



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: ALDO ALEXANDER CABALLERO MADIEDO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ELECTRONICA

DIRECTOR: JOSE ARMANDO BECERRA

TITULO DE LA TESIS PASANTÍA DISEÑO DE UN CONTROLADOR DIFUSO PARA EL PROCESO DE SECADO DE LA LINEA MONSERRATE PARA LA EMPRESA CERAMICA ANDINA LTDA. UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE CORNEJO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.

RESUMEN

Con el desarrollo de esta pasantía se persigue aprovechar el conocimiento experto de los operarios, para lo cual se ha diseñado un controlador que permite unas condiciones consideradas como óptimas para que la eliminación de humedad en el material procure seguir una curva de secado deseada.

Para el control y optimización del ciclo de secado se requiere del conocimiento de la variación del contenido de humedad del material (CH) y de la influencia de las variables del secado en la calidad final del producto durante el proceso. Una modelación simple del secado aplicable en la industria permite una conducción predictiva de las variables de secado, especialmente una reducción del tiempo de secado, una menor cantidad de experimentación y un producto de mejor calidad.

CARACTERISTICAS

PAGINAS 160 PLANOS ILUSTRACIONES CDROM 1

**PASANTÍA DISEÑO DE UN CONTROLADOR DIFUSO PARA EL PROCESO DE
SECADO DE LA LINEA MONSERRATE PARA LA EMPRESA CERAMICA
ANDINA LTDA. UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE CORNEJO
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.**

ALDO ALEXANDER CABALLERO MADIEDO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ELECTRONICA
SAN JOSE DE CÚCUTA
2006**

**PASANTÍA DISEÑO DE UN CONTROLADOR DIFUSO PARA EL PROCESO DE
SECADO DE LA LINEA MONSERRATE PARA LA EMPRESA CERAMICA
ANDINA LTDA. UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE CORNEJO
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.**

ALDO ALEXANDER CABALLERO MADIEDO

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

**Director
JOSE ARMANDO BECERRA
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ELECTRONICA
SAN JOSE DE CÚCUTA
2006**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 20 de abril de 2006

HORA: 13

LUGAR: CREAD

Plan de estudio: INGENIERIA ELECTRONICA

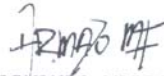
Título de la tesis: "PASANTIA: DISEÑO DE UN CONTROLADOR DIFUSO PARA EL PROCESO DE SECADO DE LA LINEA MONSERRATE PARA LA EMPRESA CERAMICA ANDINA LTDA UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE CORNEJO, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER"

Jurados: ARMANDO MALDONADO
JHOSMAN MORA MURCIA
ARISTOBULO SIERRA ROJAS

Director: JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS

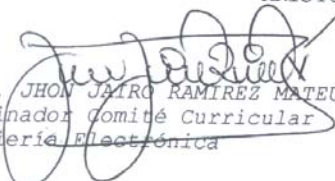
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
ALDO CABALLERO MADIEDO	160234	Cuatro, Cuatro	4,4

A P R O B A D A


ARMANDO MALDONADO


JHOSMAN MORA MURCIA


ARISTOBULO SIERRA ROJAS


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

Martha A

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. EL PROBLEMA	21
1.1 TITULO	21
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1 Planteamiento del problema	21
1.2.2 Formulación del problema.	22
1.3 JUSTIFICACIÓN	22
1.3.1 Beneficios para la Pontificia Universidad Javeriana.	23
1.3.2 Beneficios para la Universidad Francisco de Paula Santander	24
1.3.3 Beneficios para la empresa Cerámica Andina Ltda.	24
1.4 OBJETIVOS	24
1.4.1 Objetivo General.	24
1.4.2 Objetivos Específicos.	25

1.5 DELIMITACIÓN	25
1.5.1 Espacial.	25
1.5.2 Temporal.	25
1.5.3 Conceptual.	25
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	26
1.6.1 Alcance.	26
1.6.2 Limitaciones.	26
2. MARCO DE REFERENCIA	27
2.1 ANTECEDENTES	27
2.2 MARCO CONTEXTUAL	29
2.2.1 Situación actual del proceso de secado en la empresa Cerámica Andina Ltda.	35
3. SECADO DE SÓLIDOS	39
3.1 FORMAS DE ENLACE DE LA HUMEDAD CON EL MATERIAL.	40
3.2 MECANISMO O PROCESO DE SECADO	40
3.3 EQUILIBRIO	42

3.4 HUMEDAD DE EQUILIBRIO Y HUMEDAD LIBRE	43
3.5 AGUA LIGADA Y AGUA NO LIGADA	44
3.6 CONTENIDO CRITICO DE HUMEDAD	45
3.7 CURVAS DE VELOCIDAD DE SECADO	46
3.7.1 Etapa de Velocidad Constante.	48
3.7.2 Etapa de Velocidad Decreciente.	50
3.7.3 Movimiento de Humedad en los sólidos en el secado durante el periodo de velocidad Decreciente	51
3.8 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL SECADO	53
3.8.1 Velocidad del aire.	53
3.8.2 Cantidad de aire para el secado	53
3.9 PROBLEMAS EN EL SECADO	54
3.10 EQUIPO PARA EL SECADO	56
3.10.1 Secadores continuos de túnel.	56
3.10.2 Secador de Bandejas.	57
3.10.3 Secadores Indirectos de vacío con anaqueles.	58

4. LÓGICA DIFUSA	59
4.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	60
4.2 CONJUNTOS DIFUSOS	62
4.2.1 De los Conjuntos Clásicos a los Conjuntos difusos.	62
4.2.2 Conceptos Básicos asociados con los Conjuntos Difusos.	68
4.2.3 Particiones Difusas.	70
4.3 OPERACIONES BÁSICAS ENTRE CONJUNTOS DIFUSOS.	71
4.3.1 Complemento.	72
4.3.2 Unión.	72
4.3.3 Intersección.	73
4.4 FUNCIONES DE LOFTI ZADEH	74
4.4.1 Función Gama ()	74
4.4.2 Función Ele (L).	75
4.4.3 Función Triangular ()	76
4.4.4 Función Gauss (G)	77

4.4.5 Función Pi o Trapezoidal ()	77
4.4.6 Función Singleton ()	78
4.5 INFERENCIA DIFUSA	79
4.5.1 Variables Lingüísticas	80
4.6 SISTEMAS DIFUSOS Y CONTROL DIFUSO	81
4.6.1 Control difuso	87
4.6.2 Reglas difusas	92
4.6.3 Los sistemas difusos como aproximadores Universales	94
4.7 APLICACIONES DE LA LÓGICA DIFUSA	95
5. METODOLOGIA	97
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	97
5.2 POBLACIÓN	97
5.3 MUESTRA	97
5.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	98
5.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	98

6. DESARROLLO METODOLÓGICO EN EL DISEÑO DEL CONTROLADOR.	100
6.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	100
6.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RELEVANTES EN EL PROCESO	100
6.3 ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE SECADO	100
6.4 DEFINICIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL	102
6.5 GENERACIÓN DE SERIES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.	103
6.6 MODELO DE LA DINÁMICA DEL SECADO.	106
6.7 ETAPA DE FUZZYFICACIÓN	108
6.7.1 Definición de las variables del controlador	108
6.7.2 El Error y la Derivada del Error	109
6.7.3 Generación de datos para la calibración del modelo	110
6.7.4 Definición de los conjuntos difusos de las variables	112
6.8 ETAPA DE LA BASE DEL CONOCIMIENTO	114
6.8.1 Definición de las reglas difusas	114
6.8.2 Reglas que Gobiernan el Sistema	115

6.9 ETAPA DE LA INFERENCIA	116
6.10 ETAPA DE DEFUZZYFICACIÓN	118
7. CONCLUSIONES	121
8. RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS	127