

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/106

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): NICOLÁS EDUARDO APELLIDOS: CÁCERES GRANADOS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JOSÉ RICARDO APELLIDOS: BERMÚDEZ SANTAELLA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN GENERADOR TERMOELÉCTRICO UTILIZANDO LA SALIDA DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL

RESUMEN

EN ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SE DESCRIBIERON LOS FENÓMENOS FÍSICO-MATEMÁTICOS INVOLUCRADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS TERMOELÉCTRICOS, SE CONSULTARON LAS ECUACIONES QUE RIGEN SU COMPORTAMIENTO ESTÁTICO Y DINÁMICO PARA SIMULAR MEDIANTE SOFTWARE ESPECIALIZADO SU CORRECTO DESEMPEÑO. POSTERIORMENTE, SE CARACTERIZÓ EL DISPOSITIVO EN CUESTIÓN PARA OBSERVAR SU COMPORTAMIENTO Y FINALMENTE SE REALIZÓ UN DISEÑO EMPLEANDO DISPOSITIVOS COMERCIALES CON EL FÍN DE ALIMENTAR UNA BATERÍA LI-PO.

PALABRAS CLAVE: CELDA PELTIER, MÓDULOS TERMOELÉCTRICOS, MODELAMIENTO MATEMÁTICO, DISEÑO.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 105 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 44 CD ROOM: 1

DISEÑO DE UN GENERADOR TERMOELÉCTRICO UTILIZANDO LA SALIDA  
DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL

NICOLÁS EDUARDO CÁCERES GRANADOS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
CÚCUTA  
2018

DISEÑO DE UN GENERADOR TERMOELÉCTRICO UTILIZANDO LA SALIDA DE LOS  
GASES DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL

Trabajo de investigación para optar por el título de:  
Ingeniero Electrónico

Director:

JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

Magister en Automatización y Control

Co-director:

JOSÉ RAFAEL EUGENIO LÓPEZ

Ingeniero Mecánico

NICOLÁS EDUARDO CÁCERES GRANADOS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CÚCUTA

2018

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

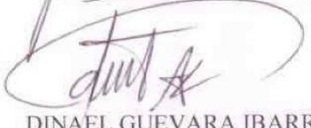
Fecha: CÚCUTA, 8 DE MAYO DE 2018  
Hora: 15:00  
Lugar: CREAD, SALA DE PROYECCIÓN N. 3  
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Título de la Tesis: "DISEÑO DE UN GENERADOR TERMOELÉCTRICO UTILIZANDO LA SALIDA DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIESEL"  
Jurados: IE. PhD. FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA  
IE. MSc. JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS  
Director: IE. MSc. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA  
Codirector: ING. JOSÉ RAFAEL EUGENIO LÓPEZ

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
NICOLÁS EDUARDO CÁCERES GRANADOS	1161101	CUATRO, SEIS (4,6)

### MERITORIA

  
FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA

  
JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS

  
DINAEL GUEVARA IBARRA, IE PhD  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## **Dedicatoria**

A Dios por brindarme la sabiduría y salud necesaria para el desarrollo de este proyecto, a mis padres Eduard Cáceres y Fabiola Granados por brindarme su completo apoyo desde el inicio de mi formación, a mis hermanos Ana Maria Cáceres y Santiago Cáceres, mi familia, compañeros y docentes que conocí en el transcurso de mi carrera profesional; porque de cada uno logré aprender algo que me hizo mejor persona, así sea muy ínfimo.

*Nicolás Eduardo Cáceres Granados*

## **Agradecimientos**

A los Ing. Ricardo Bermúdez y Rafael Eugenio por ser el director y co-director de este proyecto respectivamente. Sus constantes asesorías, orientaciones y tiempo entregado al proyecto fueron de gran relevancia para el desarrollo del mismo.

A todos los integrantes del Grupo de Investigación de Desarrollo de Procesos Industriales (GIDPI) por sus consejos y apoyo.

A todos los compañeros y amigos que hicieron parte de mi formación profesional, especialmente a algunos que iniciaron en mi cohorte como: Alejandra Romero, Camilo Rubio, César Ramírez, Eduardo Luna, Jhon Castro y Miguel Laguado.

## Tabla de contenido

1. Título	1
2. Planteamiento del problema	2
2.1 Descripción del problema.	2
2.2 Formulación del problema.	2
3. Justificación	3
3.1 Beneficios tecnológicos.	4
3.2 Beneficios Institucionales.	4
3.3 Beneficios Científicos.	4
3.4 Beneficios Sociales.	5
4. Alcances	6
4.1 Tipo de proyecto.	6
4.2 Resultados esperados.	6
4.2.1 Resultados directos.	6
4.2.2 Resultados indirectos	6
5. Limitaciones y delimitaciones	7
5.1 Limitaciones.	7
5.2 Delimitaciones.	7
6. Objetivos	8
6.1 Objetivo general.	8
6.2 Objetivos específicos.	8
7. Marco referencial	9
7.1 Antecedentes.	9
7.2 Marco Teórico.	10
7.2.2 Termodinámica.	11
7.2.3 Termoelectricidad.	12
7.2.4 Efecto Seebeck.	12
7.2.5 Efecto Peltier.	13
7.2.6 Efecto Joule.	13
7.2.7 Celda Peltier.	14
7.2.8 Mecanismos de transferencia de calor.	15
7.2.9 Ciclo de Carnot.	16
7.2.10. Conducción de calor.	18
7.2.11. Software a utilizar.	19
7.3 Marco Legal	20

7.3.1 Normas.	20
8. Desarrollo de la investigación	22
8.1 Modelo matemático	22
8.1.1. <i>Modelo dinámico del sistema.</i>	23
8.1.2. <i>Cálculo de los parámetros del circuito.</i>	25
8.1.3. <i>Cálculo de condiciones iniciales en EES.</i>	29
8.1.4. <i>Implementación del modelo matemático en MATLAB®.</i>	29
8.2 Selección de materiales.	33
8.2.1. <i>Exploración de la base de datos.</i>	35
8.2.2. <i>Selección de materiales con CES EduPack 2013.</i>	36
8.3 Caracterización de la celda Peltier.	39
8.3.1. <i>Gases de combustión.</i>	39
8.3.2. <i>Identificación del motor a utilizar.</i>	41
8.3.3. <i>Selección de la celda Peltier y sensores de temperatura para el prototipo.</i>	42
8.3.4. <i>Desarrollo de la interfaz para la caracterización de la celda Peltier.</i>	43
8.3.5. <i>Proceso de caracterización de la celda Peltier.</i>	46
8.3.6. <i>Análisis de datos.</i>	47
8.4 Diseño del circuito.	48
8.4.1. <i>Consideraciones iniciales.</i>	48
8.4.2. <i>Baterías y terminología.</i>	49
8.4.3. <i>Baterías Li-Po.</i>	51
8.4.4. <i>Método de carga a voltaje constante y corriente constante.</i>	55
8.4.5. <i>Diseño convertidor DC-DC SEPIC.</i>	55
8.4.6. <i>Selección del transistor.</i>	58
8.4.7. <i>Selección del microcontrolador.</i>	59
8.4.8. <i>Simulación en Proteus.</i>	63
8.4.9. <i>Cálculo de la eficiencia del generador termoeléctrico.</i>	66
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Referencias	70
ANEXOS	75