



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR(ES)

NOMBRE: (S): CAMILO ERNESTO APELLIDOS: FREYRE CORTÁZAR
NOMBRE: (S): ALEXANDER APELLIDOS: OCAMPO GUTIÉRREZ
NOMBRE: (S): PEDRO JOSÉ MANUEL APELLIDOS: PADILLA RUBIANO
NOMBRE: (S): LUIS ENRIQUE APELLIDOS: SANTOS MILLÁN

FACULTAD: DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR

NOMBRE(S): HORACIO ANDRÉS APELLIDOS: CORAL

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO

RESUMEN

En el siguiente trabajo se construye un prototipo de una verificadora de peso dinámico, la cual consiste en una banda transportadora en movimiento que pesa productos empacados al final de la línea de producción, agilizando el control de calidad y abarcando todo lo producido. Este proyecto de investigación es enfocado al área académica de Ingeniería y proyectado a la industria.

Se hace el modelado de dos variables: velocidad (motor transportador) y peso (celda de carga). Luego se opta por el control de velocidad en espacio de estados y control secuencial del proceso de pesado del producto en movimiento.

PALABRAS CLAVES: verificadora, chequeadora, peso, dinámico, checkweigher

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS 162 PLANOS: 20 ILUSTRACIONES 93 CD-ROM 1

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA VERIFICADORA DE PESO
DINÁMICO**

**CAMILO ERNESTO FREYRE CORTÁZAR
ALEXÁNDER OCAMPO GUTIÉRREZ
PEDRO JOSÉ MANUEL PADILLA RUBIANO
LUIS ENRIQUE SANTOS MILLÁN**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA VERIFICADORA DE PESO
DINÁMICO**

**CAMILO ERNESTO FREYRE CORTÁZAR
ALEXÁNDER OCAMPO GUTIÉRREZ
PEDRO JOSÉ MANUEL PADILLA RUBIANO
LUIS ENRIQUE SANTOS MILLÁN**

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

**Director:
Ing. HORACIO ANDRÉS CORAL
E. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**CONVENIO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ
CAMACHO**

ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO 2-2011

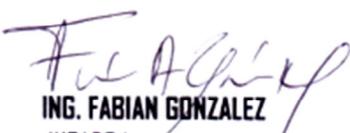
El jurado Académico del programa de Ingeniería Electrónica, conformado para la evaluación de la sustentación del proyecto de grado **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO**, presentado por los estudiantes:

Cédula	Nombre	Calificación en letras	Nota
1118286216	CAMILDO ERNESTO FREYRE	<u>CUATRO PUNTO DOS</u>	<u>4.2</u>
94515684	ALEXANDER OCAMPO GUTIERREZ	<u>CUATRO PUNTO DOS</u>	<u>4.2</u>
1130665664	PEDRO JOSE M. PADILLA RUBIANO	<u>CUATRO PUNTO DOS</u>	<u>4.2</u>
14638572	LUIS ENRIQUE SANTOS MILLAN	<u>CUATRO PUNTO DOS</u>	<u>4.2</u>

Y dirigido por el Ingeniero **HORACIO CORAL**

Aprueban la sustentación como requisito para optar el título como Ingeniero Electrónico

Firmado en la ciudad de Cali a los 23 días del mes de Septiembre de 2011


ING. FABIAN GONZALEZ
JURADO 1


ING. FRANCISCO ERNESTO MORENO
JURADO 2


JORGE HUMBERTO ERAZO AUX M.Eng
Director Programa Ingeniería Electrónica
Institución Universitaria Antonio José Camacho


ING. DINAEL GUEVARA IBARRA Ph.D
Director Plan estudio Ingeniería Electrónica
Universidad Francisco de Paula Santander

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 MOTIVACIÓN.....	7
1.2 MARCO TEÓRICO	8
1.2.1 Sistema Automático de Control S.A.C.....	8
1.2.2 Representación de los Sistemas Automáticos de Control por Medio de Diagramas de Bloques.....	9
1.2.3 Tipos de Control.....	10
1.2.4 Control Secuencial.....	11
1.2.5 La Transformada de Laplace.....	13
1.2.6 Modelamiento en el Espacio de Estados.....	14
1.2.7 Distribución Normal.....	16
1.3 VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
1.3.1 Definición de Verificadora de Peso Dinámico	18
1.3.2 Usos Típicos de Una Verificadora de Peso.....	19
1.3.3 Usos Estadísticos de Una Verificadora de Peso....	19
1.3.4 ¿Qué afecta la Precisión de Una Verificadora de Peso?.....	19
1.3.5 Tipos de Rechazo de Una Verificadora.....	24
1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	27
1.5 SOLUCIÓN AL PROBLEMA.....	32
CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO.....	33
2.1 INTRODUCCIÓN.....	33
2.2 ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	34
2.3 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	35
2.3.1. Elementos.....	35
2.4 DISEÑO EN CAD DE LA VERIFICADORA.....	44
2.4.1. Diseño de los transportadores.....	45
2.4.2. Diseño estructura banda de entrada.....	52
2.4.3. Diseño estructura banda celda de carga.....	52
2.4.4. Diseño dispensador.....	53
CAPÍTULO 3: MODELADO, SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO.....	55
3.1 INTRODUCCIÓN.....	55
3.2 MODELADO DE LA VERIFICADORA DE PESO.....	55
3.2.1 Modelado del Sistema de Transportador con Motor.....	56
3.3. IDENTIFICACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LA RESPUESTA DE LA VERIFICADORA.....	66
3.3.1. Identificación Experimental y análisis de la respuesta del modelo del transportador con motor.....	67

3.3.2 Identificación Experimental y análisis de la respuesta del modelo de la celda de carga.....	72
---	----

CAPÍTULO 4: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA VERIFICADORA DE PESO DINÁMICO.....	82
4.1 INTRODUCCIÓN.....	82
4.2 REQUERIMIENTOS DE DESEMPEÑO DE LA VERIFICADORA DE PESO.....	82
4.3 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	83
4.3.1 Diseño del sistema de control de los transportadores.....	83
4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL USANDO LABVIEW®.....	96
4.4.1 Función Zero.....	98
4.4.2 Filtro Digital y Función Promedio.....	101
4.4.3 Contadores de Productos y Temporizador de Espera.....	101
4.4.4 Temporizador de Medida, Cuadro de Sentencias y Contadores de Productos.....	102
4.4.5 Etapa de Rechazo.....	103
4.4.6 Almacenamiento y Estadística de Datos.....	104
4.4.7 Diagrama secuencial de la verificadora.....	106
4.5 ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA	108
4.6 PRUEBAS Y RESULTADOS.....	109
4.6.1 Comprobación de la Planta.....	109
4.6.2 Pruebas y Resultados.....	111
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	115
REFERENCIAS.....	117
ANEXO A: MANUAL DE USUARIO.....	119
ANEXO B: CIRCUITOS ACONDICIONADORES DE SEÑAL.....	142
ANEXO C: DATASHEET CELDA DE CARGA.....	148
ANEXO D: DATASHEET ENCODER.....	151
ANEXO E: DATASHEET SENSOR DE PROXIMIDAD.....	155
ANEXO F: PROGRAMA DE CONTROL USANDO LABVIEW®.....	158