



**BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS  
RESUMEN TESIS DE GRADO**



**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** WILLIAM IDELFONSO **APELLIDOS:** CONTRERAS CARRILLO  
**NOMBRE (S):** RAMÓN JAVIER **APELLIDOS:** SOTO PÉREZ

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELECTROMECAÁNICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** GERMAN ENRIQUE **APELLIDOS:** GALLEGO RODRÍGUEZ

**TITULO DE LA TESIS:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FUENTE CONMUTADA CON SALIDA DE VOLTAJE VARIABLE DE 0 A 30 VOLTIOS A 20 AMPERIOS

**RESUMEN:**

Este proyecto permite el diseño y la implementación de una fuente conmutada de hasta 600 W de potencia para el desarrollo de prácticas e investigación en los laboratorios del Departamento de Electricidad y Electrónica de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Se realizó un estudio de arte a los principios de rectificación, conversión, diseño de filtros, sistemas de potencia y control, entre otros. Se implementó un software para la simulación del sistema de potencia y control de la fuente de alimentación conmutada y para probar su funcionamiento general.

**Palabras clave:** fuente, conmutación, subsistema, rectificador, convertidor, filtro, voltaje, corriente, potencia, control

**CARACTERÍSTICAS:**

**PAGINAS:** 148 **PLANOS:**            **ILUSTRACIONES:**            **CD-ROM:** 1

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FUENTE CONMUTADA CON  
SALIDA DE VOLTAJE VARIABLE DE 0 A 30 VOLTIOS A 20 AMPERIOS

WILLIAM IDELFONSO CONTRERAS CARRILLO

RAMÓN JAVIER SOTO PÉREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FUENTE CONMUTADA CON  
SALIDA DE VOLTAJE VARIABLE DE 0 A 30 VOLTIOS A 20 AMPERIOS

WILLIAM IDELFONSO CONTRERAS CARRILLO

RAMÓN JAVIER SOTO PÉREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico y Electrónico

Director:

GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRÍGUEZ

Ing. Electricista

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016



**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO  
MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**FECHA:** MIERCOLES 1 DE JUNIO DE 2016

**HORA:** 02:30 P.M

**LUGAR:** SALA No.4 DEL CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TITULO DEL TRABAJO DE GRADO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FUENTE CONMUTADA CON SALIDA DE VOLTAJE VARIABLE DE 0 A 30 VOLTIOS A 20 AMPERIOS"

**JURADOS:** Msc. JOSE ALEJO RANGEL ROLON  
Msc. JULIAN FERREIRA JAIMES

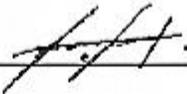
**DIRECTOR:** Msc. GERMAN ENRIQUE GALLEG0 RODRÍGUEZ

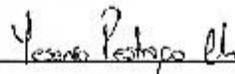
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
WILLIAM IDELFONSO CONTRERAS CARRILLO	1090385	4.2

**OBSERVACIONES:**

**APROBADA**

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
\_\_\_\_\_   
\_\_\_\_\_

VoBo. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR   
\_\_\_\_\_

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: SAN JOSÉ DE CÚCUTA, 01 DE JUNIO DE 2016

Hora: 2:30 pm

Lugar: SALA 4 -EDIFICIO CREAD

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

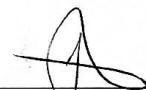
Título de la Tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FUENTE CONMUTADA CON SALIDA DE VOLTAJE VARIABLE DE 0 A 30 VOLTIOS A 20 AMPERIOS."

Jurados: IE MSc JULIÁN FERREIRA JAIMES  
IE MSc JOSÉ ALEJO RANGEL ROLON

Director: IE MSc GERMÁN ENRIQUE GALLEGO RODRÍGUEZ

Nombre de los Estudiantes	Código	Calificación
RAMÓN JAVIER SOTO PÉREZ	1160074	Cuatro, dos (4,2)

  
\_\_\_\_\_  
IE MSc JULIÁN FERREIRA JAIMES

  
\_\_\_\_\_  
IE MSc JOSÉ ALEJO RANGEL ROLON

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

## **Dedicatoria**

A mis padres Martha Patricia Carrillo y Luis Alfonso Contreras, por su ejemplo emprendedor  
y apoyo incondicional.

**William Contreras Carrillo**

## **Dedicatoria**

A mis padres Ramón Antonio Soto y Carmen Alicia Pérez, por creer en mis capacidades, por apoyar mis decisiones y por brindarme la oportunidad de desarrollar mi conocimiento y experiencia en la ingeniería.

**Ramón Javier Soto Pérez**

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	21
1. Problema	22
1.1 Título	22
1.2 Planteamiento del problema	23
1.3 Formulación del problema	23
1.4 Justificación	23
1.4.2 Beneficios institucionales	23
1.5 Objetivos	23
1.5.1 Objetivo general	23
1.5.2 Objetivos específicos	24
1.6 Delimitaciones de la fuente de alimentación propuesta	24
1.6.1 Delimitación espacial	24
1.6.2 Delimitación conceptual	24
2. Marco referencial	25
2.1 Antecedentes	25
2.2 Marco contextual	27
2.3 Marco teórico	27
2.3.1 Fuente conmutadas	27
2.3.2 Convertidores	28
2.3.2.1 Clasificación de los convertidores	29
2.3.3 Análisis comparativo entre los convertidores ca/cc y cc/cc	30

2.4 Marco legal	31
3. Diseño metodológico	33
3.1 Tipo de investigación	33
3.2 Recolección de información	33
3.3 Selección de la topología para el convertidor	34
3.3.1 Convertidor reductor	35
3.3.2 Convertidor elevador	35
3.4 Selección de la topología de los rectificadores	35
3.4.1 Puente monofásico de onda completa semicontrolado	36
3.4.2 Puente monofásico de onda completa no controlado	36
3.5 Selección del control	36
3.5.1 Lazo cerrado	37
3.5.2 Lazo en cascada	37
3.5.2.1 Lazo interno o lazo de corriente	37
3.5.2.2 Lazo externo o lazo de tensión	38
4. Diseño y construcción	39
4.1 Sistema de potencia	39
4.2 Topología circuital de potencia	39
4.2.1 Rectificador-reductor	39
4.2.2 Rectificador-elevador	40
4.3 Diseño de potencia de rectificador-reductor	41
4.3.1 Subsistema rectificador ca/cc semicontrolado	41
4.3.2 Filtro LC para el rectificador ca/cc semicontrolado	43

4.3.2.1 Capacitor $C_4$	44
4.3.2.2 Inductor $L_4$	45
4.3.3 Subsistema convertidor cc/cc reductores	46
4.3.4 Filtro LC para los convertidores cc/cc reductores	51
4.3.4.1 Inductor $L_1$	51
4.3.4.2 Capacitor $C_1$	52
4.3.4.3 Inductor $L_2$	54
4.3.4.4 Capacitor $C_2$	56
4.4 Diseño de potencia del rectificador-elevador	58
4.4.1 Subsistema rectificador ca/cc no controlado	58
4.4.2 Filtro DC para el rectificador no controlado	59
4.4.2.1 Capacitor $C_5$	61
4.4.2.2 Inductor $L_5$	61
4.4.3 Subsistema convertidor cc/cc elevador	61
4.4.4 Filtro LC para el convertidor elevador	67
4.4.4.1 Inductor $L_3$	67
4.4.4.2 Capacitor $C_3$	67
4.5 Circuito de ayuda a la conmutación para los semiconductores	69
4.5.1 Diseño de la red snubber	69
4.5.2 Red snubber para los convertidores cc/cc reductores	70
4.5.3 Red snubber para el convertidor cc/cc elevador	72
4.6 Fuente de alimentación para los circuitos de control	73
4.7 Control para el sistema rectificador-reductor	74

4.7.1 Subsistema rectificador ca/cc semicontrolado	74
4.7.2 Subsistema convertidor cc/cc reductor	77
4.7.2.1 Modelamiento matemático para los convertidores reductores	77
4.7.2.2 Estrategia de control para el convertidor reductor	81
4.8 Control para el sistema rectificador-elevador	91
4.8.1 Subsistema convertidor cc/cc elevador	91
4.8.1.1 Modelamiento matemático del convertidor elevador	91
4.8.1.2 Estrategia de control para el convertidor elevador	92
5. Implementación	99
5.1 Driver para el subsistema convertidor reductor	99
5.1.1 Totem pole	99
5.1.2 Driver IR2100/IR2111	101
5.1.3 Driver LM5100/LM5101	104
5.1.4 Capacitor de bootstrap	105
5.2 Driver para el subsistema convertidor elevador	106
5.2.1 Driver TPS2811	106
5.3 Generador de tiempo muerto	107
5.4 Generador de señal rampa y señal PWM	108
5.5 Semiconductores	111
5.6 Inductancias	111
5.7 Diseño de las PCBs	112
5.8 Ensamble	112
5.9 Resultados experimentales	114

5.9.1 Señales del sistema de control	114
5.9.2 Señales del sistema de potencia reductor	121
5.9.3 Señales del sistema de potencia elevador	122
6. Conclusiones	124
7. Recomendaciones	128
Referencias bibliográficas	129
Anexos	
PCBs	134
Datasheets	137