

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
<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): LUIS ANDRES APELLIDOS: JAIMES ARCINIEGAS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): DINAELE APELLIDOS: GUEVARA IBARRA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): LUIS FERNANDO APELLIDOS: BUSTOS MÁRQUEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE CARGA MPPT PARA SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS DESCONECTADOS DE LA RED ELÉCTRICA

En el trabajo de investigación se diseñó tres controladores de carga del seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para sistemas solares fotovoltaicos (SSFV) desconectado de la red eléctrica, donde uno de ellos se basa en lógica difusa. La simulación fue realizada en la herramienta computacional Simulink del software Matlab, en la que se implementan todos los elementos del SSFV. La investigación comprobó que la eficiencia obtenida por el controlador fuzzy es de un 95.43% y comparada con los algoritmos de perturbación y observación, y el de conductancia incremental, presentó una eficiencia mayor de 3.69% respecto a los controladores MPPT de lógica clásica.

PALABRAS CLAVES: Controlador de carga, Lógica difusa, MPPT, SSFV, Eficiencia.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 84      PLANOS:0      ILUSTRACIONES: 25      CD ROOM:   

\*\*Copia No Controlada\*\*

DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE CARGA MPPT PARA SISTEMAS SOLARES  
FOTOVOLTAICOS DESCONECTADOS DE LA RED ELÉCTRICA

LUIS ANDRES JAIMES ARCINIEGAS

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

2021

DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE CARGA MPPT PARA SISTEMAS SOLARES  
FOTOVOLTAICOS DESCONECTADOS DE LA RED ELÉCTRICA

LUIS ANDRES JAIMES ARCINIEGAS

Director

DINAELE GUEVARA IBARRA  
PhD en Ingeniería

Codirector

LUIS FERNANDO BUSTOS MÁRQUEZ  
Esp. Ingeniero Electrónico

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 05 DE NOVIEMBRE DE 2021  
Hora: 15.00  
Lugar: MODALIDAD REMOTA SINCRÓNICO  
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Título de la Tesis: "DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE CARGA MPPT PARA SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS DESCONECTADOS DE LA RED ELÉCTRICA"  
Jurados: IT. ESp WILLIAM CARLOS GUTIÉRREZ MEJÍA  
IE. MSc SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO  
Director: IE. PhD DINAEL GUEVARA IBARRA  
Codirector: IE. ESp LUIS FERNANDO BUSTOS MÁRQUEZ  
Nombre del Estudiante Código Calificación  
LUIS ANDRÉS JAIMES ARCINIEGAS 1161020 Cuatro, cinco (4,5)

### MERITORIA

  
SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO

  
WILLIAM CARLOS GUTIERREZ MEJÍA

  
ANGELO JOSEPH SOTO VERGEL  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## **Agradecimientos**

Primero que todo a DIOS, por permitirme culminar mi proyecto de grado.

Quiero agradecer a mi director el PhD. Dinael Guevara Ibarra por su apoyo  
durante este trabajo.

A mi codirector el Esp. Luis Fernando Bustos Márquez quien durante esta investigación  
siempre estuvo atento al desarrollo y resultados obtenidos.

A mis padres y hermanos por todo su apoyo y confianza durante este proceso.

A mi familia en general por todo su cariño, aprecio y apoyo.

A mi compañera de vida Viviana Villegas por siempre estar ahí, dándome la motivación en  
los momentos más difíciles, sin olvidar a su familia que me aceptaron con los brazos  
abiertos.

A mis amigos Juan Camilo Trujillo y Brian Andrés Araque por todos sus aportes en el  
proceso de resultados.

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a esa personita que vino al mundo a ser mi motor de vida, dándome la energía suficiente para culminar esta investigación, no olvides que aun vives dentro de mí.

## Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Problema	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación	16
1.4. Alcances	17
1.4.1. Tipo de proyecto.	17
1.4.2. Resultados esperados.	17
1.5. Limitaciones y delimitaciones	18
1.5.1. Limitaciones.	18
1.5.2. Delimitaciones.	18
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general.	19
1.6.2. Objetivos específicos.	19
2. Marco referencial	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Marco Teórico	21
2.2.1. Sistemas fotovoltaicos.	21

2.2.2.	Sistemas de almacenamiento con energía solar.	21
2.2.3.	Baterías.	22
2.2.4.	Controladores de carga.	23
2.2.5.	Inteligencia artificial.	24
2.3.	Marco Legal	29
3.	Diseño Metodológico	31
3.1.	Definir las características eléctricas del sistema solar fotovoltaico y de la carga	31
3.2.	Diseñar la arquitectura del controlador de carga para el sistema solar fotovoltaico	31
3.3.	Implementar computacionalmente en simulink el controlador de carga MPPT para sistemas solares fotovoltaicos desconectados de la red eléctrica	31
3.4.	Evaluar el desempeño del controlador de carga MPPT para sistemas solares fotovoltaicos desconectados de la red eléctrica logrando la máxima transferencia de potencia	32
4.	Desarrollo metodológico	33
4.1.	Definición las características eléctricas del sistema solar fotovoltaico y de la carga	33
4.1.1.	Niveles de radiación y brillo solar de Norte de Santander.	33
4.1.2.	Temperatura de las seis sub-regiones de Norte de Santander.	36
4.1.3.	Estaciones climatológicas y meteorológicas en Norte de Santander.	38

4.1.4.	Demanda energética por subregión de Norte de Santander.	41
4.1.5.	Radiación solar por municipio y subregión.	42
4.1.6.	Dimensionamiento del banco de baterías y del arreglo FV.	44
4.2.	Diseño de la arquitectura del controlador de carga para el sistema solar fotovoltaico	48
4.2.1.	Diseño del controlador MPPT a través de lógica difusa.	56
4.3.	Implementación computacional en SIMULINK del controlador de carga MPPT para sistemas solares fotovoltaicos desconectados de la red eléctrica	59
5.	Resultados	62
5.1.	Resultados del controlador MPPT con el algoritmo de perturbación y observación	63
5.2.	Resultados del controlador MPPT con el algoritmo de conductancia incremental	65
5.3.	Resultados del controlador MPPT de lógica difusa	68
6.	Conclusiones	72
7.	Recomendaciones	74
	Bibliografía	75
	Anexos	80