



**El banco hidrodinámico de fluidos y su contribución en el proceso de aprendizaje
de los guardiamarinas en el laboratorio de mecánica**

Hernández Martínez Robin Wagner

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Licenciatura en Ciencias Navales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Navales

Mgs. Torres Vera Eder Eloy

Mgt. Mañay Hipatya

3 de diciembre 2020



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "El banco hidrodinámico de fluidos y su contribución en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas en el laboratorio de mecánica." fue realizado por el señor **Hernández Martínez, Robin Wagner** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma:

M. Sc. Torres Vera, Eder Eloy

C. C.0901543439



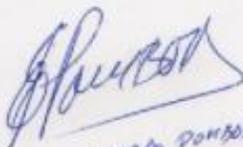
URKUND

Document Information

Analyzed document PEGASO 2.docx (D86551463)
Submitted 11/25/2020 3:10:00 AM
Submitted by
Submitter email hernandez.martinez.robin@gmail.com
Similarity 10%
Analysis address eepomboza.espe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / CAP 1, 2 Y 3 .docx Document CAP 1, 2 Y 3 .docx (D59841730) Submitted by: eetorres7@espe.edu.ec Receiver: eetorres7.espe@analysis.urkund.com	 7
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / URKUND.docx Document URKUND.docx (D59789138) Submitted by: rfme96@gmail.com Receiver: agtoscano.espe@analysis.urkund.com	 1
W	URL: https://docplayer.es/58035506-Capitulo-i-1-marco-teorico.html Fetched: 7/25/2020 3:22:02 AM	 1
W	URL: http://www.ricepropulsion.com/TNLS/Cavitacion.htm?fbclid=IwAR1Ynp3X6joACIttbNw7YjY... Fetched: 11/25/2020 3:11:00 AM	 2
W	URL: http://www.fao.org/3/x0487s/x0487s05.htm?fbclid=IwAR2H5F17W0EKNGTHHgchhbbiCBap53I... Fetched: 11/25/2020 3:11:00 AM	 6


 MGT. EDUARDO POMBOZA H.
 C.I. 1704419827



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Hernández Martínez, Robin Wagner**, con cédula de ciudadanía n° 0951032952, declaro/declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **El banco hidrodinámico de fluidos y su contribución en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas en el laboratorio de mecánica** es de mi 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.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma

Hernández Martínez, Robin Wagner

C.C.: 0951032952



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Hernández Martínez, Robin Wagner, con cédula de ciudadanía n° 0951032952, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: Título: **El banco hidrodinámico de fluidos y su contribución en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas en el laboratorio de mecánica** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma

Hernández Martínez, Robin Wagner

C.C.0951032952

Dedicatoria

A mis padres y familiares gracias
por su apoyo incondicional en cada
cosa de mi vida.

Agradecimiento

En primer lugar agradezco a Dios, y al personal de la Escuela Superior Naval por su conocimiento impartido.

Índice de Contenidos

Portada _____	1
Certificación _____	2
Certificación Urkund _____	3
Responsabilidad de Autoría _____	4
Autorización de Publicación _____	5
Dedicatoria _____	6
Agradecimiento _____	7
Índice de Contenidos _____	8
Índice de Figuras _____	12
Índice de Tablas _____	14
Abreviaturas _____	14
Resumen _____	15
Abstract _____	16
Introducción _____	17
Planteamiento del problema _____	17
Análisis crítico _____	18
Enunciado del problema _____	18
Delimitación del objeto de estudio _____	18
Preguntas e hipótesis _____	19
Preguntas _____	19
Hipótesis _____	19

Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Capítulo I - Fundamentación teórica	21
Marco teórico	21
Hidráulica	21
Fluidos hidráulicos	21
Banco hidráulico	22
Tuberías	23
Bomba al vacío	25
Vacuómetro.	25
Manómetro.	26
Medidor de flujo.	26
Termómetro.	27
Tanque.	27
Válvula de control de flujo.	28
Principios de conservación de energía hidráulica.	28
Leyes fundamentales de la hidráulica	29
Contribución de del banco hidráulico en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas.	31
Aplicaciones de la hidráulica en los buques	32
Cavitación	33
Cavitación en hélice	35
Factores que inciden en la eficiencia de la hélice.	37

	10
Revoluciones del eje (RPM) _____	38
Número de palas _____	38
Superficie de las palas _____	38
Sección de las palas _____	39
El núcleo _____	39
Marco conceptual _____	39
Densidad _____	39
Caudal _____	39
Ecuación de la continuidad _____	39
Flujo Laminar _____	40
Flujo turbulento _____	40
Hélice _____	40
Marco legal _____	40
Capitulo II - Fundamentación metodológica _____	41
Enfoque o Tipo de Investigación _____	41
Alcance o niveles de la Investigación _____	41
Diseño de la Investigación _____	41
Población y Muestra _____	42
Técnicas de Recolección de Datos _____	43
Encuestas _____	43
Entrevistas _____	43
Registros de calificaciones. _____	43
Procesamientos y análisis de datos. _____	43
Análisis de Resultados _____	44

Análisis de resultados de la encuesta	45
Pregunta 1	45
Pregunta 2	45
Pregunta 3	46
Pregunta 4	46
Pregunta 5	47
Pregunta 6	47
Análisis de Entrevistas	49
Entrevista	49
Pregunta 1	49
Pregunta 2	49
Pregunta 3	49
Pregunta 4	50
Pregunta 5	50
Capítulo III - Resultados de la investigación	52
Resultados de la investigación	52
Datos informativos	52
Título.	52
Título de proyecto	52
Institución responsable.	53
Cobertura Poblacional.	53
Antecedentes de la Propuesta.	53
Justificación	53
Objetivos	54

	12
General _____	54
Objetivos específicos _____	54
Fundamentación de la Propuesta _____	54
Diseño de la Propuesta _____	55
Instalación del banco hidráulico _____	63
Verificaciones de vibraciones _____	64
Pruebas realizadas con el banco hidráulico _____	65
Presupuesto _____	70
Plan de mantenimientos _____	71
Conclusiones _____	72
Recomendaciones _____	72
Bibliografía _____	73

Índice de Figuras

Figura 1 Banco de prueba para sistema cerrado _____	23
Figura 2 Tuberías _____	24
Figura 3 Bomba centrífuga _____	24
Figura 4 Bomba de vacío _____	25
Figura 5 Vacuómetro _____	25
Figura 6 Manómetro _____	26
Figura 7 Medidor de flujo _____	26
Figura 8 Medidor de Flujo _____	27
Figura 9 Tanque _____	27

Figura 10 Válvula de control _____	28
Figura 11 Principios de conservación de energía hidráulica _____	29
Figura 12 Ley de pascal _____	30
Figura 13 Malla Académica _____	32
Figura 14 Cavitación _____	33
Figura 15 Cavitación en Hélice _____	36
Figura 16 Banco Hidráulico _____	45
Figura 17 Utilización de Banco de Hidráulico _____	45
Figura 18 Prácticas utilizando el banco hidráulico _____	46
Figura 19 Banco hidráulico puede mejorar el proceso de aprendizaje _____	46
Figura 20 Elaboración de una guía de prácticas _____	47
Figura 21 Mayores prácticas mejora el rendimiento académico _____	48
Figura 22 Guía de prácticas mejora el rendimiento académico _____	48
Figura 23 Tacómetro _____	55
Figura 24 Varillas de acero _____	56
Figura 25 Ventilador de motor eléctrico _____	56
Figura 26 Caja del circuito de sobrecarga _____	57
Figura 27 Extensión de la caja de sobrecarga _____	57
Figura 28 Relé térmico _____	58
Figura 29 Tarjeta de velocidad _____	58
Figura 30 Contactor _____	59
Figura 31 Hélices _____	59
Figura 32 Características técnicas del motor _____	60
Figura 33 Plano Inclinado _____	60
Figura 34 Motor Eléctrico _____	61
Figura 35 Tina _____	61

Figura 36 Estructura de banco de prueba _____	62
Figura 37 Parte frontal de la tina _____	62
Figura 38 Circuito eléctrico _____	63
Figura 39 Primera Prueba _____	65
Figura 40 Segunda Prueba _____	66
Figura 41 Chumacera _____	66
Figura 42 Tornero _____	67
Figura 43 Hélice _____	68
Figura 44 Hélice en el mar _____	69
Figura 45 Sistema de propulsión de un buque _____	69

Índice de Tablas

Tabla 1 Análisis de las asignaturas a utilizar el banco hidráulico _____	44
Tabla 2 Presupuesto con materiales _____	70
Tabla 3 Plan de mantenimientos _____	71

Abreviaturas

ESSUNA	Escuela Superior Naval
TNNV-SU	Teniente de Navío Superficie
SRA.	Señora
MGS.	Magister en Ciencias
SR.	Señor
SDLC	Systems Development Life Cycle
COGAMAS	Comandante de Guardiamarinas

Resumen

El objetivo de la investigación es analizar la contribución del banco hidráulico mediante pruebas de laboratorio acorde a los contenidos de la asignatura de maquinaria naval como lo son: seguridad de máquinas y mecanismos, seguridad del interior del buque, y sistemas de ingeniería de propulsión del buque, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los guardiamarinas. El enfoque de investigación es de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo) debido a que se opta por mostrar un diagnóstico en el proceso de enseñanza – aprendizaje, haciendo énfasis en las horas de práctica impartidos en el laboratorio de mecánica naval que los guardiamarinas reciben por parte del docente, en función de encuestas realizadas a señores oficiales y guardiamarinas de la Escuela Superior Naval.

Se consideró como población a la brigada de Guardiamarinas de la Escuela Superior Naval pues son los que han utilizado el laboratorio de mecánica como parte práctica del proceso de aprendizaje de diferentes asignaturas de maquinaria naval. La propuesta del trabajo es un banco de pruebas para un análisis de los fenómenos físicos más frecuentes relacionados a la vida abordo como un banco hidráulico para la cavitación en sistemas abiertos, para reforzar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica.

Palabras clave:

BANCO HIDRÁULICO

BRIGADA DE GUARDIAMARINAS

FENÓMENOS FÍSICOS

Abstract

The objective of the research is to analyze the contribution of the hydraulic bench through laboratory tests according to the contents of the naval machinery subject, such as: safety of machines and mechanisms, safety of the interior of the ship, and ship's propulsion engineering systems , to improve the teaching-learning process of midshipmen. The research approach is of a mixed type (qualitative and quantitative) because it opts to show a diagnosis in the teaching-learning process, emphasizing the hours of practice taught in the naval machinery laboratory that the midshipmen receive from of the teacher, based on surveys made to officers and midshipmen of the Naval Higher School.

The Midshipmen brigade of the Naval Higher School was considered as a population, since they are the ones who have used the naval machinery laboratory as a practical part of the learning process of different naval machinery subjects. The work proposal is a test bench for an analysis of the most frequent physical phenomena related to life on board, such as a hydraulic bench for cavitation in open systems, to reinforce teaching-learning knowledge in the area of hydraulics.

Keywords:

HYDRAULIC BENCH

MIDSHIPMAN BRIGADE

PHYSICAL PHENOMENA

Introducción

El proyecto de titulación está constituido por tres capítulos; se encuentra precedido por los antecedentes del problema de investigación, procedimientos para sancionar las faltas cometidas por los guardiamarinas.

En el primer capítulo el lector encontrará todo lo concerniente al marco conceptual y teórico del proyecto, con algunas figuras explicativas para un mejor entendimiento del lector.

El segundo capítulo ya está más direccionado a conocer el enfoque de investigación en la que está basado, el alcance de la investigación, información acerca de la población a usar como muestra para la obtención de información, mediante técnicas como el uso de encuestas y la realización de entrevistas, y también podrá encontrar información de datos estadísticos sobre temas que al final fundamentarán la investigación.

El tercer capítulo presenta la propuesta a desarrollarse en este proyecto de titulación; la misma que contempla una futura implementación de un banco didáctico de prueba para la cavitación en hélices en el laboratorio de mecánica de la Escuela Superior Naval.

Planteamiento del problema

Contextualización. Como parte de la formación integral de los futuros Oficiales de la Armada, la Escuela Superior Naval cuenta con un laboratorio de mecánica con diferentes elementos y herramientas que permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos por los guardiamarinas en las aulas de clases.

Dentro de esos elementos destaca un banco hidráulico, apropiado para el estudio del comportamiento de los fluidos solamente para sistemas cerrados, el cual forma parte de los activos fijos hace 20 años aproximadamente. Sin embargo, el aprovechamiento del aprendizaje de este importante equipo ha sido limitado, debido a

que no se cuenta con los suficientes recursos materiales para hacer factible los resultados obtenidos en sistemas abiertos, mediante prácticas con este equipo para conocer el desarrollo de fenómenos físicos aplicables a los fluidos entre ellos las hélices, y contar con los conocimientos necesarios de mecánica naval indispensable como futuro oficial de marina que hará más competitivo en su ámbito profesional al personal de la Fuerza Naval.

Análisis crítico. Resulta necesario hacer una investigación para determinar si con el material que se cuenta se puede aprovechar el banco hidráulico, o si es necesario mejorar las herramientas tecno-pedagógicas a través de adquisición, reparación o reemplazo de algunos elementos.

Enunciado del problema. Las limitaciones existentes en las prácticas de mecánica de fluidos dentro de la materia de Maquinaria naval se presenta debido a que no se cuenta con los elementos que soportan las diferentes teorías hidráulicas, que permitan a los guardiamarinas desarrollen aprendizaje significativo de los conocimientos teóricos impartidos en las aulas de clase mediante las sesiones de prácticas en sistemas abiertos para contribuir con el nivel de preparación, desarrollo de destrezas y habilidades necesarias para cumplir sus funciones como Oficiales Ingenieros de los buques de la Armada del Ecuador.

Delimitación del objeto de estudio

Área de conocimiento:	Mecánica y energía
Sub-área de conocimiento:	Mecánica naval
Campo:	Aspectos académicos y Maquinaria Naval
Aspecto:	Aprendizaje académico
Contexto temporal:	2020
Contexto espacial:	Escuela Superior Naval

Preguntas e hipótesis

Preguntas

¿Qué elementos necesita el banco hidráulico de fluidos para su máximo aprovechamiento?

¿Cuál es el estado de operatividad del banco hidráulico de la Escuela Superior Naval?

¿Qué tipo de prácticas se pueden desarrollar para mejorar el nivel de conocimientos de los Guardiamarinas en la Asignatura de maquinaria?

Hipótesis

La utilización de un banco hidráulico para sistemas abiertos como el estudio de la cavitación contribuirá con el aprendizaje de los guardiamarinas en el laboratorio de Mecánica Naval y en la vida a bordo del futuro Oficial de Marina.

Justificación

La importancia de este trabajo es determinar la contribución del empleo y aprovechamiento del banco hidráulico de fluidos en el aprendizaje de los Guardiamarinas de la Escuela Superior Naval, quienes por un periodo de cuatro años de estudios cursan la carrera de Ciencias Navales y a su vez obtienen el grado militar de Alférez de Fragata. Para ello se requiere obtener cierta familiarización, con la maquinaria principal y auxiliar, destrezas y habilidades necesarias para desempeñarse como Oficiales de la Armada del Ecuador y ocupar los puestos que el mando les asigne y así mantener los recursos de la Fuerza Naval.

Los beneficiarios directos de la presente investigación son los Guardiamarinas de primero y segundo año que utilizan el banco hidráulico como recurso didáctico para mejorar el proceso de instrucción en las asignaturas teoría del buque y seguridad interior, teoría de máquinas y mecanismo, ingeniería en sistemas de unidades navales para de esta manera desarrollar el componente práctico requerido para obtener un

aprendizaje dual significativo de los conocimientos teóricos de mecánica de fluidos y asignaturas técnico profesionales en donde la utilización de un banco hidráulico será un medio de instrucción fundamental para el proceso de aprendizaje de fenómenos físicos aplicables a los equipos de las Unidades Navales.

Objetivos

Objetivo general. Analizar la contribución del banco hidráulico mediante pruebas de laboratorio acorde a los contenidos de la asignatura de maquinaria naval para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje dual de los guardiamarinas.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de los elementos que conforman los bancos de fluidos del laboratorio de mecánica naval utilizado, averiguando información de los equipos, para saber sus estados de operatividad.
- Determinar la contribución del banco hidráulico en el nivel de aprendizaje obtenido en las asignaturas, mediante un análisis de los contenidos de la malla curricular y de los contenidos mínimos de las asignaturas correspondientes para identificar puntos que requieran mejoramiento y sean de relevancia académica en la formación del futuro oficial de marina.
- Proponer un banco de pruebas hidrodinámica que permita el estudio de la cavitación en sistemas abiertos, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje dual en la formación del guardiamarina.

Capítulo I - Fundamentación teórica

Marco teórico

Hidráulica. La hidráulica es una parte de la física que estudia el equilibrio y movimiento de los fluidos, en pocas palabras el comportamiento de los líquidos dependiendo de la fuerza a los que sean sometidos podemos decir que si un líquido es sometido a un tipo de fuerza este puede mover algún mecanismo, en la actualidad la hidráulica es una de las ciencias que representa un alto porcentaje para ya sea industrial comercial y hasta doméstico.

La hidráulica se rige en tres principios básicos que son:

- 1) La continuidad o conservación de la masa, la conservación de la energía y la conservación de la cantidad de movimiento.
- 2) Los fluidos tienen continuidad debido a que la masa de un fluido incomprensible permanece constante en cualquier sección del conducto
- 3) La conservación de la energía hidráulica se refiere a que el sistema contiene energía de tres formas cinética que toma en cuenta velocidad y masa del fluido, energía potencial depende de la posición y la energía de presión está en base a la compresión del fluido, siendo constante a través del caudal.

Fluidos hidráulicos. Los fluidos pueden ser líquidos como el agua, el aceite y pueden ser gases como es el caso del combustible que genera a su vez gases sea de tipo metano, propano, butano y puede producir energía térmica en el proceso.

Podemos decir que un fluido hidráulico es el líquido que se utiliza como energía para el movimiento de algún tipo de mecanismos esto sirve mucho en maquinarias tanto navales como de construcción y vehicular hay muchos tipos de fluidos hidráulicos uno de ellos y muy importante es el agua ya que este fluido natural es la parte vital en muchos países para proveer de energía eléctrica y los más comunes suelen ser son

aceite mineral, éster de órgano fosfato, y polialfaolefina todos estos vendrían a ser lubricantes

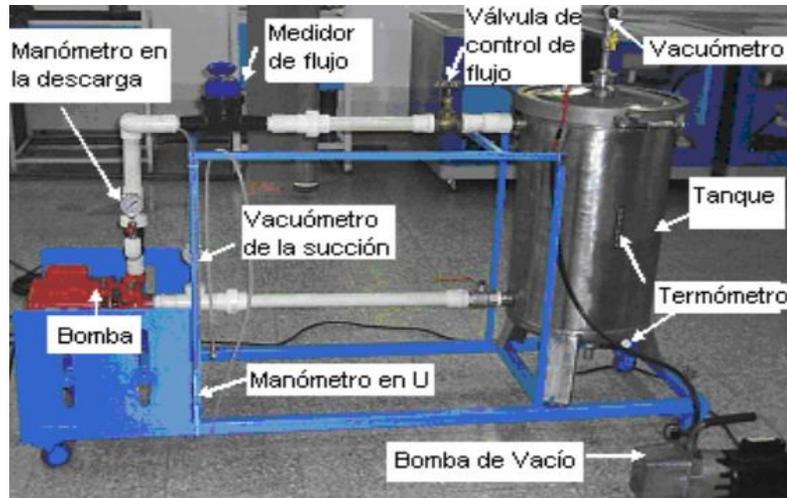
El fluido hidráulico tiene energía cinética que toma en cuenta la velocidad y la masa de un fluido, energía de tipo potencial que incluye aspectos de posición, energía de presión que esta depende de la compresión a la que está expuesta. En el caso de la ley de Bernoulli se tiene que cuando se tienen caudales constantes la energía se transforma de forma cinética, a energía potencial o energía de presión dependiendo de las modificaciones del área de la sección de la tubería por la que se está pasando.

Los flujos pueden ser de tipo laminar cuando las corrientes no se cruzan y flujos turbulentos cuando se forman remolinos dentro del flujo y existen líneas que se producen mezclas entre ellas. La materia se clasifica en sólida, líquida y gaseosa de estos tanto los líquidos de todo tipo o los gases pueden ser considerados como fluidos siempre y cuando estos se encuentran compresos haciendo que este fluya en un medio específico como son las tuberías que pueden constituir a su vez un sistema hidráulico. El fluido se deforma al aplicar algún tipo de esfuerzo y al ser impulsado por una fuerza centrífuga esta hace que los fluidos se direccionen hasta un punto

Banco hidráulico. El banco hidráulico es un equipo utilizado para el estudio del comportamiento de los fluidos, la cual me permite comprender las teorías hidráulicas y las propiedades de la mecánica de fluidos.

Figura 1

Banco de prueba para sistema cerrado



Fuente: Sistema Cerrado (Edibon, 2016)

El banco hidráulico está conformado por un sistema de elementos que permiten cumplir con prácticas de conocimientos de física aplicada a los fluidos hidráulicos para de esta manera afianzar conocimientos teóricos que son expuestos en las asignaturas de mecánica naval y sus sistemas. Consta de una bomba centrífuga, accionadores, un sistema de tubos y mangueras e instrumentos de medición, filtros, intercambiadores de calor y un tanque o reservorio del fluido.

Los accionadores pueden transformar los elementos de energía hidráulica en energía mecánica.

Tuberías. Son conducciones elaboradas para que los fluidos pasen mediante el movimiento del líquido que se produce por la presión generada por energía centrífuga que es capaz de generar energía cinética, una tubería son accesorios unidos que generan una conducción definida de líquidos.

Figura 2*Tuberías*

Fuente: Tuberías (Edibon, 2016)

Bomba centrífuga. La bomba centrífuga por su arte es un elemento que genera un caudal de fluidos con un desplazamiento positivo que generan una fuerza que produce movimientos en los líquidos y los obligas a circular mediante la fuerza centrífuga producida.

Figura 3*Bomba centrífuga*

Fuente: Bomba centrífuga (Edibon, 2016)

Bomba al vacío. Bomba al vacío sirve para extraer lo que son gases que se encuentran dentro de un recipiente o tubo que disminuye los valores totales del sistema, por ejemplo, cuando se tiene una tubería y se ha metido aire en donde se succiona el aire a través de la bomba al vacío para que el fluido del líquido sea normal.

Figura 4

Bomba de vacío



Fuente: Bomba de vacío (Edibon, 2016)

Vacuómetro. Vacuómetro mide la presión de la succión que está realizando el fluido, este instrumento considera presión menor que la presión atmosférica.

Figura 5

Vacuómetro



Fuente: Vacuómetro (Edibon, 2016)

Manómetro. El manómetro es un elemento que mide la presión del fluido, líquido o gases que se tiene en circuitos cerrados, pero esto considera la presión real absoluta o atmosférica y esto es conocida como presión manométrica. Manómetro en la descarga permite determinar la presión con la que sale el fluido del sistema.

Figura 6

Manómetro



Fuente: Manómetro (Edibon, 2016)

Medidor de flujo. Medidor de flujo determina como va corriendo el fluido en base al caudal que se está formando en el sistema.

Figura 7

Medidor de flujo



Fuente: Medidor de flujo (Edibon, 2016)

Termómetro. El termómetro mide la temperatura de los fluidos que se encuentran en el tanque.

Figura 8

Medidor de Flujo



Fuente: Medidor de flujo (Edibon, 2016)

Tanque. Tanque permite tener la función de reservorio del fluido del sistema para el llenado a cumplirse.

Figura 9

Tanque



Fuente: Tanque (Edibon, 2016)

Válvula de control de flujo. La válvula de control de flujo es la que cumple con la función de controlar la cantidad de fluido que ejerce el caudal.

Figura 10

Válvula de control



Fuente: Válvula de control (Edibon, 2016)

Principios de conservación de energía hidráulica. También conocido como ley de la conservación cabe mencionar que como sabemos la energía en el universo ni se crea ni se destruye solo se transforma y cuando esta energía se transforma siempre la energía total se encontrara constante se refiere que ni aumenta ni disminuye ni antes ni después de cada transformación pongamos un ejemplo si dejamos caer una piedra libremente este cuerpo pierde altura pero gana velocidad es decir pierde energía potencial gravitatoria y gana energía cinética pero la energía total de esta situación permanecerá constante.

Figura 11

Principios de conservación de energía hidráulica



Fuente: Conservación de energía hidráulica (Castellanos, 2017)

Leyes fundamentales de la hidráulica

Ley de pascal. La ley de Pascal explica que el fluido que se encuentra confinado ejerce una presión igual en todas las direcciones formando ángulos rectos con la superficie que tiene el recipiente. Esta ley fue creada por el físico y matemático francés Blaise Pascal y menciona lo siguiente : “”cuando se ejerce una presión sobre algún tipo fluido poco compresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido, el refería con esto que una de las relaciones más aplicadas en esta ley de pascal y como ejemplo muy básico es la prensa hidráulica La cual es un mecanismo que está constituido por fluidos en dos recipiente comunicados por tubos y cerrados por émbolos de diferentes diámetros cuando se hace el uso de una fuerza ,la más mínima sobre el embolo de menor área, permite obtener una fuerza más grande en el embolo de mayor área. Los émbolos son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores.

Figura 12*Ley de pascal*

Fuente: Ley de Pascal (Castellanos, 2017)

Ley de Bernoulli. Bernoulli afirmaba que la energía cinética, de presión y potencial es constante en diferentes partes del sistema. Se tiene que el diámetro de la tubería influye en la velocidad, considerando que la energía no puede crearse ni destruirse solo se transforma por lo que si existe algún tipo de variación de energía cinética esta se compensa con un aumento de la presión o también llamada energía de compresión. La energía cinética es la que genera movimiento y cuando se encuentra en reposo es conocida como energía potencial.

La energía del caudal no tiene ningún tipo de variación mientras no se introduzca ningún tipo de energía desde el exterior o inclusive hasta el exterior. La energía total está compuesta por energía potencial, energía de flujo o presión y energía cinética. Esto define la ecuación de Bernoulli que es la suma de la energía cinética, energía de flujo y energía potencial de un fluido es constante a lo largo de una línea.

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gz = \text{constante}$$

Donde

$$\frac{p}{\rho} = \text{energía del flujo}$$

$$\frac{V^2}{2} = \text{Energía Cinética}$$

$$gz = \text{Energía potencial}$$

Contribución de del banco hidráulico en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas. El banco hidráulico va a permitir que los guardiamarinas puedan realizar experimentos sencillos pero muy ilustrativos de propiedades de la hidráulica y la ley de pascal y ley de Bernoulli entre otros aspectos, mediante el uso de bombas centrifugas que permiten abastecer de aceite, agua u otros fluidos esto se lo genera por la presión que ejerce la bomba hacia los líquidos presentes utilizando una tubería por donde pasa el seccionamiento del líquido y dependiendo la potencia este caudal es más grande o de menor volumen.

En el caso de los Guardiamarinas como Personal de la armada del Ecuador van a cumplir con el trabajo de Oficiales ingenieros por lo que el conocimiento en lo que respecta a mecánica naval y manejo de fluidos en fundamental debido que en los buques se tiene que como parte de sistema hidráulico se tiene a los sistemas de gobierno que utilizan servomotores electro hidráulicos que permiten la movilidad de los timones que tiene caudales constantes mediante una barra que une crucetas provistas de rotulas , se tiene que los sistemas de máquinas, sistemas de propulsión, entre otros que al usar fluidos también tienen el componente hidráulico.

La materia de maquinaria naval, a través de cambios de malla de carrera, ha obtenido otros nombres en los cuales se recibirá clases de cavitación que están clasificadas en sus diferentes años.

En segundo año se encuentra la materia de teoría de buque la cual ayuda a comprender la medición de cavitación que generan las hélices debido a la velocidad la cual se imparte en 2 horas.

En tercer año se encuentra la materia de máquinas y mecanismo la cual ayuda a comprender la medición de la cavitación en sistemas hidráulicos esta se imparte en 4 horas de clases.

En cuarto año se estudia la cavitación en sistemas hidráulicos en la materia de sistema de ingenierías en unidades navales esta materia se impartirá en 4 horas.

Figura 13

Malla Académica

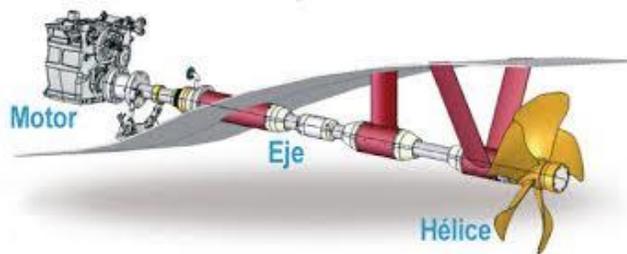


Fuente: Coordinación académica de ESSUNA

Aplicaciones de la hidráulica en los buques. En las unidades de la escuadra naval la parte hidráulica es una de las más importantes ya que sin esta estos buques no podrían navegar, porque el sistema de mecanismos de las unidades trabajando con fluido hablemos de aceite Diesel y agua, en un buque la parte hidráulica representa el movimiento del timón o caña del puente principal por medio de aceites convirtiendo la energía centrífuga a energía mecánica así mismo en la sala de máquinas los cuerpos o motores trabajan con fluidos y al pasar por un cambio se transforman de energía cinética del fluido a energía mecánica rotativa la cual generalmente se aplican en los ejes de las máquinas y esta a su vez hacen mover el buque por sus hélices en forma rotatoria.

Figura 14

Cavitación



Fuente: Cavitación (Edibon, 2016)

La caña de un buque o también conocido como sistema de gobierno viene desde un sistema hidráulico que través del flujo de aceite hace que el mecanismo de la caña produzca fuerza mecánica y a su vez esto genere una fuerza centrífuga para determinar la dirección del buque.

En las maquinas se hecha diésel o combustible que este es un fluido que permite que el motor del buque genere una reacción puesto que al entrar por un proceso hace un cambio energético que hace que esta energía pase por lo ejes produciendo una energía cinética y las hélices generan propulsión y movimiento a la unidad naval.

Cavitación. El fenómeno de cavitación se presenta cuando la presión en la succión está cercana a la presión de vapor del fluido. En este caso se crean burbujas de aire que, al entrar en zonas de mayor presión, se rompen de manera abrupta. Este continuo rompimiento de las burbujas es causa de daños en el eje del rotor, por lo que se debe evitar dicho fenómeno. (Grajales, 2003)

Existe un parámetro de control de la cavitación llamado Altura Neta, la positiva de Succión Requerida (NPSHr) y Disponible (CNPSd). NPSr. Es una característica de la bomba, por tanto, lo suministra el fabricante. Es aquella energía necesaria para llenar la parte de succión y vencer las pérdidas por rozamiento y por el aumento de velocidad,

desde la conexión de aspiración de la bomba, hasta el punto en que se añade más energía. (Catrileo Muñoz, 2011)

Mediante la adecuación de un banco hidráulico se puede obtener un banco de prueba para la verificación del fenómeno de cavitación para que los estudiantes de forma visual, auditiva y numérica conozcan el fenómeno de la Cavitación y su asociación con la Presión de Vapor de un líquido.

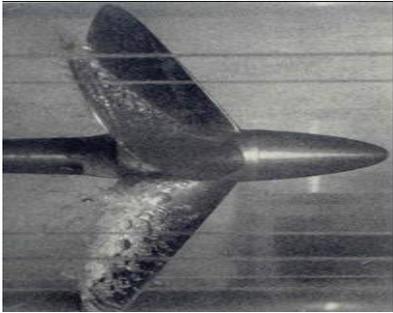
El aparato consiste en una sección de prueba circular en forma de Venturi fabricada con acrílico transparente para permitir la visualización completa de las condiciones de flujo dentro de la sección. El agua entra en la sección de prueba a una velocidad relativamente baja. A medida que el área de la sección de prueba se contrae hacia la garganta, la velocidad del agua aumenta y la presión estática disminuye de acuerdo con la ecuación de Bernoulli. Si el flujo de agua aumenta, la presión subatmosférica en la garganta hace que los gases libres y disueltos se liberen como burbujas en el líquido. A medida que el flujo se incrementa más, la presión continúa cayendo en la garganta hasta que se alcanza el límite correspondiente a la presión de vapor del líquido (la presión real depende de la temperatura del líquido).

En esta condición se forman pequeñas burbujas de vapor en el líquido. Estas burbujas colapsan violentamente cuando la presión vuelve a subir en la expansión posterior de la sección de prueba. Este proceso se denomina Cavitación y puede considerarse como una de las fuerzas más destructivas creadas en un sistema líquido: las grandes cantidades de energía liberadas dan lugar a la erosión de incluso las superficies metálicas más duras en aplicaciones reales como asientos de válvulas, palas de hélices, etc. Cualquier aumento adicional del flujo de líquido provoca un incremento de la Cavitación (la presión no puede reducirse más allá de la Presión de Vapor del líquido).

La sección de pruebas incorpora derivaciones que permiten medir la presión estática antes de la contracción, dentro de la garganta y después de la expansión. Cada golpeo se conecta a un manómetro Bourdon de rango apropiado. Una válvula de control de flujo aguas arriba de la sección de prueba permite regular el flujo a través de la sección de prueba sin aumentar la presión estática en la sección de prueba, lo que permite demostrar claramente la cavitación. A la inversa, una válvula de control de flujo aguas abajo de la sección de prueba permite que se eleve la presión estática en la sección de prueba, técnica que se utiliza para evitar que se produzca la cavitación.

El cierre de la válvula aguas abajo está restringido para evitar que se dañe la instrumentación. La sección de prueba y los manómetros de Bourdon están montados en una placa con pies que se encuentra en la parte superior del banco de hidráulica. El accesorio incluye los tubos flexibles necesarios y un conector que se adapta a la salida de agua del banco hidráulico.

Cavitación en hélice. El fenómeno de cavitación se presenta cuando una hélice gira sus aspas y expulsa el agua hacia atrás, dejando un vacío que es inmediatamente ocupado por nuevas moléculas líquidas. Las aspas crean tal depresión (disminución de presión o vacío) en su cara anterior que el agua hierve a temperatura ambiente; las burbujas que salen entonces de la hélice no son de aire, sino estrictamente de vapor de agua. Estas burbujas se desplazan rápidamente hacia atrás, hasta encontrar una zona de mayor presión donde volverán a convertirse en agua implorando (lo contrario de explotar) contra las propias aspas de la hélice y arrancando (erosionando) en cada choque una microscópica partícula de metal. (Montoya, 2015)

Figura 15*Cavitación en Hélice*

Fuente: Cavitación en Hélice (Castellanos, 2017)

Si la velocidad de giro (tangencial) en la punta de las aspas sobrepasa los 150 pies por segundo (pps) en hélices de 5 Aspas y 175 pps en 2-4 Aspas, y 100 pps en hélices en tobera; el agua expulsada lleva tal fuerza que impide que el vacío formado no pueda ser ocupado por otras moléculas de agua y se produce la cavitación por velocidad tangencial o exceso de RPMs. Esta erosión siempre se presenta en la punta de las Aspas.

Si la presión en el aspa es arriba de 7 psi en hélices libres y 8.5 psi en hélices con toberas se produce la cavitación por falta de área (DAR). El origen de las burbujas está en el borde de ataque de las aspas de la hélice, pero el daño se manifiesta en la parte posterior con el aspecto de una corrosión o erosión que puede ir retrocediendo en su proceso destructivo hasta el centro del aspa. La erosión producida por cualquier tipo de cavitación se manifestará con mayor intensidad cuando la protección catódica no es la adecuada. Y en casos extremos la hélice se llega a consumir por completo en días o semanas. Cuando se diseña una hélice es muy importante observar la relación diámetro contra RPMs para no alcanzar las velocidades tangenciales arriba descritas donde se producirá la cavitación por exceso de RPMs, y asimismo la relación Diámetro-Área de Aspas (DAR) para evitar la cavitación por falta de área. Que finalmente cualquier tipo de

cavitación reducirá la eficiencia de la embarcación incrementando los costos de combustible y reparación o reemplazo de la hélice erosionada.

Factores que inciden en la eficiencia de la hélice.

Diámetro. El diámetro de la hélice es el factor individual más importante que determina el grado de eficiencia de la hélice. Ésta funciona expulsando agua de la popa de la embarcación para que ésta avance. Desde el punto de vista de la eficiencia, es preferible expulsar de la popa una gran cantidad de agua con un ritmo relativamente lento, que expulsar rápidamente un volumen pequeño para conseguir el mismo impulso hacia adelante. Por consiguiente, el diámetro de la hélice siempre debe ser el más grande posible teniendo en cuenta las características de la embarcación (con la debida distancia entre las palas y el casco) para que pase por la hélice el mayor volumen de agua posible. (FAO, 2016)

Revoluciones del eje (RPM). Cuanto mayor sea el diámetro de la hélice, menos revoluciones por minuto se necesitarán para absorber la misma fuerza. Por consiguiente, una hélice eficiente no sólo debe tener el diámetro más grande posible, sino que también es necesario que las revoluciones del eje sean lentas. Esto se consigue por lo general instalando un dispositivo reductor entre el motor y el eje de la hélice. Sin embargo, hay que recordar que una hélice grande y un dispositivo con gran capacidad de reducción siempre son más caros que una hélice más pequeña y un dispositivo más sencillo. La única solución para el problema de la cavitación consiste en cambiar la hélice. Se puede examinar la posibilidad de instalar una hélice con más palas, o con un diámetro más grande. (FAO, 2016)

Número de palas. En general, a una velocidad determinada de rotación del eje (RPM), cuantas menos palas tenga una hélice mejor será. Sin embargo, si tiene menos palas, cada una de ellas soportará una carga mayor. Esto puede causar mucha vibración, sobre todo en una hélice de dos palas, y contribuir a la cavitación. Cuando el diámetro de la hélice está limitado por el tamaño del vano, quizá sea preferible que el eje gire a menos revoluciones y la fuerza se absorba con un mayor número de palas. (FAO, 2016)

Superficie de las palas. Una hélice con palas angostas (en la cual la relación entre la superficie total de las palas y el área engendrada por el radio es baja; véase la figura 8) resulta más eficiente que una con palas anchas. Sin embargo, las hélices con una relación baja de la superficie de las palas son más propensas a la cavitación porque el empuje de la hélice se distribuye sobre una superficie más pequeña de las palas. Para prevenir la cavitación, la relación de la superficie de las palas debe ser mayor que el valor más eficiente. (FAO, 2016)

Sección de las palas. El espesor de las palas de una hélice tiene escaso efecto en la eficiencia, dentro de los límites necesarios para que las palas tengan fuerza suficiente. Sin embargo, de forma semejante a la relación de la superficie de las palas, el espesor de la sección puede incidir en la cavitación: las hélices de palas más gruesas producen mayor succión y son más propensas a la cavitación. (FAO, 2016)

El núcleo. El tamaño del núcleo de la hélice afecta directamente a la eficiencia de ésta. Esto es particularmente importante si se considera la instalación de una hélice de paso variable, que tiene un núcleo significativamente más grande que otra equivalente de paso fijo. En general, la disminución de la eficiencia debida al mayor tamaño del núcleo de una hélice de paso variable es de aproximadamente un 2 por ciento. (FAO, 2016)

Marco conceptual

Densidad. La densidad de un fluido se define como la cantidad de masa por unidad de volumen. (Montoya, 2015)

Caudal. Es el volumen por unidad de tiempo que atraviesa una sección transversal de un conducto. Se pueden relacionar el caudal (Q) con la velocidad (v) a través del área transversal de flujo (A). (Castellanos, 2017)

Ecuación de la continuidad. Esta ecuación se basa principalmente en el Principio de conservación de la Masa, es decir la materia que entra es la misma que la que sale. La ecuación de continuidad para los líquidos considera que el caudal será constante para las diferentes secciones de una instalación por la que atraviere el fluido. (Castellanos, 2017)

Flujo Laminar. Es aquel en el cual las partículas del fluido siguen trayectorias paralelas, formando junto de ellas capas o laminas. La velocidad de estas partículas es mayor cuando están más alejadas de las paredes del conducto, o sea que la velocidad de dichas partículas está en función de la distancia a las paredes del conducto.

(Castellanos, 2017)

Flujo turbulento. Es aquel en el cual las partículas del fluido no siguen trayectorias paralelas, es decir se mueven en forma desordenada en todas las direcciones. Es imposible conocer la trayectoria de una partícula individualmente.

(Castellanos, 2017)

Hélice. La hélice es el elemento técnico unitario más importante de una embarcación. Su diseño y características repercuten directamente en el grado de eficiencia de la utilización del combustible. (Castellanos, 2017)

Marco legal

El Art. 17 del reglamento a la ley de personal de las Fuerzas Armadas menciona que ; “los cursos de formación de oficiales de arma, técnicos o servicios tendrán una duración de cuatro años en las tres fuerzas, los cursos de formación de personal de tropa de arma, técnicos o de servicios tiene una duración de dos años en las tres fuerzas y proporcionan capacidades para el desempeño de sus funciones” con base a la formación del guardiamarina tiene un tiempo de duración de 4 años, donde la formación académica tiene el aval de la universidad de fuerzas armadas- ESPE lo que permite que los futuros oficiales de marina en que el momento de su graduación su título de tercer nivel como licenciados en ciencia navales y licenciados en logística naval, respectivamente.

Capítulo II - Fundamentación metodológica

Enfoque o Tipo de Investigación

El enfoque de investigación es de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo)_debido a que se opta por mostrar un diagnóstico en el proceso de enseñanza – aprendizaje, haciendo énfasis en las horas de práctica impartidos en el laboratorio de mecánica naval que los guardiamarinas reciben por parte del docente, en función de encuestas realizadas a señores oficiales y guardiamarinas de la Escuela Superior Naval.

Es de tipo cualitativo puesto que se necesita entrevistar a personas expertas en el tema para consultar características de un equipo de cavitación que me permita la contribución en el aprendizaje de los guardiamarinas.

De igual manera la investigación se la considera cuantitativa, ya que se realizarán encuestas a un número específico al personal de señores oficiales y guardiamarinas, sobre el estado del banco hidráulico midiendo su operatividad y la importancia que tiene, al conocer sobre la cavitación en la vida abordo.

Alcance o niveles de la Investigación

En la ejecución del presente trabajo se aplicó una investigación explicativa con la finalidad de analizar las causas y efectos de las variables de estudio.

Así mismo se generaron una serie de alternativas, que contribuyan a que el futuro oficial de marina cuente con los conocimientos necesarios para que se desenvuelva en el ámbito técnico-naval.

Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es de tipo experimental puesto que se realizó un análisis de la utilización del banco hidráulico de fluidos en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas de la Escuela Superior Naval en donde se analizaron los temas y asignaturas en donde es aplicable el uso del banco hidráulico como recurso didáctico,

sin embargo, no se realizó ningún proceso de modificación de las variables de estudio solo un estudio de tipo descriptivo y explicativo.

Población y Muestra

Se consideró como población a la brigada de Guardiamarinas pues son los que han utilizado el laboratorio de mecánica naval como parte práctica del proceso de aprendizaje de diferentes asignaturas...

Seleccionándose una muestra representativa de la población sujeto de estudio para la aplicación de encuestas y evidenciar el nivel de contribución del banco hidráulico de fluidos en el nivel de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ciencias navales.

Cálculo de la muestra

Fórmula:

$$n = \frac{PQN}{(N - 1) * \frac{e^2}{K^2} + PQ}$$

Donde la simbología representa los siguientes parámetros:

- n = Tamaño de la muestra
- PQ = constante de la varianza poblacional (0,25)
- N = tamaño de la población
- e = error máximo admisible (al 5%).
- K = Coeficiente de corrección del error (1,96).

$$n = n = \frac{0,5 * 0,5 * 237}{(237 - 1) * \frac{0,05^2}{1,96^2} + 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{59,25}{0,4037}$$

$$n = 147$$

Se seleccionó una muestra representativa de 147 personas del total de guardiamarinas de la Escuela Superior Naval.

Técnicas de Recolección de Datos

Encuestas. Se aplicaron encuestas al personal de Guardiamarinas que han utilizado el laboratorio de mecánica naval para evidenciar la importancia de la utilización del banco hidráulico de fluidos y como este contribuye en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ciencias Navales.

Entrevistas. Se realizaron entrevistas al personal de docentes de maquinaria naval para conocer los tópicos que son aplicables a la asignatura de maquinaria naval y como se puede mejorar el aprendizaje práctico en el personal de Guardiamarinas que cumplirán con funciones de futuros oficiales de la Fuerza Naval de la Armada del Ecuador.

Registros de calificaciones. Se analizaron las calificaciones de la asignatura de maquinaria naval que es dictada en la Escuela Superior naval para conocer como ha facilitado el aprendizaje la utilización del banco hidráulico de fluidos utilizado en la maquinaria naval en la Escuela Superior Naval.

Procesamientos y análisis de datos. Se procedió a realizar a formular una encuesta con preguntas en escala de Likert para evaluar el impacto del banco hidráulico en el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas de la escuela superior naval en el laboratorio de mecánica naval para luego realizar gráficos y realizar un análisis general de los resultados obtenidos.

Análisis de Resultados

Tabla 1

Análisis de las asignaturas a utilizar el banco hidráulico

Asignatura	Resultado aprendizaje	Descripción mínima de contenidos	Periodo	Cantidad de horas
Teoría del buque y seguridad interior	Comprende los principios básicos de maquinaria de fluidos	Máquina de fluidos	IV	160
Teoría de maquinaria y mecanismos	Identifica máquinas y fluidos de las unidades navales	Principios hidráulica	V	160
Sistemas de ingeniería y Armas de Unidades Navales	Identifica la arquitectura y configuración básica de sistemas de ingeniería y armada de unidades navales	Sistemas auxiliares Propulsión principal	VIII	200
Teoría de Buque	Aplica los procedimientos de seguridad para reducir los riesgos del personal y material para poder tomar las medidas iniciales en las emergencias abordó	Principios Hidrostáticos	v	160

Fuente: Proyecto de rediseño Ciencias Navales

En la Escuela superior Naval la carrera de Oficial de Marina requiere conocimientos de los sistemas del buque, mecanismos y maquinarias por lo que durante su proceso de formación reciben diferentes asignaturas relacionadas con los

buques y su elementos por lo que el uso de un banco hidráulico va a contribuir con el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas debido a que se va a conocer todo o referente de manera práctica a los principios de hidráulico, principios hidrostáticos, principios básicos de maquinaria de fluidos , entre otros donde la utilización de esta herramienta de aprendizaje contribuyendo con su formación profesional.

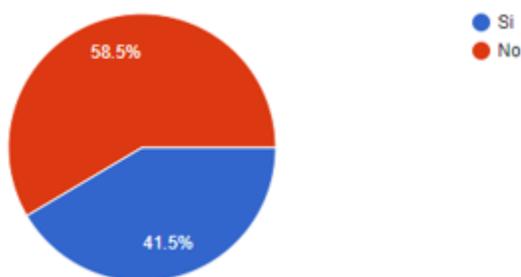
Análisis de resultados de la encuesta

Pregunta 1

¿Conoce usted que es banco hidráulico?

Figura 16

Banco Hidráulico



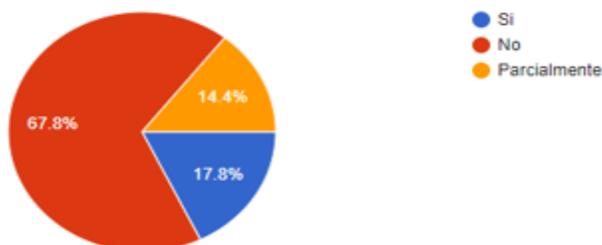
El 58,5% de los encuestados indica que, si conoce que es un banco hidráulico, mientras que el 41,5% no sabe que es este tipo de equipo.

Pregunta 2

¿Ha utilizado el banco hidráulico en sus clases de maquinaria naval?

Figura 17

Utilización de Banco de Hidráulico



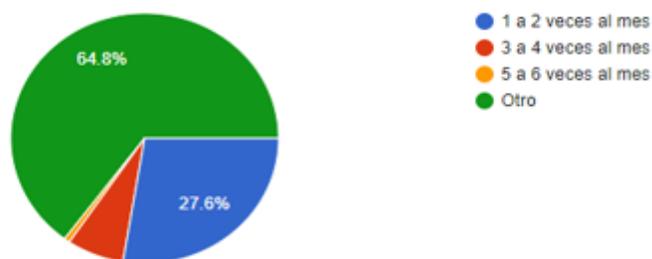
El 67.8% de los estudiantes expresa que no ha utilizado un banco hidráulico en sus clases de maquinaria naval, mientras que el 14.4% indica que parcialmente si ha utilizado este equipo y el 17.8% dice que si lo ha usado.

Pregunta 3

¿Con qué frecuencia practicas utilizando el banco hidráulico?

Figura 18

Prácticas utilizando el banco hidráulico



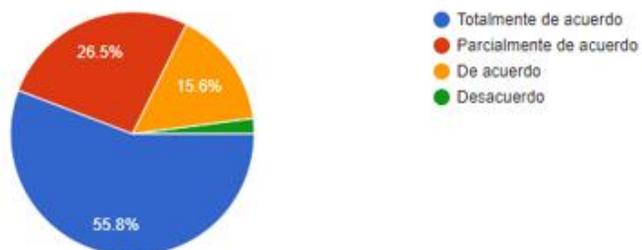
El 27.6% de los encuestados indica que realizan prácticas utilizando el banco hidráulico de 1 a 2 veces al mes, el 7.6% expresa que realiza prácticas de 3 a 4 veces al mes y el 64.8% lo ha utilizado con otra frecuencia.

Pregunta 4

¿Cree usted que el uso del banco hidráulico puede mejorar el proceso de aprendizaje de los Guardiamarinas?

Figura 19

Banco hidráulico puede mejorar el proceso de aprendizaje



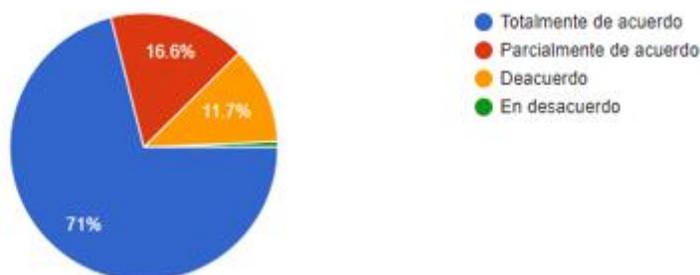
El 55.8% de los encuestados cree que el uso del banco hidráulico puede mejorar por completo el proceso de aprendizaje de los guardiamarinas, el 26.5% está parcialmente de acuerdo y el 15.6% está de acuerdo.

Pregunta 5

¿Está de acuerdo con la elaboración de una guía de prácticas de la asignatura de maquinaria naval?

Figura 20

Elaboración de una guía de prácticas



El 71% de los encuestados explica que está de acuerdo con la elaboración de una guía práctica de la asignatura de maquinaria naval, el 16.6% está parcialmente de acuerdo y el 11.7% está en desacuerdo.

Pregunta 6

¿Cree usted que aumentar la cantidad de prácticas de laboratorio mejorará el rendimiento de los Guardiamarinas en ESSUNA?

Figura 21

Mayores prácticas mejora el rendimiento académico



El 74% de los estudiantes cree que aumentar una cantidad de prácticas de laboratorio de mecánica mejorará el rendimiento de los guardiamarinas, el 15.8% está parcialmente de acuerdo y el 9.6% está de acuerdo.

Pregunta 7

¿Cree usted que el uso de una guía de prácticas de la asignatura de maquinaria naval mejorará el rendimiento académico de los Guardiamarinas?

Figura 22

Guía de prácticas mejora el rendimiento académico



El 72.6% de los encuestados cree que el uso de una guía de prácticas de la asignatura de maquinaria naval mejorará el rendimiento académico de los guardiamarinas, el 14.4% está parcialmente de acuerdo y el 11.6% está de acuerdo.

Análisis de Entrevistas

Entrevista. Aplicada a Master Eder Torres Docente de Maquinaria naval y materias de Mecánica

Pregunta 1

¿Qué es un Banco Hidráulico?

Es un banco en donde se puede estudiar teoría hidrodinámica de fluidos, hidrodinámica, los principios de los sistemas hidráulicos de las unidades navales.

Lo que se tiene en el laboratorio de mecánica naval se puede estudiar flexión de fluidos para ver las caídas de presión a bordo, se puede ver lo que ocurre en un tubo Venturi

Pregunta 2

¿Qué tipo de prácticas se pueden cumplir en un banco hidráulico?

En el único banco hidráulico que tenemos dos, en uno de hidrodinámica de fluidos se puede ver la caída de fricción de fluidos, y el otro banco de Bernoulli, además de eso. Se puede tener otro para apreciar el flujo laminar y flujo turbulento y encontrar el número de Reynolds

Pregunta 3

¿Qué temas se puede incluir utilizando un banco hidráulico?

Banco hidráulico de fricción de fluidos solo se puede hacer solo un tipo de práctica ver la caída de presión en cada uno de los accesorios

En el banco de Bernoulli podemos ver el movimiento hidrodinámico de los fluidos en el interior de las tuberías y a su vez tiene un tubo Venturi para ver la presión intermedia.

En el banco del tubo hidrodinámico tenemos que podemos ver la práctica del movimiento laminar y turbulento y número de Reynolds

Pregunta 4

¿Cuál de todos los procedimientos se pueden realizar en el banco hidráulico en la asignatura que ven los guardiamarinas?

Se puede realizar pruebas de muchos tipos como es la de cavitación, en el banco de Bernoulli podemos ver lo que es cavitación en sistemas cerrados, es en un sistema de tuberías.

Si es otro tipo de cavitación no tenemos que eso es lo que hace falta, en los sistemas de vapor en las fragatas, tenemos golpes hidráulicos en los sistemas de gobierno a bordo y deberíamos tener otro banco para ver la cavitación en las hélices.

Banco hidráulico para que sirve en el proceso de formación de los guardiamarinas

Se determinó los bancos que tenemos

En el banco de fricción podemos determinar caídas de presión en las tuberías

Si tenemos el banco de pruebas de Bernoulli podemos ver el movimiento hidrodinámico en el interior de las tuberías

En el otro banco podemos ver flujo laminar en canales abiertos, flujos turbulentos en determinados modelos pequeños, como simulación de obstrucción en las tuberías lisas

En el otro banco se puede determinar tuberías lisas y después de cierto tiempo la corrosión y la oxidación, esto se simula con arena pegada al interior de tubos.

Pregunta 5

¿Cómo trabajaría un banco de cavitación?

Depende si el sistema es un sistema abierto o cerrado, se debería acondicionar con el banco de trabajo de Bernoulli, en cambio ya en sistemas abiertos como el de hélice habría que tener una cámara submarina para ver el efecto de la cavitación

podríamos tener un tacómetro digital para ver a cuantos RPM comienza a surgir la cavitación y también podríamos medir la presión de cavitación

Capítulo III - Resultados de la investigación

Resultados de la investigación

Una vez realizada la recolección de datos y la generación de los respectivos análisis, se ha determinado que es necesario proponer la implementación de un banco de pruebas para cavitación en las hélices y el análisis de los fenómenos físicos más frecuentes relacionados a la vida abordo, para mejorar el conocimiento de enseñanza aprendizaje dual en el área de hidráulica. Para de esta manera aplicar los conocimientos teóricos en escenarios prácticos que permitan obtener un aprendizaje significativo en los guardiamarinas y a su vez aumentar el nivel de aprovechamiento en los estudiantes.

Datos informativos

Título. Propuesta de un banco de pruebas mediante un análisis de los fenómenos físicos más frecuentes relacionados a la vida abordo, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica.

Título de proyecto

Propuesta de implementación de un banco de cavitación para hélices mediante un análisis de los fenómenos físicos más frecuentes relacionados a la vida abordo, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica.

Propuesta de implementación de un banco didáctico de cavitación para hélices mediante su diseño y construcción en base a la fase de experimentación realizada.

El proyecto está enmarcado dentro de las ciencias mecánicas (UNESCO, 2011), aplicadas al ámbito de seguridad y defensa, el sub-área de conocimiento es mecánica y como campo de estudio el área de hidráulica.

Institución responsable. ESSUNA, Escuela Superior Naval "Cmdte Rafael Morán Valverde"

Cobertura Poblacional. El proyecto estará dirigido a la implementación un banco de pruebas mediante un análisis de los fenómenos físicos más frecuentes relacionados a la vida abordo, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica , siendo los guardiamarinas los principales beneficiarios, así mismo la institución puesto que mejorarán los estudiantes en las asignaturas relacionadas a maquinaria naval, teorías de buques para de esta manera, máquinas y mecanismo y sistema de ingenierías en unidades navales.

Antecedentes de la Propuesta. El laboratorio de mecánica naval paso por un proceso de modernización en el año 2018 , en el cual se instalaron nuevos equipos para poder realizar prácticas en las asignaturas de maquinaria naval, teoría de busques, sistemas de ingeniería en unidades navales, sin embargo no se cuenta con un banco hidráulico en donde se pueda realizar prácticas de fenómenos como la cavitación que son frecuentes relacionados a la vida abordo, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica.

Justificación. Actualmente la Escuela Superior Naval cuenta con tres bancos de prueba. Un banco hidráulico de fricción de fluidos, en el que solo se puede hacer un tipo de práctica ver la caída de presión en cada uno de los accesorios, el banco de Bernoulli para ver el movimiento hidrocínético de los fluidos en el interior de las tuberías y a su vez tiene un tubo Venturi para ver la presión intermedia. Y finalmente el banco del tubo hidrocínético. El banco hidráulico va a permitir que los guardiamarinas puedan realizar experimentos como es la cavitación que en los otros bancos no se puede realizar, obteniendo practicas muy ilustrativas.

Considerando que en el caso de los Guardiamarinas como Personal de la armada del Ecuador van a cumplir con el trabajo de Oficiales ingenieros por lo que el

conocimiento en lo que respecta a maquinaria naval y manejo de fluidos es fundamental debido que en los buques se tiene que como parte de sistema hidráulico es parte de los sistemas de gobierno que utilizan servomotores electro hidráulicos que permiten la movilidad de los timones que tiene caudales constantes mediante una barra que une crucetas provistas de rotulas , se tiene que los sistemas de máquinas, sistemas de propulsión, entre otros que al usar fluidos también tienen el componente hidráulico.

Objetivos

General. Implementar un banco de pruebas de prácticas de cavitación mediante la implementación de un sistema hidráulico, para mejorar los conocimientos de enseñanza aprendizaje en el área de hidráulica.

Objetivos específicos

- Instalar un sistema hidráulico para cumplir con prácticas de cavitación.
- Realizar una verificación de prueba de equipos instalados para su correcto funcionamiento.
- Determinar el nivel de utilidad y tipo de prácticas a cumplirse en este banco de pruebas.

Fundamentación de la Propuesta

En la Escuela Superior Naval en su carrera Oficial de Marina cuenta con un sub especialidad que se describe como itinerario de sistemas navales entre las competencias profesionales se tiene que:

Participa y dirige, en las unidades operativas, los procesos de navegación costera y fluvial, la operación de equipos mecánicos, electrónicos y los sistemas de armamento de las comunicaciones, aplicando con responsabilidad, disciplina y eficiencia las políticas operativas y administrativas de la Armada del Ecuador.

Combate las actividades ilícitas en el mar, para brindar seguridad a todos

aquellos que realizan actividades o dependen del mar. • Emplea metodología de la investigación para presentar propuestas de solución a problemas en las unidades operativas y administrativas con enfoque institucional.

Diseño de la Propuesta

La presente propuesta está constituida por la implementación de un banco de prueba de prácticas de cavitación a través de un sistema hidráulico.

Tacómetro. Este instrumento permitirá medir la velocidad de giro del motor, las cuales se expresan en revoluciones por minuto RPM.

Figura 23

Tacómetro



Ejes. Estos ejes de 0.80 cm, 2 metros y 1 metro, serán utilizados en el banco hidráulico para conectar el motor a la hélice, este elemento sirve para guiar el movimiento de rotación de la hélice

Figura 24

Varillas de acero



Ventilador de motor eléctrico. Es parte del motor y sirve para el enfriar y proteger al mismo de un sobrecalentamiento.

Figura 25

Ventilador de motor eléctrico



Caja del circuito de sobrecarga. Este elemento le brinda la protección al motor en caso de una sobre carga eléctrica.

Figura 26

Caja del circuito de sobrecarga



Figura 27

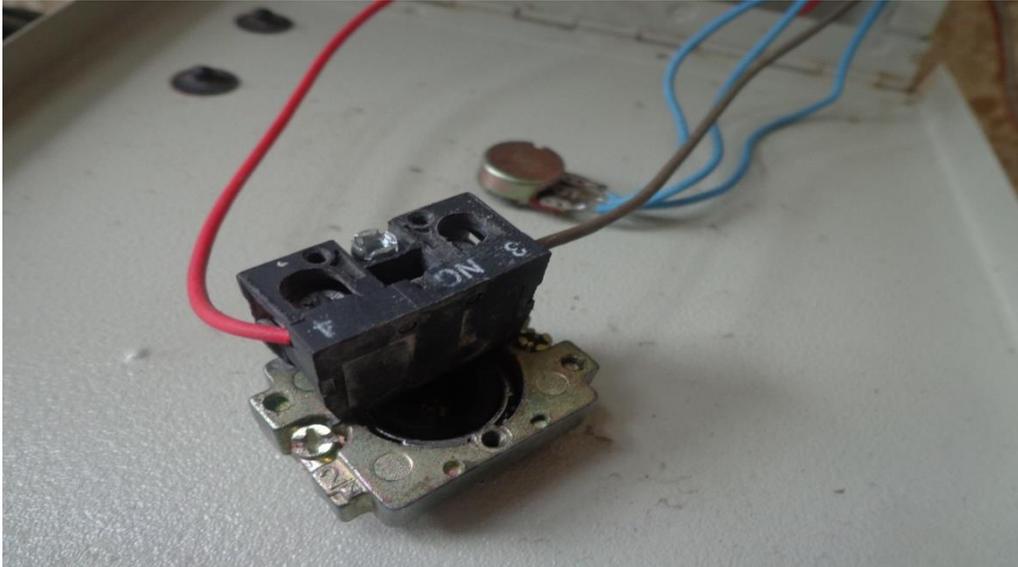
Extensión de la caja de sobrecarga



Relé térmico. Sirve para proteger al motor de las sobrecargas eléctricas e impide que funcionen de calentamiento.

Figura 28

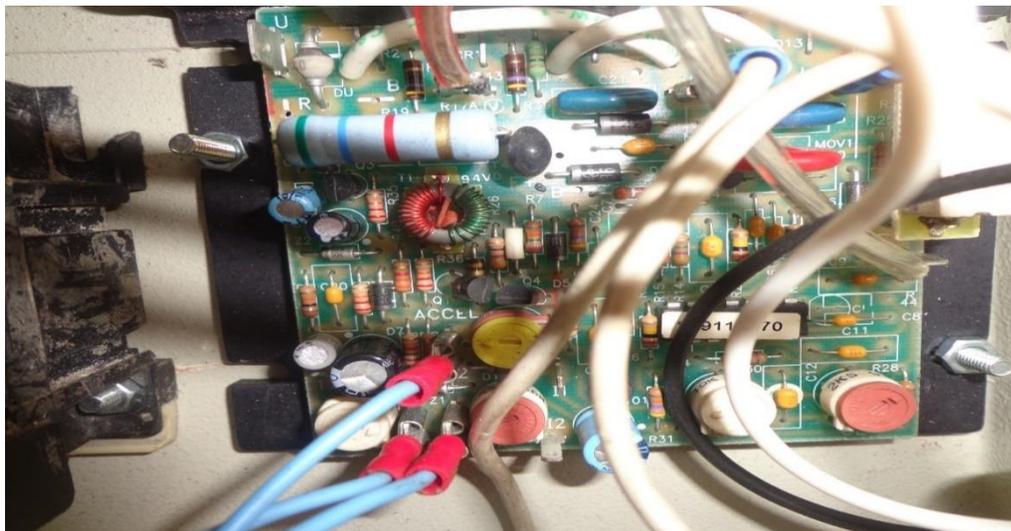
Relé térmico



Tarjeta de velocidad. Sirve para el control de la velocidad del motor para conocer su velocidad.

Figura 29

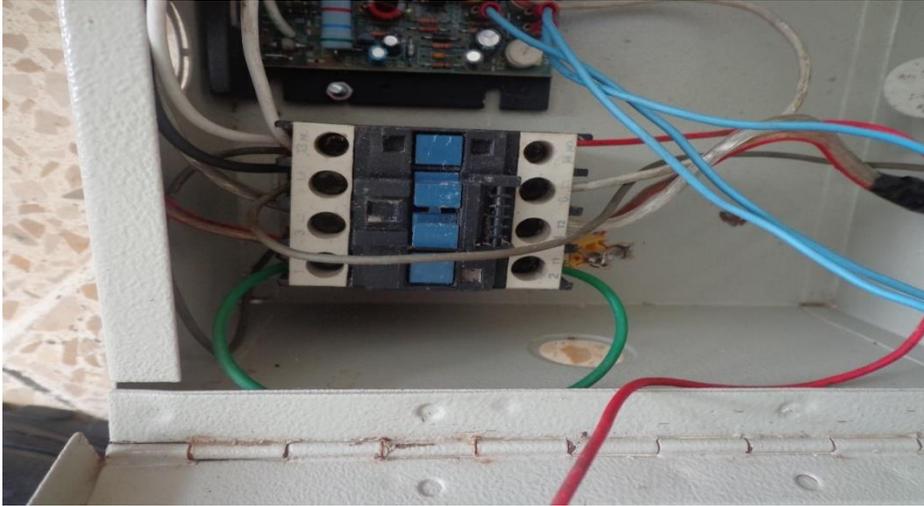
Tarjeta de velocidad



Contactador. Este contactor trifásico sirve para accionar las cargas elevadas y está conectado al circuito eléctrico del motor e impide los cortes de las corrientes principales.

Figura 30

Contactador



Hélices. Estas hélices están conectadas al eje y son el elemento principal para medir la cavitación, ya que dentro de la tina giraran dependiendo de la velocidad del motor.

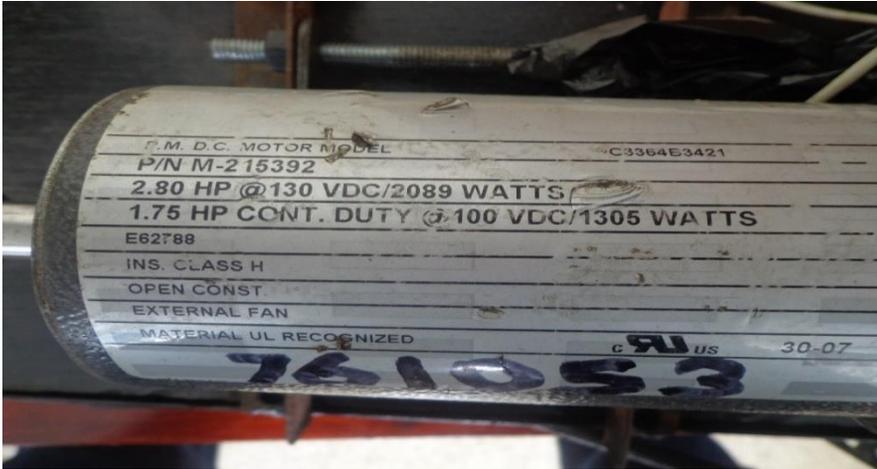
Figura 31

Hélices



Figura 32

Características técnicas del motor



Plano inclinado movable ajustado a 8grados. Este plano inclinado es la base del motor, porque a mayor inclinación va a haber mayor presión en las hélices dentro del agua, debido a su profundidad.

Figura 33

Plano Inclinado



Motor eléctrico de 1.75 HP. Es la parte principal del banco de hidráulico, este dispositivo va a convertir la energía eléctrica en energía mecánica de rotación.

Figura 34

Motor Eléctrico



Tina. Esta parte servirá como contenedor de agua para hacer la prueba con la hélice de ventilador a 8 grados.

Figura 35

Tina



Plano de banco de prueba. En esta parte se detalla cómo está estructurado el banco de pruebas para prácticas de cavitación con las siguientes medidas:

Tina de agua

2,55 metros de largo

75 cm de ancho

Profundidad de 67 cm

Base

Este banco de prueba tiene una base fija de cabezote soldada a la base del motor para que no haya movimientos equívocos al realizar la rotación del eje con una medida de 62 cm.

Figura 36

Estructura de banco de prueba

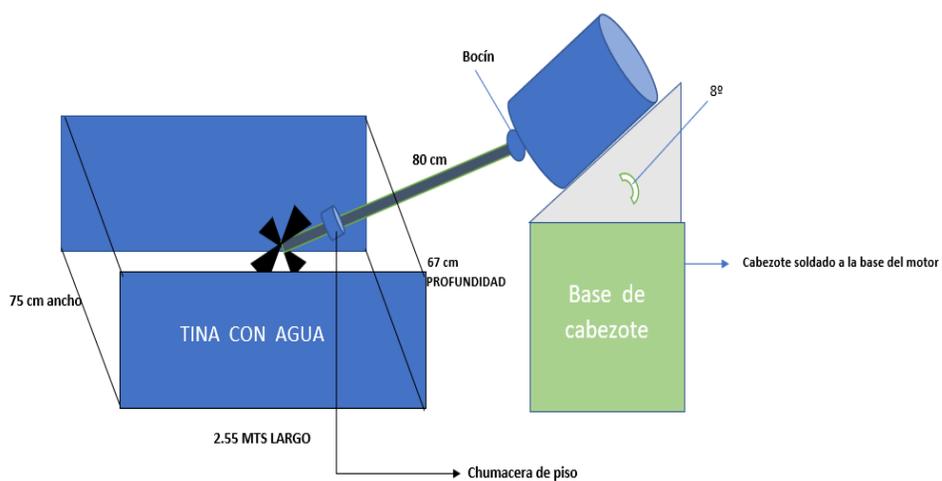
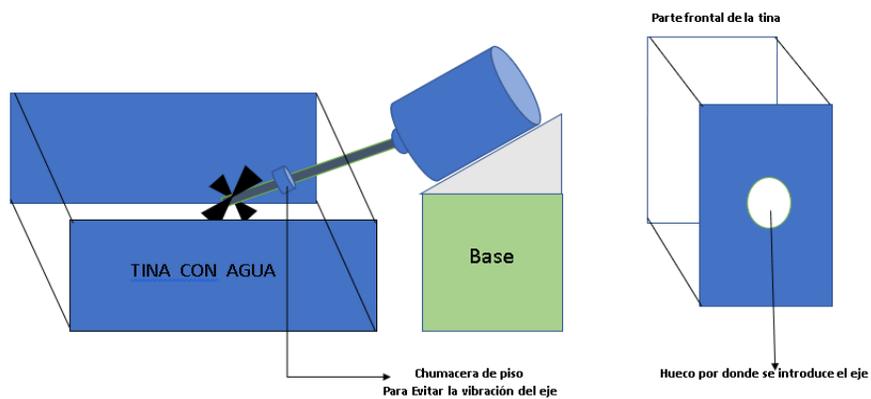


Figura 37

Parte frontal de la tina



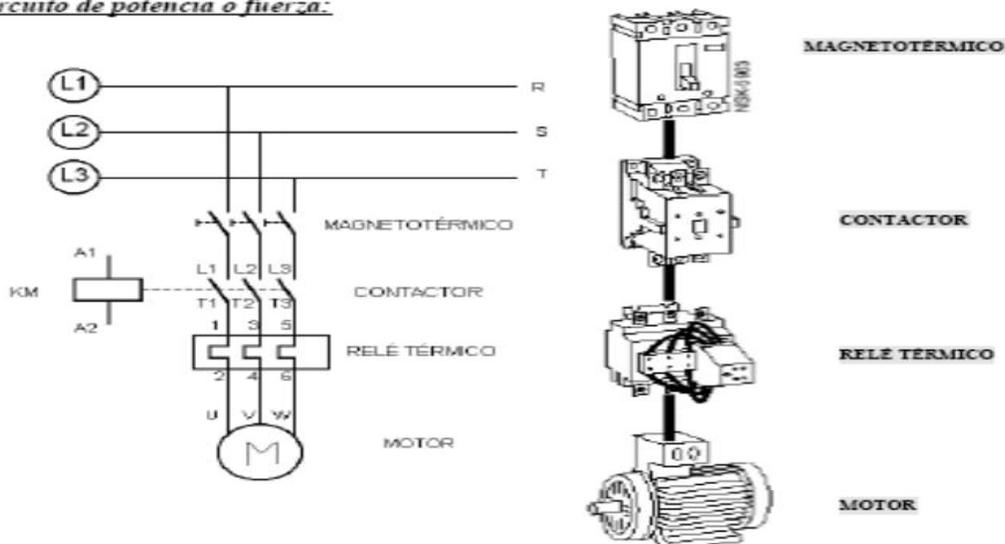
Se va a realizar un agujero en el centro de la tina para que haya un buen alineamiento entre el motor, el eje y las hélices con la finalidad de evitar errores en la cavitación y no haya movimientos cónicos.

Circuito para sobrecarga parte eléctrica. El Control de mando es un tablero para un circuito de potencia o fuerza, cuya función principal es evitar sobrecargas como e incluso un calentamiento del motor, puesto que consta de equipos de protección, se considera a este tipo de protección para motores de gran potencia.

Figura 38

Circuito eléctrico

Circuito de potencia o fuerza:



Materiales

Instalación del banco hidráulico

1.- Se pone la base del cabezote fija de acero sobre ella, va la base inclinada del motor soldado para que no hay ningún tipo de movimiento al realizar la prueba.

2.- En la base móvil va el motor

3.- Se coloca el eje en el bocín que está en el motor con un eje de 80 cm lo pasamos por la tina de agua a la cual se le realizará un agujero de una pulgada de diámetro y por ahí pasará el eje.

4.- Se colocará al final del eje dentro de la tina las hélices de 4 palas asegurándola a la misma.

5.- Se llenará aproximadamente con 640 litros de agua para tener la suficiente profundidad y realizar la prueba de cavitación.

Medición de la cavitación. El recipiente que se va a utilizar para el experimento se va a pintar y poner silicón en las superficies donde requiera para que no haya fuga de agua.

Allí se va a meter el eje, del motor, para hacer girar las diferentes hélices y poder observar la cavitación, ya que esta puede disminuir, en función del diámetro de la hélice o por su tamaño, por eso hay 4 hélices que son aspas de ventilador, 2 que están de acuerdo a su diámetro ósea una grande y una pequeña que son del mismo tipo de 3 aspas, y otras 2 que varias de acuerdo al número de palas, que son del mismo modelo.

Se va a medir la vibración introduciendo una tarrina con agua cuando ya esté funcionando el banco de cavitación, y si el agua que está en la tarrina genera ondas entonces si hay vibración, el objetivo es que sea mínimo, o incluso que no haya ondas

Verificaciones de vibraciones

- Se verifica alineación del eje del motor mediante calibración con el torno
- Se verificó la alineación eje bocín eje
- Se elimina el cabeceo del eje con 2 chumacera
- Se verifica el balanceo de la hélice

Luego de la instalación del banco hidráulico se procedió a verificar su funcionamiento presentándose las siguientes novedades:

Pruebas realizadas con el banco hidráulico

Primera prueba. Se hizo una prueba rápida para verificar las hélices, utilizan un taladro como motor dando como resultado que la presión que ejerce el agua sobre las hélices es muy fuerte para este tipo de fuerza del motor, en el cual no se pudo apreciar ninguna cavitación.

Figura 39

Primera Prueba



Segunda prueba. Al realizar la segunda prueba con los elementos del banco hidráulico se evidencio que la tina era muy pequeña por su poca profundidad y al encender el motor se votaba mucha agua fuera de la tina y con el riesgo que el motor se dañe y no se pudo verificar una adecuada demostración del efecto de cavitación, además que el motor 1.5 hp no tenía la suficiente fuerza para realizar la cavitación porque debido a las aspas se necesitaba mucha más velocidad.

Figura 40

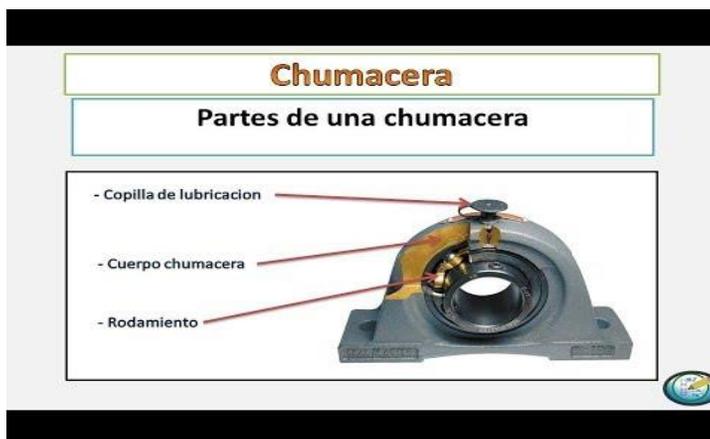
Segunda Prueba



Efectos que se detectó con el motor y eje. Golpe del ruliman es normal, (se especulaba que no era normal porque el bocín sonaba, pero el tornero indico que el ruliman hace que el eje se estabilice, por lo que el tornero indica recomienda ponerle 2 chumaceras), la chumacera u horquilla es una pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

Figura 41

Chumacera



- Se encontró que el eje este torcido en 3 partes torcido en 3 partes por lo que el tornero lo va a cortar para ponerlo recto

- Necesidad de otra chumacera de piso (total se necesita 2 chumacera para el eje de 85 centímetros que es de acero) para que no genera vibración
- El tornero indico que el bocín que conecta con el eje, debido a que el motor es usado tiene desgastado el filamento óseo el hilo de la tuerca, por lo que el tornero recomendó cortarle un poco para que se alinee al eje.

Figura 42

Tornero



Tercera prueba. Mientras se hacia las pruebas con el motor eléctrico de 1.75 HP se vio que faltaba potencia y la hélice no podía girar a más de 70 rpm por lo que la observación de la fragmentación de las burbujas se verá inducido en arreglos del motos para aumentar potencia o , simplemente utilizar el motor de 6 hp con una hélice que ya viene instalada esta hélice es efectivamente de barco de 6 pulgadas y media y de 2 aspas, se requiere comprar otra de 3 aspas para por lo menos hacer la prueba de la diferencia de cavitación con numero de aspas.

Al constatar que no se cumplía el efecto de cavitación se requirió de un lugar con mayor profundidad por lo que se utilizó la piscina, en esta prueba y un motor con mayor potencia.

Esta tercera prueba se la realizó con un motor de 6hp y con las aspas de ventilador que se estaba trabajando, la fuerza del motor fue muy grande para las aspas de ventilador que se estaban utilizando y eran muy finas llegando a la conclusión que se debía de cambiar de aspas.

Figura 43

Hélice

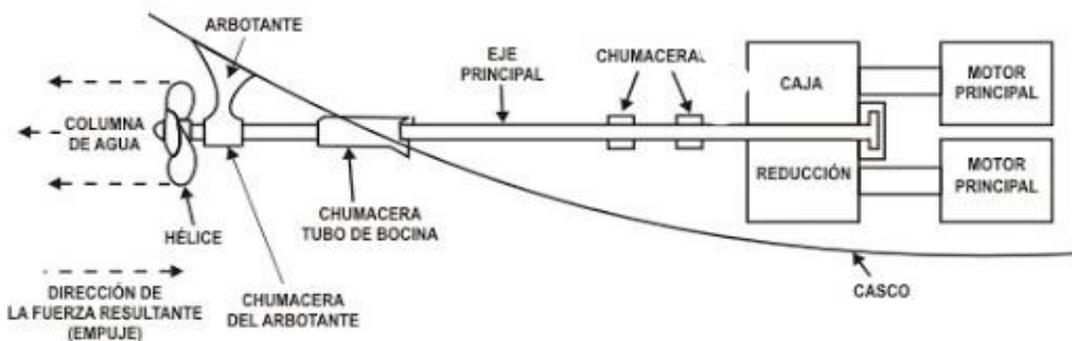


Cuarta prueba. En la última prueba realizada y definitiva se pudo constatar que cambiando las hélices de ventilador por las de un motor fuera de borda de 2 aspas y 3 aspas son las adecuadas para cumplir el efecto de cavitación.

En el caso del motor se debe utilizar un motor con mayor fuerza de 6hp que permite la cavitación porque se utilizan el motor y las hélices adecuadas para una profundidad de 3 metros.

Figura 44*Hélice en el mar*

El sistema de propulsión de los buques, el eje tiene chumaceras, para evitar la vibración, e incluso el mismo motor para disminuir la vibración con respecto al casco, la base en la que está contenido está conformada por cauchos y resortes, para que no amortiguar la vibración que genera el motor.

Figura 45*Sistema de propulsión de un buque*

Fuente: Sistema de propulsión de un buque (Edibon, 2016)

Presupuesto

Tabla 2

Presupuesto con materiales

Material	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cemento	1	8,00	8,00
Bloques	0,40	100	400,00
Cámara de video	1	200	200,00
Tacómetro digital	1	180	180
Monitor	1	80	80
Motor pata larga 6,5 HP	1	400	400
Hélice de 2 aspas 6 pulg.	1	120	120
Hélice de 3 aspas 6 pulg.	1	120	120
Hélice de 2 aspas 8 pulg.	1	150	150
Pala grosor 0,85 cm	1	2	2
Pala grosor 2 cm	1	2	2
Galón de gasolina	1	10	10
Galón de aceite	1	5	5

Plan de mantenimientos

Tabla

3

Plan de mantenimientos

INSTALACIÓN/MÁQUINA	ELEMENTOS A REVISAR		PARÁMETROS A CONTROLAR		PRUEBAS A EJECUTAR	
	Enumerar Elementos	Periodicidad Revisión	Enumerar Parámetros	Periodicidad Revisión	Enumerar Pruebas	Periodicidad Pruebas
Camara de vídeo	Calidad lente	Anual	Calidad lente	Semestral	Toma de fotografías	Semestral
Tacómetro digital	1	Anual				
Monitor	1	Bimensual				
Motor pata de larga 6,5 HP	1	Mensual				
Hélice de 2 aspas 6 pulg.	1	Mensual				
Hélice de 3 aspas 6 pulg.	1	Mensual				
Hélice de 3 aspas 8 pulg.	1	Mensual				
Pala de grosor 0,85 cm	1	Semestral				
Pala de grosor 2 cm	1	Semestral				
Cambio de aceite	Aceite	Mensual				

Conclusiones

- El diagnóstico de los elementos que conforman el banco hidráulico del laboratorio de mecánica naval, permitió conocer el estado de operatividad para su reutilización.
- El análisis de los contenidos mínimos de la asignatura de maquinaria naval permitió determinar la necesidad de tener un banco hidráulico de cavitación para sistemas abiertos.
- El banco hidráulico de cavitación en sistemas abiertos ayudará al mejoramiento de aprendizaje de los guardiamarinas de la escuela superior naval

Recomendaciones

- Una vez realizado el diagnóstico de los accesorios que componen el banco hidráulico, renovar aquellos accesorios que tengan poco tiempo de vida útil
- Complementar los contenidos mínimos de cavitación en sistemas abiertos con prácticas de laboratorios con el banco hidráulico.
- Una vez adquirido el banco hidráulico de cavitación para sistemas abiertos se recomienda utilizar el plan de mantenimiento propuesto.

Bibliografía

- Apaza, J. (2016). *Banco Hidráulico de Base*. Obtenido de https://www.academia.edu/25375568/banco_hidraulico
- Cadena, J., & Blanco, E. (2018). *Diseño de un sistema de control de un banco de pruebas hidráulicos*. Obtenido de Departamento de Energía de la Universidad de Oviedo:
<http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47889/7/TFMJairoCadenaRUO.pdf>
- Castellanos, H. E.-P. (2017). *Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente variable. Información tecnológica*.
- Catrileo Muñoz, E. A. (2011). *Control de presión en banco hidráulico para demanda variable de flujo (Doctoral dissertation, Universidad de Talca .*
- Corredor, J. (2015). Montaje de un banco de pruebas didáctico para el análisis de válvulas hidráulicas. *Universidad Javeriana*.
- Edibon. (2016). *Engineering and Technical Teaching Equipment*. Obtenido de <https://www.edibon.com/es/equipment/hydraulics-bench>
- FAO. (2016). *Medidas Técnicas*. Obtenido de Documento técnico de pesca:
http://www.fao.org/3/x0487s/x0487s05.htm?fbclid=IwAR2H5FI7W0EKNQTHHgc_hhjbbiCBapS3lecLZqoWEvxLXoaj7chAZ2pHlICw
- Gil, A. (2015). *Diseño de experimento de un banco hidráulico para pruebas de laboratorio*. Obtenido de Universidad de Sevilla:
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90316/fichero/TFG_GIL_RODRIGUEZ_ALVARO.pdf

Grajales, D. H. (2003). *El desgaste de materiales, enfrentarlo o dejarlo de lado y asumir los riesgos.*

Montoya, L. (2015). *Rice Propulsión.* Obtenido de http://www.ricepropulsion.com/TNLS/Cavitacion.htm?fbclid=IwAR1Ynp3X6joACtlbNw7YjY6TVckVA-CYEi1pCugCk98sRfS_I1LP9roPGQ

Ortega, R. (2013). *Diseño construcción y operación de un banco hidráulico y venturímetro para pruebas hidráulicas.* Obtenido de Trabajo de Graduación previo la obtención del Título de Ingeniero Civil. Carrera de Ingeniería Civil: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1123>

Ramírez, O. (2017). *Diseño y Construcción de un Banco Hidráulico para determinar las pérdidas de energía en tuberías de CPVC.* Obtenido de Programa de Ingeniería Civil: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15209/2/RAE.pdf>

Tufiño, D. (2016). *Diseño y construcción de un Banco del sistema Hidráulico de una cargadora Frontal.* Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14218/1/67328_1.pdf

UNESCO. (2011). *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE.*