

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/120

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): MIGUEL ANGEL APELLIDOS: LAGUADO SERRANO

NOMBRE(S): EDUARDO ANDRÉS APELLIDOS: LUNA PAIPA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO BASILIO APELLIDOS: SEPÚLVEDA MORA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO ENTRE UN CONTROLADOR DE CARGA PWM Y UN CONTROLADOR MPPT CON APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

RESUMEN

LAS TECNOLOGÍAS MÁS COMUNES UTILIZADAS EN CONTROLADORES DE CARGA IMPLEMENTADOS EN UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO SON DE TIPO MPPT Y PWM. EN ESTE PROYECTO DE GRADO SE REALIZÓ LA COMPARACIÓN ENTRE EL DESEMPEÑO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE DOS CONTROLADORES DE CARGA TIPO MPPT Y PWM BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, SIENDO EL CONTROLADOR DE CARGA PWM UTILIZADO UN DISEÑO ORIGINAL EFICIENTE Y DE BAJO COSTO.

PALABRAS CLAVE: CONTROLADOR DE CARGA, PWM, MPPT, SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO, MICROCONTROLADOR.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 120 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 65 CD ROOM: 1

COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO ENTRE UN CONTROLADOR DE CARGA PWM
Y UN CONTROLADOR MPPT CON APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ
DE CÚCUTA

MIGUEL ANGEL LAGUADO SERRANO

EDUARDO ANDRES LUNA PAIPA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2017

COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO ENTRE UN CONTROLADOR DE CARGA PWM
Y UN CONTROLADOR MPPT CON APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ
DE CÚCUTA

MIGUEL ANGEL LAGUADO SERRANO

EDUARDO ANDRES LUNA PAIPA

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

INGENIERO ELECTRÓNICO

Director:

SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

Mg. Ingeniería Electrónica

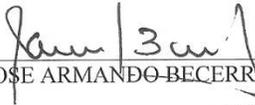
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2017

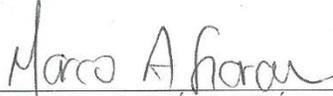
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 17 DE NOVIEMBRE DE 2017
Hora: 14:00
Lugar: AULAS GENERALES, AG105
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Título de la Tesis: "COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO ENTRE UN CONTROLADOR DE CARGA PWM Y UN CONTROLADOR MPPT EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA."
Jurados: IE MSc. JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS
IE Esp. MARCO AURELIO GARCÍA BERMÚDEZ
Director: IE MSc. SERGIO BASILIO SEPULVEDA MORA

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
MIGUEL ANGEL LAGUADO SERRANO	1161100	CINCO, CERO (5,0)

LAUREADA


JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS


MARCO A. GARCÍA BERMÚDEZ


Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

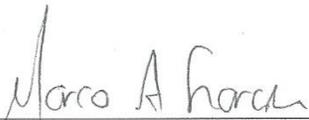
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 17 DE NOVIEMBRE DE 2017
Hora: 14:00
Lugar: AULAS GENERALES, AG105
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Título de la Tesis: "COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO ENTRE UN CONTROLADOR DE CARGA PWM Y UN CONTROLADOR MPPT EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA."
Jurados: IE MSc. JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS
IE Esp. MARCO AURELIO GARCÍA BERMÚDEZ
Director: IE MSc. SERGIO BASILIO SEPULVEDA MORA

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
EDUARDO ANDRÉS LUNA PAIPA	1161099	CINCO, CERO (5,0)

LAUREADA


JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS


MARCO A. GARCÍA BERMÚDEZ


Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Dedicatoria

A mi familia por todo el apoyo brindado en el transcurso de esta gran experiencia. A mis padres por siempre estar ahí de manera incondicional en lo que siempre necesitaba y a mis hermanos por su apoyo constante, los quiero demasiado y este logro es de todos.

Miguel Angel Laguado Serrano

A mis padres por su constante apoyo y enseñanzas durante toda mi vida para alcanzar mis aspiraciones; a mi madre por su fe y su dedicación, a mi padre por sus consejos y su ayuda incondicional. A toda mi familia por sus palabras de apoyo y confianza.

Eduardo Andrés Luna Paipa

Agradecimientos

Gracias al Msc. Ing. Sergio Sepúlveda por ser el director de este proyecto, su constante asesoría, orientación y enseñanzas han sido de gran relevancia, es una persona a la cual respetamos mucho.

Al ingeniero Luis Fernando Bustos, por todo el apoyo incondicional ofrecido en el transcurso del proyecto, es un gran ingeniero y una excelente persona a la cual agradecemos por todo lo que nos enseñó.

A todos los integrantes del Grupo de Investigación y Desarrollo en Microelectrónica Aplicada (GIDMA) por sus consejos y apoyo.

CONTENIDO

Introducción	16
1. Problema	17
1.1 Título	17
1.2 Descripción del problema	17
1.3 Formulación del problema	18
1.4 Justificación	18
1.4.1 Beneficios Tecnológicos	18
1.4.2 Beneficios Económicos.	19
1.4.3 Beneficios Sociales.	19
1.4.4 Beneficios Institucionales.	20
1.5. Alcances	20
1.6. Limitaciones y delimitaciones	21
1.6.1 Limitaciones.	21
1.6.2 Delimitaciones.	22
1.7 Objetivos	22
1.7.1 Objetivo General.	22
1.7.2 Objetivos específicos.	22
2. Referentes teóricos	24
2.1 Antecedentes	24
2.1.1 Photovoltaic water pumping system for development of rural irrigation.	24
2.1.2 Desarrollo energético sostenible y energías renovables.	24
2.1.3 Análisis, diseño y construcción de un controlador fotovoltaico.	25
2.2 Marco Contextual	25
2.3 Marco Teórico	25
2.3.1 Radiación Solar.	26
2.3.2 Celdas fotovoltaicas.	27
2.3.3 Módulos y arreglos fotovoltaicos.	28
2.3.4 Sistemas fotovoltaicos desconectados de la red.	30
2.3.5 Baterías.	31
2.3.5.1 Baterías de plomo-ácido.	32

2.3.5.2	Parámetros de las baterías	33
2.3.5.3	Vida y ciclaje de una batería.	34
2.3.5.4	Curvas de carga y descarga.	35
2.3.5.5	Algoritmo de carga de una batería de plomo ácido.	36
2.3.6	Controladores de carga.	38
2.3.6.1	Controladores de carga PWM.	39
2.3.6.2	Controladores de carga MPPT.	40
2.3.7	Microcontrolador.	40
2.3.8	Transistores de efectos de campo.	41
2.4	Marco legal	43
2.4.1	Ley 1715 del 2014.	43
2.4.2	Ley 1665 de 2013.	43
2.4.3	Decreto 2492 del 2014	44
2.4.4	NTC 6017-1.	44
3.	Metodología de Investigación	46
3.1	Recopilación de información.	46
3.2	Caracterización de los paneles solares.	46
3.2.1	Caracterización con sombra.	46
3.2.2	Caracterización con luz.	49
3.3	Diseño del controlador de carga PWM.	52
3.3.1	Arquitectura de los sistemas fotovoltaicos implementados.	52
3.3.2	Diseño del circuito electrónico del controlador PWM.	53
3.3.2.1	Selección de sensores.	53
3.3.2.2	Diseño de la etapa de potencia, selección de componentes.	57
3.3.2.3	Diseño de la etapa de control y código programado al microcontrolador.	62
3.3.2.4	Simulación en Proteus del controlador de carga PWM.	70
3.3.2.5	Pruebas en protoboard del controlador PWM.	73
3.3.2.6	Montaje en PCB del controlador de carga.	81
3.3.3	Diseño de la caja protectora del controlador de carga PWM.	82
3.4	Implementación de los dos tipos de controladores de carga.	84
3.4.1	Implementación del controlador PWM	84

3.4.2 Implementación del controlador MPPT.	86
3.5 Evaluación de los dos controladores de carga.	87
3.6 Divulgación de resultados.	87
3.6.1 Pre-Inscripción del evento “Solar Race 2017”.	87
3.6.2 Ponencia en evento internacional	88
3.6.3 Artículo en la revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina	88
4. Resultados	89
4.1 Resultados de la implementación del controlador PWM diseñado.	89
4.2 Análisis de costos de los controladores de carga.	91
4.3 Resultados de la comparación entre el controlador PWM y el controlador MPPT	94
4.4 Divulgación de resultados.	99
5. Conclusiones	102
6. Recomendaciones	105
Referencias	107
Anexos	110