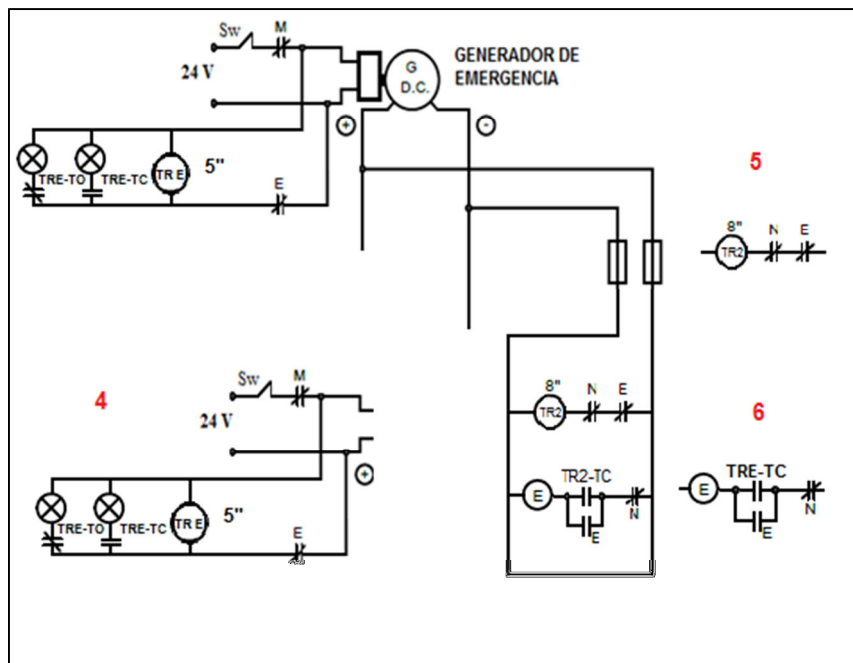


Figura 3.10 Circuito de control del generador de emergencia

Elaborado por: Autores

3.9 CIRCUITO DE FUERZA PARA EL CAMBIO DE PODER

Se debe tomar en consideración que no se puede alimentar con los dos generadores las redes paralelamente razón por la cual debe existir un bloqueo simultáneo entre las dos redes existentes en la unidad **M**, **N**, **E** (ver Figura 3.11). Cuando el generador principal está en funcionamiento, el contactor cierra los contactos **M** y ponen en servicio la red principal junto con el convertidor AC/DC, al estar **N** también energizado los contactos de fuerza **N**, cierran el circuito conectando la red DC para ser alimentada. Los contactos **E** de fuerza de la red adjunta al generador de emergencia no se cierran, manteniéndola sin suministro de energía.

Al detectar la falta de energía en las líneas del generador principal los contactores regresan a su estado normal, se desconecta los contactos de fuerza tanto **M** como también **N** al ingresar el generador de emergencia con el circuito antes ya descrito (ver Figura 3.10), se electrifica el contactor **E** cerrando el circuito de fuerza **E**, alimentando únicamente la red de corriente continua, suministrando del generador de emergencia a la carga requerida para el funcionamiento DC (ver Tabla 3.2).

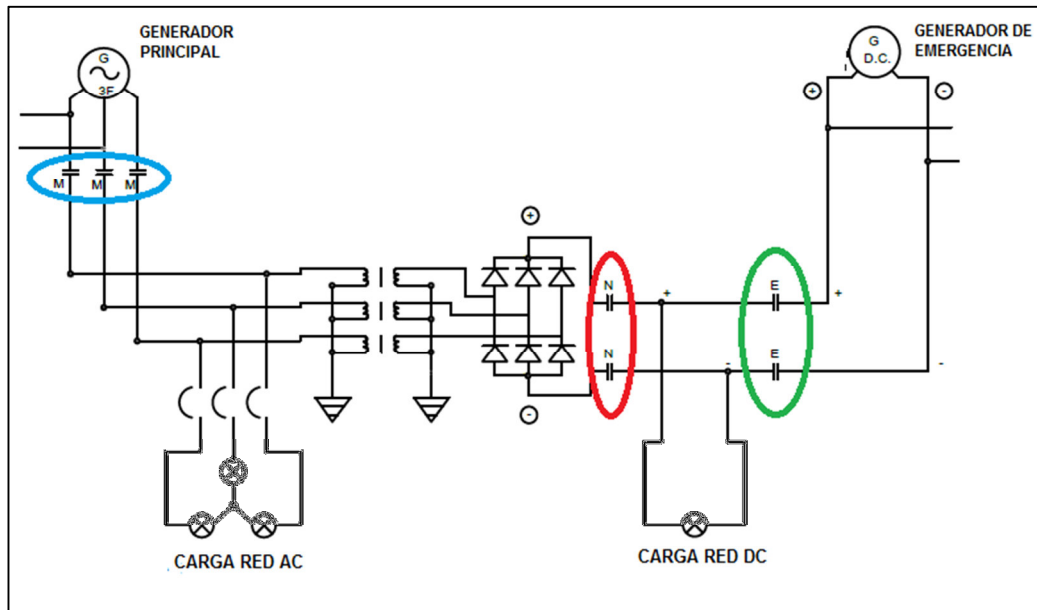


Figura 3.11 Identificación de contactores de fuerza

Elaborado por: Autores

3.10 ESTUDIO DEL LUGAR DE LA IMPLEMENTACIÓN

Desde el punto de vista físico y estructural que posee el Buque Escuela Marañón, hemos realizado un estudio sobre el compartimento dentro de la sala de máquinas, que cumple con los requerimientos de dicha implementación, permitiéndonos de esta manera, diseñar según las circunstancias, los sistemas necesarios para realizar la instalación de un sistema de automatismo.

Es importante considerar que dicha instalación debe cumplir con ciertos estándares de seguridad aplicada a las instalaciones eléctricas navales indicadas en el ANEXO C.

3.10.1 PRESUPUESTO DE MATERIALES NECESARIOS

Tabla 3.6

Costos de Materiales de Instalación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (DÓLARES)	PRECIO TOTAL (DÓLARES)
CONTACTOR 3RT1055-6AF36 75kW /400V AC/DC	01	377,95	377,95
CONTACTOR 3RT2028-1AN20 18.5kW /400V AC	02	85,90	171,80
TEMPORIZADOR 7PU0611-1AW60 6 – 60 SEG ON DELAY	03	33,29	99,87
Cable AWG #4	20 m	3,79	75,80
Cable AWG #6	10 m	2,00	20,00
Cable AWG #10	15 m	1,00	15,00
Caja metálica (40x40x15) cm TABLERO	1	29,56	59,12
Caja metálica (30x10x15) cm SUBTABLERO	1	14,99	14,99
Cinta auto fundente especial	3	2,00	6,00
Cinta aislante 3M	8	0,70	5,60
Disyuntor 40 A	2	14,98	29,96
Luz piloto para tableros 110V	6	8,50	51,00
Costos de instalación			400,00
TOTAL			\$1327,09

Fuente: Lista de precios Ecuador Siemens *Industry*

Elaborado por: Autores

CONCLUSIONES

- El análisis de cargas en la unidad tanto las suministradas como las requeridas nos dan una apreciación del estado actual para determinar que existe una considerable falta de carga suministrada por los generadores que están en funcionamiento, razón por la cual el buque opera con limitaciones.
- Es de vital importancia contar con los equipos de navegación y sistema de propulsión en funcionamiento, de esta manera la unidad se mantendrá operativa sin exponerse a peligros, pues una emergencia puede suceder en cualquier momento y al no contar con el sistema automático aumenta el tiempo de reacción ante estos peligros.
- El hecho que durante la navegación el buque no pueda contar con más energía eléctrica que la producida por sus propios generadores, obliga a poseer un sistema de respaldo que en la actualidad el buque no posee, y mediante la ejecución de este proyecto se da una solución viable para lograr así que la unidad pueda mantenerse operativa con la carga esencial durante la navegación, si ésta se encontrara en situaciones de emergencia.

RECOMENDACIONES

- Aprovechar al máximo las prestaciones que brinda el nuevo generador Caterpillar para que mediante una correcta instalación pueda cubrir satisfactoriamente las necesidades de las cargas eléctricas y así no subutilizarlo.
- Tomar medidas correctivas conociendo la situación actual del sistema eléctrico del buque debido a la deficiencia en el suministro de energía existente en la unidad con la instalación prevista del nuevo generador, junto con un convertidor AC/DC para cubrir con las necesidades demostradas en este trabajo y requeridas por la unidad para un óptimo funcionamiento.
- 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 de propulsión y equipos de navegación evitando así posibles riesgos ya sea por accidentes por el mal estado de instalaciones.
- Estructurar planes de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil y mantener operativos los sistemas eléctricos que se encuentran a bordo y de esta manera solventar los requerimientos de los Guardiamarinas de la Escuela Superior Naval en sus futuros Cruceros de Instrucción.

- Mantener operativos a los generadores existentes en la unidad pues solo contamos con estos para el suministro de la energía a los equipos que son las directas herramientas para mantener la seguridad en la unidad.
- Realizar la instalación del sistema de automatismo, que cubra las necesidades del Buque de Instrucción Marañón con sus propios generadores en una situación de emergencia, para que de esta manera se cuente con el suministro de energía esencial, salvaguardando la integridad del personal.

BIBLIOGRAFÍA

- Armada del Ecuador. (2013). *Manual del Buque de Instrucción Marañón*. Ecuador.
- Buenas Tareas.com. (Octubre de 2013). *Buenas Tareas.com*.
- Control e Instrumentación Industrial*. (2013). Recuperado el 7 de Noviembre de 2013, de <http://ceiisa.com/tienda/images/ATE%20copy.jpg>
- Cuenca, Ó. (7 de Noviembre de 2013). *Montajes e Instalaciones*. Recuperado el 2013, de http://1.bp.blogspot.com/_/imagen+contactor.jpg
- ESSUNA. (2011). *Vigía 2011*.
- Euronova Formación S.L. (2013). *Euronova Formación*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2013, de <http://redsocialeducativa.euroinnova.es/pg/blog/read/558194/generadores-elctricos>
- Fraile, J. (2003). *Máquinas Eléctricas*. España: Mc Graw Hill.
- Galván, O. (2013). *Issuu, Inc*. Obtenido de Diferencia entre los paradigmas de investigación cuantitativa e investigación cualitativa: http://issuu.com/olimpiabeatriz/docs/unidad_1_iintf
- García, T., & Pacheco, C. (2003). *Electrotecnia*. España: EDEBE.
- Hernández Sampieri Roberto, F. B. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

- Kersting Iluminación y Energía. (Noviembre de 2013). Obtenido de http://www.kersting.cl/images/productos/luz_piloto_lexo.png
- KOHLER Power Systems . (2013). *Planta eléctrica marina 10EOZD*.
- Larrea, A. (2007). *Niveles de la Investigación y el Método Descriptivo*.
- Meza, I. (2012). *Sistemas Eléctricos I*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Meza, I. (2012). *Sistemas Eléctricos II*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- PopScreen, Inc. (2013). *PopScreen*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2013, de http://mlv-s2-p.mlstatic.com/breaker-m_6269-O.jpg
- Purcell, E. (2005). *Electricidad y Magnetismo II Edición*. Barcelona: McGraw-Hill, Reverté.
- Sabaca, M. (2006). *Automatismos y cuadros eléctricos*. McGraw-Hill, Interamericana de España.
- Sánchez, E. (2012). *Automatización del sistema de transferencia*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/pdf>
- Tamayo, M., & Tamayo. (2004). *El proceso de Investigación Científica*. México: Limusa.