



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TEMA:

Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendio en un yate
de 45 metros de eslora.

AUTOR:

VARGAS LARREA, GERARDO ENRIQUE

**Previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

TUTOR:

Mendoza Eduardo, Vicente Merchán
Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Vargas Larrea, Gerardo Enrique** como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO.

TUTOR

Mendoza Eduardo, Vicente Merchán

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 17 días del mes agosto del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gerardo Enrique Vargas Larrea**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendios en un yate de 45 metros de eslora” previa a la obtención del Título de Ingeniero electrónico en control y automatismo, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Guayaquil, a los 17 días del mes agosto del año 2016

EL AUTOR

GERARDO ENRIQUE, VARGAS LARREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, Vargas Larrea, Gerardo Enrique

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: "Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendios en un yate de 45 metros de eslora", cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes agosto del año 2016

EL AUTOR

VARGAS LARREA, GERARDO ENRIQUE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y

AUTOMATISMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Mendoza Eduardo, Vicente Merchán

TUTOR

Heras Sánchez, Miguel Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

COORDINADOR DEL ÁREA

REVISIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN CON PROGRAMA ANTI PLAGIO URKUND CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TÍTULO: Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendio en un yate de 45 metros de eslora.

AUTOR: Gerardo Enrique Vargas Larrea

The screenshot displays the URKUND interface. The top window shows a document analysis report for '2016-08-29 Trabajo de titulación Vargas REV AGO-03.docx'. It indicates that 1% of the document's text is composed of 24 sources. A list of sources is shown on the right, including 'TT-Gerardo Vargas.docx', 'CARATULAS.doc', 'PORTADA FINAL 1.doc', and 'esquema propuesto.docx'. The bottom window shows a side-by-side comparison of the student's text (left) and a source document (right), both from the Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. The student's text includes a declaration of responsibility and a description of the project. The source document is a similar declaration and description. The comparison shows a high degree of similarity, with 89% of the text matching.

El trabajo de titulación del Sr. **Gerardo Enrique Vargas Larrea**, observa un porcentaje inferior al 1% de coincidencias con otros documentos encontrados en la internet.

.....
Ing. Eduardo Mendoza Merchán.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco principalmente a Dios por darme el regalo de la vida y la oportunidad de poder estudiar, poder superarme cada día cumpliendo mis metas. También, por haberme regalado unos padres tan maravillosos como los míos ya que sin su apoyo no estaría hoy en día donde estoy. Ellos son mis pilares fundamentales para alcanzar tan anhelado triunfo, que representa el final de una etapa y el comienzo de otra.

Me encuentro muy agradecido con el cuerpo docente de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y con mayor gratitud al Ing. Eduardo Vicente Mendoza por su ayuda prestada, por el gran apoyo y orientación brindada para la culminación del presente proyecto.

EL AUTOR

VARGAS LARREA, GERARDO ENRIQUE

DEDICATORIA

Este gran logro se lo dedico principalmente a Dios por darme el mejor regalo que es la vida y darme a los padres que tengo que me han dado el mejor ejemplo del mundo ayudándome a salir adelante. Ya que gracias a ellos también tuve la oportunidad de estudiar y estar hoy donde estoy.

EL AUTOR

VARGAS LARREA, GERARDO ENRIQUE

Índice General

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1:METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema de investigación.	3
1.2. Justificación del Problema.....	3
1.3. Delimitación	4
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General.	4
1.4.2. Objetivo Especificos.	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Metodología de la investigación	5
CAPÍTULO 2FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. Estado del arte.....	6
2.2. Fundamento de los incendios	10
2.2.1. Triangulo y tetraedro del fuego.....	11
2.2.2. Triángulo de fuego	12
2.3. Fundamentos de los sistemas contra incendios	14
2.4. Automatización de los sistemas contra incendios	22
2.5. Sistemas contra incendios	31
CAPÍTULO DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CONTRA INCENDIO..	
.....	36
3.1. Antecedentes.....	36
3.2. Análisis del sistema contra incendio.....	39
3.3.1. Análisis general del sistema	39
3.3.2. Funciones del sistema	39
3.3.3. Características del sistema.....	40
3.3.4. Diagrama de flujo del sistema contra incendio.....	41
3.3. Diseño del sistema automatizado contra incendio.....	42
3.4.1. Diagrama de flujo PLC.....	42
3.4.2. Descripción de cada uno de los elementos que integran el sistema automatizado contra incendio.....	43
CAPITULO 4:ANALISIS DE RESULTADOS	63

CAPÍTULO 5:CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1 Conclusiones.	67
5.2 Recomendaciones.	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
Glosario de términos y siglas utilizados en este trabajo.....	71

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1:Triángulo de fuego.....	11
Figura 2. 2:Tetraedro de fuego	12
Figura 2. 3:Manguera de fibra y caucho	17
Figura 2. 4:Lanzas de agua	18
Figura 2. 5:Extintor de agua	19
Figura 2. 6:Extintor de espuma.....	20
Figura 2. 7:Extintor CO2.....	21
Figura 2. 8:Extintor de polvo químico seco.....	21
Figura 2.9: Alarmas acústicas.....	23
Figura 2.10:Estación manual.....	24
Figura 2.11:Detector fotoeléctrico de humo	25
Figura 2. 12: Detector iónico de humo.....	26
Figura 2. 13:Detector térmico de temperatura	26
Figura 2. 14:Detector térmico	27
Figura 2. 15:Detector de llama	28
Figura 2. 16:Lineales infrarrojos	28
Figura 2. 17:Niveles de los diferentes detectores de incendios.....	29
Figura 2. 18:Cable detector lineal de temperatura.....	29
Figura 2. 19:Panel repetidor	30
Figura 2.20:Sistemas de protección contra incendios	31
Figura 2. 21:Sistema fijo de gas	32
Figura 2. 22:Sistema fijo de polvo químico seco	33
Figura 2. 23:Sistema fijo de extinción por espuma	34
Figura 2. 24:Sistema fijo de agua	35

Capítulo 3

Figura 3. 1:Diseño del yate de 45 metros de eslora	36
Figura 3. 2:Primera cubierta	37
Figura 3. 3:Segunda cubierta	37
Figura 3. 4:Tercera cubierta	37

Figura 3. 5:Cuarta cubierta.....	38
Figura 3. 6:Diagrama de flujo sistema contra incendio.....	42
Figura 3. 7:Diagrama de flujo del sistema automatizado contra incendio.....	43
Figura 3. 8:Bomba contra incendio.....	44
Figura 3. 9:Conexión para el abastecimiento de agua.....	45
Figura 3.10:Filtro de agua salada.....	46
Figura 3.11:Tanque de almacenamiento acero inoxidable.....	46
Figura 3.12:PLC S7-1200 SIEMENS.....	47
Figura 3.13:Monitor KTP 600 SIEMENS.....	48
Figura 3.14:Panel FPD 7024 BOSCH.....	49
Figura 3.15:Sirena BOSCH D117.....	49
Figura 3.16:Sensor de humo BOSCH D7050TH.....	50
Figura 3.17:Tuberías contra incendio.....	51
Figura 3.18:Válvulas contra incendio.....	52
Figura 3.19:Rociador contra incendio.....	52
Figura 3.20:Glosario de los elementos utilizados en cada cubierta.....	53
Figura 3.21:Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 1.....	54
Figura 3.22:Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 2.....	55
Figura 3.23: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 3.....	55
Figura 3.24: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 4.....	56
Figura 3.25: Esquema de instalación de la bomba contra incendio.....	57
Figura 3.26: Conexión del panel de control.....	58
Figura 3.27: Conexión del panel de control con el panel de monitoreo.....	59
Figura 3.28: Bloques de organización y funciones.....	59
Figura 3.29: Estado de relés.....	60
Figura 3.30: Llamada de las funciones FC desde MAIN.....	61
Figura 3.31: Activación marca alarma y salidas %Q0.0-Q0.4.....	62

Índice de Tablas

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Características de la embarcación.....	38
Tabla 3. 2: Direccionamiento de los sensores de cada cubierta.....	53
Tabla 3. 3: Conexión de las sirenas a las salidas del PLC.....	53
Tabla 3. 4: Cantidad de elementos utilizados en los diagramas... ..	56
Tabla 3. 5: Activación de las marcas según el estado de reles.....	61
Tabla 3.6:Costos aproximados de los materiales del sistema automatizado contra incendio.....	62

Resumen

En las últimas décadas la industria naviera ha tenido un alto desarrollo y progreso, incorporando nuevas tecnologías en las embarcaciones las cuales van evolucionando diariamente. Día a día las empresas navieras se ven en una competencia por lo que tienen que desarrollar nuevas embarcaciones con diseños y tecnología de punta. Un incendio en una embarcación es el peor problema de todos los tripulantes que se encuentran a bordo, ya que en la mitad del mar no se puede pedir asistencia, si la llegas a solicitar puede que se tarde varias horas y la última decisión que se puede tomar es abandonar la embarcación. Es por eso que es importante tener un buen sistema contra incendios en el caso de alguna emergencia y los marinos deben de tener un gran conocimiento en el ámbito de seguridad, sabe que la embarcación es su hogar, y que cualquier contingencia tiene que ser resuelta con sus propios medios, ingenio y materiales. En el presente trabajo se realizará el análisis y diseño utilizando última tecnología para el combate contra incendios en embarcaciones. En este sistema se incorpora elementos mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos, los cuales serán controlados mediante un PLC.

Abstract

In recent decades the shipping industry has a high development and progress regarding the introduction of advanced technologies in boats which evolve every day. Daily shipping companies are in competition so they have to develop new vessels with designs and technology. A fire in a boat is the worst problem of all crew on board, because in the middle of the sea cannot ask for assistance, if you run request may be take several hours and the final decision can take is to leave the boat. That is why it is important to have a good fire prevention system in case of an emergency and sailors must have a great knowledge in the field of security, knows that the boat is his home, and that any contingency has to be resolved with their own, wit and materials. All fire system on a vessel must have certain standards that must meet. In this paper the analysis and design using latest technology for firefighting in boats made. In this system mechanical, hydraulic, electrical and electronic elements is incorporated, which will be controlled or automated by a PLC.

INTRODUCCIÓN

Los incendios en embarcaciones han sido siempre uno de los grandes enemigos en el ámbito marítimo causando grandes pérdidas materiales y en algunas ocasiones humanas. Uno de los principales convenios es el convenio SOLAS que se basa en la seguridad de la vida humana en el mar. La primera versión se dio en Londres en 1914. En total han existido 4 versiones de los convenios SOLAS y el último entro en vigencia en 1980. Los convenios SOLAS han sido de gran ayuda en los aspectos de seguridad en el mar. La versión de 1914, por ejemplo, se basaba sobre la seguridad de construcción, navegación y sobre todo la prevención contra incendios. Por lo tanto, un sistema contra incendio en una embarcación tiene que ser capaz de actuar de una manera rápida y eficaz.

Hoy en día la tecnología en el ámbito marítimo ha tenido una gran evolución incluyendo la automatización de muchos de sus procesos abordo. De tal manera que si se incluye la automatización en un sistema contra incendio nos ayudara a que el proceso de detección y de extinción sea más efectivo y ágil en el momento de producirse un incendio en la embarcación solucionando en problema planteado.

Para el desarrollo de este proyecto se pone en práctica lo que se ha aprendido en el transcurso de la carrera, así como también el apoyo de libros, tesis y artículos. El objetivo principal que se va a realizar en este trabajo de titulación es de estudiar un sistema contra incendios destinado a un yate de mediana eslora, que permita determinar los parámetros necesarios para implantar un sistema contra incendios

automatizado, que garantice su adecuado funcionamiento. Para alcanzar los distintos objetivos del trabajo de titulación se implementa el método bibliográfico que nos ayudó a obtener fundamentos teóricos y el método analítico que al descomponer el sistema automatizado contra incendio ayudo a conocer cada uno de sus elementos, tanto sus características como a su vez el funcionamiento de cada uno de ellos, lo cual nos ayuda en el diseño del sistema automatizado contra incendio. Al aplicar esta metodología tenemos como resultado un sistema contra incendio rápido y eficaz, cumpliendo cada uno de los objetivos planteados y sobre todo dándole una solución al problema antes mencionado.

Al final del trabajo de titulación se llega a la conclusión principal que la automatización hace que estos sistemas contra incendios sean más precisos y exactos en el momento de actuar frente a un incendio.

CAPITULO 1: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo es el que se encargara de direccionar el trabajo de titulación, ya que permite analizar directamente cual será el enfoque que se le va a dar al proyecto. Se plantean los objetivos los cuales deben ser cumplidos aplicando los diferentes métodos de investigación, los que serán de gran ayuda brindando fundamentos teóricos y analíticos en el proceso de desarrollo del trabajo de titulación.

1.1. Planteamiento del problema de investigación.

En la actualidad la tecnología naviera va evolucionando día a día incluyendo la automatización en la mayoría de sus procesos y funciones a bordo. Uno de los sistemas más importantes en una embarcación es el sistema contra incendio el cual tiene que ser lo más eficaz y efectivo en el momento de sufrir algún percance a mar abierto. Hoy en día los sistemas existentes presentan una escases de eficacia y rapidez al momento de producirse un incendio, por lo que es importante hacer un buen diseño de dicho sistema y el fin es mejorarlo con la ayuda de la automatización para que su respuesta sea más rápida y mucho más precisa.

1.2. Justificación del Problema.

Hoy en día con el avance tecnológico en las embarcacioneses importante conocer los elementos que conforman el sistema automatizado contra incendios ya que es uno de los sistemas más importantes a bordo.

Este tema será desarrollado para evitar pérdidas humanas y materiales, al momento de existir un incendio a bordo, ya que en medio del mar no habría una ayuda inmediata si se presentara un incendio por lo que es necesario implementar

sistemas de primera calidad. Este sistema será capaz de detectar y extinguir un incendio de manera eficaz, a su vez será capaz de alertar a la tripulación al momento de desarrollarse un incendio en la embarcación.

1.3. Delimitación

Este trabajo de tesis está enfocado únicamente en el diseño de un sistema automatizado contra incendio, se dará a conocer la función y características del sistema. También se describirá cada uno de los elementos que lo compone.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación.

1.4.1. Objetivo General.

Estudiar un sistema contra incendio destinado a un yate de mediana eslora, que permita determinar los parámetros necesarios para implantar un sistema contra incendio automatizado, que garantice su adecuado funcionamiento.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Describir la literatura actual orientada a sistemas automáticos contra incendios, que permita tener una visión clara del estado actual de estos sistemas.
- Analizar de forma descriptiva los elementos que constituyen un sistema automatizado orientado a controlar un sistema contra incendio.
- Proponer un diseño para un sistema automático contraincendios destinado a una embarcación de mediano tamaño, haciendo énfasis en el dimensionamiento de sus elementos.

1.4. Hipótesis.

Con este trabajo de titulación se llega a la hipótesis de que el sistema automatizado contra incendio será rápido y eficaz al momento de producirse un incendio a bordo evitando que se pierdan vidas humanas y materiales.

1.5. Metodología de la investigación

En el presente trabajo de titulación se llevara a cabo una investigación con enfoque cualitativo. La metodología de investigación será mediante el método bibliográfico el cual permite conseguir fundamentos teóricos y también se va a utilizar el método analítico que ayudara a entender el funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman el sistema automatizado contra incendio para el diseño del mismo.

En base a las dos metodologías utilizadas, se ha propuesto el siguiente diseño de investigación:

- Búsquedas de temas relacionados a sistemas contra incendios (estado del arte).
- Características y funcionamiento de los diferentes elementos que componen un sistema automatizado contra incendio.
- Diseño y selección de los diferentes elementos que formaran parte del sistema automatizado contra incendio.
- Programación del PLC.
- Análisis de costos.
- Análisis de resultado.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Estado del arte

2.1.1 Introducción

En el estado del arte se realizó una búsqueda exhaustiva en el internet de artículos y trabajos que han sido publicados y que están relacionados al tema del trabajo de titulación, procurando llegar a artículos o tesis actuales que han hecho aportes relevantes, con el propósito de utilizarlo como fuente de apoyo para el desarrollo del presente proyecto.

2.1.2 Análisis y diseño del sistema de extinción de incendios con agua salada de un remolcador.

En este trabajo final de carrera se analizan los sistemas internos y externos contra incendios, describiendo cada uno de los componentes que forman ambos sistemas y al mismo tiempo nos presenta mejoras para la efectividad al momento de que se produzca un incendio en una embarcación. Este sistema de agente extintor de agua salada o espumogenos será integrado en un remolcador que posee 15 metros de manga y 27 metros de eslora. A su vez se incluirán mejoras en ciertos elementos que estén averiados, afectando al sistema contra incendios y se aplicara la conexión directa de los motores principales con las bombas contra incendios.

Frutos, M. (2013)

2.1.3 Técnicas y tácticas de lucha contra incendios en buques para los servicios de extinción de incendios.

Este trabajo explica sobre lo peligroso que es tener un incendio a bordo de un barco, ya que si nos encontramos en medio del mar es complicado poder pedir asistencia inmediata. Por lo que es sumamente importante tener presente las diferentes técnicas y tácticas al momento de combatir cualquier tipo de incendio que se nos presente en la embarcación. Este trabajo se enfoca en ayudar a los bomberos en el momento de intervenir en los puertos y en los buques que se encuentran atracados en el momento de que se produzca un incendio. Bleye, V. (2012)

2.1.4 Análisis y rediseño de los sistemas de achique y contra incendios de un yate de 43 m de eslora.

Este proyecto describe el estudio de cuáles serán las necesidades que se van a requerir para efectuar un rediseño bien elaborado de los sistemas de achique y contra incendios para un yate de gran longitud. La metodología que se aplica en este proyecto se fundamenta básicamente en el análisis, dimensionamiento y cálculo de un sistema contra incendio el cual utilizara agua salada; como también el estudio de un sistema de achique. Se pasara por un proceso de análisis muy cauteloso para poder seleccionar los materiales y elementos correctos los cuales serán instalados en la embarcación. . Del TarréVandrell (2011)

2.1.5 Propuesta de un plan de emergencia y contra incendios para yates de recreo de grandes esloras.

El objetivo de este trabajo es implementar en yates de grandes esloras un sistema contra incendios y de emergencias de última tecnología para que su funcionamiento sea óptimo y eficaz, así como también tener un plan de evacuación para toda la tripulación en caso de que toque abandonar la embarcación. Teniendo en cuenta todos estos sistemas e incluso planes de evacuación se podrían evitar grandes catástrofes si es que cada una de las personas a bordo de la embarcación lo pone en práctica en el momento de que suceda algún percance en el momento de estar navegando en altamar. Plana, P. (2014)

2.1.6 Análisis, descriptiva y comparativa del sistema contra incendios de un buque Ro-Pax.

Se basa en el análisis del sistema contra incendios que posee el buque, analizando la prevención, dándonos a conocer cómo funciona al momento de prevenir y detectar el incendio, así como también nos explica cómo actuar en caso de que la tripulación necesite evacuar la embarcación. Al mismo tiempo nos comprueba que el sistema si respeta las especificaciones marcadas por el SOLAS. Obtener tener una visión clara de cómo se entrega la normativa e instrucciones a toda la tripulación que opera en el buque en caso de que se produzca algún incendio poder actuar de manera correcta, así tomando las mejores decisiones las cuales ayudaran a salvar vidas. García, J. (2011).

2.1.7 Análisis y dimensionado de los sistemas C.I., seguridad y salvamento de un buque tipo carga general.

Este trabajo de titulación tiene como principal objetivo la descripción, cálculo y el dimensionamiento de la instalación de un sistema contra incendio para un buque de carga general, así como también sus distintos planes de evacuación de la tripulación en caso de ser necesario. Para el desarrollo del proyecto se realizara la instalación de un sistema fijo contra incendios de agua en el buque, la instalación de un sistema fijo en el cuarto de máquinas y el equipamiento de extintores portátiles, así como también dispositivos de protección y salvamento para que sean utilizados por las personas que se encuentren a bordo de la embarcación. Todo esto garantizara la seguridad de toda la tripulación. Vallori, M. (2012)

2.1.8 Análisis del firefightsystem para embarcación maerskdispatcher.

En el presente trabajo explica el diseño de un sistema contra incendios implementando tecnologías de punta en el buque Maersk Dispatcher de la empresa ASENNAV S.A. Este sistema está conformado por elementos hidráulicos, mecánicos y electrónicos, los cuales serán comandados por un PLC. También realiza un análisis general de cada uno de los elementos que conforman el sistema automatizado y a su vez, se hace un estudio de los componentes que integran el sistema contra incendios, poniendo énfasis en el PLC que es la parte central del sistema. Castillo, P. (2009)

2.1.9 Diseño y comparación de dos instalaciones fijas contra incendios en un buque portacontenedores.

Este proyecto se basa en el estudio de los sistemas contra incendios más utilizados a bordo de los buques. Los más comunes son los de extinción por agua, los sistemas fijos de CO₂, sistemas fijos de espuma. Además se realiza la comparación técnica, económica y medioambiental. Igualmente se analiza el sistema de un portacontenedor Verónica B que tiene 160 metros de eslora y 25 metros de manga y pertenece a la compañía Boluda Corporación Marítima. Finalmente tiene como fin de comprender la importancia de un sistema fijo contra incendios que será instalado en el porta contenedores donde se hará referencia a la combustión y al fuego. Carbonell, Navarro (2014)

2.1.10 Sistemas de extinción de incendios de un bulkcarrier de 160.000 TPM

El objetivo principal de este trabajo es definir los distintos sistemas contraincendios que deben instalarse en la embarcación tanto en habitación con en el cuarto de máquinas. Este sistema es diseñado para un buque que está elaborado para transportar carbón, mineral o grano. En este trabajo nos describen los diferentes sistemas de extinción fijos que tendrá el buque como son: Los sistemas fijos de CO₂, sistema general de agua y los sistemas portátiles. Se explicacada elemento que conforma cada uno de los diferentes sistemas, así como la funcione que tiene cada uno de ellos. Perez, M. (2010)

2.2. Fundamento de los incendios

El fuego es uno de los descubrimientos más importantes y de mayor utilidad en el ser humano. Es utilizado en la mayoría de trabajos e industrias. Así como es de

suma importancia, también puede ser un terrible destructor. Por lo que se clasifica de la siguiente manera según Bósquez (2013):

Fuego útil: Es el fuego que las personas utilizan para el servicio. Bósquez (2013)

Fuego perjudicial: Es el que causa pérdidas humanas y daños materiales, más conocido como incendio. Un incendio es una combustión que se inicia de manera espontánea sin tener control del mismo. Un incendio se lo puede denominar como una combustión. En otras palabras, es una reacción fisicoquímica entre el combustible y el comburente (oxígeno).Bósquez (2013)

2.2.1. Triángulo y tetraedro del fuego

En triángulo del fuego están presentes los componentes que son indispensables para que se de la combustión. Deben de existir los tres elementos del triángulo para que un combustible se prenda y comience a arder. La manera más sencilla para poder extinguir un fuego nos la explica el triángulo que la llama se apagara si llega a faltar uno de los elementos que lo constituyen. Geraldino (2009)



Figura 2. 1: *Triángulo de fuego*

Fuente: Geraldino (2009)

2.2.2. Triángulo de fuego

Como se puede ver en la imagen los lados que componen el triángulo del fuego son:

- El combustible: este es el elemento primordial para la combustión y puede estar presente en tres estados: sólido, líquido o gaseoso.
- El comburente: en la mayoría de ocasiones el comburente principal es el oxígeno que es el que alimenta al fuego.
- La energía de activación: es la energía que se necesita para iniciar la combustión. Geraldino (2009)

Queda claro que si eliminamos uno de los elementos que conforman el triángulo el fuego se apagará.

En el triángulo del fuego se puede observar que están presentes los elementos fundamentales que todos juntos hacen que se produzca la reacción de combustión. Pero para que se puedan mantener la combustión, es necesario un nuevo y cuarto elemento que es la reacción en cadena. Así al aumentar este cuarto elemento que es la reacción en cadena en el triángulo de fuego se obtiene el tetraedro de fuego. Geraldino (2009)



Figura 2. 2: *Tetraedro de fuego*

Fuente: Geraldino (2009)

2.2.3 Aspectos de la combustión

La combustión se caracteriza por ser una reacción exotérmica es decir, que produce calor y una reacción que absorbe el calor llamada endotérmicas. Existen diferentes tipos de combustión dependiendo de su velocidad; estas se clasifican en:

Combustión lenta: En esta combustión no existe generación de luz, ya que se produce a una temperatura muy baja inferior a 500°C.

Combustión viva: En esta combustión si existe generación de luz, a lo que comúnmente se le llama fuego. Se presentan dos tipos en la combustión viva, la incandescencia y la flama. La incandescencia es cuando se produce la combustión de dos cuerpos sólidos y el de flama es cuando se produce una mezcla de gases combustibles con el aire. Bósquez (2013)

Combustión explosiva: Esta combustión se produce a grandes velocidades de ciertas mezclas de gases inflamables y aire. La generación de energía se produce a velocidades extremadamente altas que no tiene tiempo de dispersarse, por lo que se produce una explosión. Bósquez (2013)

2.2.4 Tipos de fuegos

Según Bósquez (2013) los tipos de fuegos son clasificados según la materia combustible que los produce.

2.2.4.1 Fuego tipo “A” Sustancias carbonosas

Es la manera en que arden el papel, telas, madera y sustancias celulósicas. Su principal característica es que poseen dos tipos de combustión, cuando se produce llama y de manera incandescente, las que se pueden dar al mismo tiempo. Bósquez (2013)

2.2.4.2 Fuego tipo “B” Líquidos inflamables

Se basa en fuegos que se producen en líquidos como petróleo, gasolina, aceites, grasas, alcohol, entre otros, que a comparación del agua son más ligeros, ya que si fueran más pesados seria tratados como tipo A. Se logra su extinción al abatir la flama ya que no tienen combustión incandescente. Bósquez (2013)

2.2.4.3 Fuego tipo “C” Eléctricos

Es el fuego que se genera en aparatos los cuales producen, transforman o utilizan energía eléctrica. Pueden tratarse de fuego de tipo A o B solo que la única diferencia es que en el momento de extinguir la llama puede ser peligroso para el ser humano ya que se puede electrocutar. Bósquez (2013)

2.2.4.4 Fuego tipo “D” Fuegos especiales

En este tipo de fuego se encuentran todas aquellas sustancias que en su mayoría son químicas, las cuales necesitan agentes especiales para lograr su extinción debido a la manera especial en la que se da su combustión. Bósquez (2013)

2.3. Fundamentos de los sistemas contra incendios

Este tema se basara básicamente en la función que tienen los sistemas contra incendios y como están conformados.

2.3.1 Sistema de detección

Según Luengo (2013) se conoce como detección de incendios a la acción de descubrir y avisar que está en curso un incendio en un lugar determinado. Los sistemas de detección de incendios tienen como función principal salvar vidas humanas en lugar de proteger los bienes. Existen los siguientes tipos de sistemas de detección:

2.3.1.1 Sistema de detección convencional.

Las instalaciones de detección de incendios convencionales tienen una gran ventaja, ya que poseen una larga duración y un mantenimiento mínimo. Además la forma en que se controla es muy sencilla haciéndolos muy comunes en el mercado. En caso de que exista un incendio, este sistema indica solamente la zona pero no nos indica de manera exacta donde se encuentra ubicado el detector que se activó. Luengo (2013)

2.3.1.2 Sistema de detección analógico.

Este sistema ayuda a identificar cada elemento de manera individual. La central automática de detección posee monitor donde se presenta el elemento de detección que se activó, un CPU, un teclado de mando con pulsadores y leds, tarjetas electrónicas de control de los lazos de detección, una fuente de alimentación, que deben tener un amperaje capaz de alimentar cada elemento que conforman el sistema. Estos sistemas poseen también otros elementos totalmente diferentes a los que conforman al sistema convencional los cuales son:

- Módulo de monitorización especialmente para los sectores de detección donde se encuentran los detectores convencionales.
- Módulos de monitorización especialmente para señales técnicas.
- Módulos de control y activación los cuales engloban las alarmas acústicas.
- Módulos pequeños de monitorización para pulsadores de alarma.
- Pulsadores de Alarma. Luengo (2013)

2.3.2 Red contra incendios

En ocasiones es necesario el uso de grandes cantidades de agua como agente extintor, por lo que es esencial realizar una buena estructuración y un excelente diseño de la red contra incendios, teniendo en cuenta cada uno de los detalles para que su funcionamiento sea exacto y que en ningún momento se pierda la eficacia del circuito. Del Tarré Vandrell (2011).

2.3.2.1 Componentes de la red contra incendios

La embarcación debe tener una red contra incendio diseñada, de tal manera que desde cualquier punto pueda ser operada y en las condiciones más adversas que puedan presentarse. Esto implica que la instalación del sistema contra incendios tiene que estar conformada por una serie de distintos componentes. Estos componentes o equipos se encuentran divididos en dos grupos, equipos fijos y equipos móviles. En los equipos fijos se encuentran las bombas contra incendio la cual es la encargada de proveernos agua, el circuito de distribución, los chupones, las válvulas, hidratantes, los instrumentos de control y los monitores fijos. Y los equipos móviles están compuestos por las mangueras, los racores, las derivaciones, las boquillas, las lanzas, los reductores, los mezcladores y el equipo diverso. Del Tarré Vandrell (2011).

2.3.2.2 Abastecimiento de agua

La fuente más importante de un sistema contra incendios es el mar, ya que es un recurso inagotable. Sin embargo, según donde se encuentren y según cuál sea la situación esa disponibilidad de agua puede verse disminuida. Al considerar algunas situaciones como la navegación por el río, lugares de poco calado o en algún lugar

donde exista alta contaminación de las aguas. Si se presentan esas circunstancias, las bombas contra incendios arrastrarían al interior del circuito basura que provocaría que el nivel de eficiencia del sistema disminuya. Por otro lado, es necesario mantener el sistema contra incendios alimentado de agua en los casos en que la embarcación se encuentre en reparación, estancia en dique o armamento. Se debe tener instalado el equipo necesario para suministrarle agua desde tierra a nuestra embarcación, ya que esta no es autosuficiente. Del Tarré Vandrell (2011).

2.3.3. Equipos móviles de la red contra incendios

Son aquellos equipos que pueden ser transportados al lugar donde se está produciendo el incendio para su posible extinción.

2.3.3.1 Mangueras

Son tuberías flexibles las cuales se utilizan para transportar el agua desde los puntos de conexión de los hidratantes a posiciones próximas al fuego.

Estas mangueras son la parte más vulnerable de todo el sistema, por lo que es importante revisarlas de manera frecuente para poder saber si están en buen estado, caso contrario tocaría cambiarlas. Estas mangueras están elaboradas de un material que les proporciona una excelente resistencia, lo cual hace que aguanten elevadas presiones y sobre todo deben de aguantar la abrasión, por esto están hechas de fibra sintética y recubiertas de caucho. Del Tarré Vandrell (2011).

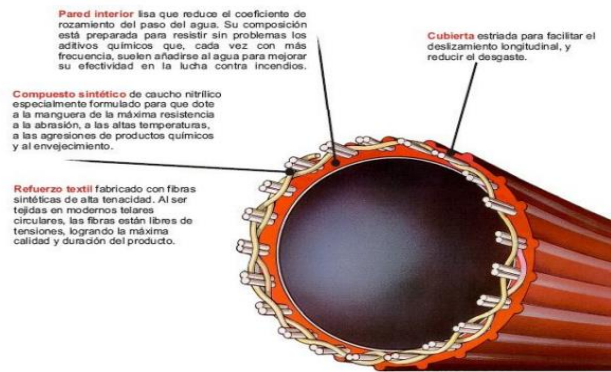


Figura 2. 3: *Manguera de fibra y caucho*

Fuente: Del Tarré Vandrell (2011).

2.3.3.2 Lanzas de agua

Son de forma cilíndrica, que al estar conectada al extremo de una manguera permiten lanzar agua en cualquier dirección. Del TarréVandrell (2011).

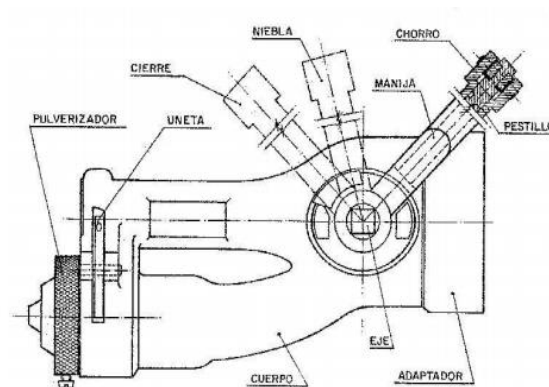


Figura 2. 4: *Lanzas de agua*

Fuente: Del Tarré Vandrell (2011).

2.3.3.3 Extintores

El número de extintores así como el tipo a instalar queda especificado en las normativas correspondientes. Los tipos que se suelen utilizar a bordo son los siguientes.

- **Extintores de agua:** estos extintores pueden ser de dos maneras distintas de chorro de agua o de presión incorporada, con o sin aditivos. ser de presión incorporada y de agua a chorro, con o sin aditivos. El extintor debe estar presurizado con aire, teniendo un rango de presión máxima de 8 Kg/cm². Poseen un alcance que va desde los 8 a 10 metros y su duración de funcionamiento hasta que se descargue es aproximadamente de un minuto. Funcionan principalmente para extinguir fuegos de clase A. Su fin es sofocar, enfriar y diluir la llama. No se recomienda su uso en fuegos de presencia eléctrica, ya que dañaría los aparatos eléctricos y produciría un cortocircuito. Rodríguez (2011).



Figura 2. 5: *Extintor de agua*

Fuente: Rodríguez (2011).

- **Extintores de espuma:** Funcionan por presión adosada. Su funcionamiento es similar a los de agua, solo que poseen disuelto un espumógeno en lugar de agua y tiene un diseño especial de la boquilla de descarga ya que es

necesaria la admisión de aire para este tipo de extintores. Se utilizan para fuegos de clase A y B. Rodríguez (2011).



Figura 2.6: *Extintor de espuma*

Fuente: Rodríguez (2011).

- **Extintores de anhídrido carbónico:** se activan cuando se deja escapar la presión con la que se ha almacenado el CO₂ y esto se consigue al abrir la válvula. El anhídrido carbónico se encuentra en el interior del cilindro como un gas licuado. El gas se impulsa por la presión que posee el cilindro provocando que una parte se gasifique por la absorción de calor y la otra parte se convierte en nieve carbónica. Su principio de funcionamiento es por sofocación de la llama. La boquilla de descarga tiene acoplada una manguera alargada por donde se expulsara el CO₂. La temperatura a la que sale la nieve carbónica es de -79° C por lo que hay que tener mucha precaución. Las cargas varían teniendo un rango que va desde 2 a 9 Kg, consiguiendo un alcance máximo de 3 metros. El CO₂ se utiliza en fuegos de clase A y B.
- Tiene la característica de ser dieléctrico. Rodríguez (2011).



Figura 2.7: *Extintor CO2*

Fuente: Rodríguez (2011).

- **Extintores de polvo:** Existe una gran variedad pero los más utilizados son:



Figura 2.8: *Extintor de polvo químico seco*

Fuente: Rodríguez (2011).

Polvo seco o normal: están compuesto de bicarbonato que actúan sobre la reacción en cadena inhibiéndola. Se utilizan para fuegos clase B y C. Rodríguez (2011).

Polvo seco polivalente o anti-brasa: están compuestos por sales amónicas o de fosfato, estas se descomponen por medio del incremento de temperatura dejando una sustancia pegajoso que sella las brasas, lo cual hace que sofoque y extinga el

incendio. Se emplea principalmente para fuegos de clase A, B y C. Estos no son conductores por lo que se pueden utilizar en aparatos eléctricos. Su capacidad varía dependiendo del tamaño, podemos encontrar de 1kg hasta 12kg y poseen un alcance máximo de 7 metros, con un tiempo de descarga que va desde los 15 a 30 segundos dependiendo de su capacidad. Rodríguez (2011).

Polvos especiales para metales: este tipo de extintores son especialmente para fuegos clase D. Están compuestos de un gas llamado Halón 1211, en el cual se encuentran presentes átomos de halógenos en lugar de hidrógeno y se almacena de manera licuada. Estos funcionan de tal manera que sofocan e inhiben el fuego. No son conductores de la electricidad. Es ligeramente tóxico por lo que es importante ventilar la habitación después de haberlo activado. Rodríguez (2011).

2.4. Automatización de los sistemas contra incendios

Se basa en la descripción de cada uno de los elementos que forman parte de un sistema automatizado contra incendio en una embarcación.

2.4.1 Alarmas Acústicas

Las alarmas acústicas tienen la misión de avisar que se ha iniciado un incendio a las personas que se encuentran dentro de la embarcación, de manera que puedan tomar las debidas precauciones y poder evacuar el lugar rápidamente; por ello deben estar situadas en lugares estratégicos para que sean oídas en cualquier zona de la embarcación.

En ocasiones es imposible oír la alarma porque existe emisión de ruidos de alta intensidad, por lo que se instalan sistemas óptico-acústicos los cuales emiten una luz intermitente para ser visualizada inmediatamente. Rodríguez (2011).



Figura 2. 9: Alarmas acústicas

Fuente: Rodríguez (2011).

2.4.2. Sistemas de detección y alarma (Instalaciones fijas)

El objetivo de un sistema de detección y alarma es el de darnos la señal de que hay un incendio y transmitir la noticia para poder comenzar con el control del mismo y la posible evacuación. Existen dos tipos de detección:

- Detección humana: Se basa en la detección del fuego ya sea visual o por medio del olfato, sin que intervengan sensores o alarmas. Este tipo de detección está quedando en desuso a favor de la detección automática, ya que presenta varias desventajas, entre ellas que el fuego suele encontrarse en un importante grado de evolución, o que quién lo detecte no le dé tiempo a avisarlo.
- Detección automática: permiten la detección y localización automática o semiautomática del fuego, accionando, opcionalmente, los sistemas fijos de extinción de incendios. Este tipo de detección presenta las ventajas de una mayor eficacia, ya que su detección es inmediata, además permite vigilar zonas inaccesibles para la vigilancia humana. Caballero de la Fuente (2011).

2.4.3 Dispositivos iniciadores y anunciadores

Estos dispositivos son los que conforman un sistema de detección y alarma contra incendios ya permiten monitorear y controlar. Existen diferentes tipos de dispositivos los cuales poseen sus propias características, por lo cual se debe seleccionar según la aplicación. Ibarra (2009).

2.4.3.1 Estación manual

Se denomina estación manual al dispositivo que es capaz de generar una señal de alarma la cual es accionada de manera manual y posee el mismo principio de un interruptor, ya que es un contacto normalmente abierto. Las características fundamentales de una estación manual son las siguientes:

- Son elaboradas de un material altamente resistente.
- Deben poseer un color fácil de identificar, que por lo general es el color rojo.
- Posee una memoria mecánica, ya que una vez que se activa se mantendrá así hasta que se reinicie de forma manual. Ibarra (2009).



Figura 2.10: Estación Manual
Fuente: Ibarra (2009).

2.4.3.2 Detectores Fotoeléctricos u ópticos de Humo.

Estos detectores son de gran utilidad para conatos de incendio, donde entran en funcionamiento cuando arden materias orgánicas provocando grandes cantidades de humo y al suceder esto nos prevé el inicio del incendio.

Estos sensores detectan de manera rápida y eficaz, haciendo posible actuar de forma inmediata utilizando equipos manuales de extinción dominando las llamas antes de que el incendio se propague haciendo, ya que si ocurre esto se hará más complicado poder controlarlo. Estos sensores tienen como principio el efecto Tyndall, el cual se basa en la dispersión de la luz. También son útiles en incendios originados por electricidad. Del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.11: *Detector fotoeléctrico de humo*

Fuente: Del Tarré Vandrell (2011).

2.4.3.3 Detectores Iónicos de Humo.

Su funcionamiento se basa principalmente en una cámara de ionización. El detector posee un componente radioactivo que se denomina Americio 241, está conformado por dos cámaras: una tiene la función de medir y otra de compensación. Suele montarse en lugares donde se prevé que si hay un incendio existirá gran cantidad de humo. Detecta rápidamente humos negros, pero también es capaz de detectar partículas invisibles que se producen por la combustión y humos que se

pueden percibir. Es un detector poco empleado ya que posee una fuente radiactiva y por su elevado costo de mantenimiento. Del Tarré Vandrell (2011).

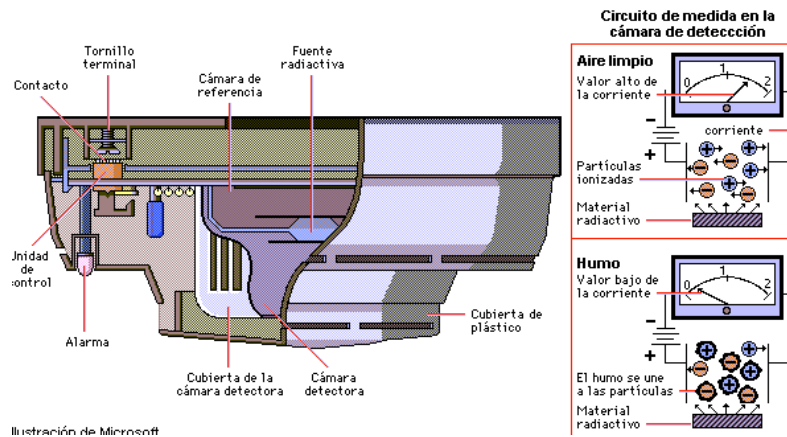


Ilustración de Microsoft

Figura 2.12: *Detector iónico de humo*

Fuente: Ibarra (2009)

2.4.3.4 Detectores Térmicos de Temperatura Fija.

Este sensor entra en funcionamiento al detectar el incremento de temperatura. Cuando la temperatura se incrementa a un valor determinado el detector se activa, enviando una señal al sistema de detección de incendios. Se monta en lugares donde prevé que existirá una alta temperatura en caso de que se produzca un incendio. Del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.13: *Detector térmico de temperatura*

Fuente: Del Tarré Vandrell (2011).

2.4.3.5 Detector Térmico por gradiente de temperatura.

Este detector entra en funcionamiento cuando la temperatura incrementa de forma gradual y posee por lo general un gradiente entre 5°C/minuto a 10°C/minuto esto depende del fabricante. Estos detectores (al igual que los térmicos) son especialmente para lugares donde se pueden originar incendios con gran cantidad de humo. También es indispensable instalarlos en lugares donde se prevé que se dará un incremento rápido de la temperatura en caso de incendio. Del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.14: *Detector térmico*

Fuente: Botta (2013)

2.4.3.6 Detectores de Llama

Existen dos clases de detectores de llama, estos pueden ser los siguientes:

a.- Detectores de llama infrarrojos (IR): este se instala cuando se van a detectar incendios que se prevé su inicio con llama de radiación infrarroja. Del TarréVandrell (2011).

b.- Detectores de llama ultravioleta (UV): se instalan para detectar llamas ultravioletas provocadas por la combustión de gases como el butano, metano, entre otros. Del Tarré Vandrell (2011).

c.- Detectores de llama ultravioleta e infrarrojo (UV + IR): estos se instalan cuando se van a detectar radiación infrarroja o ultravioleta. Del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.15: *Detector de llama*

Fuente: Botta (2013)

2.4.3.7 Lineales o barreras Infrarrojos.

Estos sensores se encargan de detectar el humo y son utilizados cuando se prevé que existirán grandes volúmenes de humo, con alturas mayores a 12 metros. Poseen un alcance que va desde los 10 hasta los 100 metros.

Están formados por dos partes: el emisor y el receptor, estos se encuentran ubicados uno frente al otro, deben de estar alineados de manera exacta así evitamos que se produzcan falsas alarmas. El sensor se activa cuando el humo atraviesa el haz de rayos infrarrojos que emiten. Del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.16: *Lineales infrarrojos*

Fuente: Botta (2013)

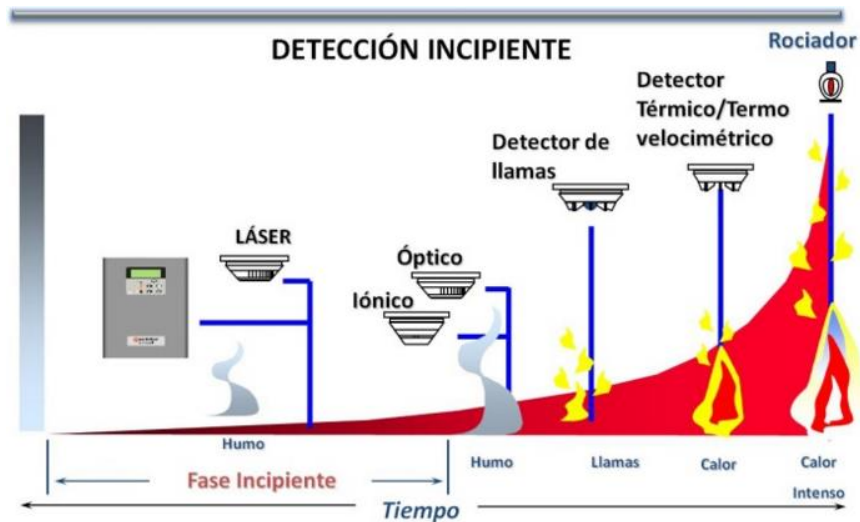


Figura 2.17: Niveles de los diferentes detectores de incendios

Fuente: Botta (2013)

2.4.3.8 Cable Detector Lineal de Temperatura

El funcionamiento de este detector se da en el momento que la temperatura incrementa por efecto del incendio, esto hace que una capa aislante del cable se funda produciendo un corto circuito emitiendo así la señal.

Este debe montarse sobre las bandejas de una manera especial que quede en zig-zag en tanques de almacenamiento de combustibles líquidos. (del Tarré Vandrell, 2011)



Figura 2.18: Cable detector lineal de temperatura

Fuente: Botta (2013)

2.4.3.9 Paneles Repetidores.

Estos paneles se montan para señalar donde se activo la alarma de incendio y su ubicación debe ser distinta de donde se encuentre situado el sistema de detección de incendios.

Posee un tablero de leds que van a ser los encargados de señalar la zona donde se activo el sensor.

Esta central automática debe ser instalada en un lugar donde siempre exista una persona pendiente en caso de que se active alguna alarma, es recomendable instalarlo en un área estratégica de la embarcación como por ejemplo en alguna de las cabinas.del Tarré Vandrell (2011).



Figura 2.19: *Panel repetidor*
Fuente: Botta (2013)

2.4.3.10 Alarmas Acústicas

Las alarmas acústicas tienen la misión de avisar que se ha iniciado un incendio a las personas que se encuentran dentro de la embarcación, de manera que puedan tomar las debidas precauciones y poder evacuar el lugar rápidamente; por ello deben estar situadas en lugares estratégicos para que sean oídas en cualquier zona de la embarcación.

En ocasiones es imposible oír la alarma porque existe emisión de ruidos de alta intensidad, por lo que se instalan sistemas óptico-acústicos los cuales emiten una luz intermitente para ser visualizada inmediatamente. del Tarré Vandrell (2011).

2.5. Sistemas contra incendios

Se pueden encontrar diferentes sistemas contra incendios en las embarcaciones pero el más importante y el más utilizado es el sistema de agua.

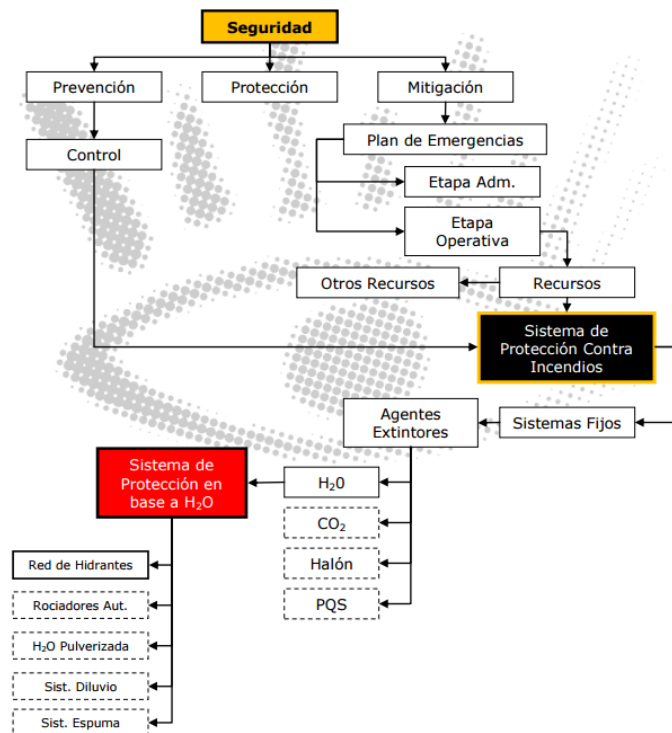


Figura 2.20: *Sistemas de protección contra incendios*
Fuente: Botta (2013)

2.5.1. Los sistemas fijos de gas

Existen diversos tipos de agentes gaseosos siendo el más conocido o común el CO₂. La función que tienen las tuberías es de transportar el agente extintor a los espacios protegidos los cuales siempre tienen válvulas de control y debe de estar

claro los espacios por donde van a pasar las tuberías. Los componentes que integran este sistema son las tuberías, un conjunto de botellas dependiendo del volumen del espacio que vamos a proteger, un sistema de retardo y de disparo. Este sistema está diseñado para operar de manera independiente de una fuente de energía eléctrica. Esta descarga de CO₂ requiere de un disparo previo que activa la batería de botella y ponga en funcionamiento el sistema de aviso acústico y luminoso en el lugar donde se realizara la descarga.

Ventajas del dióxido de carbono:

- No deja residuos que puedan dañar los equipos.
- No es corrosivo.
- No es conductor eléctrico.
- Fácil almacenamiento.
- Económico.
- Eficaz después de tenerlo almacenado mucho tiempo. Bleye Vicario (2012)



Figura 2.21: Sistema fijo de gas
Fuente: Bleye Vicario (2012)

2.5.2. Los sistemas fijos de polvo químico seco

Este sistema se activa mediante gas inerte, como el nitrógeno, que va almacenado en recipientes de presión.

El sistema que va a la zona de carga está conformado por dos equipos independientes de producto químico en polvo con su respectivo control de mando y tuberías fijas. Bleye Vicario (2012).



Figura 2.22: Sistema fijo de polvo químico seco

Fuente: Bleye Vicario (2012)

2.5.3. Los sistemas fijos de espuma

Estos sistemas se pueden encontrar en espacios de máquinas, salas de calderas y en cubierta.

Es necesario que el volumen del sistema de espumas sea 5 veces mayor que los espacios que van a proteger y deben poder estar activos por lo menos 15 minutos en las embarcaciones. La espuma procedente del sistema será proyectada por cañones los cuales serán controlados por un sector de mando y monitoreo para forma manual así como también por sensores de manera automática. Bleye Vicario (2012)



Figura 2.23: Sistema fijo de extinción por espuma
Fuente: Bleye Vicario (2012)

2.5.4. Los sistemas fijos de agua

En estos sistemas existen dos tipos:

- Los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersion de agua a presión y por nebulización.
- Los sistemas automáticos de rociadores, de detección de incendios y de alarma contra incendios. Bleye Vicario (2012).

Los sistemas de agua son los ideales, ya que es un agente que es abundante, sencillo de almacenar, no es toxico ni asfixiante para las personas. Todas las embarcaciones de pasajeros se ven en la obligación de tener en todos sus espacios sistema de rociadores. Los componentes son iguales a los que encontramos en tierra los cuales son: válvulas de control, tuberías, rociadores y sobre todo lo más importante el agua. Con esto podemos decir que este sistema es igual a un sistema automático en tierra tiene su mismo funcionamiento y su misma finalidad. Este sistema posee una bomba la cual tiene principalmente como función la tener de manera automática las descarga de los rociadores al ser activada por algún sensor. Su funcionamiento automático se da cuando existe una baja de presión en el sistema, antes que la reserva del tanque de agua dulce

se agote por completo. Si es necesario bombeara agua del mar hasta que se detenga el sistema. Cada una de las secciones donde se encuentran rociadores cuenta con los medios necesarios para dar de manera automática señales de alarmas tanto visuales como acústicas cuando el rociador empieza a funcionar. Poseen indicadores que serán los que se van a encargar de enseñarnos en que parte de la embarcación se está dando el incendio, y estarán en el puesto centra de control y dicha señal también será recibida inmediatamente por la tripulación. Bleye Vicario (2012)



Figura 2.24: *Sistema fijo de agua*
Fuente: Bleye Vicario (2012)

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CONTRA INCENDIO

3.1. Antecedentes

Es una embarcación moderna de gran tamaño posee 4 cubiertas, con una estructura de aluminio que la hace resistente y ligera. Posee una capacidad aproximada de 20 a 25 personas, las cuales disfrutarán del mejor confort y lujo.

Descripción y características de la embarcación

3.2.1 Descripción de la embarcación



Figura 3.1: Diseño del yate de 45 metros de eslora
Fuente: Gerardo Vargas

Es un yate con una longitud de 45 metros de eslora, posee una estructura fuerte de aluminio lo que lo hace más ligero permitiendo que sus dos motores sean más eficaces dándoles un mejor desempeño. Tiene un casco de acero lo cual lo hace más resistente ante cualquier golpe. La embarcación posee cuatro cubiertas, en la primera cubierta se encuentra el cuarto de máquinas. La segunda cubierta está conformada por dos camarotes uno principal y uno secundario, cada camarote posee su respectivo baño, también se encuentra la sala, el comedor, cocina, camarote de las personas de servicio, baño de visitas y una pequeña bodega para implementos de limpieza. En la tercera cubierta se encuentra la cabina de control.

En la cuarta y última cubierta se encuentra una pequeña sala de estar donde se tiene una gran vista ya que es la cubierta más alta del yate.

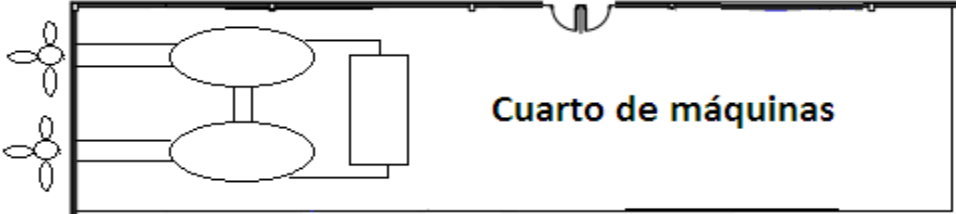


Figura 3.2: Primera cubierta

Fuente: Gerardo Vargas.

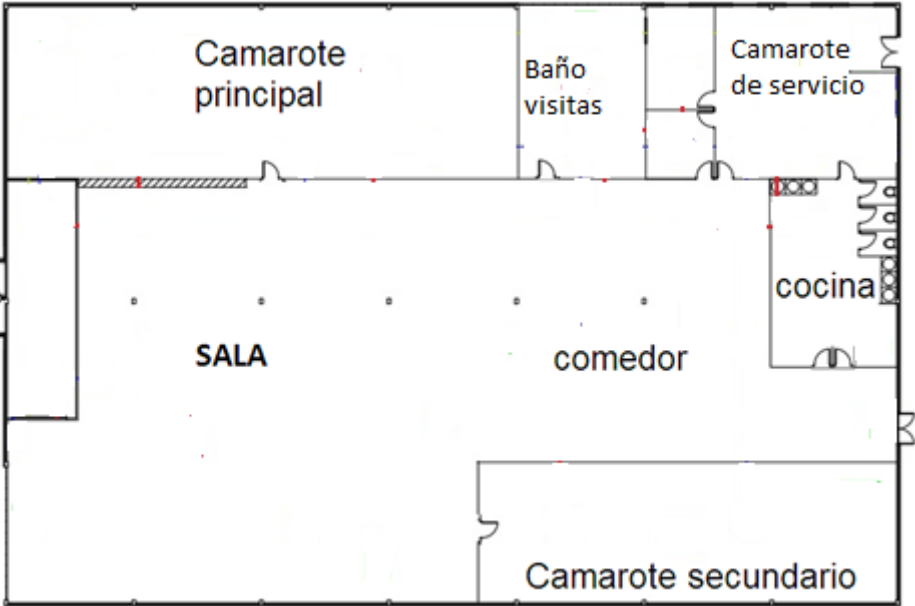


Figura 3.3: Segunda cubierta

Fuente: Gerardo Vargas.

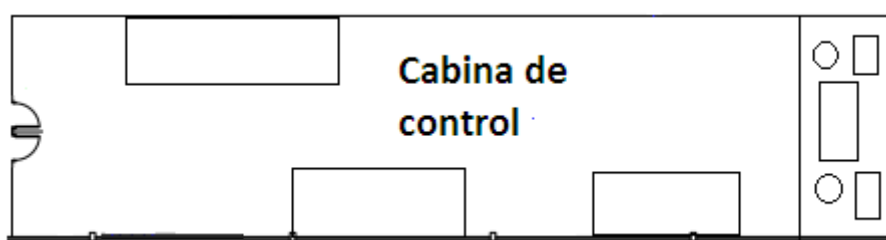


Figura 3.4: Tercera cubierta

Fuente: Gerardo Vargas.

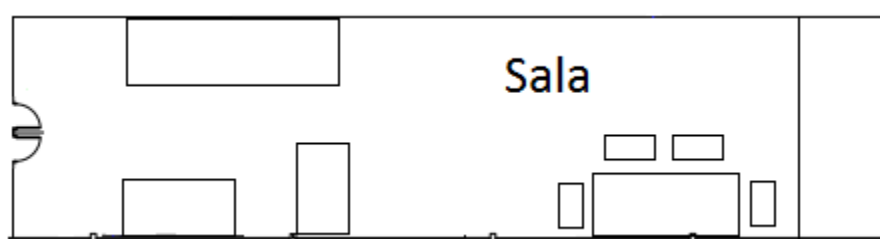


Figura 3.5: Cuarta cubierta

Fuente: Gerardo Vargas.

3.2.2 Características de la embarcación

La embarcación posee 45 metros de eslora, pero su eslora de flotación equivale solo a 34.45 metros. Tiene dos motores con una potencia de 985kw cada uno lo que le da una velocidad máxima de 18 nudos. La capacidad máxima de combustible es de 73500 litros que permite realizar largos viajes. Con todas estas características hace que esta embarcación tenga un alto desempeño en aguas abiertas.

Eslora total	45 metros
Eslora de flotación	34,45 metros
Manga de trazado	9,5 metros

Puntal de diseño(a máxima carga)	4,5 metros
Capacidad de combustible	73500 litros
Velocidad máxima	18 nudos
Motores principales	2x985 kw

Tabla 3.1. Características de la embarcación
Fuente: Gerardo Vargas.

3.2. Análisis del sistema contra incendio

3.3.1. Análisis general del sistema

El sistema contra incendio está comprendido básicamente de entradas que son los sensores los cuales se activan al momento de que exista un incendio en cualquiera de las 4 cubiertas del yate, al activarse el sensor pasa la señal al PLC que es el encargado de enviar la señal, tanto a las sirenas que son las que dan la señal de alarma para que las personas sepan que se está desarrollando un incendio, así como también a la bomba de agua para que se ponga en funcionamiento y pueda proveer agua a los rociadores que son los encargados de extinguir el incendio.

3.3.2. Funciones del sistema

Este sistema posee 6 funciones fundamentales las cuales debe cumplir para que tenga la mayor eficacia para detectar y combatir las llamas en caso que se produzca un incendio.

- **Detección del incendio:** El sistema debe ser capaz de detectar de manera rápida y eficaz que se está desarrollando un incendio, ya que de esto depende la vida de la tripulación y pasajeros a bordo.

- Localizar: Al darse la detección del incendio debe avisar el lugar exacto de donde se está produciendo el incidente.
- Alerta de incendio: Al mismo tiempo que se localiza el lugar del incidente debe activarse la sirena y luces de emergencia para poder comunicar a las personas a bordo que existe un incendio, para que estén atentos si es que se debe evacuar la embarcación.
- Extinción del incendio: En esta etapa el sistema debe ser capaz de poder extinguir el incendio que se está desarrollando en el lugar donde se lo detecto anteriormente. Se debe activar el sistema contra incendio que en este caso será de agua por medio de rociadores.
- Evacuación de las personas a bordo: En caso de que el incendio se salga de control y ya haya evolucionado mucho por alguna falla o error debe de existir señales que indique por donde es el camino más rápido y más seguro para llegar a los botes salvavidas para poder abandonar la embarcación.
- Supervisión del correcto funcionamiento del sistema: El sistema avisara si los sensores que están ubicados en lugares estratégicos a lo largo de la embarcación están en funcionamiento.

3.3.3. Características del sistema

- Sensores en la detección de incendio: El sistema se caracteriza por tener equipada cada una de las 4 cubiertas con sensores de humo cuales serán la señal de entrada y por lo tanto enviaran la señal al PLC (controlador lógico programable) en caso de que se produzca un

incendio. También nos indicara en cuál de las 4 cubiertas se está produciendo el incidente.

- Actuadores para el sistema de alerta: se caracteriza por poseer sirenas la cuales se activaran cuando el sensor mande la señal al PLC el cual activara inmediatamente la señal acústica la cual será escuchada por todas las personas a bordo ya que cada cubierta estará equipada con una sirena.
- Actuadores de extinción de incendios: se encontrara una serie de rociadores en cada una de las 4 cubiertas y estos rociadores serán alimentados por una bomba que absorberá agua del mar, la cual será activada por el PLC.
- Actuadores para sistema de evacuación en caso de incendio: Al momento de detectarse el incendio se encenderán automáticamente las luces de emergencia que estarán distribuidas en cada una de las cubiertas de la embarcación.

3.3.4. Diagrama de flujo del sistema contra incendio

Este diagrama de flujo se basa en el funcionamiento del sistema contra incendio de la embarcación. Al momento de activarse los sensores, estos activan la alarma y al mismo tiempo dan la señal para que la bomba contra incendio se encienda para que pueda activar los rociadores.

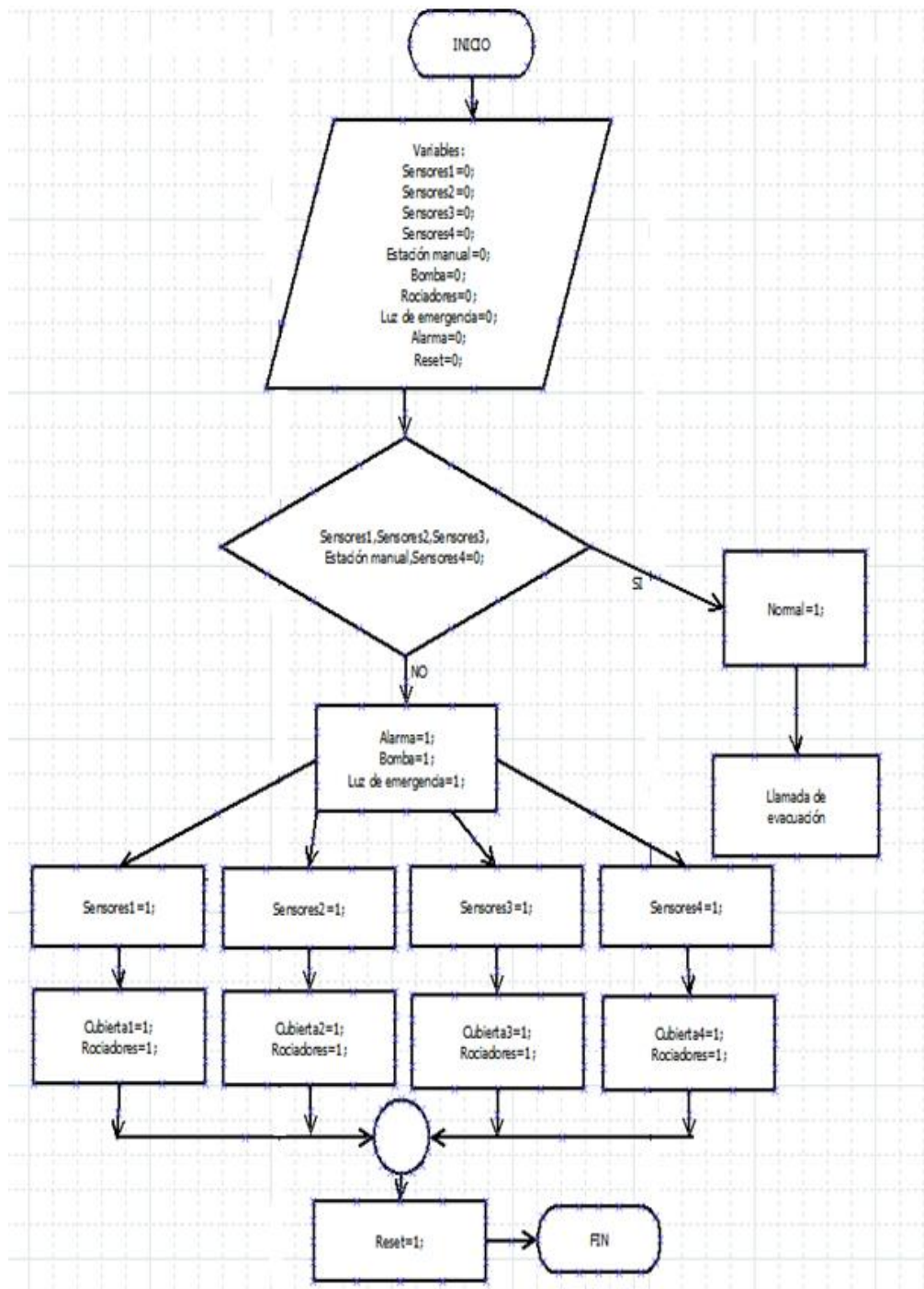


Figura 3.6: Diagrama de flujo sistema contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

3.3. Diseño del sistema automatizado contra incendio

3.4.1. Diagrama de flujo PLC

Este diagrama indica la función que tiene el PLC en el sistema contra incendio. Al momento de activarse algún sensor activa uno de los 4 relés, esto da paso a que se

active la alarma y la bomba contra incendio. Al mismo tiempo indicara en que cubierta se activo el sensor y así indica donde está ocurriendo el incendio.

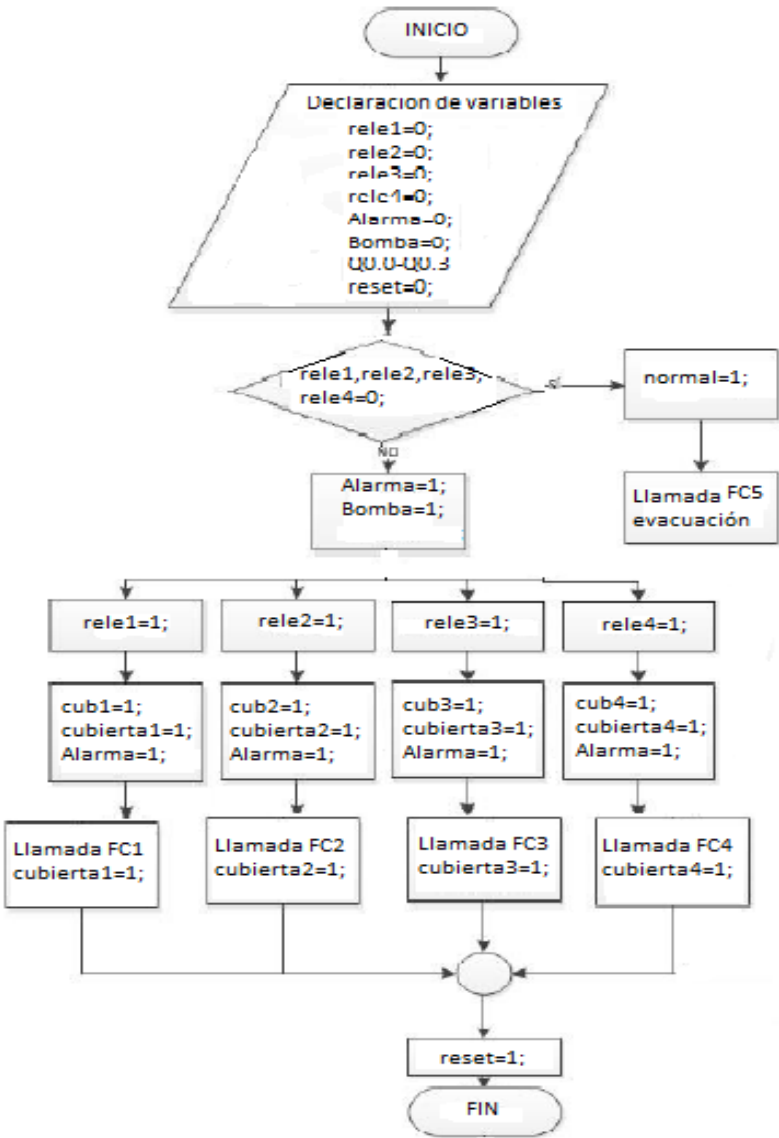


Figura 3.7: Diagrama de flujo del sistema automatizado contra incendio
Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2. Descripción de cada uno de los elementos que integran el sistema automatizado contra incendio

Se describirá cada uno de los elementos que estarán presentes en el sistema automatizado contra incendio, dando a conocer sus principales características y la función que tendrá.

3.4.2.1. Bomba de succión al extremo

Éstas serán accionadas por medio de la señal de nuestro PLC en el momento que los sensores envíen la señal de que existe un incendio en nuestra embarcación, esta bomba es la que nos proporcionaran de agua para que nuestro sistema contra incendios se mantenga en funcionamiento durante el percance y es la que envía la presión junto la bomba jockey. Esta bomba posee 3500 RPM con una capacidad de succión de 180 galones por minuto (GPM) para poder abastecer de agua a todo el sistema contra incendios y trabaja a una potencia de 30w que equivale a 25 caballos de fuerza.



Figura 3.8 Bomba contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.2. Abastecimiento de agua

El abastecimiento debe poder realizarse desde tierra o desde el medio del mar, donde existirá una bomba que succione el agua así llena el tanque de reserva. Es importante el abastecimiento desde tierra en caso de que la navegación sea en lugares de alta contaminación, en aguas poco profundas o en caso de que la bomba de absorción se dañe. Tendrá un tanque capaz de almacenar 360 galones de agua

ya que debe tener el doble de capacidad de lo que succiona la bomba por minuto y con esta cantidad será capaz de extinguir un incendio en la embarcación.



Figura 3.9 Conexión para el abastecimiento de agua

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.3. Filtros de las tomas de mar

Estos filtros o canastilla se utilizan de tal forma que al momento de que la bomba contra incendio actué primero pasa por el filtro, circulando el agua en su interior de tal manera que la limpie para que no se detenga la circulación de agua por obstrucción de basura y elementos externos.



Figura 3.10 Filtro de agua salada

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.4. Tanque de almacenamiento

Este tanque será capaz de almacenar alrededor de 360 galones de agua y estará hecho de acero inoxidable para poder evitar la corrosión por el agua salada. En caso de que falle la bomba que se encarga de succionar agua del mar se utilizara inmediatamente el agua que fue almacenada desde tierra se de tal manera que nuestro sistema de agua contra incendio nunca deje de funcionar hasta que haya apagado todo.



Figura 3.11 Tanque de almacenamiento de acero inoxidable

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.5. PLC S7 1200 SIEMENS

Este programador lógico será utilizado al momento que los sensores contra incendios se activen lo que dará paso a que se enciendan las alarmas, las luces de emergencia, nuestra bomba contra incendios la cual pondrá en funcionamiento los rociadores de agua que se encontraran en las distintas zonas de la embarcación. Este PLC es de diseño compacto con un sin número de aplicaciones y de configuración flexible. Posee un procesador original de siemens el 1212c, con alimentación de corriente alterna 120VAC a 60Hz. Las entradas y las salidas están alimentadas con corriente continua de 24VCD. Tiene 8 entradas y 6 salidas digitales integradas, a su vez posee 2 entradas analógicas. Tiene una velocidad de ejecución de instrucciones de 18 microsegundos. El CPU posee un puerto para la comunicación en una red LAN que se denomina PROFINET (Ethernet).



Figura 3.12 PLC S7-1200 SIEMENS

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.6. MonitorTouch KTP 600 SIEMENS

Este monitor estará ubicado en la cabina de control donde reflejara si se produce un incendio y sobre todo en qué sector del barco es. Este HMI es táctil y posee un

display 6" con 256 colores. Tiene interfaz de comunicación PROFINET para poder interactuar con la PC y conectarse directamente con el PLC.



Figura 3.13 Monitor KTP 600 SIEMENS

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.7. Panel FPD 7024

Tendrá un Módulo d7039 que ira conectado directamente al panel para aumentar las salidas de tipo relé mejorando sus características. Posee 4 zonas de detección capaz de expandirse hasta 8, cada zona puede tener un máximo de 20 detectores de humo de 2 hilos. Posee una pantalla LCD y leds que nos indican el estado del sistema. Por medio del teclado se pueden apagar las alarmas, restablecer el sistema, verificar el estado de los sensores entre otras funciones. Es capaz de almacenar 99 eventos.



Figura 3.14 Panel FPD7024 BOSCH

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.8. Sirena BOSCH D117

Estas sirenas estarán en lugares estratégicos ya que cada tripulante deberá oírla en caso de que se produzca un incendio, para poder tomar las debidas precauciones. Se caracteriza por ser compacta y pertenece de la serie B de BOSCH, es muy potente ya que cuenta con una potencia de 30 watts y 120 db a pesar de medir tan solo 8". Puede trabajar de manera inalámbrica como alambica. Es perfecta para el interior o exterior de la embarcación ya que está elaborada de plástico ABC, lo cual la hace muy resistente. Es compatible con otras marcas y trabaja a 12 voltios.



Figura 3.15 Sirena BOSCH D117

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.9. Sensor detector de humo D7050TH BOSCH

Estos sensores son los que enviarán la información al PLC ya que son nuestros dispositivos de entrada en caso de que se produzca algún incendio para que se ponga en marcha nuestro sistema automatizado contra incendio. Este detector D7050TH es un sensor fotoeléctrico direccionable con detector termovelocimétrico multiplexado y se conecta a un bus de dos hilos multiplex. Posee un led incorporado que al momento de destellar nos indica que está fuera de rango de calibración. Al momento de activarse el led destellará una vez por segundo y en su estado normal será una vez cada 3 segundos aproximadamente. Tiene un tamaño aproximado de 13.4cm de ancho y 5.4cm de alto. Es alimentado por el bus multiplex con una corriente nominal de 500uA hasta 560uA como máximo cuando la alarma está encendida. El sensor de calor que tiene incorporado llega a un máximo de 57°C. El sensor necesita una base D7050-B6 que posee conectores específicos para conexión en serie y tipo "T". Esta base se conecta directamente al bus de comunicación.



Figura 3.16 Sensor de humo BOSCH D7050TH

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.10. Ramales o tuberías contra incendio:

Las tuberías deberán tener cierto diámetro para que pueda sostener dos mangueras que operan al mismo tiempo, las que deberán tener un grado de resistencia contra el fuego.



Figura 3.17 Tuberías contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.11. Válvulas contra incendio:

Los tipos de válvulas en sistemas contraincendios de la embarcación son de acero inoxidable ya que deben ser resistentes a la corrosión debido al agua salobre que pasara atreves de ellas y están clasificadas de la siguiente manera:

- Las válvulas principales son las encargadas del corte de agua y controlan la capacidad de absorción e impulsión de las bombas, suelen ser válvulas de compuerta.
- Válvulas de retención son las que se encargan de brindar una protección a la instalación de la columna de agua cuando se obstruye el paso.
- Válvulas que se encargan de disminuir la presión evitando que el sistema colapse.

- Válvulas de corte de la instalación.
- Válvulas para control de los distintos equipos que se utilizan para medir.



Figura 3.18 Válvulas contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.2.12. Rociadores de acción previa o pre-acción

Estos son los terminales de cada tubería que se encontraran en cada rincón del yate, así cubriendo toda su área para que el agua apague el incendio en caso de existir uno. Estos rociadores trabajan por medio de un sistema de tubería seca que al momento del sensor mandar la señal del PLC activarala bomba así llenando las tuberías de agua para poner en funcionamiento los rociadores.



Figura 3.19 Rociador contra incendio.

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.3. Instalación

Los dispositivos estarán conectados al panel de control y monitoreo donde se encuentra el PLC.

Sensor detector de humo D7050TH BOSCH

Cada detector posee su base la cual ira conectada a un bus de comunicación, estas bases deben tener la capacidad de poder conectarse en serie o en "T". Existirán 4 cubiertas y cada cubierta tendrá su grupo de sensores los cuales estarán direccionados de la siguiente manera.

Cubierta	Dispositivos	Dirección dispositivos
Cubierta1	2sensores	0.20-0.21
Cubierta2	8sensores	0.22-0.29
Cubierta3	1 sensor	0.30
Cubierta4	1 sensor	0.31

Tabla 3.2. Direccionamiento de los sensores de cada cubierta

Fuente: Gerardo Vargas

Sirena BOSCH D117

En nuestro sistema contra incendio tendremos 4 sirenas, una por cada cubierta de la embarcación. Estas irán conectadas al PLC el cual está alimentado por 24 VDC y estarán conectadas de la siguiente manera.

Sirena	Salida PLC
Cubierta 1	Q0.0
Cubierta 2	Q0.1
Cubierta 3	Q0.2

Cubierta 4	Q0.3
------------	------

Tabla 3.3. Conexión de las sirenas a las salidas del PLC.

Fuente: Gerardo Vargas

En los siguientes diagramas de cada una de las cubiertas de la embarcación se muestra la ubicación de cada uno de los sensores, de los rociadores, la posición de nuestras alarmas acústicas y también donde estarán ubicadas cada una de las luces de emergencia.

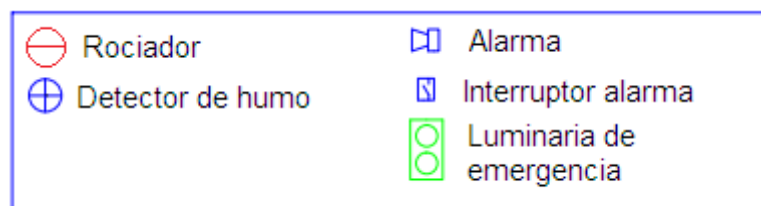


Figura 3.20: Glosario de los elementos utilizados en cada cubierta

Fuente: Gerardo Vargas

En el cuarto de máquinas que es la cubierta 1 contará con tres rociadores de agua, dos sensores de humo y una alarma acústica, todo esto necesario por si se llega a presentar un incendio en el motor. También contará con dos luces de emergencia.

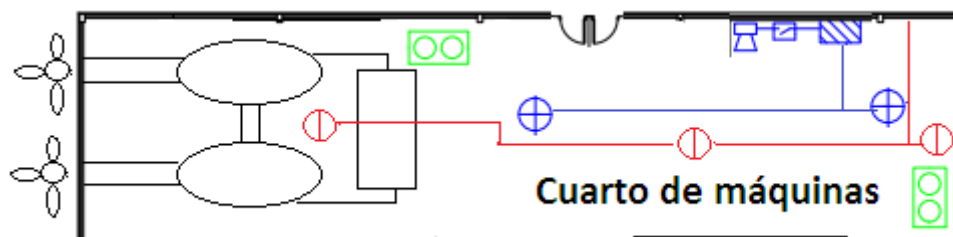


Figura 3.21: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 1.

Fuente: Gerardo Vargas

En la cubierta 2 contará con 10 rociadores ubicados en distintos sectores como los camarotes, la sala, comedor y cocina. También existirán 8 sensores de humo en zonas estratégicas para poder detectar algún principio de incendio y por ultimo tendrá 9 luces de emergencia.

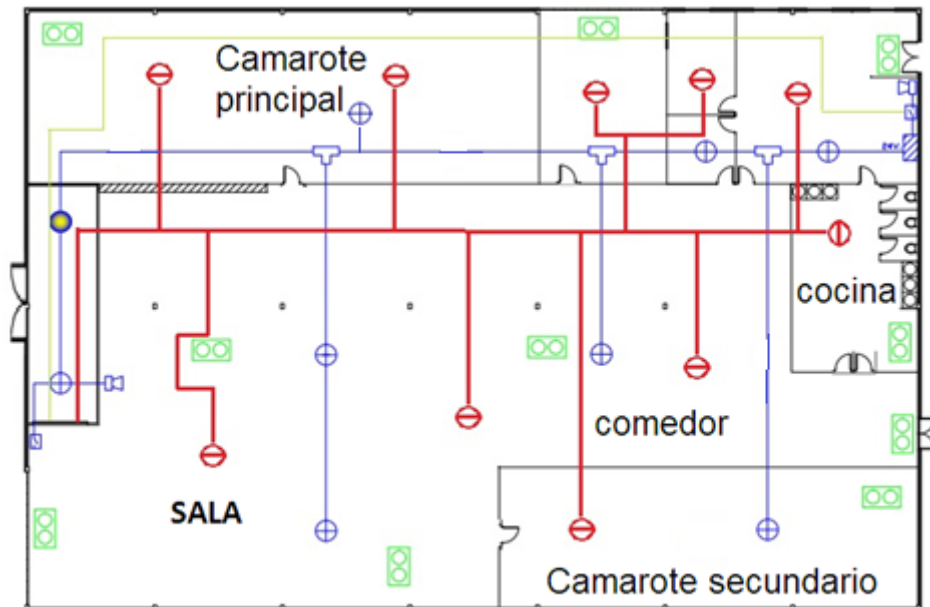


Figura 3.22: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 2.

Fuente: Gerardo Vargas

En la cabina de control cuenta con un rociador que abarcara toda la zona, un sensor de humo y una alarma acústica para alertar al capitán y su equipo. También cuenta con dos luces de emergencia. En la cabina de control también se encontrará instalado el panel de monitoreo y el panel de control.

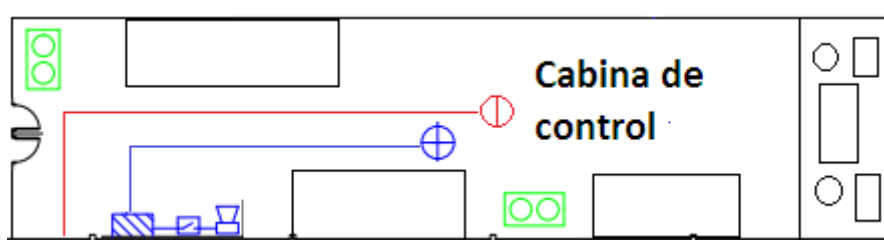


Figura 3.23: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 3.

Fuente: Gerardo Vargas

En la última cubierta contará con un sensor, una alarma, dos rociadores y una luz de emergencia. Cabe recalcar que todas las cubiertas tendrán un extintor de PQS de 20 libras.

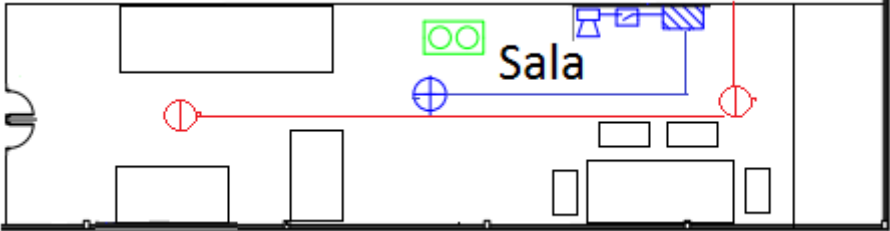


Figura 3.24: Ubicación de los sensores, rociadores y luces de emergencia en la cubierta 4.

Fuente: Gerardo Vargas

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de sensores de humo, luces de emergencia, rociadores y alarmas acústicas utilizadas en el sistema contra incendios del yate.

Elemento	Cantidad
Rociador	12
Sensor de humo	12
Luces de emergencia	14
Alarma acústica	4

Tabla 3.4 Elementos utilizados en cada cubierta
Fuente: Gerardo Vargas

Bomba contra incendio

Para la instalación de una bomba centrífuga contra incendio debemos tener presente los siguientes elementos básicos:

- Línea de impulsión: es aquella que se encarga de transportar el agua hacia el tanque de almacenamiento o directamente a los rociadores, es decir a la red

general de incendio. Esta línea está constituida por tuberías, válvulas de corte de acero inoxidable para evitar la corrosión.

- Línea de aspiración: es la línea por donde la bomba succiona el agua del mar para abastecer el sistema y está compuesta por tuberías y válvulas de acero inoxidable.
- Bomba: es la que se encarga de la succión del agua para abastecer el sistema contra incendio y a su vez es la encargada de generar la presión por medio de fuerza centrífuga para que los rociadores tengan un buen desempeño al momento de actuar.

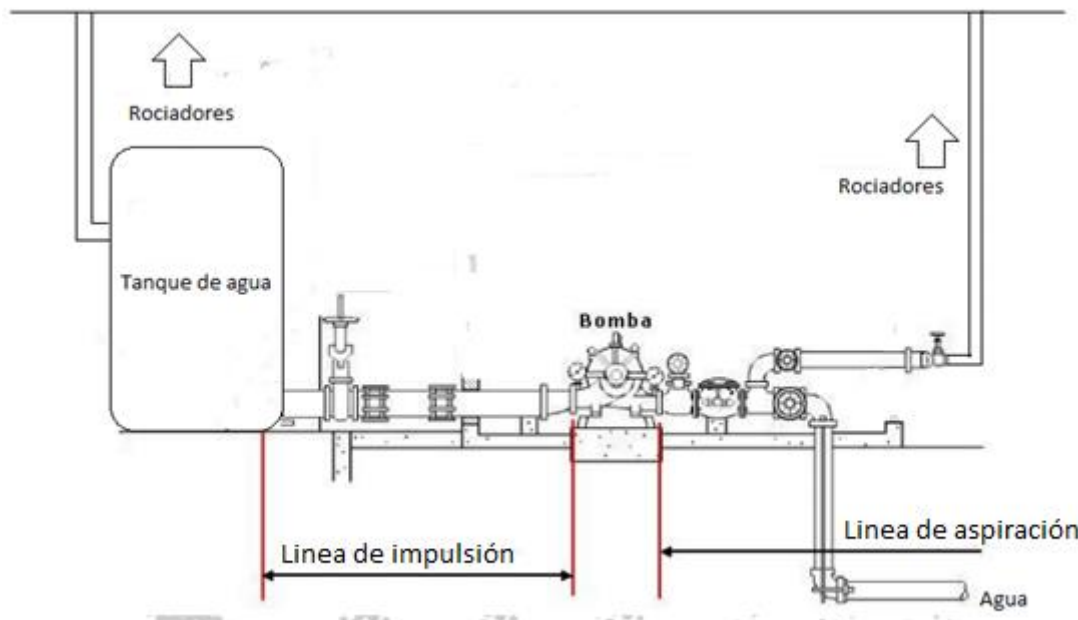


Figura 3.25. Esquema de instalación de la bomba contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

Panel FPD 7024

El panel ira instalado en la cubierta 3 que es la cabina de control, esta debe ir instalada en la pared a 1,5 metros ya que por normal esa debe ser la altura mínima. Este panel estará sujeto por 4 tornillos los cuales estarán en las dos esquinas superiores y las dos esquinas inferiores. Una vez instalado el panel se instala la

placa D 7024 la cual ira sujeta dentro del por medio de tornillos que irán en sus extremos. Al quedar instalada correctamente la placa se conecta el cable a tierra que va sujeto por un tornillo entre la puerta y el armario del gabinete, se conecta un segundo cable a tierra para la corriente alterna, estos dos cables irán directamente conectados al tornillo de tierra de la placa que se encuentra en la parte izquierda.

PLC y pantalla KTP 600

Estarán instalados dentro de un armario de metal. El PLC tendrá un breaker de protección de 5 amperios y será alimentado por 110 voltios corriente alterna, mientras que la pantalla tendrá un breaker de protección de 1 amperio y será alimentada por 24 voltios de corriente continua.

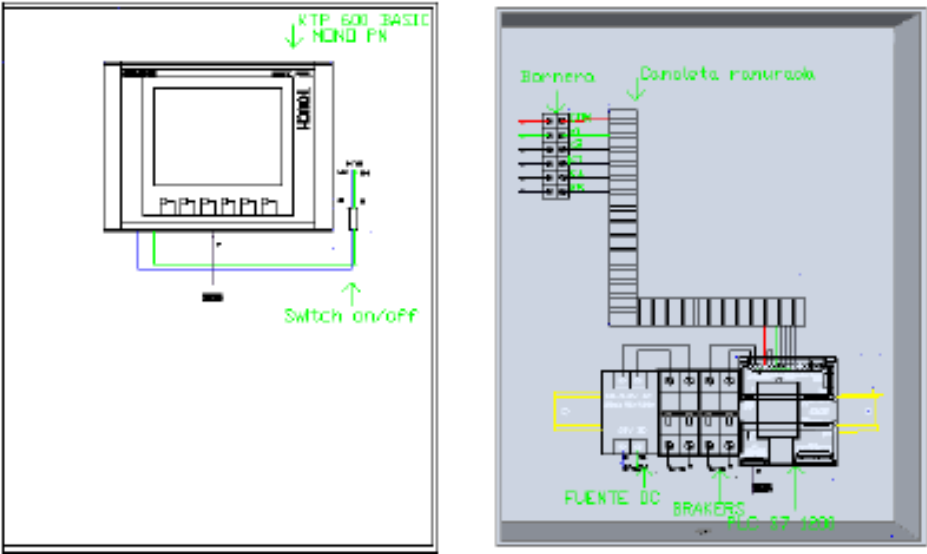


Figura 3.26. Conexión del panel de control

Fuente Gerardo Vargas

El panel de control también debe de ir directamente conectado al panel de monitorio ya que los dos trabajan en conjunto al momento de presentarse un incendio.

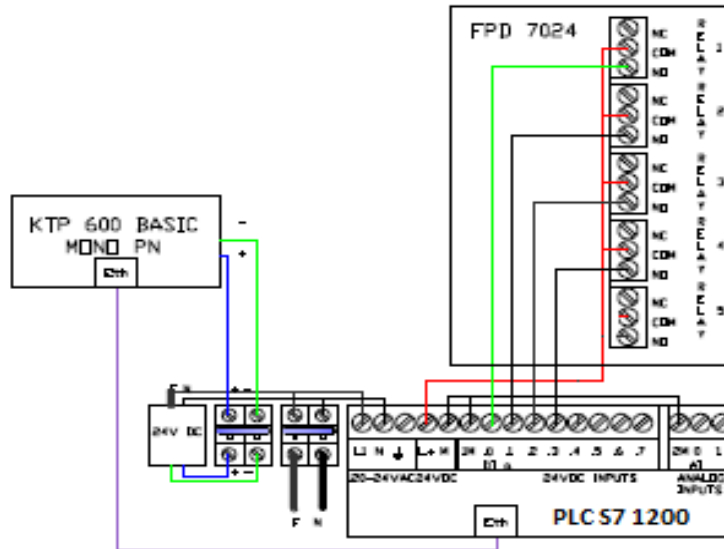


Figura 3.27. Conexión del panel de control con el panel de monitoreo.

Fuente: Gerardo Vargas

3.4.4. Programación PLC

En la programación del PLC se implementara funciones de bloques las cuales son llamadas desde el MAIN, estas funciones se encargaran de realizar las diferentes funciones del sistema. Contaremos con 5 funciones cubierta1, cubierta2, cubierta3, cubierta4 y evacuación, estos tipos de bloques se representan con FC y se numeran desde el 1.



Figura 3.28. Bloques de organización y de funciones

Fuente: Gerardo Vargas

Este tipo de programación es conocida como diagrama de escalera, esta se separa por segmentos y cada segmento tendrá una función determinada a desarrollar.

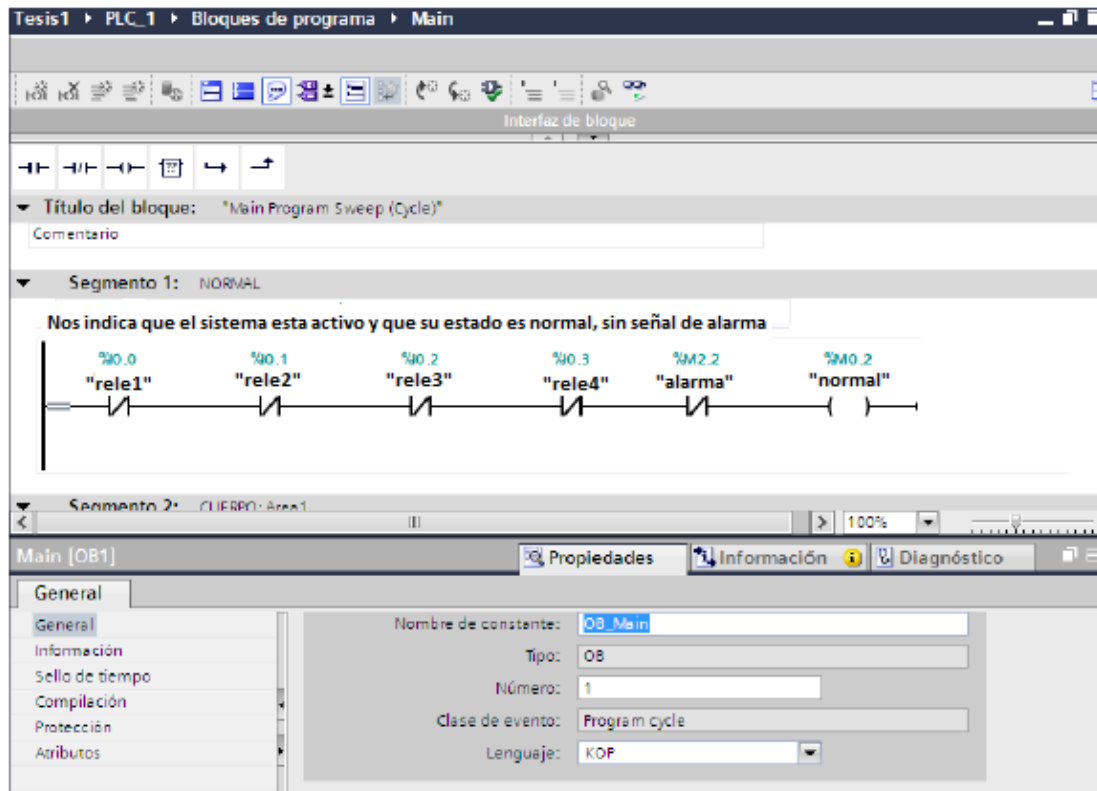


Figura 3.29. Estados de relés

Fuente: Gerardo Vargas

Esta estructura va a estar principalmente comprendido por el estado de cuatro relés, los cuales provienen del panel de control. Estos relés están encargados de activar marcas. Cuando las entradas I0.0, I0.1, I0.2 e I0.3 se encuentren en 0 nuestra marca M0.2 estará activa que nos indica que el sistema se encuentra en estado normal y el sistema está funcionando correctamente sin tener ningún sensor activo. Al momento de que la condición varia nuestra pasara de estado normal a alarma, esto activara la marca de la cubierta donde se está produciendo el incendio y activara la marca M2.2 que es la alarma.

RELE1	RELE2	RELE3	RELE4	MARCAS	CUBIERTA DE NOTIFICACIÓN
0	0	0	0	-	-
1	0	0	0	M0.4	CUBIERTA 1
0	1	0	0	M0.6	CUBIERTA 2
0	0	1	0	M1.2	CUBIERTA 3
0	0	0	1	M1.4	CUBIERTA 4

Tabla 3.5. Activación de marcas según el estado de relés.

Fuente: Gerardo Vargas

Las marcas se encargan de realizar las llamadas a cada bloque de función según la cubierta donde se activó el sensor.

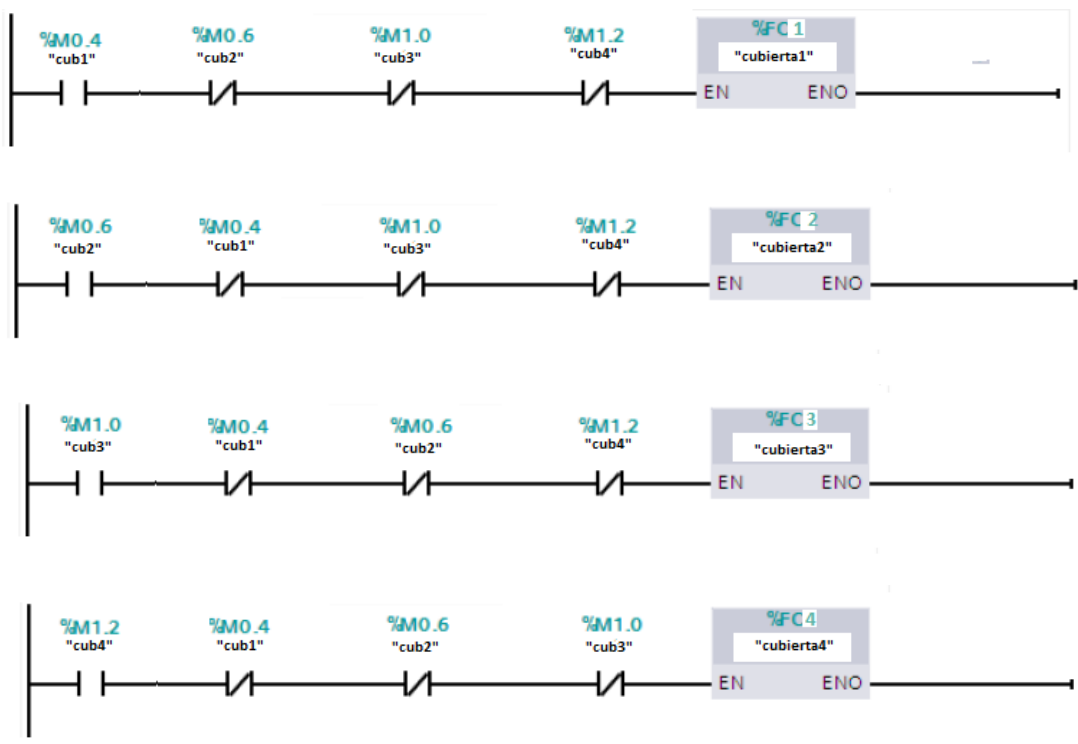


Figura 3.30. Llamada de las funciones FC desde MAIN

Fuente: Gerardo Vargas

La marca de alarma junto con las salidas de sirenas y bomba (%Q0.0-Q0.4) serán puestas en marca siempre y cuando las entradas de relés (%I0.0-I0-3) activen las marcas según la cubierta donde se activó el sensor.



Figura 3.31. Activación marca alarma y salidas %Q0.0-Q0.4

Fuente: Gerardo Vargas

3.5 Calculo de costos

CANT	ELEMENTO	COSTO UNI	COSTO TOTAL
1	Panel Bosch FPD 7024	649,00	649,00
1	Modulo PAN MULTIPLEX D7039	140,90	140,90
12	Detector de humo Bosch D7050	72,00	864,00
12	Base detector direccionable	10,50	126,00
1	BOMBA 3500RPM	850,00	850,00
4	Sirena BOSCH D117	32,00	128,00
1	PLC SIEMENS S7 1200	350,00	350,00
4	Estación manual	72,00	288,00
1	Pantalla SIEMENS KTP600	860,00	860,00
1	Batería 12v	17,10	17,10
general	tubos, uniones, conectores EMT	1000,40	1000,40
1250	cable contra incendio 2C 18AWG	0,65	812,50
1	PANEL metálico	95,00	95,00
30	cable flexible 18AWG	0,45	13,50
150	manguera ¾	0,75	112,50
1	Software Tia Portal SIEMENS	540,00	540,00
	SUBTOTAL		6846,90
	IVA		958,57
	TOTAL		7805,47

Tabla 3.6. Costos aproximados de los materiales del sistema contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

CAPITULO 4: ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

En el capítulo 3 se pudo observar cómo se fue elaborando el diseño de un sistema automatizado contra incendio cumpliendo cada uno de los objetivos antes planteados. Primero se dio paso a conocer las características de la embarcación, describiendo cada una de sus 4 cubiertas donde cada una iría equipada de sensores, rociadores y luces de emergencia. Al momento de realizar un diseño es importante conocer cada uno de los elementos que forman parte del sistema por lo que se describió cada uno tanto la función que tiene y sus principales características. Una de las partes más importantes del capítulo 3 son los diagramas de flujo los cuales explican con claridad como funcionara el sistema contra incendio así como la función que tendrá el PLC al momento de automatizar el sistema, el cual será el encargado controlar cada uno de los elementos de salida que en este caso será el motor contra incendio y las sirenas de alarma. Luego de entender la función por medio del diagrama de flujo se pasa a explicar paso por paso la configuración del PLC, para finalmente pasar a explicar cómo se debería instalar cada uno de los elementos que forman parte del sistema automatizado contra incendio.

El sistema actuara al momento de activarse algún sensor de humo de cualquier cubierta de la embarcación, estos sensores pasan la señal al panel de monitoreo FPD7024, el cual al recibir la señal detectara en que zona se está produciendo el incendio e instantáneamente activara uno de los 4 relés que están conectados directamente a las entradas del PLC S7 1200 el cual por medio de su programación

se encargara de activar sus salidas que son las 4 sirenas BOSCH y la bomba contra incendio que es la que provee de agua a los rociadores para poder extinguir el incendio de manera rápida y eficaz.

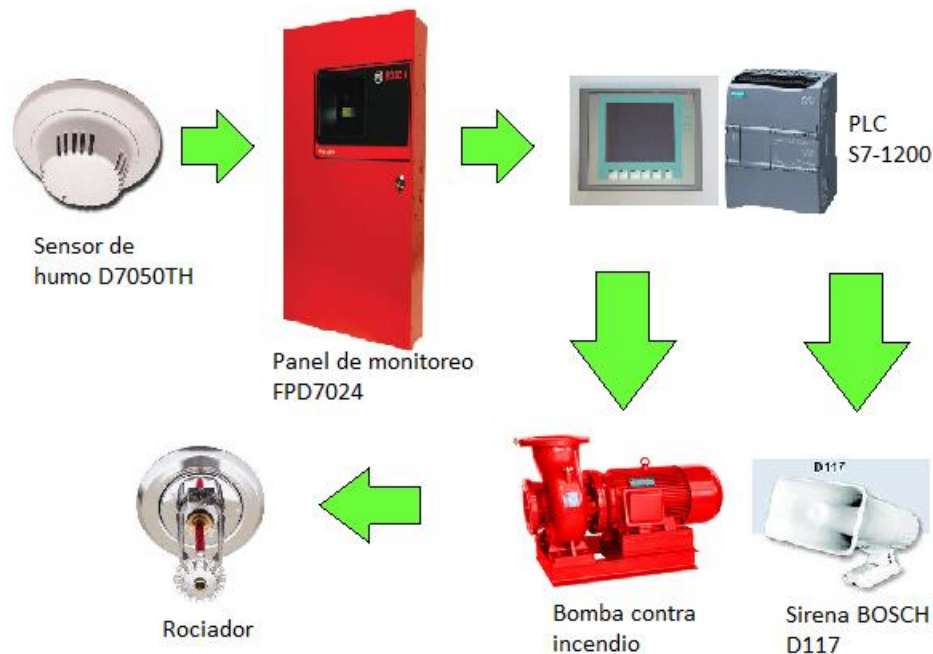


Figura 4.1 Esquema de funcionamiento del sistema automatizado contra incendio

Fuente: Gerardo Vargas

4.2. Discusión

Al culminar el capítulo 3 hay que darse cuenta si se han cumplido cada uno de los objetivos y sobre todo si se ha planteado la solución al problema antes presentado.

Como ya se explicó anteriormente uno de los mayores problemas en las embarcaciones son los incendios por lo que deben ser efectivos en el momento de presentarse un incendio

Con el diseño de este sistema contra incendios hará que el sistema sea mucho más rápido y eficaz, ya que la respuesta del PLC al activarse un sensor es inmediata,

activando de manera automática las sirenas y bomba contra incendio que es la encargada de proporcionar agua a los rociadores. Al mismo tiempo indica en que cubierta se está desarrollando el incendio para que las personas que estén al mando de la embarcación puedan reaccionar de forma inmediata y puedan ayudar en la extinción del incendio con los equipos móviles que este caso serían los extintores, aunque la efectividad de los rociadores extinguirían de manera inmediata las llamas gracias a la presión que genera la bomba contra incendio. A su vez el capítulo 3 cumple cada uno de los objetivos propuestos anteriormente tanto el general como los específicos ya que se demuestra el desarrollo del diseño de un sistema contra incendio automatizado y a su vez se analiza cada uno de los elementos que lo conforman. Estos objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

- El primero objetivo específico se basaba en el análisis actual de los sistemas automatizados contra incendio, este objetivo se cumplió ya que esta fue la base y ayuda para el diseño del sistema automatizado contra incendio para el yate de 45 metros de eslora.
- El segundo objetivo específico era el análisis de los elementos que constituyen un sistema contra incendio automatizado, ya que al diseñar el sistema contra incendio automatizado se describir cada uno de los componentes que lo conforman.
- El tercer y último objetivo específico se basa en el diseño de un sistema automatizado contra incendio en una embarcación de mediana eslora, el cual se cumplió ya que se realizó un diseño capaz de funcionar de manera autónoma en caso de que se produzca un incendio a bordo.
- El objetivo general el cual se basa en estudiar un sistema automatizado empleado en un yate de mediana eslora, se cumple ya que al momento de

cumplir todos los objetivos específicos se realizó el estudio, análisis y diseño de sistema contra incendio para dicha embarcación.

Estos objetivos se los pudieron alcanzar gracias a los métodos implementados a lo largo del trabajo de titulación. El método bibliográfico que nos ayudó a obtener fundamentos teóricos y el método analítico que al descomponer el sistema automatizado contra incendio ayudo a conocer cada uno de sus elementos, tanto sus características como a su vez el funcionamiento de cada uno de ellos.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

Una vez culminado el trabajo de titulación se deduce las siguientes conclusiones:

- Al automatizar un sistema contra incendio por medio de un PLC la respuesta de reacción es mucho más rápida y eficaz que un sistema contra incendio convencional al momento de producirse un incendio.
- El sistema de visualización o monitoreo permite saber con exactitud donde se activó el sensor y por ende donde se está desarrollando el incendio en la embarcación, lo que ayuda a acortar el tiempo de reacción para aplicar un plan de emergencia determinado.
- El autómata programable resultó ser un elemento eficiente en diseño de automatización de sistema contra incendio ya que posee una sencilla instalación y presenta una programación bastante amigable.
- El sistema cumple con las funciones planteadas al inicio del trabajo de titulación las cuales son: monitoreo, detección, alarma y extinción en caso de que se produzca un incendio.
- La función de alerta del sistema contra incendio basada en bocinas de 120db, generan suficiente ruido para alertar a toda la tripulación en caso de desarrollarse un incendio.
- El desarrollo de un sistema automatizado contra incendio, utilizando componentes con tecnologías modernas, implican costos elevados iniciales,

los cuales son justificados por su rapidez de detección y de reacción al momento de presentarse un incendio a bordo.

5.2. Recomendaciones.

- Analizar cuidadosamente los puntos estratégicos donde se tienen que colocar los sensores y rociadores, ya que deben abarcar cada zona del yate para una buena detección y combate del incendio.
- Conocer con exactitud el funcionamiento y característica de cada uno de los elementos que conforman el sistema automatizado contra incendio para poder realizar un buen diseño del mismo.
- Asegurarse que esté correcta la programación del PLC, ya que es el encargado de controlar el sistema contra incendio.
- Asegurarse que los sensores de humo D7050TH, estén correctamente direccionados con un direccionamiento diferente para cada cubierta.
- Las personas que estén al mando de la embarcación deben conocer perfectamente el funcionamiento del sistema, así como también cada una de las características de los elementos que lo componen.
- Ofrecer mantenimiento cada cierto tiempo a cada uno de los elementos que forma parte del sistema automatizado contra incendio.
- La tripulación al mando debe verificar antes de zarpar que todos los elementos que forman parte del sistema automatizado contra incendio estén funcionando correctamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vallori, Bernat. (2011). Análisis y dimensionado de los sistemas C.I. seguridad y salvamento de un buque tipo carga general, Barcelona.
- Bósquez, Flor. (2013). Diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, Riobamba.
- Carbonell Elisabeth, Navarro Laura. (2014). Diseño y comparación de dos instalaciones fijas contra incendios en un buque portacontenedores, Barcelona.
- F.Ebel, G. Idler, D. Scholz (2008). Fundamentos de la técnica de automatización, Alemania.
- Ing. Néstor Adolfo Botta (2013). Sistemas fijos de protección en base A agua, Plata.
- Bleye, Jaime. (2012). Técnicas y tácticas de lucha contra incendios en buques para los servicios de extinción de incendios, Cantabria.
- Rodrigo, Jaime. (2015). Seguridad marítima teoría general del riesgo, Barcelona.
- Quintela, Jesús. (2008). Instalaciones contra incendios, Barcelona.
- Plana, Joan. (2014). Propuesta de un plan de emergencia y contra incendios para yates de recreo de grandes esloras, Barcelona.
- García, José. (2013). Análisis, descriptiva y comparativa del sistema contra incendios de un buque RO-PAX.
- del TarréVandrell, Laura. (2011). Análisis y rediseño de los sistemas de achique y contra incendios de un yate de 43 m de eslora, Barcelona.

- Raza, Lenin. (2009). Diseño y construcción de un sistema de detección y alarma contra incendios, Quito.
- Mandado, Enrique. (2004). Autómatas Programables. Entorno y Aplicaciones, Paraninfo.
- Castillo, Pablo. (2009). Análisis del fire fighting system para embarcación MaerskDispatcher, Chile.
- Frutos, Raúl. (2013). Análisis y diseño del sistema de extinción de incendios con agua salada en un remolcador.

Glosario de términos y siglas utilizados en este trabajo

Babor: Lado izquierdo de la embarcación, vista de popa a proa.

Borda: Canto superior del costado de una embarcación.

Cubierta: Son los pisos o suelos del buque.

Cubierta Principal: Es la plataforma más alta, corre sin interrupciones de proa a popa y se encuentra en contacto con el exterior.

Eslora: Es la medida de un buque tomada a su largo, desde la proa hasta la popa.

Estribor: Lado derecho de la embarcación, vista de popa a proa.

Manga: Es el ancho del buque.

PLC: (Programmable Logic Controller) Controlador lógico programable.

Popa: Parte trasera de una embarcación.

Proa: Parte delantera de una embarcación.

SOLAS: (Safety of life at sea) Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar.



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vargas Larrea Gerardo Enrique**, con C.C: # **0921991170** autor del **Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendio en un yate de 45 metros de eslora** previo a la obtención del título de **Ingeniero electrónico en control y automatismo** 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, 17 de Agosto de 2016

Vargas Larrea Gerardo Enrique
C.C: **0921991170**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendio en un yate de 45 metros de eslora		
AUTOR(ES)	Vargas Larrea, Gerardo Enrique		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Mendoza Merchan, Eduardo Vicente		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería electrónica en control y automatismo		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero electrónico en control y automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de Agosto de 2016	No. DE PÁGINAS:	71
ÁREAS TEMÁTICAS:	Automatización, electrónica, marítima.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sistema automatizado contra incendio, Eslora, Bomba contra incendio, PLC.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Resumen. En las últimas décadas la industria naviera ha tenido un alto desarrollo y progreso, incorporando nuevas tecnologías en las embarcaciones las cuales van evolucionando diariamente. Día a día las empresas navieras se ven en una competencia por lo que tienen que desarrollar nuevas embarcaciones con diseños y tecnología de punta. Un incendio en una embarcación es el peor problema de todos los tripulantes que se encuentran a bordo, ya que en la mitad del mar no se puede pedir asistencia, si la llegas a solicitar puede que se tarde varias horas y la última decisión que se puede tomar es abandonar la embarcación. Es por eso que es importante tener un buen sistema contra incendios en el caso de alguna emergencia y los marinos deben de tener un gran conocimiento en el ámbito de seguridad, sabe que la embarcación es su hogar, y que cualquier contingencia tiene que ser resuelta con sus propios medios, ingenio y materiales. En el presente trabajo se realizará el análisis y diseño utilizando última tecnología para el combate contra incendios en embarcaciones. En este sistema se incorpora elementos mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos, los cuales serán controlados o automatizados por un PLC.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 982818827	E-mail: gerardo_evl@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Palacios Menendez, Edwin Fernando		
	Teléfono: +593 968366762		
	E-mail: edwin.palacios@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):			