

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>	<b>Código</b>	FO-SB- 12/v0
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>Página</b>	<b>1/1</b>

**RESUMEN TRABAJO DE GRADO**

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** JAIRO JOSÉ                      **APELLIDOS:** SILVA VILLAMIZAR

**NOMBRE(S):** \_\_\_\_\_ **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** FRANCISCO ERNESTO   **APELLIDOS:** MORENO GARCÍA

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ADSORCIÓN ASISTIDO A TRAVES DE UN COLECTOR SOLAR EXPERIMENTAL

**RESUMEN**

En el presente documento se muestra el proceso de elaboración de un prototipo de refrigeración solar por adsorción, asistido a través de un colector solar experimental; cuyo estudio se enfocó inicialmente en identificar y caracterizar el comportamiento de este tipo de sistema de refrigeración empleando la radiación solar como única fuente de energía para generar el fenómeno de la adsorción. Se exponen los diferentes tipos de colector y el colector construido para este proyecto, con un área de captación de 1.1m<sup>2</sup> trabajando con carbón activado tipo CNR115 como adsorbato y empleado metanol como adsorbente. Los resultados experimentales evidenciaron satisfactoriamente el poder enfriar una pequeña cantidad de agua reservada a una mínima temperatura de 18°C. Se registraron temperaturas de generación en el colector solar por encima de los 50°C para intensidades solares por encima de los 800 [watt/m<sup>2</sup>]. El COP del sistema se presentó por el orden de los 0,25 según etapas de enfriamiento y adsorción isobárica. Por lo tanto es el primer paso a continuar futuras investigaciones promisorias enfocadas en este campo de la refrigeración aprovechando la energía solar como alternativa favorable del medio ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Adsorción, Carbón Activado, Colector Solar, Metanol, Refrigeración

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 116    **PLANOS:**         **ILUSTRACIONES:**         **CD ROOM:**   1  

<b>Elaboró</b>		<b>Revisó</b>		<b>Aprobó</b>	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	24/10/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ADSORCIÓN  
ASISTIDO A TRAVES DE UN COLECTOR SOLAR EXPERIMENTAL

JAIRO JOSÉ SILVA VILLAMIZAR

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ADSORCIÓN  
ASISTIDO A TRAVES DE UN COLECTOR SOLAR EXPERIMENTAL

JAIRO JOSÉ SILVA VILLAMIZAR

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Electromecánico.

Director

PhD. IE. FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO  
MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACION**

**FECHA:** 15 DE NOVIEMBRE DE 2016

**HORA:** 4:00 P.M

**LUGAR:** SALA 3 DEL CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TITULO DEL TRABAJO DE GRADO:** "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR ADSORCION ASISTIDO A TRAVES DE UN COLECTOR SOLAR EXPERIMENTAL".

**JURADOS:** Esp. GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTINEZ  
Msc. JOSE RAFAEL EUGENIO LOPEZ  
Msc. MARTHA ISABEL MONSALVE G.

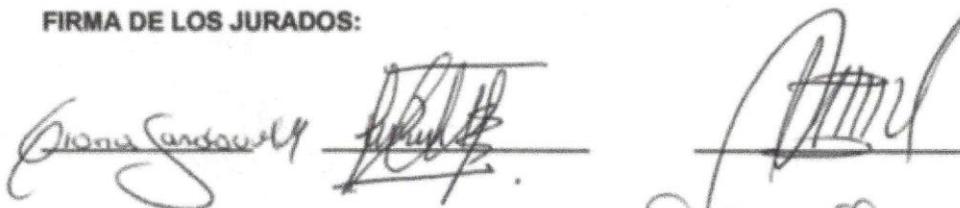
**DIRECTOR:** PhD FRANCISCO E. MORENO GARCIA

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CALIFICACION</b>
JAIRO JOSE SILVA VILLAMIZAR	1090272	4.6

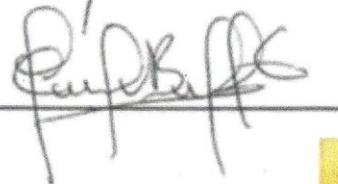
**OBSERVACIONES:**

**MERITORIA**

**FIRMA DE LOS JURADOS:**



**VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR**  
Mery L.



## **Dedicatoria**

Primero como es habitual y necesario, dedico este proyecto a Dios, pues de Él, por Él y para Él son todas las cosas, a Él dedico cada triunfo y cada caída pues me enseñan a seguir adelante, a mi padre Jairo Silva Rincón, un humilde tapicero que a punta de verraquera dio estudio a mis hermanos y a mi persona, a mi madre Blanca Leonor Villamizar Becerra, pues con sus labores diarias en el hogar que aunque en silencio siempre estuvo presente en cada momento, doblando rodillas y bendiciendo cada paso que he dado y pidiendo a Dios no me deje caer, a mis hermanos Luis Carlos Hernández Villamizar y Rossy Andrea Silva Villamizar me han apoyado y cuidado de a poco o mucho pero siempre lo han hecho. A mis amigos Carlos y Josué con las locuras me han ayudado y Dios los ha puesto en momentos de angustia para escucharme, como lo dice la palabra en Eclesiastés 6, 14 “Un amigo fiel es una protección segura; el que lo encuentra ha encontrado un tesoro” y por supuesto a mis hijos como les digo de cariño David Ayala, Pablo Guillen, Dayerth Chaustre, Jeffrey Poveda y Luis Galvis, con quienes ya siendo adulto he jugado y a quienes Dios ha usado para curar muchas heridas de mi infancia, Dios les bendiga su crecimiento y sus proyectos futuros.

A todos ustedes les dedico este pequeño triunfo.

## **Agradecimientos**

Principalmente agradezco a Dios pues como dice su palabra de Él, por Él y para Él son todas las cosas, agradezco por los padres y familiares que me dio, son el principal eslabón en la educación adquirida, gracias a ellos aprendí las sencillas y significativas cosas como el decir por favor y gracias; agradezco a cada uno de mis profesores por el conocimiento que me han impartido, desde la primaria hasta la universidad, exigiendo y liderando para convertirme en un líder.

Agradezco también el Ing. Francisco Moreno por confiarme y guiarme en la elaboración de este proyecto que finaliza mi inicio de la educación profesional, a todos, gracias que Dios les multiplique en bendiciones y nunca les deje avergonzados.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	17
1. Proyecto	18
1.1 Titulo	18
1.2 Descripción del Problema	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Planteamiento del Problema	19
1.5 Justificación	20
1.6 Beneficios Tecnológicos	21
1.7 Beneficios Institucionales	22
1.8 Beneficios Sociales	22
1.9 Limitaciones y Delimitaciones	23
1.9.1 Limitaciones	23
1.9.2 Delimitación geográfica	23
1.9.3 Delimitación conceptual.	23
1.9.4 Delimitación operativa	23
1.9.5 Delimitación temporal	24
2. Referentes Teóricos	25
2.1 Marco Conceptual	31
2.2 Antecedentes	33
2.3 Marco Teórico	35

2.3.1 El Sol y la radiación solar	35
2.3.2 Componentes de la radiación solar	37
2.3.2.1 Radiación solar directa	37
2.3.2.2 Radiación solar difusa	37
2.3.2.3 Radiación solar reflejada	37
2.3.2.4 Radiación solar global	37
2.4 La Tierra y los Ángulos de Relevancia	39
2.5 Refrigeración Solar	44
2.6 Refrigeración por Adsorción	46
2.7 Tipos de Colectores Solares	50
2.8 Coeficiente de Rendimiento COP	51
2.9 Eficiencia del Colector	52
2.10 Diseño de Superficie de Respuesta DOE	53
2.11 LabVIEW	55
2.11.1 Pantallas del software LabVIEW	55
2.11.1.1 Panel frontal	55
2.11.1.2 Diagrama de bloques	56
2.11.2 Sistema de adquisición de datos	57
2.12 Marco Legal	59
2.13 Constitución Política de Colombia y Leyes Colombianas	59
2.14 Estatuto Universidad Francisco de Paula Santander	60
3. Diseño Metodológico	63
3.1 Tipo de Proyecto	63
3.2 Actividades y Metodología	63

4. Dimensionamiento e Implementacion	66
4.1 Dimensionamiento Solar en Cúcuta	66
4.1.1 Angulo latitudinal	66
4.1.2 Ángulo de inclinación	67
4.1.3 Ángulo de declinación solar	67
4.1.4 Radiación solar según modelo Spencer (1971)	67
4.2 Dimensionamiento Sistema y Colector	69
4.3 Construcción del Prototipo	75
5. Instrumentación y Herramientas de Medición del Sistema	80
5.1 Instrumentación a Través del Software LabVIEW	80
5.2 Herramientas de Medición del Sistema	82
5.2.1 Piranómetro	82
5.2.2 Multímetro MASTECH MS8209	82
5.2.3 Termómetro UNI-T UT325	82
5.2.4 Anemómetro UNI-T UT362	82
6. Resultados	83
7. Conclusiones	105
8. Recomendaciones	108
Referencia Referencias	109
Anexos	114