



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



### RESUMEN DE TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS**

**NOMBRE (S):** NEYDER ALFREDO                      **APELLIDOS:** ORDOÑEZ RODRÍGUEZ .

**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_                      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_ .

**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_                      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_ .

**FACULTAD:** INGENIERÍAS \_\_\_\_\_ .

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA \_\_\_\_\_ .

**DIRECTOR: NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS**

**NOMBRE (S):** MARLON MAURICIO                      **APELLIDOS:** HERNÁNDEZ CELY \_\_\_\_\_ .

**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_                      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_ .

**TÍTULO DE LA TESIS:** DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y TANQUES SECTOR TOLEDO PLATA DE LA EMPRESA AGUAS KPITAL S.A E.S.P UBICADA EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA \_\_\_\_\_ .

**RESUMEN**

El desarrollo de este trabajo de grado se enfocó en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el programa de Ingeniera Electrónica, como lo es la aplicación de las tecnologías de automatización.

El proyecto contiene la automatización y telemetría de la estación de bombeo y de dos tanques de almacenamiento en el sector Toledo Plata de la empresa AGUAS KPITAL S.A E.S.P realizando el análisis de perdidas del sistema, diseño matemático hasta llegar a la selección de los mejores elementos que cumplan con los parámetros del diseño para solucionar un problema común y de vital importancia en la industria actualmente.

**PALABRAS CLAVES:** DISEÑO, TANQUES, SENSORES, VÁLVULAS, TELEMETRÍA.

**PÁGINAS:** 145                      **PLANOS:** 0                      **ILUSTRACIONES:** 81                      **CD-ROM:** 1

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y  
TANQUES SECTOR TOLEDO PLATA DE LA EMPRESA AGUAS KPITAL S.A  
E.S.P UBICADA EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**NEYDER ALFREDO ORDOÑEZ RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2012**

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y  
TANQUES SECTOR TOLEDO PLATA DE LA EMPRESA AGUAS KPITAL S.A  
E.S.P UBICADA EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**NEYDER ALFREDO ORDOÑEZ RODRÍGUEZ  
COD: 0160969**

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

**DIRECTOR:  
I.E M.S.C MARLON MAURICIO HERNÁNDEZ CELY  
CÓDIGO: 04562**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2012**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 25 de Mayo de 2012

HORA: 10:00 A.M.

LUGAR: CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y TANQUES DE TOLEDO PLATA EN LA EMPRESA AGUAS KPITAL S.A. E.S.P. UBICADA EN LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA"

Jurados: JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS, IE  
ANDRÉS EDUARDO PAEZ, IE

Director: MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY.

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	Número
NEYDER ALFREDO ORDOÑEZ RODRIGUEZ	0160969	Letra Cuatro, Cero	4.0

### **A P R O B A D A**

  
JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS, IE

  
ANDRES EDUARDO PAEZ, IE.

Vº.Bº. DINAEL GUEVARA IBARRA, IE, PhD.  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	16
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1 TITULO	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.3 JUSTIFICACIÓN	20
1.3.1 Beneficios Tecnológicos	20
1.3.2 Beneficios Económicos	21
1.3.3 Beneficios Sociales	21
1.3.4 Beneficios Institucionales	21
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo general.	22
1.4.2 Objetivos específicos	22
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	22
1.6 ANTECEDENTES	23
1.7 MARCO CONTEXTUAL	23
1.7.1 Naturaleza Jurídica.	23
1.7.2 Cultura organizacional	24
1.8 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	24

1.8.1	Electroválvula	24
1.8.2	Sensores de nivel	26
1.8.3	Variador de frecuencia	29
1.8.4	PLC (Power Line Communication).	30
1.8.5	Sensor de presión	31
1.8.6	Caudalímetro	34
1.8.7	Telemetría	37
1.9	MARCO LEGAL	38
2.	METODOLOGÍA	39
2.1	TIPO DE PROYECTO	39
2.2	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	39
2.2.1	Fuentes Primarias	39
2.2.2	Fuentes secundarias	39
3.	INGENIERÍA BÁSICA DEL PROCESO	40
3.1	NARRATIVA DEL PROCESO	40
3.2	ANÁLISIS LÓGICO DEL SISTEMA	43
4.	INGENIERÍA DEL DETALLE	52
4.1	SOLUCIÓN DEL ANÁLISIS LÓGICO	52
4.1.1	Solución del análisis lógico plc1	52
4.1.2	Solución del análisis lógico plc2	56

4.2	ANALOGÍA DEL SISTEMA LÓGICO	61
4.2.1	Analogía del sistema lógico plc'1	62
4.2.2	Analogía del sistema lógico para el plc'2, turno 1	64
4.2.3	Analogía del sistema lógico para el plc'2, turno 2	65
4.3	DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO	66
4.4	PROGRAMACIÓN PLC	69
4.5	CÁLCULOS	75
4.5.1	Cálculo de presiones para los sensores P1 y P3	75
4.5.2	Cálculo de bomba a controlar	76
4.5.3	Vista satelital	77
4.5.4	Planteamiento	77
4.5.5	Cálculo de pérdidas.	81
4.5.6	Análisis matemático del sistema de control.	89
4.6	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	104
4.6.1	Confiabilidad de los sensores de nivel.	104
4.6.2	Confiabilidad del PLC.	105
4.6.3	Confiabilidad de sensores de presión.	105
4.6.4	Confiabilidad de la fuente de 24VDC que alimenta al PLC.	106
4.6.5	Confiabilidad del cableado.	106
4.6.6	Confiabilidad de la válvula solenoide.	107
4.6.7	Confiabilidad de la válvula de Bola.	108
4.6.8	Cálculo de la confiabilidad total de la línea	108

5.	MÉTODO DE SELECCIÓN	110
5.1	SELECCIÓN SENSORES DE NIVEL	110
5.2	SELECCIÓN DEL PLC	113
5.3	SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE NIVEL, VÁLVULAS DE CONTROL Y SERVO-VÁLVULAS	113
6.	EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN	114
6.1	SENSORES DE NIVEL ULTRASÓNICOS PROBE	114
6.2	VÁLVULAS AUTO REGULADORAS DE NIVEL CON PILOTO DE FLOTADOR DIFERENCIAL.	115
6.3	VÁLVULA SOLENOIDE	117
6.3.1	Principio de operación válvula solenoide	118
6.3.2	Válvula de solenoide operadas por piloto	118
6.4	VÁLVULA AUTO REGULADORA DE PRESIÓN	120
6.5	MÓDULO REGULADOR DE PRESIÓN PRS-DIAL	121
6.6	ELECTROVÁLVULA	122
6.7	TRANSMISOR DE PRESIÓN SITRANS P	123
7.	TELEMETRÍA	124
7.1	PLC SIEMENS SIMATIC S7-200	124
7.2	SINAUT MD 720-3	125
7.3	COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PROFIBUS DP	127
7.4	TRANSMISIÓN GPRS	127



8.	BENEFICIOS DEL PROYECTO	132
8.1	AHORRO APROXIMADO CONSUMO ELECTRICO ANUAL	133
8.2	AHORRO APROXIMADO POR IMPROVISTOS Y MANTENIMIENTOS ANUAL	133
8.3	AHORRO ANUAL APROXIMADO EN SALARIOS	133
8.4	AHORRO TOTAL APROXIMADO ANUALMENTE	133
9.	PRESUPUESTO	134
10.	CONCLUSIONES	135
11.	RECOMENDACIONES	136
	BIBLIOGRAFÍA	137
	ANEXOS	138