



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR(ES)

NOMBRE: (S): CARLOS ALBERTO APELLIDOS: MENESES ACEVEDO

NOMBRE: (S): CARLOS ANDRÉS APELLIDOS: RODRÍGUEZ PLAZA

NOMBRE: (S): EDWARD APELLIDOS: TRIVIÑO LASSO

FACULTAD: DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR

NOMBRE(S): FERNANDO APELLIDOS: FUENMAYOR CASTRO

TITULO DE LA TESIS: MODELADO MATEMÁTICO EN LA ETAPA DEL CALANDRADO (NIP MECÁNICO) CON BASE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SUPERCALANDRIA #1 DE ESMALTADOS

RESUMEN

El propósito fundamental de este documento, fue mostrar el comportamiento de la supercalandria en la industria papelera, reflejando de forma detallada las desventajas del proceso actual en donde el sistema es trabajado en lazo abierto (de forma manual) y esto muestra un gran porcentaje de desperdicio al inicio de cada bobina de papel, observando posibles mejoras en la supercalandria con los compensadores que arrojó el sistema modelado. A su vez, se hace una breve descripción de los equipos que la componen según los manuales realizados dentro de esta empresa, el diagrama de bloques del sistema modelado el cual se compone de tres modelos matemáticos que interactúan como un solo sistema y el modo de compensación de los 3 sistemas en una simulación en lazo cerrado.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 102

PLANOS:

ILUSTRACIONES: 46

CD-ROM: 1

**MODELADO MATEMÁTICO EN LA ETAPA DE CALANDRADO (NIP
MECÁNICO) CON BASE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE LA SUPERCALANDRIA #1 DE ESMALTADOS**

**CARLOS ALBERTO MENESES ACEVEDO
CARLOS ANDRÉS RODRÍGUEZ PLAZA
EDWARD TRIVIÑO LASSO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**MODELADO MATEMÁTICO EN LA ETAPA DE CALANDRADO (NIP
MECÁNICO) CON BASE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE LA SUPERCALANDRIA #1 DE ESMALTADOS**

**CARLOS ALBERTO MENESES ACEVEDO
CARLOS ANDRÉS RODRÍGUEZ PLAZA
EDWARD TRIVIÑO LASSO**

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

**Director
FERNANDO FUENMAYOR CASTRO
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

CONVENIO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO 2-2010

El Jurado Académico del programa de Ingeniería Electrónica, conformado para la evaluación de la sustentación del Proyecto de grado *'MODELADO MATEMÁTICO EN LA ETAPA DE CALANDRADO (NIP MECÁNICO) CON BASE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SUPERCALANDRIA #1 DE ESMALTADOS'*, presentado por los estudiantes:

Cedula	Nombre	Calificación en letras	Nota
16784631	CARLOS ALBERTO MENESES ACEVEDO	<u>Cuatro Cero</u>	<u>4.0</u>
94533984	CARLOS ANDRÉS RODRÍGUEZ PLAZA	<u>Cuatro. Cero</u>	<u>4.0</u>
16846628	EDWARD TRIVIÑO LASSO	<u>Cuatro cero.</u>	<u>4.0</u>

Y dirigido por el ingeniero **FERNANDO FUENMAYOR CASTRO**

Aprueban la sustentación como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Firmado en la Ciudad de Cali a los 15 días del mes de octubre de 2010.


ING. EDWIN JAIR NUÑEZ ORTIZ
 Jurado 1


ING. FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA
 Jurado 2


ING. NORMA XIMENA RÍOS COTAZO
 Directora Programa Ingeniería Electrónica
 Institución Universitaria Antonio José Camacho


ING. JOSÉ ALEJO RANGEL ROLÓN
 Director Plan Estudio Ingeniería Electrónica
 Universidad Francisco de Paula Santander

A Dios todo poderoso y a la Virgen Santísima, por ser quienes han estado a mi lado en todo momento acompañándome en cada paso de mi vida, por darme la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza; por guiarme, iluminarme para superar todos los obstáculos encontrados a lo largo de mi carrera, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre María Rubelia Acevedo Cortes, por su apoyo incondicional por ser tan especial por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para continuar con mis sueños, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me enseñó a ser una persona de bien, a tener paciencia, a ser cariñoso, por todo el amor incondicional que me ha dado, porque la amo demasiado mi mamacita divina por esto y mucho más le dedico este triunfo a mi reina hermosa.

A mi padre Oscar Marino Meneses Vásquez, por mi educación por sus enseñanzas, por los ejemplos de perseverancia y constancia, por el valor mostrado para salir adelante, por su amor, por su impulso en mis momentos difíciles para llegar al final, por ser siempre mi apoyo, por eso y por mucho más te amo mi viejo querido y mil gracias por todo tu cariño y comprensión.

A mi hijo David Meneses, por darme fuerzas para cada día seguir adelante ya que fue mi incentivo para este logro tan importante por su compañía en cada etapa del camino recorrido, por eso y porque te amo mil gracias y que Dios te Bendiga por siempre.

A mis hermanos y mis amigos por ser mis mejores guías, por su apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por sus buenos consejos para hacer de este sueño realidad.

CARLOS ALBERTO MENESES ACEVEDO

Agradecimiento a Dios todo poderoso por ser quien ha vigilado este proceso laboral y académico; sabiendo también que ha estado a mi lado en todo momento acompañándome en cada paso de mi vida, por darme la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza; por guiarme, e iluminarme para superar todos los obstáculos encontrados a lo largo de mi desarrollo personal, laboral y académico.

A mi señora madre María Gladis Plaza Sarria, por su apoyo incondicional por ser tan especial por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para continuar con mis sueños, por sus consejos, sus valores y por su enorme sacrificio desde el inicio de mi formación personal y académica, por la motivación constante, por su grandísima paciencia, su cariño, por todo el amor incondicional que me ha dado, porque la amo demasiado, por esto y mucho más te dedico este triunfo mi querida madre.

A mi padre Rodrigo Rodríguez Lizcano, por brindarme su anhelo de educarme, por sus enseñanzas, por los ejemplos de perseverancia y constancia y paciencia, por el valor y la motivación que me has dado para salir adelante, por su amor, por su impulso en mis momentos difíciles para llegar al final, por ser siempre mi apoyo, por eso y por mucho más te amo padre, mil gracias por todo tu cariño y comprensión.

A mis hermanas María del Pilar Rodríguez Plaza, Paola Andrea Rodríguez Plaza, mi sobrino Dany Mauricio, Mi esposa Sandra Janeth, gracias por ser mis mejores guías, por su apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por sus buenos consejos para hacer de este sueño realidad.

A mis amigos del departamento El Esmaltados Propal Pta1, por su importante colaboración, aporte personal y técnico de ideas en la solución y conclusión de este proceso, gracias por ese espíritu de ser cada día mejores y sus deseos de que nuestras metas se hagan realidad.

CARLOS ANDRES RODRIGUEZ PLAZA

Agradecimiento a Dios todo poderoso el cual me ha permitido llegar a los diferentes objetivos que me propuesto en la vida y me a levantado en los momentos más difíciles en los últimos años sin esperar nada a cambio.

*A mi esposa Carolina Valencia Márquez la cual ha sido una gran colaboradora para la culminación de este proyecto, siempre una gran mujer e incondicional en los momentos más importantes de mi vida.
Te agradezco con toda el alma.*

A mis padre Claudia Lasso Valencia y Rodrigo Triviño Lasso, por su apoyo incondicional por ser tan especial por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para continuar con mis sueños, por sus consejos, sus valores y por su enorme sacrificio desde el inicio de mi formación personal y académica, por la motivación constante, por su grandísima paciencia, su cariño, por todo el amor incondicional que me ha dado, porque los amo demasiado, por esto y mucho más te dedico este triunfo que ha sido mi vida, gracias queridos padres.

A mis hermanos Fabián Triviño Lasso y Alejandra Triviño Lasso por ser parte esencial, en el proceso de crecer y compartir las grandes cosas que teda los hermanos mil gracias.

Al profesor Fernando Fuenmayor por la dedicación que prestó para la culminación de este proyecto.

A los colegas del departamento EI Esmaltados Propal pta1, por su importante colaboración, aporte personal y técnico de ideas en la solución y conclusión de este proceso, gracias por ese espíritu de ser cada día mejores y sus deseos de que nuestras metas se hagan realidad.

A mis compañeros de tesis por el tiempo y la dedicación que proporcionaron para que se diera una buena terminación a este proyecto mil gracias.

EDWARD TRIVIÑO LASSO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Fernando Fuenmayor Castro, Ingeniero Electrónico, director del proyecto por su valiosa colaboración y compartir sus conocimientos para la realización de este trabajo.

Los docentes de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, por habernos orientado en su proceso profesional.

Todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERCALANDRIA	20
1.1 FASE CONTROL DE LA SUPERCALANDRIA	24
1.2 SUBFASE DE EMPALMADO Y DESEMBOBINADO	25
1.3 SUBFASE DE CALANDRADO	26
1.3.1 Cámara de presión	29
1.3.2 Cámara colectora de aceite	29
1.4 HUMECTACIÓN Y EMBOBINADO	30
1.5 INTERCONEXIONES - ENCLAVAMIENTOS	31
1.6 DISPOSITIVOS DE ALARMAS Y PARO AUTOMÁTICO	32
1.6.1 Alarmas	32
1.7 PRINCIPIO GENERAL DE OPERACIÓN DE RODILLOS DE CORONA CONTROLADA	32
1.7.1 Rodillo Sym Roll	34
2. VISIÓN GENERAL DEL PROCESO PARA IDENTIFICAR Y MODELAR UN PROCESO EN LA INDUSTRIA	35
2.1 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS Y SIMULACIÓN EN LA SUPERCALANDRIA #1- PROPAL PLANTA 1	35
2.1.1 Muestreo de datos	35
2.2 MODELADO DEL PROCESO DE SUPERCALANDREADO BASADO EN EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES (PRESIÓN DE CARGA VS. PRESIÓN Diferencial Del SYM ROLL)	49

2.2.1 Modelado sin corrección	49
2.3 MODELADO DE LAS FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE LA SUPERCALANDRIA SIN CORRECCIÓN	57
2.4 MODELADO DE LAS FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE LA SUPERCALANDRIA CON CORRECCIÓN POSITIVA	65
2.5 MODELADO DE LAS FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE LA SUPERCALANDRIA CON CORRECCIÓN NEGATIVA	72
3. CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	86