



**Diseño y construcción de un sistema de timón y aceleración remota del crucero
IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y
Comunitario la Garza.**

Cabrera Eskola, Alex Javier y Toapaxi Achachi, Dario Fernando

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio MSc.

02 febrero del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



ESCRITO TESIS CABRERA TOAPAXI.docx

Scanned on: 17:4 February 2, 2023 UTC



	Word count
Identical	465
Minor Changes	86
Paraphrased	183
Omitted	0



Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc

C.C: 0502509995



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “**Diseño y construcción de un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario la Garza**” fue realizado por los señores **Cabrera Eskola, Alex Javier y Toapaxi Achachi, Dario Fernando**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 02 de febrero de 2023

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc

C.C: 0502509995



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Cabrera Eskola, Alex Javier** y **Toapaxi Achachi, Dario Fernando**, con cédula de ciudadanía n° **0401466537** y **1805404538**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Diseño y construcción de un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario la Garza”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de febrero de 2023

.....
Cabrera Eskola, Alex Javier

C.C: 0401466537

.....
Toapaxi Achachi, Dario Fernando

C.C: 1805404538



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación

Nosotros, **Cabrera Eskola, Alex Javier** y **Toapaxi Achachi, Dario Fernando**, con cédula de ciudadanía n° **0401466537** y **1805404538**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Diseño y construcción de un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario la Garza”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 02 de febrero de 2023

.....
Cabrera Eskola, Alex Javier

C.C: 0401466537

.....
Toapaxi Achachi, Dario Fernando

C.C: 1805404538

Dedicatoria

Primeramente, dedico el presente proyecto a Dios por darme la salud y no permitir que me falte nada, me ha dado fuerzas para seguir adelante en mi vida diaria, nunca desmayar a pesar de cualquier circunstancia, agradecerle por permitir que mi familia se encuentre conmigo.

A mi padre Javier Cabrera quien me ha enseñado su disciplina de puntualidad, respeto y honestidad, por haberme aconsejado en todo momento y nunca me salga del camino, a afrontar todos los problemas que tenga para llegar lejos, por todas sus enseñanzas.

A mi madre Elizabeth Eskola por darme el cariño y enseñarme los valores más importantes que me han servido cada día, por ser parte de mi formación desde la escuela hasta alcanzar este logro y nunca dejarme solo en los momentos más difíciles, por cuidarme y darme su amor de madre, y todos los logros que tenga se los dedico a ella.

A todos mis abuelitos que se encuentran junto a mi lado que me han brindado todo su amor y cariño, por haberme contado cada parte de su vida que han servido para reflexionar y enseñanza en mi vida para no cometer errores.

Cabrera Eskola, Alex Javier

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por brindarme la salud y fortaleza a mí y a mi familia, a mis padres Milton Rodrigo Toapaxi y Fanny Licenia Achachi ya que, mediante su amor, apoyo incondicional, consejos y paciencia, son mi inspiración y motivación para seguir creciendo y poder alcanzar mis objetivos.

A mi hermano Kevin Ariel Toapaxi quien siempre estuvo presente cuando requería ayuda y apoyo.

A mi familia y todas las personas que siempre confiaron y creyeron en mí, he hicieron posible este logro.

Toapaxi Achachi, Dario Fernando

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por confiar en mí, ya que fueron un pilar fundamental para mi formación profesional, me han brindado todo su apoyo ya sea tanto emocional, económico y espiritual, me han cuidado en todo momento cuando me sentía solo siempre estuvieron pendientes de que no me faltara nada.

Agradezco a mi niñito Jesús y mi Virgencita de Guadalupe por siempre bendecirme, escucharme y protegerme en todo momento, que siempre han estado en los momentos de dificultad.

Agradezco a cada miembro de mi familia que a aportado con un granito de arena para que todos mis objetivos se cumplan y darme su apoyo.

Agradezco al Ing. Leonidas Quiroz por impartir su conocimiento y guiarnos en el presente proyecto para culminar sin ninguna novedad.

Agradezco a Mishel Garzón y a nuestra historia MAGC, por apoyarme, acompañarme en todo el tiempo que hemos pasado en Latacunga, por los momentos que hemos pasado juntos y las anécdotas vividas, por estar en los días mas difíciles.

Cabrera Eskola, Alex Javier

Agradecimiento

Agradezco especialmente a Dios por ser mi fortaleza para seguir adelante y darme la sabiduría necesaria para cumplir una meta más en mi vida académica, a mi padre Milton Rodrigo Toapaxi por ser mi mentor y guía a lo largo de toda mi carrera universitaria, a mi madre Fanny Licenia Achachi quien siempre ha confiado y apoyado incondicionalmente además de motivarme a no rendirme y a siempre logras las metas que me he propuesto.

Agradezco mi hermano Kevin Ariel Toapaxi quien siempre estaba apoyándome para que nunca me diera por vencido en momentos difíciles.

Agradezco los docentes de la universidad y en especial a mi tutor el Ing. Ing. Leonidas Quiroz Msc quien me ayudado y guiado para realizar con éxito del presente proyecto de titulación.

Toapaxi Achachi, Dario Fernando

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido	10
Índice de figuras	15
Índice de tablas	19
Índice de ecuaciones.....	21
Abstract	23
Capítulo I: Marco metodológico de la investigación	24
Antecedentes.....	24
Planteamiento del problema	29
Descripción resumida del proyecto	32
Justificación e importancia.....	35
Objetivos del proyecto	37
<i>Objetivo general</i>	37
<i>Objetivos específicos</i>	37
Metas	38
Hipótesis	38
Variables de investigación	39

<i>Variable Independiente:</i>	39
<i>Variables Dependientes:</i>	39
Capítulo II: Fundamento teórico	40
Clasificación de las Embarcaciones según sus Prestaciones	40
Zonas y ejes de una embarcación	40
Estructura de un barco	40
Dimensiones de un barco	41
Clasificación de los Motores Marinos	42
<i>Motor Intraborda</i>	42
<i>Motor con propulsión por chorro de agua</i>	42
<i>Motor Fuera de Borda</i>	43
Funcionamiento de un motor fuera de borda	44
Composición de un motor fuera de borda	44
<i>Motor Yamaha E75B</i>	45
<i>Sistema de aceleración del motor fuera de borda</i>	46
<i>Sistema de selección de marcha del motor fuera de borda</i>	47
<i>Sistema de dirección por timón</i>	48
<i>Sistema de dirección Hidráulica</i>	48
<i>Bomba Hidráulica</i>	49
<i>Cilindro Hidráulico</i>	49
Caja de control remoto	50
Cables de Control de Cambio y Acelerador	51
<i>Selección del cable tipo 3300/33C</i>	52
Aplicación de polímero reforzado con fibra de vidrio	53
Flotabilidad	53
Estabilidad	54

Fuerza.....	55
Esfuerzo	56
Ley de Hook.....	56
Deformación	57
Factor de seguridad.....	57
Protección de circuitos	58
<i>Potencia</i>	<i>59</i>
Capítulo III: Diseño de los sistemas de timón, aceleración remota y panel de control	60
Parámetros de Diseño	60
<i>Mecánico</i>	<i>60</i>
<i>Dimensionamiento de la embarcación</i>	<i>60</i>
<i>Selección del material para componentes.....</i>	<i>61</i>
Panel de control	62
<i>Ubicación del panel de control</i>	<i>62</i>
<i>Material para panel de control.....</i>	<i>63</i>
Material de recubrimiento	65
<i>Esquema del ducto de conexión.....</i>	<i>68</i>
<i>Sistema de Dirección</i>	<i>69</i>
<i>Componentes del sistema de dirección hidráulica.....</i>	<i>70</i>
<i>Selección del cilindro hidráulico</i>	<i>72</i>
<i>Selección de la bomba.....</i>	<i>73</i>
<i>Selección del líquido hidráulico.....</i>	<i>75</i>
<i>Material para varilla de sujeción</i>	<i>75</i>
<i>Sistema de Aceleración</i>	<i>80</i>
<i>Selección del cable de control.....</i>	<i>84</i>
<i>Selección del tacómetro</i>	<i>85</i>

<i>Selección del acumulador</i>	86
<i>Eléctrico</i>	87
<i>Diagrama de conexiones</i>	87
<i>Accionamiento del sistema</i>	90
Capítulo IV: Construcción; pruebas del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA con panel indicador	92
Construcción e Implementación del sistema de dirección	92
<i>Implementación del cilindro hidráulico</i>	93
<i>Implementación de la varilla de sujeción</i>	94
<i>Implementación de la bomba hidráulica y timón</i>	96
<i>Implementación de la correa de tierra</i>	97
<i>Implementación de la manguera hidráulica</i>	98
Construcción e Implementación del sistema de aceleración	99
<i>Implementación de palancas de control y cables de control</i>	100
<i>Implementación del arnés de motor</i>	101
Construcción e Implementación del panel de control	102
<i>Instalación de tacómetros y luz de encendido</i>	103
<i>Instalación de manómetros de presión</i>	105
<i>Implementación de luces direccionales</i>	106
Pruebas de desempeño del sistema de timón y aceleración	107
<i>Pruebas en el sistema de timón</i>	107
Prueba 1 de proporcionalidad	107
<i>Pruebas en el sistema de aceleración</i>	111
Prueba 2 de desplazamiento y revolución en neutro	111
Prueba 3 de desplazamiento y revolución en ruta	113
Prueba 4 de comportamiento eléctrico del sistema.....	117

Prueba 5 carga y descarga de baterías	120
Gráficas de resultados prueba 1	123
Gráficas de resultados prueba 2	126
Gráficas de resultados prueba 3	127
Gráficas de resultados prueba 4	131
Gráficas de resultados prueba 5	134
Implementación del plan de mantenimiento preventivo programado	136
<i>Mantenimiento</i>	138
<i>Repuestos</i>	138
<i>Ordenes de trabajo</i>	139
<i>Formatos de Revisión</i>	140
<i>Implementación de una guía de usuario</i>	140
Capacitación impartida a los miembros de la Asociación	142
Capítulo V: Marco administrativo	143
Recursos	143
<i>Recursos humanos</i>	143
<i>Recursos tecnológicos</i>	144
<i>Recursos materiales</i>	145
Presupuesto	146
<i>Implementación</i>	146
<i>Costo neto del proyecto</i>	146
Financiamiento	147
Conclusiones.....	148
Recomendaciones	151
Bibliografía	152
Anexos	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Árbol de problemas</i>	30
Figura 2 <i>Partes de una embarcación</i>	41
Figura 3 <i>Motor intraborda</i>	42
Figura 4 <i>Motor con propulsión por chorro de agua</i>	43
Figura 5 <i>Motor fuera de borda</i>	43
Figura 6 <i>Motor fuera de borda</i>	44
Figura 7 <i>Partes del motor fuera de borda</i>	45
Figura 8 <i>Puño del acelerador</i>	47
Figura 9 <i>Palanca de cambio de marcha</i>	47
Figura 10 <i>Sistema de dirección asistida hidráulicamente</i>	48
Figura 11 <i>Estructura de la bomba hidráulica</i>	49
Figura 12 <i>Estructura del cilindro hidráulico</i>	50
Figura 13 <i>Caja de control remoto</i>	50
Figura 14 <i>Partes del cable de control</i>	51
Figura 15 <i>Aplicación de la fibra de vidrio en un bote</i>	53
Figura 16 <i>Flotación de un cuerpo</i>	54
Figura 17 <i>Estabilidad de una embarcación</i>	55
Figura 18 <i>Clasificación de fusibles según sus ampers y colores de la carcasa</i>	58
Figura 19 <i>Ubicación del panel de control</i>	62
Figura 20 <i>Dimensionamiento del panel de control</i>	63
Figura 21 <i>Cargas distribuidas</i>	67
Figura 22 <i>FDS del panel de control</i>	67
Figura 23 <i>Desplazamiento</i>	68
Figura 24 <i>Ducto de conexión</i>	69
Figura 25 <i>Esquema del sistema de dirección hidráulica</i>	71

Figura 26 <i>Fuerza de tensión</i>	76
Figura 27 <i>Esfuerzo efectivo de Von Mises de la varilla de sujeción con fuerza de tensión</i>	77
Figura 28 <i>Desplazamiento de la varilla de sujeción con fuerza de tensión</i>	77
Figura 29 <i>Factor de seguridad de la varilla de sujeción con fuerza de tensión</i>	78
Figura 30 <i>Esfuerzo efectivo de Von Mises de la varilla de sujeción a compresión</i>	79
Figura 31 <i>Desplazamiento de la varilla de sujeción con fuerza de tensión</i>	79
Figura 32 <i>Factor de seguridad de la varilla de sujeción con fuerza de compresión</i>	80
Figura 33 <i>Partes de la caja de control</i>	82
Figura 34 <i>Posiciones de operación</i>	83
Figura 35 <i>Diseño del diagrama de conexión eléctrica caja de control</i>	87
Figura 36 <i>Diseño del diagrama de conexión eléctrica luces de abordaje</i>	89
Figura 37 <i>Accionamiento del sistema</i>	90
Figura 38 <i>Simulación del circuito eléctrico – electrónico</i>	91
Figura 39 <i>Selección de los elementos del sistema hidráulico</i>	92
Figura 40 <i>Proceso de Implementación del cilindro</i>	93
Figura 41 <i>Implementación y adaptación del cilindro al motor fuera de borda</i>	94
Figura 42 <i>Proceso de Implementación de la varilla de sujeción</i>	95
Figura 43 <i>Implementación y adaptación de la varilla de sujeción</i>	95
Figura 44 <i>Proceso de Implementación de la bomba hidráulica</i>	96
Figura 45 <i>Implementación y adaptación de la bomba hidráulica</i>	96
Figura 46 <i>Proceso de Implementación de la correa de tierra</i>	97
Figura 47 <i>Implementación y adaptación de la correa de tierra</i>	98
Figura 48 <i>Proceso de Implementación de la manguera hidráulica</i>	98
Figura 49 <i>Implementación y adaptación de la manguera hidráulica</i>	99
Figura 50 <i>Selección de los elementos del sistema aceleración</i>	99
Figura 51 <i>Proceso de Implementación de la caja de control y cables de control</i>	100

Figura 52 <i>Implementación y adaptación de las cajas de control; cables de control</i>	101
Figura 53 <i>Proceso de Implementación de arnés eléctrico de motor</i>	101
Figura 54 <i>Implementación y adaptación del arnés eléctrico del motor fuera de borda</i>	102
Figura 55 <i>Selección de los elementos del panel de control</i>	103
Figura 56 <i>Proceso de Implementación de tacómetros</i>	104
Figura 57 <i>Implementación y adaptación del arnés eléctrico del tacómetro y luz piloto</i>	104
Figura 58 <i>Proceso de Implementación de manómetros de presión</i>	105
Figura 59 <i>Implementación y adaptación de manómetros de presión</i>	105
Figura 60 <i>Proceso de Implementación de luces direccionales</i>	106
Figura 61 <i>Implementación y adaptación de luces direccionales</i>	106
Figura 62 <i>Desplazamiento efectivo del centro del cilindro hacia babor y estribor</i>	107
Figura 63 <i>Desplazamiento efectivo de babor a estribor y de estribor a babor</i>	109
Figura 64 <i>Gráfica de resultados de desplazamiento de centro a babor</i>	123
Figura 65 <i>Gráfica de resultados de desplazamiento de centro a estribor</i>	124
Figura 66 <i>Gráfica de resultados de desplazamiento de babor a estribor</i>	124
Figura 67 <i>Gráfica de resultados de desplazamiento de estribor a babor</i>	125
Figura 68 <i>Gráfica de resultados de desplazamiento efectivo y revoluciones en neutro</i>	126
Figura 69 <i>Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en avante sin tripulantes</i>	127
Figura 70 <i>Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en ciar sin tripulantes</i>	128
Figura 71 <i>Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en avante con tripulantes</i>	129
Figura 72 <i>Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en ciar con tripulantes</i>	130
Figura 73 <i>Gráfica de tensión de la batería de estribor y babor con motor apagado</i>	131
Figura 74 <i>Gráfica de tensión de la batería de estribor con motor encendido</i>	132
Figura 75 <i>Gráfica de tensión de la batería de babor con motor encendido</i>	133
Figura 76 <i>Gráfica del análisis de tensión de la batería en proceso de descarga</i>	134
Figura 77 <i>Gráfica del análisis de tensión de la batería en proceso de carga</i>	135

Figura 78 <i>Índice programa plan de mantenimiento</i>	136
Figura 79 <i>Diagrama de flujo del plan de mantenimiento</i>	137
Figura 80 <i>Programa de mantenimiento</i>	138
Figura 81 <i>Componentes y repuestos para el plan de mantenimiento</i>	139
Figura 82 <i>Orden de trabajo del plan de mantenimiento</i>	139
Figura 83 <i>Formatos de revisión de los sistemas de timón y aceleración</i>	140
Figura 84 <i>Elaboración de una guía de uso</i>	141
Figura 85 <i>Contenido de la guía de uso</i>	141
Figura 86 <i>Presentación y demostración de los sistemas implementados</i>	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ficha técnica Motor Yamaha E75B</i>	45
Tabla 2 <i>Tabla selección del tipo de cable</i>	52
Tabla 3 <i>Dimensionamiento del crucero IMPAKUCHA</i>	60
Tabla 4 <i>Selección de materiales para componentes</i>	61
Tabla 5 <i>Características físico - mecánicas del fibropanel</i>	64
Tabla 6 <i>Características de la distribución del panel de control</i>	64
Tabla 7 <i>Propiedades de compuesto poliéster reforzado con fibra de vidrio</i>	66
Tabla 8 <i>Selección del sistema de dirección</i>	70
Tabla 9 <i>Tipos de cilindro hidráulico según su uso</i>	71
Tabla 10 <i>Selección del cilindro</i>	72
Tabla 11 <i>Especificaciones técnicas del cilindro hidráulico</i>	73
Tabla 12 <i>Tipos de bombas hidráulicas</i>	73
Tabla 13 <i>Especificaciones técnicas de la bomba hidráulica</i>	74
Tabla 14 <i>Selección del aceite hidráulico</i>	75
Tabla 15 <i>Propiedades del acero ASTM - A36</i>	75
Tabla 16 <i>Fabricantes de cajas de control</i>	81
Tabla 17 <i>Partes de la caja de control</i>	82
Tabla 18 <i>Operación de la caja de control</i>	83
Tabla 19 <i>Tipos de cables de control</i>	84
Tabla 20 <i>Tacómetros según su aplicabilidad</i>	85
Tabla 21 <i>Características eléctricas de acumuladores</i>	86
Tabla 22 <i>Disposición de los pines del conector</i>	88
Tabla 23 <i>Resultados de proporcionalidad del centro del cilindro a babor y a estribor</i>	107
Tabla 24 <i>Resultados de proporcionalidad de babor a estribor y de estribor a babor</i>	109
Tabla 25 <i>Revoluciones de los motores con el acelerador en frío</i>	111

Tabla 26 <i>Revoluciones del motor en avante sin tripulantes</i>	113
Tabla 27 <i>Revoluciones del motor en ciar sin tripulantes</i>	114
Tabla 28 <i>Revoluciones del motor en avante con tripulantes</i>	115
Tabla 29 <i>Revoluciones del motor en ciar con tripulantes</i>	116
Tabla 30 <i>Comportamiento eléctrico del sistema con motores apagados</i>	117
Tabla 31 <i>Comportamiento del sistema eléctrico con el motor de estribor encendido</i>	118
Tabla 32 <i>Comportamiento del sistema eléctrico con el motor de babor encendido</i>	119
Tabla 33 <i>Pruebas de descarga de las baterías</i>	120
Tabla 34 <i>Prueba de carga de las baterías</i>	122
Tabla 35 <i>Recursos humanos</i>	143
Tabla 36 <i>Recursos tecnológicos</i>	144
Tabla 37 <i>Recursos materiales</i>	145
Tabla 38 <i>Costos de implementación</i>	146
Tabla 39 <i>Costo neto del proyecto</i>	147
Tabla 40 <i>Financiamiento del proyecto</i>	147

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Fuerza de flotación</i>	53
Ecuación 2 <i>Fuerza</i>	55
Ecuación 3 <i>Esfuerzo</i>	56
Ecuación 4 <i>Módulo de elasticidad</i>	56
Ecuación 5 <i>Deformación</i>	57
Ecuación 6 <i>Factor de seguridad</i>	57
Ecuación 7 <i>Ley de Ohm</i>	59
Ecuación 8 <i>Potencia</i>	59

Resumen

El proyecto de titulación, diseñó y construyó un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”; considerando la geometría del navío, parámetros de maniobrabilidad y aceleración de la embarcación para la implementación de los sistemas ubicados estratégicamente en el panel de control en función de los sistemas mecánicos, hidráulicos y eléctricos; a través de representaciones gráficas, simulaciones de esfuerzos máximos y tracción bajo condiciones de carga por medio de software de ingeniería asistida por computadora, acorde a nomenclatura y normativa estandarizada. Se realizó un protocolo de pruebas de funcionamiento y eficiencia de los sistemas instalados en la embarcación mediante ensayos basados en intervalos de proporcionalidad, grados de desplazamiento efectivo y el comportamiento del consumo de energía a alto régimen, medio régimen y bajo régimen; variando la velocidad durante la navegación en recorridos recreativos por el lago San Pablo de la ciudad de Otavalo, obteniendo niveles de respuesta eficientes, de tal manera se optimizó la seguridad fluvial para los tripulantes, así como, el confort del capitán de la embarcación debido a que el control y dominio del crucero se realiza desde el panel de control.

Palabras clave: crucero IMPAKUCHA, Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”, timón de navío, caja de control.

Abstract

The titling project, designed and built a rudder and remote acceleration system for the IMPAKUCHA cruise ship of the Aquatic Services Network of the Association of Rural and Community Tourism "La Garza"; considering the geometry of the vessel, maneuverability and acceleration parameters of the boat for the implementation of the systems strategically located in the control panel according to the mechanical, hydraulic and electrical systems; through graphic representations, simulations of maximum efforts and traction under load conditions by means of computer-aided engineering software, according to standardized nomenclature and regulations. A protocol of operation and efficiency tests of the systems installed in the vessel was carried out by means of tests based on proportionality intervals, degrees of effective displacement and the behavior of energy consumption at high speed, medium speed and low speed; varying the speed during navigation in recreational tours on Lake San Pablo in the city of Otavalo, obtaining efficient response levels, thus optimizing river safety for the crew, as well as the comfort of the captain of the boat because the control and control of the cruise is done from the control panel.

Key words: IMPAKUCHA cruise ship, Rural and Community Tourism Association "La Garza", ship's rudder, control box.

Capítulo I

Marco metodológico de la investigación

Antecedentes

La Municipalidad de Otavalo otorgó capacitaciones en 2006 a moradores ubicados en la Parroquia San Pablo de Lago de la comuna Araque, tratando temas sobre los beneficios que puede traer el desarrollo de las diferentes atracciones turísticas localizadas en la comuna, es así que con la participación de varios socios pertenecientes a la misma comunidad se crea la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”. (Chávez, 2022)

En la Comunidad de Araque el día 23 de abril del año 2014 se realizó un acta constitutiva de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” donde pasó a ser reconocido como un centro de turismo comunitario, por medio del reglamento para los centros turísticos comunitarios menciona en el artículo 6 una mayor calidad de vida de los ciudadanos promoviendo y fomentando el progreso de los centros turísticos. (Gobierno del Ecuador, 2010)

La Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” ubicada en la cuenca del Lago San Pablo, es una asociación sin fines de lucro, por tal razón se consideró colaborar a este sector vulnerable de la sociedad ecuatoriana como una forma de apoyar sus actividades de autogestión. Considerando este factor, la presente investigación pretende realizar la implementación del mecanismo selector de marcha y aceleración a distancia para los dos motores fuera de borda de la embarcación. (Chávez, 2022)

En el parque acuático de la Asociación de Turismo Rural y comunitario La Garza existen varias embarcaciones cuyo caso es el del crucero IMPAKUCHA que carece de sistema de transmisión y aceleración remoto, de acuerdo al oficio número S/N, fecha 24 de marzo del 2022, solicita apoyo académico por parte de la Universidad a través del estudio “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TIMÓN Y ACELERACION REMOTA DEL CRUCERO IMPAKUCHA DE LA RED DE SERVICIOS ACUÁTICOS DE LA ASOCIACIÓN DE TURISMO

RURAL Y COMUNITARIO LA GARZA”, mediante el desarrollo del proyecto de titulación a ejecutarse por estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga como aporte de la Institución de Educación Superior a los sectores vulnerables de la sociedad.

Según el Real decreto 1311 del 2005 en su artículo 2 “Determina que se pueden efectuar riesgos a la salud y la seguridad para los trabajadores, al estar expuestos a vibraciones mecánicas que transmite el sistema mano-brazo, presentando problemas para los huesos o de articulaciones, vasculares, musculares o nerviosos”. (BOE, 2005)

“Si existe una presencia prolongada de algunos niveles de vibración en el cuerpo humano pueden afectar al desarrollo natural del organismo”. (Arias, 2016)

Según Yumbo en su estudio sobre los operantes de motores fuera de borda al estar expuestos a vibraciones y la evaluación de los riesgos que presentan, concluye que la existencia excesiva de RVMB (Riesgo por Vibraciones Mano Brazo) son elevadas en los operadores, se debe implementar medidas de prevención y control respecto de este tema con la finalidad de evitar enfermedades asociadas a la exposición al RVMB. Al considerar que se inicia una actividad a edades tempranas y se mantiene hasta edades avanzadas, la probabilidad de que los operadores de motores fuera de borda desarrollen enfermedades asociadas a la exposición a VMB (Vibraciones Mano Brazo), es elevada. (Yumbo, 2021)

Los motores de 40 HP en adelante generan mayores vibraciones en rangos de $4.25 \frac{m}{s^2}$ y $4.63 \frac{m}{s^2}$ para bajas y altas rpm, por lo que se requiere un control para que esto no afecte a la salud del operador siendo el límite permitido $5 \frac{m}{s^2}$. (Yumbo, 2021)

El sistema de dirección hidráulico se compone de una bomba de dirección, un cilindro ubicado cerca del motor fuera de borda y una tubería de conexión siendo esta de nailon o

cobre. El giro del timón bombeara el aceite a través de las líneas hidráulicas que están conectadas hacia la cámara del cilindro. Dentro de la unidad de timón se encuentra la bomba hidráulica conjunto a válvulas encargadas de evitar que el fluido saliente retorne por la misma línea.

El sistema de dirección mecánica, su principal funcionamiento es por medio de la utilización de un diseño de engranajes planetarios, que en conjunto giran sobre su propio eje de manera que giran alrededor del eje central del timón, permitiendo así una distribución equitativa del par motor y una mayor eficiencia. (Génova, 2022)

La dirección asistida eléctricamente, su funcionamiento es por cada de giro del volante en conjunto con el Motor eléctrico EW produce una señal analógica, por lo que el timón seguirá la posición ordenada, proporcionando 4 vueltas de bloqueo a bloqueo, el mecanismo interno es protegido por un embrague deslizante. (Engineering, 2021)

El sistema de dirección asistido electrohidráulico, trabaja con una alimentación de 12 volts DC, su elemento principal es la unidad de bomba controlada por microprocesador encargados de identificar las cargas, de manera que este suministre presiones de hasta 1000 Psi para controlar la embarcación con el menor esfuerzo por parte del operario. (HyDrive, 2022)

En la sección P-21 (American Boat and Yacht Council, 2017) esta norma se aplica a los sistemas de dirección hidráulica manual remoto montados en el motor y en la embarcación que se utilizan con instalaciones de uno o dos motores de motores fuera de borda de más de 20 caballos de fuerza (14,9 kW) por motor fuera de borda, intraborda, dentro fueraborda y propulsores de chorro de agua ABYC. (ABYC(P-21), 2017)

La Norma Internacional estándar 10592 menciona que el sistema de dirección asistida de una embarcación deberá ser capaz de poner el timón de 30° en un lado a 30° en el otro en

un tiempo no más de 30s e proveer 30° en condiciones donde la embarcación se encuentra al máximo adelante. (ISO10592, 1994)

Según Lambrecht, los sistemas de mando a distancia para motores fuera de borda suelen ser del tipo de una sola palanca que controlan las posiciones del acelerador y selección de marcha. Se proporciona una función de bloqueo neutral para permitir que el acelerador avance para arrancar sin mover la palanca de la posición neutral. Esto siempre está en el centro del movimiento del mecanismo para controles externos, internos-externos e internos.

(Lambrecht, 1974)

Según SEASTAR, los cables de control de marcha y aceleración son componentes muy importantes en el sistema de control ya que realizan la conexión entre el cabezal de control y la unidad de propulsión. Emplear el mejor cable ayuda a asegurar que el sistema de cambio y aceleración funcione sin problemas y de manera eficiente por lo que cuentan con terminales de acero inoxidable y accesorios para conductos, así como alambres centrales recubiertos de acero inoxidable o nailon con sellos protectores contra la humedad para mayor protección contra la corrosión y una vida útil más prolongada. Sus cubiertas exteriores duraderas de HDPE resisten la abrasión y resisten los efectos de los rayos UV, el agua salada, los productos químicos, la gasolina y el aceite. (SEASTAR Solutions, 2018)

El motor fuera de borda dispone de tres posiciones para la transmisión de potencia, siendo esta delantera, neutral y reversa. Al operar la embarcación se requiere cambiar de frontal hacia reversa para detener o maniobrar la embarcación. Las marchas son seleccionadas por el operario según las condiciones de la ruta. Mover la palanca hacia adelante desde la posición neutral engrana la marcha adelante. Tirando de la palanca hacia atrás desde el punto muerto activa la marcha atrás. El motor seguirá cuando funcione al ralentí hasta que la palanca se mueva unos 32°. Mover la palanca más lejos abre el acelerador y el motor comenzará a acelerar. (Yamaha, 2016)

El sistema de transmisión de la embarcación crucero IMPAKUCHA es accionado por el operario de manera directa en la palanca ubicada en el motor fuera de borda, para este proceso el operario tiene que dirigirse necesariamente hacia la popa de la embarcación y agacharse siendo este un movimiento no ergonómico.

Respecto al sistema de aceleración del crucero IMPAKUCHA, el proceso de aceleración se efectúa mediante el acelerador dispuesto en el motor, proceso en el cual el operario no tiene una visibilidad adecuada debido a la obstrucción por parte de los ocupantes a bordo que ocupan el primer piso del crucero.

El sistema es de una sola palanca, es decir, control inverso y el acelerador del motor fuera de borda está hecho con una manija desde el puesto de control. Es esencial simplificar las condiciones de operación, pero requiere sistema de sincronización, que se hace en la caja de control remoto. La fiabilidad del sistema depende en gran medida de observancia por parte de las instrucciones del manual de operación y mantenimiento del sistema.

La Normativa ISO 8848, especifica los requisitos de diseño, construcción e instalación y prueba para equipos mecánicos remotos por cable para embarcaciones, así como los ensayos posteriores a su instalación. (Normalización Española, 2021)

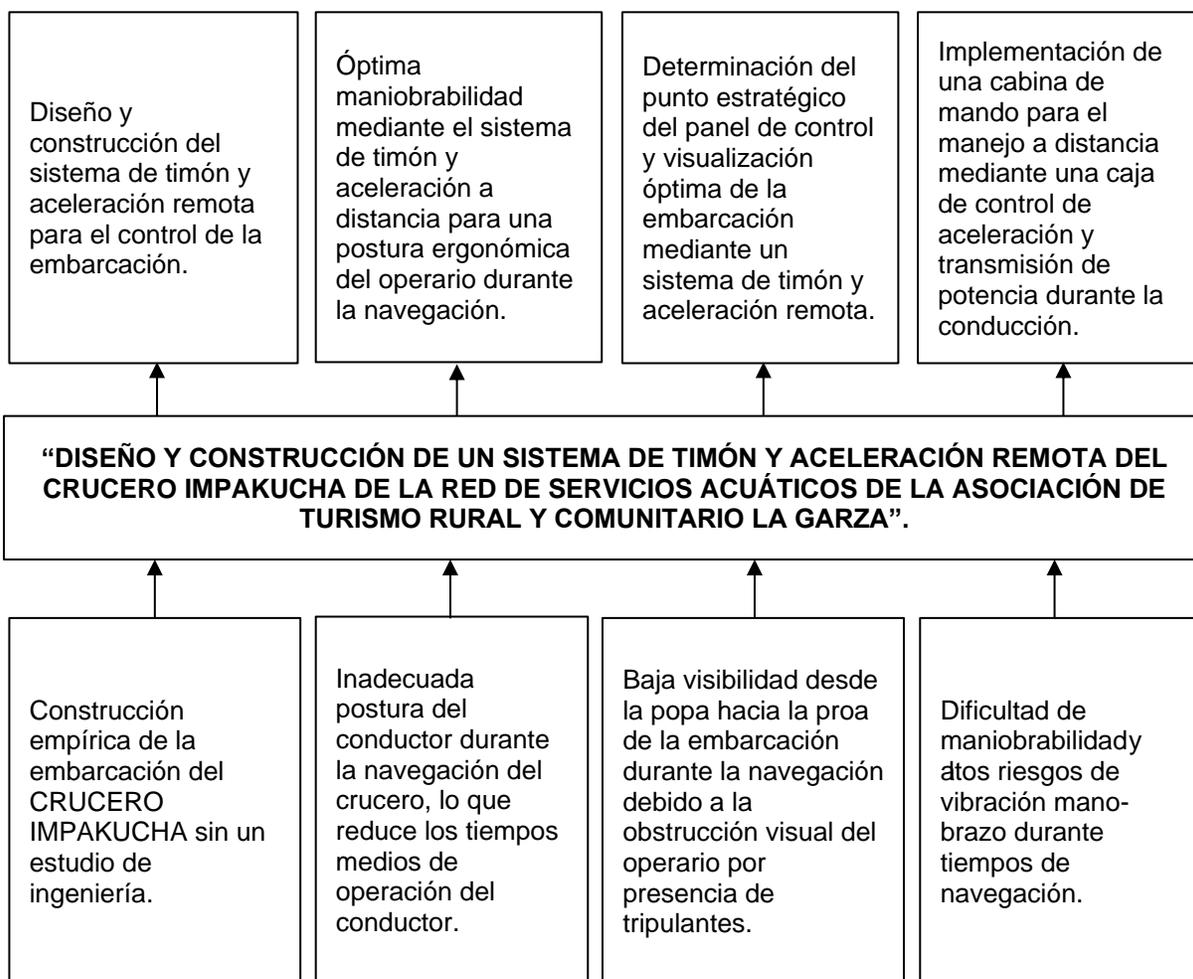
Según Barque, el diseño del control remoto para acelerar y marcha atrás se puede instalar sin alteraciones en cualquier modelo de embarcación, y con la adición de algunos detalles de montaje, en cualquier otro motor. La conexión cinemática de las manijas con los nodos correspondientes en el motor se realiza mediante cables sin fin. La característica de diseño es la cantidad mínima de varillas de cable, así como un nodo intermedio para transferir las fuerzas de las palancas de control, lo que aumenta significativamente la confiabilidad del mecanismo de control remoto. (Barque, 2013)

Planteamiento del problema

La Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”, entidad de ayuda social y comunitaria de la Comuna Araque de San Pablo del Lago, realiza autogestión con su parque automotor acuático, consta el CRUCERO IMPAKUCHA, embarcación construida empíricamente, se realizó el estudio e implementación de sistemas que garanticen las prestaciones, seguridad, confort de ocupantes y tripulantes, a través manejo óptimo y adecuado de la embarcación, debido a este motivo la Asociación de Turismo Rural y Comunitario, aplicando los conocimientos de estudiantes y docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo que intervino la institución en el apoyo a la comunidad y sociedad en la solución de problemas.

Figura 1

Árbol de problemas.



Nota. Árbol de problemas presentes en la investigación.

El crucero IMPAKUCHA es una embarcación construida en base a la experiencia y en la observación de los hechos a partir de otros medios de navegación similar “empíricamente”, sin un estudio de ingeniería que garantice la seguridad activa y pasiva de sus sistemas automotrices; en la actualidad la barca ya dispone de un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, en tal sentido el accionar para esta actividad, no es intervenido de forma manual por el capitán, evitando condiciones de riesgo y baja maniobrabilidad, que

generaban un inadecuado control de distancias de giro, tiempos de reacciones prolongados respecto a los ángulos de giro de dirección en condiciones de grandes esfuerzo físico del operador durante la navegación, en tal sentido se propone realizar un proyecto de titulación del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, apropiada para las necesidades de la embarcación, a partir de procesos de manufactura adecuados de tal forma de implementar y ejecutar pruebas que garanticen la funcionalidad y seguridad del sistema de dirección, a través de un estudio técnico que garantice la maniobrabilidad en ruta en condiciones ideales, a fin de brindar seguridad activa y pasiva de la nave insignia de la asociación.

Los tiempos medios de operación y funcionamiento de la embarcación en el Lago San Pablo, generan en el operario agotamiento físico y capacidad de reacción baja para dirigir la embarcación, por lo que se desarrolló un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, que permita al operario navegar a una distancia adecuada, mejorando la fiabilidad, seguridad, dominio y estética del crucero.

Al no disponer de una visibilidad amplia al momento de navegar por presencia de tripulantes durante la navegación obstruye la visibilidad del conductor desde la popa hacia la proa de la embarcación, es necesario el diseño e implementación de un panel de control del sistema de timón y aceleración remota en un lugar estratégico a comodidad del operario con una conducción de menor dificultad optimizando el sistema y comprobando su funcionamiento electrónicamente en el momento de navegación.

El manejo de un motor fuera de borda y selección de marcha por parte del operario en contacto directo con el motor presenta dificultad de maniobrabilidad y altos riesgos de vibración mano-brazo, por lo que es necesaria la implementación de una cabina de mando para el manejo a distancia a través de un timón asistido y una caja de control de aceleración y transmisión de potencia durante la conducción.

Descripción resumida del proyecto

La presente investigación del “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TIMÓN Y ACELERACION REMOTA DEL CRUCERO IMPAKUCHA DE LA RED DE SERVICIOS ACUÁTICOS DE LA ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO LA GARZA”, considera lo siguiente:

Se fundamentó de manera técnica-científica sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA para el control de maniobrabilidad del sistema de potencia en embarcaciones de mediano calaje a través de fuentes bibliográficas confiables como bases de datos digitales, libros, manuales, repositorios digitales, base de datos y artículos científicos referentes a motores fuera de borda sobre el diseño mecánico, eléctrico y electrónico, así como también los accesorios requeridos para la aplicación en el crucero.

Se realizó un estudio del sistema de dirección y transmisión de potencia del crucero IMPAKUCHA evaluando así los requerimientos necesarios y seleccionando los materiales adecuados para la construcción del prototipo, se consideró la ubicación de la cabina de control para los sistemas de dirección y aceleración remota, permitiendo la maniobrabilidad de la embarcación, que consideró ángulos de rotación y recorridos para el cambio de marchas mediante el sistema de accionamiento de la caja de control y aceleración para el control de régimen de giro de los motores marinos.

Se diseñó y construyó los sistemas de dirección y aceleración con cambio de marcha, a través del modelado y representaciones gráficas basados en el código de dibujo mecánico CPE INEN 003, el sistema de dirección cumple especificaciones descritas en la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 6185-2 y su referido a ISO 9775:1990 para embarcaciones de recreo con sus mecanismos de gobierno a distancia para motores únicos fuera borda entre 15 kW a 40 kW y la norma para disposiciones válidas a nivel internacional de CEI y de ISO en vigor en cada momento. ISO 10592 de embarcaciones de recreo para sistemas hidráulicos de

gobierno, como aplicación de la Norma Española UNE-EN ISO 8848, que especifica los requerimientos y métodos de ensayo para los mecanismos de gobierno a distancia por cable del tipo vaivén y de sus componentes principales, la normativa nacional NTE INEN 2712 2013-08, vehículos automotores. limitador de velocidad para los requisitos y método de ensayo para este tipo de sistemas. La ubicación del sistema permitió a la embarcación tener una mejor visibilidad y maniobrabilidad para la correcta navegación del crucero IMPAKUCHA estableciendo la longitud y posición del mecanismo de accionamiento; acorde lo establecido en NTE INEN-ISO 8861 2014-01 sobre aspectos de construcción naval requisitos de diseño y bases de cálculos.

Se diseñó un sistema de control de giro de los timones en base a la ISO 12215-8 de pequeñas embarcaciones en la construcción de timones, mediante el funcionamiento del sistema mecánico-hidráulico-eléctricos de gobierno por timón como medios de asistencia, el cual permitió generar el torque y ángulo a partir del avance de la embarcación por la asimetría del casco parcialmente generada como elemento principal del gobierno considerando así la utilización de acoples, bridas, ejes de pala, etc.; por lo que se estudió el comportamiento y parámetros de diseño de la pala (con su perfil hidrodinámico adecuado) y la disposición de ésta junto al sistema propulsor (de acuerdo a normas de clasificación del barco) según la ISO 8848 para embarcaciones de recreo de los mecanismos de gobierno a distancia y la ISO 10592 de embarcaciones de recreo para sistemas hidráulicos de gobierno.

A partir de sistemas computacionales se analizó estructuralmente el sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA para la embarcación, a través de planos, normas técnicas de fabricación y demás documentos técnicos en los cuales se sustentaron los requisitos del diseño del sistema y sus componentes basado en una guía de simulación obteniendo datos específicos de ángulos de giro, esfuerzos máximos y comprobación del

sistema eléctrico-electrónico, aplicables a las regulaciones del Código Federal para la Homologación de Seguridad Vehicular, de los Estados Unidos de América (FR 49 – 571).

Se diseñó y construyó un panel de control electrónico considerando la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-IEC 60092-202 2014-01 de instalaciones eléctricas en buques. parte 202: diseño de sistemas de indicadores de tipo visual y sonoro, establecerá la marcha de la embarcación, “avance o retroceso” a partir de la acción del operario en el accionamiento del sistema de cambio de mando a partir de NTE INEN-ISO 10133 2014-01 para embarcaciones de recreo, sistemas eléctricos e instalaciones de corriente continua de baja tensión, alimentado a través de generación de energía renovable de tipo fotovoltaico, con sistema de control de distancia y proximidad por imagen acorde a NTE INEN-ISO 60092-101 2014-01 de instalaciones eléctricas en buques. parte 101: definiciones y requisitos generales.

Se estableció la programación del mantenimiento en función de la NTE INEN-ISO 18813 para embarcaciones y las directrices periódicas de inspección sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA desde la visión preventiva y correctiva, a fin de establecer los recursos humanos, repuestos, materiales fungibles, lubricantes y costos para el mantenimiento en los procesos de reparación descritos en la Directiva de ISO/IEC, Parte 1. ... naturaleza itinerante de los barcos y yates y la comunidad turística de botes de los sistemas de control a distancia, para el manejo de la embarcación con un programa de Mantenimiento (GMAO/CMMS) para mejorar la gestión de recursos.

Se capacitó a los integrantes de la asociación y a los operarios de la embarcación para el manejo del sistema de dirección asistida y de los sistemas de transmisión con aceleración remota del sistema de potencia del crucero IMPAKUCHA, estableciendo de manera técnica las actividades de uso y mantenimiento preventivo a ejecutar, mediante manuales de usuario y funcionamiento.

Se realizó el protocolo de pruebas a fin de establecer el correcto uso del mecanismo de dirección del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, en el que se consideró: distancia recorrida en evolución, zig zag, parada y tiempo de ruta y del mecanismo de control, en el que se consideró: distancia recorrida, cambio de marcha, aceleración mínima, aceleración máxima y tiempo de ruta fundamentada en la normativa ecuatoriana NTE INEN-ISO 8665:2012 para pequeñas embarcaciones. motores de combustión interna de pistón para propulsión marina. mediciones y declaraciones de potencia. Se aplicó cuatro condiciones de prueba siendo estas clasificadas por “movimiento” y “sin movimiento” dentro de las cuales cada una se subdividirá “sin carga” y “con carga”, así como un análisis de la compartimentación y campo de visión desde la posición de gobierno según la ISO 11591 para embarcaciones de recreo a motor en lo que se refiere al campo de visión desde la posición del timón. En la última prueba con carga se ejecutó una prueba con ocupantes a bordo en relación a norma internacional ISO 15550:2002 de motores de combustión interna. Determinación y método de medición de la potencia del motor. Requisitos generales.

Justificación e importancia

El aporte de la educación superior para el desarrollo sostenible, la pertinencia del conocimiento que la Universidad de las fuerzas Armadas puede desarrollar a través de solventar necesidades de la sociedad, especialmente a sectores vulnerables y prioritarios, en un mundo complejo, estructurado primordialmente en el beneficio social, acerca la posibilidad de dar respuestas de orden social, a través del desarrollo sostenible del fundamento científico de sus egresado y graduados, con enfoque diferente para el progreso social de nuestras regiones, se puede ayudar al requerimiento de grupos sociales e industriales, en contacto directo con esas necesidades, de manera que puedan impulsar el desarrollo social de nuestro país, es así, que resultó fundamental el aporte técnico científico a la Comuna Araque con su

Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “LA GARZA”, de San Pablo del lago en Otavalo.

El desarrollo de este proyecto se enfocó en la implementación del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, ubicada en una área específica y óptima de la embarcación, aprovechando la capacidad del operador de manera de optimizar las condiciones de manejo y visibilidad durante la navegación del crucero de manera segura y ergonómica para que los tripulantes de la embarcación tengan una experiencia satisfactoria durante el viaje.

Actualmente el crucero IMPAKUCHA, optimizó el control de la dirección en lo que se refiere ángulos de giro, aceleración por medio de la interacción mano-brazo por lo que del se necesita que el operario esté en contacto directo con los motores fuera de borda para realizar la variación del régimen del motor y ángulo de giro ocasionando que el ruido generado y las vibraciones afecten la salud del operario. Por lo que la implementación del sistema de dirección asistida permitió obtener beneficios de visibilidad con una maniobrabilidad confortable y seguridad en la navegación, además de una rentabilidad del sistema mejorando la competitividad con otras asociaciones con los mismos fines turísticos.

El crucero cuenta con mecanismos que permiten la maniobrabilidad a distancia de la embarcación, mediante una cabina de control por esta razón acorde al perfil profesional del Ingeniero Automotriz y sus competencias, se brindó el soporte técnico para satisfacer las necesidades del crucero IMPAKUCHA.

Para la asociación, la implementación de la cabina de mando en el crucero, gracias a la ejecución del plan propuesto permitió obtener beneficios de mejora operacional elevando así la competitividad turística, mejorando la estética y seguridad del crucero con una cabina de control a distancia para los motores marinos fuera de borda, a través de un manejo adecuado

durante las actividades de ruta turística. Esto garantiza beneficios logísticos, dando a los turistas un mejor servicio.

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Diseñar y construir un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA de la red de servicios acuáticos de la asociación de turismo rural y comunitario “La Garza”.

Objetivos específicos

- Fundamentar de manera técnica-científica el sistema de timón y aceleración remoto para el control de maniobrabilidad y potencia en embarcaciones de mediano calaje.
- Sustentar el diseño mecánico, eléctrico y electrónico sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA en función de las normativas nacionales e internacionales.
- Diseñar sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA a través de un mecanismo móvil adjunto del navío, enlazado a la prolongación de la quilla mediante un par cinemático de rotación, que aproveche las corrientes hidrodinámicas generadas y las corrientes de expulsión por accionamiento de la transmisión de potencia.
- Evaluar los requerimientos necesarios para la selección de materiales adecuados para la construcción del prototipo a través estudio de ingeniería asistida por computador del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.
- Implementar el sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA que le permita a la embarcación tener una mejor visibilidad y maniobrabilidad para la correcta navegación, acorde a los requerimientos y métodos de ensayo para los mecanismos de gobierno a distancia.

- Diseñar y construir un panel de control electrónico con sistema de visualización y advertencia con indicadores de tipo visual y sonoro que establecerá la marcha y dirección de la embarcación.
- Desarrollar el plan de mantenimiento del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA a través de un programa de mantenimiento (GMAO/CMMS) para mejorar la gestión de recursos, en actividades preventivas y correctivas.
- Capacitar a los integrantes de la asociación y a los operarios de la embarcación para el manejo del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.

Metas

- Construir el sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA con una eficiencia del 95% con sistema monitoreo electrónico.
- Desarrollar un programa de mantenimiento sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA que garantice el funcionamiento al 100%.
- Capacitar a los integrantes de la asociación y a los operarios de la embarcación para el manejo sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA del sistema de potencia del crucero IMPAKUCHA, a través de un manual interactivo de usuario que garantice el 100%.

Hipótesis

El crucero IMPAKUCHA se controlará mediante un sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA con variación del régimen por aceleración en incrementos de 32°, se obtendrá una variación de 600 rpm hasta 2100 rpm, alcanzando una velocidad de 4 a 7 nudos, con tiempos de reacción de 3 a 4 segundos, lo que garantizará la maniobrabilidad y control de la embarcación.

Variables de investigación

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

Variable Independiente:

Crucero IMPAKUCHA de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario "La Garza".

Variables Dependientes:

Sistema de timón y aceleración remota.

Capítulo II

Fundamento teórico

Clasificación de las Embarcaciones según sus Prestaciones

Como lo menciona Delgado (2005) “para considerar una embarcación o buque de pasaje, ésta debe de transportar a más de 12 personas denominándolo, así como un crucero recreativo” (p. 40)

Zonas y ejes de una embarcación

El familiarizarse con las palabras y términos que describan las zonas y ejes de una embarcación es primordial a la seguridad en la navegación de manera que describe lo siguiente:

La línea de crujía es la línea imaginaria trazada desde la proa hasta el centro de la popa a lo largo del medio del barco; el través es la línea perpendicular a la línea de crujía en el que parte a una embarcación en dos partes; la proa es la parte delantera o frontal de una embarcación; la popa vendría a ser la parte posterior o trasera de una embarcación; estribor es la parte derecha de la embarcación; babor es la parte izquierda de la embarcación; amuras son las partes anteriores de los costados y aletas son las partes posteriores de los costados que, al converger hacia la parte trasera de la embarcación, forman la popa del mismo. (NASBLA, 2009, pág. 38). Línea de Crujía: Línea imaginaria trazada desde la proa hasta el centro de la popa a lo largo del medio del barco.

Estructura de un barco

Para navegar es necesario saber cómo está conformada una embarcación por lo que (NASBLA, 2009) indica que la estructura de una embarcación tiene:

El casco es la carcasa estructural básica de una embarcación; quilla es la columna vertebral del barco que se extiende desde la proa hasta la popa a lo largo de la parte inferior

del barco a lo largo de la línea central, el travesaño es la superficie vertical en la parte posterior de la popa que se extiende a través de la popa de un lado al otro; la cubierta es la superficie horizontal de la estructura de una embarcación; costado son las partes exteriores; borda es el borde superior de los costados de un barco; escotilla es la abertura en la cubierta. (p. 58)

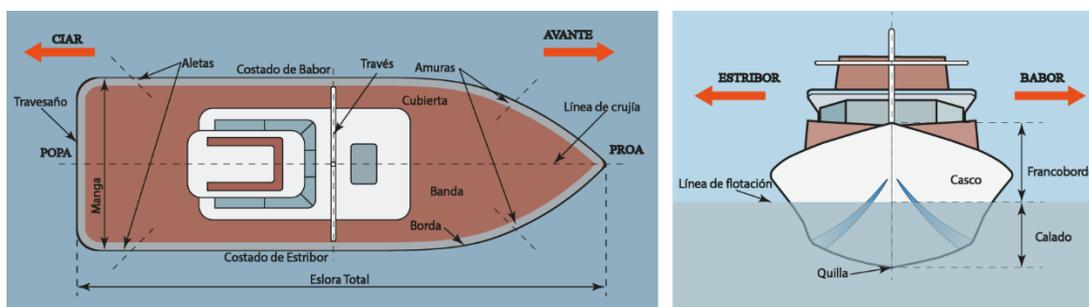
Dimensiones de un barco

Las embarcaciones pueden clasificarse en función de las dimensiones y de si lleva o no motor, según NASBLA (2009), indica cómo se debe llamar cada término para las dimensiones que tiene un barco:

La eslora total es la distancia de un extremo del bote al otro extremo; manga es el ancho total de una embarcación; calado es la distancia vertical desde la parte inferior de la quilla hasta la línea de flotación, francobordo es la distancia vertical desde la línea de flotación hasta el borde superior de los costados del barco; nudo es la medida de velocidad en el agua igual a una milla náutica por hora (1,15 mph); avance es avanzar por el agua en una embarcación mientras que ciar es para moverse en reversa en una embarcación. (p. 62)

Figura 2

Partes de una embarcación



Nota. En la figura se observa las partes, dimensiones y zonas que tiene una embarcación para una correcta orientación dentro de la misma. Tomado de NASBLA,

<https://www.nasbla.org/home>

Clasificación de los Motores Marinos

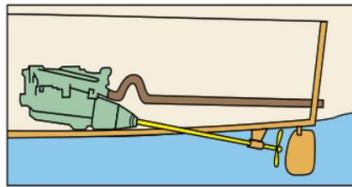
Un motor marino es comúnmente utilizado para la propulsión de un barco, y se puede clasificar en los siguientes:

Motor Intraborda

Estos motores están montados completamente dentro de la embarcación, y solo el eje atraviesa la parte inferior del casco. Los motores intraborda requieren de un timón para dirigir el barco. Dado que el eje y la hélice se extienden por debajo del casco, estos barcos suelen tener un calado mayor y, por lo tanto, es más probable que encallen en aguas poco profundas. (NASBLA, 2009)

Figura 3

Motor intraborda.



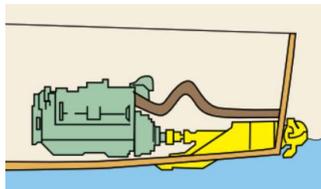
Nota. La figura muestra la configuración y posición de un motor intraborda, obtenido del libro “*Boat Safe Workbook*”. Tomado de (Barnes, 2012)

Motor con propulsión por chorro de agua

“Un motor de una hélice dentro de una carcasa, conectada a un motor interno mediante un eje en el casco. Estos motores requieren potencia para girar y no responden a velocidad de ralentí. Pueden operar en aguas poco profundas y son altamente maniobrables.” (NASBLA, 2009)

Figura 4

Motor con propulsión por chorro de agua



Nota. La figura se visualiza la disposición de un motor con propulsión por chorro de agua, obtenido del libro “*Boat Safe Workbook*”. Tomado de (Barnes, 2012)

Motor Fuera de Borda

El motor fuera de borda es una unidad de propulsión completa y por lo general no lleva timón, de manera que el barco gira en respuesta al giro del motor fuera de borda por parte del operador. La mayoría de estos motores están montados en el espejo de popa del barco. Tienen una excelente relación peso/potencia por lo tanto el operador puede obtener mucha potencia y velocidad de un motor pequeño. (NASBLA, 2009)

Figura 5

Motor fuera de borda



Nota. La imagen muestra la ubicación y la función del trimado de un motor fuera de borda, obtenido del “*Boat Safe Workbook*”. Tomado de (Barnes, 2012)

Funcionamiento de un motor fuera de borda

“El MFB consta de un bloque de motor de dos tiempos en la parte superior, un sistema de engranajes y un sistema de transmisión ubicado en la parte inferior sumergida y diseñado para montarse en la popa”.

Figura 6

Motor fuera de borda.



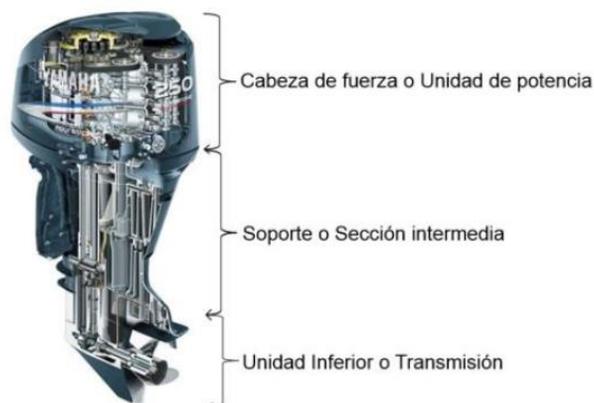
Nota. Motor marino Yamaha para embarcaciones. Adaptado de *Motor fuera de borda Yamaha*, 2022, <https://www.nautica.com.uy/motor-fuera-de-borda-yamaha-60hp-2-tiempos-enduro>.

Composición de un motor fuera de borda

“Las partes de un MFB son; la unidad de potencia que se sitúa en la sección superior donde genera la potencia mediante un motor de dos o cuatro tiempos. En la parte del soporte se encuentran los elementos para fijar el motor a la embarcación. En la parte inferior se encuentra la transmisión donde está la caja de cambios, conjunto de embrague, engranajes y cojinetes para encargarse de transferir la potencia generada en la unidad de potencia a la hélice para transformarla en propulsión”. (Torralvo, 2011)

Figura 7

Partes del motor fuera de borda



Nota. Motor marino clasificado en tres secciones. Adaptado de *Motores Fuera de Borda, 2017*, <https://es.calameo.com/read/00525305451bbe2e9c6ba>

Motor Yamaha E75B

Los datos específicos del motor Yamaha Enduro E75HP se encuentran detallados en la ficha técnica en donde se observa los aspectos del conjunto con sus principales características técnicas.

Tabla 1

Ficha técnica Motor Yamaha E75B

CARACTERÍSTICA TÉCNICA	ASPECTO	DESCRIPCIÓN
DIMENSIÓN	Longitud total	1337 mm
	Anchura total	398 mm
	Peso	115 kg
RENDIMIENTO	RPM	4500 – 5500 rpm
	Potencia máxima	55.2 kW (75 CV) a 5000 rpm
	Velocidad de ralentí	750 - 850 rpm

CARACTERÍSTICA TÉCNICA	ASPECTO	DESCRIPCIÓN
MOTOR	Tipo	2 tiempos, L3
	Cilindrada total	1140 cm ³
	Cilindros	3 cilindros
	Diámetro de carrera	82 x 72 mm
	Sistema de encendido	CDI
	Bujía	NGK B8HS-10
	Separación entre electrodos	0,9 – 1,0 mm
	Sistema de control	Mando popero
	Sistema de arranque	Manual
	Sistema de carburación de arranque	Arranque provisto de válvula de estrangulación
UNIDAD DE TRANSMISIÓN	Posiciones de marcha	Marcha adelante – punto muerto - marcha atrás
	Relación de transmisión	2,00 (26/13)
	Sistema de combustible	3 carburadores
COMBUSTIBLE Y ACEITE	Combustible recomendado	Gasolina normal sin plomo
	Aceite de motor recomendado	Aceite 2 tiempos YAMALUBE TC-W3
	Relación combustible/aceite	(50:1) Combustible: Aceite

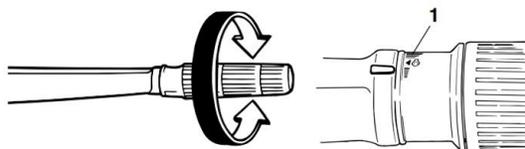
Nota. En esta tabla se pueden observar todas las características técnicas de un motor Yamaha Enduro 75HP. (Yamaha, 2016)

Sistema de aceleración del motor fuera de borda

“En el mando popero se encuentra el puño del acelerador que al girar en sentido antihorario aumenta la velocidad y en sentido antihorario la reduce. La perilla del consumo de combustible en el puño del acelerador muestra la cantidad relativa de combustible consumido en cada posición del acelerador”. (Yamaha, 2016).

Figura 8

Puño del acelerador



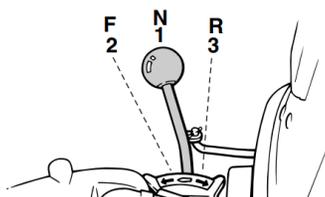
Nota. Giro del puño del acelerador de un motor marino. Adaptado de *Manual del propietario Yamaha E75B*, 2016, http://190.90.166.3:8085/edu-dms/public/uploads/prod_cat/508-E75BMHD.pdf

Sistema de selección de marcha del motor fuera de borda

“Este sistema se encuentra en la parte baja de la pata del motor junto al tren de engranajes, su función principal es la de proveer movimiento hacia delante, hacia atrás y la inmovilidad total (neutro) a la hélice. El movimiento de la palanca de cambio hacia adelante (F) permite engranar la marcha avante o hacia atrás (R) para engranar la marcha atrás”. (Yamaha, 2016)

Figura 9

Palanca de cambio de marcha



Nota. Posiciones de marcha de la palanca de un motor marino. Adaptado de *Manual del propietario Yamaha E75B*, 2016, http://190.90.166.3:8085/edu-dms/public/uploads/prod_cat/508-E75BMHD.pdf

Sistema de dirección por timón

Entre los sistemas más importantes de cualquier embarcación, el gobierno ocupa un lugar destacado, mucho depende de cuán obediente sea al timón además de “principales criterios a la hora de elegir un sistema de dirección son la potencia del motor, el tamaño del barco y la distancia desde el timón hasta el espejo de popa del barco” (Pretextsa, 2022)

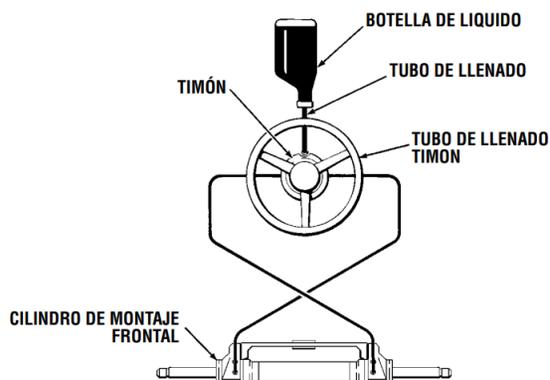
Sistema de dirección Hidráulica

La dirección hidráulica es uno de los sistemas más confiables y seguros.

Consta de una bomba de paletas encargada de fluir el líquido hidráulico a una cierta presión por las cañerías hasta accionar el cilindro, la dirección hidráulica es recomendable para embarcaciones impulsadas por motores fuera de borda, facilitando la maniobrabilidad de la embarcación de manera segura y confortable” (GENOVA, 2017)

Figura 10

Sistema de dirección asistida hidráulicamente



Nota. La Figura muestra las partes de un sistema de dirección hidráulica para el control de un motor fuera de borda, SEASTAR, Manual de Usuario, 2021, Pág.03.

Bomba Hidráulica

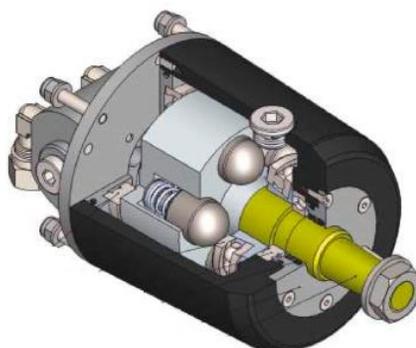
Este es elemento encargado de fluir el líquido hidráulico dentro del sistema.

El material de la bomba hidráulica es de aluminio templado, además de un material especial utilizado en la industria aeronáutica evitando fugas a presiones muy altas, consta de tres rodamientos que aseguran la precisión y suavidad consistente; además de que su estructura esta anodizada para una resistencia a efectos corrosivos.”

(Hydrodrive, 2023)

Figura 11

Estructura de la bomba hidráulica.



Nota. Se puede visualizar en la figura la estructura interna y externa de la bomba hidráulica, Tomada de HYDRODRIVE, Sistema fuera de borda, 2021, P.10. <https://www.nauticexpo.es/>

Cilindro Hidráulico

Los motores fuera de borda, su maniobrabilidad debe de ser precisa e inmediata, por lo que se dispone de un cilindro hidráulico.

Los cilindros están fabricados en aluminio en estirado en frío para un endurecimiento del cilindro es de paredes gruesas está hecho de una materia prima especial con una resistencia a la tracción aún mayor que el bronce tradicional, por lo que tolera una alta presión de trabajo (Hydrodrive, 2023).

Figura 12

Estructura del cilindro hidráulico



Nota. En la figura se observa el cilindro hidráulico, y su parte interna de funcionamiento

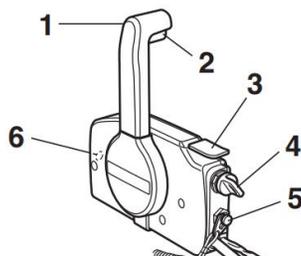
Tomada de HYDRODRIVE, Sistema fuera de borda, 2021, Pág.10. <https://www.nauticexpo.es/>

Caja de control remoto

“Este sistema se compone de una palanca; que permite accionar el cambio y el acelerador que al efectuar la acción de mover la palanca hacia delante desde la posición de punto muerto se acopla la marcha de avante y al mover la palanca hacia atrás desde el punto muerto, se acopla la marcha atrás. El motor continuará funcionando en ralentí hasta que se desplace la palanca aproximadamente 35°. Al desplazar más la palanca, se abre el acelerador y el motor empezará a acelerarse. (Yamaha, 2016)

Figura 13

Caja de control remoto



Nota. Perspectiva isométrica de la caja de control. Adaptado de *Manual del Propietario Yamaha E75B*, 2016, http://190.90.166.3:8085/edu-dms/public/uploads/prod_cat/508-E75BMHD.pdf

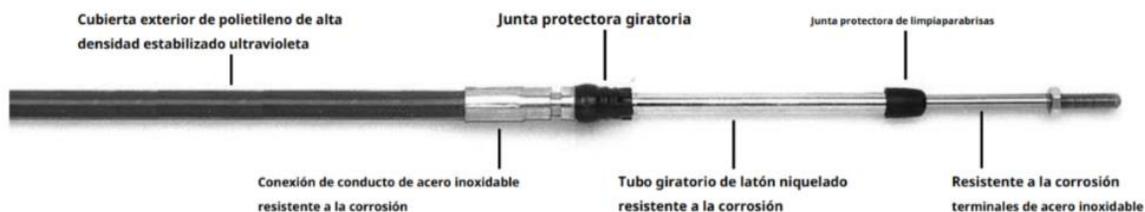
Cables de Control de Cambio y Acelerador

El cable de control es un componente muy importante en el sistema de control. Es el enlace vital entre el cabezal de control y la unidad de propulsión. Emplear el mejor cable ayuda a asegurar que su sistema de cambio y aceleración funcione sin problemas y de manera eficiente.

Tienen terminales de acero inoxidable y accesorios para conductos, así como acero inoxidable o alambres de núcleo recubiertos de nailon con sellos protectores contra la humedad para mayor protección contra la corrosión y una vida útil más prolongada. Sus cubiertas exteriores duraderas de HDPE resisten la abrasión y resisten los efectos de los rayos UV, el agua salada, los productos químicos, la gasolina y el aceite. (SEASTAR Solutions, 2018)

Figura 14

Partes del cable de control



Nota. Breve descripción de las partes que conforman un cable de control de cambio y acelerador. Adaptado de (SEASTAR Solutions, 2018)

Selección del cable tipo 3300/33C

(SEASTAR Solutions, 2018) indica que, existen varios modelos de cables universales tipo 3300/33C, cada uno adecuado para ciertas condiciones de operación y parámetros de instalación. A continuación, se muestran las variables clave que afectan el rendimiento de los cables:

La holgura es la pérdida de movimiento entre la cantidad de movimiento introducido; eficiencia es el porcentaje de la fuerza de entrada que se transmite a través del cable como fuerza de salida; los enrutamientos de cables cuanto más corto y recto sea el enrutamiento de cables, mejor funcionará el cable y el entorno en general, cuanto más resistente sea la construcción del cable, más durará el cable. En entornos hostiles, como la exposición intensa a la sal y los rayos UV, los cables de control con conductos más gruesos y accesorios de acero inoxidable generalmente durarán más que los que tienen conductos más delgados y accesorios de latón o acero. (p. 22)

Tabla 2

Tabla selección del tipo de cable

3300/33C TIPO DE CABLE	REACCIÓN	RUPTURA / EFICIENCIA	RUTAS LARGAS / COMPLEJAS	AMBIENTE DIFÍCIL
CC230 Estándar	Bueno	Bueno	N/A	Bueno
CC332 Rango Medio	Mejor	Mejor	Mejor	Mejor
CCX633 Xtreme	Superior	Superior	Superior	Superior

Nota. En esta tabla se puede observar el grado de aceptación del tipo de cable según los factores a tomar en cuenta. (SEASTAR Solutions, 2018)

Aplicación de polímero reforzado con fibra de vidrio

La fibra de vidrio en la aplicación para los barcos es mucho más atractiva debido a sus puntos fuertes como son el peso, alta capacidad de amortiguación de vibraciones, alta resistencia al impacto, bajos costos de construcción, facilidad de fabricación, facilidad de mantenimiento y reparar. (Yaacob, 2015)

Figura 15

Aplicación de la fibra de vidrio en un bote



Nota. La figura indica el método de disposición manual en la aplicación de la resina y el refuerzo de fibra de vidrio a mano en un molde, obtenido de “*Production Process of Fiberglass Fast Interceptor Boat in Malaysia*”. Tomado de (Yaacob, 2015)

Flotabilidad

Una embarcación se mantiene a flote porque sobre él actúa una fuerza igual al peso del fluido. A través del centro de gravedad del volumen de desplazamiento la F_b (fuerza de flotación) actúa verticalmente hacia arriba. (Mott R. L., 2015)

Ecuación 1

Fuerza de flotación

$$F_b = \gamma_f \times V_d$$

Donde:

F_b = fuerza de flotación en $kg \cdot m/s^2$ o en N .

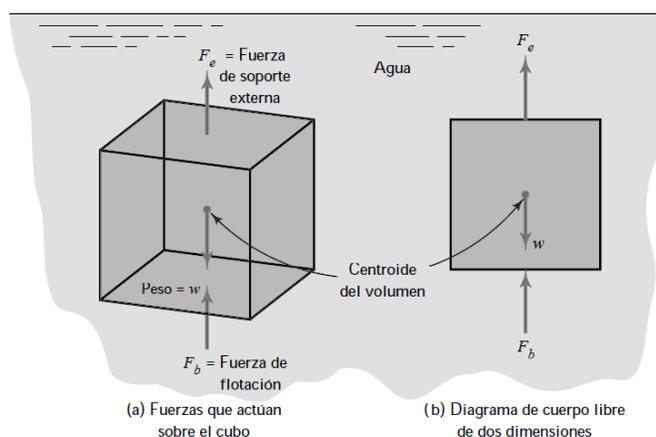
γ_f = peso específico del fluido en N/m^3 .

V_d = volumen desplazado del fluido en m^3 .

Las fuerzas que actúan en un elemento para que se encuentre flotando se encuentran verticalmente y son; el peso w , la fuerza de flotación F_b y la fuerza de soporte externa F_e . (Mott R. L., 2015)

Figura 16

Flotación de un cuerpo



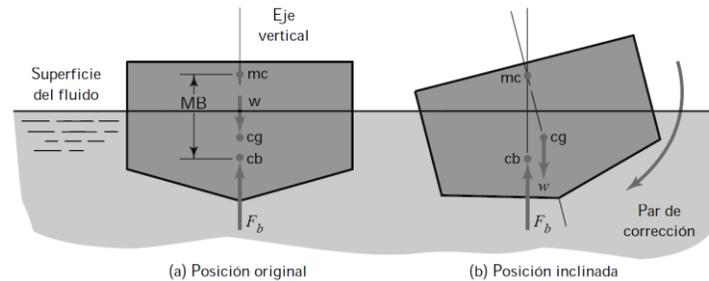
Nota. En la figura (a) se observa las tres fuerzas que actúan en un cubo por la línea vertical del elemento pasando por el centro de gravedad del volumen y en la figura (b) es el diagrama de cuerpo libre en una vista frontal, obtenido de “*Mecánica de Fluidos*”. Tomado de (Mott R. L., 2015)

Estabilidad

Se define como estabilidad cuando un elemento flotante tiene su centro de gravedad se encuentra debajo del metacentro. La intersección del eje vertical del elemento cuando está en equilibrio y la línea vertical que pasa por la nueva posición del centro de flotabilidad cuando el cuerpo gira ligeramente es conocido como metacentro (mc). (Mott R. L., 2015)

Figura 17

Estabilidad de una embarcación



Nota. En la figura (a) se observa a un barco en la posición de equilibrio ya que su cg (centro de gravedad) se encuentra encima del cb (centro de flotación) y en el eje vertical mientras que en la figura (b) el barco el cb se mueve a otra posición. La F_b y el w crean un par de corrección, permitiendo al barco volver a su orientación inicial, obtenido de “*Mecánica de Fluidos*”. Tomado de (Mott R. L., 2015)

Fuerza

Debido a una fuerza externa o por la gravedad se crea un efecto de empuje o tirón ejercido en un cuerpo conocido esto como fuerza. (Mott R. L., 2009)

Ecuación 2

Fuerza

$$F = m \times a$$

Donde:

F = fuerza en $kg \cdot m/s^2$ o en N .

m = masa en kg .

a = aceleración en m/s^2 .

Esfuerzo

El esfuerzo es conocido cuando la aplicación de cargas exteriores tiene como resultado fuerzas internas en un elemento. Si una estructura está en equilibrio cualquier porción de la estructura debe estar en equilibrio es una regla básica de la estática. (Mott R. L., 2009)

Ecuación 3

Esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ = esfuerzo unitario en N/m^2 .

F = carga aplicada en N .

A = área sobre la cual actúa la carga en m^2 .

Ley de Hook

Es la propiedad que hace que un cuerpo que ha sido deformado regrese a su forma original después de que se han removido las fuerzas deformadoras.

Ecuación 4

Módulo de elasticidad

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Donde:

σ = esfuerzo unitario en N/m^2 .

ϵ = deformación unitaria en m/m .

E = módulo de elasticidad en N/m_2 .

Deformación

Una deformación se produce cuando un elemento es sometido a una fuerza exterior axial, la barra se deforma o alarga. (Mott R. L., 2009)

Ecuación 5

Deformación

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

Donde:

δ = deformación total en m .

P = carga aplicada en N .

L = longitud en m .

A = área de la sección transversal en m^2 .

E = módulo de elasticidad en N/m_2 .

Factor de seguridad

La máxima carga permisible que puede soportar un componente en condiciones normales de trabajo es considerablemente más pequeña que la carga última. (Beer, 2020)

Ecuación 6

Factor de seguridad

$$F.S. = \frac{\text{carga última}}{\text{carga permisible}}$$

Donde:

$F.S$ = factor de diseño adimensional.

carga última = resistencia a la cedencia de un material en MPa .

carga permisible = esfuerzo en MPa.

Protección de circuitos

Para la protección de los cortocircuitos y de la elevación de la temperatura en circuitos de corriente continua es necesario emplear fusibles como elementos de protección.

(Domínguez, 2018)

Figura 18

Clasificación de fusibles según sus ampers y colores de la carcasa



Nota. En la figura se observa varios fusibles con los rangos permisibles de la intensidad y el color de la carcasa respectivos, obtenido de “*Automotive Fuse Caralogue*”. Tomado de (PEC, 2019)

Los fusibles consisten en un conductor con una sección transversal más pequeña que los otros conductores, y la sección transversal del fusible siempre es lo suficientemente baja como para permitir que fluya la corriente para que el circuito funcione correctamente.

Ley de OHM

La ley de ohm indica que la corriente existente que pasa por un conductor viene a ser proporcional a su tensión aplicada, de manera que esta ley se enfoca en la relación entre

tensión, intensidad y resistencia en un circuito eléctrico tal y como se observa en la ecuación siguiente. (Floyd, 2007)

Ecuación 7

Ley de Ohm

$$I = V/R$$

Donde:

I= corriente en ampers (A)

R= resistencia en ohms (Ω)

V= tensión en volts (V)

Potencia

La potencia eléctrica en un circuito, muestra la cantidad de energía eléctrica, que viene a ser transferida o trasladada a un consumidor y como este absorbe dicha energía por una cierta cantidad de tiempo, su ecuación para su cálculo se determina en la siguiente ecuación.

(Floyd, 2007)

Ecuación 8

Potencia

$$P = I * R$$

Donde:

P = potencia en watts (W)

I = corriente en amperes (A)

V = tensión en volts (V)

Capítulo III

Diseño de los sistemas de timón, aceleración remota y panel de control

Parámetros de Diseño

Para el correcto desarrollo del proyecto de investigación se analizó los parámetros de diseño los cuales se ven reflejados en la parte mecánica, hidráulica, eléctrica y electrónica, para un mejor control de la embarcación proporcionando seguridad y confort en la navegación brindando una experiencia satisfactoria a los tripulantes del crucero IMPAKUCHA.

Mecánico

Dimensionamiento de la embarcación

La adaptación e implementación de los sistemas de timón y aceleración en el crucero, es importante realizar el dimensionamiento de toda la embarcación con las siguientes partes; eslora, puntal y manga.

Tabla 3

Dimensionamiento del crucero IMPAKUCHA

Dimensión	Medida
Eslora (m)	12.50
Puntal (m)	3.50
Manga (m)	5.20

Nota. En esta tabla se detalla las dimensiones de la embarcación para el diseño y construcción de los sistemas de timón y aceleración remota.

La embarcación presenta una eslora de 12.50 m y un puntal de 3.5 m, por lo que se consideró las dimensiones para la ubicación, adaptación y adquisición de los componentes que conforman los sistemas de timón y aceleración.

Selección del material para componentes

Para la construcción del panel de control, platina de sujeción y ducto de conexión de los sistemas instalados se pensó en los tipos de materiales en función de factores analizados cuantitativamente y cualitativamente para la selección del material, el método de evaluación se basa en la condición de si cumple o no cumple dicho factor.

Tabla 4

Selección de materiales para componentes

Componentes	Factor de selección	Costo 10%	Factor de ponderación			Total 100%
			Peso 20%	Material 30%	Dimensiones 40%	
Panel de control	Madera	X	x	-	x	70%
	Acero	-	-	x	-	30%
Ducto	PVC	X	x	-	x	70%
	Acero Inoxidable	-	-	x	-	30%
Platina de sujeción	Acero Inoxidable	X	-	x	x	80%
	Acero negro	-	x	-	x	60%

Nota. La tabla especifica la selección de materiales de construcción del panel de control, ducto y platina de sujeción mediante factores de ponderación.

En las opciones analizadas en el proceso de selección de material para el panel de control la madera MDF obtuvo el mejor resultado con un 70%, debido a la facilidad del trabajo y peso adecuado.

El ducto de conexión con material de PVC obtuvo como resultado el 70%, ya que al presentar la embarcación dimensiones grandes de eslora, se colocó el ducto de conexión, por lo que es óptimo el material de PVC por ser más liviano y no corrosivo.

El proceso de selección de material para la platina de sujeción el acero inoxidable, obtuvo como resultado el 80%, es importante saber que al realizar el cambio de marcha y aceleración con las dos cajas de control la platina de sujeción debe soportar cargas generadas en el accionamiento de la operación del capitán.

Panel de control

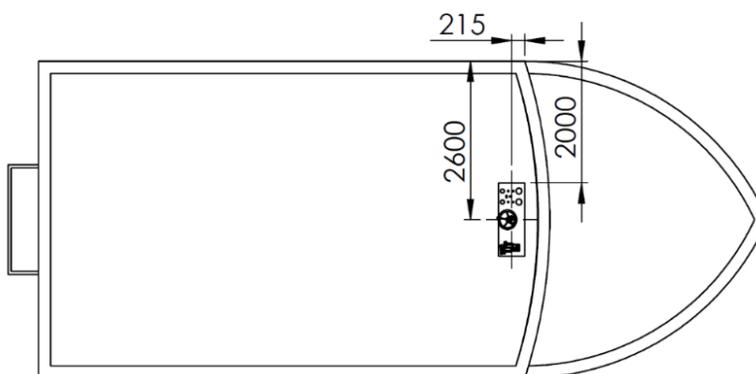
El panel de control de una embarcación tiene como principales ventajas la facilidad de uso, la vista superior desde el timón central, el acceso despejado a todos los lados y la sencillez de controlar todo.

Ubicación del panel de control

Con el dimensionamiento de la embarcación se procede a definir la ubicación del panel de control más aceptable que cumpla con las características de visibilidad maniobrabilidad, seguridad del capitán en el crucero. La posición central le da al capitán una vista clara de 360 grados y le da equilibrio a la embarcación.

Figura 19

Ubicación del panel de control

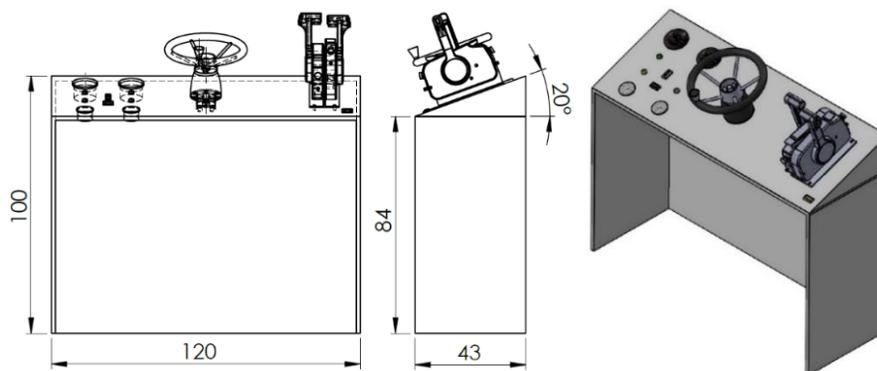


Nota. En la figura se observa la ubicación en donde se encuentra el panel de control en la embarcación.

El panel de control debe encontrarse en el segundo piso y en el eje de crujía de la embarcación a una distancia de 2.6 m y lo más cerca de proa para que el capitán de la embarcación tenga la posibilidad de visualizar su ruta y de babor a estribor con el propósito de mantener el control total del crucero IMPAKUCHA.

Figura 20

Dimensionamiento del panel de control



Nota. La figura del lado izquierdo muestra el diseño en 2D de la estructura del panel de control con sus respectivas dimensiones, la figura del lado derecho se visualiza la vista isométrica en 3D del panel de control.

En el panel de control se encuentran los indicadores de régimen de los motores, luces piloto de funcionamiento, luces de direccionales, manómetros de presión, interruptores de luces de abordaje, bomba hidráulica, timón, cajas de control, que permitirán mantener informado al capitán del funcionamiento de los sistemas de timón y aceleración de la embarcación y a su vez total control del crucero IMPAKUCHA.

Material para panel de control

El fibropanel es un producto fabricado que se compone de fibras de madera mezcladas con resinas y cera, prensadas en paneles planos bajo altas temperaturas y presión. Al ser un

compuesto de subproductos de la madera, se puede adaptar a las formas y medidas requeridas mediante el uso de herramientas estándares para trabajar con la madera.

Tabla 5

Características físico - mecánicas del fibropanel

Madera MDF	
Propiedad	Valor
Espesor (mm)	15
Densidad (Kg/m ³)	650
Resistencia a la tracción(N/mm ²)	0.50
Resistencia a la fricción (N/mm ²)	20
Módulo de Elasticidad (N/mm ²)	2100
Extracción de tornillo I Cara (N)	1050
Extracción de tornillo I Canto (N)	880

Nota. En esta tabla se detalla las características físico-mecánicas del material empleado en el proceso de construcción de la estructura del panel de control. Tomado de (Yanchaguano, 2012)

El material principal para la estructura del panel de control utilizado es el fibropanel por las características principales que se han mencionado por la fácil construcción y su peso no excesivo como el acero, pero al contacto con el agua sus propiedades bajan entonces se opta por un recubrimiento que le permita soportar peso y el ambiente donde va a trabajar.

Tabla 6

Características de la distribución del panel de control

Panel de Control	
Especificaciones generales	Dimensiones
Tacómetros (mm)	91
Manómetros (mm)	60
Platina (mm)	(115x265)

Panel de Control	
Especificaciones generales	Dimensiones
Bomba (mm)	76.2
Interruptor de abordaje (mm)	(25x15)
Luz indicadora de encendido (mm)	(6.35)
Luz de abordaje (mm)	(8)
Interruptor de alimentación (mm)	(15x16)

Nota. En la tabla se indica las dimensiones generales de los componentes que se encuentran situados en el panel de control.

Se realizó un estudio para la distribución correcta de los indicadores, controles e interruptores con el propósito que el capitán le permita realizar una respuesta inmediata para el uso y maniobrabilidad de los componentes.

Material de recubrimiento

Puesto que el MDF es un material permeable y no resiste las condiciones ambientales, se considera la selección de materiales compuestos que permitan proteger y aumentar la resistente la estructura de fibropanel ya que se va a encontrar ubicado en la segunda planta de la embarcación por lo que se optó por el recubrimiento del refuerzo de la fibra de vidrio y el material de matriz que es la resina.

El material compuesto que es la fibra de vidrio en resina de poliéster, comúnmente denominada fibra de vidrio es liviano, resistente a la corrosión, económico, fácil de procesar y tiene buenas propiedades mecánicas para la aplicación en el panel de control.

Tabla 7

Propiedades de compuesto poliéster reforzado con fibra de vidrio

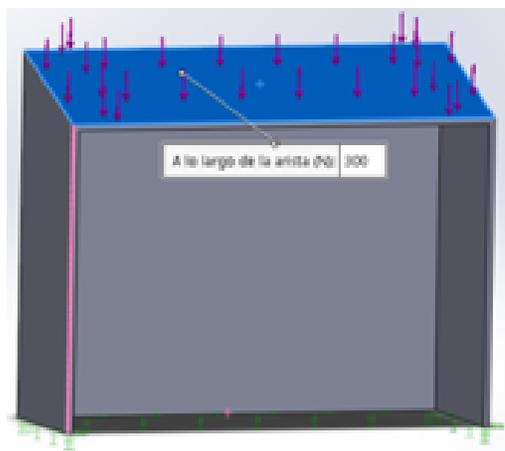
Compuesto poliéster reforzado con fibra de vidrio	
Propiedades	Valor
Resistencia a la tracción (MPa)	395.8
Módulo de tracción (MPa)	18000
Alargamiento a la rotura (%)	3.9
Resistencia a la flexión (MPa)	399.4
Módulo de flexión (MPa)	18800

Nota. En esta tabla se menciona las propiedades mecánicas de la resina poliéster reforzado con fibra de vidrio de tipo estera tejida. Tomado de (Sathishkumar, 2014)

Con la ayuda de un programa computarizado se procede a realizar el análisis estático del panel de control para verificar el FDS, tensiones y desplazamientos, donde se debe colocar las propiedades del material compuesto para la simulación, la parte inferior debe ser fija ya que se recubrirá con fibra de vidrio al suelo para endurecer toda la pieza y se coloca cargas de 300 N por lo que se ubican la bomba el timón, cajas de control, tacómetros, indicadores, interruptores y manómetros.

Figura 21

Cargas distribuidas

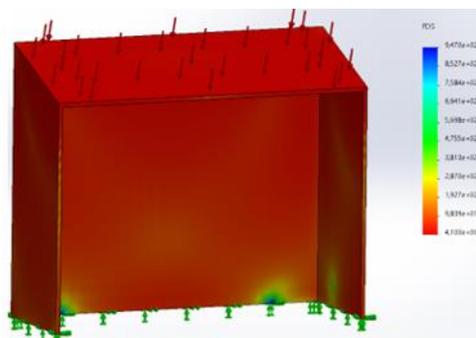


Nota. En la figura se visualiza cargas distribuidas y los puntos de anclaje en el panel de control.

Para que el material cumpla con las características de resistencia y seguridad, en el análisis estático de la estructura del panel de control el FDS debe ser *valor* ≥ 1 para cumplir con los requerimientos de ser un panel que soporte y cumpla la misión de albergar y soportar todos los componentes.

Figura 22

FDS del panel de control

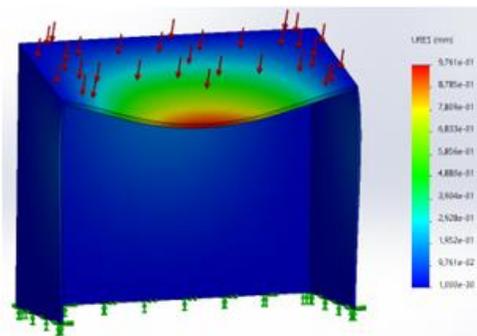


Nota. La figura representa la simulación del factor de seguridad obteniendo como resultado un valor de 4.1.

En el análisis de FDS se obtuvo un valor de 4.1 mayor que el valor mínimo de 1, corroborando que las propiedades mecánicas del material cumplen con los requisitos de una estructura fuerte y segura para la implementación de todos los componentes queden fijos.

Figura 23

Desplazamiento



Nota. La figura muestra el desplazamiento de la estructura del panel de control.

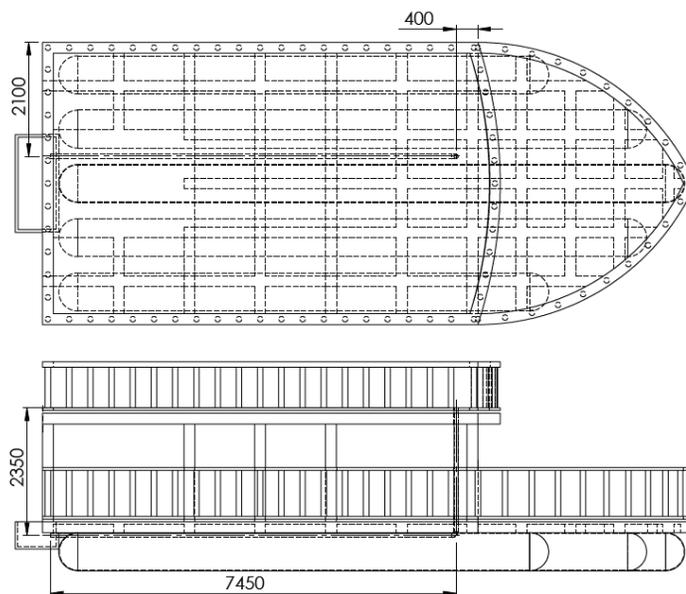
En el análisis estático donde se visualiza el desplazamiento al estar sometido a cargas distribuidas en la parte superior el valor máximo es de 0.07 mm, indicando que este valor de deformación es muy bajo e imperceptible, corroborando que el material puede resistir los componentes que se implementaran como son la bomba, timón, platina, cajas de control, tacómetros, luces piloto, interruptores y manómetros.

Esquema del ducto de conexión

Con el dimensionamiento del crucero se procede a realizar el esquema de la trayectoria del ducto por donde pasarán los cables de control, cañerías y arnés de cables por ende se debe considerar que no tiene que haber muchas curvaturas para que los cables de control del acelerador y cambio de marcha puedan realizar el trabajo de tirar y empujar sin que se traben por lo que se optó por colocar solo un codo para que la trayectoria sea en forma de L.

Figura 24

Ducto de conexión



Nota. En la figura se observa las dimensiones y ubicación del ducto de conexión en la embarcación.

La trayectoria del ducto tiene una altura de 2.35 m y de largo 7.45 m formando una L desde el segundo piso donde irá la consola hasta los motores fuera de borda, y una medida de 2.1 m desde el costado de babor para pasar por el medio de las boyas de la embarcación, el ducto debe sobresalir 10 cm a ras de piso para que no ingrese agua por el ducto para evitar desperfectos y 25 cm por debajo para que el ducto no se visualice.

Sistema de Dirección

Para determinar el tipo de asistencia a implementar, en lugar del mando popero con el que cuenta el motor fuera de borda, se planteó factores importantes que debe cumplir la dirección hidráulica como son; presión, suavidad, seguridad, costos y peso, además de las características propias de la embarcación para la adaptación e implementación del sistema en la embarcación.

Tabla 8*Selección del sistema de dirección*

Tipos de dirección	Factor de ponderación					Total (%)
	Precisión (%)	Suavidad (%)	Seguridad (%)	Costos (%)	Peso (%)	
Dirección Mecánica	15	5	10	17	12	59
Dirección Hidráulica	18	15	17	10	10	70
Dirección Electrohidráulica	18	17	15	5	10	65
Dirección Eléctrica	18	20	15	5	10	68

Nota. La tabla puntualiza la selección del tipo de dirección a implementar en la embarcación en función de factores de ponderación.

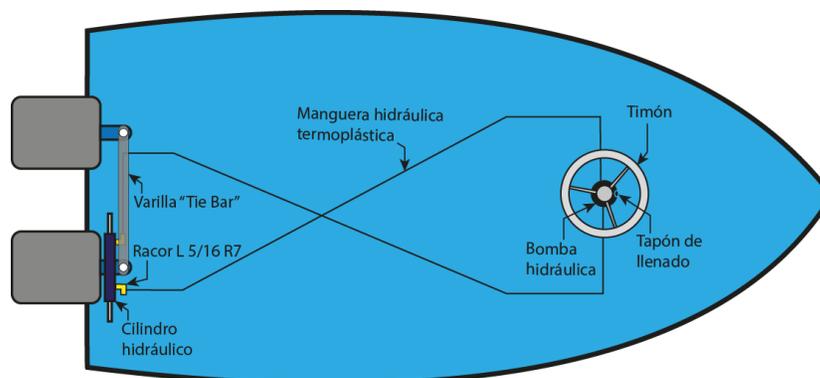
El sistema de dirección con asistencia hidráulica es el más apropiado debido a que cumple un 70% dentro de los parámetros establecidos a diferencia de los otros sistemas que obtuvieron los siguientes resultados; el tipo de dirección mecánica tiene un 59% y dirección electrohidráulica 65%, por lo que el sistema de dirección hidráulica es el más aceptable y rentable para la maniobrabilidad de la embarcación, de manera que la selección de los componentes se realizó bajo normas ABYC P-17 (American Boat and Yacht Council), ISO 10592 STANDARD INTERNACIONAL (Embarcación pequeña-Sistemas de dirección hidráulica) y una guía de selección SEASTAR.

Componentes del sistema de dirección hidráulica

El crucero IMPAKUCHA es de uso recreativo principalmente para recorrido en oleajes suaves enfocado en el confort de los turistas, su sistema de propulsión consta de dos motores fuera de borda Yamaha E75BMHDL, ubicados en la popa de la embarcación.

Figura 25

Esquema del sistema de dirección hidráulica



Nota. La figura indica los elementos que conforman el sistema de dirección hidráulica, y como estos interactúan entre cada uno de ellos.

Es importante saber los componentes que conforma el sistema de dirección hidráulica recomendado para el crucero IMPAKUCHA por lo que en el esquema se observa las conexiones de los componentes con la finalidad de tener un sistema seguro y funcional.

Tabla 9

Tipos de cilindro hidráulico según su uso

MOTOR	Tipo de cilindro		
	Uso agresivo SERIE SEASTAR TOURNAMENT	Uso normal SERIE SEASTAR DE MONTAJE DELANTERO	SERIE SEASTAR HYNAUTIC K-6
Un solo motor	350 HP Max Cilindro HC63xx-3 Pro O HC6845S	350 HP Max Cilindro HC53xx-3	300 HP Max
	Cilindro Tournament	450 HP Max 55 MPH Max Cilindro HC53xx-3 Tie Bar	400 HP Max 55MPH Max
Dos motores			

Nota. La tabla especifica la recomendación de montaje proporcionada por SEASTAR.

Al no ser una embarcación de competencia se descarta el tipo de cilindro para uso agresivo por lo que el tipo de cilindro de uso normal con la configuración para dos motores con un solo cilindro y las características del cilindro HC53xx-3 cumple con la potencia máxima que tiene el crucero al unir los dos motores con una varilla de sujeción “Tie Bar”.

Selección del cilindro hidráulico

La embarcación como bien se menciona es para uso recreativo, por lo que su uso será moderado, y en base a la guía SEASTAR se seleccionó el cilindro el cual pertenezca con referencia sea H53xx-3.

Tabla 10

Selección del cilindro

Marca del motor	Año	Modelo	Cilindro
	1986 a 2004	75-300HP	HC5358-3
	2004 hasta la fecha	3.3L 75-300HP	HC5358-3
YAMAHA	2006 hasta la fecha	4.2L 75-300HP	HC5345-3
	2007 hasta la fecha	F350 HP	N/A
	2014 hasta la fecha	F115B	HC5345-3

Nota. La tabla determina los cilindros con referencia H53xx-3 para motor tipo YAMAHA.

La embarcación consta de motores marca YAMAHA E75BMHDL, por lo que entra en la familia del modelo 4.2L 75-300HP y se debe elegir el cilindro HC5345-3.

Dentro de la embarcación se aplicó un solo cilindro hidráulico al motor de estribor, de manera que el montaje se debe realizar en la parte delantera del motor fuera de borda, tal como recomienda la guía SEASTAR.

El cilindro hidráulico es instalado en el motor que está ubicado a estribor, de manera que recomienda el uso de una “Tie Bar” o barra de sujeción para igualar el giro del motor que se encuentra en babor, la estructura del cilindro es diseñada de manera que soporte una presión máxima 1500psi. Max.

Tabla 11

Especificaciones técnicas del cilindro hidráulico

Cilindro Hidráulico	
Especificaciones generales	Valor
Diámetro interno (mm)	34.93
Carrera (mm)	203
Volumen (cm ³)	136.6
Roscas (in)	9/16 x 24
Accesorios de compresión (in)	3/8

Nota. En la tabla se muestran las especificaciones técnicas del cilindro hidráulica y dimensionamiento.

Selección de la bomba

La bomba en el sistema de dirección hidráulica es el cerebro que permite impulsar los fluidos hidráulicos a través del sistema de gobierno hidráulico de una embarcación, lo que hace que el cilindro hidráulico del motor se mueva de estribor a babor y viceversa para el correcto control durante la navegación.

Tabla 12

Tipos de bombas hidráulicas

Tipo de Sistema	RANGO DE POTENCIA
BAYSTAR	75 HP – 150 HP
SEASTAR	75 HP – 350 HP

Tipo de Sistema	RANGO DE POTENCIA
SEASTAR PRO	75 HP – 350 HP
SEASTAR POWER ASSIST TOURNAMENT SERIES	75 HP – mayor a 350 HP

Nota. La presente tabla establece la selección de la caja de control de acuerdo a las especificaciones de nuestro motor Yamaha E75B.

Elegir la mejor opción para la bomba es apropiado para la suavidad, confort y maniobrabilidad del capitán del crucero.

La bomba hidráulica con especificaciones HH5271-3 brinda comodidad y control para la dirección. El sistema de dirección hidráulica ofrece una dirección sin retroalimentación suave y eficiente para los motores fuera de borda simples y múltiples de hasta 350 HP para velocidades de hasta 60 MPH.

Tabla 13

Especificaciones técnicas de la bomba hidráulica

Bomba Hidráulica	
Especificaciones generales	Valor
Capacidad (in ³)	1.7
Configuración de la válvula de alivio (PSI)	1000
Temperatura de funcionamiento mín. (°C)	-18
Temperatura de funcionamiento máx. (°C)	77
Clasificación de potencia (HP)	350
Presión de Trabajo (psi)	1000

Nota. En la tabla se muestran las especificaciones técnicas de la bomba hidráulica y valores de operación de trabajo.

Selección del líquido hidráulico

Para poder realizar el trabajo el sistema de dirección es indispensable la utilización de un líquido que le permita a la bomba generar trabajo para transformar la energía mecánica en hidráulica.

Tabla 14

Selección del aceite hidráulico

Característica	SEASTAR Hydraulic		Valvoline Hydraulic
	Steering Fluid HA5430H	JD Hy-Gard ISO 68	AW3 ISO 68 Aceite Hidráulico
Color	Amarillo claro	Ámbar pálido	Ámbar
Punto de inflamación	164°C / 327°F	200°C / 392°F	200°C / 392°F
Densidad relativa	0.844	0.885	0.885
Viscosidad cinemática	14.1 - 15.1 mm ² /s (40°C)	55 mm ² /s (40°C)	68 mm ² /s (40°C)

Nota. La tabla precisa las características de 3 tipos de aceites hidráulicos para el sistema de dirección hidráulica.

Material para varilla de sujeción

La varilla de sujeción es la encargada de unir y alinear los dos motores fuera de borda, que se acopla entre el cilindro del motor de estribor y el motor de babor de la embarcación y por lo que debe soportar cargas de tensión y de empuje.

Tabla 15

Propiedades del acero ASTM - A36

Acero ASTM – A36	
Propiedades	Valor
Módulo elástico (MPa)	200000
Coefficiente de Poisson	79300

Acero ASTM – A36	
Propiedades	Valor
Módulo cortante (MPa)	3.9
Densidad (kg/m ³)	7850
Límite de tracción (MPa)	400
Límite de compresión (MPa)	250

Nota. En esta tabla se indica las propiedades mecánicas y físicas del acero ASTM-A36.

El diseño de la varilla de sujeción cumple con los parámetros establecidos para un correcto funcionamiento y desempeñar la operación de sujeción y alineación de los dos motores fuera de borda del crucero IMPAKUCHA. El modelado en 2D y 3D tiene la finalidad de observar las dimensiones y características del componente. Para el diseño se consideró aspectos importantes como diámetros y longitudes de la barra de acero inoxidable para su proceso de manufactura.

Figura 26

Fuerza de tensión



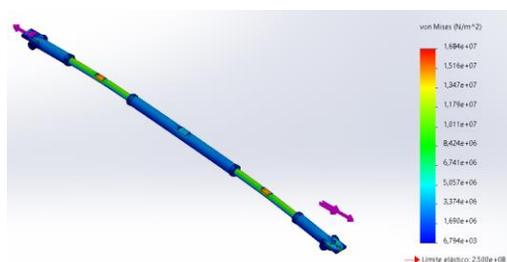
Nota. La figura muestra la fuerza de tensión al momento de que el cilindro se desplace a babor.

Al girar el timón hacia babor permite que trabaje la bomba haciendo que el fluido empuje y desplace al cilindro para que tire de la varilla produciendo una fuerza de tensión de

480.77 N y efectuando una tensión máxima de $1.684 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$ óptimos para la construcción de la varilla de sujeción.

Figura 27

Esfuerzo efectivo de Von Mises de la varilla de sujeción con fuerza de tensión

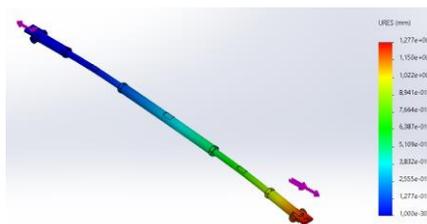


Nota. Estudio del criterio de la máxima energía de distorsión aplicando fuerza de tensión, indicando que el mayor esfuerzo se encuentra en la parte de menor diámetro.

La varilla de sujeción al someterse a una fuerza de tensión el desplazamiento máximo que presenta es de 0.1277 mm en la zona donde se encuentra el perno que ancla al motor, apreciando que esta deformación es permisible para soportar las fuerzas al momento de girar los motores.

Figura 28

Desplazamiento de la varilla de sujeción con fuerza de tensión

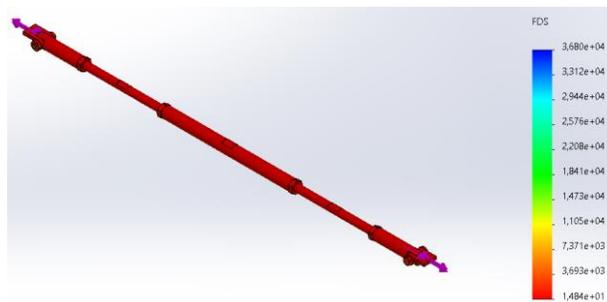


Nota. La figura demuestra el estudio del desplazamiento al aplicar una fuerza de tensión verificando mediante una variación del color y valor siendo la parte roja la de mayor valor.

Para la varilla de sujeción el factor de seguridad recomendado debe ser mayor igual a 1 para considerar que las propiedades mecánicas del material soportan las cargas y esfuerzos al trabajar en la embarcación, obteniendo un valor de FDS mínimo de 15 por lo que asevera que el material cumplirá con los requerimientos específicos de funcionamiento ofreciendo seguridad y calidad para el sistema.

Figura 29

Factor de seguridad de la varilla de sujeción con fuerza de tensión

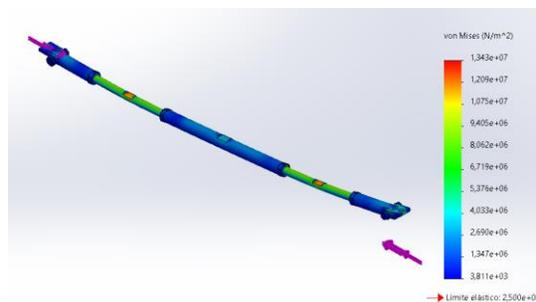


Nota. En la figura se visualiza el estudio del factor de seguridad mínimo al aplicar una fuerza de tensión.

Para el siguiente análisis estático de la varilla de sujeción se consideró la otra operación de trabajo ya que al girar el timón hacia babor permite que trabaje la bomba haciendo que el fluido desplace al cilindro para que empuje a la varilla produciendo una fuerza de compresión de 480.77 N y efectuando una tensión máxima de $1.343 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ óptimos para la construcción de la varilla de sujeción.

Figura 30

Esfuerzo efectivo de Von Mises de la varilla de sujeción a compresión

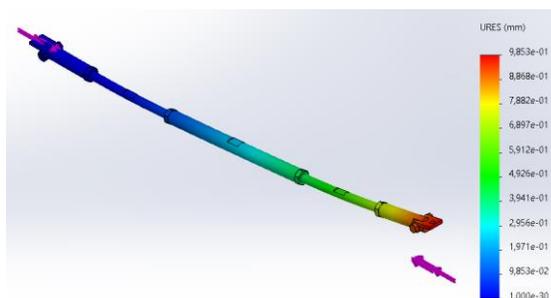


Nota. La figura representa el estudio del criterio de resistencia estática aplicando fuerza de compresión, indicando que el mayor esfuerzo se encuentra en la parte de menor diámetro.

La varilla de sujeción al someterse a una fuerza de compresión el desplazamiento máximo que presenta es de 0.9853 mm en la zona donde se encuentra el perno que ancla al motor, apreciando que esta deformación es admisible para soportar las fuerzas al momento de girar los motores.

Figura 31

Desplazamiento de la varilla de sujeción con fuerza de tensión

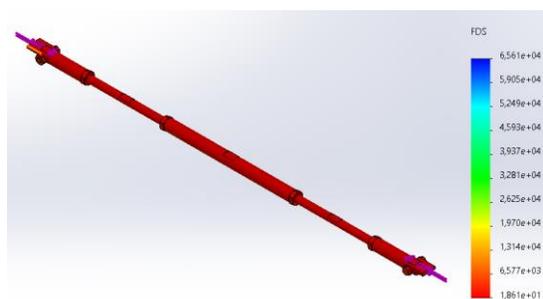


Nota. En la figura se demuestra el estudio del desplazamiento al aplicar una fuerza de compresión verificando mediante una variación del color y valor siendo la parte roja la de mayor valor.

Para la varilla de sujeción el factor de seguridad recomendado debe ser mayor igual a 1 para considerar que las propiedades mecánicas del material soportan las cargas y esfuerzos al trabajar en la embarcación, obtenido un valor de FDS mínimo de 19 por lo que el material cumplirá con las exigencias del sistema para funcionar correctamente.

Figura 32

Factor de seguridad de la varilla de sujeción con fuerza de compresión



Nota. En la figura se observa el estudio del factor de seguridad mínimo al aplicar una fuerza de compresión.

Una vez finalizado el estudio estático mediante ingeniería asistida por computador de la varilla de sujeción, los resultados obtenidos fueron favorables para la calidad del material ya que estos índices son aceptables para soportar las fuerzas sometidas en la varilla siendo ésta la que permita unir los dos motores y alinearlos para una correcta navegación y maniobrabilidad durante la navegación.

Sistema de Aceleración

Para determinar el tipo de sistema de aceleración y cambio de marcha, en lugar de la palanca de cambio de marcha y puño del acelerador con el que cuenta el motor fuera de borda del crucero IMPAKUCHA es necesario tener en consideración las siguientes características del tipo de motor; sistema de encendido, sistema de arranque, y el sistema de dirección ya que la embarcación cuenta con dos motores fuera de borda Yamaha E75BMHDL. DETALLA

Estos motores realizan el cambio de marcha mediante una palanca que al mover hacia adelante engrana la marcha adelante o atrás para engranar marcha atrás y la aceleración se ejecuta mediante el puño que se encuentra en el mando popero que al girar en sentido antihorario se aumenta la velocidad y en sentido horario es para reducir.

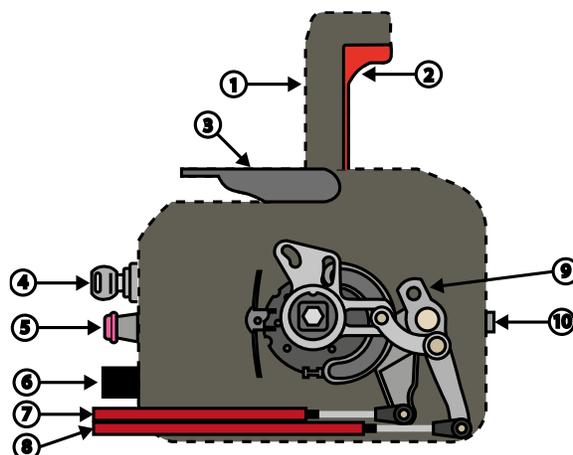
Tabla 16

Fabricantes de cajas de control

Fabricante	Número de parte	Palanca de control	Conector
Yamaha	703-48207-22-00	Individual	10 pin
	703-48230-12-00	Individual	7 pin
	881170A10	Individual	10 pin
Mercury	881110A15	Individual	8 pin
	8M0041426	Doble	N/A
Johnson / Evinrude	5006180	Individual	N/A
Suzuki	67200-93J13	Individual	N/A

Nota. La tabla detalla la selección de la caja de control de acuerdo a las especificaciones de nuestro motor Yamaha E75BMHDL.

Yamaha cuenta con la serie 703 donde existe una caja de control que el conector de cableado es de 7 pines que tienen el sistema de elevación manual y que para los motores fuera de borda que dispone la embarcación encaja correctamente con las especificaciones para un correcto desempeño del sistema de aceleración.

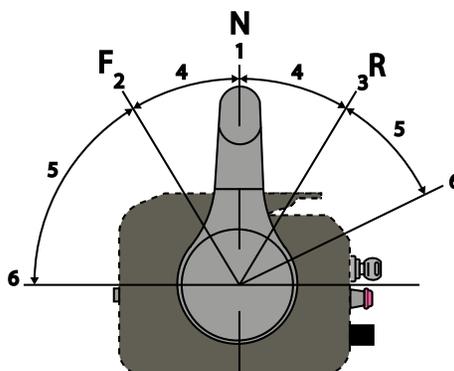
Figura 33*Partes de la caja de control*

Nota. En la figura se enumera las partes que conforma la caja de control y el mecanismo interno del mismo.

Tabla 17*Partes de la caja de control*

Parte	Componente
1	Palanca de cambio
2	Disparador de enclavamiento neutro
3	Palanca de acelerador neutral
4	Interruptor principal
5	Interruptor de apagado del motor
6	Arnés de cables
7	Cable de control para cambio de marcha
8	Cable de control para aceleración
9	Mecanismo de aceleración y cambio de marcha
10	Ajustador de fricción del acelerador

Nota. En la tabla se describen los nombres de las partes principales que conforma la caja de control y su correspondiente numeración.

Figura 34*Posiciones de operación*

Nota. En la figura se puede observar las posiciones de la palanca de la caja de control para cada operación.

Tabla 18*Operación de la caja de control*

Posición	Operación
1	Neutro "N" / Totalmente cerrado
2	Adelante "F" (alrededor de 32°)
3	Invertir "R" (alrededor de 32°)
4	Cambio
5	Acelerador
6	Completamente abierto

Nota. En la tabla se precisa los rangos de operación de la caja de control al accionar la palanca.

Su comportamiento se desempeña al mover la palanca hacia adelante desde la posición neutra permite engranar la marcha de avance. Al tirar de la palanca hacia atrás desde la posición neutra permite engranar la marcha atrás. El motor seguirá funcionando al ralenti hasta

que la palanca se mueva unos 32°. Mover la palanca más lejos abre el acelerador y el motor comenzará a acelerar.

Selección del cable de control

El cable de control cumple la misión de enlazar entre la caja de control y la unidad de propulsión y su principal función es para la aplicación de cambio y aceleración. Al existir diferentes tipos de fabricantes de motores fuera de borda hay diferentes diseños de cables de control según el tipo de motor y la instalación.

Tabla 19

Tipos de cables de control

Tipo	Especificación
Merc Gen II (controles de la serie 4000)	CCX189XX
Merc (600A)	CCX179XX
OMC (479)	CCX205XX
3600 Merc	CCX630XX
3300CC (extremo roscado 10-32)	CCX633XX
4300/43BC (extremo roscado 1/4-28)	CCX430XX
4300/43CC (extremo roscado 1/4-28)	CCX433XX
6400/64BC (extremo roscado 5/16-24)	CCX640XX
6400/64CC (extremo roscado 5/16-24)	CCX643XX

Nota. La tabla puntualiza los tipos de cables de control con las especificaciones que menciona el fabricante.

Para la selección del tipo de cable de control es necesario considerar que para los motores Yamaha E75BMHDL se requiere de un cable tipo universal 3300CC con extremo roscado 10-32, ya que estos se pueden conectar a la mayoría de los motores. Por lo que las especificaciones para el cable de control tipo universal es el CCX633XX (donde XX es la

longitud del cable en pies), y para la conexión en el sistema se requiere de 40 pies de largo por lo que el modelo de cable es el SEASTAR CCX63340 40 Feet XTREME 3300/33C.

Selección del tacómetro

El fabricante Yamaha cuenta con tres tipos de tacómetros con diferentes aplicaciones por lo que es importante analizar el modelo de los motores fuera de borda que se encuentran en la embarcación para seleccionar el correcto.

Tabla 20

Tacómetros según su aplicabilidad

Tipo	Descripción	Número de catálogo	Aplicabilidad
1	Sin indicadores Esfera negra	6Y7-83540-20	Modelos de 2 tiempos 9.9 con premezcla aceite.
	Sin indicadores Esfera blanca	6Y7-83540-30	
2	Con tres indicadores Esfera negra	6Y7-83540-00	250G, L250G.
	Con tres indicadores Esfera blanca	6Y7-83540-10	
3	Con indicador de sobrecalentamiento y sistema de lubricación Esfera negra	6Y7-83540-80	40 (3 cilindros)-300 con sistema de inyección de aceite, (excepto 250G/L250G) F30 – F250 (panel de control mecánico).
	Con indicador de sobrecalentamiento y sistema de lubricación Esfera negra	6Y7-83540-90	
	Esfera negra		

Nota. En la tabla se pormenoriza los tipos de tacómetros según su aplicabilidad en motores YAMAHA.

El crucero IMPAKUCHA cuenta con dos motores Yamaha E75BMHDL de 2 tiempos con premezcla de aceite por lo que la opción correcta es el tipo de tacómetro número uno ya que le permitirá al capitán de la embarcación visualizar el régimen de los motores.

Selección del acumulador

Para la alimentación del sistema eléctrico de los accesorios y dispositivos indicadores del panel de control es necesario una batería que cumpla con las características que recomienda en el manual de usuario por lo que a continuación se detallan diferentes tipos de baterías con sus características eléctricas.

Tabla 21

Características eléctricas de acumuladores

Características Eléctricas	42 FE I SP3	55 FE S4	27 FE S3
Voltaje (V)	12	12	12
Capacidad (Ah)	36	58	74
Reserva (Min)	64	100	166
CCA -18°C (A)	315	540	600
CCA 0°C (A)	370	640	720
CCA 27°C (A)	452	760	860

Nota. La tabla especifica las características eléctricas de tres tipos de acumuladores de la marca BOSCH.

El acumulador que cumple con las especificaciones que recomienda el fabricante es el 55 FE S4 por contar con una capacidad de la batería de 540 (A) CCA -18°C, siendo esta la más aceptable para nuestro arnés de cable de la caja de control y alimentando a nuestros dispositivos eléctricos.

Eléctrico

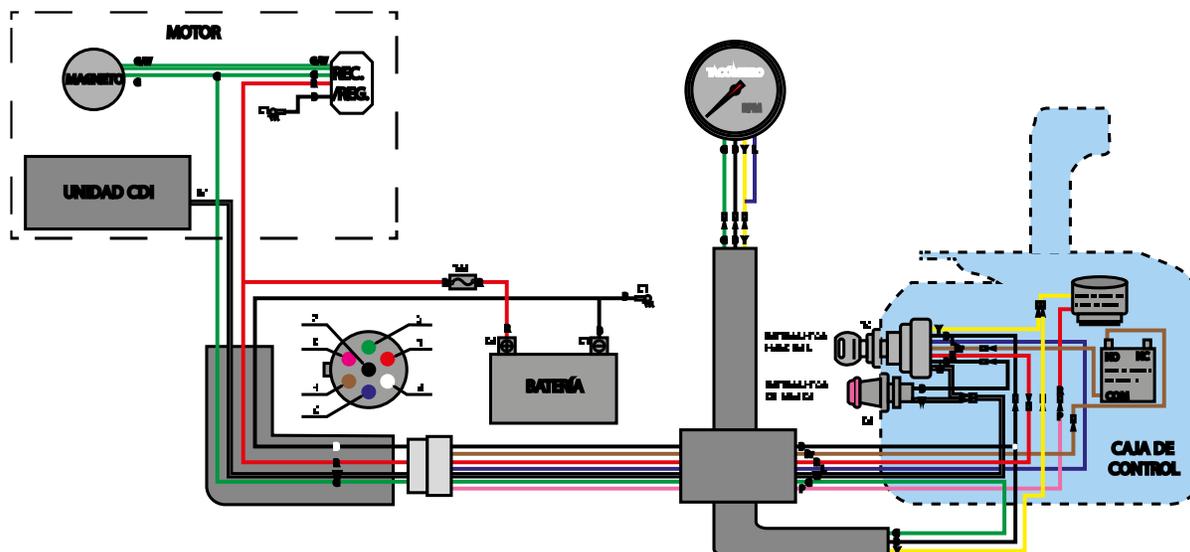
El sistema eléctrico del crucero se compone de dos secciones; la primera está conformada solo para la caja de control; la segunda sección es para el sistema de luces de abordaje.

Diagrama de conexiones

Mediante programas para el diseño por computadora se realiza el diagrama de conexiones eléctricas – electrónicas del sistema de la caja de control.

Figura 35

Diseño del diagrama de conexión eléctrica caja de control



Nota. La figura designa las conexiones eléctricas del sistema de aceleración con su respectivo arnés de cables.

Al contar con dos motores fuera de borda se debe considerar que la conexión es la misma comenzando por la unión del arnés principal a los dispositivos electrónicos del motor, el conductor verde del arnés de fuerza se conecta al magneto del motor, el conductor blanco del arnés de fuerza se conecta a la unidad CDI, el conductor rojo del arnés de fuerza se conecta empalmando al cable rojo del rectificador y con un fusible de

10 ampers al acumulador y el conductor negro del arnés de fuerza se conecta empalmando a masa del chasis del motor y borne negativo del acumulador, todos los conductores mencionados son con calibre 18 AWG y para los empalmes de la batería los conductores rojo y negro son calibre de cable 10 AWG.

Tabla 22

Disposición de los pines del conector

PIN	Color	Descripción
1	R - Rojo	Alimentación (30)
2	G - Verde	Tensión Alterna (59)
3	P - Rosado	N/A
4	Br - Café	N/A
5	L - Azul	N/A
6	W - Blanco	Corte de Energía (31)
7	B - Negro	Masa (31)

Nota. La tabla aclara la distribución de pines de acuerdo al color del conductor y su descripción.

El socket o conector de la caja de control se encuentra conformado por la siguiente unión de conductores, donde el cable verde del socket viene del conductor verde del tacómetro, el cable rojo del socket se conecta con el conductor rojo del interruptor principal o switch de llaves, el cable blanco del socket va conectado al conductor blanco del interruptor de apagado del motor y empalmando al interruptor principal, el cable negro del socket se conecta al conductor negro del interruptor principal y empalmando al tacómetro dando referencia la masa del sistema eléctrico. El cable verde del socket va conectado al conductor verde del tacómetro permitiendo enviar la corriente alterna que viene del magneto del motor. El cable amarillo y azul

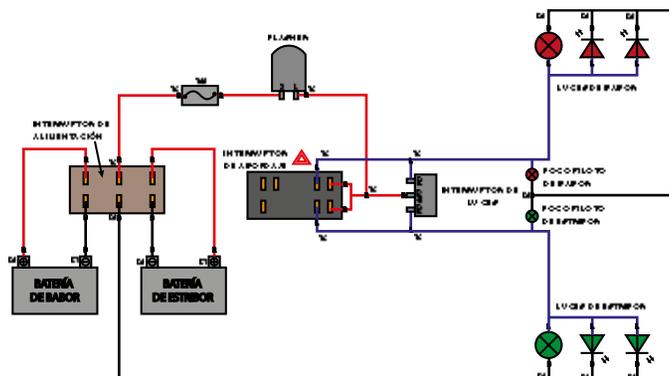
se conectan uniendo al conductor amarillo del interruptor principal para permitir encender la luz de tacómetro.

El interruptor principal o switch de llaves, se acciona mediante la llave a la posición ON a la derecha, permitiendo el paso de corriente desde las baterías de 48 volts, 32.2 ampers a través de conductores de calibre 10 AWG de color rojo y negro a partir de las borneras del mismo color.

Desde el acumuladore se conectan conductores de calibre 10 AWG con un fusible de 10 ampers en el cable rojo y el conductor de color negro hacía la masa de chasis del motor.

Figura 36

Diseño del diagrama de conexión eléctrica luces de abordaje



Nota. En la figura se observa los componentes que conforma el sistema de luces de abordaje y sus respectivas conexiones.

Al contar con dos acumuladores se considera colocar un interruptor de alimentación para obtener la corriente de cualquier batería, la conexión con conductores rojo y negro para el interruptor principal y un solo conductor rojo sale para conectarse a un fusible de 10 ampers y este a su vez al pin X para la alimentación del sistema. El sistema de destello que permite el corte y paso de la corriente al circuito por el pin de salida L se conecta al interruptor de abordaje e interruptor de direccionales y los conductores de color azul permiten alimentar los

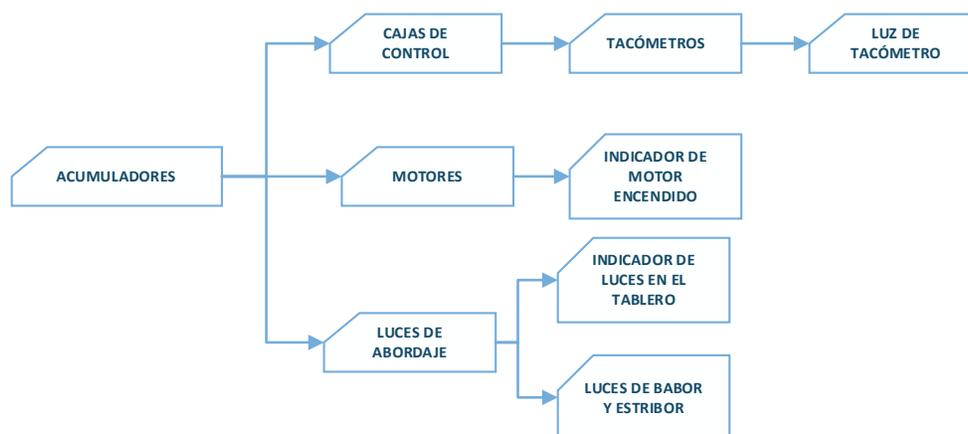
focos pilotos del tablero de control y luces de babor y estribor colocadas a los costados de la embarcación cerrando el circuito con conductores de color negro hacia el borne negativo de la batería, cada conductor es de calibre número18 AWG.

Accionamiento del sistema

Hay que considerar que al contar con dos acumuladores para cada motor por lo que cada acumulador permite encender el circuito, enviando la señal al interruptor principal o switch de llaves de la caja de control para poder arrancar un solo motor y permitir el paso de corriente al tacómetro y luz de tacómetro, a su vez con el interruptor de alimentación permite el paso de corriente para el sistema de luces de abordaje y al contar con un interruptor de alimentación se puede tomar la señal de cualquier acumulador.

Figura 37

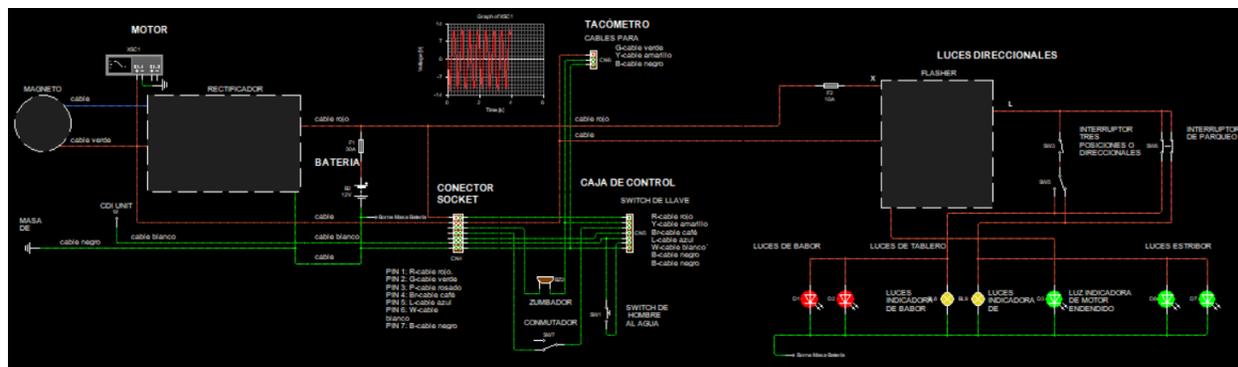
Accionamiento del sistema



Nota. La estructura a partir del diagrama de bloques presenta las entradas y salidas del procesamiento de señales, en el cual se verifica el accionamiento del sistema.

Figura 38

Simulación del circuito eléctrico – electrónico



Nota. Simulación del circuito eléctrico y electrónico de todo el sistema de caja de control y luces de abordaje en funcionamiento.

La magneto envía una señal analógica al tacómetro para indicar el régimen de giro del motor esta misma señal sirve para el rectificar del motor donde el rectificador entrega corriente continua al circuito de la caja de control para su funcionamiento ya que permite encender la luz de tacómetro. La señal rectificada también sirve para la carga de las baterías ya que al encontrarse en funcionamiento realiza esta función. La caja de control cuenta con un interruptor para apagar el motor donde corta la corriente del motor para que deje de funcionar.

El sistema de luces de abordaje se enciende mediante un interruptor de alimentación que permite tomar la corriente de cualquier batería y un destellador que corta el paso de corriente intermitentemente para que las luces piloto del tablero y las de los costados se prendan y se apaguen repetidamente para simular las luces direccionales ya que cuenta con un interruptor de direccionales y un interruptor de abordaje para que todas las luces cumplan su función en conjunto.

Capítulo IV

Construcción; pruebas del sistema de timón y aceleración remota del crucero

IMPAKUCHA con panel indicador

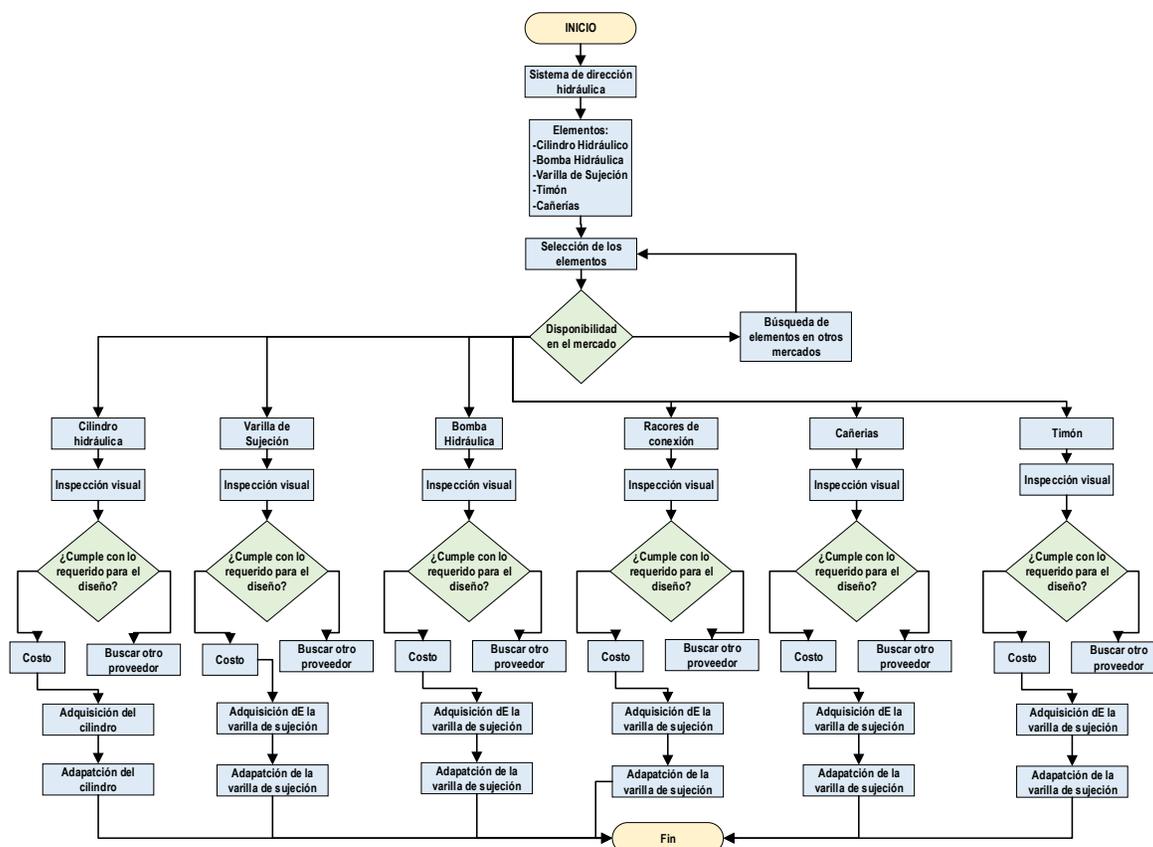
Por medio de diagramas de flujo se realizó la respectiva construcción, siguiendo una secuencia de procesos; además de la ejecución de un protocolo de pruebas de campo encaminado al desempeño de los sistemas de implementados en la embarcación.

Construcción e Implementación del sistema de dirección

El proceso de adquisición de los diferentes componentes del sistema de timón, se tienen en cuenta una secuencia lógica de ejecución.

Figura 39

Selección de los elementos del sistema hidráulico



Nota. Se visualiza en la figura el proceso de adquisición de los elementos para sistema de dirección hidráulica.

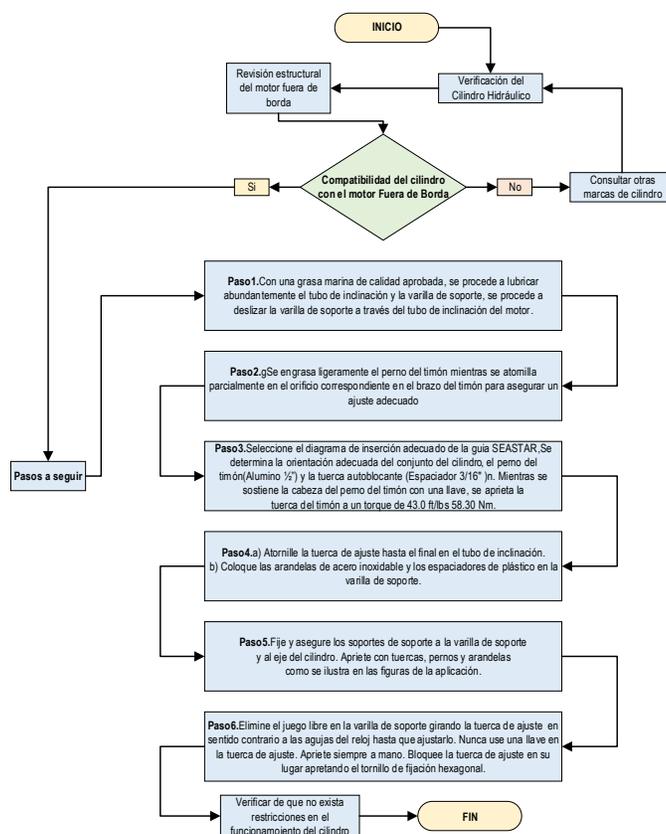
Cada uno de los elementos del sistema de dirección hidráulica, fueron previamente consultados de manera que cumplan con los estándares de diseño.

Implementación del cilindro hidráulico

El cilindro hidráulico es el elemento encargado de dar dirección a los motores, de manera que su proceso de instalación sigue una secuencia lógica de pasos.

Figura 40

Proceso de Implementación del cilindro



Nota. Se muestra en la figura el proceso lógico de implementación del cilindro hidráulico.

El montaje del cilindro hidráulica es ubicado frontalmente, según lo indica la guía del manual de usuario, aplicando un torque de $58.30 \text{ N} \cdot \text{m}$ en el perno de timón de $1/2''$ en conjunto con la tuerca autoblocante.

Figura 41

Implementación y adaptación del cilindro al motor fuera de borda



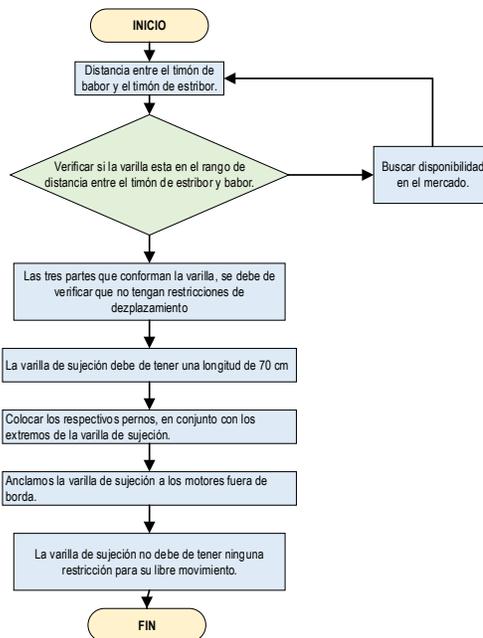
Nota. Se puede visualizar en la figura la instalación del cilindro hidráulico en el motor de estribor.

Implementación de la varilla de sujeción

La varilla de sujeción es el encargado de proporcionar el mismo giro que tiene el motor de estribor sin la necesidad de un cilindro hidráulico.

Figura 42

Proceso de Implementación de la varilla de sujeción



Nota. Se puede observar el proceso de instalación de la varilla de sujeción para el giro del motor de estribor.

Para proporcionar el giro respectivo al motor que no dispone de un cilindro hidráulico, y por motivos de costo, se optó por una varilla de sujeción la cual tiene una longitud de 70cm.

Figura 43

Implementación y adaptación de la varilla de sujeción



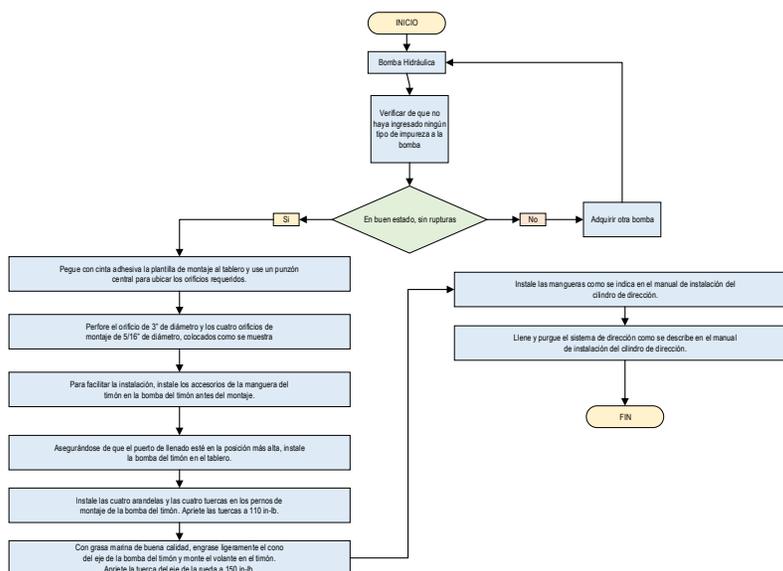
Nota. Se puede observar en la figura la varilla de sujeción instalada a los dos motores.

Implementación de la bomba hidráulica y timón

La bomba hidráulica accionada por el timón es la encargada de generar la presión adecuada para que el fluido hidráulico circule por las cañerías y accione el cilindro.

Figura 44

Proceso de Implementación de la bomba hidráulica



Nota. Se visualiza en la figura el proceso de implementación de la bomba hidráulica en el tablero de control.

La bomba hidráulica debe de ser colocada en una base con un grado de inclinación de 20° según lo indica el fabricante para un correcto funcionamiento del mismo.

Figura 45

Implementación y adaptación de la bomba hidráulica



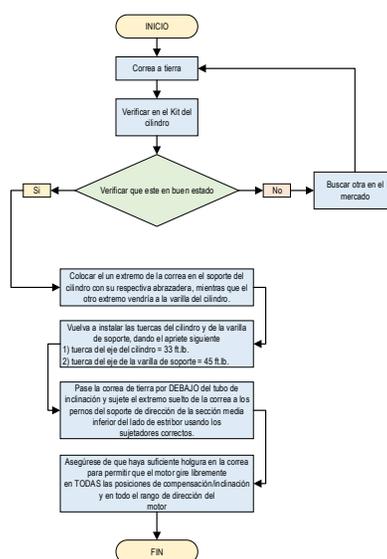
Nota. En la figura se logra observa la bomba hidráulica implementada en el tablero con sus respectivas cañerías.

Implementación de la correa de tierra

La guía SEASTAR recomienda de que cada cilindro hidráulico disponga de correa de conexión a tierra de manera de conservar el elemento.

Figura 46

Proceso de Implementación de la correa de tierra



Nota. La figura describe el proceso de implementación de la correa a tierra.

El propósito de la correa a tierra es la de brindar una protección contra la corrosión que se da por la corriente parásita, de manera que debe de ser inspeccionada constantemente su correcta sujeción, sin intervenir en los movimientos que realice el cilindro.

Figura 47

Implementación y adaptación de la correa de tierra



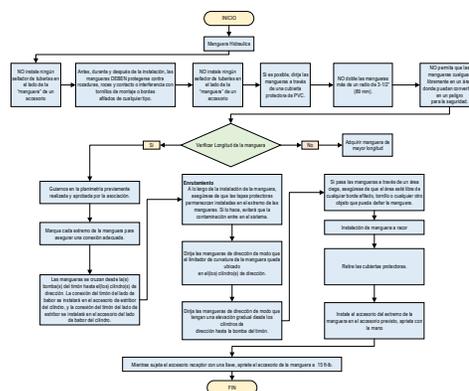
Nota. Se logra visualizar en la figura la correa a tierra implementada en el cilindro, sin restricción alguna.

Implementación de la manguera hidráulica

Las cañerías del sistema hidráulico llevan ciertas condiciones que deben de cumplir durante su instalación de manera que no exista obstrucciones durante el funcionamiento del sistema.

Figura 48

Proceso de Implementación de la manguera hidráulica



Nota. Se muestra en la figura el proceso implementación de las mangueras hidráulicas dentro de la embarcación.

Durante la instalación las mangueras hidráulicas deben de tener un radio de curvatura mínimo 3 – 1/2" (89 mm), las mangueras están protegidas por medio de una cubierta protectora de PVC de un diámetro de 4".

Figura 49

Implementación y adaptación de la manguera hidráulica



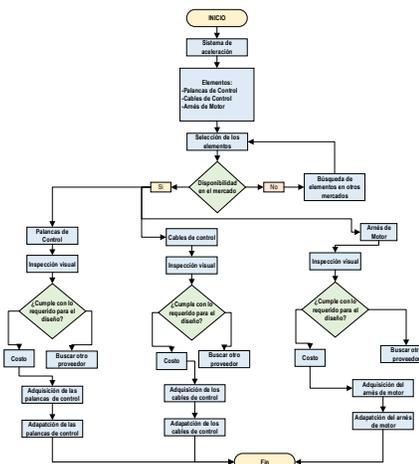
Nota. En la figura se observa la manguera hidráulica conectada al cilindro hidráulico.

Construcción e Implementación del sistema de aceleración

Para la adquisición de los diferentes elementos del sistema de aceleración y cambio de marcha, se siguió un proceso lógico por medio de un diagrama de flujo.

Figura 50

Selección de los elementos del sistema aceleración



Nota. Se muestra el proceso a seguir para la adquisición de los elementos del sistema de aceleración y cambio de marcha.

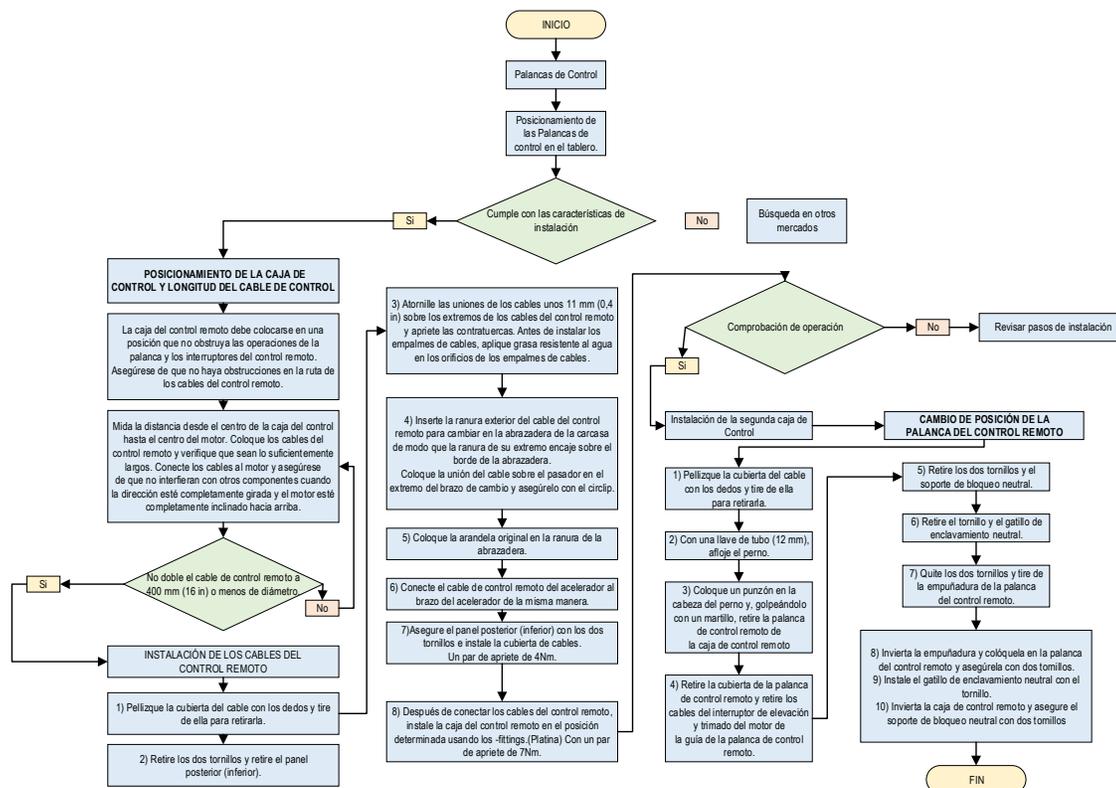
Los elementos que conforman el sistema de aceleración deben de cumplir con los estándares requeridos para la construcción según el diseño previamente elaborado.

Implementación de palancas de control y cables de control

Las palancas de control son las encargadas del control de aceleración y cambio de marcha de los motores fuera de borda.

Figura 51

Proceso de Implementación de la caja de control y cables de control



Nota. Se puede visualizar el proceso de implementación para el control de los motores fuera de borda.

Las cajas de control son posicionadas en el panel de control, los cables de control no deben de estar dobladas a no menos de 400 mm de diámetro, evitando restricciones en su funcionamiento, el par de apriete para la ubicación de las dos cajas de control en la platina debe de ser de 7 N · m.

Figura 52

Implementación y adaptación de las cajas de control; cables de control



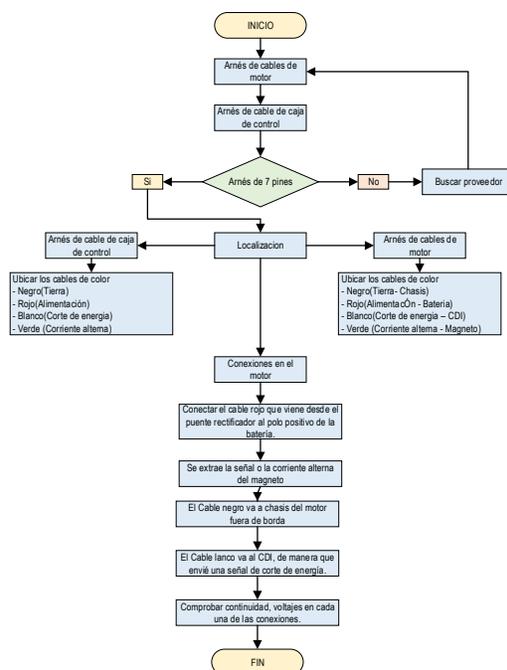
Nota. En la figura se observa las cajas de control ubicadas en el panel de control y cables de control.

Implementación del arnés de motor

Para la implementación del arnés eléctrico, se debe de elaborar previamente el diagrama eléctrico de conexiones respectivas para el motor fuera de borda.

Figura 53

Proceso de Implementación de arnés eléctrico de motor

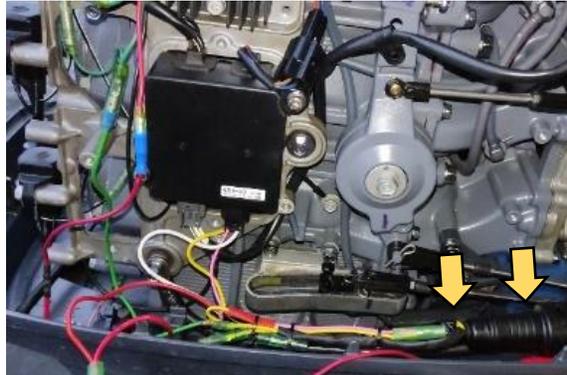


Nota. Se muestra en la figura la implementación del arnés eléctrico en motor y caja de control.

El arnés eléctrico es elemento que conecta eléctricamente, el motor hacia las cajas de control de manera que cada conexión debe de ser consultada por el manual del fabricante, identificado cada una de las señales que salen del motor fuera de borda.

Figura 54

Implementación y adaptación del arnés eléctrico del motor fuera de borda



Nota. En la figura se observa el arnés de motor además de las baterías instaladas para la adaptación de la caja de control

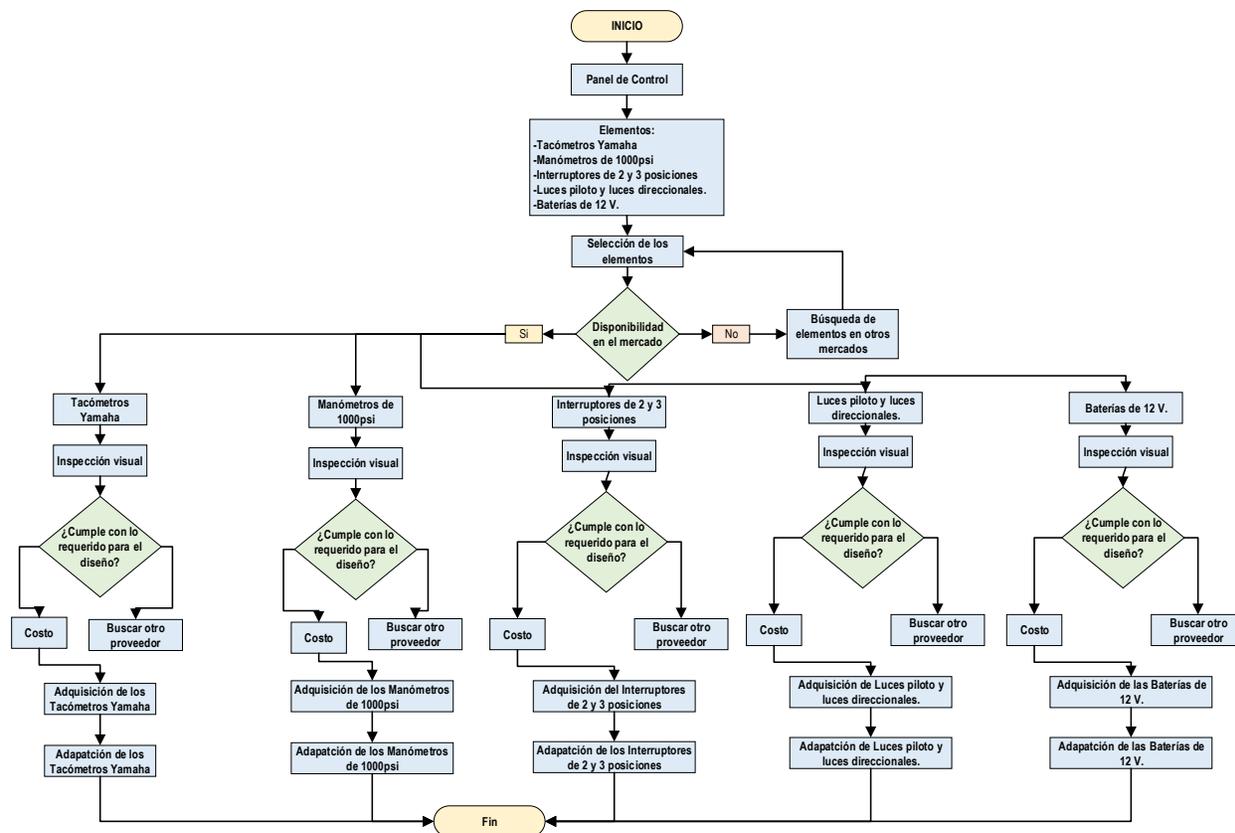
Las señales eléctricas que llegan desde el arnés del motor hasta el arnés de la caja de control, permiten al capitán el apagado inmediato de los motores al igual que también proporciona las conexiones respectivas para el tacómetro.

Construcción e Implementación del panel de control

El panel de control es de donde el capitán controlara los sistemas de timón y aceleración remota, de manera que para su construcción se sigue un proceso para la adquisición de cada de uno de los elementos.

Figura 55

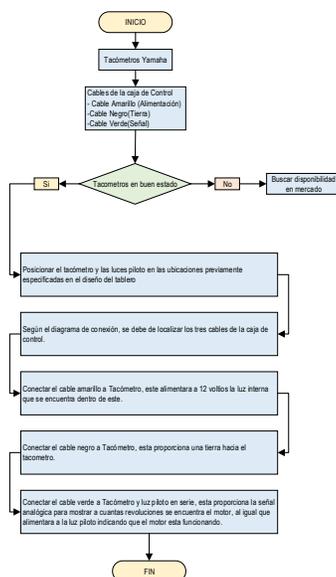
Selección de los elementos del panel de control



Nota. Se puede visualizar en la figura el proceso para la adquisición de los elementos del panel de control.

Instalación de tacómetros y luz de encendido

Al ser motores fuera de borda de dos tiempos, su régimen de revoluciones es indicado por tacómetros analógicos, estos toman una señal de corriente alterna generada por el volante magnético al igual que las luces piloto que indican que los motores se encuentran encendidos.

Figura 56*Proceso de Implementación de tacómetros*

Nota. Se observa en la figura el proceso de instalación del tacómetro analógico y luces piloto.

La alimentación para luz interna del tacómetro se debe de tomar desde la caja de control, de manera que al colocar la llave en posición en ON estos se enciendan e indiquen al capitán dar arranque manual a los motores fuera de borda.

Figura 57*Implementación y adaptación del arnés eléctrico del tacómetro y luz piloto*

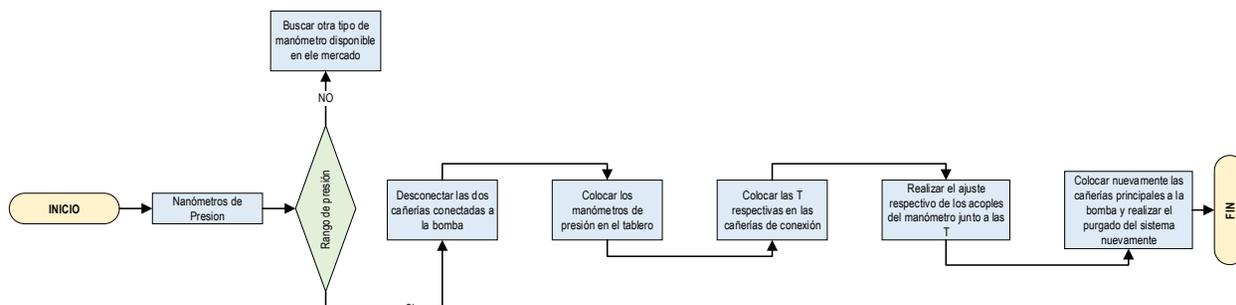
Nota. Se puede muestra en la figura el tacómetro montado en el tablero en un lugar visible para el capitán.

Instalación de manómetros de presión

Los manómetros de presión ayudan a la supervisión de la presión que ejerce la bomba en circuito hidráulico.

Figura 58

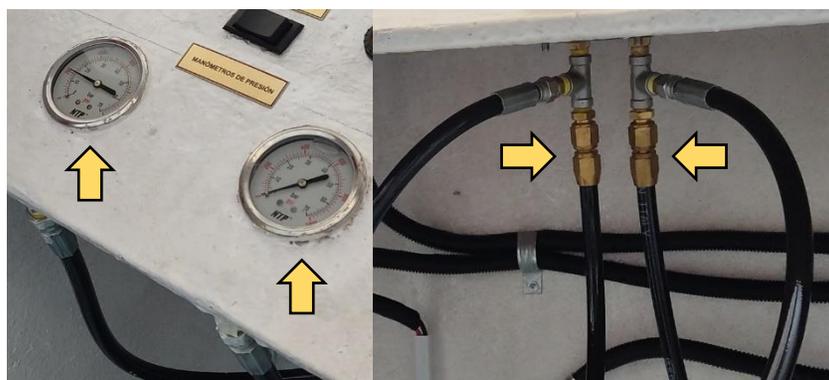
Proceso de Implementación de manómetros de presión



Nota. Se visualiza en la figura el proceso de ubicación de los manómetros de presión.

Figura 59

Implementación y adaptación de manómetros de presión



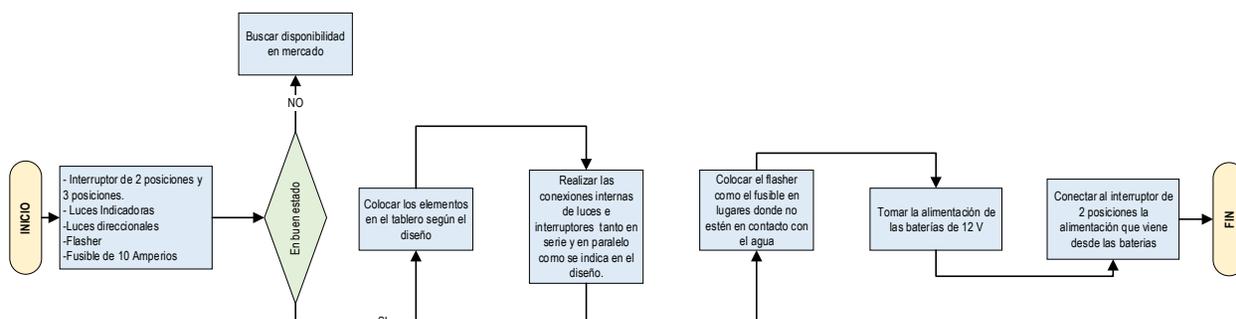
Nota. En la figura se observa la ubicación de los manómetros de presión y su adaptación a las salidas de la bomba hidráulica.

Implementación de luces direccionales

El circuito de luces direccionales, así como las luces indicadoras en el tablero, toman su alimentación desde la batería de 12 volts.

Figura 60

Proceso de Implementación de luces direccionales

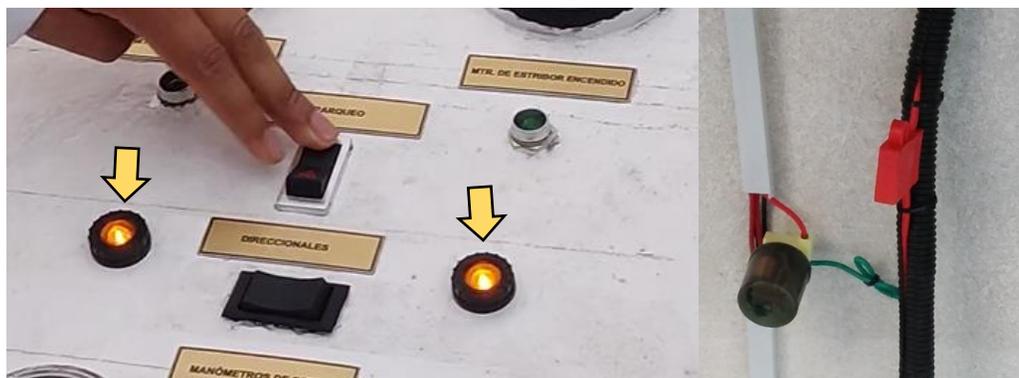


Nota. En la figura detalla el proceso de instalación de las luces direccionales alimentadas desde la batería de 12 volts.

Las luces direccionales reciben la alimentación directamente desde las baterías, de manera que eviten cualquier anomalía en el funcionamiento de los tacómetros.

Figura 61

Implementación y adaptación de luces direccionales



Nota. Se puede observar en la figura la ubicación de luces direccionales y componentes eléctricos.

Pruebas de desempeño del sistema de timón y aceleración

Las siguientes pruebas a realizar tienen como objetivo medir el desempeño de los sistemas implementados y como estos interactúan en el control de los motores fuera de borda.

Pruebas en el sistema de timón

Las pruebas en el sistema de timón van referidas a como este sistema proporciona el giro de movimiento a los motores fuera de borda para la maniobrabilidad de la embarcación.

Prueba 1 de proporcionalidad

Figura 62

Desplazamiento efectivo del centro del cilindro hacia babor y estribor



Nota. Se puede visualizar en la figura los puntos de referencia A y B para la medición correspondiente.

La prueba 1 de proporcionalidad consiste en medir el desplazamiento efectivo del cilindro por cada 90 grados de giro del timón, desde los puntos de referencia A y B.

Tabla 23

Resultados de proporcionalidad del centro del cilindro a babor y a estribor

Desplazamiento efectivo del centro del cilindro a babor				
N.º	Giro del Timón a Babor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (cm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (cm)	Presión (psi)
1	0	10,5	10,5	11
2	90	10,3	10,7	22
3	180	9,5	11,5	32
4	270	8,5	12,5	54
5	360	7,5	13,5	64

Desplazamiento efectivo del centro del cilindro a babor				
N.º	Giro del Timón a Babor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (cm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (cm)	Presión (psi)
6	450	6,5	14,5	84
7	540	5,5	15,5	110
8	630	4,5	16,5	132
9	720	3,5	17,5	152
10	810	2,5	18,5	172
11	900	1,5	19,5	182
12	990	0,5	20,5	200
13	1080	0	21	222

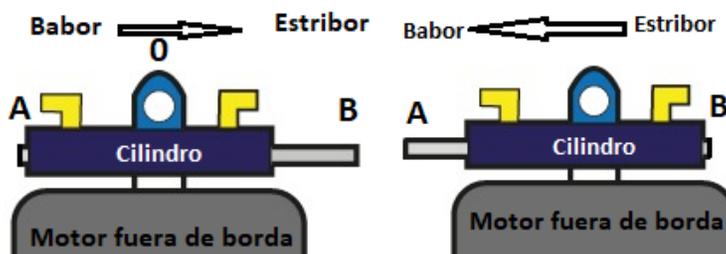
Desplazamiento efectivo del centro del cilindro a estribor				
N.º	Giro del Timón a Estribor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (cm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (cm)	Presión (psi)
1	0	10,5	10,5	10
2	90	10,7	10,3	23
3	180	11,5	9,5	34
4	270	12,5	8,5	52
5	360	13,5	7,5	61
6	450	14,5	6,5	85
7	540	15,5	5,5	101
8	630	16,5	4,5	135
9	720	17,5	3,5	148
10	810	18,5	2,5	173
11	900	19,5	1,5	180
12	990	20,5	0,5	200
13	1080	21	0	222

Nota. En la tabla designa los valores obtenidos de desplazamiento de cilindro, grados de timón y presión.

Evaluando los resultados en intervalos de 90° concurre el desplazamiento del cilindro hidráulico donde: los primeros 90° - 0.2mm; 90° a 180° - 0.80mm; 180° a 990° - 10mm y de 990° a 1080° - 0.5m. Mientras que su presión máxima generada dentro del sistema es de 222 psi. En el segundo caso cuando el desplazamiento es del centro a babor los valores de recorrido son igualitarios.

Figura 63

Desplazamiento efectivo de babor a estribor y de estribor a babor



Nota. En la figura se observa el proceso de medición del recorrido del cilindro de un extremo al otro.

La trayectoria que recorre el cilindro desde babor y de igual manera de estribor a babor deben de ser proporcionales para un movimiento de giro equitativo en ambos motores.

Tabla 24

Resultados de proporcionalidad de babor a estribor y de estribor a babor

Desplazamiento del cilindro de babor a estribor				
N.º	Giro del Timón a Babor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (mm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (mm)	Presión (psi)
1	0	21	0	222
2	90	20,5	0,5	200
3	180	19,5	1,5	180
4	270	18,5	2,5	160
5	360	17,5	3,5	140
6	450	16,5	4,5	110
7	540	15,5	5,5	78
8	630	14,5	6,5	42
9	720	13,5	7,5	28
10	810	12,5	8,5	18
11	900	11,5	9,5	8
12	990	10,5	10,5	5
13	1080	9,5	11,5	11
14	1170	8,5	12,5	22
15	1260	7,5	13,5	45

Desplazamiento del cilindro de babor a estribor				
N.º	Giro del Timón a Babor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (mm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (mm)	Presión (psi)
16	1350	6,5	14,5	68
17	1440	5,5	15,5	99
18	1530	4,5	16,5	120
19	1620	3,5	17,5	142
20	1710	2,5	18,5	173
21	1800	1,5	19,5	185
22	1890	1,1	19,9	200
23	1980	0	21	222

Desplazamiento del cilindro de estribor a babor				
N.º	Giro del Timón a Estribor (º)	Desplazamiento del Cilindro punto A (mm)	Desplazamiento del Cilindro punto B (mm)	Presión 2 (psi)
1	0	0	21	222
2	90	0,5	20,5	200
3	180	1,5	19,5	179
4	270	2,5	18,5	155
5	360	3,5	17,5	145
6	450	4,5	16,5	118
7	540	5,5	15,5	89
8	630	6,5	14,5	75
9	720	7,5	13,5	46
10	810	8,5	12,5	28
11	900	9,5	11,5	11
12	990	10,5	10,5	8
13	1080	11,5	9,5	14
14	1170	12,5	8,5	38
15	1260	13,5	7,5	56
16	1350	14,5	6,5	72
17	1440	15,5	5,5	84
18	1530	16,5	4,5	106
19	1620	17,5	3,5	125
20	1710	18,5	2,5	142
21	1800	19,5	1,5	188
22	1890	20,5	0,5	200
23	1980	21	0	222

Nota. En la tabla se presenta los valores obtenidos de desplazamiento del cilindro de estribor a babor y viceversa.

Observando los valores obtenidos cada 90° del giro del timón a babor, el cilindro es accionado y su desplazamiento es de: a los 90° - 0.5mm; 90° a 1890° - 10mm; 1890° a 1980° - 0.5mm, alcanzado una presión máxima de 222psi. Cuando el giro del timón es hacia estribor los valores de desplazamiento son iguales que en el primer caso.

Pruebas en el sistema de aceleración

En el sistema de aceleración las pruebas de aceleración consisten las revoluciones generadas en motor por el accionamiento de la caja de control.

Prueba 2 de desplazamiento y revolución en neutro

La prueba se basa en medir las revoluciones generadas en los motores fuera de borda, según el desplazamiento angular de las palancas del acelerador neutral.

Tabla 25

Revoluciones de los motores con el acelerador en frío

Motor de babor		
Nº.	Desplazamiento Efectivo (°)	Régimen del Motor (RPM)
1	0	600
2	5	600
3	10	600
4	15	600
5	20	600
6	25	600
7	30	600
8	35	600
9	40	600
10	45	600
11	50	600
12	55	600

Motor de babor		
Nº.	Desplazamiento Efectivo (°)	Régimen del Motor (RPM)
13	60	600
14	65	600
15	70	1000
16	75	1100
17	80	2000
18	85	2100
19	90	2100

Motor de estribor		
Nº.	Desplazamiento Efectivo (°)	Régimen del Motor (RPM)
1	0	600
2	5	600
3	10	600
4	15	600
5	20	600
6	25	600
7	30	600
8	35	600
9	40	600
10	45	600
11	50	600
12	55	600
13	60	600
14	65	600
15	70	1000
16	75	1100
17	80	2000
18	85	2100
19	90	2100

Nota. En la tabla se explica los valores obtenidos del desplazamiento angular del acelerador en frío.

Examinando los datos obtenidos en lapsos de 5° el régimen de revoluciones del motor de babor y estribor aumenta de: 0° a 65° - 600(rpm); 70° a 80° - 2000(rpm) y de 85° a 90° - 2100(rpm).

Prueba 3 de desplazamiento y revolución en ruta

Esta prueba consiste en el desplazamiento angular de las palancas de control remoto y como estas interactuaran con el régimen del motor y la velocidad que alcanza la embarcación.

Tabla 26

Revoluciones del motor en avante sin tripulantes

Revoluciones del motor en avante sin tripulantes			
Motor de Babor			
Nº. Prueba	Grados (°)	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	0
3	20	600	1,91
4	30	600	1,91
5	40	700	2,6
6	50	1400	5,8
7	60	2000	5,04
8	70	2100	7,82
Motor de Estribor			
Nº. Prueba	Grados (°)	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	0
3	20	600	1,91
4	30	600	1,91
5	40	650	2,6
6	50	1200	5,8
7	60	1600	5,04
8	70	2100	7,82

Nota. En la tabla se expone las revoluciones por minuto de los motores cuando el crucero realiza una ruta en avance sin tripulantes.

En el motor de babor durante intervalos de 10° el incremento revoluciones por minuto y la velocidad alcanzada son de: 0° a 30° - 600(rpm) – 1.91nudos y a 70° - 2100(rpm) - 7.82nudos. En el motor de estribor las variaciones son de: 0° a 30° - 600(rpm) – 1.91nudos y a 70° - 2100(rpm) - 7.82nudos.

Tabla 27

Revoluciones del motor en ciar sin tripulantes

Revoluciones del motor en ciar sin tripulantes			
Babor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0.0
2	10	600	1,91
3	20	600	1,91
4	30	650	2,6
5	40	950	3,04
6	50	1800	5,64
Estribor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0.0
2	10	600	1,91
3	20	600	1,91
4	30	675	2,6
5	40	885	3,04
6	50	1800	5,64

Nota. En la tabla se presenta las revoluciones generadas al accionar la palanca de control hacia ciar.

Analizando el incremento de las revoluciones y velocidad alcanzada por cada 10° los valores son de: 0° a 20° - 600(rpm) – 1.91nudos y a 50° - 1800(rpm) - 5.67 nudos. Mientras que

en el motor de estribor las variaciones son de: 0° a 20° - 600(rpm) – 1.91nudos y a 70° - 1800(rpm) – 5.64nudos.

Tabla 28

Revoluciones del motor en avante con tripulantes

Revoluciones del motor en avante con tripulantes			
Babor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	1,04
3	20	600	1,73
4	30	750	1,99
5	40	1200	4,43
6	50	1300	4,69
7	60	1500	5
8	70	1600	5,82
Estribor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	1,04
3	20	600	1,73
4	30	800	1,99
5	40	1000	4,43
6	50	1400	4,69
7	60	1500	5
8	70	1650	5,82

Nota. Se detalla en la tabla las revoluciones por minuto de los motores cuando el crucero realiza va en avante con tripulantes.

Examinando los datos obtenidos en lapsos de 5° las revoluciones por minuto del motor de babor y la velocidad de la embarcación aumentan de: 0° a 20° - 600(rpm) - 1.73nudos y a

70° 1600(rpm) - 5.82 nudos. Mientras que el motor de estribor los valores son de: 0° a 20° - 600(rpm) - 1.73nudos y a 70° 1650(rpm) - 5.82 nudos.

Tabla 29

Revoluciones del motor en ciar con tripulantes

Revoluciones del motor en ciar con tripulantes			
Babor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	1,91
3	20	850	3,04
4	30	1000	3,47
5	40	1600	4,08
6	50	1800	4,43
Estribor			
N.º Prueba	Grados	Régimen del Motor (RPM)	Millas náuticas
1	0	600	0
2	10	600	1,91
3	20	600	3,04
4	30	1100	3,47
5	40	1500	4,08
6	50	1800	4,43

Nota. Se puntualiza en la tabla las revoluciones generadas al accionar la palanca de control hacia ciar.

Analizando los valores de revoluciones y velocidad en intervalos de 10° son de: 0° a 10° - 600(rpm) - 3.04nudos y a 50° - 1800(rpm) - 4.43 nudos. En el motor de estribor las variaciones son de: 0° a 20° - 600(rpm) - 3.04nudos y a 50° - 1800(rpm) – 4.43nudos.

Prueba 4 de comportamiento eléctrico del sistema

Las baterías del sistema eléctrico están sometidas a caídas de tensión, por lo que la prueba 4 consiste en obtener estos valores tales como tensión, intensidad entre otros, en intervalos de tiempo de 5 minutos.

Tabla 30

Comportamiento eléctrico del sistema con motores apagados

Motor de Babor										
Ord.	Tensión Nominal Batería (V)	Tensión Inicial Batería (V)	Caída de Tensión Batería (V)	Intensidad de Corriente Inicial Batería (A)	Régimen del Motor (RPM)	Consumidores		Tiempo de Funcionamiento (min)	Tensión Final Batería (V)	Intensidad de Corriente Final Batería (A)
						Descripción	Potencia Calculada (W)			
1	12,6	12,57	12,57	0	0	N/D	N/D	0	12,57	0
2	12,6	12,57	12,56	0,08	0	Luz del Tacómetro	N/D	5	12,52	0,08
3	12,6	12,57	12,24	3,47	0	Luces de abordaje	N/D	5	12,26	3,52

Motor de Estribor										
Ord.	Tensión Nominal Batería (V)	Tensión Inicial Batería (V)	Caída de Tensión Batería (V)	Intensidad de Corriente Inicial Batería (A)	Régimen del Motor (RPM)	Consumidores		Tiempo de Funcionamiento (min)	Tensión Final Batería (V)	Intensidad de Corriente Final Batería (A)
						Descripción	Potencia Calculada (W)			
1	12,6	12,49	12,49	0	0	N/D	N/D	0	12,60	0
2	12,6	12,66	12,66	0,09	0	Luz del Tacómetro	N/D	5	12,49	0,09
3	12,6	12,66	12,66	3,5	0	Luces de abordaje	N/D	5	12,35	3,47

Nota. Se determinan en la tabla valores de tensión e intensidad existentes en el sistema eléctrico con los motores apagados.

En el transcurso de 15 minutos en la batería de los dos motores, sus valores finales de tensión e intensidad son de:

- Babor: 12.26 volts y 3.52 ampers.
- Estribor: 12.35 volts y 3.52 ampers

Tabla 31*Comportamiento del sistema eléctrico con el motor de estribor encendido*

Motor de Estribor										
Estado	Tensión Nominal Batería (V)	Tensión Inicial Batería (V)	Caída de Tensión Batería (V)	Intensidad de Corriente Inicial Batería (A)	Régimen del Motor (RPM)	Consumidores	Tiempo de Funcionamiento (min)	Potencia Calculada (W)	Tensión Final Batería (V)	Intensidad de Corriente Final Batería (A)
Ralentí	12,6	12,69	13,35	2,28	800	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	18,46	14,2	1,3
						N/D				
Medio Régimen	12,6	14,24	13,75	2,09	800	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	35,06	13,75	2,55
						Luces de Abordaje				
Alto Régimen	12,6	16,2	16,5	2,28	1500	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	21,89	16,84	1,3
						N/D				
Medio Régimen	12,6	16,84	14,11	2,07	1500	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	39,74	14,94	2,66
						Luces de Abordaje				
Alto Régimen	12,6	16,74	16,74	2,28	2000	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	22,98	17,15	1,34
						N/D				
Alto Régimen	12,6	17,09	17,12	1,42	2000	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	47,03	17,04	2,76
						Luces de Abordaje				

Nota. En la tabla se pormenoriza los valores de tensión e intensidad existentes en el sistema eléctrico a bajo régimen, medio régimen y alto redimen de revoluciones del motor de estribor.

Durante lapsos de 5 minutos la batería de estribor varia su tensión, intensidad y potencia según se encienda y apague las luces de arribada:

- Ralentí: 14.2 volts; 1.33 amperes y 18.46 watts y 13.7volts; 2.55 amperes; 35.06watts.

- Medio Régimen: 16.8 volts; 1.33 amperes; 21.89 watts y 14.94volts; 2.66 amperes; 39.74watts.

- Alto Régimen: 17.15 volts; 1.34 amperes; 22.98 watts y 17.04volts; 2.76 amperes; 47.03 watts.

Tabla 32

Comportamiento del sistema eléctrico con el motor de babor encendido

Motor de Babor										
Estado	Tensión Nominal Bateria (V)	Tensión Inicial Bateria (V)	Caída de Tensión Bateria (V)	Intensidad de Corriente Inicial Bateria (A)	Régimen del Motor (RPM)	Consumidores	Tiempo de Funcionamiento (min)	Potencia Calculada (W)	Tensión Final Bateria (V)	Intensidad de Corriente Final Bateria (A)
Ralentí	12,6	12,69	13,00	2,2	800	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	18,15	14,18	1,28
						N/D				
Medio Régimen	12,6	13,6	13,58	1,8	800	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	33,92	13,68	2,48
						Luces de Abordaje				
Alto Régimen	12,6	13,73	14,17	1,73	1500	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	21,47	16,78	1,28
						N/D				
Alto Régimen	12,6	14,49	14,6	1,62	1500	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	39,74	14,94	2,66
						Luces de Abordaje				
Alto Régimen	12,6	15,33	16	1,4	2000	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	22,31	17,16	1,30
						N/D				
Alto Régimen	12,6	16,09	16,13	1,4	2000	Luz del Tacómetro Luz piloto del motor	5	47,54	17,10	2,78
						Luces de Abordaje				

Nota. En la tabla se precisa los valores de tensión e intensidad existentes en el sistema eléctrico a bajo régimen, medio régimen y alto redimen de revoluciones del motor de babor.

En intervalos de 5 minutos, la tensión, intensidad y potencia de la batería de babor varía al activar y desactivar las luces de arribada.

- Ralentí: 14.18 volts; 1.28 amperes; 18.15 watts y 13.6 volts; 2.48 amperes; 33.92 watts.

- Medio Régimen: 16.7 volts; 1.28 amperes; 21.47 watts y 14.94 volts; 2.66 amperes; 39.74 watts.

- Alto Régimen: 17.16 volts; 1.33 amperes; 22.31 watts y 17.10 volts; 2.76 amperes; 47.54 watts.

Prueba 5 carga y descarga de baterías

La prueba 5 consiste en la descarga de la batería durante un tiempo de 60 minutos y la carga de la misma conectada al motor encendido durante un tiempo de 30 minutos, registrando la tensión final en intervalos de tiempo de 5 minutos.

Tabla 33

Pruebas de descarga de las baterías

Batería de Babor					
Tiempo (min)	Tensión de Batería Nominal (V)	Tensión de Batería Inicial (V)	Consumidor	Potencia (W)	Tensión Batería Final (V)
0	12,6	12,47	2 lámparas halógenas	200	12,47
5	12,6	12,47	2 lámparas halógenas	200	12,1
10	12,6	12,1	2 lámparas halógenas	200	12,09
15	12,6	12,09	2 lámparas halógenas	200	12,09
20	12,6	12,09	2 lámparas halógenas	200	12,07
25	12,6	12,07	2 lámparas halógenas	200	12,06
30	12,6	12,06	2 lámparas halógenas	200	12,05
35	12,6	12,05	2 lámparas halógenas	200	12,03
40	12,6	12,03	2 lámparas halógenas	200	12,01

Batería de Babor					
Tiempo (min)	Tensión de Batería Nominal (V)	Tensión de Batería Inicial (V)	Consumidor	Potencia (W)	Tensión Batería Final (V)
45	12,6	12,01	2 lámparas halógenas	200	12,00
50	12,6	12,00	2 lámparas halógenas	200	11,98
55	12,6	11,98	2 lámparas halógenas	200	11,96
60	12,6	11,96	2 lámparas halógenas	200	11,94
Batería de Estribor					
Tiempo (min)	Tensión de Batería Nominal (V)	Tensión de Batería Inicial (V)	Consumidor	Potencia (W)	Tensión Batería Final (V)
0	12,6	12,47	2 lámparas halógenas	200	12,55
5	12,6	12,55	2 lámparas halógenas	200	12,25
10	12,6	12,25	2 lámparas halógenas	200	12,22
15	12,6	12,22	2 lámparas halógenas	200	12,15
20	12,6	12,15	2 lámparas halógenas	200	12,11
25	12,6	12,11	2 lámparas halógenas	200	12,11
30	12,6	12,11	2 lámparas halógenas	200	12,10
35	12,6	12,10	2 lámparas halógenas	200	12,05
40	12,6	12,05	2 lámparas halógenas	200	12,04
45	12,6	12,04	2 lámparas halógenas	200	12,04
50	12,6	12,04	2 lámparas halógenas	200	11,99
55	12,6	11,99	2 lámparas halógenas	200	11,95
60	12,6	11,95	2 lámparas halógenas	200	11,92

Nota. Se determina en la tabla los valores obtenidos en la prueba de descarga de la batería.

La descarga de la batería en un tiempo de 60 minutos en la batería de babor la tensión inicial es de 14,47 volts y luego de transcurrir el tiempo su valor de tensión final es de 11,94 volts, mientras que en la batería del motor de estribor la tensión inicial es de 12,5 volts y en los 60 minutos de consumo su tensión final es de 11,92 volts.

Tabla 34

Prueba de carga de las baterías.

Batería de Babor			
Tiempo (min)	Tensión de Batería Nominal (V)	Tensión de Batería Inicial (V)	Tensión Batería Final (V)
0	12,6	12,22	12,6
5	12,6	12,6	12,64
10	12,6	12,64	12,65
15	12,6	12,65	12,67
20	12,6	12,67	12,68
25	12,6	12,68	12,69
30	12,6	12,69	12,69
Batería de Estribor			
Tiempo (min)	Tensión de Batería Nominal (V)	Tensión de Batería Inicial (V)	Tensión Batería Final (V)
0	12,6	12,15	12,55
5	12,6	12,60	12,62
10	12,6	12,63	12,65
15	12,6	12,65	12,67
20	12,6	12,67	12,68
25	12,6	12,67	12,67
30	12,6	12,68	12,69

Nota. En la tabla se detalla los valores obtenidos en la prueba de carga de la batería por medio del puente rectificador del motor fuera de borda.

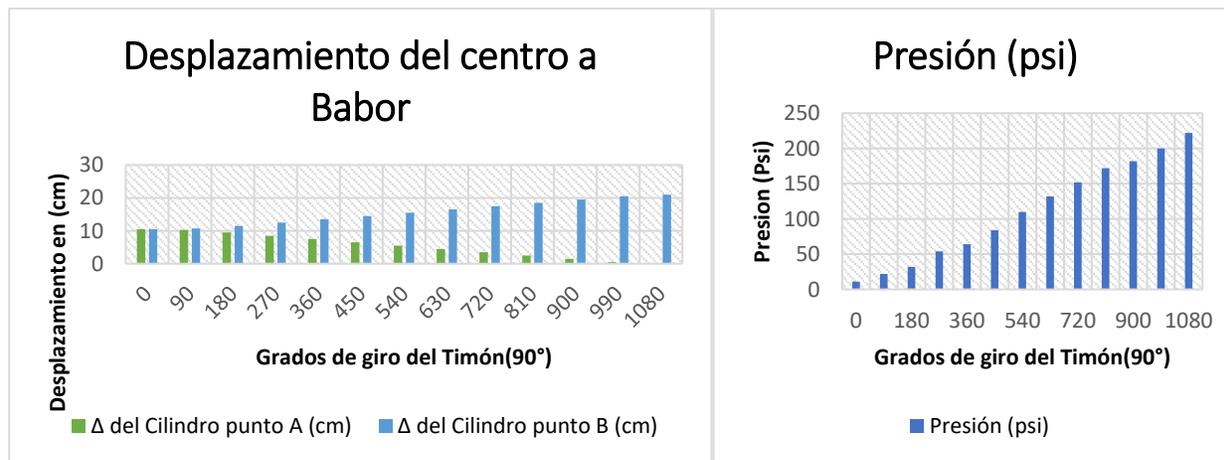
El tiempo de carga de las baterías se lo hizo con los motores en ralentí, y el tiempo en cargarse las baterías a su valor de tensión nominal es de 30 minutos, tanto en la batería de babor y estribor.

Gráficas de resultados prueba 1

Los valores resultantes de la prueba 1 se muestra gráficamente para una mayor visualización y análisis de los resultados obtenidos.

Figura 64

Gráfica de resultados de desplazamiento de centro a babor

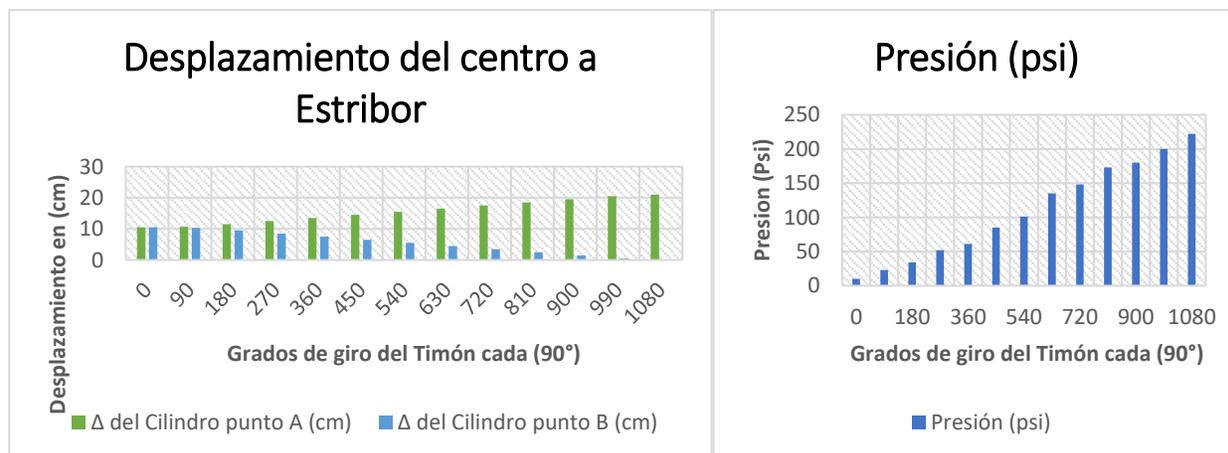


Nota. Se puede observar en la gráfica el análisis de la prueba de desplazamiento del centro de cilindro hacia babor y la presión generada.

Se puede visualizar en la gráfica que por cada 90° que gira del timón, el desplazamiento más extenso del cilindro es de 10 mm equivalente al 4,76% de la longitud total que recorre el cilindro, mientras que la presión su valor más alto por cada 90° es de 26 psi. equivalente 11,71% de la presión total generada en el sistema.

Figura 65

Gráfica de resultados de desplazamiento de centro a estribor

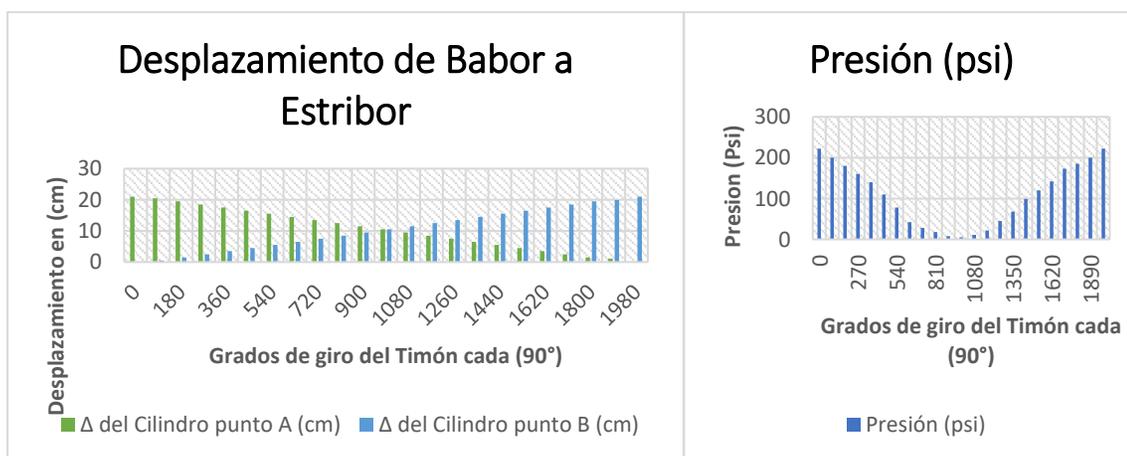


Nota. Se puede visualizar en la gráfica el análisis de la prueba de desplazamiento del centro de cilindro hacia estribor y la presión generada.

En el desplazamiento del centro del cilindro a estribor, el desplazamiento más notorio es de 10(mm) que es un 4.76% de la longitud total que recorre el cilindro, y la presión más elevada que genera en este recorrido es de 34(psi) equivalente a un 15.31% de la presión máxima que alcanza dentro del sistema.

Figura 66

Gráfica de resultados de desplazamiento de babor a estribor

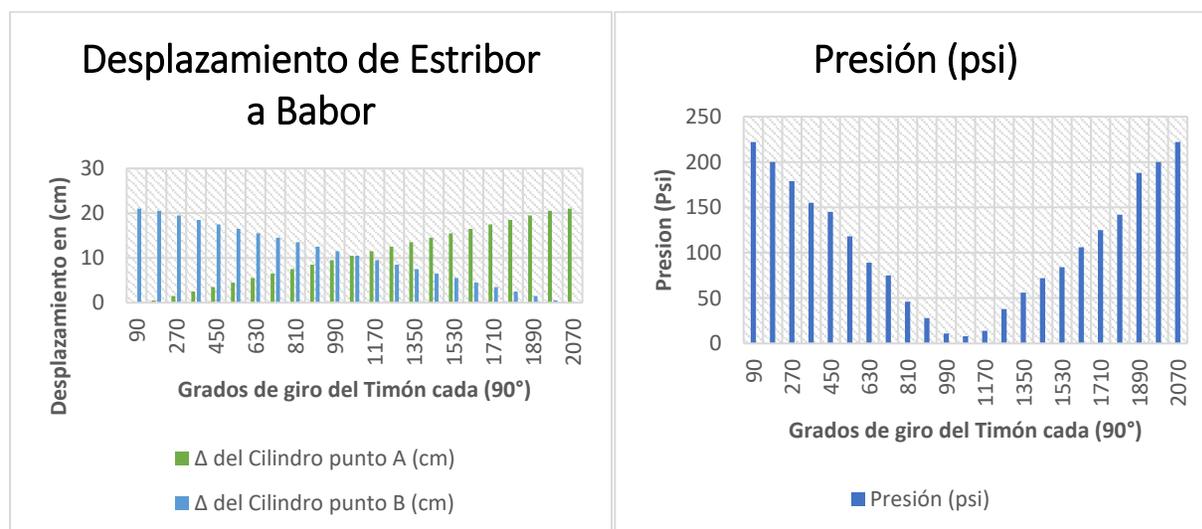


Nota. En la gráfica se indica el análisis de los valores obtenidos en la prueba de desplazamiento de babor a estribor y la presión generada.

El cilindro al ir de babor a estribor, su recorrido más extenso por cada 90° que gira el timón es de 10(mm) que es un 4,76% de la longitud total, y la presión más alta es de 34(psi) siendo un 16,21% del 222 (psi) que es el 100% que genera el sistema.

Figura 67

Gráfica de resultados de desplazamiento de estribor a babor



Nota. En la gráfica se muestra el análisis de los valores obtenidos en la prueba de desplazamiento de estribor a babor y la presión generada.

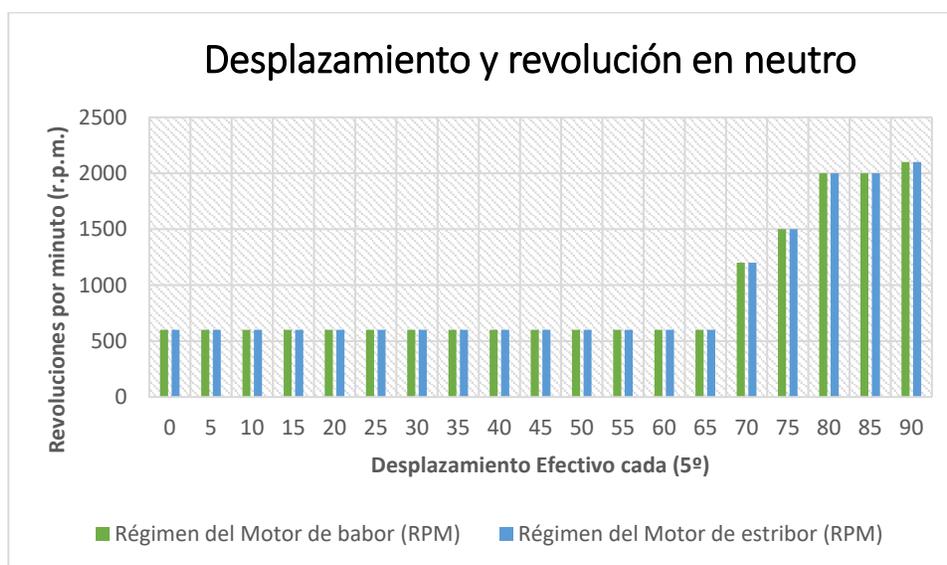
Por cada 90° que gira el timón, el cilindro recorre 10(mm) que equivale al 4.76% de la longitud total de recorrido, mientras que el valor de presión más alto generado durante este recorrido es de 46(psi) que vendría a ser un 20,72% de los 222(psi) que llega a alcanzar el sistema.

Gráficas de resultados prueba 2

Los valores resultantes de la prueba 2 se muestra gráficamente para una mayor visualización y análisis de la respuesta inmediata del sistema de aceleración en el crucero.

Figura 68

Gráfica de resultados de desplazamiento efectivo y revoluciones en neutro



Nota. Se puede visualizar en la gráfica el análisis de resultados de la prueba de desplazamiento efectivo del acelerador en frío y las revoluciones generadas.

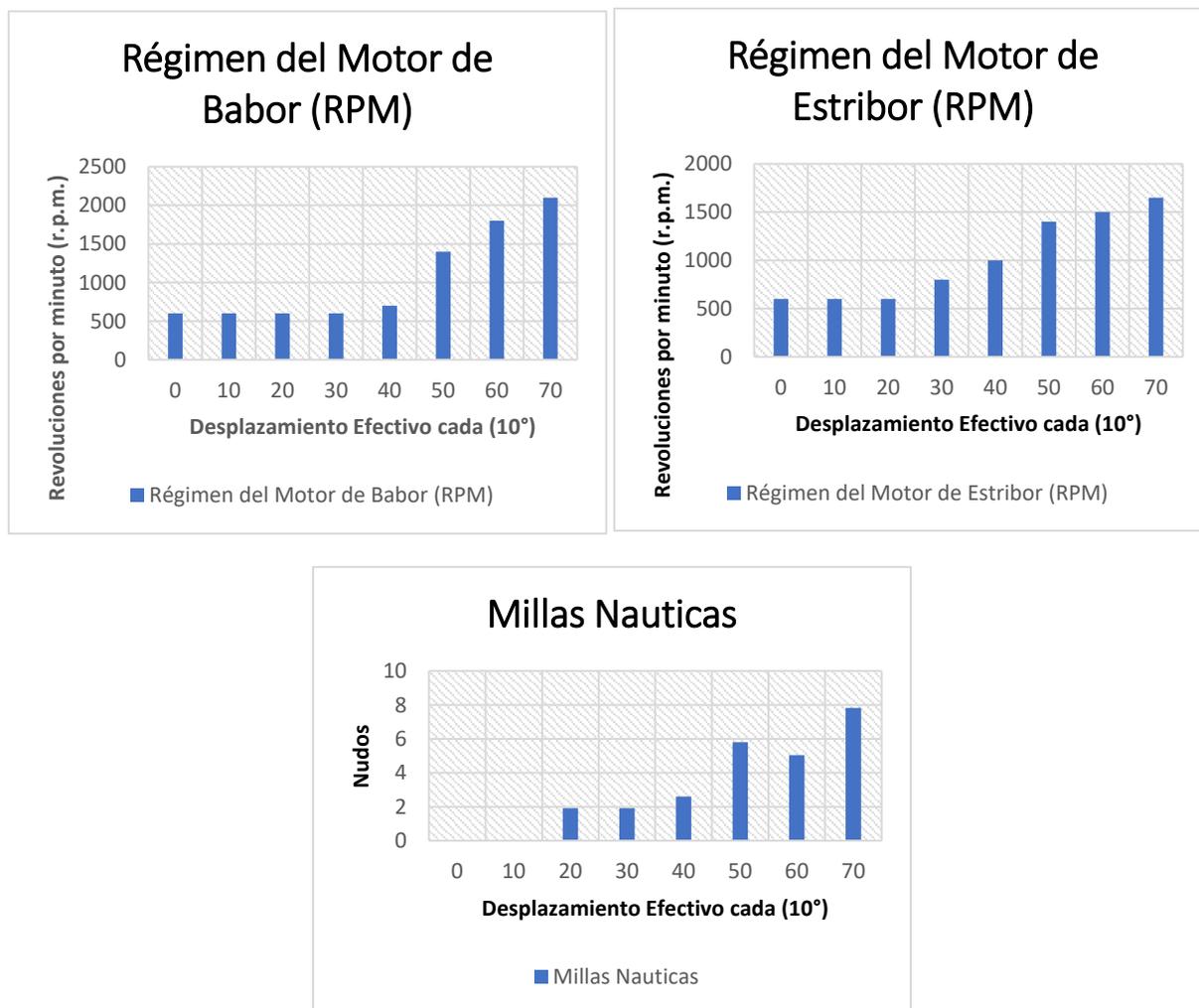
Al accionar el nivel neutro del acelerador en ambos motores al mismo tiempo y en intervalos de 5° grados, el régimen de revoluciones viene a ser equitativo con una diferencia del 0% hasta llegar a los 90° grados.

Gráficas de resultados prueba 3

Los valores resultantes de la prueba 2 se muestra gráficamente para una mayor visualización comparando las revoluciones de los motores respecto al desplazamiento angular.

Figura 69

Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en avante sin tripulantes



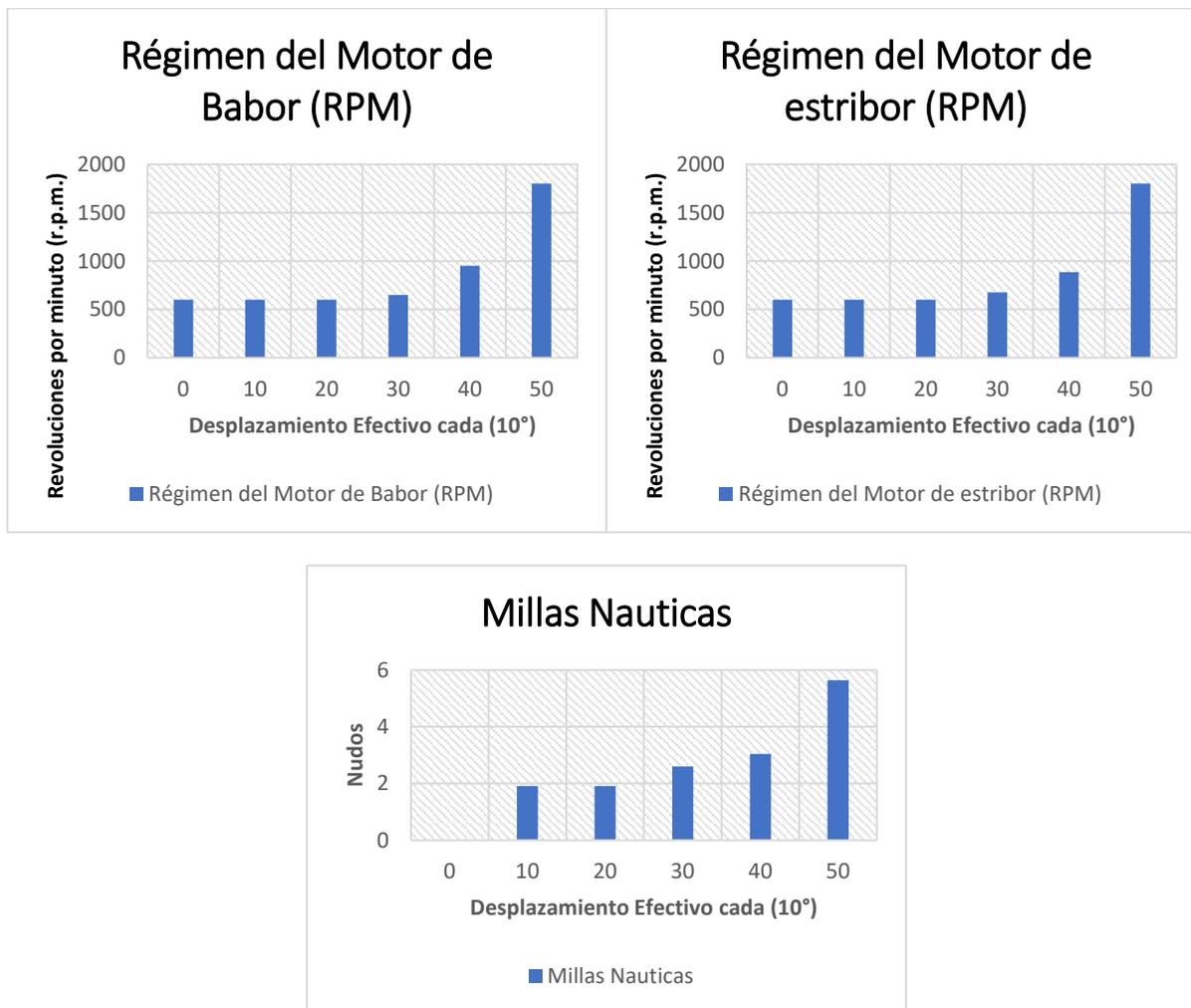
Nota. En la gráfica se indica el análisis de resultados de la prueba de desplazamiento efectivo del acelerador en avante, las revoluciones generadas y la velocidad.

Evaluando los valores durante lapsos de 10° en la posición “F”, el desempeño de los motores varia de:

- Babor: 0° a 30°- 28.57%; 40° a 50°- 85.71%, y a 70° - 99.9%.
- Estribor: 0° a 30°- 28,57%; 40° a 50°- 57.14%, y a 70° - 99.9%.

Figura 70

Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en ciar sin tripulantes



Nota. Análisis de los resultados de las pruebas se muestra en la gráfica, donde la embarcación está en ciar y sin tripulantes.

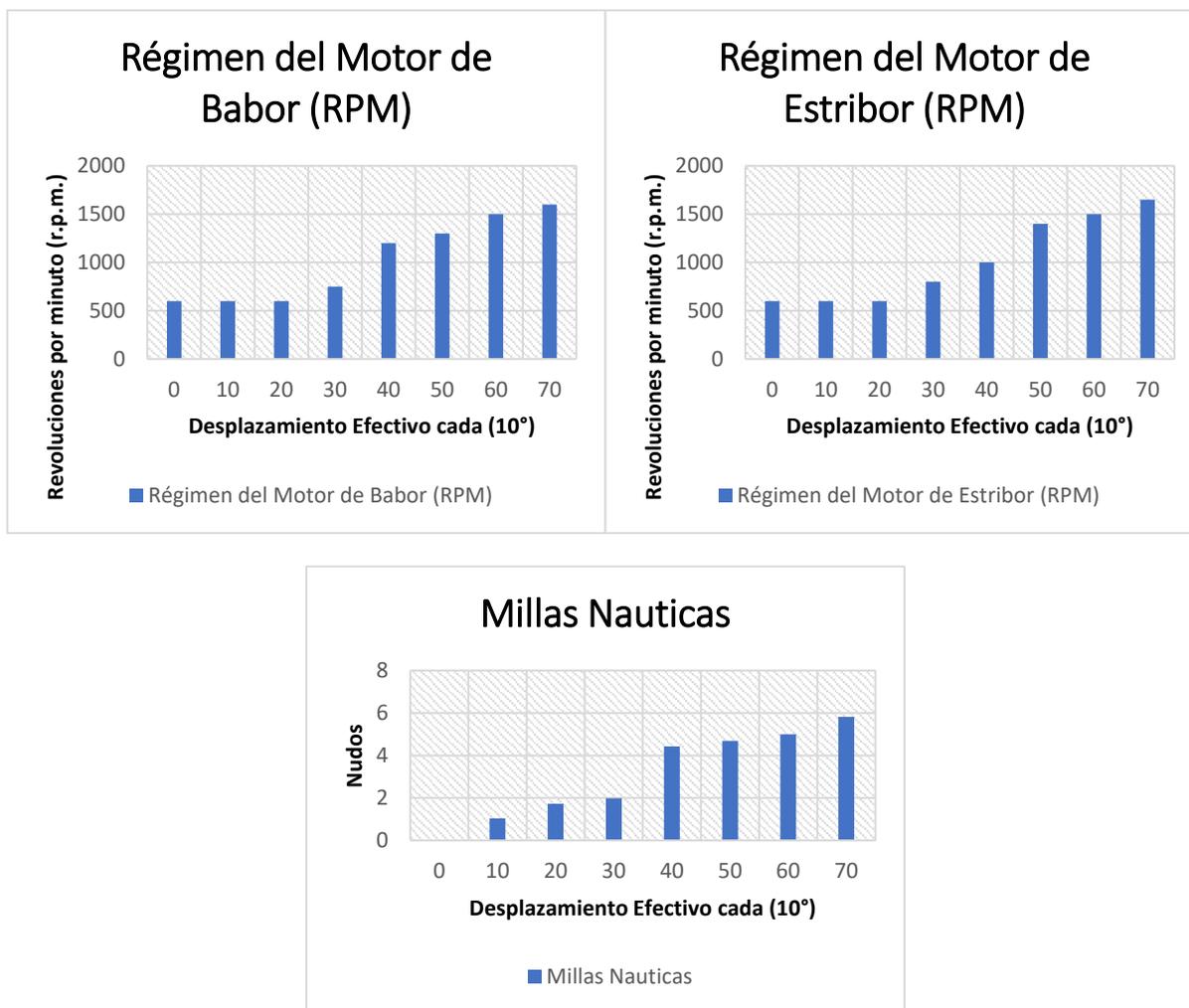
Observando los resultados de desempeño del régimen de motor en intervalos de 10° posición "R", estos valores varían en:

- Babor: 0° a 20°- 28.57%; 30° a 40°- 45.23%, y a 50° - 99.9%.

- Estribor: 0° a 20°- 28.57%; 30° a 40°- 42.14%, y a 50° - 99.9%

Figura 71

Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en avance con tripulantes



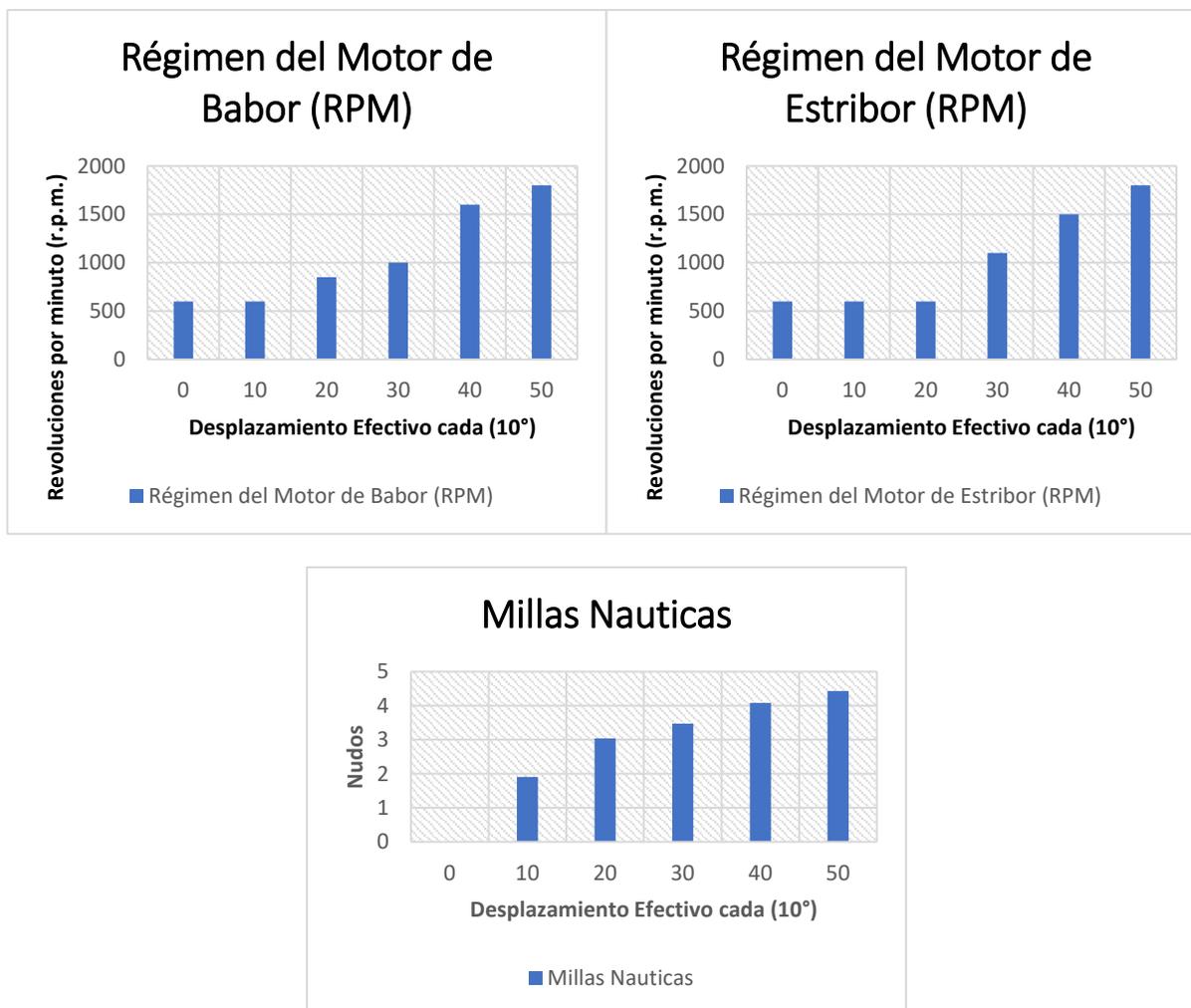
Nota. La gráfica indica el análisis de los valores obtenidos, cuando la embarcación va en avance y con tripulantes.

Analizando los resultados obtenidos en intervalos de 10° cuando la embarcación va en avance y está bajo carga se observa que:

- Babor: 0° a 20°- 28.57%; 30° a 50°- 61.90%, y a 70° - 99.9%.
- Estribor: 0° a 20°- 28.57%; 30° a 50°- 66.66%, y a 70° - 99.9%.

Figura 72

Gráfica de desplazamiento efectivo y revoluciones en ciar con tripulantes



Nota. En la gráfica se logra visualizar el análisis de resultados cuando la embarcación está en ciar y con carga.

Analizando los resultados, aplicando la palanca de control en intervalos de 10° cuando la embarcación va en ciar son de:

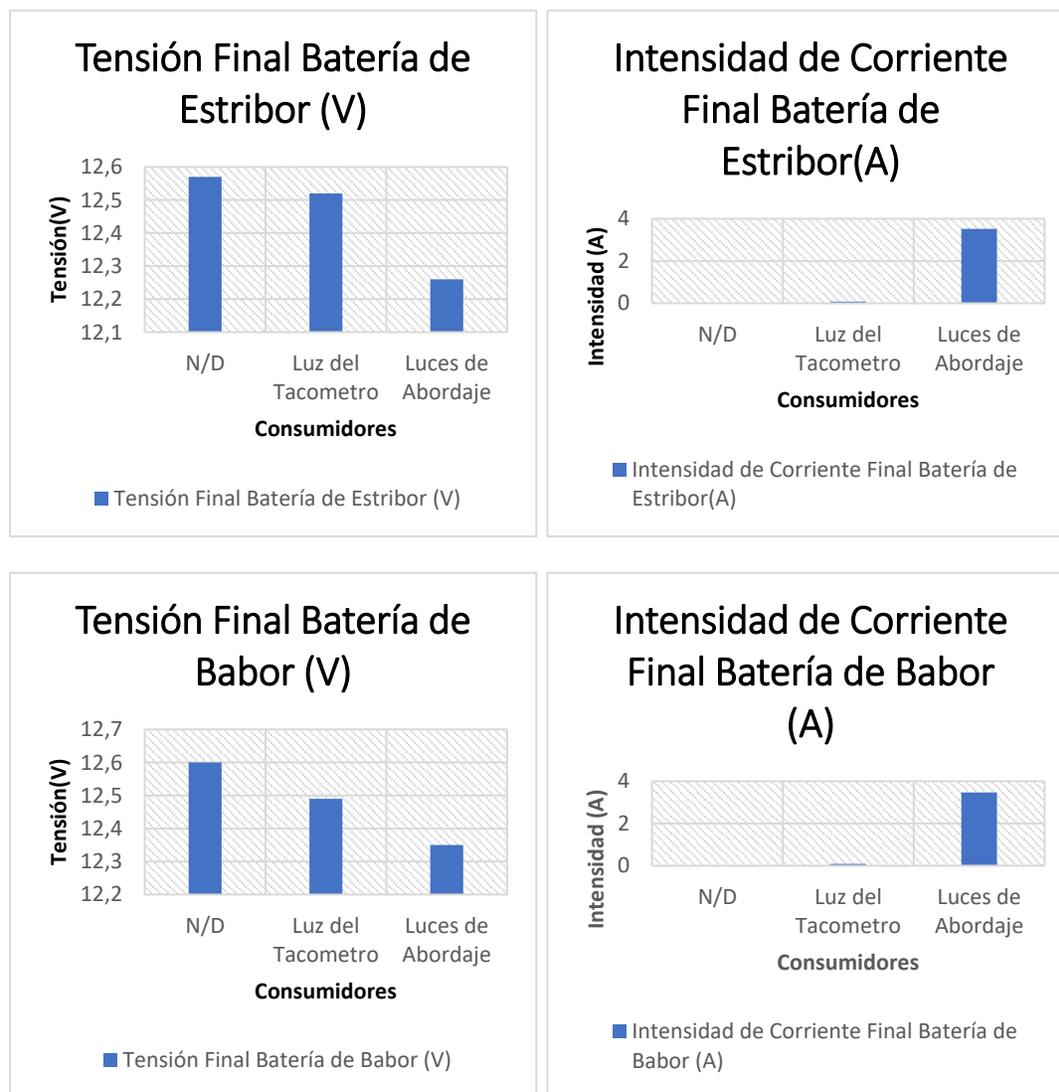
- Babor: 0° a 20°- 40.47%; 30° a 40°- 76.19%, y a 70° - 99.9%.
- Estribor: 0° a 20°- 28.57%; 30° a 50°- 71.42%, y a 70° - 99.9%.

Gráficas de resultados prueba 4

Los valores resultantes de la prueba 4 se observa en las gráficas el análisis de tensión, intensidad y potencia generadas en el sistema bajo tres condiciones de uso.

Figura 73

Gráfica de tensión de la batería de estribor y babor con motor apagado

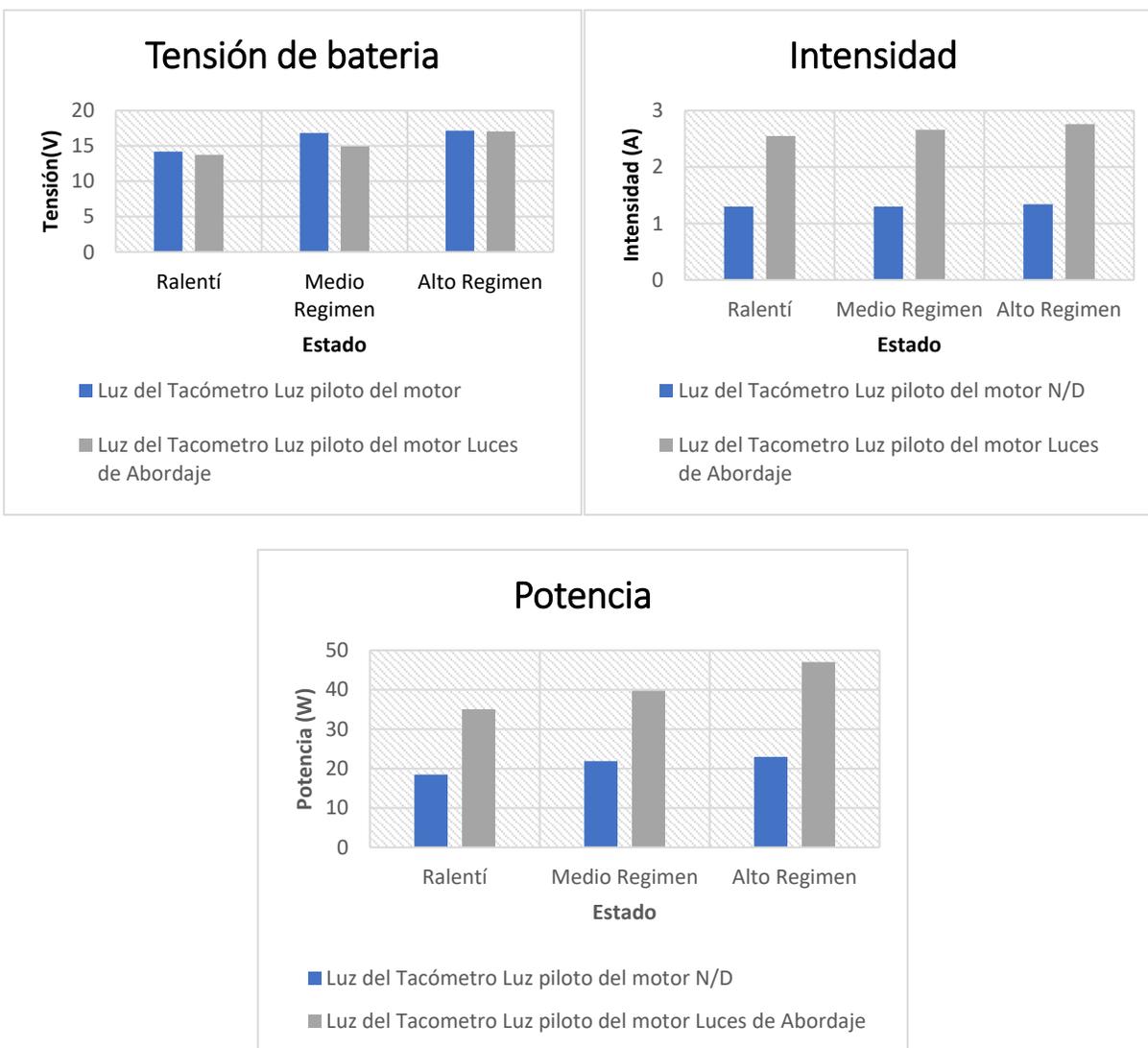


Nota. En la gráfica se puede observar el análisis de datos de la tensión e intensidad final en las baterías de babor y estribor.

Al encender las luces de abordaje la tensión de la batería de estribor baja en un 2,46% de su tensión, mientras que la tensión de la batería de babor baja en un 2,52% de su tensión inicial.

Figura 74

Gráfica de tensión de la batería de estribor con motor encendido

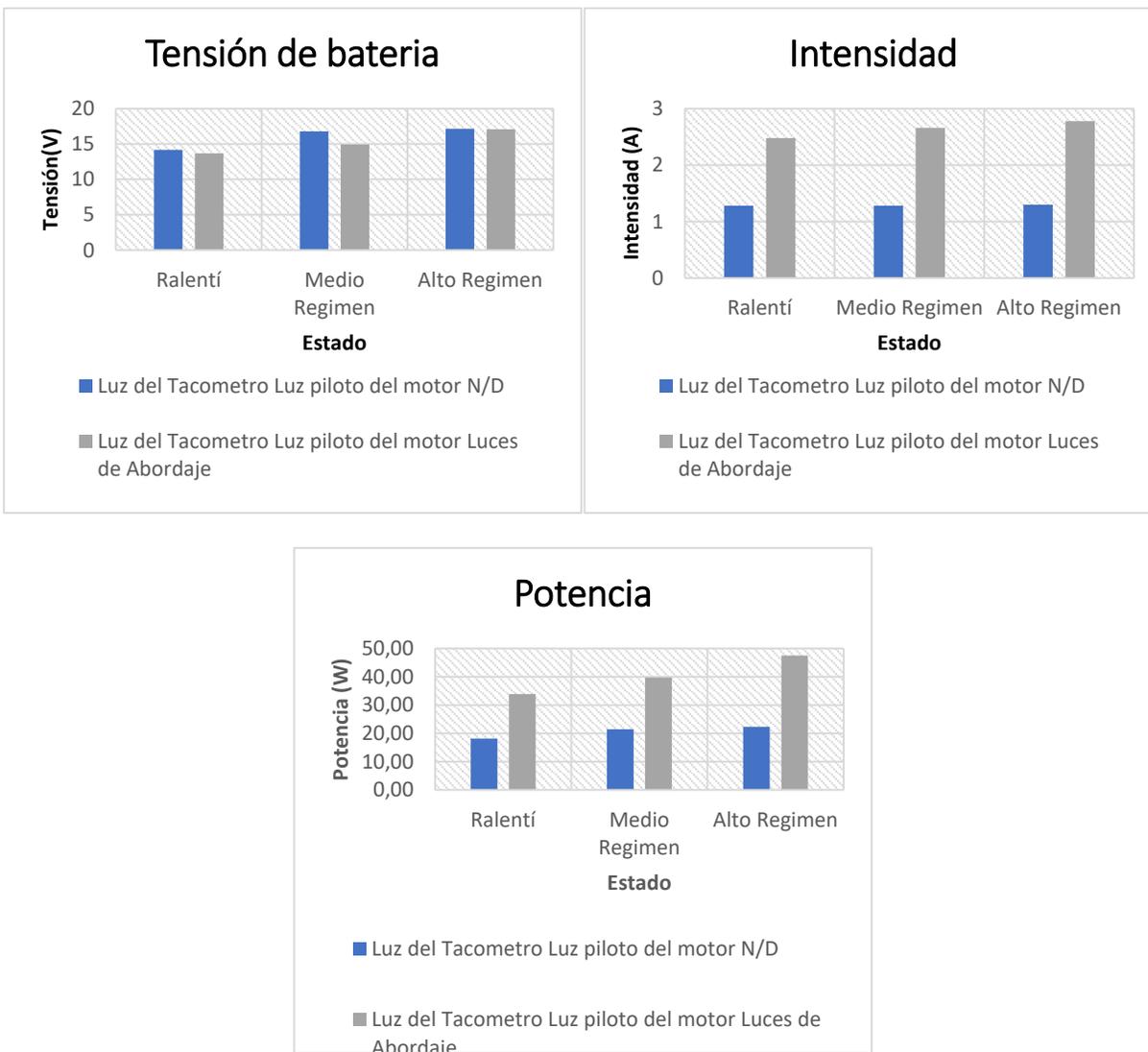


Nota. El análisis de los valores obtenidos en la prueba de tensión, intensidad y potencia se muestran en la gráfica de barras.

Analizando los resultados en intervalos de tiempo de 5 minutos, en ralentí, medio régimen y alto régimen existe la diferencia de variación de tensión, intensidad de corriente y potencia de: 3.52% - 47.84% - 47.34%; 10.95% - 50% - 44.91%; 2.62% - 50% - 51.13%.

Figura 75

Gráfica de tensión de la batería de babor con motor encendido



Nota. En la gráfica logra indicar el análisis de los valores obtenidos de tensión, intensidad y potencia.

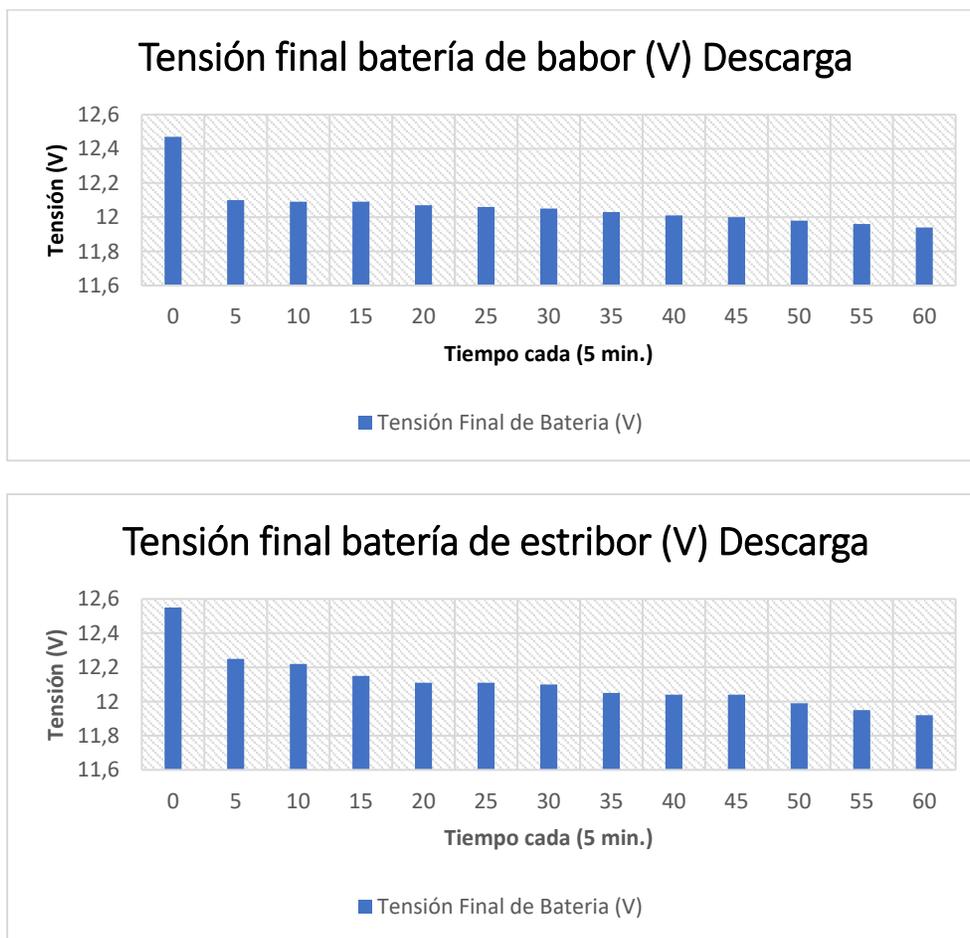
Evaluando los valores durante lapsos de 5 minutos en condiciones de ralentí, medio régimen y alto régimen la diferencia de variación de tensión, intensidad de corriente y potencia es de: 4.09% - 48.38% - 46.49%; 10.53% - 51.87% - 45.97%; 0.34% - 51.82% - 51.98%.

Gráficas de resultados prueba 5

Los valores obtenidos de la prueba 5 se realizó una gráfica para el análisis del estado de las baterías.

Figura 76

Gráfica del análisis de tensión de la batería en proceso de descarga

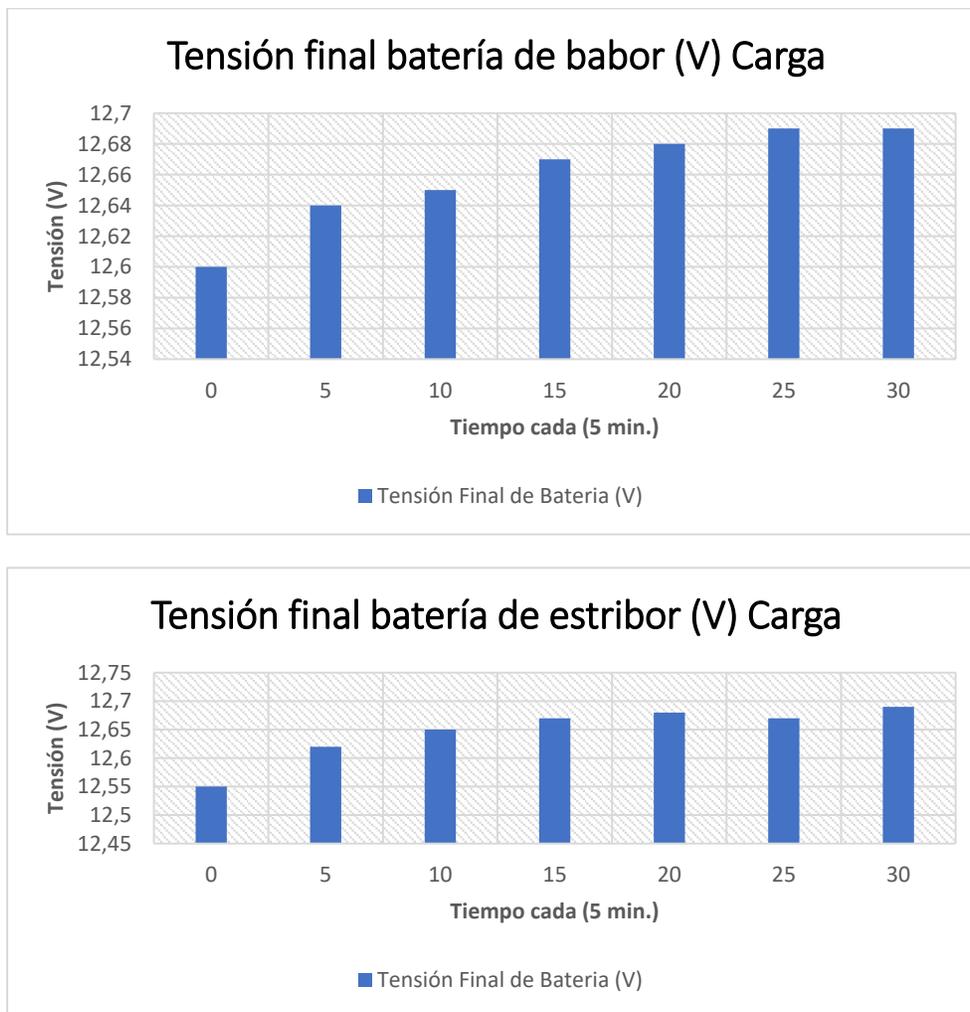


Nota. En la gráfica se observa los resultados obtenidos en la prueba de descarga de la batería de babor y estribor.

La batería de babor al transcurrir un tiempo de 60 minutos su tensión bajo en un 4,25%, mientras que la batería de estribor bajo en un 5,019% de su tensión inicial.

Figura 77

Gráfica del análisis de tensión de la batería en proceso de carga



Nota. Se muestra en la gráfica los resultados obtenidos en la prueba de carga de la batería de babor y estribor.

Las baterías de babor y estribor en proceso de carga se visualizar que por cada 5 minutos que transcurre aumenta su tensión en un 0.81%.

Implementación del plan de mantenimiento preventivo programado

Los sistemas de timón y aceleración para un durabilidad y eficaz desempeño de operación se ha realizado el programa de mantenimiento donde los usuarios y operarios podrán guiarse para realizar las actividades correspondientes para un correcto mantenimiento de dichos sistemas.

El programa de mantenimiento se lo creo por medio de un ordenador cumpliendo con los requisitos de:

- Sistema operativo más reciente en computadoras.
- Programa informático que admite funciones básicas para programar
- Formularios de mantenimiento, proformas y ordenes de trabajo.

Figura 78

Índice programa plan de mantenimiento



Nota. En el gráfico se puede observar el inicio del plan de mantenimiento.

Para que el archivo comience a ejecutarse, debe de dar doble clic sobre el documento de manera que este proceda a abrir y dar inicio al programa de mantenimiento elaborado en Excel.

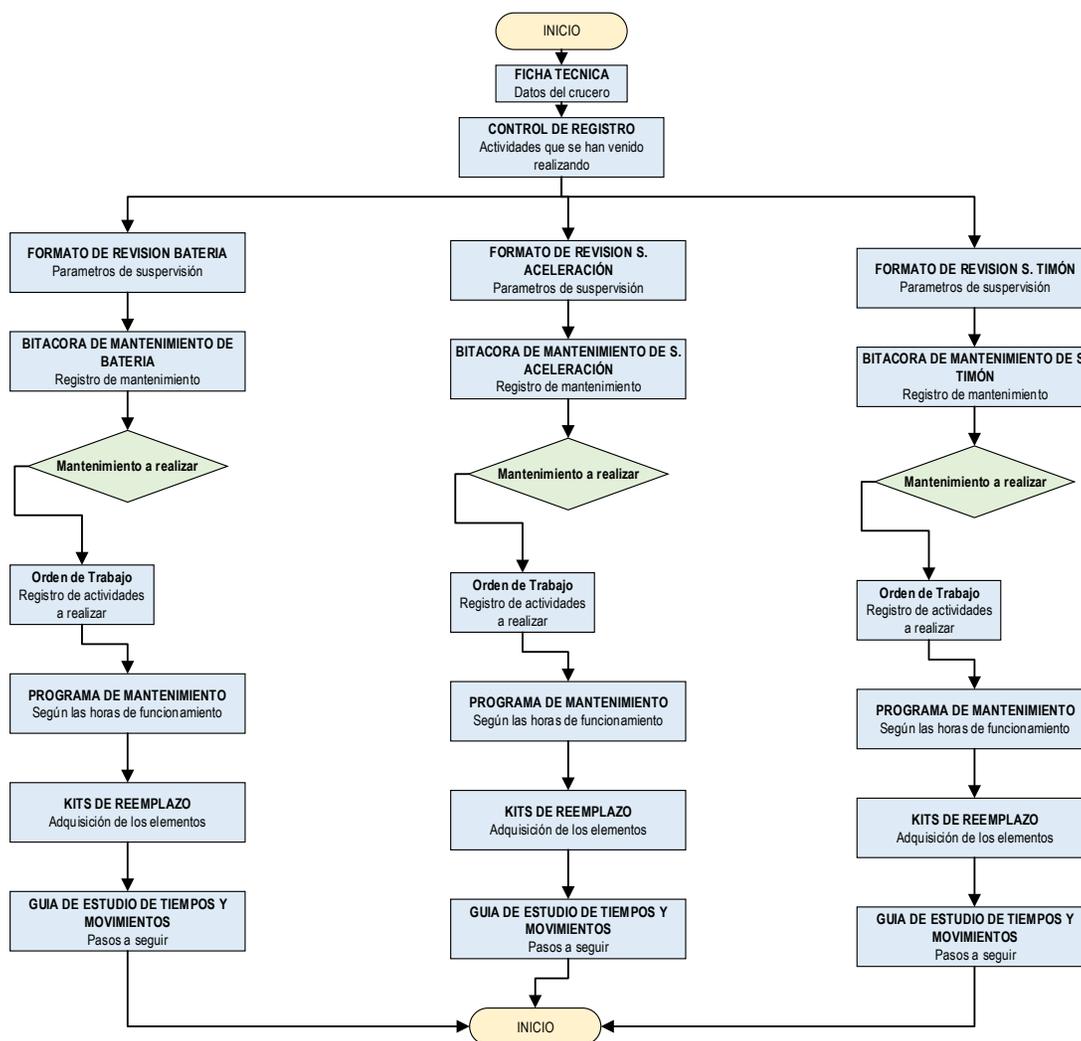
El plan de mantenimiento se lo realizó mediante un programa informático basado en un lenguaje de programación, tomando en cuenta los pasos lógicos y acciones estratégicas. En base a información recolectada de manuales es que se realizó formatos de hojas de trabajo,

bitácoras de registro de manera que el encargado a llevar a cabo el mantenimiento no tenga ningún inconveniente al realizar estaciones.

El plan de mantenimiento tiene una orden de secuencia que debe de seguir el encargado a realizar las operaciones respectivas por lo que se ha generado un diagrama de flujo mostrando la secuencia del uso del plan de mantenimiento.

Figura 79

Diagrama de flujo del plan de mantenimiento



Nota. Se logra visualizar el proceso de secuencia en el que se guía el plan de mantenimiento para un correcto proceso del mismo.

Figura 81

Componentes y repuestos para el plan de mantenimiento

CODIGO	CANT	DESCRIPCION	VR UNITARIO	VR TOTAL	VR TOTAL IVA	IVA
ETIC001	1	CAJONETE HERRALLICO DE 100A 500W	\$ 570,00	\$ 570,00	\$ 621,00	8%
ETIC002	1	SOFT HERRALLICO 100A 500W	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 648,00	8%
ETIC003	1	CABLE MEDIDA ACERCHERO CONECTA 110P 100W	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 108,00	8%
ETIC004	2	CAJA CONTROL VELOCIDAD 100A 500W	\$ 200,00	\$ 400,00	\$ 424,00	8%
ETIC005	4	SOFT ACCELERACION 400W 100A 500W	\$ 72,50	\$ 290,00	\$ 313,20	8%
ETIC006	30	BOBINA HERRALLICA 110P 100W	\$ 7,00	\$ 210,00	\$ 226,80	8%
ETIC007	3	BRACER LAMPARA DE COORDINACION 100W	\$ 8,00	\$ 24,00	\$ 25,92	8%
ETIC008	1	BOMBILLA 100W 100V 100W	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 108,00	8%
ETIC009	2	PLATINA LAMPARA 100W 100V 100W	\$ 20,00	\$ 40,00	\$ 43,20	8%
ETIC010	1	PLATINA CALA CONTROL SENCILLA 100W 100V 100W	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 86,40	8%
ETIC011	4	BRACER EN TUBO DE COORDINACION 100W	\$ 8,00	\$ 32,00	\$ 34,56	8%
ETIC012	8	SOFT 100W	\$ 20,00	\$ 160,00	\$ 172,80	8%

Nota. Se indica en la figura el catálogo de implementos que cuenta con detalles de precio y cantidad.

Ordenes de trabajo

Antes de dar inicio al mantenimiento respectivo, como primer paso se debe de generar una orden de trabajo, con la finalidad de tener un control de las tareas de mantenimiento que se han venido realizando en función de las horas de trabajo.

Figura 82

Orden de trabajo del plan de mantenimiento

CRUCERO IMPAKUCHA
Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario "LA GARZA"

ORDEN DE TRABAJO

TIPO DE CRUCERO: TURISTICO SIST. PROPULSION: MOTORES FUERA DE BORDA UNIDAD DE EMPLEADO: 3

INVENTARIO DEL CRUCERO

Nivel de Gasolina: Alto Medio Bajo

LLAVES:

CHALECOS SALVAVIDAS:

EXTENSIONES ELECTRICAS:

2 DEPOSITOS DE GAS:

HERRAMIENTAS:

KIT DE LIMPIEZA:

BATERIAS:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (horas)

30 380

60 420

90 450

120 480

150 520

180 550

220 580

250 620

280 650

320 680

350 720

OBSERVACION: Prewo al mantenimiento del sistema de direccion verificar que el ducto por donde conduce las conexiones se encuentren en buen estado.

Fecha de entrega: _____

Nota. En el gráfico se puede observar el diseño de la orden de trabajo donde se debe de llenar cada una de los espacios designados.

Formatos de Revisión

Para un correcto seguimiento sobre el funcionamiento de los elementos que conforman el sistema de timón y aceleración, los formatos de revisión son un clave importante de manera que ayude a una revisión completa de los elementos en buscas de fallas que pudieran darse.

Figura 83

Formatos de revisión de los sistemas de timón y aceleración.

The figure displays three detailed inspection forms for a boat's mechanical systems. The first form, 'SISTEMA DE DIRECCION', covers components like the steering wheel, rack, and cables. The second, 'SISTEMA DE ACELERACION', includes checks for the throttle cable, carburetor, and fuel system. The third, 'BATERIA', details the battery's condition and electrical connections. Each form features a grid of inspection items with checkboxes, technical diagrams, and designated areas for the inspector's name and date.

Nota. Se logra visualizar los formatos de las ordenes de trabajo que se deben de llenar para un correcto funcionamiento de los sistemas.

Implementación de una guía de usuario

Los sistemas implementados deben de ser manejados de manera adecuada, de manera que se obtenga el mayor desempeño de su operación, para lo cual se ha desarrollado la guía de usuario correspondiente donde describe paso a paso, los procesos a realizar para el manejo de dichos elementos.

Figura 84

Elaboración de una guía de uso



Nota. En la figura se puede indicar la guía de uso de los sistemas de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.

La guía de uso, se compone de dos partes la primera parte describe puntos previos que se debe de verificar antes de poner en marcha el funcionamiento de los componentes, la segunda parte describe los pasos establecidos para la utilización de los elementos, de manera que se consiga una excelente maniobrabilidad de la embarcación.

Figura 85

Contenido de la guía de uso

⇒	Contenido
⇒	1. ANTES DE NAVEGACIÓN 3
	Verificaciones 3
⇒	2. PROTOCOLO DE USO 4
	Paso 1 4
	Paso 2 4
	Paso 3 5
	Paso 4 5
	Paso 5 6
	Paso 6 6
	Paso 7 7
	Paso 8 7

Nota. Se logra visualizar en la figura el contenido de la guía de uso de los sistemas de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.

Capacitación impartida a los miembros de la Asociación

Al finalizar la implementación de los sistemas de timón y aceleración, según los objetivos establecidos en el proyecto se realizó la correspondiente capacitación con la finalidad de dar conocer y solventar dudas sobre el funcionamiento y plan mantenimiento de los sistemas implementados.

Figura 86

Presentación y demostración de los sistemas implementados



Nota. En el gráfico se muestra la capacitación impartida a los moradores de la asociación.

En la capacitación se trató puntos como, detalles de cada componente, funcionamiento, plan de mantenimiento y guía de uso de los dos sistemas implementados, además de una demostración práctica donde el crucero realizó un recorrido en conjunto con los respectivos miembros de la asociación de manera que den por aprobado y culminado la implementación de sistema de timón y aceleración remota del crucero IMAPAKUCHA.

Capítulo V

Marco administrativo

Recursos

El desarrollo del tema de “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TIMÓN Y ACELERACIÓN REMOTA DEL CRUCERO IMPAKUCHA DE LA RED DE SERVICIOS ACUÁTICOS DE LA ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO LA GARZA” empleo los recursos humanos, tecnológicos y materiales.

Recursos humanos

En la tabla se puntualiza los recursos humanos que conformaron parte en el desarrollo del proyecto de investigación; el talento humano interno y externo aporte de la Universidad y de la Asociación respectivamente.

Tabla 35

Recursos humanos

Orden	Detalle	Cantidad	Función
1	Sr. Alex Javier Cabrera Eskola	1	Investigador
2	Sr. Darío Fernando Toapaxi Achachi	1	Investigador
	Ing. Leonidas Antonio Quiroz Erazo	1	Director del trabajo de titulación
3			Asesor especialista en sistemas marítimos y embarcaciones
	Sr. Nelson Jesús Arias Antamba.	1	Presidente de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”
4			

	Sra. Nely Rocío Valenzuela Antamba	11	Integrantes de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”
5	Sra. Gloria María Antamba Yacelga Sra. Aida Leonor Araque Yacelga Sr. Luis Guillermo Morales Quishpe Sra. Blanca Inés Guzmán Velasco Sr. Víctor Aníbal Fonte Araque Sr. Carlos Cerbando Arias Antamba Sra. María Rosa Maldonado Castañeda Sr. Luis Ángel Lisintuña Sr. José Daniel Guzmán Guerrero Sr. Juan Carlos Chávez Latacumba		

Nota. La tabla muestra los recursos humanos que fueron parte en el proceso de realización del trabajo de investigación.

Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos accedieron en la obtención de datos para el análisis comparativo de los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto desarrollado.

Tabla 36

Recursos tecnológicos

Orden	Detalle	Cantidad	Costo
1	Computadoras	2	\$ 00,00
2	Multímetros	2	\$ 00,00
3	Goniómetro	1	\$ 10,00
4	Manómetros de presión	2	\$ 25,00
TOTAL			\$ 35,00

Nota. En la tabla se indican los recursos tecnológicos en función de los equipos utilizados en el transcurso de la investigación.

Recursos materiales

Los recursos materiales que intervinieron en el trabajo de investigación se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 37

Recursos materiales

Orden	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Bomba hidráulica SEASTAR	1	\$ 579,01	\$ 579,01
2	Cilindro hidráulico SEASTAR	1	\$ 603,14	\$ 603,14
3	Timón	1	\$ 101,33	\$ 101,33
4	Caja de control	2	\$ 313,63	\$ 627,26
5	Cable de control 42"	4	\$ 72,38	\$ 289,52
6	Manguera hidráulica	30	\$ 7,72	\$ 231,60
7	Varilla de sujeción	1	\$ 101,33	\$ 101,33
8	Platina para motor	2	\$ 20,51	\$ 41,02
9	Platina caja control	1	\$ 60,31	\$ 60,31
10	Aceite SEASTAR ha5430	4	\$ 11,50	\$ 46,00
11	Tacómetros	2	\$ 311,11	\$ 622,22
12	Arnés de fuerza	2	\$ 66,66	\$ 133,32
13	Racor 3 piezas de 1/2x3/	4	\$ 47,80	\$ 191,20
14	Racor I 5/16	2	\$ 29,14	\$ 58,28
15	Racor - 5/16	2	\$ 29,14	\$ 58,28
16	Baterías Bosch	2	\$ 75,00	\$ 150,00
TOTAL				\$ 3.893,82

Nota. En la tabla se indican los detalles, cantidad y costo de los recursos materiales para la realización del trabajo de titulación.

Presupuesto

Implementación

Para la realización de la implementación es necesario herramientas e insumos para la correcta colocación de los diferentes componentes de los sistemas de timón y aceleración remota del crucero IMAPAKUCHA.

Tabla 38

Costos de implementación

Orden	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Pernos de sujeción	24	\$ 0,75	\$ 18,00
2	Alambre flexible #18	200	\$ 0,24	\$ 48,00
3	Alambre de batería	8	\$ 5,36	\$ 42,88
4	Dispositivos electrónicos	1	\$ 30,63	\$ 30,63
5	Tubo protector	15	\$ 1,34	\$ 20,10
6	Acrílico	1	\$ 71,33	\$ 71,33
7	Fibra de vidrio	5	\$ 5,83	\$ 29,83
8	Reactivos	3	\$ 20,51	\$ 61,53
TOTAL				\$ 322,30

Nota. En la tabla se indican los costos de implementación para la realización del trabajo de titulación.

Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TIMÓN Y ACELERACIÓN REMOTA DEL CRUCERO IMPAKUCHA DE LA RED DE SERVICIOS ACUÁTICOS DE LA ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO LA GARZA”, se precisa a continuación.

Tabla 39*Costo neto del proyecto*

Orden	Detalle	Costo Total
1	Recursos tecnológicos	\$ 35,00
2	Recursos materiales	\$ 3.893,82
3	Costos de implementación	\$ 322,30
TOTAL		\$ 4.251,12

Nota. En la tabla detalla el costo total del proyecto de titulación, siendo este costo la suma de los recursos tecnológicos, materiales, y el costo de implementación.

Financiamiento

El proyecto de investigación fue cofinanciado por parte de la Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” con el 60% del monto total y el 40% por los estudiantes investigadores, la siguiente tabla detalla el financiamiento de las partes involucradas.

Tabla 40*Financiamiento del proyecto*

Orden	Detalle	Costo Total
1	Financiamiento de los investigadores	\$ 1.700,45
2	Red de Servicios Acuáticos de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”	\$ 2.550,67
TOTAL		\$ 4.251,12

Nota. En la tabla se detalla el financiamiento del proyecto de investigación.

Conclusiones

- Se fundamentó de manera técnica-científica el sistema de timón y aceleración remoto para el control de maniobrabilidad y potencia en embarcaciones de mediano calaje.
- Se sustentó el diseño mecánico, eléctrico y electrónico sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA en función de las normativas nacionales e internacionales.
- Se diseñó el sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA a través de un mecanismo móvil adjunto del navío, enlazado a la prolongación de la quilla mediante un par cinemático de rotación, que aproveche las corrientes hidrodinámicas generadas y las corrientes de expulsión por accionamiento de la transmisión de potencia.
- Se evaluó los requerimientos necesarios para la selección de materiales adecuados para la construcción del prototipo a través estudio de ingeniería asistida por computador del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.
- Se implementó el sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA que le permita a la embarcación tener una mejor visibilidad y maniobrabilidad para la correcta navegación, acorde a los requerimientos y métodos de ensayo para los mecanismos de gobierno a distancia.
- El sistema de timón se diseñó con un rígido control de calidad, los mejores materiales y fabricación de precisión, permitiendo obtener una fricción súper baja brindando suavidad, comodidad y seguridad al momento de la navegación en recorridos recreativos con tripulantes en el crucero IMPAKUCHA por el lago San Pablo de la ciudad de Otavalo.

- El control de montaje lateral remoto mecánico ofrece comodidad, simplicidad y flexibilidad ya que cuenta con una empuñadura ergonómica, interruptor para encender el motor, su instalación reversible para diestros o zurdos y su conveniente operación del control ofrece una funcionalidad, durabilidad y valor integrado para el capitán de la embarcación
- Se diseñó y construyó un panel de control electrónico con sistema de visualización y advertencia con indicadores de tipo visual y sonoro que establecerá la marcha y dirección de la embarcación.
- Se obtuvo una respuesta inmediata al momento de accionar los sistemas de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA, garantizando al capitán la maniobrabilidad absoluta de la embarcación además un mayor confort al momento de la navegación.
- Se desarrolló el plan de mantenimiento del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA a través de un programa de mantenimiento (GMAO/CMMS), y guía de usuario para mejorar la gestión de recursos, en actividades preventivas y correctivas.
- El encargado de la conducción de la embarcación mejoró su campo de visualización al estar el panel de control ubicado en un lugar estratégico, donde está libre de obstrucciones que impidan a una correcta maniobrabilidad de la embarcación.
- Se obtuvieron datos reales del funcionamiento de los motores fuera de borda, siendo los tacómetros indicadores del régimen del motor donde el rango de alto régimen es de 2100 r.p.m. y ralentí a 600 r.p.m. brindando mayor información al capitán y monitoreo constante del crucero IMPAKUCHA.
- El sistema de dirección hidráulica tiene como valores de presión durante su funcionamiento que alcanza como máxima 222 psi y una presión mínima de hasta 5 psi

siendo valores importantes para informar al capitán del correcto funcionamiento del circuito hidráulico encargado de direccionar los motores fuera de borda ya que al existir fugas y pérdidas de presión habrá una deficiencia en la maniobrabilidad.

- Se capacitó a los integrantes de la asociación y a los operarios de la embarcación para el manejo del sistema de timón y aceleración remota del crucero IMPAKUCHA.

Recomendaciones

- El diseño estructural y el dimensionamiento de la embarcación tiene que ser estudiado a detalle, tomando en cuenta los requerimientos por parte de la asociación de manera que la realización y ejecución de un proyecto de titulación llegue a ser factible.
- Para garantizar la durabilidad de los sistemas implementados en el crucero IMPAKUCHA de la RSA- comunitario “La Garza” se debe de cumplir a cabalidad el plan de mantenimiento y guía de usuario proporcionada por los investigadores responsables de proyectos, a miembros de la asociación.
- Dentro de los controles del panel de control se podría disponer de un accionamiento independiente de los motores fuera de borda comandado por un sistema de arranque, donde el motor de arranque 6H3-81800 con una alimentación de 12V, es el adecuado para motores de 75HP.
- Al momento de estar fuera de servicio la embarcación el interruptor de alimentación del sistema de luces abordaje debe de encontrarse en la posición neutral para evitar la descarga innecesaria de las baterías.

Bibliografía

- ABYC(P-21). (17 de Julio de 2017). *Estableciendo estándares para una navegación más segura*. Obtenido de Estableciendo estándares para una navegación más segura: https://webstore.ansi.org/preview-pages/ABYC/preview_ABYC+P-21-2017.pdf
- Arias, G. &. (22 de diciembre de 2016). Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo en compañías del sector metalmecánico. Cali, Comlombia: Medicina y Seguridad del trabajo. Recuperado 15 de mayo del 2022.
- Barnes, L. (2012). *Boat Safe Workbook 6th Edition*. Recuperado el 05 de 12 de 2022, de https://www.tmr.qld.gov.au/-/media/busind/accreditations/BoatSafe/BoatSafe_Wkbk_6thEd.pdf
- Barque. (2013). *Control remoto de motores "Whirlwind" y "Moscow-M"*. Obtenido de http://www.barque.ru/engine/1970/remote_control_motors_whirlwind_and_moscow-m
- Beer, F. &. (2020). *Mecánica de Materiales*. México: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.; 7a edición.
- BOE. (04 de noviembre de 2005). Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Madrid, España: BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO LEGISLACIÓN CONSOLIDADA.
- Chávez, J. C. (14 de 05 de 2022). Antecedentes Asociacion de Turismo Rural y Comunitario la Garza. (C. Alex, & T. Dario, Entrevistadores)
- Delgado, L. L. (2005). *de Proa a Popa Tomo 1 - Conceptos Básicos*. Madrid, España: Paraninfo.

Domínguez, E. J. (2018). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid, España: Editex; 1er edición.

Engineering, J. (2021). *Nautic Expo by Virtual Gropu*. Obtenido de Nautic Expo by Virtual Gropu: <https://pdf.nauticexpo.es/pdf-en/jastram-engineering/analog-input-device/24931-64439.html#open403821>

Floyd, T. (2007). *Principios de Circuitos Eléctricos*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

GENOVA. (1 de 04 de 2017). *GENOVA*. Obtenido de GENOVA.

Génova, R. S. (2022). *Nautic Expo by virtual expo group*. Obtenido de Nautic Expo by virtual expo group: https://pdf.nauticexpo.es/pdf-en/riviera-srl-genova/general-catalogue-2022/33127-128262-_2.html

Gobierno del Ecuador. (19 de Marzo de 2010). *Recuperado del 16 de Noviembre de 2022*. Obtenido de Gob.ec: <https://www.gob.ec/regulaciones/reglamento-centros-turisticos-comunitarios>

HyDrive. (2022). *Nautic Expo by Virtual Gropu*. Obtenido de Nautic Expo by Virtual Gropu: <https://pdf.nauticexpo.es/pdf-en/hydrive/admiral-series-inboards-power-sail/25346-99826.html>

Hydrodrive. (2023). *Nautic-Expo*. Obtenido de Nautic-Expo: <https://pdf.nauticexpo.es/pdf-en/hydrodrive-techno-italia-ltd/hydrodrive-hydraulic-steering-systems/31846-110343.html#open249956>

INEN ISO 15652. (2014). *SISTEMAS DE GOBIERNO A DISTANCIA PARA PEQUEÑAS EMBARCACIONES PROPULSADAS POR CHORRO DE AGUA INTRA-BORDA*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_15652_extracto.pdf.

ISO10592. (1 de 10 de 1994). *NORMALIZACION ESPAÑOLA*. Obtenido de NORMALIZACION ESPAÑOLA: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059360>

Lambrecht, R. (25 de febrero de 1974). *Water Jet Propulsion - Competition for Propellers?* Detroit, Mich: Society of Automotive Engineers, Inc.

Mott, R. L. (2009). *Resistencia de Materiales* (Vol. 7a edición). (R. Johnston, J. DeWolf, & D. Mazurek, Edits.) Naucalpan, de Juárez, Estado de México : Pearson Educación de México, S.A. de C.V.; 5ta edición. doi:978-1456260866

Mott, R. L. (2015). *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

NASBLA. (2009). *New York Safe Boating A Course on the Safe Operation of Boats and Personal Watercraft*. Recuperado el 25 de 11 de 2022, de <https://www.theblca.org/wp-content/uploads/2019/01/new-york-safe-boating-textbook-2015.pdf>

NORMA ISO-8848. (2020). *Embarcaciones pequeñas — Sistemas de gobierno mecánico a distancia*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/75540.html>

Normalización Española. (Septiembre de 2021). *Pequeñas embarcaciones Sistemas de gobierno mecánicos a distancia (ISO 8848:2020)*. Madrid, España: UNE 2021. Obtenido de <https://california-motorcycles.com/blogs/mecanica-harley/suspension-delantera-como-funciona-la-horquilla-telescopica>

NTE INEN 2712. (10 de 08 de 2013). *VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LIMITADOR DE VELOCIDAD. REQUISITOS Y MÉTODO DE ENSAYO*. Obtenido de NTE INEN 2712: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2712.pdf

NTE INEN ISO 6185-2. (12 de 04 de 2001). *EMBARCACIONES NEUMÁTICAS. PARTE 2: EMBARCACIONES CON UN MOTOR DE POTENCIA MÁXIMA DE 4,5 KW A 15 KW*

AMBOS INCLUSIVE (ISO 6185-2:2001, IDT). Obtenido de

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_6185_2.pdf

NTE INEN-IEC 60092-202. (05 de 04 de 2014). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BUQUES.*

PARTE 202: DISEÑO DE SISTEMAS. (IEC 60092-202:1994, IDT). Obtenido de NTE

INEN-IEC 60092-202:

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iec_60092-202.pdf

NTE INEN-ISO 10133. (4 de 01 de 2014). *EMBARCACIONES DE RECREO. SISTEMAS*

ELÉCTRICOS. INSTALACIONES DE CORRIENTE CONTINUA A MUY BAJA.

TENSIÓN (ISO 10133:2012, IDT). Obtenido de

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_10133_extracto.pdf

NTE INEN-ISO 8665. (04 de 01 de 2012). *PEQUEÑAS EMBARCACIONES. MOTORES DE*

COMBUSTIÓN INTERNA DE PISTÓN PARA PROPULSIÓN MARINA. MEDICIONES Y

DECLARACIONES DE POTENCIA. . Obtenido de NTE INEN-ISO 8665:2012:

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_8665.pdf

NTE INEN-ISO 8861. (05 de 04 de 2014). *CONSTRUCCIÓN NAVAL. VENTILACIÓN DE LA*

SALA DE MÁQUINAS DE BARCOS DE MOTOR DIESEL. REQUISITOS DE DISEÑO Y

BASES DE CÁLCULOS (ISO 8861:1998, IDT). Obtenido de NTE INEN-ISO 8861:

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_8861.pdf

PEC. (04 de 2019). *Automotive Fuse Catalogue*. Obtenido de

https://www.pecj.co.jp/fuse/files/PEC_Fuse_Catalogue_en_2019.pdf

Pretexsa. (29 de Junio de 2022). *Pretexsa.com*. Obtenido de Pretexsa.com:

<http://www.pretexsa.com/kMPZwvXa.html>

Sathishkumar, T. P. (2014). Glass fiber-reinforced polymer composites - A review. *SAGE*, 20.

SEASTAR Solutions. (pág 207 de 2018). *Steering, Controls & Cables, For all type of Boats.*

Estados Unidos: SEASTAR Solutions.

SS-EN ISO 8847. (2021). Embarcaciones - Sistemas de gobierno - Sistemas de cables y bloques (ISO 8847:2021). Obtenido de:

[https://www.sis.se/produkter/skeppbyggnadsteknik-och-marina-](https://www.sis.se/produkter/skeppbyggnadsteknik-och-marina-konstruktioner/fritidsbatar/ss-en-iso-88472021/)

[konstruktioner/fritidsbatar/ss-en-iso-88472021/](https://www.sis.se/produkter/skeppbyggnadsteknik-och-marina-konstruktioner/fritidsbatar/ss-en-iso-88472021/): Recuperado 12 de mayo del 2022.

Torralvo, M. (2011). *Programa de mantenimiento para motores fuera de borda Yamaha.*

Cartagena de Indias: Facultad de Ingeniería.

UNE-EN ISO 12215-1. (1 de 1 de 2019). *Pequeñas embarcaciones. Construcción de cascos y escantillones.* Obtenido de Normalizacion Española: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0062115>

Yaacob, A. &. (2015). Production Process of Fiberglass Fast Interceptor Boat in Malaysia. *Ocean, Mechanical and Aerospace*, 1-7.

Yamaha. (2016). *Manual del propietario E75B.* Obtenido de http://190.90.166.3:8085/edu-dms/public/uploads/prod_cat/508-E75BMHD.pdf. Recuperado 10 de mayo del 2022

Yanchaguano, F. (6 de 2012). *Estudio de los procesos de corte en tableros de madera para optimizar los tiempos de producción en la empresa muebles modulares y sistemas de la ciudad de Ambato.* Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3044>

Yumbo, G. (febrero de 2021). Evaluación de Riesgos por Exposición a Vibraciones a los Operadores de Motor Fuera de Borda (Transporte Fluvial) de la Nacionalidad Cofán perteneciente a la Provincia de Sucumbíos. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.

Anexos