



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS**



**RESUMEN – TESIS DE GRADO**

Autor: MAYRA ARIZALA SEGURA  
JORGE LEANDRO MEDINA DELGADO

Facultad: INGENIERÍA

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Director: JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

Título de la Tesis: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA

REALIZACIÓN DE ENSAYOS EN LA MÁQUINA UNIVERSAL ZD-100 ORIENTADO A LA

ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE

CÚCUTA

RESUMEN

En este documento se muestra el desarrollo de las etapas necesarias para el diseño de un sistema enfocado a la operación de la Máquina Universal ZD-100. Este sistema fue diseñado para usar sensores electrónicos y actuadores. Además se utiliza un circuito análogo programable para el acondicionamiento de señales, un microcontrolador que coordina el flujo de datos. También se desarrolla una interfaz gráfica en Visual C++ para dirigir el ensayo.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS 208 PLANOS ILUSTRACIONES CD-ROM 1

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA  
REALIZACIÓN DE ENSAYOS EN LA MÁQUINA UNIVERSAL ZD-100  
ORIENTADO A LA ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA  
DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**MAYRA ARIZALA SEGURA  
JORGE LEANDRO MEDINA DELGADO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2006**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA  
REALIZACIÓN DE ENSAYOS EN LA MÁQUINA UNIVERSAL ZD-100  
ORIENTADO A LA ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA  
DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**MAYRA ARIZALA SEGURA  
JORGE LEANDRO MEDINA DELGADO**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Electrónico**

**Director  
JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2006**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 22 de mayo de 2006

HORA: 11:00 horas

LUGAR: SALA 4 DEL CREAD

Plan de estudio: INGENIERIA ELECTRONICA

Título de la tesis: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS EN MAQUINA UNIVERSAL ZD-100 ORIENTADO A LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UFPS EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA"

Jurados: ARISTOBULO SIERRA ROJAS  
RODOLFO DAVILA MARQUEZ  
GERMAN GALLEGO RODRIGUEZ

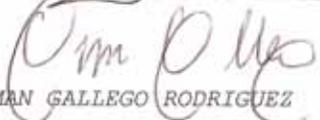
Director: JOSE RICARDO BERMUDEZ SANTAELLA

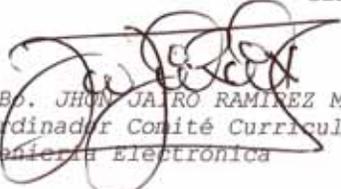
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
MAYRA ARIZALA SEGURA	160510	Cuatro, Seis	4,6
JORGE LEANDRO MEDINA DELGADO	160519	Cuatro, Seis	4,6

### M E R I T O R I A

  
ARISTOBULO SIERRA ROJAS

  
RODOLFO DAVILA MARQUEZ

  
GERMAN GALLEGO RODRIGUEZ

  
Vo.Bo. JHON JAIRO RAMIREZ MATEUS  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

Martha A

*A la mujer que lo es todo en mi vida, mi madre, quien me enseñó que con esfuerzo y perseverancia que los sueños pueden hacerse realidad.*

*A mi padre, por su confianza y su amor incondicional.*

*A Miguel, por sus consejos, su cariño, su ternura, por ser más que un amigo, un hermano.*

**Mayra**

*A casi todos, a casi nadie, pero a ti mamá por haber sido y seguir siendo mi esperanza y aliento de superación.*

***Jorge Leandro***

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a las siguientes personas:

Al Ingeniero José Ricardo Bermúdez Santaella, por el apoyo desde que se concibió la idea del proyecto, y por su fe en nosotros, por brindarnos la oportunidad de pertenecer al Grupo de Investigación en Desarrollo de Procesos Industriales.

A José Jesús Acevedo Páez, asistente de Laboratorio de Resistencia de Materiales de la U.F.P.S. y a Omar Camargo Peñuela auxiliar del mismo laboratorio; por su tiempo, dedicación, orientación y amabilidad.

Al Ingeniero Dinael Guevara Ibarra, por abrir las puertas del Grupo de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones, y por su apoyo técnico.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	25
1. PROBLEMA	26
1.1 TÍTULO	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.3 JUSTIFICACIÓN	27
1.4 OBJETIVOS	27
1.4.1 Objetivo general	27
1.4.2 Objetivos específicos	27
1.5 LIMITACIONES Y DELIMITACIONES	28
1.5.1 Limitaciones	28
1.5.2 Delimitaciones	28
2. MARCO DE REFERENCIA	29
2.1 ANTECEDENTES	29

2.1.1 Adquisición de señales de una Máquina de Ensayos de Tracción-Compresión	29
2.1.2 Instrumentación de una máquina de ensayos de tracción	29
2.1.3 Sistema automático para la realización de pruebas mecánicas de resistencia de materiales	29
2.2 BASES TEÓRICAS	30
2.2.1 Máquina universal de ensayos ZD-100	30
2.2.2 Ensayos realizados en la máquina ZD-100	39
2.2.3 Sensores	47
2.2.4 Actuadores	57
2.2.5 Método de decisión de selección binaria	59
2.2.6 FPAA AN221E04	61
2.2.7 Microcontrolador MC68HC908GP32	71
2.2.8 Visual C++.NET	96
3. ASPECTOS TÉCNICOS	108
3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES	108
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES	110

3.2.1 Recolección de información y selección de LVDT	110
3.2.2 Recolección de información y selección de encoder para medida de deformación	114
3.2.3 Recolección de información y selección de motores paso a paso	118
3.2.4 Recolección de información y selección de encoder para motor de selección de campo dinamométrico	122
3.2.5 Recolección de información y selección de encoder para motor de velocidad de aplicación de la carga	126
3.3 LISTA DE SENSORES Y ACTUADORES SELECCIONADOS	129
3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE MICROCONTROLADOR	130
3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE FPAA	134
3.6 UBICACIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES EN LA MÁQUINA UNIVERSAL ZD-100	134
3.6.1 LVDT	134
3.6.2 Encoder de deformación	135
3.6.3 Motores y encoders de posición	135
3.6.4 Ubicación de los relés de control en el diagrama de contactos	136

3.7 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE POTENCIA PARA LOS MOTORES PASO A PASO	136
3.7.1 Diseño para el motor PK264B1A-SG18	136
3.7.2 Diseño para el motor 34H120-4.5-8	138
3.8 DISEÑO DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN PARA LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA	141
3.8.1 Fuente regulada de 5V	141
3.8.2 Fuente regulada de 8V	142
3.8.3 Fuente regulada de 6.5V	144
3.8.4 Fuente regulada de $\pm 12V$	145
3.9 DISEÑO DEL CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL LVDT	146
3.9.1 Oscilador para el primario	146
3.9.2 Etapas de acondicionamiento para los secundarios	151
3.10 CIRCUITO FPAA CON MEMORIA SPI EPROM	164
3.11 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROGRAMA DE CONTROL DEL MC68HC908GP32	167
3.12 Interfaz gráfica en Visual C++	169

4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	175
5. PRESUPUESTO	176
6. CONCLUSIONES	177
BIBLIOGRAFÍA	179
ANEXOS	180