



Artículo I.
**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER**
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES CESAR ALEXANDER RIVERA ORDOÑEZ
JHON JAIRO SANTIAGO CARVAJALINO

FACULTAD INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR JULIÁN FERREIRA JAIMES

TÍTULO DE LA TESIS. METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN DISPOSITIVOS
LÓGICOS PROGRAMABLES

RESUMEN

El presente trabajo de grado es una metodología de diseño para implementar redes neuronales artificiales para dispositivos lógicos programables en el que se hizo una descripción general del sistema, se realizó el diseño de la red neuronal teniendo en cuenta el tipo de red, entrenamiento, simulación y modelación, diseño del acondicional de señal de entrada, bloque de memoria y la implementación del diseño hardware facilitando el estudio de redes neuronales y sus aplicaciones en el campo de la inteligencia artificial, automatización y control entre otras.

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS 241 PLANOS _____ ILUSTRACIONES _____ CD ROM 1.

**METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES
NEURONALES ARTIFICIALES EN DISPOSITIVOS LÓGICOS
PROGRAMABLES**

**CESAR ALEXANDER RIVERA ORDOÑEZ
JHON JAIRO SANTIAGO CARVAJALINO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**

**METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES
NEURONALES ARTIFICIALES EN DISPOSITIVOS LÓGICOS
PROGRAMABLES**

**CESAR ALEXANDER RIVERA ORDOÑEZ
JHON JAIRO SANTIAGO CARVAJALINO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
JULIÁN FERREIRA JAIMES
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 12 de septiembre de 2007

HORA: 16:00

LUGAR: CREAD 3 PISO - SALA 1

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "METODOLOGIA DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN DISPOSITIVOS LOGICOS PROGRAMABLES"

Jurados: Ing. JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS
Ing. JHON JAIRO RAMIREZ MATEUS
Lic. NIDIA MARIA RINCON

Director: Ing. JULIAN FERREIRA JAIMES

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
CESAR ALEXANDER RIVERA ORDOÑEZ	0160592	Cuatro, Ocho	4,8
JHON JAIRO SANTIAGO CARVAJALINO	0160617	Cuatro, Ocho	4,8

MERITORIA


JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS


JHON JAIRO RAMIREZ MATEUS


NIDIA MARIA RINCON


Vl. B. JOSE ALEJO RANGEL ROLON
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Martha A

Av. Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag- Teléfonos: 5776655 ext: 115-116 Fax: 5771988

Cúcuta - Colombia

A Dios todopoderoso por permitirme haber llegado hasta aquí para cumplir una de mis más grandes metas en la vida.

A la mujer que más amo, mi madre Carmen Rosa Ordoñez Bautista, por todas sus plegarias en favor mió, por estar siempre pendiente de mí, por su amor, cariño y comprensión.

A mi padre, Alberto Camilo Rivera Vera, un ejemplo de lucha y fortaleza, por su apoyo incondicional, por sus consejos y por su gran amor.

A mi hermano Juan Rivera Ordoñez, que me abrieron las puertas de su hogar y me animaron para que empezara y continuara este camino.

CESAR ALEXANDER RIVERA ORDOÑEZ

A Dios por permitir mi existencia.

A mi Madre Rosabel Carvajalino por ser ejemplo de perseverancia y constancia, por su entrega para que los hijos salgan adelante, por haberme educado, por sus consejos y sobre todo por su amor.

Al alma de mi padre Noe Santiago del que pocos recuerdos tengo, pero se que este donde este, estará orgulloso de su hijo.

A mis hermanos José de Dios Santiago Carvajalino, Maritza Santiago Carvajalino, Faride Santiago Carvajalino y Diofanor Santiago Carvajalino por brindarme ejemplo, compañía y motivación.

JHON JAIRO SANTIAGO CARVAJALINO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El ingeniero Julián Ferreira Jaimes, docente del departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Francisco de Paula Santander, por haber depositado su confianza en nosotros para la realización del trabajo de grado y llevar la dirección del mismo.

Al ingeniero José Armando Becerra Vargas, docente del departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Francisco de Paula Santander, por su colaboración y asesoría técnica.

A la licenciada Nidia Maria Rincón, docente del departamento de Humanidades de la Universidad Francisco de Paula Santander, por su asesoría metodológica.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PRINCIPIOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES	23
1.1 DATOS RELACIONADOS	23
1.1.1 A nivel local	23
1.1.2 A nivel nacional	23
1.1.3 A nivel internacional	24
1.2 ANÁLISIS CONCEPTUAL	24
1.2.1 Dispositivos lógicos programables (PLDs)	25
1.2.2 Matlab	26
1.2.3 Xilinx	29
1.2.4 Redes neuronales	31
1.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
1.3.1 Tipo de estudio	40

1.3.2 Actividades y metodología	40
2. IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN FPGA	43
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	43
2.2 DISEÑO DE LA RED NEURONAL	44
2.2.1 Selección del tipo de red	44
2.2.2 Entrenamiento	47
2.2.3 Simulación	53
2.2.4 Modelamiento en SysGen de la red neuronal	56
2.2.5 Simulación funcional	66
2.3 DISEÑO DEL ACONDICIONAR DE LA SEÑAL DE ENTRADA	67
2.4 BLOQUE DE MEMORIAS	68
2.5 DIVISOR DE RELOJ	71
2.6 IMPLEMENTACIÓN	72
2.6.1 Diseño del hardware adicional	72
2.6.2 Generación del archivo bitstream	73

2.6.3 Recursos utilizados en la implementación	74
2.6.4 Verificación en circuito	74
3. CONCLUSIONES	76
4. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	80