

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
			<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>				
<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>		
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): ANGIE STEFANY APELLIDOS: CHAYA CASTRO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JOSÉ RICARDO APELLIDOS: BERMUDÉZ SANTAELLA

NOMBRE(S): LUIS EMILIO APELLIDOS: VERA DUARTE

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): METODOLOGÍA PARA LA RECUPERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES DE ORIGEN MINERAL

En este documento se presenta detalladamente el proceso para la elaboración de una metodología que permite recuperar aceites automotrices usados, de origen mineral. En primera instancia se describe el campo del tema a desarrollar, los aceites automotrices de origen mineral y su tribología particular, una vez aclarada la teoría, se lleva a cabo el modelamiento matemático y el diseño mecánico con fines de identificar cada proceso para efectuar la simulación del comportamiento dinámico de los mismos y así controlar y monitorear, los procesos que lo requieran con el propósito de avalar el óptimo funcionamiento del sistema diseñado.

Debido a lo considerado anteriormente, este proyecto consiste en el análisis de los fenómenos físicos y matemáticos que intervienen en los procesos que se determinaron para la metodología de recuperación de los aceites automotrices usados, así como la elaboración del prototipo mediante software CAD como SolidWorks, AutoCAD y LabVIEW que permitió el diseño de los diferentes procesos del sistema, el diagrama P&ID y la interfaz HMI. El análisis del comportamiento ideal del prototipo simulando cada uno de los procesos se desarrolló en el software MATLAB, Simulink.

PALABRAS CLAVES: LUBRICACIÓN, ACEITES, RECICLAJE, CONTROL, SIMULINK

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 205 PLANOS: 7 ILUSTRACIONES: 69 CD ROOM: -

**\*\*Copia No Controlada\*\***

METODOLOGÍA PARA LA RECUPERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ACEITES  
LUBRICANTES AUTOMOTRICES DE ORIGEN MINERAL

ANGIE STEFANY CHAYA CASTRO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

METODOLOGÍA PARA LA RECUPERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ACEITES  
LUBRICANTES AUTOMOTRICES DE ORIGEN MINERAL

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

ANGIE STEFANY CHAYA CASTRO

DIRECTOR

Msc I.E. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

CO-DIRECTOR

Msc Ing. Mecánico LUIS EMILIO VERA DUARTE

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** CÚCUTA, 20 DE OCTUBRE DE 2020      **HORA:** 4:00 PM

**LUGAR:** CONFERENCIA VIRTUAL POR MEDIO DE GOOGLE MEET

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

**TÍTULO DEL PROYECTO:** "METODOLOGÍA PARA LA RECUPERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES DE ORIGEN MINERAL"

**JURADOS:** ING. JORGE E. GRANADOS GRANADOS  
ING. JORGE CABALLERO PRIETO

**DIRECTOR:** ING. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

**CO-DIRECTOR:** ING. LUIS EMILIO VERA DUARTE

**Nombre del estudiante**

**Código**

**Calificación**

ANGIE STEFANY CHAYA CASTRO

1121219

**Letra      Número**  
CUATRO NUEVE      4.9

**MERITORIA**

FIRMA DE LOS JURADOS



ING. JORGE E. GRANADOS G.



ING. JORGE CABALLERO PRIETO

Vo.Bo



GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCIA  
Coordinador Comité  
Curricular

## **DEDICATORIA.**

*A Dios*

*Por permitirme la salud y energía para culminar uno de los pasos en mi proyecto de vida.*

*A mis padres Yamil Humberto Chaya de la Rosa y Julieth Milena Castro Clavijo*

*Por ser el pilar de mi vida, mis ángeles de la guarda, de quienes recibo el más sincero amor y apoyo incondicional.*

*A mis abuelitos, tíos, primos y demás familiares*

*Quienes siempre estuvieron dándome ánimos para continuar.*

*A mi hermanita Alana José García Chaya*

*Mi mejor amiga, la niña de mis ojos, mi motorcito, siempre cuentas conmigo.*

*A mi gran amor Daniel Susa*

*Por ser el verdadero ejemplo de la paciencia y el trabajo en equipo, por cambiar el argumento de mi vida, y hacerme ver el mundo con otros ojos, siempre con el propósito de ser mejor, y más fuerte, espero seguir cumpliendo metas juntos.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Al MSc. Ing José Ricardo Bermúdez Santaella*

*Por brindarme la confianza, colaboración, compromiso, motivación además de nunca dejar de creer en mí incluso en los momentos difíciles.*

*Al MSc. Ing Luis Emilio Vera Duarte*

*Por el apoyo, consejos y colaboración en los momentos precisos.*

*A los profesores de la carrera de Ingeniería Mecánica*

*Ejemplos integrales del ejercicio de la ingeniería, excelentes personas, gracias por hacer de mí una persona útil a la sociedad desde todos los puntos de vista.*

*A mis compañeros de los grupos de investigación GIDPI, y FLUTER*

*por brindarme su amistad sincera, apoyo y conocimientos para el desarrollo de este proyecto.*

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen	15
Introducción	16
1 Descripción del problema	18
1.1 Título	18
1.2 Planteamiento del problema	18
1.3 Formulación del problema	19
1.4 Objetivos	19
1.5 Justificación	20
2 Marco referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco teórico	24
2.3 Marco conceptual	37
3 Marco legal	39
3.1 Normativa aplicable a la gestión de aceites usados	39
4 Diseño metodológico	40
4.1 Tipo de investigación	40
4.2 ACTIVIDADES Y METODOLOGIA	41

5	Contextualización del campo de aceites lubricantes automotrices de origen mineral y su tribología particular.	44
5.1	Proceso de fabricación del aceite lubricante automotriz de origen mineral	46
5.2	Clasificación de los aceites lubricantes automotrices	49
5.3	Diferencia entre un aceite lubricante automotriz con respecto a un aceite lubricante industrial	51
5.4	Magnitud de la contaminación generada por los aceites automotrices	55
5.5	Métodos de reciclaje y/o recuperación	57
5.6	Aplicabilidad del aceite lubricante automotriz usado una vez recuperado	61
6	Modelo matemático, de los procesos que componen el sistema de la recuperación de aceites lubricantes, automotrices de origen mineral.	62
6.1	Consideraciones generales	62
6.2	Nomenclatura	63
6.3	Balances de masa, movimiento y energía	64
6.4	Descripción del modelo matemático del sistema	66
6.5	Descripción del modelo matemático por proceso	66
7	Diseño mecánico del prototipo de pruebas del sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral.	75
7.1	Requerimientos de niveles de limpieza del proceso	76
7.2	Etapas de diseño del prototipo	77



7.3	Diseño del prototipo en el software CAD SOLIDWORKS®	83
7.4	Cálculo del sistema hidráulico y pérdidas	88
8	Simulación del comportamiento dinámico de los procesos del sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral.	91
8.1	Metodología para la simulación	91
8.2	Tanque de precalentado	93
8.3	Bomba de llenado	96
8.4	Tanque de recepción	100
8.5	Filtro 20 micrones	105
8.6	Filtro de 10 micrones	109
8.7	Bomba principal	113
8.8	Filtro centrifugo	117
8.9	Tanque final	121
9	Diseño de la estrategia de control adecuada para los procesos que componen el sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral	126
9.1	Componentes de los sistemas de control	128
9.2	Configuración de la estrategia de control en los procesos que componen el sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral	130
10	Selección de la instrumentación de cada proceso del sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral	141

10.1	Parámetros de análisis para transmisores	141
10.2	Selección del transmisor de temperatura	141
10.3	Selección del transmisor de caudal (Caudalímetro)	146
10.4	Selección del transmisor de presión	147
11	Diagrama de instrumentación P&ID	149
12	Monitoreo del sistema de recuperación de aceites lubricantes automotrices de origen mineral	150
12.1	Consideraciones para el diseño de Interfaz Hombre- Máquina (HMI)	150
12.2	Diseño de la interfaz HMI	152
12.3	Simulación de la tarjeta de adquisición de datos	154
12.4	Interfaz HMI con entrada de datos	157
13	Recursos Financieros	158
	Conclusiones	161
	Recomendaciones	162
	Bibliografía	163
	Anexos	168