

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

**Diseño e implementación de una guía técnica para optimizar la
protección a tierra en embarcaciones marítimas.**

AUTOR:

Pino Valencia, Willian Eduardo

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

Ing. Washington Adolfo Medina Moreira Ph.D.

Guayaquil, Ecuador

01 de febrero del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Pino Valencia, Willian Eduardo** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD.**

TUTOR

Ing. Washington Adolfo Medina Moreira Ph.D.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, MsC.

Guayaquil, al 01 día del mes de febrero del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pino Valencia, Willian Eduardo**

DECLARO QUE:

El Trabajo De Integración Curricular **Diseño e implementación de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, al 01 día del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR

Pino Valencia, Willian Eduardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Pino Valencia, Willian Eduardo

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **“Diseño e implementación de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, al 01 día del mes de febrero del año 2023

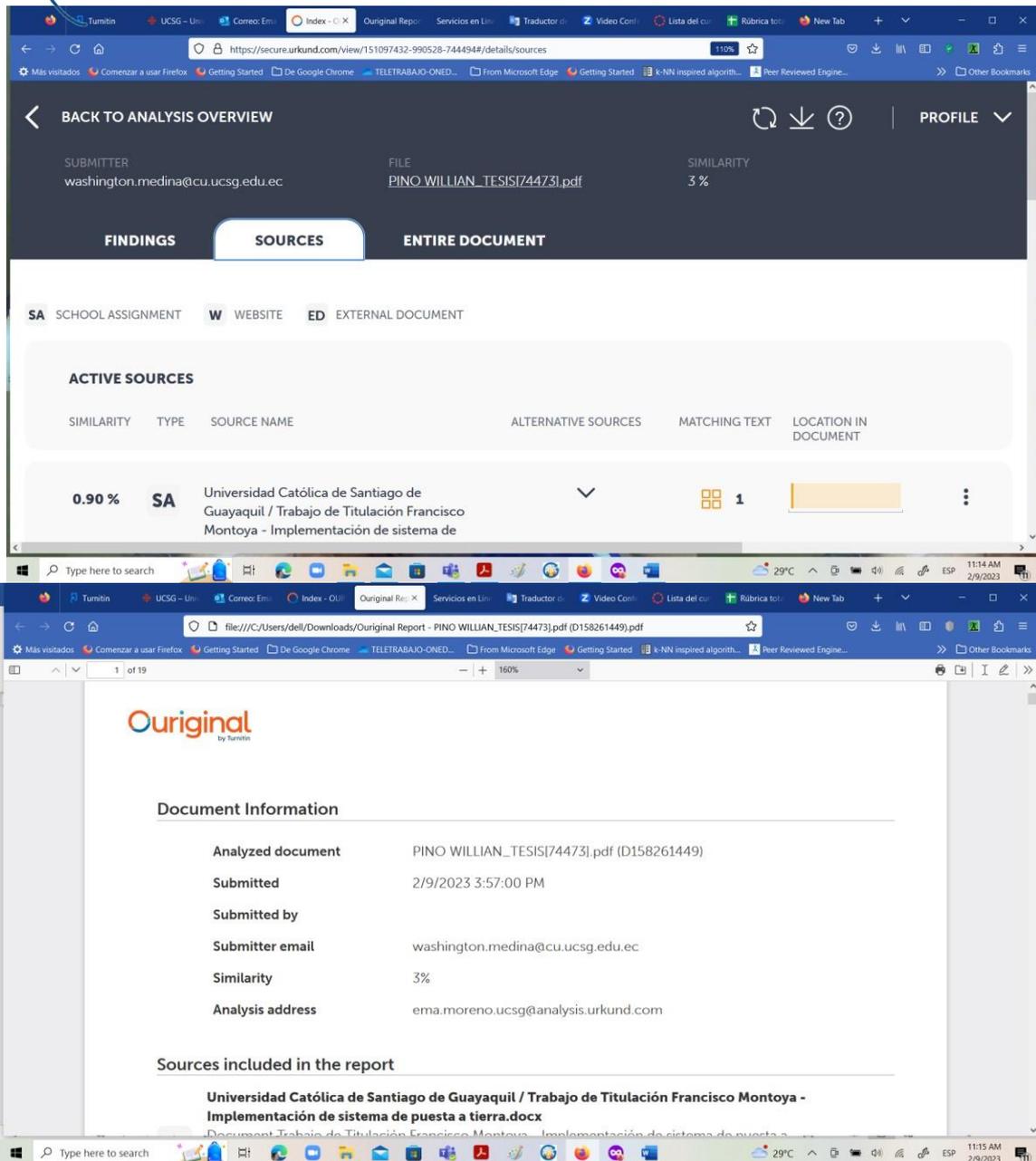
EL AUTOR

Pino Valencia, Willian Eduardo

Certificado porcentaje de similitud URKUND

Una vez revisada la originalidad del Trabajo Final del estudiante William Pino, el software URKUND reporta una similitud del 3% con fuentes de internet.


Washington
Medina



The image shows two screenshots of the URKUND software interface. The top screenshot displays the 'SOURCES' tab of an analysis report. It shows a similarity percentage of 3% for the file 'PINO WILLIAN_TESIS[74473].pdf' submitted by 'washington.medina@cu.ucsg.edu.ec'. A source is listed with a similarity of 0.90% from 'Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Trabajo de Titulación Francisco Montoya - Implementación de sistema de...'. The bottom screenshot shows the 'Document Information' section, which includes the following details:

Field	Value
Analyzed document	PINO WILLIAN_TESIS[74473].pdf (D158261449)
Submitted	2/9/2023 3:57:00 PM
Submitted by	
Submitter email	washington.medina@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	ema.moreno.ucsg@analysis.arkund.com

Below the document information, the 'Sources included in the report' section lists the source identified in the top screenshot: 'Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Trabajo de Titulación Francisco Montoya - Implementación de sistema de puesta a tierra.docx'.

Dedicatoria

Agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de poder estudiar y culminar mi proceso universitario, así también como a mis padres que han sido pieza fundamental para el avance de este proyecto profesional muy importante en mi vida. Cito esta frase que las he llevado día a día en mi proceso estudiantil “estudia, trabaja y se gente primero allí está tu salvación”.

Agradecimiento

Agradezco al personal docente donde he aprendido muchos procedimientos técnicos y entender los procesos tecnológicos que conlleva esta carrera. Al culminar parte de este largo camino de superación, sé que he llegado a este propósito personal y conseguir el objetivo máspreciado que es el éxito. Me siento orgulloso y muy feliz de haber culminado este proceso, de ver a mis padres sonriendo por la meta cumplida, permitirme agradecerle a toda mi familia y personas que siempre me dieron su apoyo.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

ING. FRANCO RODRIGUEZ, JOHN ELOY PH.D.
DECANO

f.

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, MSC.
DIRECTOR DE CARRERA

f.

ING. QUEZADA CALLE, EDGAR RAÚL, MGS
OPONENTE

Resumen

Muchas empresas navieras de la industria marítima tienen dificultades para desarrollar planes óptimos de protección a embarcaciones, ya sea por falta de conocimiento en los procesos o por desconocimiento de nuevas tecnologías. Este documento tratará temas sobre el control de las áreas críticas expuestas a fallas de tierra que puedan producir una paralización de la embarcación. Identificar y analizar técnicamente las fallas producidas a tierra, regulación de formatos para un plan de mantenimiento preventivo y así evitar interrupciones a la operación del buque ya sea por colisión, falta de generadores eléctricos, pérdida de gobierno y propulsión por ruptura en los ejes de hélice, etc. El principal objetivo de esta guía es informar a las empresas navieras y jefes departamentales de áreas operativa técnica, tener un manual de procedimiento para evitar pérdidas durante la operación de la embarcación. Esta herramienta es de gran utilidad para disminuir los mantenimientos y reparaciones innecesarias, para así lograr su mejor optimización y vida útil de la flota.

Palabras claves: Embarcación, Protección, Control, Optimización, Vida Útil.

Abstract

Many shipping companies in the maritime industry have difficulties in developing optimal plans for boat protection, either due to lack of knowledge in the processes or due to lack of knowledge of new technologies. This document will deal with issues on the control of critical areas exposed to land faults that may cause a standstill of the vessel. Identify and technically analyze the faults produced to earth, regulation of formats for a preventive maintenance plan and thus avoid interruptions to the operation of the ship either by collision, lack of electric generators, loss of steering and propulsion by rupture in the propeller shafts, etc. The main objective of this guide is to inform shipping companies and departmental heads of technical operational areas, have a procedure manual to avoid losses during the operation of the vessel. This tool is very useful to reduce unnecessary maintenance and repairs, in order to achieve its best optimization and useful life of the fleet.

Keywords: Boat, Protection, Control, Optimization, Service Life.

Tabla de contenido

Resumen	IX
Abstract	X
CAPÍTULO 1	2
GENERALIDADES.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Definición del Problema	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Justificación del Problema.....	6
1.6 Metodológica de Investigación.....	6
1.7 Hipótesis	8
CAPÍTULO 2.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Definición de “Tierra”	9
2.2 Símbolos y usos	10
2.3 Descarga electrostática (ESD)	13
2.4 Tipo de sistema puesta a tierra	13
2.4.1 Sistemas sin conexión a tierra	14
2.4.2 Método de puesta a tierra por resistencia	14
2.4.3 Sistema solido conectado a tierra	15
2.5 Sistemas de puesta a tierra con neutro aislado en barcos	15
2.6 Instalaciones Terrestres	16
2.7 Sistemas aterrizados en eje de hélice.....	17
2.8 Sistema de aterrizado o vinculación a tierra	20

2.9	Ánodos de sacrificio en los barcos.	22
2.10	Tipos de electrodos de sacrificio	22
2.10.1	Agua salada: Electrodo de sacrificio de zinc	22
2.10.2	Agua dulce: Electrodo de sacrificio de magnesio	23
2.10.3	Agua salada: Electrodo de sacrificio de aluminio	23
2.11	Erosión por chispas puede dañar el motor de propulsión principal de un barco .	24
2.12	Razones de la erosión por chispas	26
2.13	Protección contra el rayo y puesta a tierra de embarcaciones	26
2.14	Peculiaridades del aterrizado y protección contra rayos en embarcaciones marinas	27
2.15	Equipos de medición	31
2.15.1	Falla del circuito de tierra usando lámparas.	31
CAPÍTULO 3.....		34
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GUÍA TÉCNICA PARA OPTIMIZAR LA PROTECCIÓN A TIERRA.....		34
3.1	Lineamientos técnicos para la optimización de la protección a tierra	34
3.1.1	Consideraciones de diseño	35
3.1.2	Equipos de comunicación y navegación.....	39
3.2	Descripción de la guía técnica	40
3.2.1	Funcionamiento de los diferentes equipos de monitoreo	40
3.3	Diferentes tipos de equipos para detectar fugas a tierra y bajo aislamiento	41
3.3.1	Test fugas a tierra mediante lámparas incandescentes	41
3.3.2	Monitor electrónico para fallas a tierra y aislamiento	43
3.3.3	Medición de corriente galvánica para evitar erosión del metal por chispas	45
3.4	Formato de guía técnica.....	46
CAPÍTULO 4.....		48
PROPUESTA.....		48

4.1	Diseño de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas	49
4.2	Desarrollo del manual.....	52
4.3	Presupuesto.....	56
CAPÍTULO 5.....		58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		58
5.1	Conclusiones.....	58
5.2	Recomendaciones	59

Índice de figuras

Figura 2. 1 Símbolo general de puesta a tierra	10
Figura 2. 2 Símbolo Tierra de bajo ruido o puesta a tierra funcional	11
Figura 2. 3 Símbolo Tierra de seguridad o de protección	11
Figura 2. 4 Símbolo Tierra a chasis.....	11
Figura 2. 5 Símbolo Tierra análoga y tierra digital	12
Figura 2. 6 Símbolo Conexión a tierra de un solo punto para conexiones a tierra digitales y analógicas.....	12
Figura 2. 7 Anillos de protección	18
Figura 2. 8 Puesta a tierra del eje de propulsión	19
Figura 2. 9 Puesta a tierra dimensionada y ajustada	19
Figura 2. 10 Hélice sin protección de unión.....	21
Figura 2. 11 Muestra instalación de ánodo de sacrificio de zinc	24
Figura 2. 12 Conexión eléctrica de equipo de monitoreo	25
Figura 2. 13 Áreas que protegen de un rayo a la embarcación	29
Figura 2. 14 Interruptor de la lámpara de tierra está en la posición de apagado.....	32
Figura 2. 15 Lámpara R se apaga totalmente si no hay falla a tierra, todas las lámparas continuarían con el mismo brillo.....	32
Figura 2. 16 Muestra Monitor de aislamiento y test de lámparas fugas a tierra	33
Figura 3. 1 Monitor de aislamiento operando normalmente.....	34
Figura 3. 2 Prueba de línea aterrizada en tablero eléctrico del ancla	34
Figura 3. 3 Diagrama de bloques proceso para la identificación de áreas críticas de fallas a tierra	35
Figura 3. 4 Tablero eléctrico con una puesta a tierra de forma incorrecta	36

Figura 3. 5 Sistema cabrestante para izado y bajada del ancla con su respectivo motor eléctrico	37
Figura 3. 6 Equipos eléctricos construcción metálica con su respectiva conexión a tierra	38
Figura 3. 7 Transmisor electrónico del timón del barco	39
Figura 3. 8 Equipos de radio comunicación y navegación	39
Figura 3. 9 Diagrama de bloques funcionamiento de los equipos de monitoreo puesta a tierra	40
Figura 3. 10 Equipos para el monitoreo de fugas a tierra	41
Figura 3. 11 Test de lámparas indicadoras fugas a tierra instalada en el tablero principal	42
Figura 3. 12 Diagrama eléctrico típico para indicador de fugas a tierra	42
Figura 3. 13 Instrumento de monitoreo por bajo aislamiento y fugas a tierra	44
Figura 3. 14 Parte posterior de conexiones de alimentación y monitoreo	45
Figura 3. 15 Parte posterior de conexiones de alimentación y monitoreo	46
Figura 4. 1 Conocimiento de prevención	50
Figura 4. 2 Constancia de plan de mantenimiento	51
Figura 4. 3 Cantidad de encargados del control operativo	51
Figura 4. 4 Frecuencia de inspecciones	52
Figura 4. 5 Tiempo transcurrido desde la última revisión técnica	52

Índice de tablas

Tabla 3. 1 Guía técnica para optimizar la puesta a tierra	47
Tabla 4. 1 Presupuesto referencial.....	56

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Actualmente los barcos siempre tienen peligros a su alrededor mientras navega por la mar. En su mayoría estos peligros pertenecen a las aguas turbulentas y las condiciones climáticas del exterior. El mal tiempo en lo alto y los relámpagos también son una gran parte de estos elementos naturales. Por lo tanto, es fundamental comprender cómo se protegen los barcos de los incidentes de rayos y fugas a tierra.

Muchos riesgos se originan a partir de tales incidentes de brotes eléctricos sueltos de cualquier naturaleza. Sin embargo, los relámpagos no son el único peligro eléctrico que deben enfrentar los barcos. Muchos incidentes de cortocircuito demuestran ser mortales para los buques de alta mar cada año.

La instalación de sistemas de tierra en los barcos se vuelve esenciales para todos los tamaños de embarcaciones. Dichos sistemas protegen los riesgos eléctricos internos y también los riesgos eléctricos externos.

Los barcos de hoy en día muestran su capacidad para hacer frente a los incidentes eléctricos que ocurren a bordo. También incluye su diseño de puesta a tierra y cómo funciona el sistema neutral. También identificamos los riesgos probables si tales incidentes o las interrupciones actuales ocurren con demasiada frecuencia. (Comisión Europea Fiscalidad y Unión Aduanera, 2012)

1.2 Antecedentes

Los primeros antecedentes históricos del uso de la tierra (suelo) como elemento de protección eléctrica, está en la forma en que se difundirá la corriente por la tierra y depende de la resistividad del terreno que en general no será homogénea. La tierra en un barco es

básicamente la estructura metálica y su funcionalidad de la conexión a tierra es garantizar que todos los componentes estén en una ruta de falla a tierra. Esto protege los sistemas y al personal para ayudar, a que los disyuntores y los detectores de fallas a tierra funcionen correctamente. Los sistemas que están enlazados, pero no conectados a tierra se denominan sistemas flotantes y no ofrecen el mismo nivel de protección.

Cuando un sistema eléctrico esta “sin tierra” esto significa que el neutro de alimentación es aislado a la estructura metálica del barco. En un sistema sin tierra se detectará una falla en el panel principal, pero no se eliminará automáticamente en la primera advertencia. Esto permite que un servicio permanezca en funcionamiento, lo que puede ser una gran ventaja para los circuitos eléctricos vitales de las embarcaciones. Es así como el siguiente trabajo propone mejorar los procedimientos de puesta a tierra y cubrir las necesidades de orden naval para subsanar aquellas dudas relacionadas con el funcionamiento ideal de una protección puesta a tierra mediante la implementación de una guía técnica fácil a seguir para cumplir con los estándares internacionales en el sector marítimo y sobre todo cuidar la vida humana. (Library, 2022)

1.3 Definición del Problema

La parte principal del sistema de aterrizamiento de una embarcación va a depender del tipo de construcción que ésta posea como madera, fibra de vidrio, aluminio y acero naval; en las cuatro construcciones su función es diferente debido a que no poseen el mismo material de construcción.

A pesar de que el sistema sea de madera no significa que no se pueda deteriorar los elementos internos que componen la embarcación; como bombas, generadores, máquinas principales, equipos de comunicación, equipos de cocina, de refrigeración, todos estos equipos necesitan tener un sistema de aterrizamiento para evitar las corrientes galvánicas, corrientes de

flujo, corrientes estáticas, corrientes parásitas. Toda esta descarga no se la puede hacer más que a través de unos cines electrolíticos especiales que sirven como ánodo de sacrificio, estas se colocan en el interior de la embarcación con descarga hacia afuera del casco sea este en madera o en fibra de vidrio tiene el mismo componente.

La diferencia de una embarcación de madera como de fibra de vidrio es que se llevan tiras de cobre a las diferentes partes de la estructura hasta las diferentes áreas de las cubiertas o sea la principal, superior o inferior; el objetivo de esto es aterrizar toda la embarcación.

Cuando existe un movimiento, en una embarcación se va a producir una corriente galvánica, corriente estática que tiene que ser descargado en cualquiera de estos ánodos de sacrificio. Internamente siempre se va a deteriorar el material más blando, liviano que existen en estos equipos debido a que tienen un imperial que son de cobre o de bronce.

Los motores tienen carcasa que son de aluminio, los equipos electrónicos tienen una carcasa que es de lata, los generadores tienen un sin número de materiales blandos como cobre, bronce, aluminio o plomo y todo este sistema tiene que estar constantemente aterrizado en este tipo de embarcación.

En las embarcaciones que son de aluminio y de acero naval es otra contextura física. El diseño de estas embarcaciones de aluminio hace el material más blando, muchas veces no utiliza este ánodo de sacrificio para las corrientes galvánicas porque al ser un aluminio no se deteriora ni por el movimiento, ni la salinidad de la embarcación. Sin embargo, existen unas pinturas especiales para evitar este deterioro, normalmente se utilizan anillos de desgaste en los ejes de cola de cada una de estas embarcaciones.

Los ánodos que en su momento utilizan dos bridas que se cierran y en donde va a funcionar una porta carbones y unos carbones que van aterrizados al casco de aluminio, así mismo se tiene que aterrizar al casco las bombas, compresores, motores, máquinas principales, generadores, equipos electrónicos. Al ser el casco de aluminio y conductor de la electricidad va

a producir una descarga a tierra, a través del eje se forma una cavitación y se descarga por medio de la hélice y simplemente hace la función a la cual están diseñados.

El caso de los buques que son de acero naval hace la misma función que el del aluminio, la única diferencia es que este barco al ser de acero naval utiliza unos ánodos y cátodos de sacrificio que son unos bloques que se coloca externamente en la parte baja (obra viva del barco) que es la parte de la flotación hacia abajo, se colocan este tipo de ánodo de sacrificio que son dimensionados de tal manera a la eslora del barco, es decir a lo largo de la embarcación. Estos ánodos normalmente están diseñados para proteger un rango de una circunferencia de casi un metro, a partir de ese metro se van colocando el resto de ánodos para que hagan esa función, esto es para la corriente galvánica en el interior en estas embarcaciones al igual que las de aluminio se utilizan las bridas de aterrizamiento que hacen esta función como en el ítem anterior

El problema radica en que si no se hace un buen aterrizamiento se tendrá un deterioro de todos estos equipos, los materiales más blandos de esos elementos se van a deteriorar y producen al final del día un daño irreparable con los costos elevados ya que se necesita cambiar.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas.

1.4.2 Objetivos específicos

Investigar los métodos de aterrizamientos que se ejecuten en las embarcaciones.

Determinar los procesos a realizar que cumplan con los tiempos ya establecidos en el plan de mantenimiento.

Diseñar un manual de procedimientos que permita monitorear y arrojar resultados de operación de toda la maquinaria marítima.

1.5 Justificación del Problema

Se va a proponer para las embarcaciones sea esta de madera, aluminio o fibra de vidrio utilizar un sistema mucho más práctico que es el de los anillos de desgaste porque a través del eje se forman unas descargas hacia fuera de todas estas corrientes parásitas y todas estas corrientes de flujo ya que todo tipo de movimiento que existe en el barco produce una corriente que pasa a través de las líneas de agua, ya sea agua dulce, agua de mar, del aire acondicionado o agua caliente para el sistema de calefacción de la embarcación, para los compresores, bombas, chasis de los equipos electrónicos. Por ello se necesita eliminar ese tipo de problemas para poder proponer unos nuevos equipos que vayan a justificar de tal manera de que se pueda implementar en las embarcaciones y que no sufran estos inconvenientes.

1.6 Metodológica de Investigación

Para perfeccionar el presente trabajo de investigación, este estudio se realizó con un enfoque cuantitativo ya que utilizó como herramienta un cuestionario en línea.

Investigación proyectiva

Este tipo de investigación es proyectiva e incluye el desarrollo del análisis, detección y resultados para mejorar la protección a tierra en embarcaciones marítimas enfocando las necesidades reales en un campo específico del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso a la identificación del tipo de falla generada.

La presente investigación pretende elaborar una guía técnica de procedimientos para que los departamentos técnicos en tierra y a bordo puedan hacer uso práctico al momento de realizar mantenimientos preventivos y detección de fallas a tierra.

La investigación proyectiva se enfoca de como optimizar las protecciones a tierra en una embarcación marítima y lograr los objetivos para hacer funcionar correctamente la maquinaria que se encuentra a bordo; también se trata de planificar o preparar una guía correcta cuando se trata de planes de mantenimiento o reparación.

confirman que las proyecciones son adecuadas para todos los estudios destinados a satisfacer necesidades y basados en conocimientos previos de diseño o creación. Así, el término proyección se refiere a elementos en términos de modelos aproximados o teóricos. Los investigadores pueden lograr esto de diferentes maneras, incluyendo procesos, métodos, métodos y sus propias técnicas. (Zurb, 2006)

Este estudio está centrado en satisfacer una necesidad basada en conocimientos previos al diseño. Por lo tanto, la proyección se refiere a términos específicos de modelos teóricos.

Método de investigación

La ciencia surgió de nuestra necesidad de comprender el mundo y sus consecuencias. Al cuantificar la causa y el efecto, las personas aprendieron a controlar sus resultados. (Ugalde Bind & Balbastre Benavent, 2013)

El presente estudio es cuantitativo porque mide las anomalías antes mencionadas en este proyecto, es decir, como operan las embarcaciones; se utilizó como instrumento un formulario para recopilar información necesaria a estas fallas.

Los investigadores no son solo tabuladores, sino que recopilan datos basados en una hipótesis o teoría, presentan y resumen cuidadosamente la información y luego analizan los resultados para sacar conclusiones. (Rusu, 2011) Es por esta razón que se considera de alcance descriptivo ya que debido a que se pretendió analizar cuatro embarcaciones en la ciudad de Guayaquil, se pudo llegar a una resolución.

No se manipularon las variables en el sentido de que se recopiló información de fuentes primarias (recopilación de datos) y fuentes secundarias (por ejemplo, artículos científicos, libros, tesis, entre otros) por lo tanto es no experimental.

La metodología es también de método deductivo, permite determinar las propiedades del hecho particular en estudio, utilizando el origen o las consecuencias de las propiedades o enunciados contenidos en proposiciones pre formuladas o leyes científicas generales, (Abreu, 2014) pues primero se harán las investigaciones respectivas acerca de los fallos más comunes con relación a los sistemas de tierra de las embarcaciones. Se determinarán las mejores prácticas que deben seguirse durante la instalación de los sistemas de tierra en naves marítimas, al mismo tiempo que se propone el uso a bordo de equipos de monitoreo para prevenir las fallas.

Se realizó una indagación, donde participaron diferentes tripulantes y personal técnico de la empresa, con el fin de contestar el cuestionario.

1.7. Hipótesis

El diseño de esta guía técnica permitirá mantener en buen estado los equipos de monitoreo y cableado de puestas a tierra. Su desarrollo aumentará significativamente la prevención de averías o cortes de energía, durante la navegación, con lo que disminuirán las pérdidas operativas por reparaciones de emergencia.

CAPÍTULO 2

MARCOTEÓRICO

2.1 Definición de “Tierra”

Como se acordó en ingeniería electrónica y eléctrica, definimos un punto en el circuito como el punto de referencia. Este punto de referencia se conoce como tierra (o GND) y tiene un voltaje de 0 V. Las medidas de voltaje son medidas relativas. En otras palabras, la medición de voltaje debe compararse con algún otro punto del circuito. (Murrugarra, 2022) Si no, el procedimiento no tiene sentido. Los puntos de referencia de países a menudo están marcados con un símbolo estándar.

Conexión a tierra es exactamente lo que parece. Esta es una tierra que está física y eléctricamente conectada a tierra a través de un material conductor como cobre, aluminio o una aleación de aluminio. Una verdadera conexión a tierra, tal como se define, consiste en una tubería o varilla conductora físicamente incrustada en el suelo a una profundidad mínima de 2,50 m. La Tierra representa un objeto eléctricamente neutro y es virtualmente infinitamente neutral, por lo que es inmune a las oscilaciones eléctricas. Sin embargo, tenga en cuenta que "tierra que no está sujeta a vibraciones eléctricas" es en realidad una generalización. En realidad, el suelo es un tema muy complejo dadas todas las variables y materiales que lo componen. Además, el potencial de la tierra experimenta algunas fluctuaciones de rango aisladas debido a eventos como la caída de rayos. Los postes eléctricos alineados en la ciudad también están conectados a tierra. (Davis, 2019)

El sistema de alimentación eléctrica en tierra tiene excesivas capacitancias distribuidas, por lo que no debe utilizarse el método sin toma de tierra. Según las normas del sector, si la corriente de capacitancia de tierra es superior a 10 A, el sistema de puesta a tierra debe ser de baja resistencia. Sin embargo, debido a que la capacitancia distribuida varía con el número de

buques atracados, debe utilizarse el método de puesta a tierra de baja resistencia, aunque la corriente de capacitancia de tierra sea inferior a 10 A. Para reducir la corriente parásita, es necesario medir la resistencia entre el dispositivo de puesta a tierra y el casco del buque. En caso de resistencia excesiva, es necesaria una conexión independiente entre la toma de tierra y el casco del buque. Para evitar un circuito abierto o un cortocircuito, el dispositivo de puesta a tierra debe estar vigilado en todo momento; de lo contrario, puede producirse un desastre. (Ningzhao , Hongjiang , & Haolan , 2013)

2.2 Símbolos y usos

Los símbolos gráficos de ingeniería eléctrica son abreviaturas que se utilizan para representar gráficamente el comportamiento o las conexiones de los circuitos. Los símbolos gráficos representan la función de los componentes en el circuito y se asignan a listas de piezas, descripciones o instrucciones a través de la designación.

Los siguientes símbolos de tierra son algunos que se pueden encontrar en los diseños:

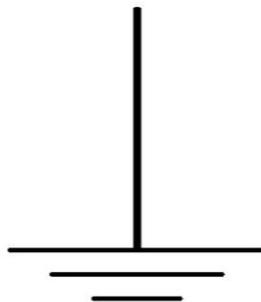


Figura 2. 1 Símbolo general de puesta a tierra

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

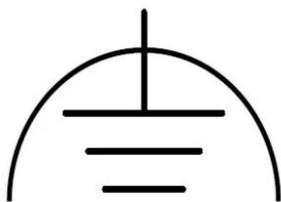


Figura 2. 2 Símbolo Tierra de bajo ruido o puesta a tierra funcional

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

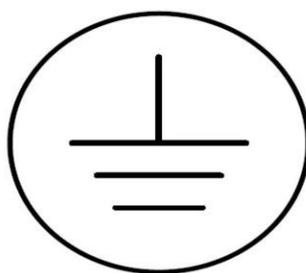


Figura 2. 3 Símbolo Tierra de seguridad o de protección

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

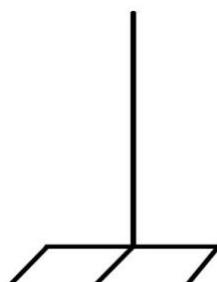


Figura 2. 4 Símbolo Tierra a chasis

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

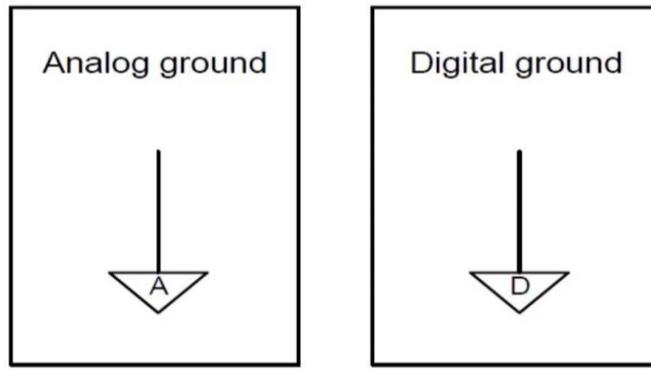


Figura 2. 5 Símbolo Tierra análoga y tierra digital

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

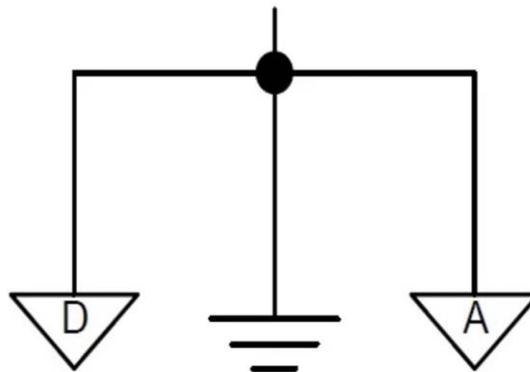


Figura 2. 6 Símbolo Conexión a tierra de un solo punto para conexiones a tierra digitales y analógicas.

Fuente: (Davis, All about circuits, 2019)

Los circuitos digitales generan picos de corriente cuando una señal digital cambia de estado. de manera similar, los cambios en la corriente de carga en los circuitos analógicos producen picos de corriente.

Hay varias técnicas para una puesta a tierra adecuada, pero cuando se ponen a tierra señales mixtas, es importante separar los retornos digitales "fuertes" de los retornos analógicos "suaves" cuando se utiliza cualquier técnica de puesta a tierra. Separando las corrientes de tierra se minimiza o evita la introducción de ruido en el circuito debido a las corrientes de tierra. Tales corrientes aplicadas a la ruta de retorno a tierra, lo que resulta en una variación de voltaje

llamada ruido (recuerde la Ley de Ohm) a medida que cambia la corriente. Existe el término "tierra ruidosa", dicho ruido puede afectar las señales sensibles en los circuitos locales. La conexión a tierra siempre ha sido un gran obstáculo para los ingenieros de diseño, sistemas y pruebas. Una técnica de puesta a tierra que puede ser útil en algunas situaciones, pero no en todas, utiliza lo que se conoce como conexión a tierra en "estrella". (Villa Garcia , 2010) Esta filosofía se basa en la teoría de que todos los voltajes en un circuito están referenciados a un solo punto de tierra.

2.3 Descarga electrostática (ESD)

Conectar a tierra los equipos de prueba también ayudan a prevenir descargas electrostáticas. Las descargas electrostáticas se producen cuando un cuerpo con carga estática toca un dispositivo de prueba. Algunos dispositivos de prueba son muy sensibles y pueden ser muy susceptibles a eventos de electrostática. Se sabe que los circuitos integrados son muy susceptibles a eventos de este tipo. Los tapetes de conexión a tierra (llamados tapetes antiestáticos), las sillas de conexión a tierra y las muñequeras brindan una protección antiestática adecuada al conectar a tierra los circuitos integrados y descargue la electricidad estática de su cuerpo anticipando el contacto con partes sensibles. Además, la mayoría de los ingenieros y técnicos usan un chaleco de seguridad antiestática cuando trabajan con circuitos impresos para brindar protección adicional contra componentes y dispositivos potencialmente dañados. (Davis, 2019)

2.4 Tipo de sistema puesta a tierra

A continuación, se enumeran tres tipos diferentes de sistemas de puesta a tierra que son importantes.

- Sistema sin conexión a tierra
- Método de puesta a tierra por resistencia

- Sistema sólido conectado a tierra

2.4.1 Sistemas sin conexión a tierra

Cuando un sistema de energía está funcionando y no está conectado intencionalmente a tierra, se le llama sistema sin conexión a tierra. Estos sistemas eran comunes en las décadas de los 50 y todavía se usan en la actualidad. El sistema sin conexión a tierra tiene una corriente de fuga insignificante y se la puede utilizar para bajar el nivel de riesgo de descarga eléctrica al personal técnico. En caso de falla, los dos cables deben transportar la cantidad de corriente asignada a los tres cables. El aumento de la corriente y el voltaje aumentan el calor y causan daños no deseados a los sistemas eléctricos. Las corrientes de fuga a tierra son insignificantemente pequeñas, lo que hace que la resolución de problemas sea muy difícil y consuma mucho tiempo. El costo potencial de error en un sistema no aterrizado es muy alto.

2.4.2 Método de puesta a tierra por resistencia

La conexión a tierra resistiva ocurre cuando el sistema de alimentación está conectado entre el cable neutro y la tierra a través de una resistencia. (Serrano, 2008) Aquí se utiliza una resistencia para limitar la corriente de falla a través del conductor neutro. Hay dos métodos para aterrizado a tierra por resistencia:

- Método aterrizado por alta resistencia: Limita la corriente de falla a tierra menor a 10 amperios. El método aterrizado por alta resistencia (HRG) se usa comúnmente en plantas y fábricas donde interviene la operación continua de un proceso en caso de falla.
- Método aterrizado por baja resistencia: Limita la intensidad de aterrizado de 100 a 1 000 amperios. Por otro lado, los sistemas LRG (Low Resistance Grounding) se utilizan en sistemas de media tensión hasta 15 kV, donde se activa un dispositivo de protección tan pronto como ocurre una falla.

2.4.3 Sistema solido conectado a tierra

El método aterrizado por alta resistencia: limita la intensidad de falla a tierra inferior a 10 amperios. Los sistemas aterrizados por alta resistencia (HRG) se usa comúnmente en plantas y fábricas donde interviene la operación continua de un proceso en caso de falla. El método aterrizado por baja resistencia: limita la intensidad de falla a masa desde 100 a 1 000 amperios. Por otro lado, los sistemas LRG (Low Resistance Grounding) se utilizan en sistemas de media tensión hasta 15 kV, donde se activa un dispositivo de protección tan pronto como ocurre una falla. (Rhemman, 2020)

2.5 Sistemas de puesta a tierra con neutro aislado en barcos

Los sistemas de puesta a tierra con neutro aislado en barcos y en instalaciones eléctricas terrestres difieren mucho y los comparamos de la siguiente forma.

Los sistemas de tierra en los barcos a menudo difieren de los equipos terrestres en términos de sus sistemas a tierra. Un sistema de uso común se conoce como sistema "neutro aislado". Como sugiere el nombre, el cable de fase neutra está completamente aislado (y por lo tanto no conectado a tierra) del casco. La conexión a tierra está "conectada" a la conexión neutral generalmente en la subestación local y donde ingresa al edificio.

Cuando ocurre una falla a tierra, el RCD interruptor diferencial disparará rápidamente e interrumpirá la corriente. Es ideal para uso de suelo porque el principal propósito es proteger vidas humanas. Sin embargo, lo más importante es mantener funcionando el equipo esencial a bordo.

Por ejemplo, no sería aceptable en un barco si una falla eléctrica hiciera que el timón dejara de funcionar, ya que esto sería potencialmente peligroso en la navegación. Por lo tanto, cuando se utiliza un sistema eléctrico con neutro aislado, el dispositivo no dispara cuando se produce una falla, como lo haría en tierra. Lo que sucede en cambio es que la luz de

advertencia/alarma en el panel indicador de falla a tierra se enciende, pero los dispositivos en el circuito continúan funcionando.

Si ocurre una segunda falla en el cable de la segunda fase, los dispositivos de apagado de seguridad se activarán y la unidad dejará de funcionar. Por lo tanto, para garantizar la seguridad, es importante reparar un defecto a tierra lo antes posible. La fuga a tierra de los circuitos del equipo también se puede monitorear con un monitor de resistencia de aislamiento, que proporciona lecturas precisas de resistencia de aislamiento. (Amperis, 2007) El dispositivo de monitoreo de fugas a tierra también emite una alarma si la embarcación tiene una falla a tierra. Esto se puede registrar a lo largo del tiempo.

2.6 Instalaciones Terrestres

En los sistemas eléctricos terrestres, como los que se encuentran en hogares y fábricas, el cable neutro (o fase) está conectado a la "tierra".

El cable de tierra es una característica de seguridad que permite la dirección segura de las "corrientes de falla" hacia el suelo y lejos de las personas.

Como la electricidad viaja por el "camino" más fácil, la conexión a tierra lo proporciona.

Si un equipo con una carcasa de metal no tuviera la conexión a tierra adecuada y una falla hiciera que la carcasa se 'activara', entonces la electricidad viajaría a través de una persona que tocara la carcasa.

Esto se debe a que el cuerpo humano conducirá la electricidad (está muy húmedo). La electricidad, por lo tanto, utilizará el cuerpo de la persona como un camino de baja resistencia entre el "cable vivo/o la carcasa" y la tierra (tierra).

Para que quede claro, lo que sucede es que la electricidad en efecto está usando el cuerpo como conductor, similar a un cable.

El escenario anterior no es bueno para el cuerpo humano, y una corriente tan baja como 30 mA (miliamperios) puede causar la muerte.

Es por eso que las instalaciones eléctricas están diseñadas con características de seguridad como conexiones a tierra, unión y RCD interruptor diferencial.

2.7 Sistemas aterrizados en eje de hélice

Los sistemas de aterrizado o vinculación en la hélice están cubiertos por dos estándares ABYC, E-2 Protección catódica y E-11 Sistemas eléctricos de CA y CC, que tienen diferentes propósitos, protección contra la corrosión y prevención de descargas eléctricas/incendios. (LLALCO FLUID TECHNOLOGY, 2020) Los diferentes sistemas, DC negativo, AC tierra y sistema de unión, generalmente se combinan en uno solo de acuerdo con ABYC. Aunque los términos se usan indistintamente, existen diferencias entre los sistemas de aterrizado de hélices y puesta a tierra existen requisitos y propósitos. También hay una superposición considerable para mantener las cosas interesantes. Sin embargo, la mitigación de la corrosión es el término usado en un sistema de acoplamiento entre un motor diésel y el eje de la hélice del barco.

El sistema la generar el movimiento de electrones (corriente eléctrica) crea una equipotencialidad en el metal a lo largo de la línea de producción, lo que resulta en una reacción de corrosión. Se utiliza para garantizar la mejor continuidad eléctrica entre la hélice y la carcasa. Los anillos de protección pueden ser de bronce, cobre/plata, porta-escobillas y carbones de grafito/plata. (SELEC, 2023)

En la Figura 2.7 se puede apreciar un anillo de bronce instalado en el eje de la hélice de una embarcación.

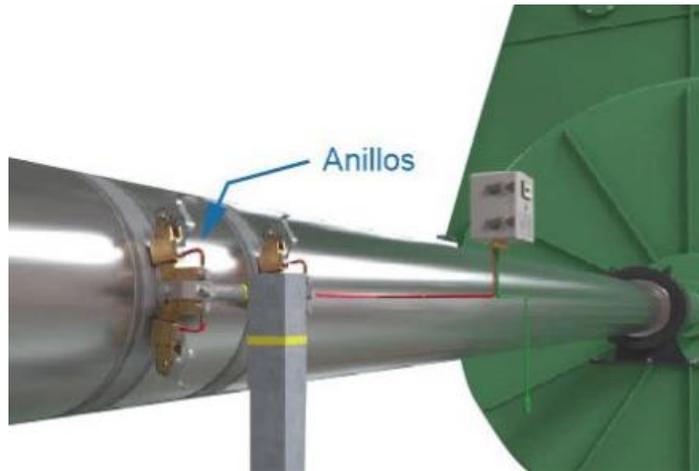


Figura 2.7 Anillos de protección

Fuente: (SELEC, 2023)

La corriente de protección catódica suministrada por el ánodo de liberación debe estar correctamente conectada a tierra desde la línea del mástil hasta el chasis. La puesta a tierra de protección catódica debe estar lo más alejada posible del eje de rotación para dirigir la corriente lo más cerca posible de su fuente. La ubicación ideal es entre el sello trasero y el cojinete trasero más exterior. (SELEC, 2023)

El dispositivo de conexión a tierra del eje está diseñado para manejar solo la corriente que el sistema de transmisión eléctrica atrae hacia el maletero.

La ubicación también está cerca de la caja de cambios, ya que debe estar lo más lejos posible de la línea del eje para conectar a tierra el impresionante sistema actual. El área de superficie del deslizador/escobilla no es lo suficientemente grande para transportar las corrientes combinadas de los sistemas de propulsión e ICCP, lo que crea una situación en la que fluyen corrientes excesivas a lo largo del eje del poste, lo que provoca erosión. cabeceo de la hélice como se muestra en la Figura 2.8.

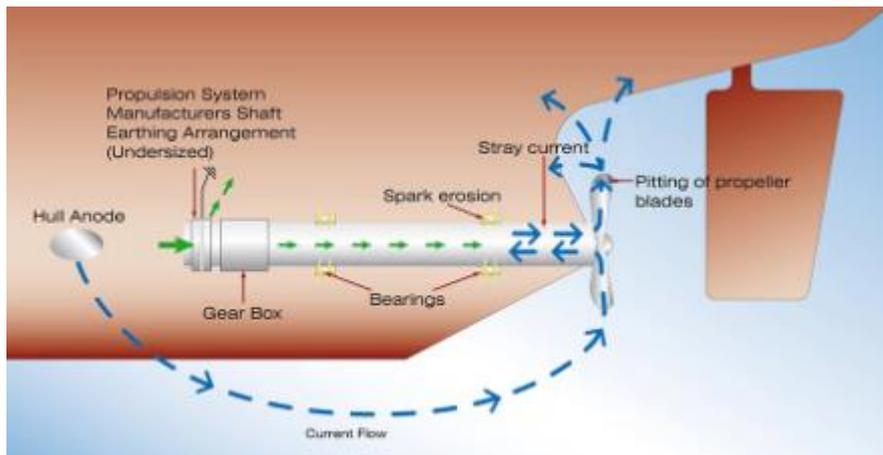


Figura 2. 8 Puesta a tierra del eje de propulsión

Fuente: (SELEC, 2023)

Impresionantes corrientes salen del ánodo y entran en el agua de mar circundante, donde "buscan" el camino de menor resistencia al casco. En estos casos, la hélice es el área más grande de metal "sin recubrir", por lo que la corriente fluirá a través de la hélice ya que tendrá la resistencia más baja. Al llegar a la hélice, la corriente fluye a lo largo de la línea del eje y llega al dispositivo de puesta a tierra, donde se desvía hacia el "suelo" (casco). Un dispositivo de puesta a tierra del eje correctamente instalado permite que la corriente encuentre la ruta de menor resistencia a lo largo de su vida útil sin descargarse en áreas donde pueda causar daños, como se muestra en la Figura 2.9. (SELEC, 2023)

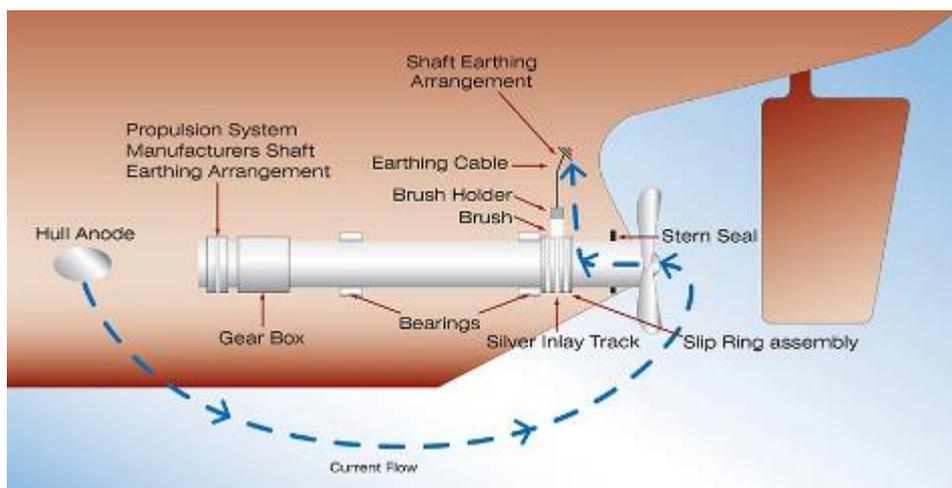


Figura 2. 9 Puesta a tierra dimensionada y ajustada

Fuente: (SELEC, 2023)

2.8 Sistema de aterrizado o vinculación a tierra

En pocas palabras, un sistema de unión es la conexión de componentes metálicos submarinos, como cascos, puntales, mechas de timón y ejes de hélice. En este último caso, el eje normalmente está conectado a la caja reductora (la caja reductora está conectada a la maquina principal, por lo tanto, al sistema de conexión y CC negativa), pero el lubricante de la caja reductora, inhibe el flujo voltaico. inutilizable. arco. Por esta razón, aunque no es obligatorio, muchas hélices y ejes se basan en cepillos de eje para proporcionar una mejor conexión con el sistema de unión. Vale la pena señalar que los ánodos del eje también resuelven este problema sin mucha molestia si la instalación lo permite. (D'Antonio, 2015)

Estas conexiones de metal bajo el agua protegen contra las corrientes vagabundas y la corrosión galvánica. La corrosión por corrientes parásitas se produce en el caso de la corriente continua. La batería tiene "fugas" en el agua, generalmente agua de sentina (a menudo debido a fallas en la bomba de sentina o su cableado). Tratar de encontrar un camino de regreso a la fuente puede ser muy destructivo. Las corrientes vagabundas pueden consumir hélices y ejes en cuestión de días. Se los reconoce como enchapado. Por el contrario, la electricidad se utiliza para eliminar el metal.

El sistema de conexión proporciona una ruta alternativa a la energía que no fluye a través del agua y reduce, si no elimina necesariamente, la destructividad de este tipo de corrosión. El sistema de conexión también mitiga la corrosión galvánica o de metales disímiles que se produce cuando los metales disímiles entran en contacto entre sí directamente, o a través de cables y se sumergen en un electrolito (agua de mar en estos casos) para crear una celda galvánica o una batería. Nuevamente, similar a la galvanoplastia inversa, aunque a un ritmo helado. Si la corrosión por corrientes vagabundas es el conejo, la corrosión galvánica es la tortuga, y lleva meses y años hacer el trabajo sucio. (D'Antonio, 2015)

En la siguiente Figura 2.10 la corrosión por corrientes vagabundas puede consumir metales submarinos como la hélice que se muestra aquí en solo unos pocos días. Si bien no son absolutos, los sistemas de unión brindan cierta medida de protección.



Figura 2. 10 Hélice sin protección de unión

Fuente: (D'Antonio, 2015)

Si la unión de metales diferentes se corroe, por qué sería una ventaja usar un sistema adhesivo para unirlos. Hay una pieza aún más importante en el rompecabezas de los sistemas de interconexión. Un ánodo bien conocido, pero a menudo incomprendido. Una vez que el ánodo se conecta al sistema de enlace, se convierte en el metal base de la cadena eléctrica y, por lo tanto, se sacrifica. Entonces, dependiendo de si el casco está en agua salada, agua salobre o agua dulce, el ánodo, que puede estar hecho de zinc, aluminio o magnesio, generalmente tiene un prefijo de "sacrificio". como un "cátodo".

Este es un enfoque a menudo llamado "vincular y proteger". Una vez agotado, el siguiente metal precioso más bajo comenzará a corroerse. Sin embargo, la corrosión del metal puede ocurrir si se deja el ánodo. Esto es común en los motores de popa, por ejemplo. Cuando el ánodo se agota hasta el punto en que el aluminio ya no puede mantenerse a un voltaje más negativo que su potencial de corrosión libre, el aluminio comenzará a corroerse a pesar de la

presencia del ánodo. En general, los ánodos deben reemplazarse cuando están agotados en más del 50 %. (D´Antonio, 2015)

2.9 Ánodos de sacrificio en los barcos.

Las partes sumergidas de los barcos, como hélices, ejes, palas de timón, y quillas están protegidas contra la corrosión galvánica por electrodos de sacrificio (ánodo de zinc). La corrosión galvánica, técnicamente conocida como electrólisis, es la destrucción de metales, que ocurre como resultado de la formación de una corriente eléctrica entre metales en agua a diferentes potenciales. El metal con el potencial más bajo (el ánodo) se desintegra en vez del electrodo de sacrificio con el potencial más alto (llamado parte metálica) cátodo. El tipo de agua en la que está asegurada atracada la embarcación afecta a la acción del electrodo de sacrificio (ánodo de zinc). (Nautic Advisor, 2023)

2.10 Tipos de electrodos de sacrificio

2.10.1 Agua salada: Electrodo de sacrificio de zinc

El aluminio y el zinc son usados comúnmente para trabajar en contacto con el mar a baja resistividad. Las conexiones principales incluyen a las estructuras de las embarcaciones, circuito de enfriamiento, plataformas marítimas, maquinas principales de barcos enfriados por agua de mar, hélices y timones de barcos pequeños. Las superficies internas de tanques de combustible. El ánodo de zinc es un buen material para contrarrestar la corriente galvánica, pero su tendencia es volverse menos negativo, lo que lo hace inadecuado para su uso a altas temperaturas. En este caso, la corriente dejará de fluir y el ánodo no funcionará. (Nautic Advisor, 2023)

2.10.2 Agua dulce: Electrodo de sacrificio de magnesio

Los electrodos de sacrificio de magnesio entre sus propiedades tienen un diferencial más negativo a diferencia de otros electrodos naturales, lo que lo hace ideal para lugares donde el electrolito (suelo o agua) tiene una resistividad alta. (Chavarría Meza, 2023) Comúnmente utilizado en embarcaciones de agua potable y sistemas de agua caliente. En diferentes situaciones, el diferencial negativo del magnesio suele ser no beneficioso. Cuando el diferencial del electrodo es protegido este se convierte en potencial negativo, lo que resulta a emigrar iones de hidrógeno hacia la superficie del electrodo cátodo, lo que logra perder una ductilidad del metal o aleación del hidrógeno o la delaminación de su recubrimiento. Se pueden usar ánodos de zinc si están disponibles.

2.10.3 Agua salada: Electrodo de sacrificio de aluminio

El electrodo de aluminio tiene varios beneficios: Es un metal más ligero que el zinc y tiene una alta ventaja en su proceso electroquímico que no es tan seguro como el zinc y debe ser manipulado con mucho cuidado. Una desventaja del aluminio es que la reacción de la termita puede producir grandes chispas cuando golpea una superficie oxidada. Es una cuestión de naturaleza. Su uso a bordo en tanques de combustible no está permitido porque genera gases explosivos, por lo tanto, es muy peligroso y riesgoso que el electrodo pueda caerse y hacer un contacto de chispa con el casco. (Nautic Advisor, 2023)

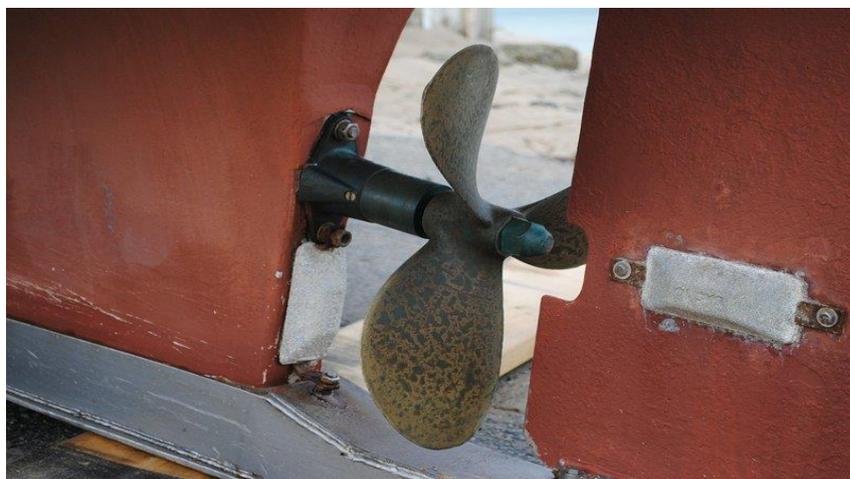


Figura 2.11 Muestra instalación de ánodo de sacrificio de zinc

Fuente: (Nautic Advisor, 2023)

2.11 Erosión por chispas puede dañar el motor de propulsión principal de un barco

Se utilizan varios sistemas de automatización a bordo para garantizar un funcionamiento fluido y eficiente de la maquinaria. Sin embargo, la máquina aún se descompone, principalmente debido a la falta de conocimiento de la tripulación sobre ese sistema en particular. Por esta razón, es muy importante dar un correcto mantenimiento para disminuir los daños a la máquina principal.

Técnicamente, cuando dos metales diferentes que transportan corrientes entran en contacto, se genera una chispa en el punto de contacto, lo que hace que pequeñas piezas de metal se erosionen y creen cavidades. (Fullmecanica, 2014)

En una embarcación, se utilizan diferentes metales para construir la hélice, el casco, la bancada, el cigüeñal, el cojinete, etc. La corriente del sistema de protección catódica generalmente está presente en estas partes, lo que eventualmente crea la situación perfecta para la erosión por chispa.

Incluso el casco de un barco hecho de acero que se sumerge en agua de mar fluye una pequeña corriente galvánica a través del área anódica que conduce a la corrosión y la erosión.

Para limitar los efectos de la corrosión galvánica, se utiliza un sistema de protección catódica de corriente aplicada, especialmente en la parte trasera de la embarcación donde se encuentra la hélice. Conectar a tierra el eje de la hélice genera un circuito continuo y evita el mal funcionamiento de la hélice. Cuando la hélice está estacionaria, el eje de la hélice y los cojinetes están en contacto. Asimismo, los cojinetes principales y los muñones del motor están en contacto para mantener la continuidad del circuito.

Cuando el barco navega, el eje está parcialmente aislado eléctricamente por la rotación de la hélice y la película de aceite lubricante. También puede ocurrir en olas de popa si tiene cojinetes no metálicos que actúan como aisladores.



Figura 2. 12 Conexión eléctrica de equipo de monitoreo

Fuente: (Insight, 2021)

Se recomienda utilizar dos dispositivos de aterrizado a tierra en el eje de la máquina principal. Uno es para tierra y el otro está conectado a un voltímetro para medir la diferencia de potencial entre el eje y el casco. Si la diferencia de potencial del es inferior a 50 mV, el efecto de la erosión por chispa es mínimo.

La hélice de popa es una gran área de metal expuesto que atrae una corriente catódica protectora que forma un arco a medida que se descarga de la película lubricante. Esto conduce a la erosión por chispa de los cojinetes, que puede empeorar si el aceite lubricante se contamina

con agua de mar. La exposición prolongada a estos efectos puede sobrecalentar los cojinetes principales del motor. También puede producirse la formación de neblina de aceite, la parada de emergencia del motor o, en casos extremos, la explosión del cárter. (Insight, 2021)

2.12 Razones de la erosión por chispas

Algunas de las razones principales que conducen a problemas relacionados con la erosión por chispas en los recipientes son una conexión a tierra del eje deficiente o colocada incorrectamente:

- La configuración actual del sistema de protección catódica es incorrecta.
- El revestimiento del casco es más alto de lo necesario, aumentando la corrosión galvánica del eje.
- Los anillos deslizantes y las escobillas del engranaje de puesta a tierra están desgastados. Contacto entre eje y dispositivo de puesta a tierra no limpio.

2.13 Protección contra el rayo y puesta a tierra de embarcaciones

Un rayo es una descarga eléctrica en la atmósfera provocada por una diferencia de potencial dentro de una nube de tormenta o entre la nube y el suelo. Los rayos se consideran uno de los fenómenos naturales más peligrosos y pueden provocar explosiones, incendios y descargas eléctricas en las personas cuando se manifiestan en forma de penetración directa o inducción eléctrica en los objetos.

La ubicación del ataque es impredecible. Debido a que las corrientes de los rayos siempre siguen el camino más corto a tierra con la menor resistencia, los objetos que las corrientes de los rayos pueden alcanzar son estructuras muy altas y sus elementos que son altamente conductores y están conectados a tierra. Los efectos secundarios de los rayos son la capacidad de los campos electromagnéticos para crear un potencial significativo en circuitos

abiertos y estructuras metálicas (cables eléctricos, tuberías, entre otros), causando fallas en el funcionamiento de los sistemas internos y/o dañando varios tipos de equipos eléctricos. o causar daño. El paquete de protección contra rayos está organizado para evitar secuencias de rayos no deseadas.

La protección de los objetos contra los efectos directos de las descargas de rayos se proporciona mediante el uso de pararrayos, dispositivos que absorben los rayos y desvían la corriente a tierra a través de un camino seguro para el objeto protegido. Un pararrayos generalmente consta de un conductor desplegable y un electrodo de tierra. Dependiendo del diseño de la varilla conectada por aire, se hace una distinción entre varillas conectadas por aire de varilla, catenaria y malla.

Para proteger contra los efectos secundarios de los rayos en forma de pulsos electromagnéticos y las sobretensiones que producen, se utilizan fusibles y supresores de sobretensiones (SPD) en los circuitos de CC y CA para proteger la electrónica, los sensores y los dispositivos de comunicación inalámbrica. También se recomienda conectar cables y tuberías tendidos en paralelo con puentes metálicos y cables de tierra y cubiertas de tuberías. La eficacia de las medidas de protección contra rayos a bordo depende que en su construcción se haya instalado un buen sistema de aterrizado para que pueda drenar fácilmente esta corriente a tierra.

2.14 Peculiaridades del aterrizado y protección contra rayos en embarcaciones marinas

Como ya se mencionó, es más probable que los rayos golpeen objetos en elevaciones altas donde la intensidad del campo eléctrico aumenta considerablemente. Esto significa que es más probable que un rayo golpee el mástil cuando se trata de barcos submarinos. Otras estructuras sobresalientes en el barco, teniendo en cuenta la pendiente. El travesaño es donde está la zona de riesgo. Una característica especial que debe tenerse en cuenta al implementar la

protección contra rayos en una embarcación marina es que está rodeada de agua por todos lados y no hay edificios altos cerca.

La tarea es interrumpir la corriente del rayo y desviarla de forma segura al objeto protegido bajo el agua. Si no lo hace, es más probable que cause una variedad de daños a su barco, desde cables chispeantes hasta perturbar la integridad de su parte inferior. Durante una tormenta en mar abierto, es casi imposible evitar que un rayo caiga sobre tu barco. Un sistema de protección contra rayos correctamente organizado puede ayudar, si no eliminarlo por completo, pero puede reducir en gran medida el daño potencial a un barco y su equipo por un rayo directo.

En la práctica, sin embargo, la mayor parte de los daños a los barcos durante las tormentas se deben a sobretensiones eléctricas en elementos metálicos como resultado de la caída de rayos en aguas cercanas. Bajo la influencia del pulso electromagnético que se produce en este caso, la probabilidad de falla del equipo electrónico, electrocución de una persona y daños estructurales en el barco es mucho menor. La implementación de medidas de protección contra los efectos secundarios de la descarga del rayo permite que el barco esté completamente protegido contra el rayo.

Reglas para la protección contra rayos y puesta a tierra de embarcaciones marinas. Si hay contacto metálico positivo entre el mástil y el casco metálico, no es necesario instalar pararrayos adicionales. En este caso, la estructura vertical del buque: mástiles metálicos, elementos estructurales, entre otros. Pueden actuar como pararrayos según el Reglamento del Registro Fluvial de Rusia (modificado el 29 de junio de 2015), sólo se deben usar pararrayos adicionales si el miembro estructural en sí no proporciona protección contra rayos. En barcos con cascos no metálicos, la protección contra rayos se proporciona montando un pararrayos separado en el mástil conectado a tierra a través del casco. De hecho, los pararrayos de los barcos no son diferentes de los terrestres y consisten en pararrayos, pararrayos y tierras. Se

considera que un barco está protegido contra rayos directos si la zona de protección proporcionada por el pararrayos cubre todas las áreas abiertas del barco.

La probabilidad de impacto de un rayo sobre los elementos estructurales del buque dentro de la zona protegida es prácticamente nula. La zona de protección del pararrayos debe cubrir siempre la ubicación de mezclas explosivas, la colocación de mercancías, materiales, equipos explosivos y combustibles.

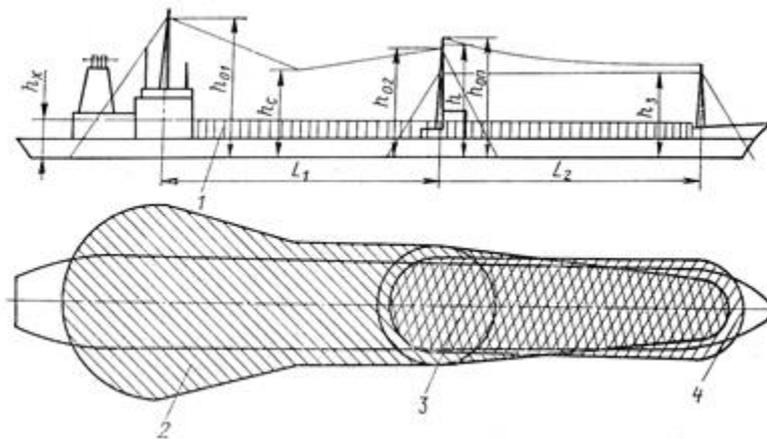


Figura 2. 13 Áreas que protegen de un rayo a la embarcación

Fuente: (Protected & Grounded, 2009)

“HX” es la altura del área protegida; h_{01} - altura de diseño del palo mayor; h_C - altura de la zona de protección en el medio entre los mástiles; h_{02} - altura de diseño de la media asta de carga; h - distancia (altura) hasta el punto donde el cable de catenaria está más flojo; salto - altura de los soportes; h_3 - altura del trinquete; L_1 , L_2 - la distancia entre los mástiles.

Se permite que carezcan de protección contra rayos los buques sin propulsión propia, destinados a transportar cargas minerales y operados sin tripulación. La antena del barco está instalada debajo del pararrayos. Prohibido su uso como pararrayos.

La conexión de los elementos del sistema de protección contra rayos de la nave se realiza mediante soldadura o abrazaderas de tornillo, proporcionando el área de contacto requerida de al menos 1 000 mm² y ubicados en lugares con la menor influencia mecánica disponible para inspección. casco y pararrayos. El valor requerido de la resistencia transitoria entre el aterrizado de protección contra relámpagos es obligatorio para todas las estructuras de acero aisladas, blindaje de redes eléctricas y líneas de comunicación, tuberías y nodos que ingresan a áreas peligrosas. Se requiere protección contra la corrosión de los elementos de protección contra rayos en los barcos y sus conexiones.

Es casi imposible descartar la posibilidad de que tu barco sea alcanzado por un rayo en el mar. Si los elementos estructurales del buque no brindan protección contra rayos, se deben instalar pararrayos en cada mástil y todos los objetos que pueden ser alcanzados por los rayos deben ser puestos a tierra a la fuerza. No solo es un gran peligro el impacto directo, sino también el efecto de los impulsos electromagnéticos en los contornos de los barcos que transportan carga inflamable y explosiva. En este caso, el fuego se iniciará debido al calentamiento y posibles chispas del contorno sin conexión a tierra. Incluso cuando la caída de un rayo puede tener consecuencias graves, una protección bien pensada y de alta calidad contra sus efectos primarios y secundarios hace que todos los viajes de larga distancia sean seguros.

Todos los tanques destinados al almacenamiento y transporte de materiales combustibles están sujetos a obligaciones de puesta a tierra. Los dispositivos para recibir y descargar líquidos combustibles, es decir, mangueras y tuberías, están conectados a estos autobuses especiales, transportados juntos y conectados de forma segura entre sí y al casco. Ubicados en un área abierta, los oleoductos y los oleoductos que pasan por detonadores se conectan a tierra al casco cada 10 m a lo largo de su longitud. La puesta a tierra de tuberías en plantas superiores se realiza cada 30 m debido a la posibilidad de acumulación de gases explosivos. (Protected & Grounded, 2009)

2.15 Equipos de medición

Las fallas a tierra se consideran muy importantes en los barcos. Algunas embarcaciones que funcionan con 0 V no tienen un solo dispositivo de disparo por falla a tierra conectado. Sin embargo, para voltajes de trabajo superiores a 3 000 V, es esencial un sistema de protección para aislar en caso de fuga a tierra en el motor principal.

La gravedad ante un evento de falla a tierra depende de la parte del sistema eléctrico a la que afecte. Los barcos convencionales que operan en 3 fases, 440 V, tienen indicadores de falla a tierra instalados en las tres fases. Cualquier falla a tierra en un sistema de 440 V se considera un problema grave y se requiere una acción inmediata para identificar el circuito defectuoso. Cualquier falla a tierra en 220 V o cualquier circuito de iluminación de bajo voltaje puede considerarse importante pero no necesita atención inmediata. Sin embargo, se debe prestar atención en la próxima oportunidad.

2.15.1 Falla del circuito de tierra usando lámparas.

Los neutros del devanado primario conectados en estrella de los tres transformadores se separaron de la tierra. Por lo tanto, la tensión en el lado primario del transformador es la misma independientemente de que haya una falla a tierra en el sistema eléctrico de la embarcación. Por lo tanto, las tres luces indicadoras de cada transformador conectado al secundario se iluminarán con la misma intensidad. (Naveen Kumar, 2020)

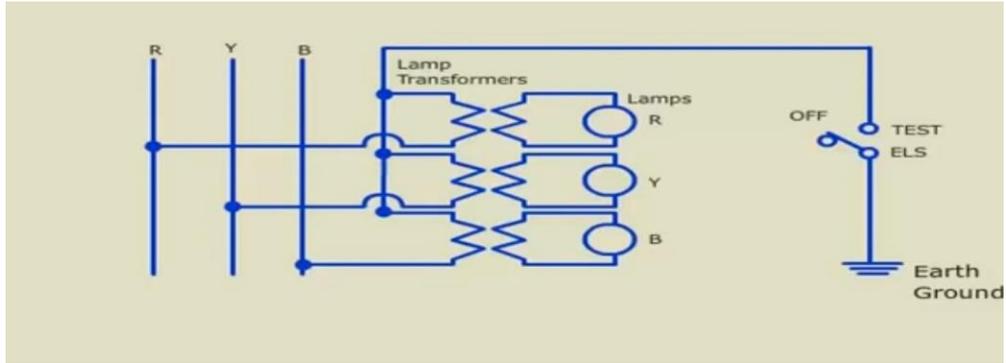


Figura 2. 14 Interruptor de la lámpara de tierra está en la posición de apagado

Fuente: (Naveen Kumar, 2020)

El cable neutro del devanado primario conectado en estrella del transformador de la lámpara conectado a tierra. Suponiendo que hay una falla a tierra en la fase R, la lámpara R será menos brillante que las otras dos lámparas B e Y.

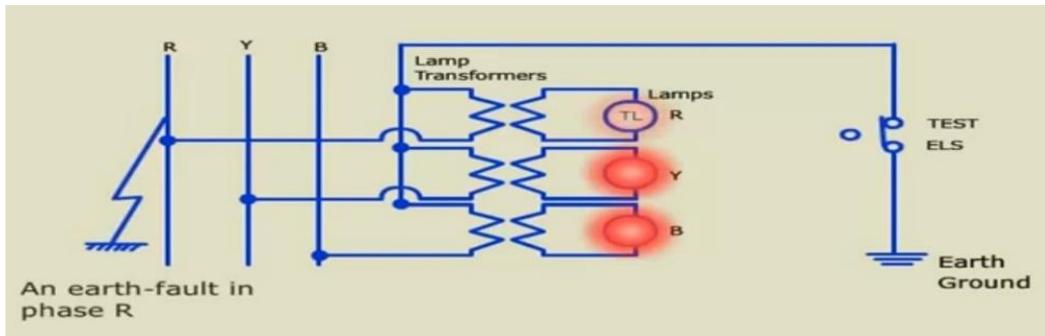


Figura 2. 15 Lámpara R se apaga totalmente si no hay falla a tierra, todas las lámparas continuarían con el mismo brillo

Fuente: (Naveen Kumar, 2020)



Figura 2. 16 Muestra Monitor de aislamiento y test de lámparas fugas a tierra

Fuente: (Naveen Kumar, 2020)

CAPÍTULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GUÍA TÉCNICA PARA OPTIMIZAR LA PROTECCIÓN A TIERRA

3.1 Lineamientos técnicos para la optimización de la protección a tierra

En este capítulo se realiza una verificación detallada del sistema de puesta a tierra con medidas relativas, también se verifica el estado de las instalaciones eléctricas de acuerdo con el tiempo de servicio de la embarcación y se identifican compartimentos como pañoles, cuarto de bombas hidrófobas donde el ambiente es húmedo y salino, maquinaria eléctrica que está expuesta a contaminación galvánica, bajo aislamiento y fugas a tierra.



Figura 3. 1 Monitor de aislamiento operando normalmente

Fuente: Autor



Figura 3. 2 Prueba de línea aterrizada en tablero eléctrico del ancla

Fuente: Autor

3.1.1 Consideraciones de diseño

El propósito general del sistema de puesta a tierra es proteger la vida y la propiedad en caso de fallas de 50/60 Hz (cortocircuito) y fenómenos transitorios (rayos, maniobras). La cuestión de cómo se debe poner a tierra un sistema que se rige por el reglamento.

La elección de la puesta a tierra en un punto de cada sistema que está diseñada para evitar el paso de corriente a través de la tierra en condiciones normales y, por lo tanto, evitar los riesgos de electrólisis e interferencia con los circuitos de comunicación que lo acompañan.

La conexión a tierra puede no brindar protección contra fallas que no son esencialmente fallas a tierra (es decir, cuando se rompe un conductor de fase en una línea aérea).

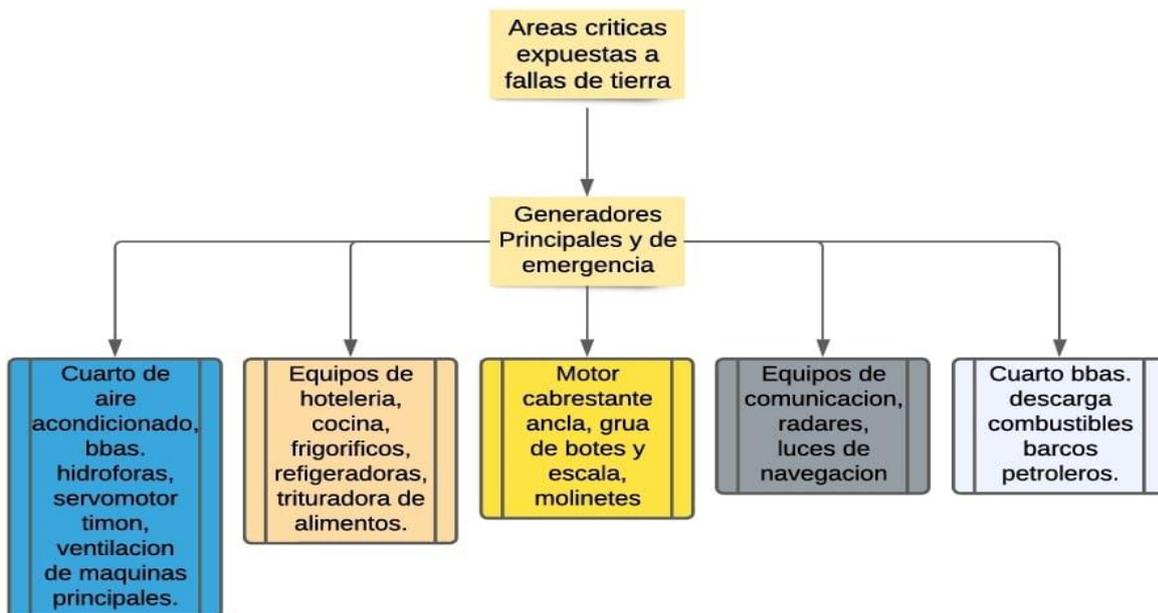


Figura 3.3 Diagrama de bloques proceso para la identificación de áreas críticas de fallas a tierra

Fuente: Autor

En cada embarcación marítima ya sea por las variedades que existen o el tipo de nave, se deben realizar inspecciones periódicas de las condiciones en instalaciones eléctricas puesta a tierra. Puede ser intencional, o descuido de la tripulación no llevar una guía o manual de procedimiento para verificar la puesta a tierra de cada equipo funcionando a bordo.

(Tecnológica, 2019) El mantenimiento o reparación no intencional, puede conllevar a un accidente marino como un naufragio.



Figura 3. 4 Diagrama de bloques guía de protección a tierra
Fuente: Autor

Los accidentes de embarcaciones marítimas son causados principalmente por errores humanos, a veces formas incompletas de reparaciones o desconocimiento de la forma correcta para proteger un equipo eléctrico y muchas veces se pasan por alto los procedimientos de navegación, donde podemos enumerar las causas más comunes de accidentes en embarcaciones.

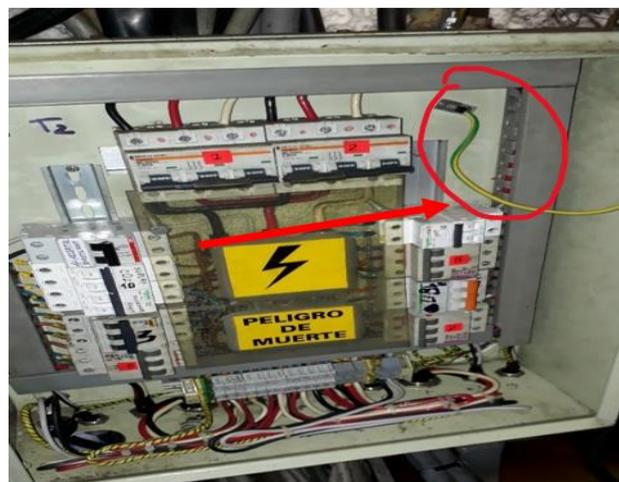


Figura 3. 5 Tablero eléctrico con una puesta a tierra de forma incorrecta
Fuente: Autor

Entre las zonas críticas y sensibles a las fugas a tierra se encuentra el sistema de cabrestante, que se encarga de subir y bajar el ancla. Debido a su ubicación en la proa, está

expuesto al ambiente salino y a la lluvia por estar al aire libre. Este motor eléctrico está completamente cerrado, pero aun así no está libre de cortocircuitos debido a la degradación del aislamiento y la contaminación por sal. Este tipo de fallo de motor pone a la embarcación en una situación de riesgo y peligro debido a un accidente de navegación, por lo que la siguiente guía técnica le indicará las medidas adecuadas para garantizar una buena protección a tierra.

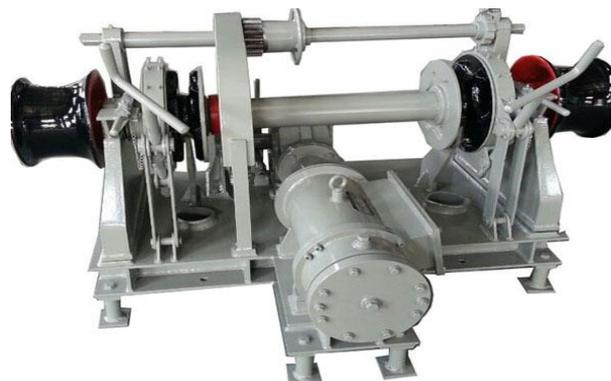


Figura 3. 6 Sistema cabrestante para izado y bajada del ancla con su respectivo motor eléctrico
Fuente: (Aicrane, 2023)

Una de las áreas clave son las instalaciones eléctricas de la cocina. Este departamento es muy importante a bordo ya que se encarga del catering diario 24 /7. Se trata de dispositivos que gozan de un nivel de protección muy especial. La funcionalidad de las compuertas en estos dispositivos es muy buena, ya que toda la estructura es de acero inoxidable y una persona entra en contacto directo con este metal al intervenir en el proceso de preparación de alimentos, siendo fundamental una correcta puesta a tierra de los sistemas del casco para evitar graves accidentes. La siguiente figura muestra la conexión a tierra para equipos eléctricos con una construcción metálica fabricada 100 % en acero inoxidable.



Figura 3.7 Equipos eléctricos construcción metálica con su respectiva conexión a tierra

Fuente: Autor

El mecanismo de gobierno integrado con el sistema de timón define el "mecanismo de rotación" completo que es obligatorio para todas las embarcaciones independientemente de su tamaño, tipo y operación. El mecanismo de dirección es una parte importante de la maquinaria marina. Años desde la aparición de los barcos manuales a medida que se hacen más grandes y rápidos, el moderno sistema reduce el esfuerzo humano.

La siguiente Figura 3.8 muestra el sistema de gobierno en su control electrónico una puesta a tierra para no fallar en su transmisión de señales que vienen desde el puente de gobierno hacia las electroválvulas de mando estribor y babor.



Figura 3. 8 Transmisor electrónico del timón del barco
Fuente: Autor

3.1.2 Equipos de comunicación y navegación

Los equipos de radio comunicación están con un amplio conjunto de instrumentos y dispositivos de navegación y comunicaciones. Este equipo permite una navegación y control precisos del buque y comunicaciones a nivel mundial en voz, datos.

El equipo de navegación de una embarcación consta de una serie de dispositivos que determinan la posición, la velocidad y el rumbo de la nave, y garantizan la seguridad al navegar en aguas poco profundas y al encontrarse con otras embarcaciones. Algunos de ellos han sido utilizados durante mucho tiempo por los marineros, mientras que otros representan una nueva tecnología.

Todos los equipos puente deben inspeccionarse y probarse periódicamente con sus respectivas conexiones a tierra. La lista del equipo de navegación mínimo requerido a bordo varía según el tonelaje del buque, el destino y el año de construcción. Esto se define en el Capítulo V de SOLAS *Safety Of Life At Sea*, Regla 19. Una descripción general del equipo náutico utilizado en los barcos mercantes de hoy.



Figura 3. 9 Equipos de radio comunicación y navegación

Fuente: Autor

3.2 Descripción de la guía técnica

El siguiente plan de implementación, también conocido como plan estratégico, describe los pasos que su equipo de trabajo debe seguir para lograr una meta u objetivos comunes. El propósito del plan estratégico es mostrar que la dirección sea clara y el proyecto de la entidad, en este caso entidad naviera, se encuentre bajo control. (Perú, 2020) El plan proporciona información sobre estrategias, procesos y acciones a seguir y cubre todas las partes del proyecto, desde el alcance hasta el presupuesto. Esta guía analiza todas las fallas a tierra que existen en los barcos, su implementación y los pasos a seguir para crear la siguiente guía.

Esta guía técnica explica el plan de implementación y cómo crear uno para ayudar a sus colaboradores a manejar un proceso correcto para analizar las fallas a tierra en una embarcación.

3.2.1 Funcionamiento de los diferentes equipos de monitoreo

La Figura 3.10 muestra un diagrama de bloques donde se indica el funcionamiento de cada equipo de monitoreo, su funcionamiento y resultados de la medición falla a tierra. Los elementos descritos aquí son un punto de partida para que se produzcan los procedimientos correctos en los manuales, y la forma de estandarizar la protección a tierra de los sistemas eléctricos y electrónicos para buques de navegación marítima.

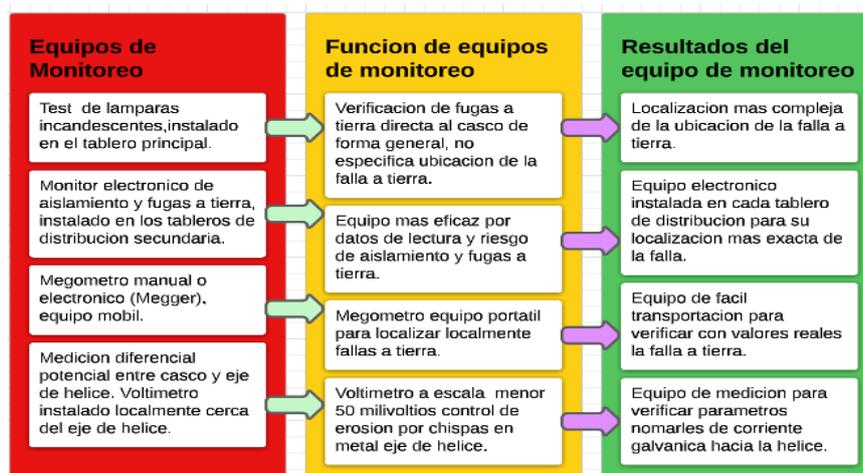


Figura 3. 10 Diagrama de bloques funcionamiento de los equipos de monitoreo puesta a tierra

Fuente: Autor

3.3 Diferentes tipos de equipos para detectar fugas a tierra y bajo aislamiento

En las instalaciones eléctricas, parte de la corriente fluye a tierra a través de conductores de tierra de protección. Esto se conoce comúnmente como corriente de fuga. Por lo general, la fuga de corriente se aísla alrededor del conductor, se filtra y es un filtro de protección de electrones. En un circuito protegido por el interruptor de corriente debido al error global (GFCI), la fuga puede ser innecesaria y puede causar una planificación no continua. En casos extremos, pueden ocurrir picos de voltaje en partes conductoras accesibles. (Fluke, 2022)

En la Figura 3.11 se observan los diferentes que equipos que se utilizan para realizar las mediciones de fuga de tierra, así como también el bajo aislamiento.



Figura 3. 11 Equipos para el monitoreo de fugas a tierra

Fuente: Autor

3.3.1 Test fugas a tierra mediante lámparas incandescentes

Una señal de falla eléctrica a tierra es un problema serio que requiere atención inmediata. Encuentre la falla a tierra o elimine su causa. La mayoría de los barcos suministran 440 V, 220 V, 110 V o menos, y el sistema de distribución de energía de un barco conectado a tierra es equivalente a un solo cortocircuito a tierra que actúa a través del generador a través del

casco, por lo que pueden ocurrir fallas de aislamiento de bajo nivel. En todos los barcos, los monitores o indicadores de falla a tierra son principalmente de 440 V y 220 V. Los monitores de falla a tierra pueden mostrar 3 juegos de luces indicadoras, Instalado en el panel de control de la sala de máquinas de un barco, este monitor permite a todos los ingenieros verificar fácilmente el estado de fugas a tierra, como se muestra en la Figura 3.12 el test de lámparas indicadoras.



Figura 3. 12 Test de lámparas indicadoras fugas a tierra instalada en el tablero principal
Fuente: Autor

La desventaja de este sistema que no es muy sensible para indicar la presencia de alta resistencia y fallas por impedancia, la siguiente Figura 3.13 muestra el diagrama típico.

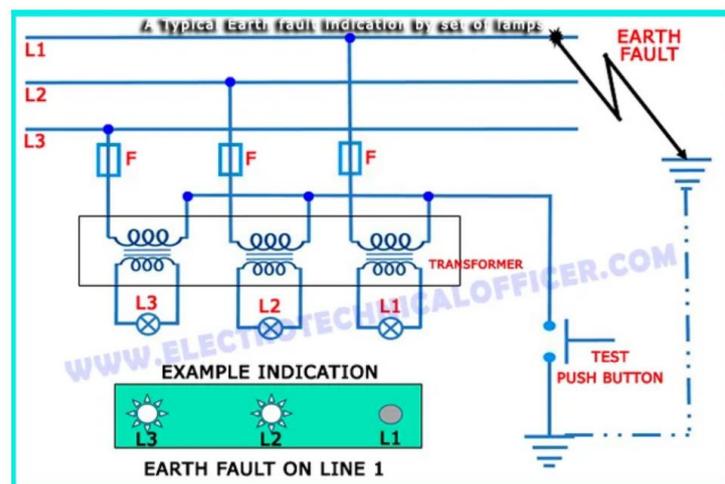


Figura 3. 13 Diagrama eléctrico típico para indicador de fugas a tierra

Fuente: (Manikandan, 2016)

3.3.2 Monitor electrónico para fallas a tierra y aislamiento

El siguiente equipo monitoriza la resistencia de aislamiento entre la red conectada y un cable de tierra/seguridad. Usando un principio de medición único, mide la resistencia de aislamiento en redes de CA y CC.

Existen megómetros que se utilizan en los tableros principales, la función principal del equipo es monitorear las barras que se encuentran conectadas en todos los circuitos de alto voltaje en especial cuando son de 440 o de 220 V. Este equipo al estar conectado en todo el circuito del barraje en todas las tres fases normalmente cuando tiene una fuga a tierra va a indicar y va a mandar una señal de alarma, esta señal no indica que el equipo se ha ido a tierra, por lo general siempre puede ser un motor, transformador o la resistencia de la cocina; esto es muy perjudicial para el funcionamiento del generador ya que aumenta el amperaje y puede producir un black-out.

Normalmente estos equipos vienen con un relay incorporado, se coloca esta señal para que el panel de alarmas generales indique si se presenta algún inconveniente y poder resolverlo a la brevedad posible, esta es la función principal de este equipo y constantemente está monitoreando las barras indicándome cómo va el aislamiento para un próximo chequeo o un mantenimiento preventivo.

Este dispositivo es especialmente adecuado para la monitorización de gama alta de redes AC/DC caracterizadas por una alta capacidad de fuga. Figura 3.14 muestra la versión de baja frecuencia (LF) de se puede utilizar en sistemas de accionamiento con variaciones de frecuencia de 5 a 20 Hz sistema monitoreado. Para eliminar los efectos capacitivos de las redes monitoreadas y los componentes de CA/CC, el equipo realiza un ciclo de medición automático para compensarlos.



Figura 3. 14 Instrumento de monitoreo por bajo aislamiento y fugas a tierra

Fuente: (DEIF, 2023)

Entre los modos seleccionables esta la capacidad para medir grandes capacitancias da como resultado ciclos de medición más largos debido a la carga y descarga de la capacitancia de fuga del sistema. Para garantizar una respuesta rápida al detectar fallas, el equipo está diseñado con tres modos seleccionables para un rendimiento óptimo. Según la capacitancia y el nivel de CC, el tiempo de respuesta varía de 10 a 7 000 segundos (2 horas). Modo rápido (tipo IMD: CA) tiempo de respuesta rápido. Se utiliza para solucionar problemas cuando es necesario conectar/desconectar varios grupos. Las mediciones no se compensan por capacitancia o nivel de CC. Modo de prueba se utiliza para la autoverificación y los ajustes del punto de ajuste de las funciones de advertencia/relé. Cuando se selecciona un modo, el relé se activa y el medidor muestra el valor real del punto de ajuste. Use la perilla en la parte posterior de la caja para establecer el punto de referencia en el valor deseado y seleccione el modo de monitoreo para medir (DEIF, 2023).

Diagrama típico de conexión del monitor electrónico y ajuste de sensibilidad y precisión al tomar lectura de las barras principales en la distribución. Figura 3.15 parte posterior indica

parámetros de ajuste y conexión eléctrica mediante transformador de corriente TC, ubicado en la red de salida.

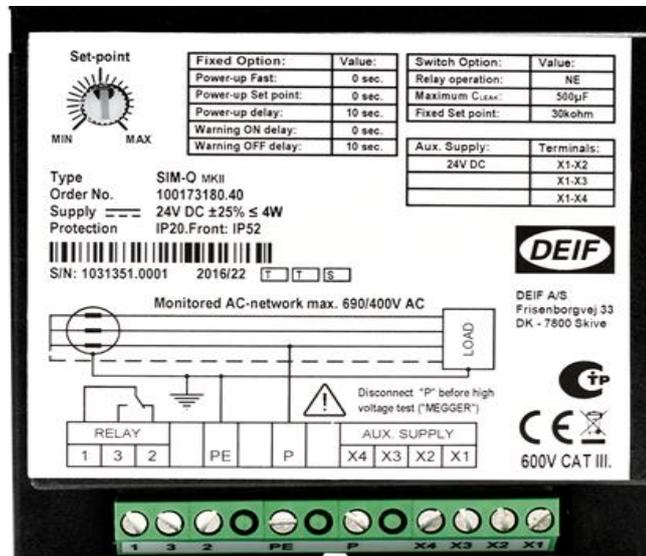


Figura 3. 15 Parte posterior de conexiones de alimentación y monitoreo

Fuente: (DEIF, 2023)

3.3.3 Medición de corriente galvánica para evitar erosión del metal por chispas

Este circuito generalmente está presente cuando la hélice está estacionaria y hay contacto de metal con metal entre el eje y el revestimiento de los cojinetes del motor principal. Sin embargo, el eje de la hélice giratoria del barco está eléctricamente aislado del casco mediante el uso de una película de aceite lubricante en los cojinetes y un material de cojinete no metálico en el eje de popa. Las hélices tienen un área de superficie de metal desnudo relativamente grande, por lo que, si el aceite lubricante está contaminado con agua, fluirá una corriente de protección catódica que tiende a formar un arco en la película de aceite lubricante. Los revestimientos de casco cada vez más efectivos hacen que los ejes sean susceptibles a la corrosión galvánica. Esto conduce a la erosión por chispas y, en última instancia, a las picaduras o "rayaduras" del metal del cojinete. El desgaste excesivo de los cojinetes del eje a menudo se debe a esta causa. La siguiente figura muestra la conexión a tierra y el instrumento de medición

que debe ser menos de 50 MV para tener una protección óptima a la corrosión galvánica. Figura 3.16 indica ubicación del equipo de protección a tierra y la vía de descarga de la corriente galvánica hacia el casco.

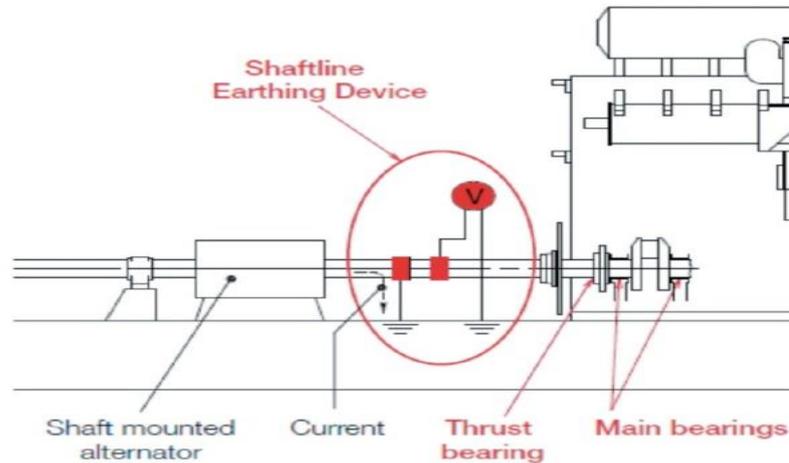


Figura 3. 16 Parte posterior de conexiones de alimentación y monitoreo

Fuente: (WATCH, 2013)

Esta afectación se refiere a los daños en los cojinetes del motor principal de un barco petrolero debido a la erosión por chispas. Los efectos que produce este evento es que los cojinetes del cigüeñal del motor principal inusualmente suben la temperatura. La presión del aceite lubricante cae repentinamente, la neblina de aceite sube al cárter y el motor hay que apagarlo inmediatamente. El barco pierde potencia y queda a la deriva por varias horas o días, lo que representa una pérdida económica en su operación por no llevar un control correcto del monitoreo de la corriente galvánica.

3.4 Formato de guía técnica

El presente formato fue diseñado para que los operadores pueden registrar los datos que arrojan los diferentes equipos que se encuentran instalados alrededor de toda la embarcación, estos datos permiten tener un control y permite detectar una fuga de corriente de manera

eficiente en caso de que se llegue a presentar un problema en dicha embarcación. En la Tabla 3.1 se muestra la guía técnica que permita la correcta ejecución del trabajo en campo.

Tabla 3.1 Guía técnica para optimizar la puesta a tierra

GUIA PARA OPTIMIZACION DE PUESTA A TIERRA A BORDO DE EMBARCACIONES MARITIMAS				
UBICACIÓN DE INSTALACIONES	INSPECCION VISUAL	ANALISIS	ACCION A TOMAR	RESULTADOS
TABLERO PRINCIPAL 440/380/220 VAC				
TABLERO DE DISTRIBUCION 220/110VAC				
TABLERO DE DISTRIBUCION 24/12VDC				
PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL TABLERO PRINCIPAL				
PUESTA A TIERRA DE GENERADORES ELECTRICOS				
PUESTA A TIERRA DE MOTORES ELECTRICOS				
ATERORIZADOS TUBERIAS DE ENFRIAMIENTO AGUA DE MAR				
ATERORIZADOS DE MAQUINARIA SOBRE CHASIS				
PUESTA A TIERRA DE EJE DE LA HELICE				
PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS DE COCINA				
PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS DE CUBIERTA				
PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS DE NAVEGACION/COMUNICACIÓN				
ATERORIZADO DE LINEAS DE COMBUSTIBLE				
REVISION EQUIPOS DE MONITOREO	MARCA/TIPO	STAT	OBSERVACIÓN	
TEST DE TIERRA LUCES INDICADORAS TABLERO PRINCIPAL				
MONITOR ELECTRONICO DE AISLAMIENTO Y FUGAS A TIERRA				
MEGGER ELECTRONICO O MEGOMETRO				
ANILLOS COLECTORES EJE DE HELICE VOLTIMETRO DE INDICACION GALVANICA				

Nota. Lista de chequeo para monitorear fallas a tierras en embarcaciones marítimas. Autor

CAPÍTULO 4

PROPUESTA

El siguiente manual contiene todos los procedimientos necesarios que las líneas navieras deben conocer e implementar en sus planes de mantenimiento para capacitar efectivamente a los ingenieros de buques. Esta guía proporciona identificación, análisis y soluciones para lograr resultados óptimos al proteger los sistemas de protección a tierra. Esto permite a las navieras nacionales, tener una importante ventaja competitiva frente a las empresas de flotas globales gestionando con planes de última generación adaptados a las nuevas tecnologías y presentar lineamientos claves dirigidos a una visión más técnica y profesional.

La propuesta de esta guía es actualizar los procedimientos de protección para los sistemas de puesta a tierra en embarcaciones marinas con base en investigaciones realizadas. Lo que los departamentos técnicos deben saber para mejorar en general el rendimiento de sus equipos de a bordo. Invertir en actualizaciones para mejorar los procedimientos de protección y los riesgos que puedan surgir en la industria marítima. Además, la implementación de diagramas de bloques donde se detallan gráficamente diversos tipos de máquinas y dispositivos analíticos de acuerdo a sus condiciones de operación. Hacer hincapié en los procedimientos relacionados con los procesos correctos que deben llevarse a bordo para una protección óptima de puesta a tierra de los buques de navegación marítima.

La siguiente guía de procedimientos de protección en tierra describe el cumplimiento obligatorio de todos los procesos realizados durante las inspecciones de astilleros previas a la reparación durante cualquier período, mejorando así el rendimiento de las embarcaciones.

4.1 Diseño de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas

Para lograr el diseño del guía primero se realizó una encuesta, la cual permitió reflejar las falencias y necesidad que los departamentos operativos presentan en las embarcaciones.

Encuesta

La encuesta se llevó a cabo a vox populi, este cuestionario de 5 preguntas se realizó en Excel y fue impreso para que el personal técnico de las embarcaciones pueda participar y dar a conocer las necesidades que presentan dentro del área operativa.

La técnica de la encuesta es generalmente utilizada como método de investigación debido a su rápida y eficiente adquisición para el procesamiento de datos. (Campos, 2003)

Población y muestra

Para seleccionar una población y una muestra, primero es necesario determinar qué o quién será medido o analizado, es decir, quién es el sujeto de estudio. Esta determinación se basa en el enfoque, los objetivos y el diseño originales de la encuesta. (Camacho de Báez, 2023)

Teniendo en cuenta que existen más de 100 líneas navieras en el Ecuador, se toma como muestra 10 empresas de la ciudad de Guayaquil que a su vez están dispuestas a implementar esta guía. Se conversó con 10 encargados del departamento técnico y así se corroboró la necesidad que presenta el personal de obtener esta guía que les ayude a proteger la maquinaria, casco y la vida humana.

Resultados

Los encuestados estuvieron de acuerdo con contestar lo abajo detallado:

En cuanto a la pregunta 1 que se refiere a si la empresa tiene el suficiente conocimiento de la prevención de fallas a tierra, los encuestados respondieron el 80 % desconoce sobre métodos técnicos de protecciones a tierra en diferentes sistemas, 20 % si conoce. Como se muestra en la Figura 4.1.

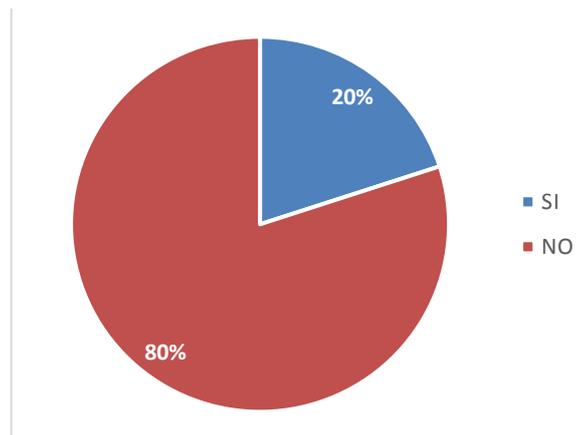


Figura 4.1 Conocimiento de prevención
Fuente: Autor

En cuanto a la pregunta 2 que se relaciona a qué, si la compañía tiene un plan estructurado de mantenimiento para las puestas a tierra. El 85 % no cuenta con un plan estructurado

Tiene la compañía un plan estructurado de mantenimiento para las puestas a tierra, 10 % medianamente cuenta con un plan básico de mantenimiento referente de puestas a tierra y un 5 % maneja un plan estructurado de mantenimiento a este tipo de protecciones. En la Figura 4.2 se puede apreciar los datos mencionados.

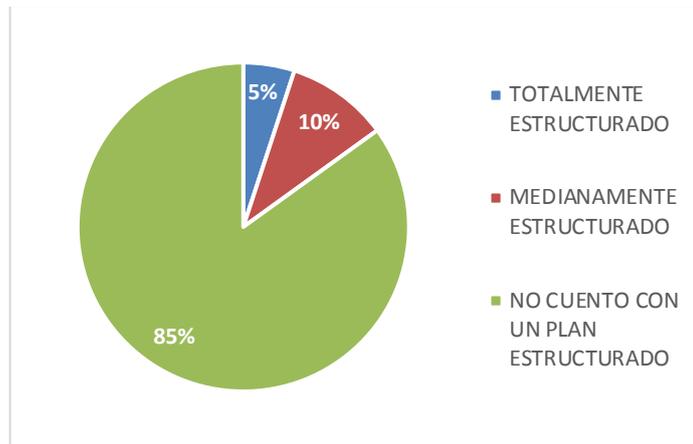


Figura 4. 2 Constancia de plan de mantenimiento
Fuente: Autor

En cuanto a la pregunta 3 se refiere a cuántas son las personas encargadas de controlar las fallas a tierra en embarcaciones. Es el 90 % equivalente entre 1 y 5 personas delegadas para esta inspección y su reparación, 10 % más de 6 personas para realizar esta labor. Como se muestra en la Figura 4.3.

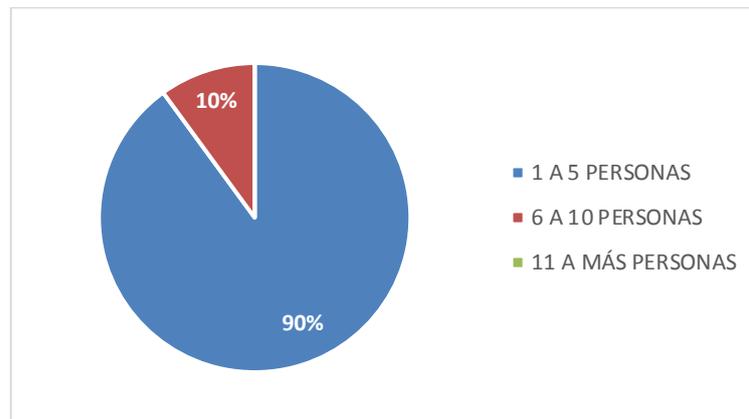


Figura 4. 3 Cantidad de encargados del control operativo
Fuente: Autor

En cuanto a la pregunta 4 se consulta con qué frecuencia inspeccionan las puestas a tierra en los ejes de hélice. Un porcentaje alto indica el 90 % porque desconocen este tipo de protección o el sistema no está instalado en el barco, 5 % lo inspecciona regularmente, 3 % lo revisa por mantenimiento cuando el barco va al astillero, 2 % porque el sistema se encuentra

instalado y tiene establecido una inspección periódica mediante un formato de chequeo. Como se muestra en la Figura 4.4.

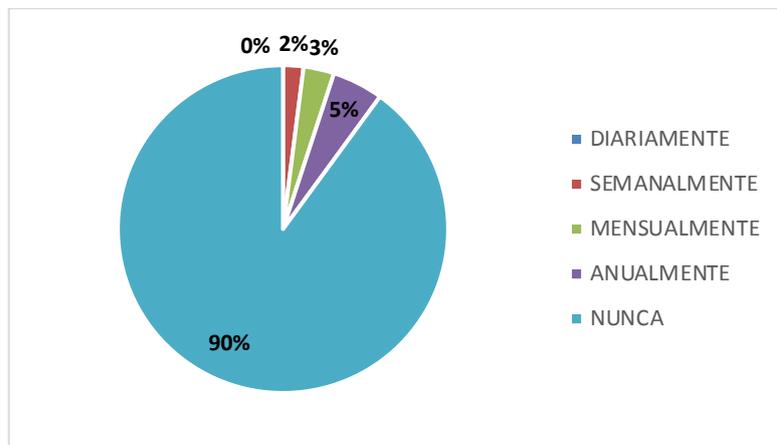


Figura 4.4 Frecuencia de inspecciones
Fuente: Autor

En cuanto a la pregunta 5 se relaciona a cuándo fue la última revisión técnica de puestas a tierra en generadores principales. El 75 % lo hacen en un periodo de 3 a 5 años, el 20 % lo revisa entre 1 y 2 años, el 5 % lo realiza porque tiene establecido un formato de chequeo. Como se muestra en la Figura 4.5.

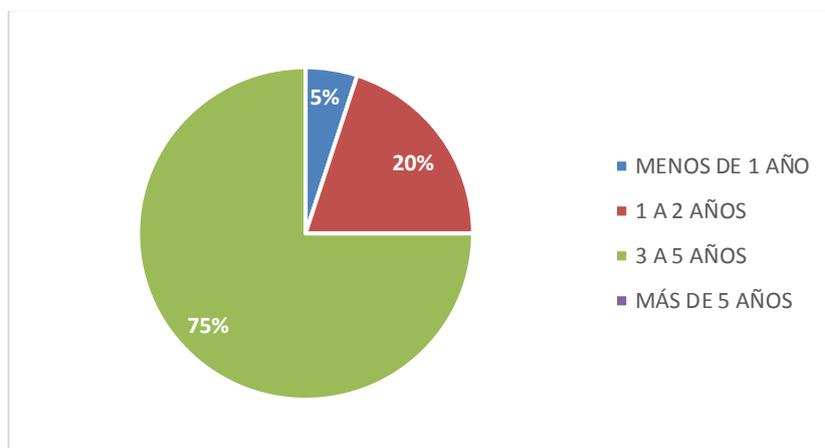


Figura 4.5 Tiempo transcurrido desde la última revisión técnica
Fuente: Autor

4.2 Desarrollo del manual

Los datos arrojados en la encuesta mencionada anteriormente fueron primordiales para el desarrollo correcto del manual.

Crear un manual de procedimientos para todo el proceso de monitoreo, análisis y dar resultados óptimos para su correcto funcionamiento de toda la maquinaria marítima. Lo que guiará a las empresas navieras a mejorar y acelerar los procesos de mantenimiento y reparación sin afectar a las operaciones de la flota.

Ámbito de aplicación

Empresas navieras del Ecuador, Cámara Marítima del Ecuador, superintendencia de flota, gerencia técnica y sector estratégico marino.

Responsables

Los responsables que intervienen en los procesos de mantenimientos son el gerente técnico, superintendente de flota y coordinador técnico. Cuando existen eventos de emergencia que pueden ocurrir sin previo aviso, se establece por normas internacionales y nacionales a la persona designada, que entre sus funciones esta de acudir a lugar de la emergencia y ejecutar su plan de contingencia.

Descripción del proceso

Se explica detalladamente cada paso del proceso de la guía para la protección de del sistema puesta a tierra. Este manual comprende lo siguiente.

- Monitoreo de las fallas a tierra existentes: La supervisión consta de la revisión mediante formato con la lista de equipos y áreas a las que pertenecen los sistemas eléctricos de la embarcación. Departamento de máquinas, cubierta, hotelería, cocina, sala de bombas (petroleros) y equipos de radio comunicación.
- Análisis de la falla a tierra: Identificar el tipo de falla generada a la falla a tierra del equipo que depende de ciertos factores como la presencia de humedad en el equipo,

cableado a tierra deteriorado, circuito o explosión interna del dispositivo, altas temperatura en sensores de precisión, daños en ánodos electrodos de zinc entre otros. En estas fallas comunes también se encuentran la de equipos nuevos instalados, sin una adecuada conexión a tierra según las normas usadas a bordo.

- Informe técnico: En el informe técnico, también llamado reporte de falla, es un documento que describe la condición actual de la falla y su afectación a equipos primarios o secundarios, donde se comunica a los jefes departamentales el riesgo que puede afectar a la embarcación. Información que se explica del porque sucedió la falla y las acciones a tomar para la reparación y recomendaciones para que no vuelva a suceder.

Descripción de funciones

Entra las personas responsables para el proceso de análisis y riesgos de puestas a tierra en embarcaciones marítimas se enumeran a continuación junto con sus respectivos cargos, actividades y funciones.

- Gerente Técnico: Una de las funciones principales que desempeña el gerente técnico son las de gestionar, coordinar y programar los planes de mantenimiento. Verificar y controlar las funciones de cada jefe departamental y sus técnicos operativos. Además, asesorar a la Gerencia General sobre todos los eventos relacionados al buen funcionamiento de la maquinaria a su cargo.
- Superintendente de flota: El/La superintendente de flota es la persona responsable de gestionar la logística referente a repuestos, coordinación con los técnicos de diferentes áreas técnicas, planificación y verificación de los mantenimientos a ejecutarse. También encargado de supervisar y controlar el buen funcionamiento de cada maquinaria y equipos especiales de las embarcaciones.

- **Coordinador Técnico:** Encargado de la coordinación con los proveedores técnicos y solucionar problemas de emergencia hasta que llegue el especialista del equipo averiado según el área afectada. También se encarga de supervisar, monitorear equipos en general.
- **Asistente Técnico:** Dependiendo del área técnica a la que pertenecen pueden ser electricistas, mecánicos, electrónicos, soldadores etc. Son las personas que asisten en las reparaciones paralelamente con el coordinador técnico para la ejecución de mantenimientos o reparaciones a bordo o en tierra.

Resultados del Análisis

En el resultado final del proceso de investigación de la falla se informa el estado actual de la maquinaria y el porcentaje de operatividad de la embarcación cuando son fallas principales como los generadores eléctricos, transformadores de baja tensión, sistema de propulsión, sistema de radio comunicación entre otros.

Acción a tomar

Las soluciones más comunes incluyen en el tiempo de mantenimiento temporal o próximo hasta que se alcance un puerto seguro. Muchas fallas a tierra no se pueden corregir a bordo, ya que dependen de si el barco debe asistir a un astillero o reparación al próximo puerto de destino. A bordo, es difícil tener piezas de repuesto específicas en stock en caso de avería, los buques muchas veces suelen operar hasta el 50 % de su capacidad. Esto significa que los retrasos en las mercancías en los buques de carga general, cruceros y petroleros resultan en mayores costos operativos para la empresa naviera.

4.3 Presupuesto

Normalmente estos equipos tienen un valor aproximado de entre USD \$ 5 000 hasta USD \$ 10 000 los costos varían dependiendo las dimensiones del eje donde se va a transmitir la descarga a tierra. Hay ejes de 5 pulgadas, 8 pulgadas, 12 pulgadas hasta 25 pulgadas y dependiendo las dimensiones del eje se manda a fabricar los anillos de desgaste, así mismo el tipo de bridas, son normalmente en hierro fundido con un sistema que se acopla al cobre al 100 % de pureza para que la descarga, ya que el material al ser cobre es un buen conductor de la electricidad y permite el desalojo de las de las corrientes parásitas a través de los carbones y porta carbones, estos son de material no blandos. Son los materiales duros ya que normalmente este tipo de movimiento que ejerce en el eje no permite poner unos carbones de material blando, normalmente se utilizan los tipos graficados duros para evitar que el desgaste no sea demasiado rápido.

Los portacarbones son de un material en bronce. Las líneas de aterrizamiento se encuentran en el tablero con un mini voltímetro que indica el paso de voltaje que se está descargando directamente hacia el hacia el mar.

En la Tabla 4.1 se presentó un estimado de los valores que los materiales que son necesarios para el correcto funcionamiento de un sistema puesta a tierra en embarcaciones.

Tabla 4.1 Presupuesto referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Tablero principal	USD \$ 1 200	USD \$ 1 200
2	Portacarbones	USD \$ 60	USD \$ 60
3	Anillos para eje de 4"	USD \$ 300	USD \$ 300
4	Anillos para eje de 8"	USD \$ 500	USD \$ 500
5	Anillos para eje de 10"	USD \$ 800	USD \$ 800
6	Brida 4"	USD \$ 110	USD \$ 110
7	Brida 8"	USD \$ 220	USD \$ 220

8	Brida 10"	USD \$ 350	USD \$ 350
9	Mano de obra	USD \$ 650	USD \$ 650
VALOR TOTAL			USD \$ 4 190

Fuente: Autor

Los valores propuestos en el presupuesto son datos referenciales que sirven de guía para tener un estimado de precios del mercado local e internacional. Un dato importante que se debe tener en cuenta es el tiempo de entrega de los materiales en caso que se deba importar. El plazo de importación es de 30 días aproximadamente. Para calcular el valor de la mano de obra se toma en cuenta el tiempo de trabajo, la cantidad de personas que van a realizar el trabajo, transporte y alimentación.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se logró implementar una guía técnica para mejorar las instalaciones del sistema de tierra en embarcaciones marítimas donde se mencionan el análisis de los sistemas de puesta a tierra y las debidas protecciones que se realizan a bordo de embarcaciones marítimas. La descripción del diseño de esta guía técnica es de gran potencial para aplicar en todas las empresas navieras, ya que es de mucha importancia el implementar en flotas de cualquier tipo de mercancías en su carga y que ayudará a profesionales del sector marítimo utilizar esta herramienta que optimiza la protección de la maquinaria, casco y vida humana.
- Seguir esta guía técnica permitirá que la tripulación tenga toda la información referente a los parámetros de aislamiento y fugas a tierra bien monitoreados.
- Las diferentes técnicas existentes de acuerdo a normas internacionales para protegerse de circuitos a tierra es la implementación de esta guía con efectos positivos para ponerlos en práctica.
- Seguir los pasos necesarios para configurar prealertas de los equipos de monitoreo del sistema de protección a tierra y especificar el procedimiento para analizar los eventos registrados cuando suceden fugas a tierra.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que las empresas navieras capaciten a los técnicos sobre la operación y mantenimiento de los diferentes tipos de puesta a tierra que se utilizan y donde se deben realizar análisis de las lecturas de aislamientos y parámetros eléctricos para evitar situaciones de emergencia durante la navegación y así asegurar que las embarcaciones cumplen con las normas y reglamentos regulados por SOLAS *Safety Of Life At Sea*, para un mejor manejo de los eventos presentados.
- El diseño de esta guía es mejorar con las nuevas tecnologías integrar a los sistemas de automatización integrando a los diferentes protocolos de comunicación entre equipo sistema de monitoreo. Por esta razón se deberá informar a las superintendencias técnicas todos los procesos realizados a bordo y alimentarlos en un software de mantenimiento para controlar gráficos de bajas en aislamiento y fugas a tierra en embarcaciones de cualquier tipo.

Bibliografía

- Abreu, J. (2014). Recuperado el 18 de enero de 2023, de [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Aicrane. (2023). *Electric Anchor Winch*. Recuperado el 16 de enero de 2023, de <https://ellsenmarinewinches.com/electric-anchor-winch/>
- Amperis. (2007). *Medición de resistencia de aislamiento*. Recuperado el 11 de enero de 2023, de <https://amperis.com/recursos/articulos/medicion-resistencia-aislamiento/>
- Camacho de Báez, B. (2023). Recuperado el 2023, de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4557/1/3266.pdf>
- Campos, J. C. (2003). La encuesta como técnica de investigación. *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos*, 1(1), 12.
- Chavarría Meza, L. (2023). *Corrosion Engineering & Cathodic Protection*. Recuperado el 8 de febrero de 2023, de <https://aiu.edu/spanish/Corrosion-Engineering-&-Cathodic-Protection.html>
- Comisión Europea Fiscalidad y Unión Aduanera. (2012). *Trabajo seguro en barcos y buques*. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/ES/Safety/WorkOnShipsVessels_ES.htm
- D'Antonio, S. (2015). *Sistemas de unión o vinculación de barcos*. Recuperado el 5 de Enero de 2023, de <https://www.proboat.com/2015/04/the-mysteries-of-bonding-systems-revealed/>
- Davis, N. (2019). Recuperado el 12 diciembre 2022 de Diciembre 2022 de 2022, de <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-ground/>

Davis, N. (2019). *All about circuits*. Recuperado el 14 diciembre 2022 de diciembre 2022 de 2022, de <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-ground/>

DEIF. (1 de enero de 2023). *DEIF*. (DEIF) Recuperado el 21 de enero de 2023, de <https://www.deif.com/products/sim-q-mkii/>

Fluke. (2022). *Medida de corriente de fuga*. Recuperado el 2013, de <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/sonda-tipo-pinzas/medida-de-corrientes-de-fuga-conceptos-basicos>

Fullmecanica. (2014). *Tecnología mecánica*. Recuperado el 2023, de <http://www.fullmecanica.com/definiciones/c/1736-oxidacion-de-metales>

Huebner, D. (2022). *Electrician Information Resource*. Recuperado el 20 diciembre de diciembre de 2022, de <https://www.electricianinformationresource.com/electrical-bonding.html>

Insight, A. M. (2021). *Marine Insight*. Recuperado el 10 de enero de 2023, de <https://www.marineinsight.com/tech/how-spark-erosion-can-damage-the-main-propulsion-engine-of-a-ship/>

Library. (2022). *Antecedente historicos La puesta a Tierra*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2022, de <https://1library.co/article/antecedentes-hist%C3%B3ricos-la-puesta-a-tierra.zke2141z>

LLALCO FLUID TECHNOLOGY. (2020). *Protección catódica*. Recuperado el 16 de enero de 2023, de lhalco.com/proteccion-catodica/

Manikandan. (17 de Julio de 2016). *conecting eto world wide*. (<https://www.electrotechnicalofficer.com/2016/07/insulated-neutral-system-types-of-fault.html>) Recuperado el 20 de enero de 2023, de

<https://www.electrotechnicalofficer.com/2016/07/insulated-neutral-system-types-of-fault.html>

Murrugarra, F. (2022). Puesta a Tierra. En *Sistema de puesta a tierra* (pág. 66).

Nautic Advisor. (2023). (Copyright © Nautic Advisor 2023.) Recuperado el 5 de Enero de 2023, de <https://www.nauticadvisor.com/blog/2016/06/22/que-son-y-que-funcion-cumplen-los-anodos-de-sacrificio-en-las-embarcaciones/>

Nautic Advisor. (2023). Recuperado el 12 de febrero de 2023, de <https://www.nauticadvisor.com/blog/2016/06/22/que-son-y-que-funcion-cumplen-los-anodos-de-sacrificio-en-las-embarcaciones/>

Naveen Kumar, M. (2020). *Marine Engineer Knowledge*. (marine engineers knowledge) Recuperado el 12 de enero de 2023, de <https://www.marineengineersknowledge.com/2020/09/know-earth-circuit-fault-using-earth.html>

Ningzhao , L., Hongjiang , L., & Haolan , Z. (2013). *Research on Grounding of Shore-to-Ship*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276495603_Research_on_Grounding_of_Shore-to-Ship_Power_Supply_System

OMI. (2020). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)*. Recuperado el 24 de noviembre de 2022, de [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

Perú, P. d. (2020). Recuperado el 29 de enero de 2023, de <https://plandenegociosperu.com/pasos-para-elaborar-un-plan-de-implementacion/>

- Protected & Grounded. (2009). *Protección contra rayos en buques* . (ZANDZ.COM)
Recuperado el 10 de enero de 2023, de <https://zandz.com/en/library/to-designers-of-grounding-and-lightning-protection/>
- Rheman, A. (26 de Septiembre de 2020). *Allumiax*. Obtenido de <https://www.allumiax.com/blog/all-about-electrical-grounding-systems>
- Rusu, C. (2011). Recuperado el 25 de diciembre de 2023, de http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El%20Alcance%20de%20la%20Investigacion.pdf
- SELEC. (2023). *Protección Catódica Naval*. Recuperado el 2023, de <https://www.cpnaval.com/puesta-a-masa-dek-eje.html>
- Serrano, M. E. (7 de octubre de 2008). http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0214_EO.pdf.
Recuperado el 11 de enero de 2023, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0214_EO.pdf
- Tecnológica, A. (2019). *Puesta a Tierra*. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/puesta-a-tierra.html>
- Ugalde Bind, N., & Balbastre Benavent, F. (2013). Ciencias Económicas 31-No.2: Investigación cuantitativa e Investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes. *Ciencias Económicas 31-No.2: 2013 / 179-187 / ISSN: 0252-9521* Investigación cuantitativa e Investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de Investigación, 1(1), 187.
- Villa Garcia , M. (2010). *Criterios de seguridad en la aplicación de puesta a tierra en instalaciones eléctrica de edificios*. Recuperado el 10 de enero de 2023, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13670/1/D-43182.pdf>
- WATCH, O. O. (5 de julio de 2013). *OFFICER OF THE WATCH*. (OFFICER OF THE WATCH) Recuperado el 22 de enero de 2023, de

<https://officerofthewatch.com/2013/07/05/incident-information-on-severe-bearing-damage-in-the-main-engine-due-to-spark-erosion/>

Zurb. (2006). *Palella Stracuzzi*. Caracas; Venezuela: FEDUPEL, 2006: Caracas; Venezuela: FEDUPEL, 2006.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pino Valencia, Willian Eduardo** con C.C: # 0915487870 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño e implementación de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 01 de febrero del 2023

f. _____

Pino Valencia, Willian Eduardo
C.C: 0915487870

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño e implementación de una guía técnica para optimizar la protección a tierra en embarcaciones marítimas.		
AUTOR(ES)	Pino Valencia, Willian Eduardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Washington Adolfo Medina Moreira Ph.D.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	01 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS:	63
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño guía técnica, protección a tierra embarcaciones marítimas.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Embarcación, Protección, Control, Optimización, Vida Útil.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Muchas empresas navieras de la industria marítima tienen dificultades para desarrollar planes óptimos de protección a embarcaciones, ya sea por falta de conocimiento en los procesos o por desconocimiento de nuevas tecnologías.</p> <p>Este documento tratará temas sobre el control de las áreas críticas expuestas a fallas de tierra que puedan producir una paralización de la embarcación. Identificar y analizar técnicamente las fallas producidas a tierra, regulación de formatos para un plan de mantenimiento preventivo y así evitar interrupciones a la operación del buque ya sea por colisión, falta de generadores eléctricos, pérdida de gobierno y propulsión por ruptura en los ejes de hélice, etc.</p> <p>El principal objetivo de esta guía es informar a las empresas navieras y jefes departamentales de áreas operativa técnica, tener un manual de procedimiento para evitar pérdidas durante la operación de la embarcación. Esta herramienta es de gran utilidad para disminuir los mantenimientos y reparaciones innecesarias, para así lograr su mejor optimización y vida útil de la flota.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593	E-mail: willian.pino@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M.Sc.		
	Teléfono: +593995147293		
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			