



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

“Diseño de un sistema de refrigeración por absorción para abastecer de energía al sistema de  
aire acondicionado en vehículos ligeros”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Br. Lusverly Luis Rojas Moron (ORCID: 0000-0003-1020-2004)

**ASESOR:**

Msc. James Skinner Celada Padilla (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**Chiclayo – Perú**

**2019**

## **Dedicatoria**

la presente tesis se la dedico a Dios por permitirme estar con vida hasta el día de hoy. A mi mamá: Reyna Moron Garcia y mi papá: Andres Rojas Díaz, por su apoyo incondicional desde el momento en que vi la luz por primera vez, por su amor y cuidado, fuerzas e instrucción en cuanto a conocimiento valores. A todos los buenos docentes que me orientaron y enseñaron durante mi formación técnica y profesional. También a los compañeros y personas sinceras que alguna vez me apoyaron y dieron fuerza para seguir adelante.

**Lusverly Luis Rojas Moron**

## **Agradecimiento**

A Dios por darme sabiduría y permitirme culminar esta etapa de mi vida, A mis padres por enseñarme a preservar la vida, a mis príncipes. Luana, Keving, Dayana quienes me dan la felicidad, el impulso para no dejar de luchar, a mí querida esposa Anita por su apoyo constantemente. **¡Mil gracias a todos!**

**Lusverly Luis Rojas Moron**

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Lusverly Luis Rojas Moron, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N°42781443, con el trabajo de investigación titulada,

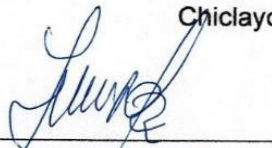
**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN PARA ABASTECER DE ENERGÍA AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS LIGEROS”**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2019



Lusverly Luis Rojas Moron

DNI N° 42781443

# Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática. ....	1
1.2. Trabajos previos. ....	6
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.4. Formulación del problema.....	16
1.5. Justificación del estudio. ....	16
1.6. Hipótesis .....	17
1.7. Objetivos.....	17
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>18</b>
2.1. Diseño de investigación:.....	18
2.2. Población y muestra: .....	19
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad: .....	20
2.4. Validez y confiabilidad.....	20
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>

3.1. Determinar las cargas térmicas en el interior del vehículo, para cuantificar el flujo de calor a extraer por el sistema de aire acondicionado.....	22
3.2. Realizar el análisis termodinámico en los componentes del sistema de aire acondicionado por absorción de acuerdo con la carga térmica en el interior del vehículo liviano.....	34
3.3. Dimensionar el elemento captador de calor en el interior del radiador del motor. ..	46
3.4. Realizar una evaluación económica, utilizando indicadores económicos, tales como VAN y TIR.....	60
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	74
Reporte de turnitin.....	75
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	76
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	77

## Índice de figuras

Figura 1. Movimiento del rendimiento en Km/Gal para vehículos menores .....	3
Figura 2. Circulación de ocupantes del servicio regular nacional 2015 .....	4
Figura 3. Emisión de CO2 en el rubro vehicular .....	5
Figura 4. Circuito aire acondicionado automotriz .....	8
Figura 5. Ubicación de los elementos del aire acondicionado automotriz .....	9
Figura 6. Mecanismos del sistema de aire acondicionado por compresión de vapor.....	10
Figura 7. Elementos del circuito de aire acondicionado del automóvil.....	11
Figura 8. Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz.....	12
Figura 9. Diagrama eléctrico de aire acondicionado automotriz.....	13
Figura 10. Procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración.....	14
Figura 11. Porcentaje de calor sensible. ....	25
Figura 12. Vista superior del techo de vehículo .....	27
Figura 13. Ciclo de refrigeración por absorción.....	34
Figura 14. Estado termodinámico al ingreso y salida del condensador .....	35
Figura 15. Estado termodinámico al ingreso y salida del evaporador.....	36
Figura 16. Estado termodinámico al ingreso y salida del equipo absorbedor .....	37
Figura 17. Estado termodinámico al ingreso y salida del equipo absorbedor .....	38
Figura 18. Circuito de refrigeración del motor.....	46
Figura 19. Intercambiador, coraza, tubos del radiador.....	48
Figura 20. Circuito de la conexión electrobomba.....	59

## Índice de tablas

Tabla 1. Evolución en consumos de combustibles en vehículos livianos.....	2
Tabla 2. Especificaciones técnicas de vehículos al instalar sistema de aire acondicionado...	22
Tabla 3. Carga de calor sensible.....	24
Tabla 4. Estados termodinámicos en la máquina de absorción. ....	39
Tabla 5. Propiedades del agua .....	40
Tabla 6. Entalpía de los estados termodinámicos.....	41
Tabla 7. Financiamiento de inicio de la tesis. ....	60
Tabla 8. Flujo caja .....	61



## RESUMEN

La presente investigación denominada: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN PARA ABASTECER DE ENERGÍA AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS LIGEROS, 2019”, tiene como objeto de estudio aprovechar la energía calorífica que se disipa en el radiador del vehículo, como fuente de energía para el accionamiento del sistema de aire acondicionado por absorción; con lo cual no se tiene un consumo adicional de combustible, si es comparado con el sistema de aire acondicionado por compresión de vapor.

El estudio se inicia con la determinación de la carga térmica que se tiene en el interior de la unidad, utilizando las ecuaciones de transferencia de calor, se determinó que se requiere de 1608.29 Watt de energía a refrigerar, teniendo en cuenta el clima en donde se ubica, con 05 personas en el interior del vehículo, y una temperatura de climatización entre 18 y 21° Centígrados. Luego se hizo el análisis termodinámico en cada uno de los dispositivos del sistema, como es el caso del Colector de Calor (Generador). Es en el cual se obtiene la energía calorífica para el sistema; el Condensador, que es el elemento que cede energía al medio exterior, con lo cual el fluido refrigerante cambia de fase. El Evaporador, en donde se produce el efecto refrigerante, se requiere que el sistema sea capaz de extraer los 1608.29 Watt de energía calorífica.

Así mismo se hizo el dimensionamiento del elemento que capta el calor del radiador, que es un intercambiador de calor de coraza y tubos, por el lado de la coraza se encuentra el agua caliente proveniente del motor, y por el lado de los tubos el agua del sistema de refrigeración por absorción. El agua caliente proveniente del motor de combustión interna es almacenada en la tina superior del radiador del vehículo. Es decir que existe una diferencia de temperatura en el ingreso y salida de la tina del radiador de 15.1°C, la temperatura de ingreso del agua en la coraza es de 94°C y la temperatura de salida de la coraza es de 78.1°C.

Finalmente se hizo el análisis económico, utilizando indicadores como la tasa interna de retorno, el valor actual neto y la relación beneficio / costo.

**Palabras Claves:** Refrigeración por absorción, colector de calor, radiador del vehículo.

## ABSTRACT

The present investigation denominated: "DESIGN OF A SYSTEM OF REFRIGERATION BY ABSORPTION TO SUPPLY OF ENERGY TO THE SYSTEM OF AIR CONDITIONING IN LIGHT VEHICLES, 2019" has like object of study take advantage of the calorific energy that dissipates in the radiator of the vehicle, like source of energy for the operation of the air conditioning system by absorption; with which there is no additional fuel consumption, if compared to the air conditioning system by vapor compression.

The study begins with the determination of the thermal load that is had inside the unit, using the heat transfer equations, it was determined that 1608.29 Watt of energy is required to be cooled, taking into account the climate where located, with 05 people inside the vehicle, and an air conditioning temperature between 18 and 21 ° Celsius. Then the thermodynamic analysis was made in each of the system's devices, as is the case of the Heat Collector (Generator). It is in which the calorific energy for the system is obtained; The Condenser, which is the element that gives energy to the external environment, with which the refrigerant fluid changes phase. The Evaporator, where the cooling effect is produced, requires that the system be able to extract the 1608.29 Watt of heat energy.

Likewise, the dimensioning of the element that captures the heat of the radiator, which is a shell and tube heat exchanger, was made on the side of the shell is the hot water coming from the engine, and on the side of the tubes the water of the absorption refrigeration system. The hot water from the internal combustion engine is stored in the upper tank of the radiator of the vehicle. That is to say that there is a temperature difference in the entrance and exit of the radiator tub of 15.1 ° C, the water inlet temperature in the shell is 94 ° C and the exit temperature of the shell is 78.1 ° C.

Finally, the economic analysis was done, using indicators such as the internal rate of return, the net present value and the benefit / cost ratio.

**Keywords:** Absorption cooling, heat sink, vehicle radiator.

## Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **ING DANTE OMAR PANTA CARRANZA**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN PARA ABASTECER DE ENERGÍA AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS LIGEROS”**

Del estudiante **LUSVERLY LUIS ROJAS MORON**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **15%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 08 de enero de 2020



Mgtr Ing Dante Omar Panta Carranza

DNI: 17435779

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------