



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



## **RESUMEN – TESIS DE GRADO**

AUTORES VICTOR MANUEL AGUILAR ECHEVERRY Y REYNER ANTONIO DIAZ ROMERO

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR JAIRO PANESSO TASCÓN

TITULO DE LA TESIS AUTOMATIZACIÓN DE LA FASE DE DEPURACIÓN

### **RESUMEN**

El objetivo de este proyecto fue exponer de una forma clara y detallada cada uno de los pasos o etapas que se deben seguir en la automatización de una planta industrial partiendo del conocimiento y comportamiento de las variables de proceso involucradas, la elección de la instrumentación a utilizar, la aplicación de las diferentes normas de instalación y montaje que se aplican a nivel mundial y que se tuvieron en cuenta en la automatización de la fase de depuración de la pulpa para la industria papelera PROPAL.

### **CARACTERÍSTICAS:**

PAGINAS: 109 PLANOS: \_\_\_ ILUSTRACIONES: 38 CD-ROM 1

**AUTOMATIZACIÓN DE LA FASE DE DEPURACIÓN**

**VICTOR MANUEL AGUILAR ECHEVERRY  
REYNER ANTONIO DIAZ ROMERO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
INSTITUTO TECNOLÓGICO MUNICIPAL ANTONIO JOSÉ CAMACHO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**AUTOMATIZACIÓN DE LA FASE DE DEPURACIÓN**

**VICTOR MANUEL AGUILAR ECHEVERRY  
REYNER ANTONIO DIAZ ROMERO**

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

**Director  
JAIRO PANESSO TASCÓN  
Ingeniero Eléctrico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
INSTITUTO TECNOLÓGICO MUNICIPAL ANTONIO JOSÉ CAMACHO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008**

**INSTITUTO TECNOLOGICO MUNICIPAL "ANTONIO JOSE CAMACHO"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

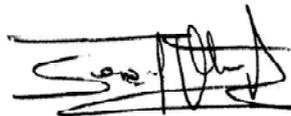
**ACTA SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO 1- 2008**

El Jurado Académico del Programa de Ingeniería Electrónica, conformado para la evaluación de la sustentación del Proyecto de Grado "AUTOMATIZACION DE LA FASE DE DEPURACION", presentada por (el) los estudiantes (s):

Aguilar Echeverry Victor Manuel  
Diaz Romero Reyner Antonio

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

Nota: Cuatro, cuatro (4.4)



Jurado  
Sergio Ivan Quintero Ayala



Jurado  
José Alejo Rangel Rolón



KIMENA RIOS  
Directora Programa Ingeniería Electrónica

Santiago de Cali, 27 de Junio de 2008.

*En primer lugar agradezco a Dios, por darme la fortaleza y por la bendición para lograr esta meta para mi proyecto de vida.*

*A las personas más importantes en mi vida, mi madre Leonor Romero que donde quiera que esté aboga por mí. Y a las que he quitado parte del tiempo que se merecen a mi esposa Isabel Cristina Carvajalino y mis hijos Kevin David Díaz Carvajalino, Josué Daniel Díaz Carvajalino e Isabela Díaz Carvajalino, gracias por vuestro apoyo y enorme paciencia.*

**REYNER ANTONIO DÍAZ ROMERO**

*A Dios por la oportunidad que tengo de estar viviendo este momento para culminar una meta de mi vida.*

*A mi esposa María Delia Echeverri, a mis hijos Víctor Alexander Aguilar y Laura Isabel Aguilar por el ánimo que siempre me brindaron para que no desfalleciera.*

*A mis profesores por las enseñanzas impartidas a lo largo de la carrera.*

**VICTOR MANUEL AGUILAR**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jairo Penasso Tascón, Ing. Director del proyecto, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Los ingenieros, Henry vargas, Daniel Vargas por el apoyo incondicional que siempre me brindaron y los consejos recibidos

Los Ingenieros Marco Quintero y Carlos Mario Prado por las recomendaciones y ayuda a lo largo del desarrollo del proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	21
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	22
1.1 SISTEMA DE DEPURACIÓN	22
1.2 CONTROL DISTRIBUIDO	22
1.2.1 Futura evolución de los DCSs	24
1.3 AUTOMATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA PAPELERA PROPAL	24
1.3.1 Trabajos relacionados con el proyecto	25
2. PROCESO	27
2.1 PRODUCTORA DE PAPELES S. A. (PROPAL S. A.)	27
2.1.1 Área de calderas	28
2.1.2 Área de pulpa	28
2.1.3 Área de máquina	28

2.2	ÁREA DE PULPA	28
2.2.1	Lavadora	28
2.2.2	Depuración	28
2.2.3	Blanqueo	28
2.3	PROCESO DE DEPURACIÓN DE PULPA	29
2.4	VARIABLES A CONTROLAR EN ESTE PROCESO	30
2.5	EQUIPOS	31
2.5.1	Selección de los equipos depuradores	31
2.6	ANÁLISIS DEL PROCESO	39
2.6.1	Control del proceso de depuración	39
2.6.2	Subsistema Hooper	39
2.6.3	Subsistema de cleaners	42
2.6.4	Subsistema de cleaners reversos	44
2.6.5	Subsistema zarandas ranuradas	44
3.	MODELO Y SIMULACIÓN DE LA FASE DE DEPURACIÓN	48

3.1	BALANCE DE MASA	49
3.1.1	Consideraciones para analizar el sistema mediante el modelo	51
3.1.2	Modelo matemático de flujo	52
4.	SISTEMA DE CONTROL	58
4.1	ESTRUTURACION DEL CONTROL EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES	58
4.1.1	Descripción del sistema de control	58
4.2	ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL	59
4.3	HARDWARE	61
4.3.1	Vías de comunicación de la serie I/A	61
4.3.2	Módulos procesadores	61
4.3.3	Workstation Processors (WP)	61
4.3.4	Placa base (BasePlate)	66
4.3.5	Bus Ethernet Fielbus	66
4.3.6	Módulos TA	66
4.3.7	El procesador de comunicaciones (COMMP)	67

4.3.8 Dual Nodebus 10Base-T Interface (DNBT)	67
4.4 SOFTWARE	67
4.4.1 Sistema operativo	68
4.4.2 Componentes de software I/A (definiciones)	68
4.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL	75
4.5.1 Respuesta del sistema controlado	77
5. IMPLEMENTACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMA DE CONTROL	80
5.1 LISTADO DE SEÑALES DE CAMPO AL SISTEMA DE CONTROL	81
5.2 DIAGRAMAS DE CONTROL Y SUS CARACTERISTICAS	84
5.2.1 Listado de equipos e instrumentos	84
5.2.2 Calibración de los instrumentos	84
5.2.3 Esquema de cadena	85
5.2.4 Diagrama Sama	85
5.2.5 Diagramas típicos de montaje	85
5.3 CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	86

6. CONCLUSIONES	87
7. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	96