



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Electrónico

TÍTULO:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA
PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA USANDO UN
TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.**

AUTORES:

**Jaime Leonardo Torres Capuz
Shirley Ximena Chanoluisa Martínez**

DIRECTOR:

ING. MÓNICA MIRANDA

GUAYAQUIL, Marzo del 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

La presente tesis “**Diseño e implementación de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo PID para pruebas en el laboratorio de Automatización Industrial**”, previa a la obtención del Título de Ingeniero Electrónico, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas establecidas por las NORMAS APA de las páginas correspondientes. Los conceptos desarrollados, investigaciones realizadas, prácticas elaboradas, análisis y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Tesis referido.

Autores:

JAIME TORRES C.

XIMENA CHANOLUISA M.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por permitirme ver cada día un nuevo amanecer y darme fuerzas en esos días que difíciles pero no imposibles de superar.

Este proyecto se lo dedico a mis padres Emperatriz Martínez y Gerardo Chanoluisa que me han brindado su apoyo incondicional y han sido mi ejemplo a seguir, porque me enseñaron que todo lo que uno se propone lo puedes lograr solo hay que tener determinación y ser constante.

También quiero dedicarle este logro a mi hermano Xavier Chanoluisa que con sus consejos me permitía visualizar de mejor manera los obstáculos que se me presentaban, a mis amigos y compañeros de aula que sin duda han sido parte fundamental en este largo camino, compartimos buenos y malos momentos los mismo que hoy en día son recuerdos de una gran etapa de mi vida.

Probablemente no pueda nombrar a cada uno de las personas que de una u otra forma estuvieron presentes en mi vida y me ayudaron a mejorar, a tomar siempre lo bueno de cada situación y no cometer los mismos errores.

Limena Chanoluisa Martinez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida, por guiarme y llevarme de su mano hasta el cumplimiento de esta meta y porque sin él nada es posible.

A mis padres Jaime Torres y Narcisa Capuz por ser mi guía, porque gracias a su apoyo he llegado hasta esta etapa de mi vida; gracias por estar conmigo siempre que te los eh necesitado, por la motivación constante durante toda mi vida personal y estudiantil, por su amor y dedicación para conmigo, y por todas esas noches de desvelo que estuvieron acompañándome.

A mi hermano Kevin Torres por ser no solo mi hermano sino también mí mejor amigo, por su apoyo incondicional en los momentos de dificultad.

También le quiero dedicar este logro a mi esposa Génesis Mosquera y a mi hijo Ian Torres que fueron una fuente de inspiración para alcanzar este logro más en mi vida.

Jaime Torres Capuz.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis de ingeniería si bien ha requerido de esfuerzo y mucha de dedicación por parte de los autores y tutor de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaremos.

Primero y antes que nada, debemos dar gracias a Dios por estar entre nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones y ayudarnos a conseguir nuestra meta, por permitirnos compartir nuestros años de aprendizaje con aquellas personas que de una u otra forman han significado un gran apoyo para conseguir nuestro título de profesionales.

Gracias a nuestros padres que con su amor, paciencia y mucha dedicación para con nosotros nos motivaron siempre con las palabras necesarias para superar cada prueba de vida que se nos presentó.

También queremos agradecer a nuestros familiares, amigos, profesores de cátedra y principalmente a nuestra tutora de tesis la Ing. Mónica Miranda.

Índice General

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1 TEMPORAL	2
1.2.2 FÍSICA	3
1.2.3 ACADÉMICA	3
1.2.3.1 MODO MANUAL.....	3
1.2.3.2 MODO AUTOMÁTICO.....	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5 VARIABLES E INDICADORES	5
1.5.1 VARIABLES.....	5
1.5.2 INDICADORES	6
1.6 METODOLOGÍA.....	6
1.6.1 OBSERVACIÓN CIENTÍFICA.	6
1.6.2 EXPERIMENTAL.	6
1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA	7
1.8 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	7
1.8.1 BENEFICIARIOS	7
1.8.2 IMPACTO	7
CAPÍTULO II	9

MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 SISTEMAS DE LLENADO DE FLUIDOS	9
2.2 SISTEMAS DE CONTROL.....	9
2.2.1 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO	10
2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO	10
2.2.2 SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO.....	11
2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO.....	12
2.2.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO.....	13
2.2.2.2.1 ELEMENTO DE COMPARACIÓN	13
2.2.2.2.2 ELEMENTO DE CONTROL	13
2.2.2.2.3 ELEMENTO DE CORRECCIÓN	13
2.2.2.2.4 ELEMENTO DE PROCESO	13
2.2.2.2.5 ELEMENTO DE MEDICIÓN	14
2.3 CONTROL PID.....	14
2.3.1 FUNCIONAMIENTO	15
2.3.1.1 EL SENSOR	16
2.3.1.2 EL CONTROLADOR	16
2.3.1.3 EL ACTUADOR	16
2.3.2 COMPONENTES DE UN CONTROLADOR PID	17
2.3.2.1 PROPORCIONAL.....	17
2.3.2.2 INTEGRAL	18
2.3.2.2 DERIVATIVO.....	20
2.4.1.1 MEDICIÓN POR DESPLAZAMIENTO	22
2.4.1.2 MEDICIÓN DE NIVEL POR CONDUCTIVIDAD	23
2.4.1.3 MÉTODO POR ULTRASÓNICO	23
2.4.1.4 MEDICIÓN DE NIVEL POR PRESIÓN DIFERENCIAL	24
2.4.2 INTERRUPTOR DE NIVEL DE LÍQUIDO	25
2.4.3 ELECTROVÁLVULA.....	25
2.4.4 BOMBA CENTRÍFUGA	26
2.4.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	26
2.4.5 ARRANCADOR SUAVE.....	27

2.4.5.1	TIPOS DE ARRANCADORES.....	27
2.4.5.1.1	ARRANCADOR ESTRELLA-DELTA	27
2.4.5.1.2	ARRANCADOR ELECTRÓNICO	27
2.4.5.1.3	ARRANCADOR EMBOBINADO PARTIDO	27
2.4.5.1.4	ARRANCADOR DE VOLTAJE REDUCIDO	27
2.5	MÉTODO DE SINTONIZACIÓN DE PID.....	28
CAPÍTULO III.....		33
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA A ESCALA.....		33
3.1	DISEÑO ESQUEMATICO DE LA PROPUESTA.	33
3.1.1	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN MODO MANUAL.	34
3.1.2	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN MODO AUTOMÁTICO.....	34
3.2	CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL ELECTRICO DE LA PLANTA A ESCALA	37
3.3	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DE LA PLANTA A ESCALA	40
3.4	INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	42
3.4.1	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TRANSMISOR DE NIVEL.....	45
3.5	CABLEADO ELÉCTRICO DE INTERCONEXIÓN ENTRE TABLERO DE CONTROL Y PLANTA.....	46
CAPÍTULO IV.....		48
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....		48
4.1	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO.....	48
4.1.1	MODO MANUAL	49
4.1.2	MODO AUTOMÁTICO	49
4.2	PSEUDOCÓDIGO DE LA PRUEBA (FLUJOGRAMA)	50
4.3	VARIABLES PROGRAMADAS	51
4.4	PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	52
4.4.1	BLOQUE NORM_X.....	52
4.4.2	BLOQUE SCALE_X	53
4.5	HMI VIRTUAL.....	54
4.6	JUSTIFICACIÓN MATEMÁTICA DEL PID DEL TIA POTAL.....	56
CAPÍTULO V		61
5.1	INTRODUCCIÓN.....	61

5.2	PRÁCTICA 1	61
5.3	PRÁCTICA 2	69
5.4	PRÁCTICA 3	73
5.4	PRÁCTICA 4	79
5.6	PRÁCTICA 5	85
5.7	PRÁCTICA 6	92
5.8	PRÁCTICA 7	99
5.9	PRÁCTICA 8	106
5.8	PRÁCTICA 9	113
5.9	PRÁCTICA 10	117
	RECOMENDACIONES	122
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	123
	PRESUPUESTO	124
	BIBLIOGRAFÍA	126
	ANEXOS..	128
	ANEXO 1.....	128
	ANEXO 2.....	130
	ANEXO 3.....	138

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla para cálculo de parámetros de PID por Método de Cohen – Coon.....	32
Tabla 2. Tabla de variables programadas en el PLC.....	51
Tabla 3. Codificación de colores cuadros indicadores de estado.....	55
Tabla 4. Variables de la ecuación que utiliza bloque PID_Compact.....	56
Tabla 5. Descripción de comandos del bloque PID_Compact.....	59
Tabla 6. Datos técnicos de arrancador suave.....	67
Tabla 7. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 1.....	68
Tabla 8. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa	70
Tabla 9. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 2.....	72
Tabla 10. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	75
Tabla 11. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 3.....	78
Tabla 12. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	80
Tabla 13. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 4.....	84
Tabla 14. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	86
Tabla 15. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 5.....	91
Tabla 16. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	93
Tabla 17. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 6.....	98
Tabla 18. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	102
Tabla 19. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 7.....	105
Tabla 20. Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.....	108
Tabla 21. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 8.....	112
Tabla 22. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 9.....	116
Tabla 23. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 10.....	120

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama Esquemático de un sistema de control de lazo abierto	10
Figura 2. Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazo abierto	10
Figura 3. Diagrama Esquemático de un sistema de control de lazo cerrado	12
Figura 4. Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazo abierto	12
Figura 5. Elementos básicos de un sistema de control de lazo cerrado..	14
Figura 6. Diagrama de bloques de un control PID.....	15
Figura 7. Fórmula del Proporcional de un control PID.....	18
Figura 8. Comportamiento del Proporcional de un control PID	18
Figura 9. Fórmula del Integral de un control PID.....	19
Figura 10. Comportamiento del Integral de un control PID	19
Figura 11. Fórmula del Integral de un control PID.....	20
Figura 12. Comportamiento del Integral de un control PID	21
Figura 13. Técnica de medición por desplazamiento.....	22
Figura 14. Técnica de Medición del Nivel por conductividad.....	23
Figura 15. Medición de nivel por ultrasónico.	24
Figura 16. Medición de nivel por presión diferencial.....	25
Figura 17. Diseño de Bomba Centrífuga	26
Figura 18. Diagrama de bloques de un sistema de control realimentado.....	29
Figura 19. Expresión matemática de comportamiento de un termostato	29
Figura 20. Expresión matemática de un controlador PID	30
Figura 21. Representación de Método de Cohen - Coon	31
Figura 22. Función de transferencia del Método de Cohen - Coon	31
Figura 23. Desempeño del Método de la curva de reacción de Cohen – Coon	31
Figura 24. Gráfica de comportamiento de función de transferencia del Método de..	32
Figura 25. Esquema Físico de Planta de Llenado de Tanque.....	33
Figura 26. Diagrama de bloques de la planta propuesta	34
Figura 27. Planta a escala vista isométrica.....	35
Figura 28. Planta a escala vista frontal	35
Figura 29. Planta a escala vista lateral.	36
Figura 30. Planta a escala vista frontal.....	36
Figura 31. Planta a escala vista superior.	36

Figura 32. Tablero de Control Automático	37
Figura 33. Tarjeta electrónica de control.	38
Figura 34. Cable Serial DB25	38
Figura 35. PLC S7-1200.	39
Figura 36. Modo de fijación de Signal Board.	39
Figura 37. Tanque de Almacenamiento de Agua.	40
Figura 38. Válvula Solenoide de 24Vdc.	41
Figura 39. Arrancador suave para bomba dosificadora	41
Figura 40. Bomba dosificadora de 24Vdc.	42
Figura 41. Transmisor de Nivel.	43
Figura 42. Simulación en programa PROTEUS de Adaptación de Corriente Analógica de 4m A a 2Vdc.	43
Figura 43. Simulación en programa PROTEUS de Adaptación de Corriente Analógica de 20m A a 10Vdc.	44
Figura 44. Comportamiento Lineal Corriente Analógica VS Presión	44
Figura 45. Comportamiento Lineal Voltaje Analógico VS Presión	45
Figura 46. Esquema de conexión para calibración de Transmisor de Nivel.	46
Figura 47. Tablero de Interconexión.	47
Figura 48. Flujo grama del proceso.	50
Figura 49. Ejemplo de normalización de valores.	52
Figura 50. Ejemplo de escalamiento de valores.	53
Figura 51. Bloque Norm_X y Scale_X.	53
Figura 52. Pantalla principal de control del sistema de llenado de tanques.	54
Figura 53. Cuadro indicador de estado (activo o inactivo)	54
Figura 54. Cuadro de control de sistema.	55
Figura 55. Cuadro de accionamiento (ON/OFF) de equipos del sistema.	55
Figura 56. Diagrama de bloque PID_Compact.	57
Figura. 57. Diagrama de bloque PID_Compact con sistema anti - widupl.	57
Figura 58. Bloque PID_Compact.	58
Figura 59. Diseño de bomba centrífuga	64
Figura 60. Simbología de válvula de 2/2 vías	65
Figura 61. Diagrama de conexión de válvula de 2/2 vías	65
Figura 62. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de bomba.	71

Figura 63. Lógica de programación de activación/desactivación de válvula.....	71
Figura 64. Indicadores de estado de los equipos.....	72
Figura 65. Lógica de programación inicio de programa.	75
Figura 66. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de bomba.....	76
Figura 67. Escalamiento de señal analógica.	76
Figura 68. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de la válvula	77
Figura 69. Indicadores de estado de los equipos.....	77
Figura 70. Confirmación del inicio del proceso.....	80
Figura 71. Selección del modo de operación.	81
Figura 72. Lógica de programación de la activación/desactivación de la bomba.....	81
Figura 73. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula.	82
Figura 74. Indicadores de estado de los equipos.....	82
Figura 75. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula en modo automático.....	83
Figura 76. Activación de las salidas digitales.	83
Figura 77. Confirmación de inicio del proceso.....	86
Figura 78. Selección del modo de operación.	87
Figura 79. Lógica de programación de act/desac de bomba modo local.	87
Figura 80. Lógica de programación de act/desac de válvula modo local.	88
Figura 81. Indicadores de estado de los equipos.....	88
Figura 82. Lógica de programación de act/desac de válvula modo remoto.....	89
Figura 83 Lógica de programación de act/desac de bomba modo remoto.....	89
Figura 85. Cálculos de la histéresis.....	90
Figura 84. Escalamiento de señal analógica.	90
Figura 86. Confirmación de inicio del proceso.....	94
Figura 87. Selección de modo de operación.	94
Figura 88. Lógica de programación de act/desac en modo manual de la bomba y la válvula.	95
Figura 89. Indicador de estado de los equipos.	95
Figura 90. Lógica de programación de act/desac de válvula en modo automático....	96
Figura 91. Lógica de programación de act/desac de bomba en modo automático. ...	96
Figura 92. Escalamiento de señal analógica.	97

Figura 93. Activación de alarma de rebose del tanque 1	97
Figura 94. Activación de sirena por la alarma de rebose de tanque 1.....	97
Figura 95. Activación de salidas digitales.....	98
Figura 96. Ingreso de nombre del canal.....	100
Figura 97. Confirmación de activación de canal.....	100
Figura 98. Configuración de variable en kepsserver.	101
Figura 99. Pantalla de SCADA en Labview.	101
Figura 100. Configuración de ingreso de variables en Labview.....	102
Figura 101. Activación de sistema y activación / desactivación de bomba.	103
Figura 102. Escalamiento de señal analógica.	103
Figura 103. Lógica de programación activación /desactivación de válvula.	104
Figura 104. Indicadores de estado de los equipos.....	104
Figura 105. Selección del tipo de controlador	107
Figura 106. Selección del HMI	107
Figura 107. Topología de comunicación.....	108
Figura 108. Ingreso de inicio del programa y selección de modo de operación.....	109
Figura 109. Activación/Desactivación de bomba centrífuga.....	109
Figura 110. Activación/Desactivación de la válvula.....	110
Figura. 111. Indicadores de estado de los equipos.....	110
Figura 112. Lógica de programación modo automático de la válvula.....	111
Figura 113. Lógica de programación modo automático de la bomba.....	111
Figura 114. Escalamiento de señal analógica	111
Figura 115. Lógica de programación de las salidas digitales.....	112
Figura 116. Selección del tipo de control.....	114
Figura 117. Selección del modo de operación	114
Figura 118. Lógica de programación de la activación/desactivación de la bomba..	115
Figura 119. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula.	115
Figura 116. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula.	116
Figura 120. Selección del modo de operación	118
Figura 121. Escalamiento de la señal analógica.....	118
Figura 122. Bloque PID _Compact.....	119
Figura 123. Ventana de configuración de bloque PID _Compact_	119
Figura.124. Lógica de programación de seguridad de rebose.....	119
Figura 125. Lógica de programación de apertura y cierre de válvula.....	120

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2015	Shirley Ximena Chanoluisa Martínez Jaime Leonardo Torres Capuz	Ing. Mónica Miranda	“Diseño e implementación de sistema de control en planta a escala de llenado de tanques usando un transmisor de nivel que emplea control PID para pruebas de laboratorio de Automatización Industrial”

La presente tesis: “Diseño e implementación de sistema de control en planta a escala de llenado de tanques usando un transmisor de nivel que emplea control PID para pruebas de laboratorio de Automatización Industrial”, se basa en aplicaciones específicas de un sistema de control industrial, con el cual se puede realizar prácticas orientadas a las áreas de instrumentación y automatización.

Este proyecto se creó con el fin de brindarles a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica la oportunidad de familiarizarse con un proceso industrial frecuentemente implementado, esto permitirá que pueda conocer, la configuración, las conexiones eléctricas, el control y monitoreo de variables que conforman un lazo de control automático, lo cual contribuirá en la formación de conocimientos más sólidos con respecto a sistemas de control real, pues se encontrarán con este tipo de instrumentación y control en su etapa laboral.

Al proyecto lo complementa un análisis del proceso desarrollado con experimentos y pruebas, que crean un sistema didáctico para el estudiante de la carrera.

Palabras Claves: Diseño, Implementación, Control, Monitoreo, Automatización, PID, Nivel.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	THESIS DIRECTOR	THESIS TITLE
2015	Shirley Ximena Chanoluisa Martínez Jaime Leonardo Torres Capuz	Ing. Mónica Miranda	“Design and Implementation of a control system of filling of tanks on a scale plant, with a level transmitter using PID control for laboratory trials of Industrial Automation”

This present thesis: “Design and Implementation of a control system of filling of tanks on a scale plant, with a level transmitter using PID control for laboratory trials of Industrial Automation” is based on specific applications of an industrial control system with which instrumentation and automation oriented practices can be done.

This project was created with the objective of giving the students of the Electronics Engineering career, the opportunity to familiarize with a frequently implemented industrial process which will allow them to acquaint the configuration, electrical connections, the control, and the monitoring of variables forming an automatic control loop. This will contribute on the acquisition of more solid knowledge regarding real control systems which they will encounter on their professional life.

The project is complemented by an analysis of the developed processes through experiments and tests that create an instructive system for the Engineering student.

Key Words: Design, Implementation, Control, Monitoring, Automation, PID, Level.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto fue realizado pensando en los estudiantes de la carrera de Ingeniería electrónica en lo ciclo superiores, la idea es ayudar a formar conceptos más concretos acerca de los sistemas de automatización y control que se presentan en las industrias.

El proyecto aporta conocimientos en las áreas de automatización e instrumentación, las cuales son áreas vitales dentro del estudio e implementación de un sistema de control.

En el Capítulo I se detalla el planteamiento del problema original que conlleva a la propuesta del presente proyecto y sus objetivos.

En el Capítulo II se muestran los fundamentos teóricos que respaldan los principios de funcionamiento de los equipos y sistema a emplear en la resolución del problema.

En el Capítulo III se presenta la construcción del proyecto, instalación eléctrica y montaje.

En el Capítulo IV se presenta el desarrollo del programa automático a implementar, desarrollo del sistema SCADA y variables a emplear.

En el Capítulo V se detallan las prácticas propuestas para el correcto uso y aprovechamiento del equipo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad un requisito esencial en los distintos campos de trabajo existentes en nuestro país es el hecho de que los futuros profesionales se encuentre lo más familiarizados posible con los programas y dispositivos que son utilizados en las labores diarias dentro de una empresa, lo que a ellos les representaría una mejora en sus actividades y desempeño laboral dado que contarían con un recurso humano con un mayor grado de respuesta frente a las diversas situaciones que se pudieran presentar.

La Universidad Politécnica Salesiana cuenta con un laboratorio de Automatización Industrial designado para la carrera de Ing. Electrónica el cual ha sido equipado con módulos para aprendizaje de automatización, sin embargo no se cuenta con módulos provistos de varios equipos que son muy comunes en las distintas áreas de trabajo en una industria, permitiendo de tal forma simular un proceso más elaborado con un mayor grado de realismo.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 TEMPORAL

El proyecto que se va a realizar tiene un tiempo estimado de siete meses que comprende el periodo Septiembre 2014 – Marzo 2015.

1.2.2 FÍSICA

El proyecto será ejecutado en el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana campus Centenario ubicado en el sur de la ciudad Guayaquil entre la calle Robles 107 y Chambers.

1.2.3 ACADÉMICA

El proyecto consiste en un sistema de llenado de tanques por medio de una bomba dosificadora con alimentación de 24VDC, la misma que será controlada por un arrancador suave.

El proceso va a ser controlado de forma general por un PLC de la marca Siemens (S7-1200) que guarde relación con los ya existentes en el laboratorio, este dispositivo será obsequiado al laboratorio de automatización para que cuente con más controladores a disposición de los estudiantes.

Los sensores que se utilizaran para indicar el estado de los tanques serán un transmisor de nivel y sensores de nivel puntuales.

El actuador a usar será un electro-válvula de 24Vdc. La mini planta contará con dos modos de operación manual y automático.

El módulo tendrá dos modos de operación los cuales serán manual o automático.

1.2.3.1 MODO MANUAL

El módulo manual se lo ha catalogado para que sirva como un método de comprobación del adecuado funcionamiento de equipos puntuales como válvulas y bomba dosificadora, es decir se permitirá controlar la activación/desactivación de los mismos.

1.2.3.2 MODO AUTOMÁTICO

De acuerdo a los rangos establecidos por medio de programación para el transmisor de nivel y el estado que indique el sensor de nivel bajo del segundo tanque, el PLC (S7-1200) enviará una señal de activación a la bomba centrífuga, la válvula se abrirá para generar una perturbación y probar el buen funcionamiento del PID.

Al contar con un sensor de nivel alto indicará el nivel de agua dentro del tanque permitiendo así el cierre de la válvula y activación de la bomba centrífuga para que el agua recircule dentro del proceso. Está claro que las condiciones pueden estar expuestas a variaciones dado el requerimiento o práctica que se quiera ejecutar.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la mejora del laboratorio de automatización de la Universidad Politécnica Salesiana, mediante el diseño y construcción de un módulo educativo que cuente con una gran variedad de equipos industriales, para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Construir una maleta didáctica de fácil manejo y movilización.
2. Adquirir equipos requeridos para la construcción de planta a escala.
3. Desarrollar distintas prácticas de laboratorio.
4. Realizar pruebas eléctricas y de control entre equipos instalados en el proceso y el PLC.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de tesis fue mentalizado con la idea de proporcionarle a la Universidad Politécnica Salesiana nuevas herramientas de estudio para llevar al laboratorio de automatización a niveles más elevados de sofisticación, dado que la mini planta que proponemos tendrá como fin primordial brindarles a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica los recursos necesarios para que en su etapa académica se resuelvan o despejen el mayor número de dudas que pudiesen tener.

Los estudiantes contarán con un módulo que los llevara a enfrentarse a situaciones más reales dentro de un proceso de automatización, permitiéndoles que puedan conocer el funcionamiento, configuración, conexión eléctrica de fuerza y control de los equipos que intervienen en un lazo de control automático, para así fomentar el desarrollo de habilidades como análisis de procesos y análisis de fallas.

La experiencia adquirida desde su formación en la universidad será de vital ayuda para que futuros profesionales ya que les permitirá acceder con mayor facilidad a las distintas empresas y a su vez realzar la excelente enseñanza impartida día a día en la Universidad Politécnica Salesiana.

1.5 VARIABLES E INDICADORES

1.5.1 VARIABLES

Señal analógica: 0-10V (transmisor de presión)

Tipo de control: PID

Señal de nivel: señal de lleno y vacío (sensor puntual)

Velocidad: Arrancador Suave

1.5.2 INDICADORES

Señal analógica: Determinar el tipo de señal analoga con la que va a trabajar e controlador lógico programable a emplear.

Señal de nivel: Establecer en que momento del sistema de llenado los tanques están vacíos o llenos.

Tipo de control: Elegir correctamente el tipo de control a usar en el sistema.

Velocidad: Determinar el tiempo de arranque de la bomba en el lazo de control PID.

1.6 METODOLOGÍA.

1.6.1 OBSERVACIÓN CIENTÍFICA.

Se busca convertir a una planta a escala en un centro de aprendizaje de los sistemas de control latentes en la industria para los estudiantes de la carrera de electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.6.2 EXPERIMENTAL.

Se debe establecer un listado de asignaciones de las señales de los equipos que conforman el sistema de llenado de tanques para que a través de una tarjeta electrónica se envíe dichas señales al controlador lógico programable, la lectura adquiridas de los distintos sensores de nivel durante el proceso nos permitirán controlar y generar distintas situaciones probando la factibilidad de nuestra implementación al mismo tiempo que se podrá recopilar los datos obtenidos y realizar las comparaciones respectivas para realizar los ajuste que sean necesarios.

1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población estará delimitada por los estudiantes de sexto y séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad politécnica Salesiana ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Muestra:

La muestra se realizó en el curso de automatismo 1 y 2 que se encuentra en el edificio de la Facultad de Ingenierías Técnicas.

1.8 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

1.8.1 BENEFICIARIOS

Los principales beneficiarios son los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica que podrán contar con módulos educativos más completos que les permitan conocer y configurar algunos de los dispositivos que se encontraran a nivel industrial, mejorando su capacidad de respuesta frente a situaciones que tengan similitud con las que se podrían plantear en las prácticas de laboratorio.

El segundo beneficiario sin duda alguna es la Universidad Politécnica Salesiana ya que podrá demostrar que es un centro educativo con excelente proyección académica ya que forma profesionales experimentados y capacitados para desenvolverse eficazmente en el campo laboral.

1.8.2 IMPACTO

El proyecto “Diseño e implementación de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo PID para

pruebas en el laboratorio de Automatización Industrial”, se enfoca en proporcionar una nueva herramienta de aprendizaje a los docentes de la carrera de Ingeniería Electrónica para que los instruyan con equipos, procesos y situaciones más afín con las que en el campo profesional los futuro estudiantes de esta prestigiosa universidad pudieran enfrentarse.

El proyecto busca brindar un módulo educativo con una estructura dinámica y de fácil acceso a todos los equipos electrónicos y eléctricos que intervienen en el proceso a escala para que la manipulación de los mismos sea la adecuada. Para complementar y optimizar el uso de este módulo se ha previsto proporcionar la documentación pertinente como lo son fichas técnicas de equipos, catálogos, manuales de operación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE LLENADO DE FLUIDOS

En las industrias se requiere por lo general tener una producción continua de un producto, si dicho producto requiere tener el control del volumen de agua dentro de su proceso de fabricación o en cuyo caso se desea evitar que un líquido se derrame o se pierda dentro del proceso, se debe tener un control para la medición del nivel del líquido que se esté tratando dentro de un recipiente contenedor, sin embargo a nivel industrial se torna más compleja su resolución.

Los sistemas de llenado de agua o algún fluido son indispensables en las industrias y estos son controlados a través de sensores y actuadores de forma automática a través de un programador lógico controlado o un circuito de control eléctrico común. Los sensores envían una señal al controlador para que la bomba arranque o pare dependiendo del nivel que se requiera en el tanque, los sensores más comunes empleados para controlar el rebose de un tanque son los sensores de boya o flotadores, los cuales envían un pulso al PLC.

2.2 SISTEMAS DE CONTROL

Recordemos que los sistemas automáticos y los robots son capaces de iniciar y detener procesos sin la intervención manual del usuario. Para ello necesitarán recibir información del exterior, procesarla y emitir una respuesta; en un automatismo dicha respuesta será siempre la misma pero en un robot podemos tener diferentes comportamientos según las circunstancias. A esto se le llama un sistema de control.

A la información que recibe el sistema del exterior se le denomina de forma genérica entrada o input. A las condiciones que existen en el exterior después de la actuación (o no actuación) del robot se les denomina de forma genérica salida output. (Recursos Educación, 2014)

2.2.1 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

El control en lazo abierto se caracteriza porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sólo dirección. (Ingeniería de Sistemas y Automática)

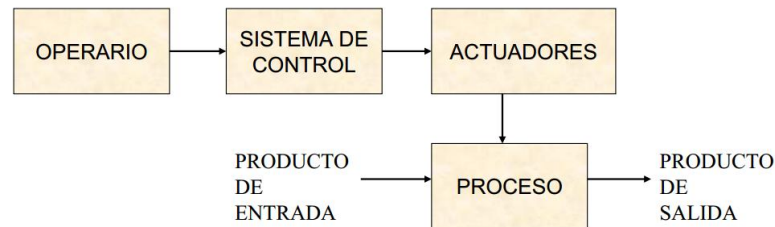


Figura 1. Diagrama Esquemático de un sistema de control de lazo abierto

Por: Ingeniería de Sistemas y automática. Recuperado de:

http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/MaterialApoyoPracticas/01_Introduccion_al_laboratorio.pdf



Figura 2. Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazo abierto

Por: Academia.edu. Recuperado de:

http://www.academia.edu/7885227/Sistemas_de_control_-_lazo_abierto_-_lazo_cerrado

2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

- No se compara la salida del sistema con el valor deseado de la salida del sistema (referencia).
- Para cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fijada.

- La exactitud de la salida del sistema depende de la calibración del controlador.
- En presencia de perturbaciones estos sistemas de control no cumplen su función adecuadamente.
- El control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos o por tiempo. Se programa utilizando PLCs (controladores de lógica programable). (García J. , 2013)

Un ejemplo de sistema de lazo abierto es el semáforo. La señal de entrada es el tiempo asignado a cada luz (rojo, amarilla y verde) de cada una de las calles. El sistema cambia las luces según el tiempo indicado, sin importar que la cantidad de tránsito varíe en las calles.

La mayor parte de sistemas de lazo abierto serán automatismos a los que no podremos llamar en sentido estricto robots porque, al no tener en cuenta la salida, su capacidad de toma de decisiones “inteligentes” es muy limitada.

Por ejemplo, un sistema de riego en lazo abierto tiene un temporizador que lo pone en marcha todos los días a una determinada hora; riega las plantas durante un cierto tiempo pasado el cual se interrumpe, con independencia de que las plantas hayan recibido la cantidad de agua adecuada, una cantidad excesiva o una cantidad insuficiente. Se trata de un automatismo, pero no de un auténtico robot. (Tecnología-Técnica, 2012)

2.2.2 SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO

El control en lazo cerrado se caracteriza porque existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a éste último

conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso. (Ingeniería de Sistemas y Automática)

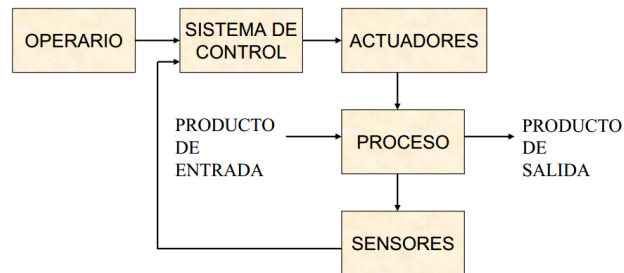


Figura 3. Diagrama Esquemático de un sistema de control de lazo cerrado
 Por: Ingeniería de Sistemas y automática. Recuperado de:
http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/MaterialApoyoPracticas/01_Introduccion_al_laboratorio.pdf

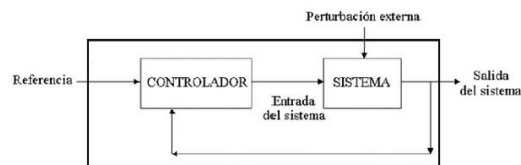


Figura 4. Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazo abierto
 Por: Academia.edu. Recuperado de:
http://www.academia.edu/7885227/Sistemas_de_control_-_lazo_abierto_-_lazo_cerrado

2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

- La entrada obtiene información de la salida esto quiere decir que es un lazo realimentado.
- Su configuración ayuda a corregir el efecto de las perturbaciones que se presentan.

- Los sistemas de lazo cerrado son más complejos que los sistemas de lazo abierto por tal motivo el costo de implementación aumenta. Es más preciso y exacto que el lazo abierto.
- Un sistema de lazo cerrado tiene una precisión y exactitud que un sistema de lazo abierto.

2.2.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

2.2.2.2.1 ELEMENTO DE COMPARACIÓN

Este elemento compara el valor requerido o de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida, y produce una señal de error la cual indica la diferencia del valor obtenido a la salida y el valor requerido. (Sánchez, 2012)

2.2.2.2.2 ELEMENTO DE CONTROL

Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe una señal de error. (Sánchez, 2012)

2.2.2.2.3 ELEMENTO DE CORRECCIÓN

Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error. (Sánchez, 2012)

2.2.2.2.4 ELEMENTO DE PROCESO

El proceso o planta, es el sistema donde se va a controlar la variable. (Sánchez, 2012)

2.2.2.2.5 ELEMENTO DE MEDICIÓN

Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada, y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no error. (Sánchez, 2012)

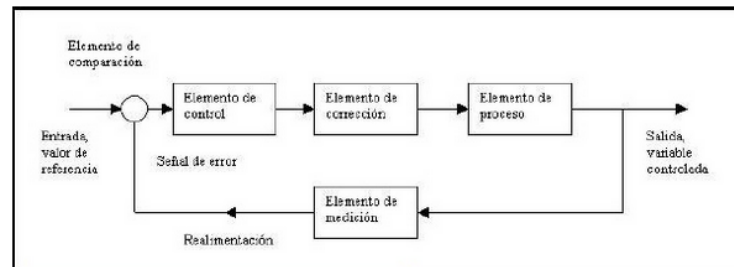


Figura 5. Elementos básicos de un sistema de control de lazo cerrado.

Por: Hugo Sanchez, 2012. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/doc/84612488/Sistemas-en-Lazo-Cerrado-y-Abierto>

2.3 CONTROL PID

El control PID es un mecanismo de control que a través de un lazo de retroalimentación permite regular la velocidad, temperatura, presión y flujo entre otras variables de un proceso en general. El controlador PID calcula la diferencia entre nuestra variable real contra la variable deseada. En sistemas de bombeo, regularmente nos interesa mantener la presión o flujo constante, por lo tanto, el control PID mide la diferencia entre la presión en la tubería y la presión requerida y actúa variando la velocidad del motor para que podamos tener nuestra presión o flujo constante.

El algoritmo de control incluye tres parámetros fundamentales: Ganancia proporcional (P), Integral (I) y Derivativo (D).

El parámetro Proporcional (P) mide la diferencia entre el valor actual y el set-point (en porcentaje) y aplica el cambio. Para aplicaciones sumergibles, el valor recomendado es 50% y para aplicaciones centrífugas, el valor recomendado es 10%. El parámetro Integral (I) se refiere al tiempo que se toma para llevar a cabo acción

correctiva. Mientras el valor sea más pequeño, el ajuste es más rápido pero puede causar inestabilidad en el sistema, oscilaciones, vibración de motor y de la bomba. El valor recomendado para aplicaciones sumergibles es de 0.5 segundos y para aplicaciones centrífugas es de 1 segundo.

El parámetro Derivativo (D) emite una acción predictiva, es decir, prevé el error e inicia una acción oportuna. Responde a la velocidad del cambio del error y produce una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande. La correcta sintonización o programación de estos parámetros nos ayuda a controlar de manera efectiva nuestra presión o flujo deseado. Si no se programa adecuadamente estos parámetros, el sistema puede quedar inestable y el motor y la bomba pueden comenzar a vibrar y dañarse. (García P. , 2013)

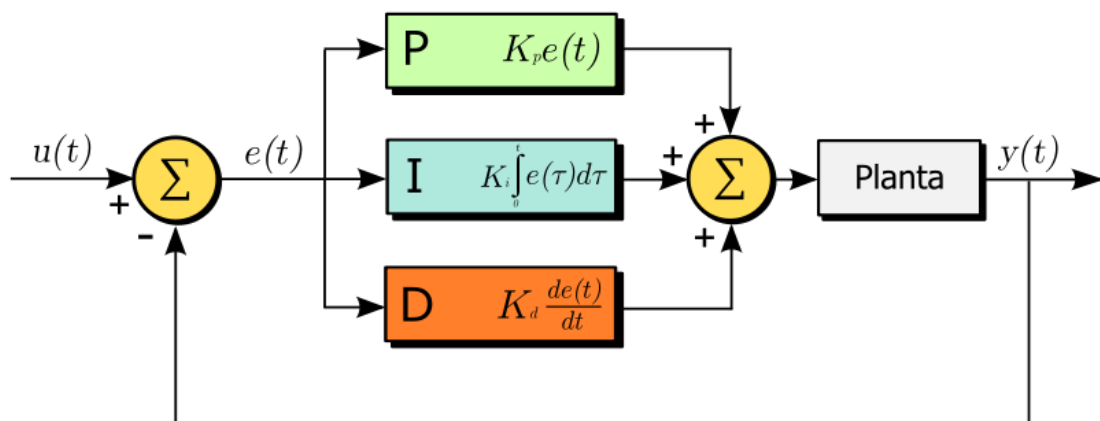


Figura 6. Diagrama de bloques de un control PID

Por: Energesa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energesa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

2.3.1 FUNCIONAMIENTO

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

- Un sensor, que determine el estado del sistema (termómetro, caudalímetro, manómetro, etc).

- Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.
- Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc). (Energesa, 2009)

2.3.1.1 EL SENSOR

Proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el punto actual en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica o frecuencia. En este último caso la señal es de corriente alterna, a diferencia de los dos anteriores, que son con corriente continua. (Energesa, 2009)

2.3.1.2 EL CONTROLADOR

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor. Para hacer posible esta compatibilidad y que, a su vez, la señal pueda ser entendida por un humano, habrá que establecer algún tipo de interfaz (HMI-Human Machine Interface), son pantallas de gran valor visual y fácil manejo que se usan para hacer más intuitivo el control de un proceso. (Energesa, 2009)

2.3.1.3 EL ACTUADOR

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada y

no se aplica directamente sobre el actuador, sino que debe ser transformada para ser compatible con el actuador que usemos. (Energesa, 2009)

2.3.2 COMPONENTES DE UN CONTROLADOR PID

Las tres componentes de un controlador PID son: parte Proporcional, acción Integral y acción Derivativa. El peso de la influencia que cada una de estas partes tiene en la suma final, viene dado por la constante proporcional, el tiempo integral y el tiempo derivativo, respectivamente. Se pretenderá lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo posible los efectos de las perturbaciones. (Energesa, 2009)

2.3.2.1 PROPORCIONAL

La parte proporcional consiste en el producto entre la señal de error y la constante proporcional como para que hagan que el error en estado estacionario sea casi nulo, pero en la mayoría de los casos, estos valores solo serán óptimos en una determinada porción del rango total de control, siendo distintos los valores óptimos para cada porción del rango. Sin embargo, existe también un valor límite en la constante proporcional a partir del cual, en algunos casos, el sistema alcanza valores superiores a los deseados. Este fenómeno se llama sobre-oscilación y, por razones de seguridad, no debe sobrepasar el 30%, aunque es conveniente que la parte proporcional ni siquiera produzca sobre-oscilación. Hay una relación lineal continua entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de control (la válvula se mueve al mismo valor por unidad de desviación). La parte proporcional no considera el tiempo, por lo tanto, la mejor manera de solucionar el error permanente y hacer que el sistema contenga alguna componente que tenga en cuenta la variación respecto al tiempo, es incluyendo y configurando las acciones integral y derivativa. (Energesa, 2009)

La fórmula del proporcional está dada por:

$$P_{sal} = K_p e(t)$$

Figura 7. Fórmula del Proporcional de un control PID

Por: Energisa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energisa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

El error, la banda proporcional y la posición inicial del elemento final de control se expresan en tanto por uno, esto indica la posición que pasará a ocupar el elemento final de control.

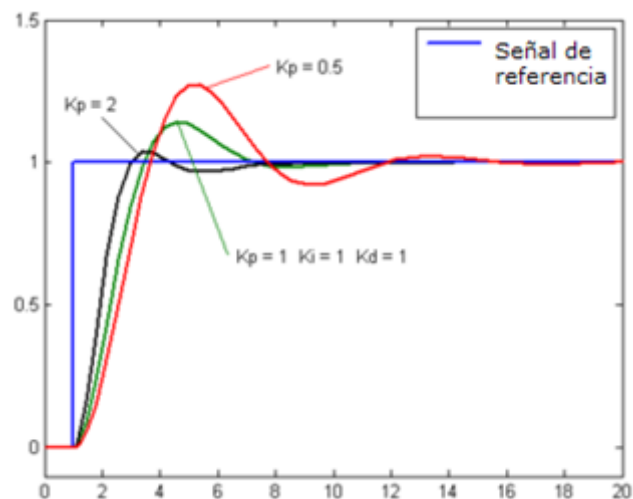


Figura 8. Comportamiento del Proporcional de un control PID

Por: Energisa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energisa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

2.3.2.2 INTEGRAL

El modo de control Integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado estacionario, provocado por el modo proporcional. El control integral actúa cuando hay una desviación entre la variable y el punto de consigna, integrando esta desviación en el tiempo y sumándola a la acción proporcional. El error es integrado, lo cual tiene la función de promediarlo o sumarlo por un periodo de tiempo determinado; Luego es multiplicado por una constante I. I representa la constante de integración. Posteriormente, la respuesta integral es adicionada al modo Proporcional para formar el control P + I con el propósito de obtener una respuesta estable del sistema sin error estacionario.

El modo integral presenta un desfase en la respuesta de 90° que sumados a los 180° de la retroalimentación (negativa) acercan al proceso a tener un retraso de 270° , luego entonces solo será necesario que el tiempo muerto contribuya con 90° de retardo para provocar la oscilación del proceso. <<< la ganancia total del lazo de control debe ser menor a 1, y así inducir una atenuación en la salida del controlador para conducir el proceso a estabilidad del mismo. >>> Se caracteriza por el tiempo de acción integral en minutos por repetición. Es el tiempo en que delante una señal en escalón, el elemento final de control repite el mismo movimiento correspondiente a la acción proporcional.

El control integral se utiliza para obviar el inconveniente del offset (desviación permanente de la variable con respecto al punto de consigna) de la banda proporcional. (Energisa, 2009)

La fórmula del integral está dada por:

$$I_{sal} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Figura 9. Fórmula del Integral de un control PID

Por: Energisa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energisa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

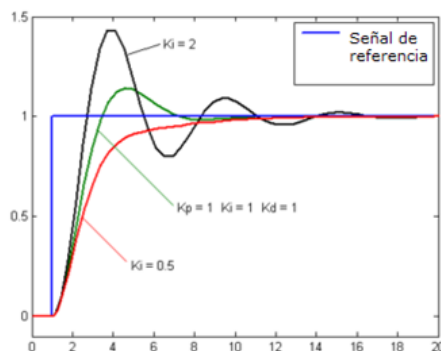


Figura 10. Comportamiento del Integral de un control PID

Por: Energisa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energisa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

2.3.2.2 DERIVATIVO

La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral).

El error es la desviación existente entre el punto de medida y el valor consigna, o "Set Point".

La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

Se deriva con respecto al tiempo y se multiplica por una constante D y luego se suma a las señales anteriores (P+I). Es importante adaptar la respuesta de control a los cambios en el sistema ya que una mayor derivativa corresponde a un cambio más rápido y el controlador puede responder acordemente. (Energesa, 2009)

La fórmula del derivativo está dada por:

$$D_{sal} = K_d \frac{de}{dt}$$

Figura 11. Fórmula del Integral de un control PID

Por: Energesa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energesa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

El control derivativo se caracteriza por el tiempo de acción derivada en minutos de anticipo. La acción derivada es adecuada cuando hay retraso entre el movimiento de la válvula de control y su repercusión a la variable controlada.

Cuando el tiempo de acción derivada es grande, hay inestabilidad en el proceso. Cuando el tiempo de acción derivada es pequeño la variable oscila demasiado con

relación al punto de consigna. Suele ser poco utilizada debido a la sensibilidad al ruido que manifiesta y a las complicaciones que ello conlleva.

El tiempo óptimo de acción derivativa es el que retorna la variable al punto de consigna con las mínimas oscilaciones. (Energresa, 2009)

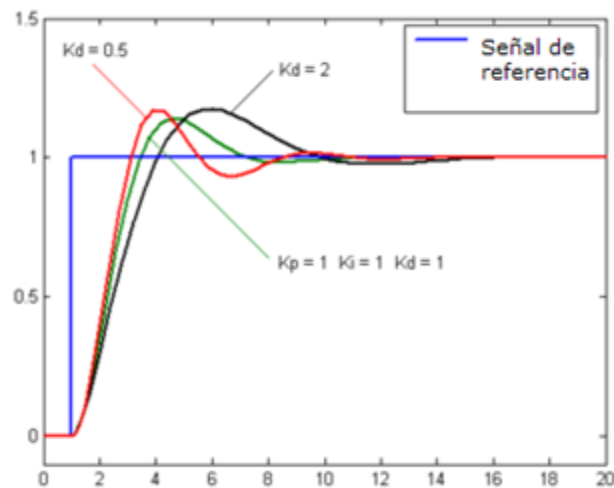


Figura 12. Comportamiento del Integral de un control PID

Por: Energresa, 2009. Recuperado de:

<http://www.energesa.es/pages/12/noti/43-pid.html>

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CONTROL

2.4.1 SENSOR DE NIVEL

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente. Integral para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango específico, en lugar de en

un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual. (Omega)

2.4.1.1 MEDICIÓN POR DESPLAZAMIENTO

El medidor de nivel por desplazamiento está basado en el principio de Arquímedes. Consiste en un flotador parcialmente sumergido en el líquido y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión, unido al tanque. Dentro del tubo y unido a su extremo libre hay una varilla que transmite el movimiento de giro a un transmisor exterior al tanque. El ángulo de rotación del extremo libre del tubo de torsión es función directa de la fuerza aplicada. Al subir el nivel, el líquido ejerce un empuje sobre el flotador igual al volumen de la parte sumergida multiplicada por la densidad del líquido, tendiendo a neutralizar su peso propio, así que el esfuerzo medido por el tubo de torsión será muy pequeño. El instrumento puede usarse en tanques abiertos y cerrados, a presión o a vacío, con una buena sensibilidad, pero presenta el inconveniente del riesgo de depósitos de sólidos o de crecimiento de cristales en el flotador que afectan a la precisión de la medida). (Materias.fi)

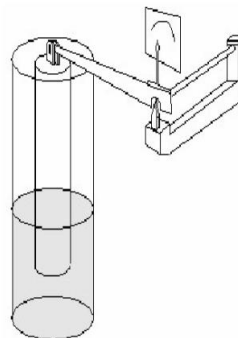


Figura 13. Técnica de medición por desplazamiento.

Por: Materias. Recuperado de:

<http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1>.

2.4.1.2 MEDICIÓN DE NIVEL POR CONDUCTIVIDAD

El medidor de nivel conductivo consiste en uno o varios electrodos y un relé eléctrico o electrónico que es excitado cuando el líquido moja a dichos electrodos. El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito electrónico. Cuando el líquido moja los electrodos se cierra el circuito electrónico y circula una corriente segura. El relé electrónico dispone de un temporizador de retardo que impide su enclavamiento ante una ola del nivel del líquido o ante cualquier perturbación momentánea o bien en su lugar se disponen dos electrodos poco separados enclavados eléctricamente en el circuito. El instrumento se usa como alarma o control de nivel alto y bajo, utiliza relés eléctricos o electrónicos, en función de la conductividad del líquido. Es versátil, sin partes móviles, su campo de medida es grande con la limitación física de la longitud de los electrodos. El líquido contenido en el tanque debe tener un mínimo de conductividad y si su naturaleza lo exige, la corriente debe ser baja para evitar el deterioro del producto.

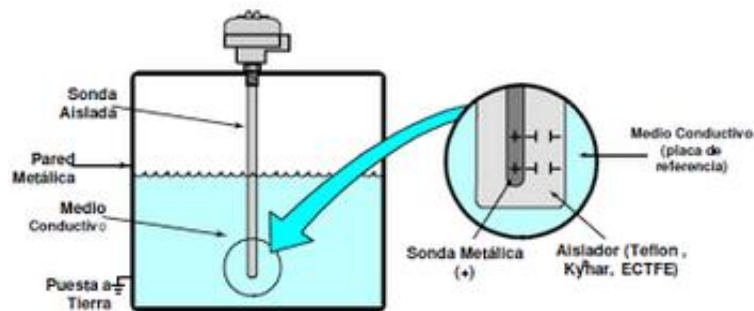


Figura 14. Técnica de Medición del Nivel por conductividad.

Por: Medición de varales e procesos Industriales.. Recuperado de:

<http://medirvariables.blogspot.com/2010/11/tecnologias-de-medicion-de-nivel.html>

2.4.1.3 MÉTODO POR ULTRASÓNICO

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque. La medición se hace desde el exterior del tanque. Los sensores trabajan a frecuencias cercanas a 20 KHz. Estas ondas atraviesan el medio

ambiente de gases o vapores con cierto amortiguamiento y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido.

Son usados para todo tipo de tanque y líquido. Pueden usarse en áreas clasificadas. Son sensibles a la densidad de los fluidos y dan señales erróneas cuando la superficie del nivel del líquido no es nítida (por ej.: líquido que forme espuma), ya que se crean falsos ecos de los ultrasonidos. (Materias.fi)

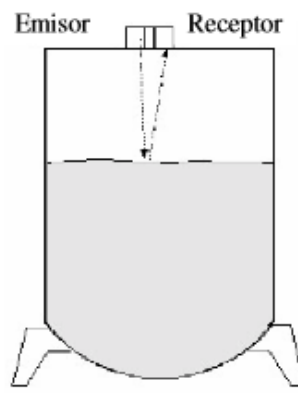


Figura 15. Medición de nivel por ultrasónico.

Por: Materias. Recuperado de:

<http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1.pdf>

2.4.1.4 MEDICIÓN DE NIVEL POR PRESIÓN DIFERENCIAL

El medidor de presión diferencial consiste en un diafragma en contacto con el líquido del tanque, que permite medir la presión hidrostática en un punto del fondo del tanque. En un tanque abierto esta presión es proporcional a la altura del líquido en ese punto y a su peso específico. El diafragma forma parte de un transmisor neumático o electrónico de presión diferencial. La precisión de los instrumentos de presión diferencial es bastante buena. El material del diafragma debe ser compatible con el fluido que se encuentra en el tanque. (Materias.fi)

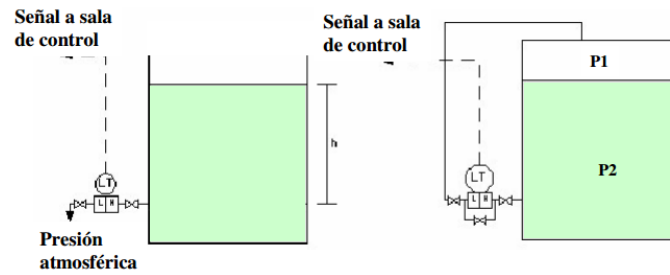


Figura 16. Medición de nivel por presión diferencial
 Por: Materias. Recuperado de:
<http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1>.

2.4.2 INTERRUPTOR DE NIVEL DE LÍQUIDO

Los interruptores de nivel de líquido se utilizan para detectar y limitar la cantidad de líquido en un tanque de almacenamiento. Los interruptores de límite también se utilizan para controlar la cantidad de líquido que fluye a través de las tuberías para controlar la presión del fluido dentro de la tubería. (Cultura y Ciencia, 2013)

2.4.3 ELECTROVÁLVULA

Una electroválvula es un dispositivo encargado de controlar el flujo de un fluido que viaja a través de una tubería o conducto.

Las electroválvulas son consideradas también como válvulas electromecánicas pues éstas son controladas por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

Estas válvulas son utilizadas cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. Por lo tanto, con las electroválvulas se puede elegir el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión. (QUIMINET, 2011)

2.4.4 BOMBA CENTRÍFUGA

Una bomba centrífuga es un mecanismo que convierte la potencia de su entrada (rotativa, motor) en energía cinética en el fluido por medio de un mecanismo giratorio. Las bombas centrífugas pueden ser de simple etapa (un impulsor) o multietapas (más de un impulsor), además pueden rotar en el eje horizontal o en el eje vertical. (La Llave, 2014)

2.4.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Su principio de funcionamiento consiste en la transferencia de energía que es el efecto centrífugo ejercido sobre el fluido. La bomba con la que contamos en el presente proyecto es una bomba centrífuga de admisión estándar la misma que no debe funcionar en seco más de 30 minutos ya que puede sufrir daños irreversibles. Las bombas están diseñadas para las fluctuaciones de operación y tensión continua.

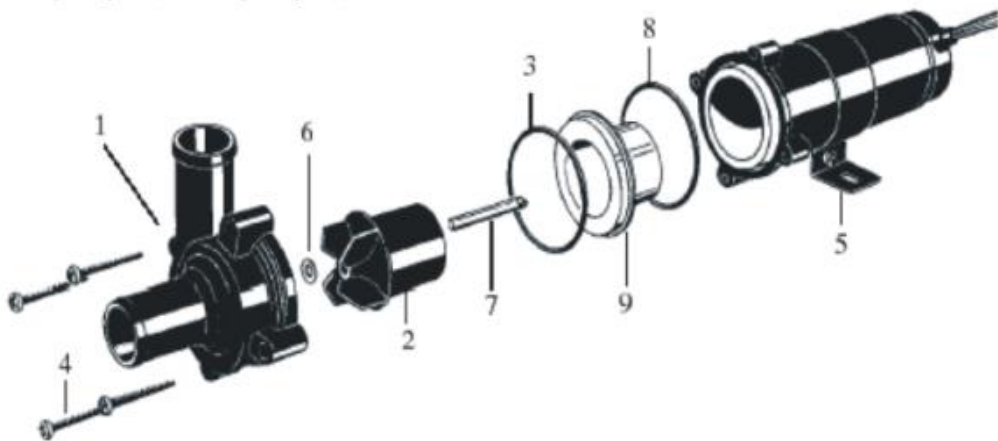


Figura 17. Diseño de Bomba Centrífuga
Por: Johnson Pump, SPX. Recuperado de:
http://atomic4.com/PDF/pump_manual.pdf

Componentes individuales de la bomba:

1. Cubierta, Ø 20mm
2. Impulsador

3. Junta circular
4. Tornillos
5. Anillo de sujeción
6. Arandela
7. Eje
8. Sello
9. Cubierta magnética

2.4.5 ARRANCADOR SUAVE

Los arrancadores suaves son equipos que contribuyen a disminuir el pico de corriente de energía eléctrica al momento de arrancar motores de grandes potencias y/o disminuir el par de arranque en maquinaria especializada. (ODISA, 2015)

2.4.5.1 TIPOS DE ARRANCADORES

2.4.5.1.1 ARRANCADOR ESTRELLA-DELTA

Conecta el motor en estrella al momento del arranque y luego de varios segundos hace la conmutación a delta. Reduce el par de arranque en un 36% y la corriente inicial en un 40% del valor nominal del motor. (ODISA, 2015)

2.4.5.1.2 ARRANCADOR ELECTRÓNICO

Controla por medio de microprocesadores la curva de corriente y voltaje aplicados al motor en su aceleración de velocidad cero a velocidad nominal. El par de arranque estará dimensionado en forma proporcional a la curva de corriente que sea seleccionada. (ODISA, 2015)

2.4.5.1.3 ARRANCADOR EMOBINADO PARTIDO

Similar al arrancador estrella-delta, es un sistema muy simple de energizar parte de las bobinas del motor, reduciendo la potencia, el par y la corriente inicial en forma directa a la fracción de bobina energizada. Luego de cierto tiempo ajustable, se energiza toda la bobina entregando el motor el 100% del torque. (ODISA, 2015)

2.4.5.1.4 ARRANCADOR DE VOLTAJE REDUCIDO

Se energiza inicialmente el motor con una fracción del voltaje nominal, por ejemplo el 70% V_n , lo cual, disminuye el par y la corriente inicial del equipo permitiendo arranque suave de grandes inercias. (ODISA, 2015)

2.5 MÉTODO DE SINTONIZACIÓN DE PID

Un sistema de control realimentado negativamente permite mantener la salida de un proceso cerca del valor deseado aunque haya perturbaciones. La estrategia más común es obtener primero un modelo matemático para el proceso a controlar y, en base a este modelo, sintonizar el algoritmo de control. En contraposición a muchos métodos de tipo empírico, este artículo propone una manera analítica de sintonizar un controlador de tipo PID en base a un modelo de primer orden más tiempo muerto. El objetivo es la obtención de respuestas suaves.

Un sistema de control realimentado negativamente se compone de dos componentes básicos: el proceso físico (o planta) P y el controlador K . El proceso tiene una entrada, denominada variable de control y denotada por u . La salida del proceso se denota por y , y es la variable controlada. La lectura de esta variable normalmente proviene de algún sensor. (Revista de divulgación científica, 2010)

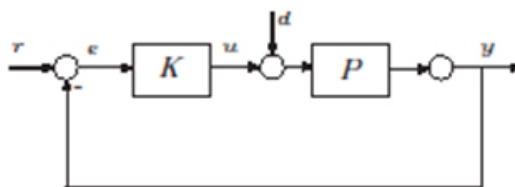


Figura 18. Diagrama de bloques de un sistema de control realimentado.

Por: UAB Divulga (2010). Revista de divulgación científica.

Recuperado de:

<http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶m1=1272955814796>

El objetivo del sistema es mantener la salida del proceso cerca de un cierto valor deseado o de referencia, denotado por r . Por lo tanto, lo que interesa es mantener pequeño el error $e = r - y$ a lo largo del tiempo aun cuando se puedan producir perturbaciones en el sistema, denotadas por d . El controlador K tiene una entrada, el error e , y una salida, la señal de control u . La idea de la realimentación (feedback en inglés), a pesar de su sencillez, es extremadamente útil. Un ejemplo sencillo viene dado por un termostato: cuando la temperatura en un cuarto llega a un cierto umbral superior ($r + e$), el termostato se desactiva para que la temperatura empiece a bajar. Cuando la temperatura baja hasta un cierto umbral inferior ($r - e$), el termostato se vuelve a poner en marcha. De esta manera, una cierta temperatura promedio (r) se va manteniendo. Podemos expresar esta estrategia de control matemáticamente:

Según (Revista de divulgación científica, 2010)

$$u(t) = \begin{cases} u_{\max} & \text{si } e(t) > \varepsilon \\ 0 & \text{si } e(t) < -\varepsilon \end{cases}$$

Figura 19. Expresión matemática de comportamiento de un termostato

Por: UAB Divulga (2010). Revista de divulgación científica. Recuperado de:

<http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶m1=1272955814796>

Donde u_{max} representa la acción de control que se usa cuando el termostato está activo.

La razón por la cual la realimentación negativa es tan interesante es porque permite mantener la salida del proceso cerca del valor deseado aunque no haya perturbaciones (pensemos que alguien abriera una ventana en la habitación donde tenemos el termostato) o cambios en el proceso a controlar. A nivel industrial, el algoritmo de control más empleado tiene la forma:

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

Figura 20. Expresión matemática de un controlador PID

Por: UAB Divulga (2010). Revista de divulgación científica. Recuperado de:
<http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶m1=1272955814796>

Y de aquí su nombre: Proporcional-Integral-Derivativo (PID). El procedimiento de encontrar el valor de los parámetros K , T_i , T_d se denomina sintonizado. (Revista de Divulgación Científica, 2010)

2.5.1 MÉTODO DE COHEN – COON (REACCIÓN)

En este método se obtiene experimentalmente la respuesta de la planta al aplicar un escalón unitario, como se muestra en la siguiente figura. Si la planta no incluye integrador(es) o polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta al escalón unitario puede tener el aspecto de una curva en forma de S, como se observa en dicha figura, en el caso en que la curva no presente esta forma, no se puede aplicar el método. (Montbrun)

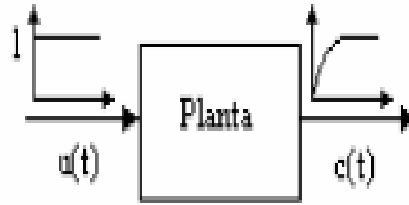


Figura 21. Representación de Método de Cohen - Coon

Por: Prof. Jenny Montbrun Di Filippo - Prof. Yamilet Sánchez Montero. Recuperado de: <http://prof.usb.ve/montbrun/Sintonizacion%20de%20Controladores.pdf>

La curva en forma en S se puede caracterizar con dos parámetros, el tiempo del atraso L y la constante de tiempo t . El tiempo de atraso y la constante de tiempo se determinan trazando una línea tangente a la curva en la forma de S en el punto de inflexión y se determinan las intersecciones de esta línea tangente con el eje del tiempo y con la línea $c(t) = K$, como se muestra en la siguiente figura. Entonces la función de transferencia $C(s)/U(s)$ se puede aproximar por un sistema de primer orden con atraso de transporte. (Montbrun)

$$\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{K \cdot e^{-L \cdot s}}{\tau \cdot s + 1}$$

Figura 22. Función de transferencia del Método de Cohen - Coon

Por: Prof. Jenny Montbrun Di Filippo - Prof. Yamilet Sánchez Montero. Recuperado de: <http://prof.usb.ve/montbrun/Sintonizacion%20de%20Controladores.pdf>

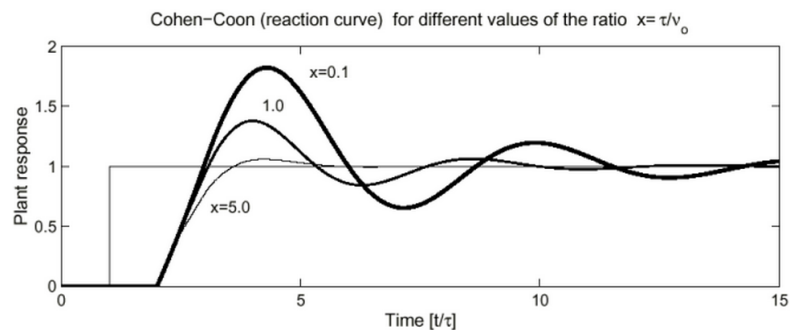


Figura 23. Desempeño del Método de la curva de reacción de Cohen – Coon

Por: Sistemas de control, 2014. Recuperado de: <http://pidmania.blogspot.com/>

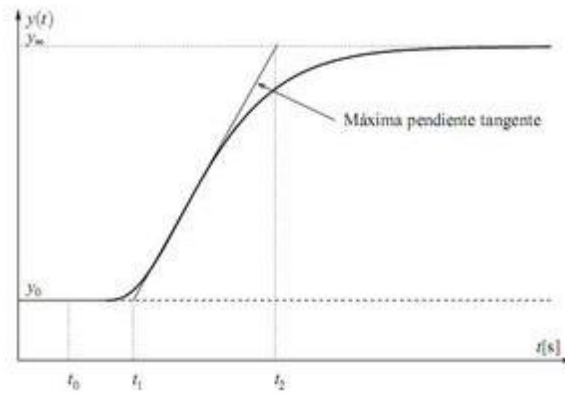


Figura 24. Gráfica de comportamiento de función de transferencia del Método de Cohen - Coon

Por: Prof. Jenny Montbrun Di Filippo - Prof. Yamilet Sánchez Montero. Recuperado de: <http://prof.usb.ve/montbrun/Sintonizacion%20de%20Controladores.pdf>

Una vez identificado los parámetros del proceso, se obtienen los parámetros del controlador utilizando la siguiente tabla.

Tabla 1.

Tabla para cálculo de parámetros de PID por Método de Cohen - Coon

Tipo de controlador	K_p	T_i	T_d
P	τ/L	∞	0
PI	$0,9 \tau/L$	$L/0,3$	0
PID*	$1,2 \tau/L$	$2L$	$0,5L$

*tiene un polo en el origen y un cero doble en $s = -1/L$

Nota: Se presentan las ecuaciones a usar para el calculo de los componentes del controlador PID.

Fuente: <http://prof.usb.ve/montbrun/Sintonizacion%20de%20Controladores.pdf>

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA A ESCALA

3.1 DISEÑO ESQUEMÁTICO DE LA PROPUESTA.

Para poder realizar la propuesta básica del proyecto, se debe establecer y analizar el respectivo funcionamiento del proyecto, condiciones y modos de operación. Se define para este caso dos formas de operación del sistema: un sistema de funcionamiento en manual y un sistema de funcionamiento en automático.

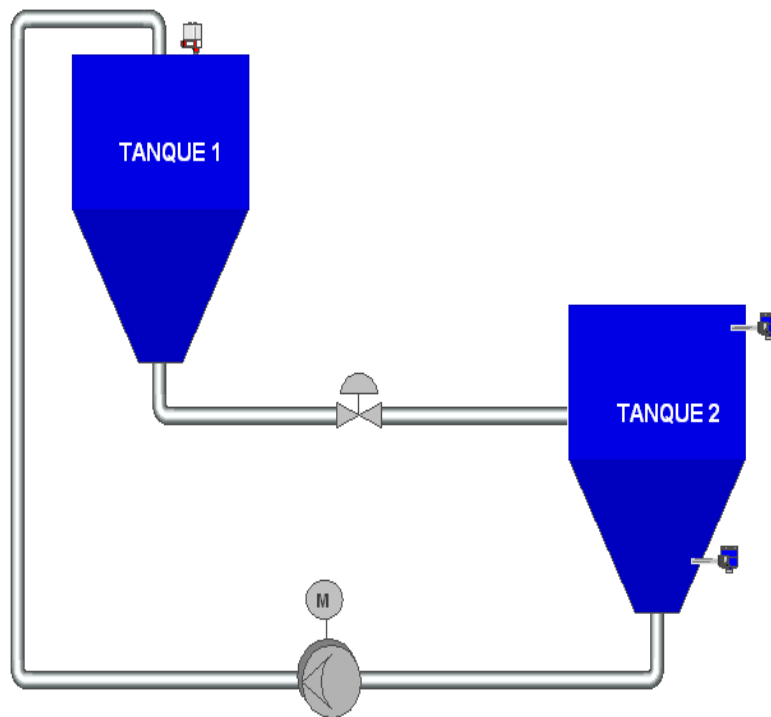


Figura 25. Esquema Físico de Planta de Llenado de Tanque

Fuente: Autores

3.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN MODO MANUAL.

El módulo manual se lo ha catalogado para que sirva como un método de comprobación del adecuado funcionamiento de equipos puntuales como válvulas y bomba dosificadora, es decir se permitirá controlar la activación/desactivación de los mismos.

3.1.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN MODO AUTOMÁTICO.

De acuerdo a los rangos establecidos por medio de programación para un transmisor de nivel y el estado que indique el sensor de nivel puntual de nivel alto del tanque 2, el PLC (S7-1200) enviará la señal respectiva para que la válvula principal se abra y permita el paso de agua.

Se contara con un sensor de nivel alto en el tanque 1 que indicará el nivel de agua dentro del tanque permitiendo así el cierre de la válvula y activación de la bomba dosificadora para que el agua recircule dentro del proceso. Está claro que las condiciones pueden estar expuestas a variaciones dado el requerimiento o práctica que se quiera ejecutar.

Una vez que se ha establecido el funcionamiento del sistema se podrá elaborar un diagrama de bloques del sistema de control que gobernara el mismo. Los elementos que van a formar un lazo de control en el sistema son el arrancador suave, el tanque y el transmisor de nivel por tanto se puede concluir un lazo de control como se indica a continuación.

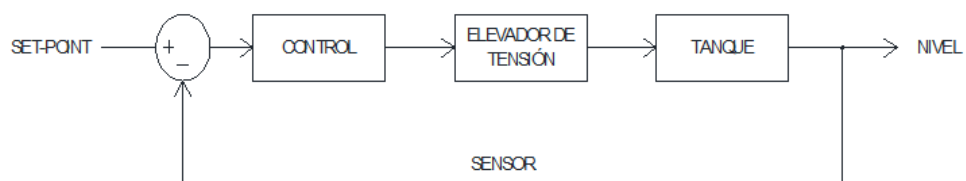


Figura 26. Diagrama de bloques de la planta propuesta

Fuente: Autores

La estructura física del sistema se basará al diagrama esquemático ya estipulado anteriormente, se considerará para esto una mesa de trabajo con medidas de 80cm de altura, 80cm de ancho y 70cm de profundidad. Los accesorios que serán montados en la mesa de trabajo que son: 2 tanques de almacenamiento de agua, tablero eléctrico de interconexión, bomba dosificadora, electroválvula, transmisor de nivel y sensores puntuales de nivel de líquido tendrán una ubicación propuesta como indica el siguiente gráfico.

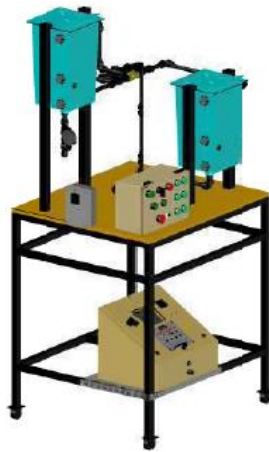


Figura 27. Planta a escala vista Isométrica.
Fuente: Autores

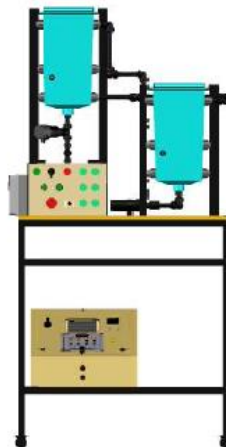


Figura 28. Planta a escala vista frontal.
Fuente: Autores

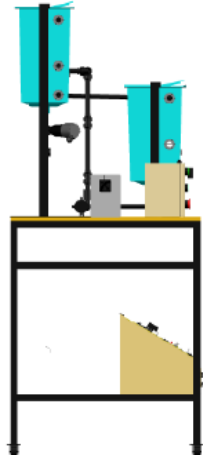


Figura 29. Planta a escala vista lateral.

Fuente: Autores



Figura 30. Planta a escala vista frontal.

Fuente: Autores

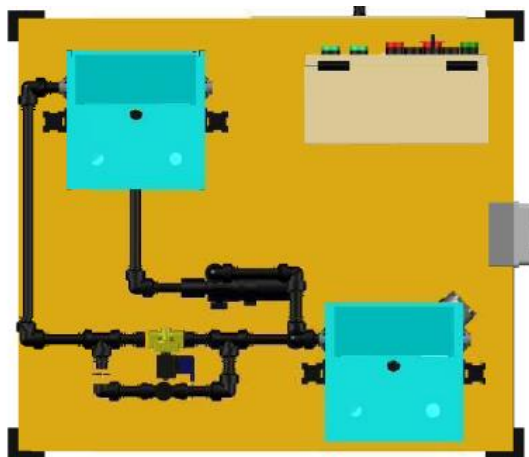


Figura 31. Planta a escala vista superior.

Fuente: Autores

3.2 CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL ELECTRICO DE LA PLANTA A ESCALA

Para la construcción del tablero de control automático se consideró un tablero metálico tipo consola elaborado en plancha metálica de 1.5mm, con las siguientes medidas: 30 cm de altura, 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad, pintura al horno color beige.



Figura 32. Tablero de Control Automático

Fuente: Autores

La instalación eléctrica del tablero de control automático se realizó en base a los requerimientos planteados en este proyecto y están registrados en los planos eléctricos de conexión.

El tablero de control de PLC como tal puede funcionar de manera autónoma sin necesidad de enlazarse con la mesa de trabajo donde se encuentra la planta de llenado de tanques a escala, esto lo realiza mediante una tarjeta de control que simula las señales de entradas digitales, salidas digitales y entradas analógicas a través de un cable DB25 que lleva las señales del PLC a la tarjeta electrónica.



Figura 33. Tarjeta electrónica de control.

Fuente: Autores



Figura 34. Cable Serial DB25

Fuente: Autores

El PLC escogido para la aplicación de este sistema fue un PLC S7-1200 considerado dentro de la marca Siemens como un autómata programable de clase media-baja, fue escogido por su flexibilidad y capacidad de controlar variables de dispositivos subordinados al mismo.



Figura 35. PLC S7-1200.

Fuente: (CARVEN SHOP, 2015)

Recuperado de: Fuente: <http://www.carven-shop.com/109-signal-board-sb-1231-rtd-siemens.html>

De forma adicional se agregó un módulo signal board a esta CPU para emitir una salida analógica de 0 a 10 Vdc.



Figura 36. Modo de fijación de Signal Board.

Fuente: (CARVEN SHOP, 2015)

Recuperado de: <http://www.carven-shop.com/109-signal-board-sb-1231-rtd-siemens.html>

Para la alimentación de 24 Vdc que pasan por las señales de entradas y salidas digitales del PLC y de todo el sistema se optó por instalar una fuente SITOP de 10 A de capacidad marca SIEMENS.

3.3 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DE LA PLANTA A ESCALA

Para el montaje de planta de llenado de tanques a escala se elaboró una mesa de trabajo con medidas de 80cm de altura, 80cm de ancho y 70cm de profundidad, la base de la mesa está hecha de pleibo marino de 15 mm de espesor, este tipo de madera es impermeable lo que representa que se pueden ejecutar trabajos con agua en la misma.

La planta de llenado de tanques a escala está conformado por 2 tanques de almacenamiento de agua con capacidad de 10 litros cada uno, una bomba dosificadora de 24 Vdc, un arrancador suave para control de la bomba dosificadora, 1 electroválvula de 24Vdc, 3 sensores puntuales de nivel, 2 de nivel alto para cada tanque de almacenamiento de agua y 1 de nivel bajo para uno de los tanques, un transmisor de presión con rango de 0 a 150m Bar. Toda la tubería plástica que conecta los tanques de almacenamiento es de 15mm de diámetro exterior y 12 mm de diámetro interior color blanco y conectores rápidos color blanco.



Figura 37. Tanque de Almacenamiento de Agua.

Fuente: Autores

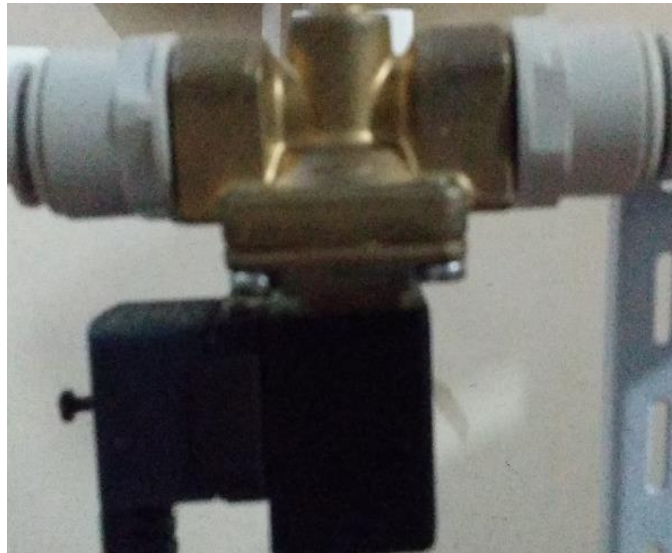


Figura 38. Válvula Solenoide de 24Vdc.

Fuente: Autores



Figura 39. Arrancador suave para bomba dosificadora

Fuente: Autores



Figura 40. Bomba dosificadora de 24Vdc.

Fuente: Autores

3.4 INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El transmisor escogido para realizar la medición de nivel del líquido en el tanque de agua es un transmisor de nivel el cual tiene un principio de medición por presión de la columna de agua, esto quiere decir que convierte la presión que genera la columna de agua sobre una membrana propia del transmisor y la convierte en una señal eléctrica de 4 a 20 mA.

Debido a que el PLC S7-1200 que se emplea para el sistema tratado recibe solo señales analógicas de 0 a 10 Vdc se deberá realizar una adecuación a la señal eléctrica original del transmisor para que la misma sea tratada y adecuada a la señal eléctrica requerida.



Figura 41. Transmisor de Nivel.

Fuente: Autores

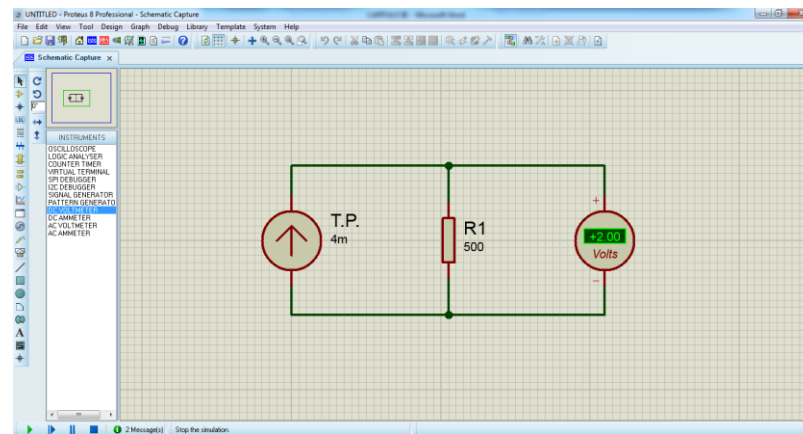


Figura 42. Simulación en programa PROTEUS de Adaptación de Corriente Analógica de 4m A a 2Vdc.

Fuente: Autores

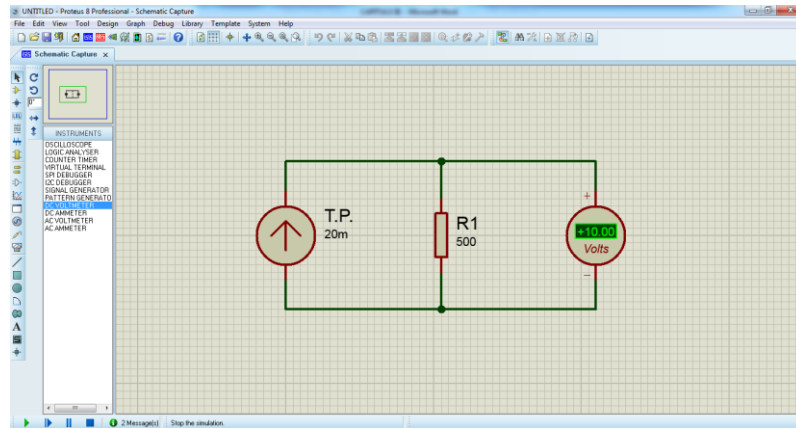


Figura 43. Simulación en programa PROTEUS de Adaptación de Corriente Analógica de 20m A a 10Vdc.

Fuente: Autores

Lo que hace que dichos transmisores de nivel sean muy utilizados, es que la salida siempre es lineal, esto representa que la salida es directamente proporcional a la presión aplicada.

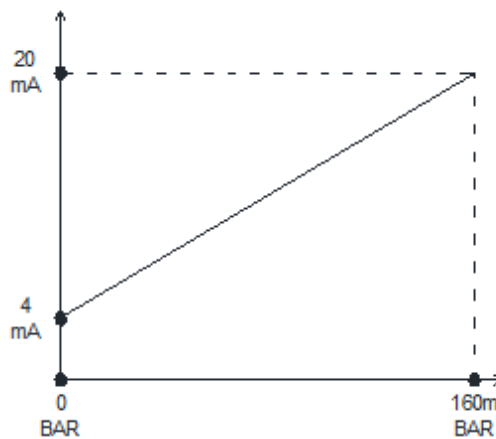


Figura 44. Comportamiento Lineal Corriente Analógica VS Presión

Fuente: Autores

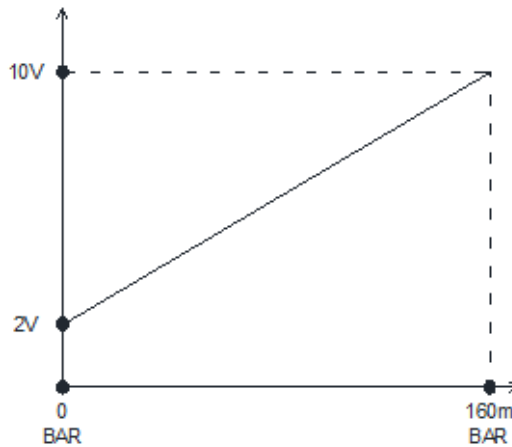


Figura 45. Comportamiento Lineal Voltaje Analógico VS Presión
Fuente: Autores

3.4.1 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TRANSMISOR DE NIVEL.

Todo equipo de medición debe ser calibrado periódicamente para comprobar su exactitud, dichos periodos dependerán del uso que tengan el mismo. En caso de que el equipo este fuera de rango el mismo deberá ser calibrado bajo un procedimiento estándar.

Pasos para calibración de transmisor de nivel.

- 1.- Se debe desconectar la fuente de voltaje de 24 VDC del transmisor.
- 2.- Retirar transmisor de presión del sitio.
- 3.- Revisar rango de medición que soporta el equipo.
- 4.- En el taller de instrumentación se debe ingresar presión regulada para realizar la calibración del transmisor.

5.- Se conecta fuente de alimentación de 24 VDC en serie con el transmisor para que se generen 4 a 20mA en las terminales del transmisor, dicha lectura representa la medición de temperatura del transmisor, y la misma deberá ser comparada con la presión regulada que indica el manómetro.

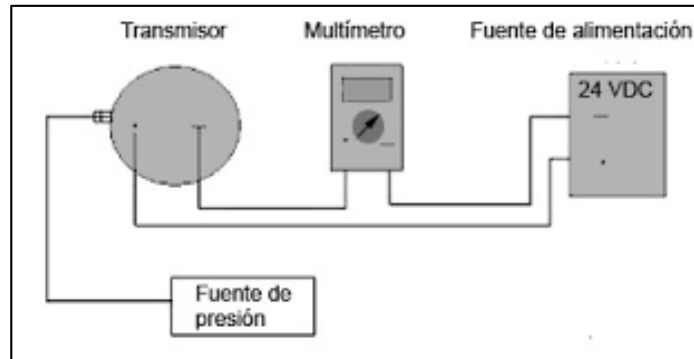


Figura 46. Esquema de conexión para calibración de Transmisor de Nivel
Fuente: (TECNOFICIO, 2015)

6.- Se debe realizar pruebas en al menos 5 puntos de presión para verificar la exactitud del equipo.

7.- En caso de que el equipo requiera ajuste se deberá mover el cero del equipo o el offset dependiente el modelo del transmisor de presión hasta alcanzar el valor de medición adecuado, se deberá guiar por los márgenes de error ya estandarizados para cada equipo.

8.- Una vez que el equipo esté calibrado correctamente se debe instalar nuevamente en sitio, se energiza el equipo y se verifica que queda operando adecuadamente.

3.5 CABLEADO ELÉCTRICO DE INTERCONEXIÓN ENTRE TABLERO DE CONTROL Y PLANTA

Para la construcción del tablero de control de interconexión se consideró un tablero metálico con las siguientes medidas: 30 cm de altura, 20 cm de ancho y 15 cm de profundidad, pintura al horno color beige.

El tablero de interconexión tiene como objetivo llevar las señales digitales y análogas de la planta de llenado de tanques a escala hacia el PLC ubicado en el tablero de control automático a través del cable DB25 mencionado anteriormente.



Figura 47. Tablero de Interconexión

Fuente: Autores

El cableado eléctrico del panel de interconexión fue registrado en los planos eléctricos ubicados en los anexos del presente libro.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO

La planta a escala de llenado de tanques implementará un control de lazo cerrado usando transmisor de nivel, electro-válvula y un arrancador suave. Se cuenta con una estructura metálica donde se encuentra armado el sistema, un tablero principal y un tablero de borneras.

El sistema está compuesto por dos tanque de 200 x 200 x 350 mm, una electroválvula de 2/2 vías de mando directo, una bomba centrífuga, un arrancador suave para control de bomba, un sensor de nivel tipo boya, un transmisor de nivel y dos sensores de nivel puntual.

Dentro del tablero principal tenemos un controlador lógico programable S7-1200 de la marca Siemens, fuente de alimentación, relés, grupos de borneras y la placa electrónica con pulsantes, potenciómetro, switch para el ingreso de datos.

Su distribución es dinámica y de fácil acceso a todos los equipos electrónicos y eléctricos que intervienen en el proceso a escala para que la manipulación de los mismos sea la adecuada. Para complementar y optimizar el uso de este módulo se ha previsto proporcional la documentación pertinente como lo son fichas técnicas de equipos, catálogos, manuales de operación.

El módulo podrá comunicarse con los módulos educativos ya existentes en el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana con el fin de se pueda realizas una gran variedad de prácticas.

Como en todo proceso o sistemas este debe cumplir con ciertas condiciones para que su funcionamiento sea de forma adecuada, la planta a escala tiene visualizadores que

permiten el monitoreo de la señales analógicas si por requerimiento de una práctica el sistema debe ser comunicado con los módulos existentes dentro del laboratorio se tiene que desactivar los switch de medición de corriente de las entradas analógicas. Una vez decida la estación de control procedemos con la descripción de que pasos debemos seguir para iniciar con el manejo del módulo.

Como muchos procesos éste puede poseer por medio de programación del controlador dos modo de operación (manual o automático), que es lo primero que se debe seleccionar, otro punto a considerar es el de proporcionar de agua al tanque principal.

4.1.1 MODO MANUAL

El módulo manual se lo ha catalogado para que sirva como un método de comprobación del adecuado funcionamiento de equipos puntuales como válvulas y bomba dosificadora, es decir se permitirá controlar la activación/desactivación de los mismos utilizando los botones o switch existentes en el tablero principal.

4.1.2 MODO AUTOMÁTICO

Como su nombre lo indica este modo de operación trabaja con las señales que se obtienen de los mismos elementos que intervienen en el proceso, señales que por medio del controlador han sido debidamente escaladas para que sus rangos de valores sean los adecuados, este es el caso del transmisor de nivel. Existen varias condiciones que se deben cumplir como el ingreso del valor de setpoint, el tiempo de perturbación antes de iniciarse la secuencia con el bloque PID una vez setados estos valores se empieza a ejecutar la programación la misma que envíe la señal de activación de la bomba centrifuga, la válvula se abrirá para generar una perturbación y probar el buen funcionamiento del PID.

Al contar con un sensor de nivel alto dentro del tanque dos este servirá como seguridad si el transmisor de nivel no funcionara adecuadamente. Está claro que las

condiciones pueden estar expuestas a variaciones dado el requerimiento o práctica que se quiera ejecutar.

4.2 PSEUDOCÓDIGO DE LA PRUEBA (FLUJOGRAMA)

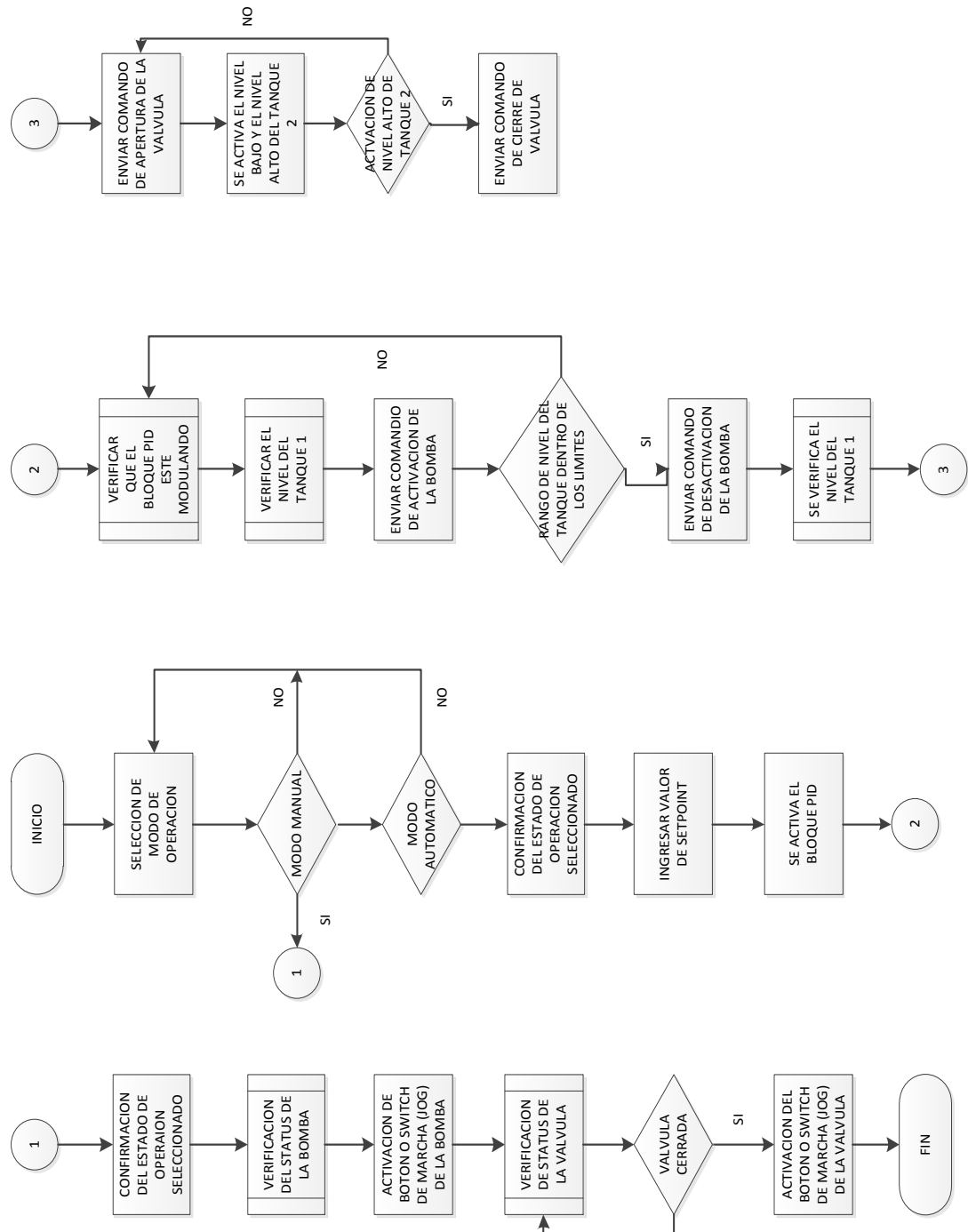


Figura 48. Flujo grama del proceso.

Fuente: Autores

4.3 VARIABLES PROGRAMADAS

Tabla 2.

Tabla de variables programadas en el PLC.

	TAG	T.DATO	DIRECCION	DESCRIPCION
1	SS_100_I.PROCESO	Bool	%I0.0	ENTRADA FISICA DE MARCHA
2	SS_101_PARO	Bool	%I0.1	ENTRADA FISICA DE PARO
3	SS_102_P.EMERGENCIA	Bool	%I0.2	ENTRADA FISICA DE PARO DE EMERGENCIA
4	SS_103_M.MANUAL	Bool	%I0.3	ENTRADA FISICA DE MODO MANUAL
5	SS_104_M.AUTO	Bool	%I0.4	ENTRADA FISICA DE MODO AUTO
6	SS_105_M.VALVULA	Bool	%I0.5	ENTRADA FISICA JOG VALVULA
7	SS_106_M.BOMBA	Bool	%I0.6	ENTRADA FISICA DE JOG BOMBA
8	LH_100_T1	Bool	%I0.7	SENSOR FLOTADOR DE T1
9	STATUS_100_VAL_ABIERTO	Bool	%I1.0	STATUS ABIERTO DE VALVULA
10	STATUS_101_VAL_CERRADO	Bool	%I1.1	STATUS CERRADO DE VALVULA
11	LH_101_T2	Bool	%I1.2	SENSOR NIVEL ALTO T2
12	LL_101_T2	Bool	%I1.3	SENSOR NIVEL BAJOT2
13	LC_100_SN_ANALOG	Int	%IW64	SEÑAL DE TRANSMISOR DE NIVEL T1
14	VA_100_KM	Bool	%Q0.1	ON/OFF DE VALVULA DE CONTROL
15	HH_100_I.PROCESO	Bool	%Q0.2	LUZ PILOTO MARCHA
16	HH_101_P.EMERGENCIA	Bool	%Q0.3	LUZ PILOTO PARO EMERGENCIA
17	HH_102_LH T2	Bool	%Q0.4	LUZ PILOTO S. LH T2
18	HH_103_LL T2	Bool	%Q0.5	LUZ PILOTO S. LL T2
19	HH_104_LH T1	Bool	%Q0.6	LUZ PILOTO S. LH T1
20	HH_105_BOMBA_AUTO	Bool	%Q0.7	LUZ PILOTO DE ACTIVACION DE BOMBA M.AUTO
21	BD_100_ANALG	Int	%QW80	SEÑAL ANALOGICA DE VDF BD
22	BD_100_KM	Bool	%Q0.0	ON/OFF DE BOMBA DOSIFICADORA
23	P.BOMBA_MANUAL	Bool	%M30.0	MARCA PARA ACTIVACION LUZ PILOTO DE BOMBA ACTIVA
24	P.VALVULA_MANUAL	Bool	%M30.1	MARCA PARA ACTIVACION DE LUZ PILOTO DE VALV ACTIVA
25	SET POINT	Real	%MD8	VALOR DE INGRESO DE SET POINT PARA PID
26	INICIO_PROCESO(1)	Bool	%M30.2	MARCA DE CONFIRMACION DE INICIO DE PROGRAMA
27	M. MANU_ACTIVADO	Bool	%M30.3	MARCA DE CONFIRMACION DE MODO MANUAL
28	M.AUTO_ACTIVADO	Bool	%M30.4	MARCA DE CONFIRMACION DE MODO AUTOMATICO
29	LC_100_SS1(1)	Real	%MD0	SEÑAL DE ESCALAMIENTO (NORMAL) TRANSMISOR DE NIVEL
30	LC_100_SCALE TOTAL	Real	%MD4	SEÑAL DE ESCALAMIENTO (SCALE) TRANSMISOR DE NIVEL
31	PID_CONTROL	Word	%MW78	VALOR ANALOG DE LA SALIDA DEL BLOQUE PID
32	VA_100_KM_M1	Bool	%M31.2	MARCA DE ACT MODO MANUAL
33	VA_100_KM_M2	Bool	%M31.3	MARCA DE ACT MODO AUTO SALIDA DE PID
34	VALOR_PROPORCIONAL	Real	%MD50	INGRESO DE VALOR PROPORCIONAL DE BLOQUE PID
35	VALOR_INTEGRAL	Real	%MD54	INGRESO DE VALOR INTEGRAL DE BLOQUE PID
36	VALOR_DERIVATIVO	Real	%MD58	INGRESO DE VALOR DERIVATIVO DE BLOQUE PID
37	VA_100_KM_M3	Bool	%M31.5	MARCA DE ACT SEGURIDAD S. FLOTADOR
38	BD_100_KM_M1	Bool	%M31.6	MARCA DE ACT MODO MANUAL
39	BD_100_KM_M2	Bool	%M32.0	MARCA DE ACT MODO AUTO
40	HMI_CONTROL PRINCIPAL	Bool	%M20.0	MARCA DE HABILITACION CONTROL PRINC. HMI
41	HMI_BOMBA	Bool	%M20.5	MARCA DE HABILITACION CONTROL MAN BOMBA
42	HMI_VALVULA	Bool	%M20.1	MARCA DE HABILITACION CONTROL MAN DE VALVULA
43	HMI_SS_100_I.PROCESO	Bool	%M33.0	CONFIRMACION DE MODO DE OPERACION DESDE HMI
44	HMI_SS_101_PARO	Bool	%M33.1	MANDO DE PARO DESDE HMI
45	HMI_SS_102_P.EMERGENCIA	Bool	%M33.2	MANDO DE P. EMERGENCIA DESDE HMI
46	HMI_SS_103_M.MANUAL	Bool	%M33.3	MANDO DE MODO MANUAL DESDE HMI
47	HMI_SS_104_M.AUTO	Bool	%M33.4	MANDO DE MODO AUTO DESDE HMI
48	HMI_SS_105_M.VALVULA	Bool	%M33.5	MANDO DE ACT. VALVULA DESDE HMI
49	HMI_SS_106_M.BOMBA	Bool	%M33.6	MANDO DE ACT. BOMBA DESDE HMI
50	HMI_M.MANUAL_CONFIRMACION	Bool	%M34.0	CONFIRMACION DE ESTADO MANUAL DESDE HMI
51	HMI_M.AUTO_CONFIRMACION	Bool	%M34.1	CONFIRMACION DE ESTADO AUTO DESDE HMI
52	PID_MODO AUTO	Bool	%M12.0	CONFIRMACION DESDE HMI
53	PID_OPT FINA	Bool	%M12.1	CONFIRMACION DESDE HMI OPTIMIZACION FINA
54	PID_MODO INACTIVO	Bool	%M12.2	CONFIRMACION DESDE HMI MODO INACTIVO DE BLOQUE PID
55	COMANDO LOCAL	Bool	%M12.3	CONFIRMACION DE MODO LOCAL
56	COMANDO REMOTO	Bool	%M12.4	CONFIRMACION DE MODO REMOTO
57	MODO DE COMANDO	Bool	%M12.5	BOTON DE MODO DE COMANDO LOCAL/REMOTO
58	PERTUBACION	Time	%MD14	TIEMPO DE LA PERTURBACION ACTIVACION DE LA VALVULA

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución del proyecto.

Fuente: Autores.

4.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para escalar la señal analógica adquirida del transmisor de nivel en el software de TIA PORTAL se debe utilizar dos herramientas de programación estas son el bloque NORM_X y SCALE_X.

4.4.1 BLOQUE NORM_X

El sistema de información de programa TIA PORTAL V12 indica que la instrucción “Normalizar” normaliza el valor de la variable de entrada VALUE representándolo en una escala lineal. Los parámetros MIN y MAX sirven para definir los límites de un rango de valores que se refleja en la escala. En función de la posición del valor que se debe normalizar en este rango de valores, el resultado se calcula y se deposita como numero en coma flotante en la salida OUT. Si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada MIN, la salida OUT devuelve el valor “0.0”. si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada MAX, la salida OUT devuelve el valor “1.0”.

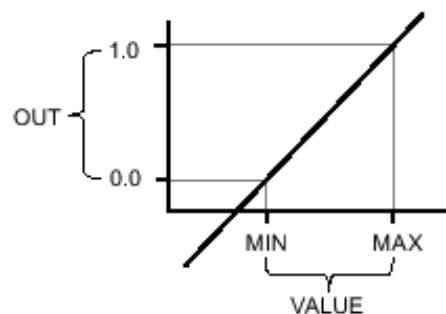


Figura 49. Ejemplo de normalización de valores

Fuente: Sistema de información de programa Tia Portal V12

La instrucción “Normalizar” utiliza la siguiente ecuación:

$$OUT = (VALUE-MIN)/(MAX-MIN)$$

4.4.2 BLOQUE SCALE_X

El sistema de información del programa TA PORTAL V12 que la instrucción “Escalar” escale el valor de la entrada VALUE mapeándolo en un determinado rango de valores. Al ejecutar la instrucción “Escalar, el número de coma flotante de la entrada VALUE se escala al rango de valores definido por los parámetros MIN y MAX. El resultado de la escala es un número entero que se deposita en la salida OUT.

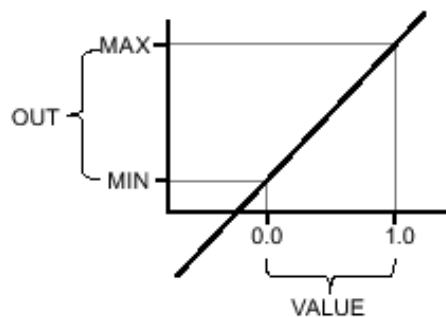


Figura 50. Ejemplo de escalamiento de valores

Fuente: Sistema de información de programa Tia Portal V12

La instrucción “Escalar” utiliza la siguiente ecuación:

$$OUT = [VALUE * (MAX - MIN)] + MIN$$

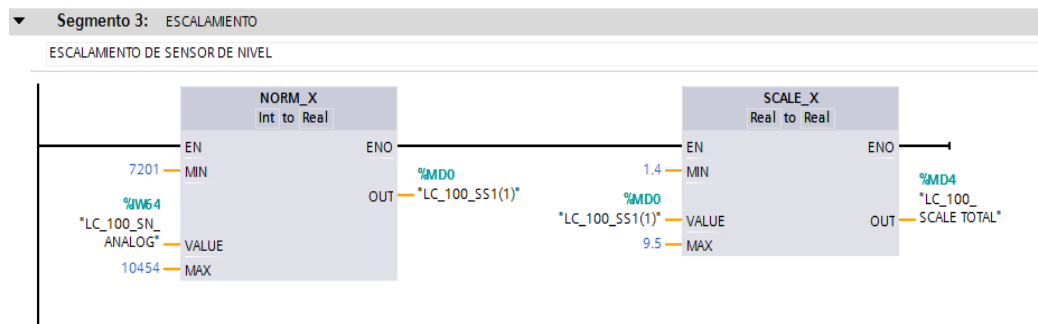


Figura 51. Bloque Norm_X y Scale_X.

Fuente: Sistema de información de programa Tia Portal V12

4.5 HMI VIRTUAL

Esta es la pantalla principal que controla el sistema como se podrá observar en la Figura. 51 se ilustró la distribución física que posee el módulo educativo, de forma que se pueda visualizar los tanques, tuberías y equipos de control.

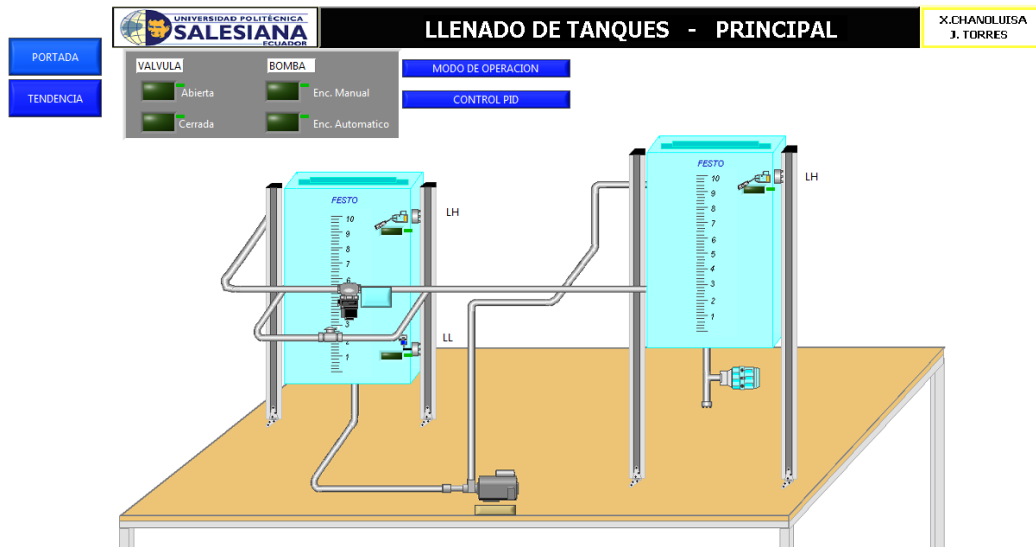


Figura 52. Pantalla principal de control del sistema de llenado de tanques.
Fuente: Autores.

Los equipos que intervienen en el proceso tienen un cuadro indicador de estado como se observa en la figura 52, los cuales muestran si están activos o inactivos según su color, esta animación se detalla en la tabla 3.



Figura 53. Cuadro indicador de estado (activo o inactivo)
Fuente: Autores

Tabla 3.

Codificación de colores cuadros indicadores de estado.

COLOR	DESCRIPCION
Gris	El sensor está inactivo
Verde	El sensor está activo
Rojo	El sensor está activo (aplica para el sensor flotador del tanque 1)

Nota: Estado de los indicadores del sistema SCADA.

Fuente: Autores

En esta ventana existe un botón que da la opción de desplegar un cuadro de control el cual permite seleccionar el tipo de control (Local/Remoto), el modo de operación del sistema (Manual / Automático), dar inicio al proceso y paro de emergencia.

Observe fig. 53.



Figura 54. Cuadro de control de sistema.

Fuente: Autores.

Al pulsar sobre los botones junto a la bomba dosificadora y válvula principal aparece un elemento de control con el nombre del equipo y los botones de comando que nos permitirán encenderlos y apagarlos.

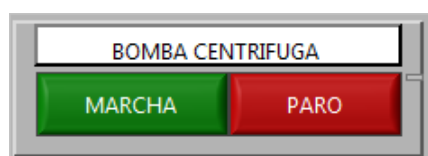


Figura 55. Cuadro de accionamiento (ON/OFF) de equipos del sistema.

Fuente: Autores.

La pantalla también cuenta con un botón que despliega un cuadro del control del PID donde se permite el ingreso del valor de Setpoint, el tiempo de la perturbación, el monitoreo de la entrada del PID y activar la optimización fina de bloque de ser necesario.

4.6 JUSTIFICACIÓN MATEMÁTICA DEL PID DEL TIA POTAL

El bloque PID_Compact es un regulador PIDT1 con “Anti-Windup” y ponderación de las acciones P y D. El valor de salida se calcula con la siguiente fórmula.

$$y = K_p \left[(b * w - x) + \frac{1}{T_i * s} (w - x) + \frac{T_d * s}{a * T_d * s + 1} (c * w - x) \right]$$

Tabla 4.

Variables de la ecuación que utiliza bloque PID_Compact.

SIMBOLO	DESCRIPCION
Y	Valor de salida
Kp	Ganancia proporcional
S	Operador laplaciano
B	Ponderación de acción P
W	Consigna
X	Valor real
Ti	Tiempo de integración
A	Coficiente para el retardo de la acción derivativa (T11=a x Td)
Td	Tiempo derivativo
C	Ponderación de la acción D

Nota: Descripción de cada variable de la ecuación que emplea el software TIA Portal V12 para el cálculo del PID.

Fuente: Sistema de Información de programa TIA Portal V12

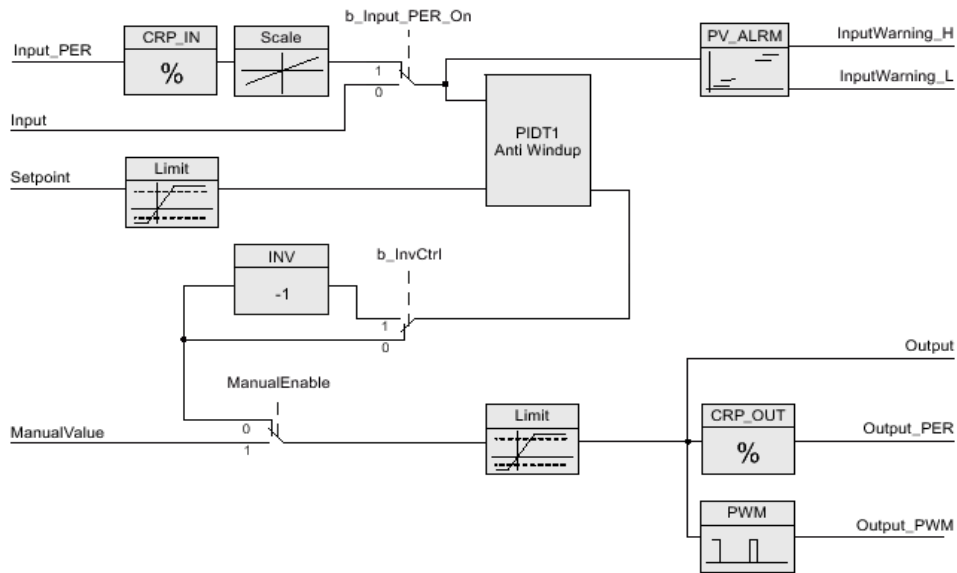


Figura 56. Diagrama de bloque PID_Compact.

Fuente: Sistema de Información de programa Tia Portal V12

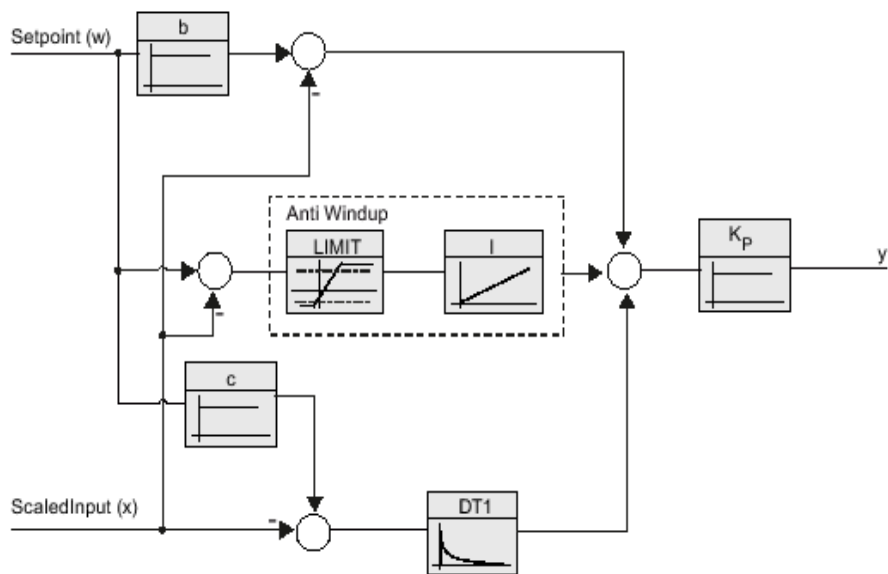


Figura. 57. Diagrama de bloque PID_Compact con sistema anti - widupl.

Fuente: Sistema de Información de programa Tia Portal V12

El efecto widup puede producirse cuando el rango de condiciones de operación del sistema de control es muy amplio, lo que genera que la variable de control alcance los valores prefijados del actuador. Cuando esto pasa el bucle realimentado permanece en su límite independiente de la salida del proceso, si se usa un control con acción integral el error continuará siendo integrando lo que equivale a un incremento del valor.

Para evitar este fenómeno el bloque PID_Compact introduce limitadores en las variaciones de la referencia de tal manera que la salida del controlador nunca alcanza los límites del actuador realiza un re- cálculo de la integral.

Dado que el sistema regulado necesita cierto tiempo para responder a un cambio del valor de salida, no es razonable calcular este valor en cada ciclo. El tiempo de muestreo del algoritmo PID es el tiempo entre dos cálculos del valor de salida. Este se determina durante la optimización y se redondea a un múltiplo del tiempo de ciclo. Todas las demás funciones de PID_Compact se ejecutan cada llamada.

PID_Compact arranca simultáneamente con la CPU en el último modo de operación activo. Para dejar PID_Compact en el modo de operación “Inactivo”, es necesario ajustar el comando sb_RunModeByStartup = Falso.

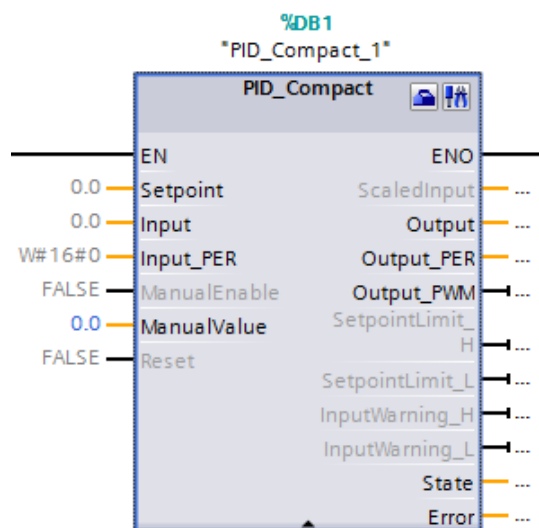


Figura 58. Bloque PID_Compact

Fuente: Sistema de Información de programa Tia Portal V12

Tabla 5.
Descripción de comandos del bloque PID_Compact

PARAMETRO	TIPO DE DATOS	AJUSTE PREDETERMINADO	DESCRIPCION
Setpoint	REAL	0.0	Consigna del regulador PID en modo automático
Input	REAL	0.0	Una variable del programa de usuario se utiliza como origen del valor real. Si se utiliza el parámetro Input, debe cumplirse lo siguiente: sPid_Cmpt.b_Input_PER_On = Falso
Input_PER	WORD	W#16#0	Entrada analógica como del valor real. Si se utiliza el parámetro Input_PER, debe cumplirse lo siguiente: sPid_Cmpt.b_Input_PER_On = Verdadero
Reset	BOOL	FALSO	Este realiza un re arranque del regular
Output	REAL	0.0	Valor de salida en el formato REAL
Output_PMW	BOOL	FALSO	Valor de salida modulado por ancho de impulso. El valor de salida se obtiene mediante tiempos de conexión y desconexión de variables.
State	INT	0	Indica el modo de operación actual del regulador PID. El modo de operación se cambia con la variable sRet.i_Modo. - Estado =0 : Inactivo

			<ul style="list-style-type: none"> - Estado = 1: optimización inicial - Estado = 2: optimización fina - Estado = 3: modo automático - Estado = 4: modo manual
Error	DWORD	W#16#0	<p>Indica los mensajes de error.</p> <p>Error = 000: No hay ningún error.</p>

Nota: Detalle de los comandos que presenta el Bloque PID del software TIA Portal, uso correcto.


Fuente: Fuente: Sistema de Información de programa Tia Portal V12

CAPÍTULO V

5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo contiene las diez prácticas que se realizó en el prototipo. A continuación se detallan cada una de ellas:

5.2 PRÁCTICA 1

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)	
1	RECONOCIMIENTO DE QUIPOS	2 Horas	
FUNDAMENTO			
<p>Hoy en día es importante que los estudiantes tengan la capacidad para reconocer los equipos e instrumentos de medición básicos que habitualmente se encuentran instalados en la mayoría de los procesos industriales, el fin es que su desempeño como profesionales sea más eficiente y productivo</p>			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none">▪ Determinar el principio de funcionamiento, conexión eléctrica y diagrama de conexión de control de los equipos que se encuentran montados en el módulo de educativo▪ Establecer las distintas aplicaciones de los equipos reconocidos.			

EQUIPOS Y MATERIALES

- Computador
- Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”
- Manuales de los equipos

DESARROLLO

- ✓ Enlistar los equipos que pertenecen al sistema:

Bomba centrífuga

Válvula solenoide de 2/2 vías

Sensor flotador

Arrancador suave

Sensor puntual capacitivo

Transmisor de nivel

- ✓ Buscar información básica sobre los equipos enlistados

Bomba centrífuga.- Es actualmente la máquina más utilizada para bombear líquidos en general. Las bombas centrífugas son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba.

Válvula solenoide.- Es una válvula eléctrica utilizada para controlar el paso de fluidos. La apertura o cierre de la válvula se basa en impulsos electromagnéticos de un solenoide (un electroimán) que trabaja junto a un muelle diseñado para devolver a la válvula a su posición neutral cuándo el solenoide se desactiva. Las válvulas solenoides ofrecen funciones de apertura o cierre total y no se pueden utilizar para la regulación del flujo de fluido

Sensor flotador.- Consiste en un flotador ubicado en contacto con el fluido y conectado al exterior del depósito indicando directamente el nivel sobre un escala graduada.

Arrancador Suave.- son equipos que contribuyen a disminuir el pico de corriente de energía eléctrica al momento de arrancar un motor y/o disminuir el par de arranque en maquinaria especializada.

Sensor puntual capacitivo.- Está constituido por un electrodo o probeta de capacitancia que se introduce en el tanque, el cambio de la capacitancia producida por el aumento o disminución del nivel en el recipiente se mide utilizando la probeta la cual está conectada a un circuito electrónico que permite hacer un control ON-OFF.

Transmisor de nivel.- Este equipo permite medir la presión que se genera en el fondo del tanque debido a la presión hidrostática y relaciona dicha medida con la altura del líquido que crea dicha presión, es decir el instrumento sensa el peso del líquido a través de una membrana.

- ✓ Buscar los manuales técnicos

BOMBA CENTRÍFUGA

Una bomba centrífuga es un mecanismo que convierte la potencia de su entrada (rotativa, motor) en energía cinética en el fluido por medio de un mecanismo giratorio.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Su principio de funcionamiento consiste en la transferencia de energía que es el efecto centrífugo ejercido sobre el fluido. La bomba con la que contamos en la maqueta es una bomba centrífuga de admisión estándar la misma que no debe funcionar en seco más de 30 minutos ya que puede sufrir daños irreversibles. Las bombas están diseñadas para las fluctuaciones de operación y tensión continua de $\pm 20\%$.

La bomba se mantiene dentro de un anillo de sujeción el cual está montado sobre una placa de perfil con dos tornillos y tuercas con cabeza de martillo.

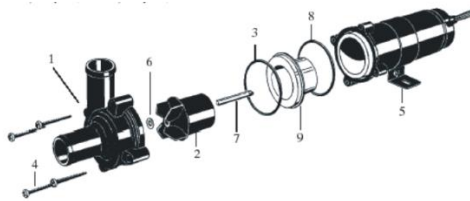


Figura 59. Diseño de bomba centrífuga

Fuente: Coledidacticum MPS-PA_collection_of_datasheets

Componentes individuales de la bomba:

10. Cubierta, Ø 20mm
11. Impulsador
12. Junta circular
13. Tornillos
14. Anillo de sujeción
15. Arandela
16. Eje
17. Sello
18. Cubierta magnética

Cuando en operación, verifique la polaridad del voltaje que se aplique. El código de colores para la conexión de los cables es:

Voltaje de operación : 24 V	Terminal Positivo	Red
	Terminal Negativo	Negro

VÁLVULA SOLENOIDE DE 2/2 VIAS

Es una válvula de control directo, es decir si la corriente eléctrica no fluye a través de la bobina, la válvula se cierra por la fuerza del resorte.

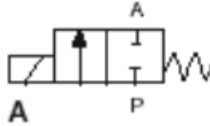


Figura 60. Simbología de válvula de 2/2 vías
Fuente: Coledidacticum MPS-PA_collection_of_datasheets

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Es una válvula direccional de asiento de mando directo accionada por solenoide, controla el arranque, parada y sentido de circulación de un fluido y se compone de la carcasa, el solenoide, los asientos de válvula y así como del elemento de cierre.

El dispositivo de accionamiento auxiliar (resorte) permite la conmutación de la válvula con solenoide des energizado.

Conexión eléctrica: 24 V (Negro), Tierra (Negro), PE (gn/ge).

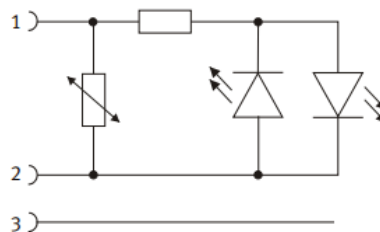


Figura 61. Diagrama de conexión de válvula de 2/2 vías
Fuente: Coledidacticum MPS-PA_collection_of_datasheets

SENSOR FLOTADOR

Este sensor flotador está diseñado para que su instalación sea lateral en tanques. Debido al hecho de que este sensor está hecho de polipropileno (PP), se lo puede utilizar para temperaturas de hasta 107 ° C en agua, aceite (excepto de aceites minerales) y todos los productos químicos.

Estos sensores son ideales para su uso en la industria alimentaria, la ingeniería médica, para el aceite de motor y en el tratamiento de agua. Con su larga vida útil, este sensor ofrece resultados precisos y reproducibles para la vigilancia de los niveles altos, bajos e intermedios de llenado. El montaje se efectúa a través de un ½ "rosca exterior -NPT. El sensor opera dentro de un rango general de -40 ° C a 107 ° C y a una presión de 7 bar. El modo de operación del sensor es simple y basa directamente en el cambio en el nivel del líquido. El imán integrado en el flotador acciona el interruptor de láminas herméticamente sellado en la carcasa. Al girar el interruptor de 180 °, el interruptor de lengüeta se convierte en un contacto normalmente abierto (NO) o contacto normalmente cerrado (NC). Las flechas están marcadas en el exterior de la carcasa para facilitar este ajuste. La conexión eléctrica se efectúa por medio de un cable de conexión largo 2,5 m. El sensor está fijado desde el interior

CONEXIÓN ELECTRICA

Terminal Positivo	Rojo pin 1
Terminal Negativo	Negro pin 3

ARRANCADOR SUAVE

El módulo Maxi-S-4-30 es un sistema de control del motor con tasa de aceleración / tasa de desaceleración para motores de 24 V CC. Asegura el encendido y frenado del motor a través de una conmutación ON / OFF, electroválvulas y otras cargas. La carga se cortocircuita a través de una resistencia externa en condiciones OFF resultando con frenado dinámico, dependiente del valor de la resistencia externa.

Protección a tierra contra cortocircuitos, protección de temperatura, se especializa en el uso de inductancias, tiempo ajustable hasta que el motor alcance su máximo de velocidad.

Tabla 6.

Datos técnicos de arrancador suave

Tensión nominal	24 VDC
Rango de tensión nominal min/max	19V a 35VDC
Corriente de entrada	10Ma
Entrada analógica – rango de voltaje	0V a 10VDC
Rango de tensión de conmutación	19V a 35VDC
Max. Corriente de carga permanente	4 ^a
Min. / Max tiempo de rampa de partida	0-1000ms
Resistencia de paso en estado ON	20 mOhm

Nota: Datos técnico del equipo.

Fuente: Coledidacticum KALEJA Elektronik GmbH D-73553 Alfdorf.

CONCLUSIONES

En la industria existen una gran variedad de equipos que permiten controlar un proceso, desde los más básicos hasta los más elaborados, entre ellos tenemos controladores lógicos programables, sensores, válvulas y bombas los mismo que acoplamos según la necesidad del sistema.

Debemos conocer el funcionamiento básico de los instrumentos que habitualmente se utilizan en la industria, ya que de esta forma será más fácil resolver cualquier inconveniente en el futuro.

RECOMENDACIONES

- Implementar una cátedra que sea cien por ciento práctica para realizar prácticas con instrumentos.

- Dedicar más horas de cátedra a la identificación de los equipos más utilizados en los distintos procesos a nivel industrial.

Tabla 7.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 1.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.3 PRÁCTICA 2

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
2	ACCIONAMIENTO DE EQUIPOS	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>Utilizaremos botones de marcha y paro los mismo que permiten que controlemos el estado de cada equipo que posee esta condición, por ejemplo la bomba centrífuga la cual se activa (energiza) por medio del botón marcha y se desactiva (des energiza) por medio del botón paro.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema que permita accionar distintos equipos por medio de pulsantes de marcha y paro, el sistema funcionará en modo manual.▪ Establecer los botones e indicadores de estado de cada equipo a ser accionado.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”		

DESARROLLO

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 8.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.

Fuente: Autores.

En el segmento 1 encontraremos la confirmación de activación de sistema, el segmento 2 indica que una vez confirmada la activación del sistema y contamos con la señal de nivel alto del tanque 1 “NA_TANQUE1” podremos pulsar la botonera de marcha “MARCHA_BOMBA”. La bomba podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro “PARO_GENERAL” una vez que se cumpla con la condición de que el nivel de tanque 2 pase de bajo a alto “NA_TANQUE2”.

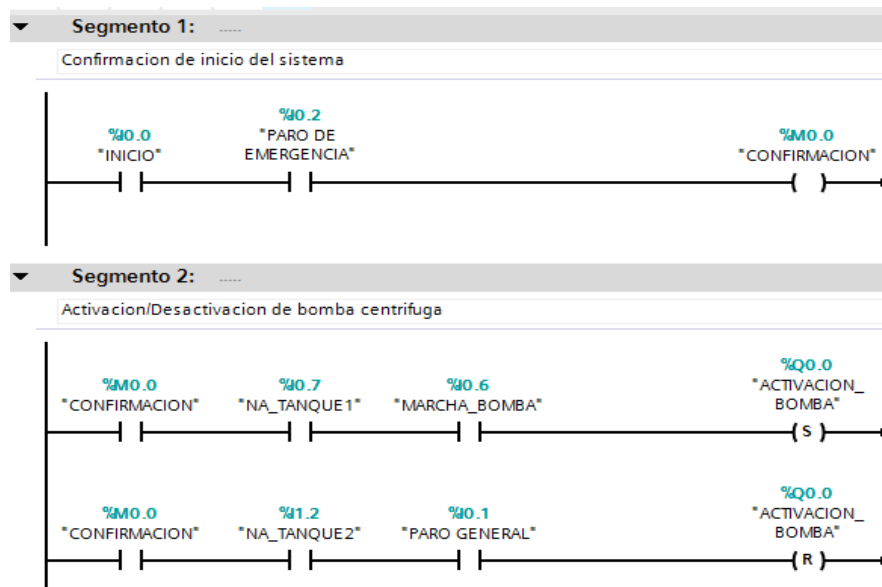


Figura 62. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de bomba

Fuente: Los Autores

El segmento 3 permite la activación de la válvula por medio de pulsante de marcha “MARCHA_VALVULA” pero debemos tener la señal de nivel alto del tanque 2 “NA_TANQUE2”, la válvula podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro “PARO_GENERAL” una vez que se cumpla con la condición de que el nivel de tanque 2 pase de alto a bajo.

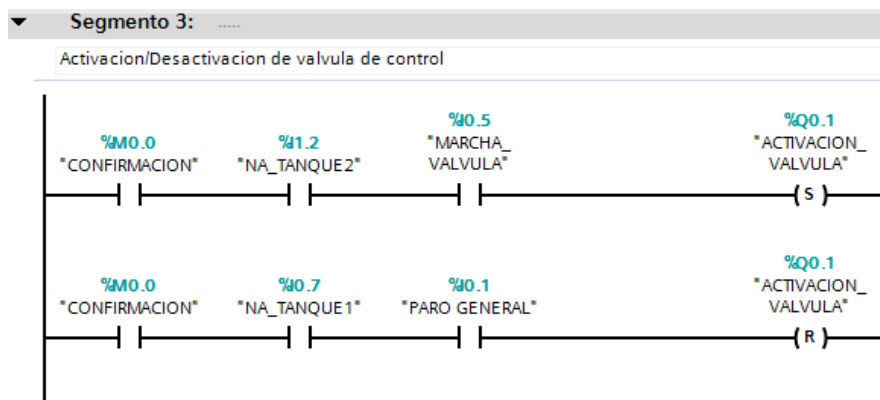


Figura 63. Lógica de programación de activación/desactivación de válvula

Fuente: Los Autores

El segmento 4 permite visualizar las entradas y salidas digitales que se activan durante el desarrollo de la secuencia de programación.

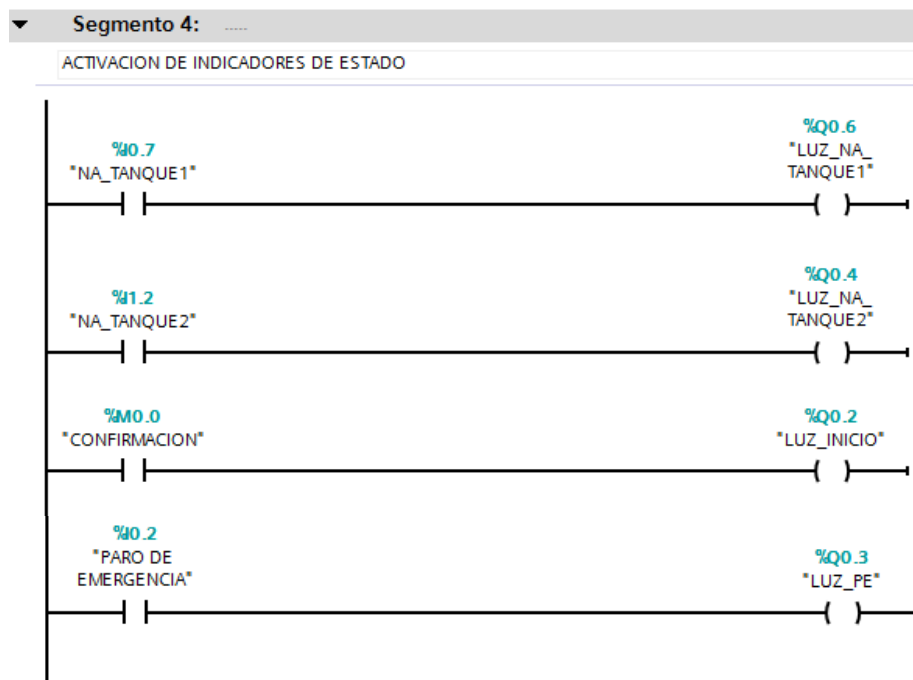


Figura 64. Indicadores de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Esta práctica nos permitió volver a recordar el uso del software TIA PORTAL las herramientas que este posee en su plataforma y sobre todo lógica de programación básica, la misma dejemos de practicar ya que es una de las bases de nuestra carrera.

RECOMENDACIONES

- Constatar que la laptop que estemos utilizando sea la que nos fue asignada.
- Y recordar las reglas de programación lógica.


Tabla 9.

Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 2.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ	AUTORIZÓ
Ximena Chanoluisa Jaime Torres	Ing. Mónica Miranda		
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada. Fuente: Autores.

5.4 PRÁCTICA 3

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
3	ESCALAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>El escalamiento de señal dentro de un proceso permite que los datos o señales analógicas que transmiten los instrumentos sean adquiridos a través del módulo asignado para esta tarea y por medio de herramientas del software utilizado se pueda convertir esta señal a un dato lógico para ser usado dentro del programa.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema que permita utilizar las herramientas que posee TIA PORTAL como son el NORM_X y SCALE_X para visualizar las señales analógicas ya con valores escalados.▪ Determinar las condiciones correctas a considerar en el desarrollo de programa.▪ Definir las E/S que se utilizaran en el programa.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

BLOQUE NORM_X

La instrucción “Normalizar” normaliza el valor de la variable de la entrada representándolo en una escala lineal, los parámetros mínimos y máximos sirven para definir los límites de un rango de valores que se refleja en la escala. En función de la posición del valor que se debe normalizar en este rango de valores, el resultado se calcula y se deposita como número en coma flotante en la salida. Si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada mínima, la salida devuelve “0.0”, si por el contrario el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada máxima la salida devuelve el valor “1.0”.

BLOQUE SCALE_X

La instrucción “Escalar” escala el valor de la entrada mapeándolo en un determinado rango de valores, al ejecutar la instrucción el número en coma flotante de la entrada se escala al rango de valores definido por los parámetros mínimos y máximos. El resultado de la escala es un número entero que se deposita en la salida.

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 10.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TRANSMISOR_NIVEL	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	SAL_TRANS_NIVEL	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	TRANS_ESCALADO	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.
Fuente: Autores.

El segmento 1 indica que si se presiona el botón de inicio del sistema este permitirá que se pueda realizar la activación de los equipos que se requiere.

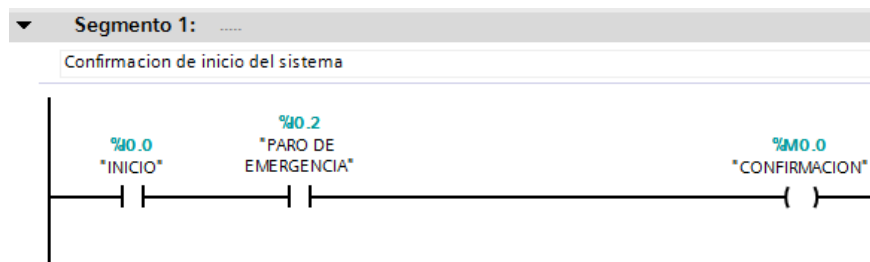


Figura 65. Lógica de programación inicio de programa.
Fuente: Los Autores

En el segmento 2 se cuenta con la confirmación de la activación del sistema y también con el pulsante que permite dar marcha para la energización de la bomba “MARCHA_BOMBA” solo si el nivel alto del tanque 1 está activo. Para desenergizar la bomba se debe cumplir con la condición de nivel (analógico) por lo que utilizamos un comparador mayor o igual entre la señal escalada del transmisor y un valor fijo establecido por nosotros.

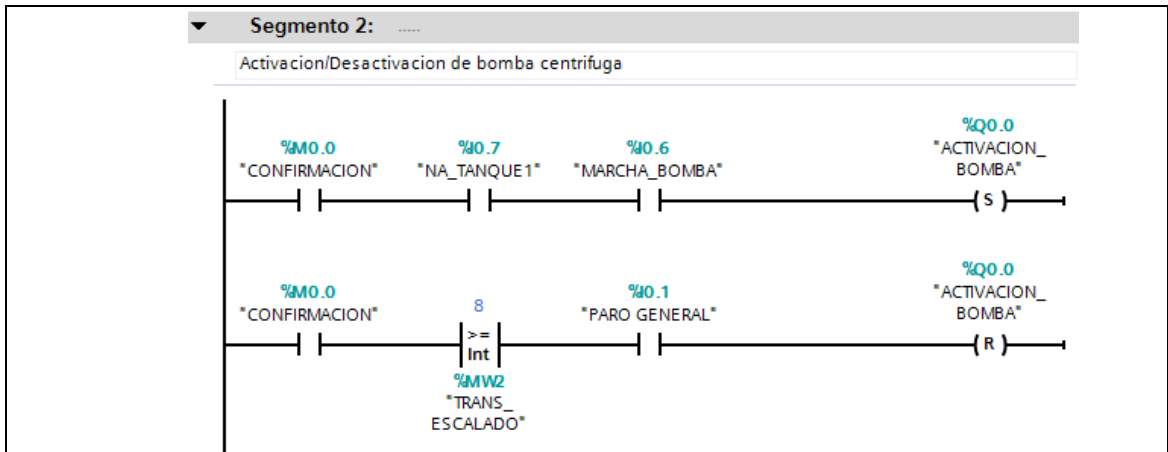


Figura 66. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de bomba

Fuente: Los Autores

En el segmento 3 encontraremos los bloque NORM_X y SCALE_X que mencionamos al inicio del desarrollo de esta práctica. En el bloque NORM_X obtenemos la señal que envía el transmisor de nivel e ingresamos el rango de valores que acepta el controlador. La variable de la salida del bloque NORM_X servirá como entrada en el bloque SCALE_X en el cual indicaremos el rango en que deseamos que nuestra señal oscile y permita controlar el proceso.

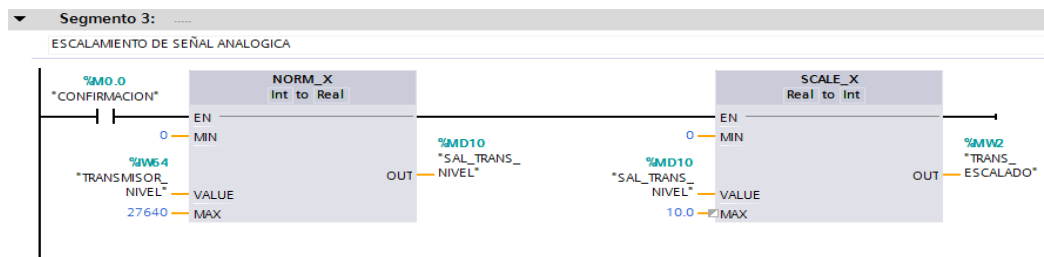


Figura 67. Escalamiento de señal analógica.

Fuente: Los Autores

En el segmento 4 se cuenta con el pulsante que permite dar marcha para la energización de la válvula “MARCHA_VALVULA” solo si el nivel alto del tanque 2 está activo. Para des energizar la válvula se debe cumplir con la condición de nivel del tanque 1 el cual debe indicar que está vacío.

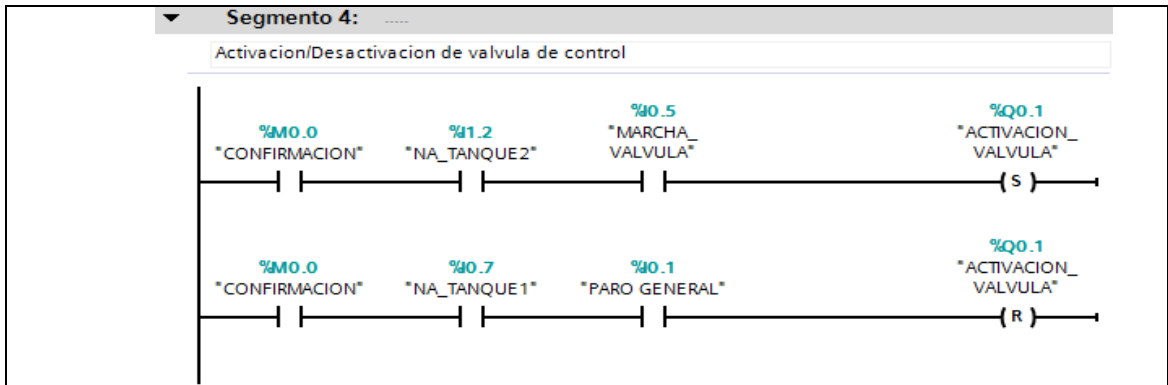


Figura 68. Lógica de programación inicio de programa y activación/desactivación de la válvula

Fuente: Los Autores

El segmento 4 permite visualizar las entradas y salidas digitales que se activan durante el desarrollo de la secuencia de programación.

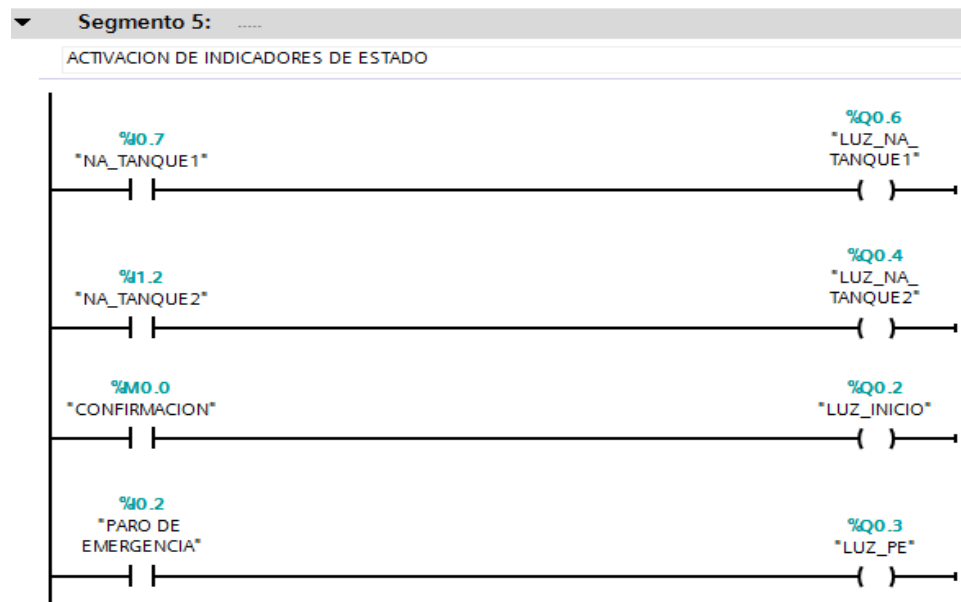


Figura 69. Indicadores de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Mediante esta práctica se logró hacer uso de las herramientas útiles que posee TIA PORTAL y permite que el trabajo de programación sea más rápido para optimizar

memoria del controlador y que cuente con la mejor eficiencia.

RECOMENDACIONES

- Revisar la ayuda que ofrece TIA PORTAL para conocer más sobre las herramientas de programación que posee.
- Recordar las reglas de programación lógica.

Tabla 11.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 3.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.4 PRÁCTICA 4

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
4	SISTEMA DE LLENADO DE TANQUES	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>El llenado de tanque es un proceso muy habitual encontrar en la industria algunos requieren un control básico, sin embargo otros procesos exigen que se consideren más condiciones de funcionamiento.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema que permita utilizar las herramientas que posee TIA PORTAL como son el NORM_X y SCALE_X para visualizar las señales analógicas ya con valores escalados.▪ Determinar las condiciones correctas a considerar en el desarrollo de programa.▪ Definir las E/S que se utilizaran en el programa.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

Tabla 12.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TRANSMSOR_NIVEL	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	SAL_TRANS_NIVEL	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	TRANS_ESCALADO	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	M_MANUAL	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	CONFIRMACION_MANUAL	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	M_AUTOMATICO	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	CONFIRMACION_AUTO	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	ACTIVACION_BOMBA_AUTO	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	ACTIVACION_VALVULA_AUTO	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	ACTIVACION_BOMBA_MANUAL	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	ACTIVACION_VALVULA_MANUAL	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.

Fuente: Autores.

El segmento 1 indica que si se presiona el botón de inicio del sistema este permitirá que se pueda realizar la activación de los equipos que se requiere.

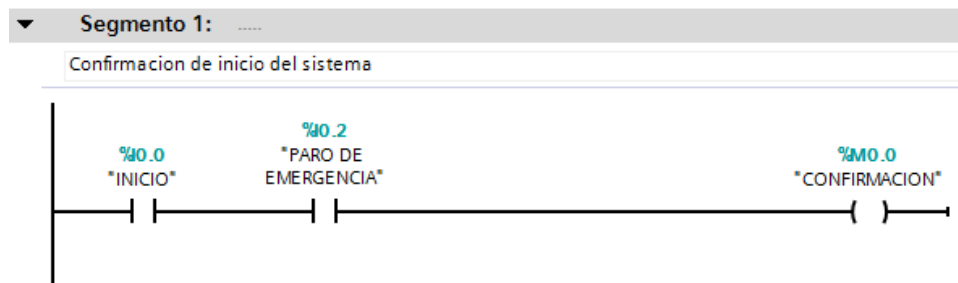


Figura 70. Confirmación del inicio del proceso.

Fuente: Los Autores

El segmento 2 hace referencia a la selección del estado de operación en el que se desea comandar los equipos, ya sea este en manual o automático.

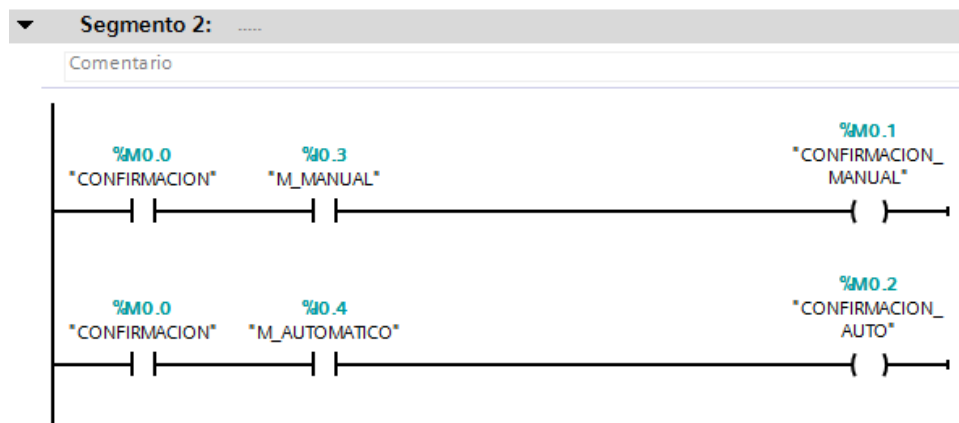


Figura 71. Selección del modo de operación.

Fuente: Los Autores

El segmento 3 indica la activación de la bomba en modo manual, es decir cuenta con su botón de marcha y paro.

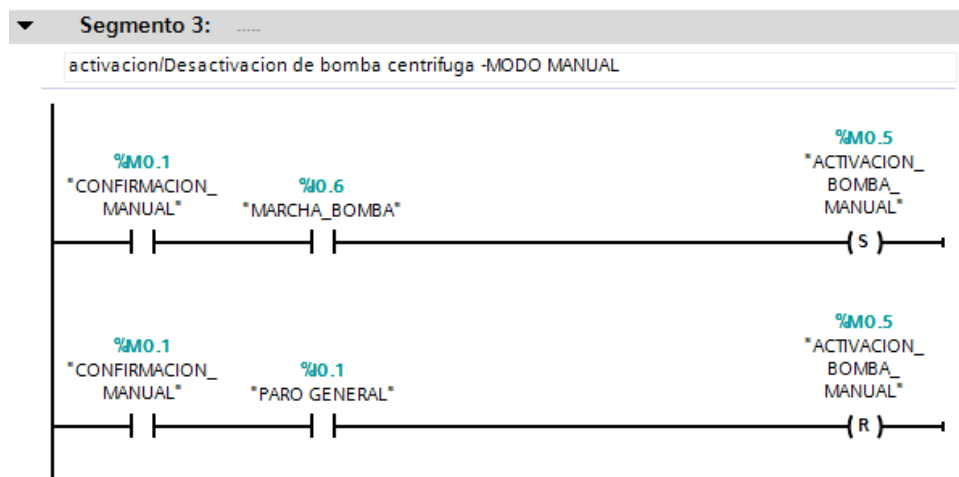


Figura 72. Lógica de programación de la activación/desactivación de la bomba

Fuente: Los Autores

El segmento 4 indica la activación de la válvula en modo manual, cuenta con un botón de marcha y paro.

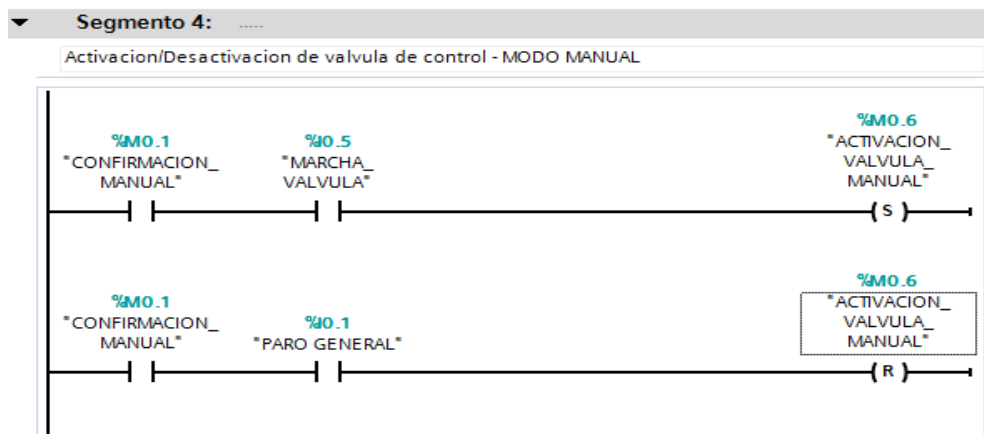


Figura 73. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula.
Fuente: Los Autores

El segmento 5 muestra la activación de los indicadores de estado de los tanques 1 y tanque 2.

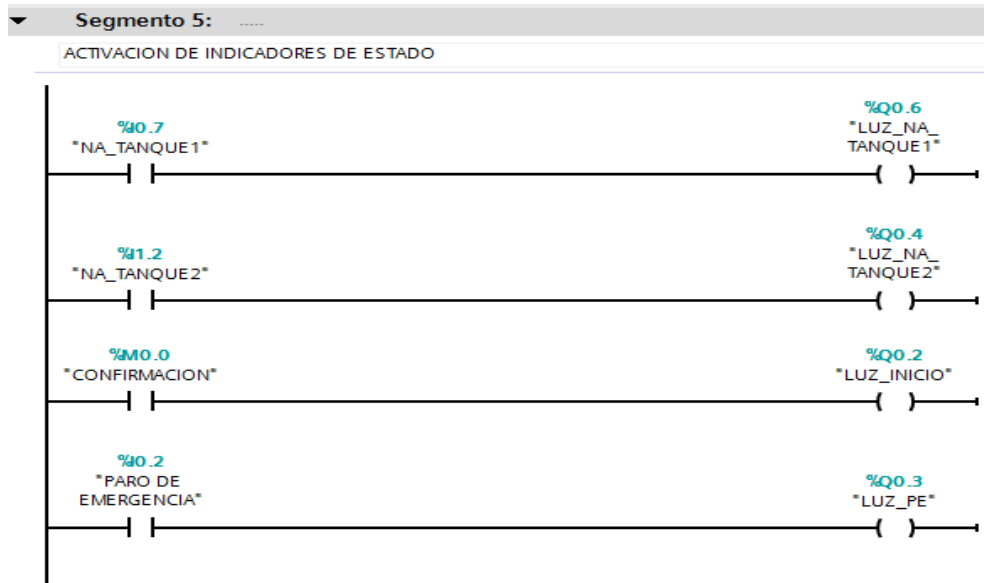


Figura 74. Indicadores de estado de los equipos.
Fuente: Los Autores

El segmento 6 indica la rutina de activación en modo automático de los equipos, el mismo que se encuentra condicionado por los estados (activado/desactivado) de la válvula.

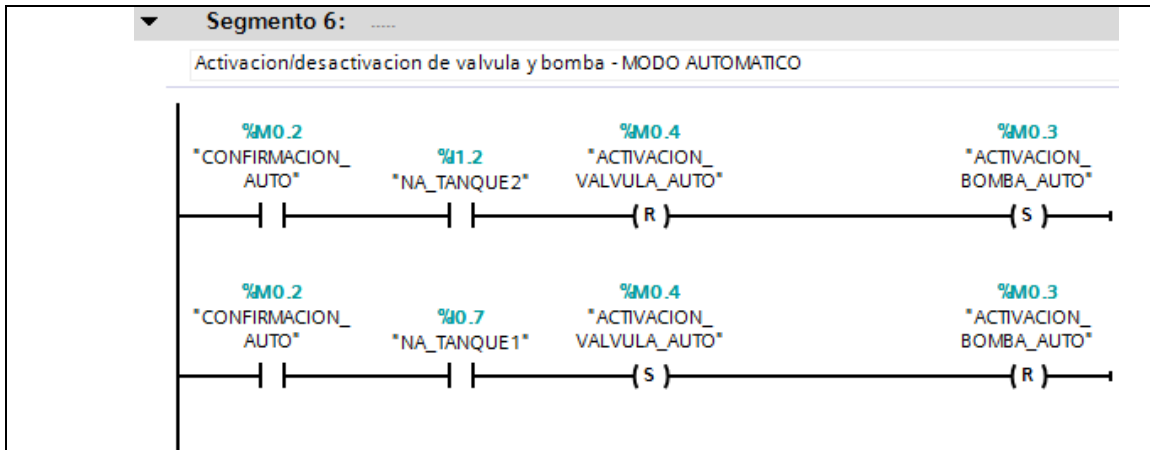


Figura 75. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula en modo automático.

Fuente: Los Autores

El segmento 7 indica la activación de las salidas digitales que dan el pulso para la energización de la bomba y la apertura de la válvula.

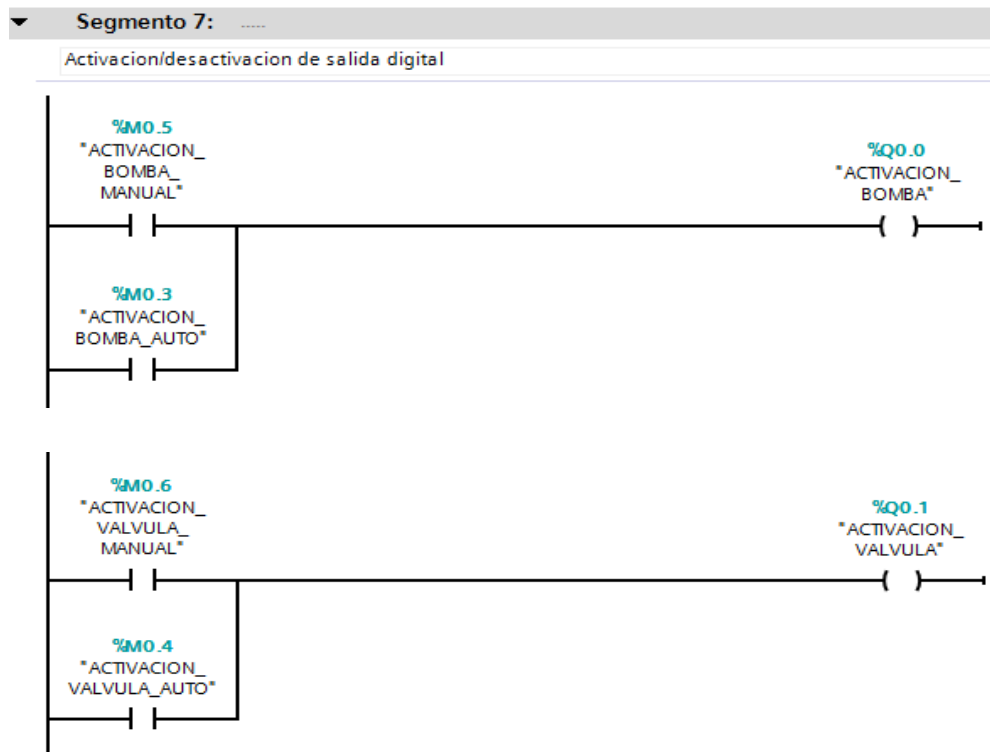


Figura 76. Activación de las salidas digitales.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES
<p>Para realizar el control del llenado de tanques tuvimos que analizar y comprender todas las indicaciones que se habían dado ya que en esta aplicación debía tener todas las restricciones y seguridades que se podría presentar en una fábrica.</p>
RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recordar las reglas de programación lógica. ▪ Leer detenidamente las indicaciones de la secuencia de paso.

Tabla 13.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 4.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.6 PRÁCTICA 5

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
5	HISTERESIS	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>La histéresis se conoce como la capacidad de un instrumento de repetir la salida cuando se llega a la medición en ocasiones consecutivas bajo las mismas condiciones generales pero una vez con la medición de la variable en un sentido (creciente) y en la siguiente con la variable en sentido contrario (decreciente).</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema en el cual la señal analógica se encuentre limitada por medio de una histéresis.▪ Definir el valor de la histéresis y set-point que se va a utilizar.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 14.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_FE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TRANSMISOR_NIVEL	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	SAL_TRANS_NIVEL	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	TRANS_ESCALADO	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	M_LOCAL	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	CONFIRMACION_LOCAL	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	M_REMOTO	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	CONFIRMACION_REMOTO	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	ACTIVACION_BOMBA_REMOTO	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	ACTIVACION_VALVULA_REMOTO	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	ACTIVACION_BOMBA_LOCAL	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	ACTIVACION_VALVULA_LOCAL	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	HMI_INICIO	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	HMI_MARCHA_VALVULA	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	HMI_PARO_GENERAL	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	HMI_MARCHA_BOMBA	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	HISTERESIS	Dint	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	SAL_HISTERESIS	Dint	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	SETPOINT	Dint	%MD18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	SETPOINT_HISTERESIS_POSITIVA	Dint	%MD22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.

Fuente: Autores.

El segmento 1 indica que si se presiona el botón de inicio del sistema este permitirá que se pueda realizar la activación de los equipos que se requiere.

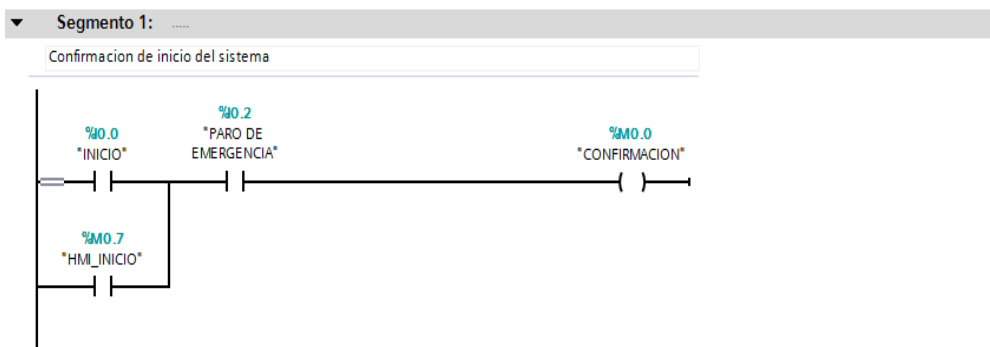


Figura 77. Confirmación de inicio del proceso.

Fuente: Los Autores

El segmento 2 hace referencia a la selección del estado de operación en el que se desea comandar los equipos, ya sea este local o remoto.

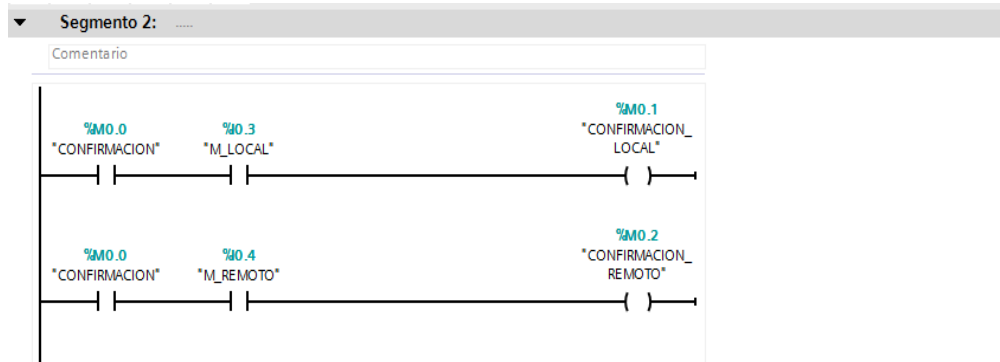


Figura 78. Selección del modo de operación.

Fuente: Los Autores

El segmento 3 indica la activación de la bomba en modo local, es decir cuenta con su botón en sitio de marcha y paro

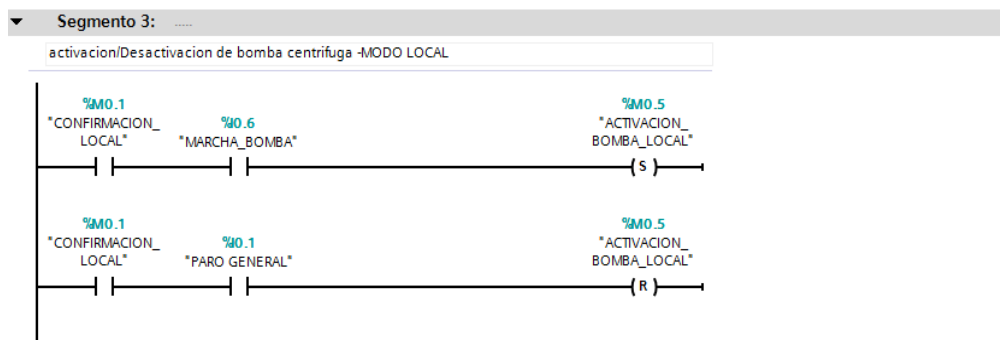


Figura 79. Lógica de programación de act/desac de bomba modo local.

Fuente: Los Autores

El segmento 4 indica la activación de la válvula en modo manual, cuenta con un botón de marcha y paro.

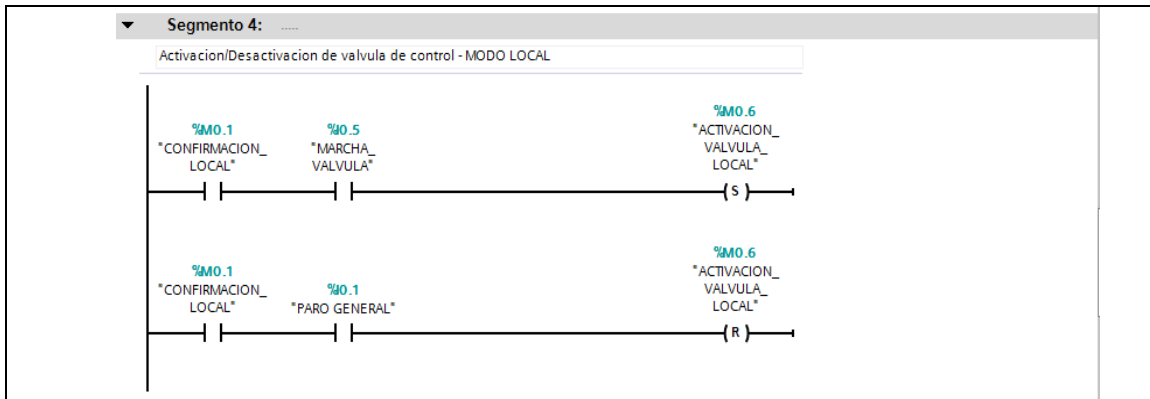


Figura 80. Lógica de programación de act/desac de válvula modo local.

Fuente: Los Autores

El segmento 5 muestra la activación de los indicadores de estado de los tanques 1 y tanque 2.

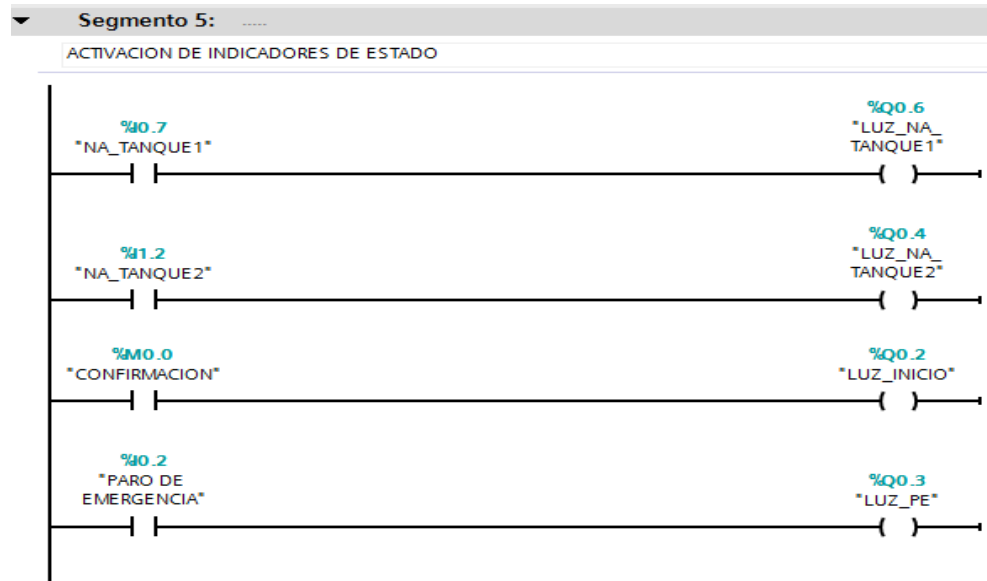


Figura 81. Indicadores de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

El segmento 6 indica la rutina en modo automático de los equipos, el mismo que se encuentra condicionado por los estados (activado/desactivado) de la válvula.

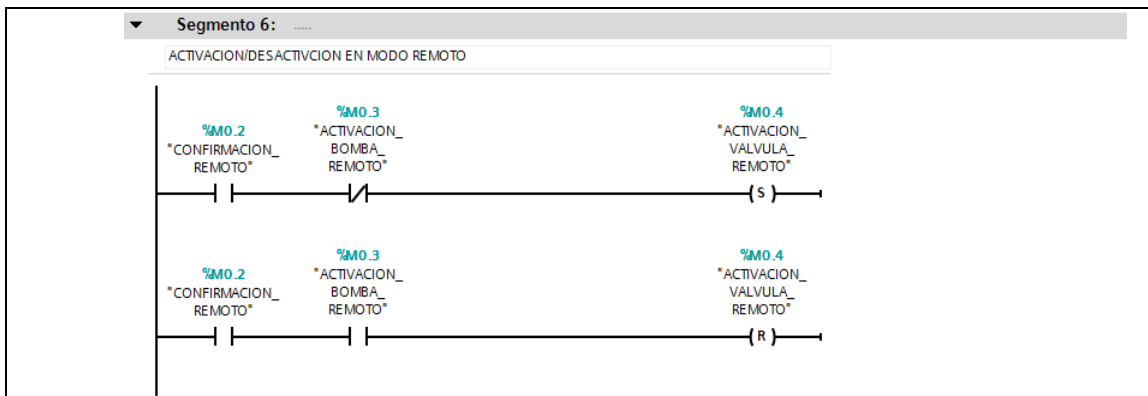


Figura 82. Lógica de programación de act/desac de válvula modo remoto.
Fuente: Los Autores

El segmento 7 indica la activación de la bomba en modo automático la misma que se activa y desactiva de acuerdo a los rangos establecidos por la histéresis.

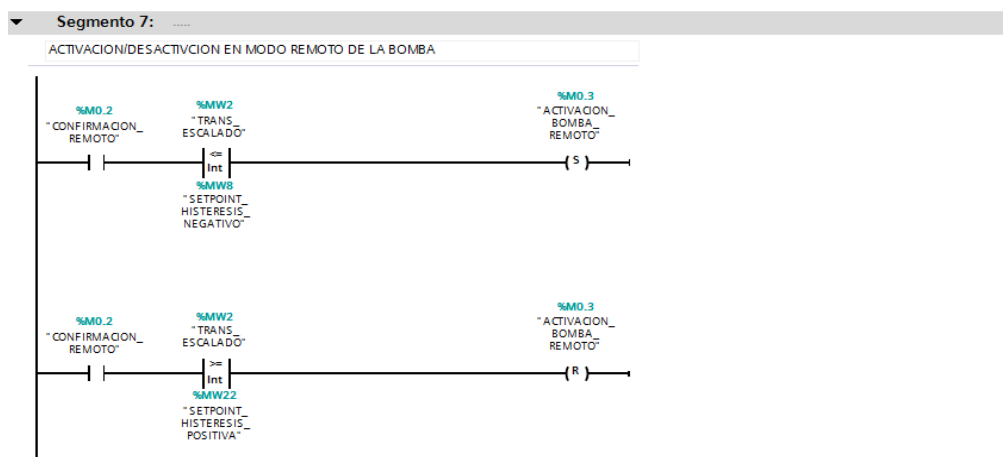


Figura. 83 Lógica de programación de act/desac de bomba modo remoto.
Fuente: Los Autores

El segmento 8 muestra el escalamiento de la señal analógica utilizando los bloques NORM_X y el bloque SCALE_X.

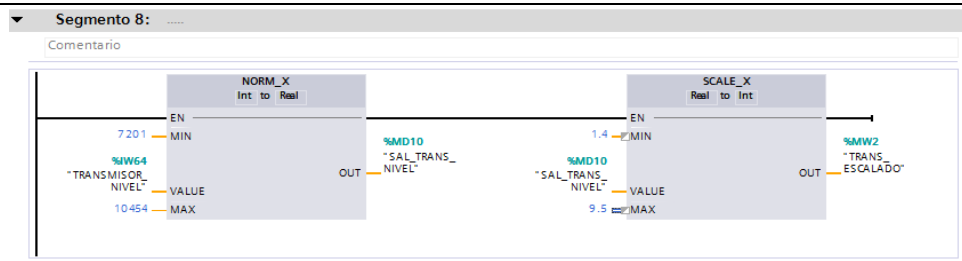


Figura 84. Escalamiento de señal analógica.

Fuente: Los Autores

El segmento 9 indica como se ha programado los rangos de la histéresis con ayuda del valor de setpoint.

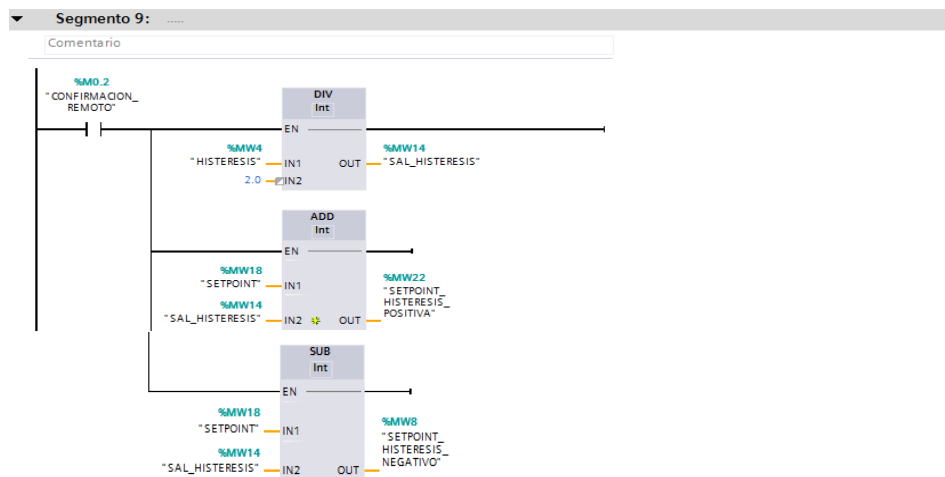


Figura 85. Cálculos de la histéresis.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

En esta práctica se pudo experimentar el uso de la histéresis conjuntamente con un valor de setpoint mostrando como se puede mantener una señal analógica dentro de un rango estable de trabajo.

RECOMENDACIONES

- Estudiar la base teórica los distintos conceptos que se indican normalmente en las prácticas.

Tabla 15.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 5.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.7 PRÁCTICA 6

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
6	CONTROL DE NIVEL TEMPORIZADO	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>Los temporizadores son muy utilizados como una herramienta de programación ya que al utilizarlos contamos con la oportunidad de controlar por ejemplo la activación o desactivación de cualquier equipo, llevar el control de tiempo de funcionamiento de un proceso entre otras cosas.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema de llenada de tanques el mismo que se encuentre controlado por tiempos de carga y descargas de producto.▪ Identificar el tipo de temporizador que debemos usar.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 16.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección ▲	Rema...	Visibl...	Acces...
1	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	M_MANU	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	M_AUTO	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	TRANSMISOR_NIVEL	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	SIRENA	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	LUZ_INTERMITENTE	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	CONFIRMACION_MANU	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	CONFIRMACION_AUTO	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	ACTIVACION_BOMBA_AUTO	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	ACTIVACION_VALVULA_AUTO	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	ACTIVACION_VALVULA_AUTO	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	ACTIVACION_BOMBA_MANU	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	ACTIVACION_VALVULA_MANU	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	HMI_INICIO	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	HMI_MARCHA_VALVULA	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	HMI_PARO GENERAL	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	HMI_MARCHA_BOMBA	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	N_1	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	N_2	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	REBOSE TQ1	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	ALARM_DETEC	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	TRANS_ESCALADO	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	HISTERESIS	Int	%MW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	SETPOINT_HISTERESIS_NEGATIVO	Int	%MW8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	SAL_TRANS_NIVEL	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39	SAL_HISTERESIS	Int	%MW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40	SETPOINT	Int	%MW18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41	SETPOINT_HISTERESIS_POSITIVA	Int	%MW22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.

Fuente: Autores.

El segmento 1 indica que si se presiona el botón de inicio del sistema este permitirá que se pueda realizar la activación de los equipos que se requiere.

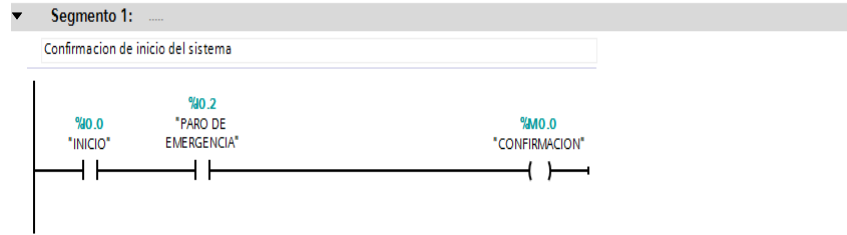


Figura 86. Confirmación de inicio del proceso.

Fuente: Los Autores

El segmento 2 hace referencia a la selección del estado de operación en el que se desea comandar los equipos, se puede seleccionar manual o automático.

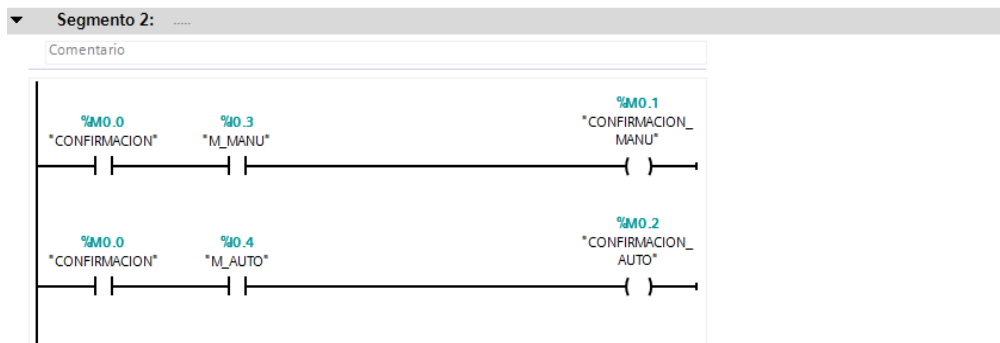
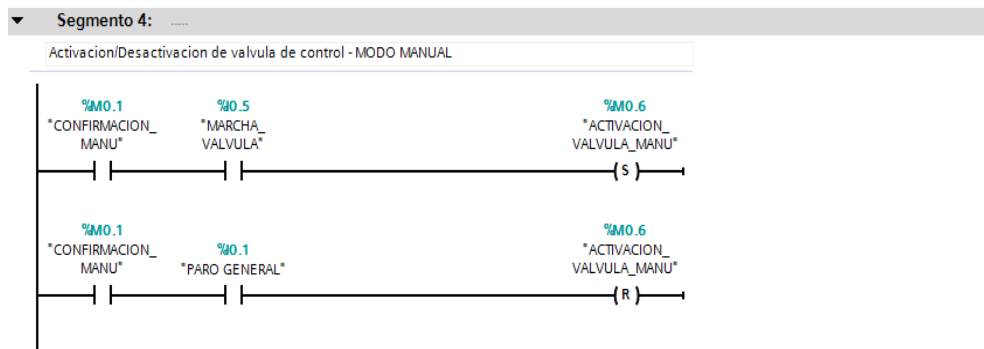


Figura 87. Selección de modo de operación.

Fuente: Los Autores

El segmento 3 indica la activación de la bomba en modo local, es decir cuenta con su botón en sitio de marcha y paro



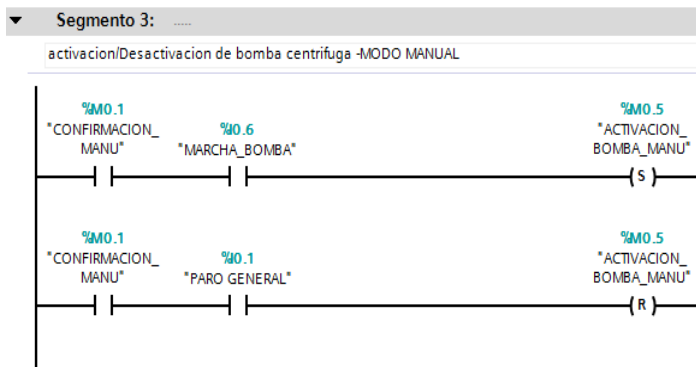


Figura 88. Lógica de programación de act/desac en modo manual de la bomba y la válvula.

Fuente: Los Autores

El segmento 4 indica la activación de la válvula en modo manual, cuenta con un botón de marcha y paro. El segmento 5 muestra la activación de los indicadores de estado de los tanques 1 tanque 2.

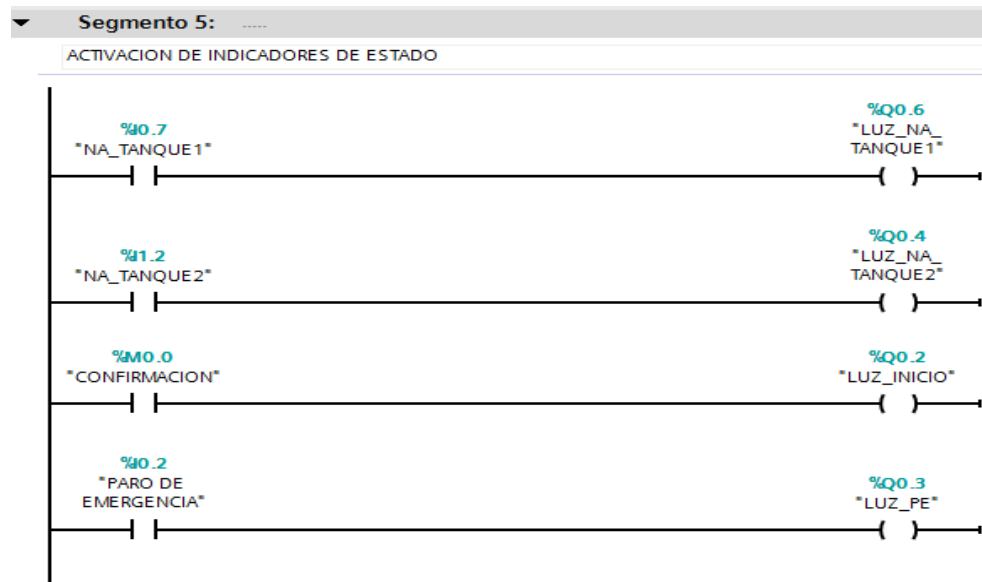


Figura 89. Indicador de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

El segmento 6 indica la rutina en modo automático de la válvula, activación que se encuentra condicionada por el valor de comparación entre el nivel analógico del taque 1 y un valor fijo.

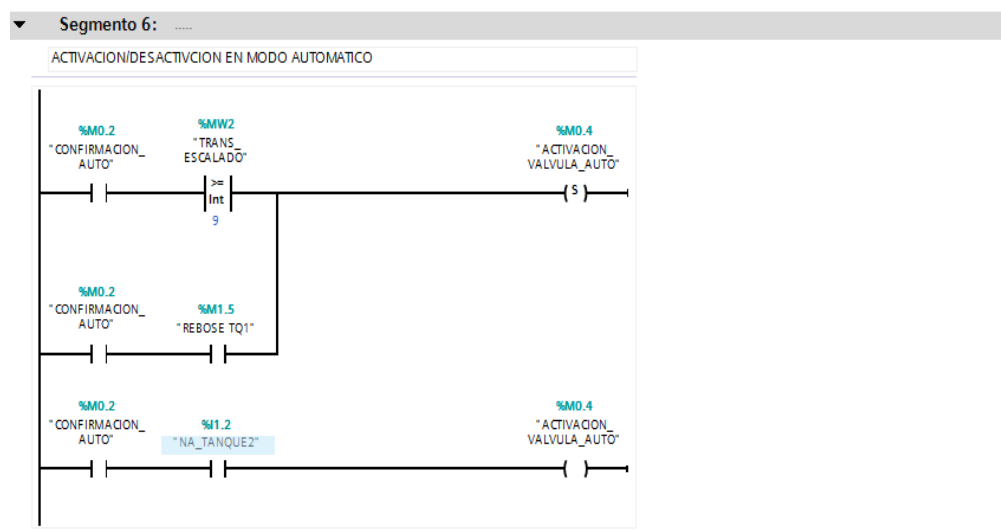


Figura 90. Lógica de programación de act/desac de válvula en modo automático.

Fuente: Los Autores

El segmento 7 indica la activación de la bomba en modo automático la misma que posee un retardo en su activación.

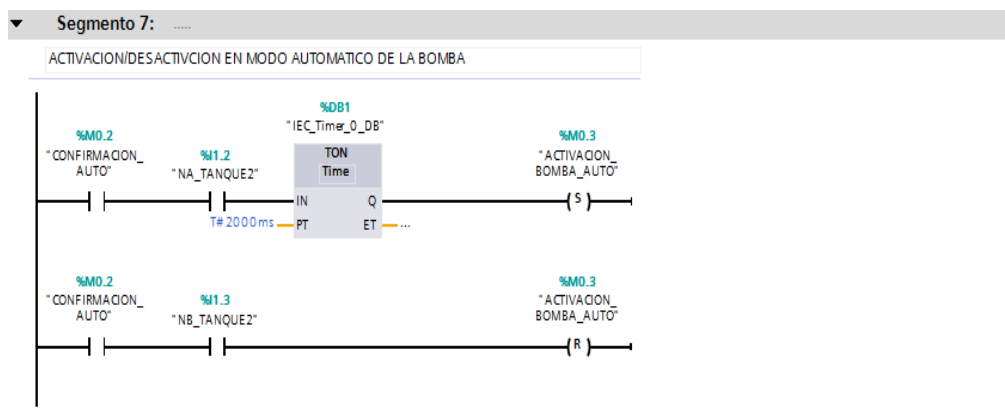


Figura 91. Lógica de programación de act/desac de bomba en modo automático.

Fuente: Los Autores

El segmento 8 muestra el escalamiento de la señal analógica utilizando los bloques NORM_X y el bloque SCALE_X.

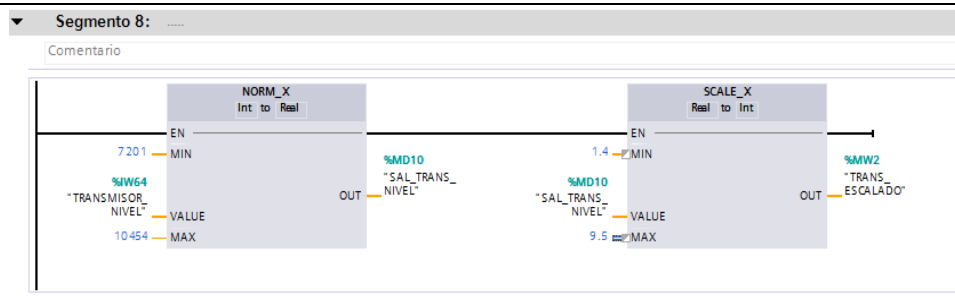


Figura 92. Escalamiento de señal analógica.

Fuente: Los Autores

El segmento 9 muestra la rutina de seguridad de rebose del tanque.

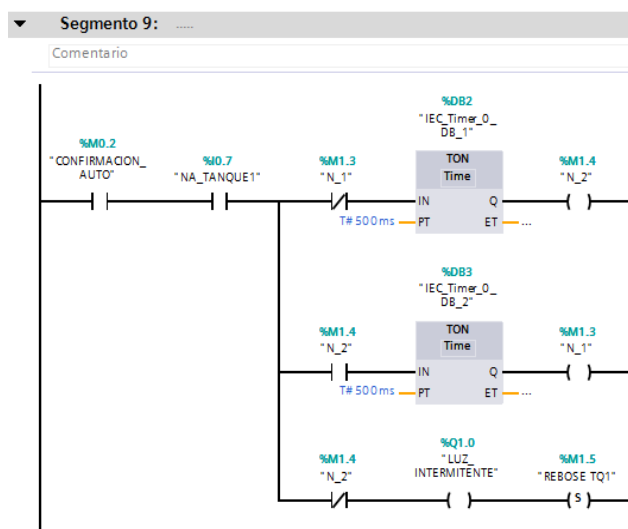


Figura 93. Activación de alarma de rebose del tanque 1

Fuente: Los Autores

El segmento 10 muestra la activación de la sirena por la alarma de rebose en el tanque 1.

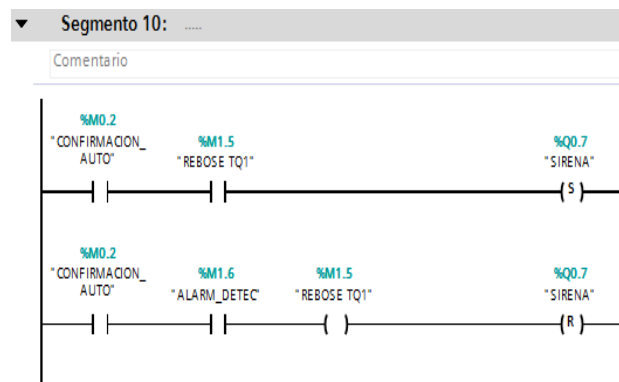


Figura 94. Activación de sirena por la alarma de rebose de tanque 1.

Fuente: Los Autores

El segmento 11 muestra la activación de las salidas digitales.

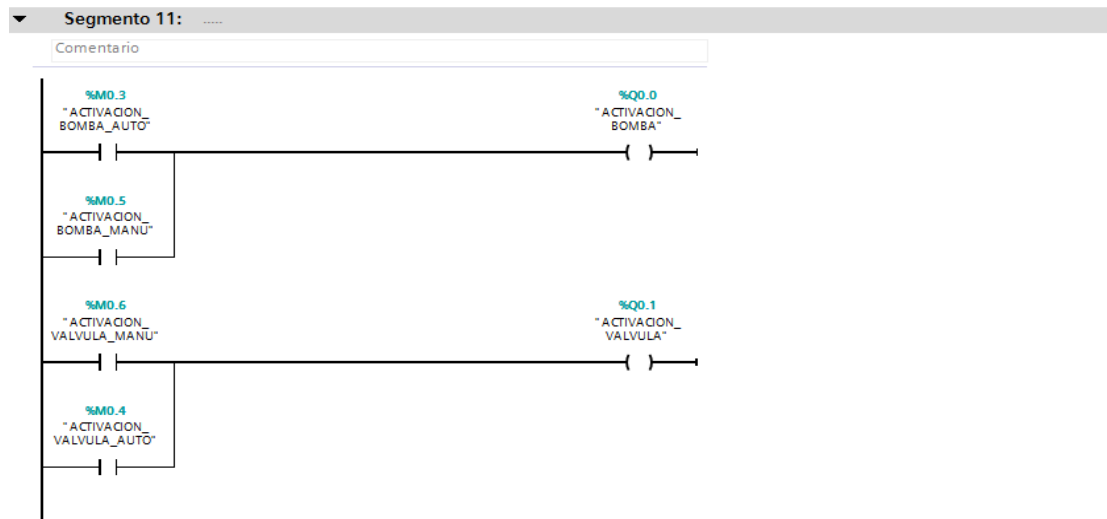


Figura 95. Activación de salidas digitales

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Esta práctica permite mostrar el uso que le podemos dar a los temporizadores, los mismos que pueden ayudar a que un proceso cumpla con las condiciones deseadas.

RECOMENDACIONES

- Generar nuevas situaciones en las que se requiera el uso de los temporizadores.

Tabla 17.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 6.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ	AUTORIZÓ
Ximena Chanoluisa Jaime Torres	Ing. Mónica Miranda		
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.8 PRÁCTICA 7

		UNIVERSIDAD POLITÉNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
7	COMUNICACIÓN ENTRE TIA PORTAL Y LABVIEW	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>Hoy en día los sistemas que han sido automatizados cuentan con SCADA o HMI que permita visualizar lo que ocurre durante el proceso, con el fin de mejorar la productividad del proceso.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostrar la utilidad que tiene un sistema SCADA dentro de un proceso. ▪ Configurar el software para que se comuniquen entre ellos. 		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Computador con los software de TIA Portal, Labview y Kepservers ▪ Módulo educativo “Planta a escala del llenado de tanques” 		
DESARROLLO		
<p>LABVIEW.- Es un software que se lo considera una de las herramientas ideal para científicos e ingenieros ya que posee una amplia variedad de aplicación, las mismas que las permite realizar en mucho menos tiempo. Su uso es ideal para cualquier sistema de medición y control ya que a ser una plataforma con entorno de desarrollo para diseños gráficos permite que se lo utilice como un sistema SCADA.</p>		

KEPSERVER.- Es una solución flexible y escalable para conectar, administrar, monitorear y controlar diversos dispositivos de automatización y aplicación de software. Al ser una plataforma de comunicación muy robusta soporta gran variedad de estándares de comunicación abiertos como OPC, protocolos de comunicación de propiedad, de API y las interfaces de diferentes sistemas de automatización.

CONFIGURACIÓN

- Se crea un nuevo channel y se le asigna el nombre que uno desee

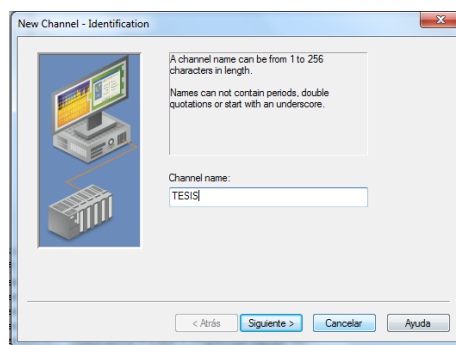


Figura 96. Ingreso de nombre del canal.

Fuente: Los Autores

- Ahora configuraremos el nuevo dispositivo, asignando el nombre, el modelo del controlador y su dirección IP.

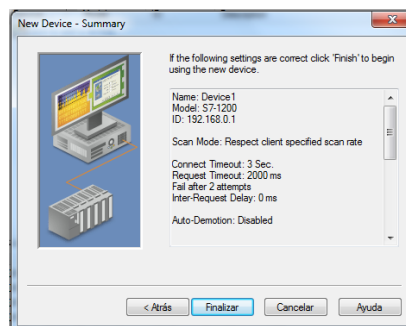


Figura 97. Confirmación de activación de canal.

Fuente: Los Autores

Asignación de variables en el kepservidor de acuerdo a las programadas en TIA Portal.

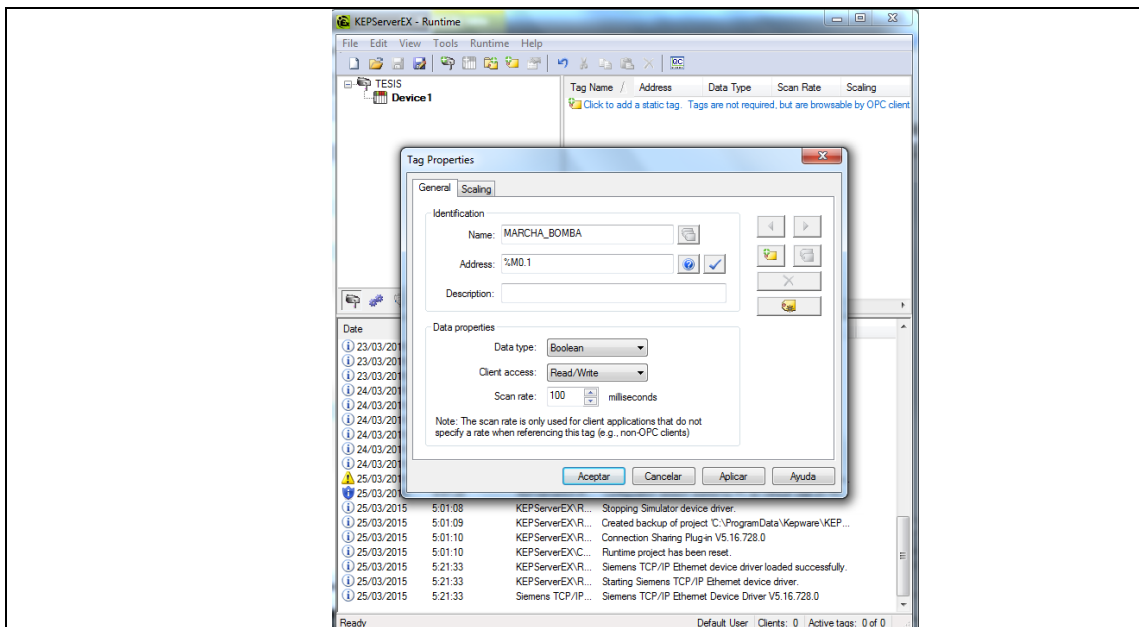


Figura 98. Configuración de variable en kepservers.

Fuente: Los Autores

Diseño de pantalla en Labview

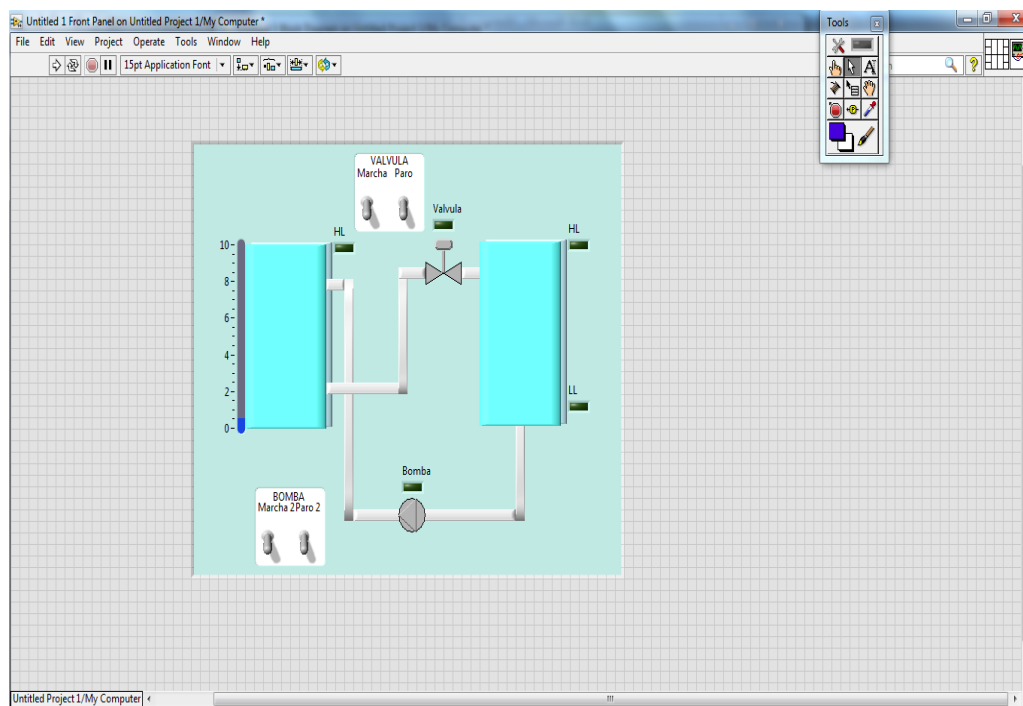


Figura 99. Pantalla de SCADA en Labview.

Fuente: Los Autores

Configuración de labview para comunicación con Kepservers y TIA Portal

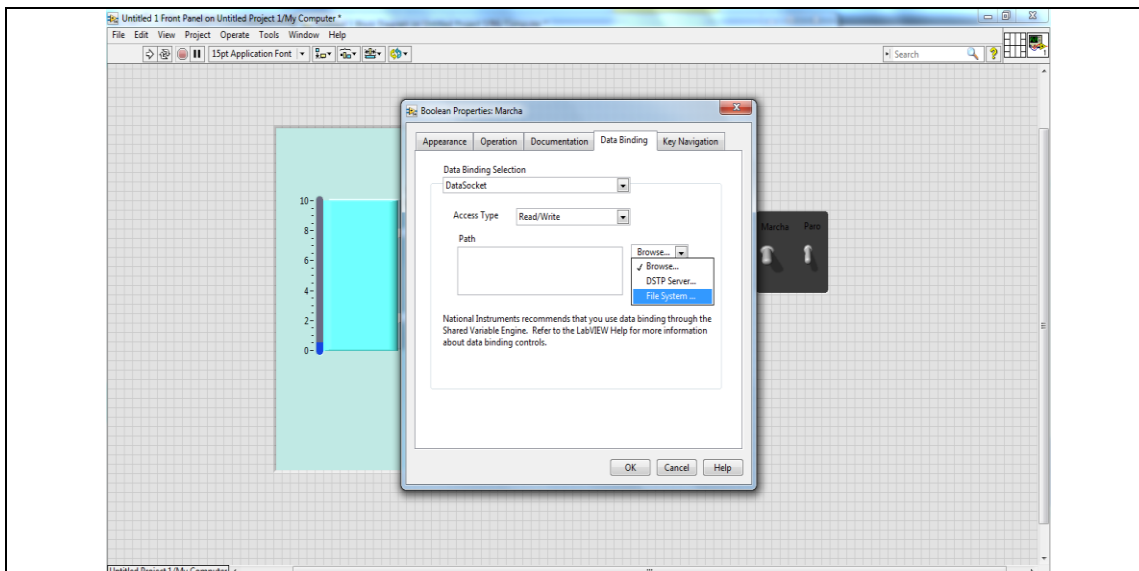


Figura 100. Configuración de ingreso de variables en Labview.
Fuente: Los Autores

Programación en TIA Portal

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 18.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa.

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables declaradas en el PLC para la práctica.

Fuente: Autores.

En el segmento 1 encontraremos la confirmación de activación de sistema, el segmento 2 indica que una vez confirmada la activación del sistema y contamos con la señal de nivel alto del tanque 1 “NA_TANQUE1” podremos pulsar la botonera de

marcha “MARCHA_BOMBA” desde módulo o de forma virtual utilizando el SCADA. La bomba podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro “PARO_GENERAL” o del paro virtual una vez que se cumpla con la condición de que el nivel de tanque 2 pase de bajo a alto “NA_TANQUE2”.

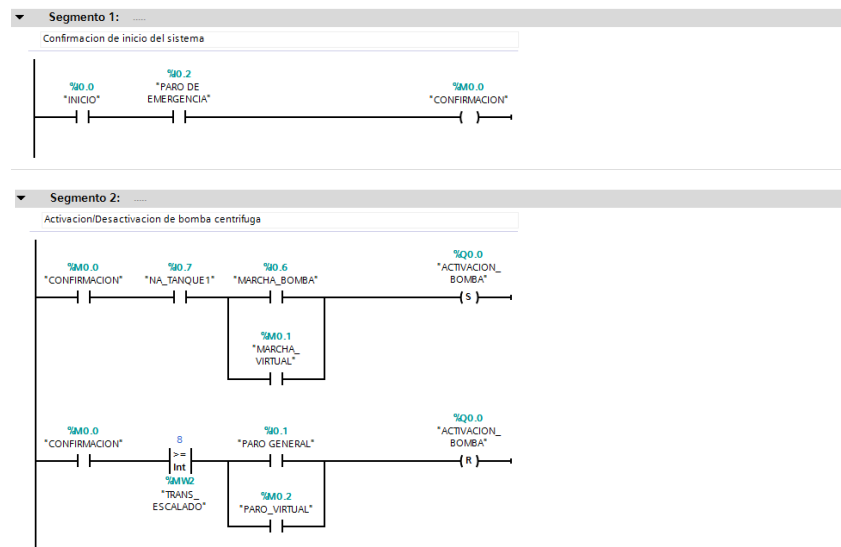


Figura 101. Activación de sistema y activación / desactivación de bomba.
Fuente: Los Autores

El segmento 3 muestra el escalamiento de la señal analógica utilizando los bloques NORM_X y el bloque SCALE_X.

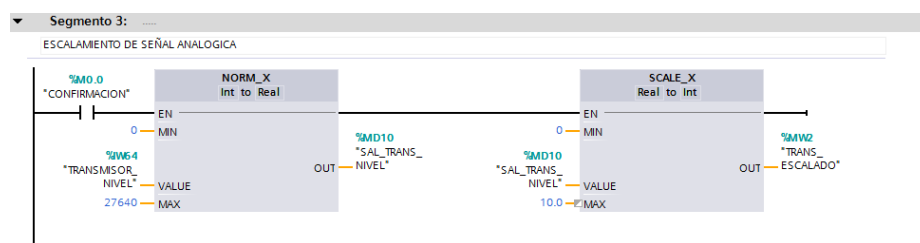


Figura 102. Escalamiento de señal analógica.
Fuente: Los Autores

El segmento 4 indica que una vez confirmada la activación del sistema y contamos con la señal de nivel alto del tanque 2 “NA_TANQUE2” podremos pulsar la botonera de marcha “MARCHA_VALVULA” desde módulo o de forma virtual utilizando el SCADA. La bomba podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro

“PARO_GENERAL” o del paro virtual una vez que se cumpla con la condición de que el nivel de tanque 1 pase de bajo a alto “NA_TANQUE1”.

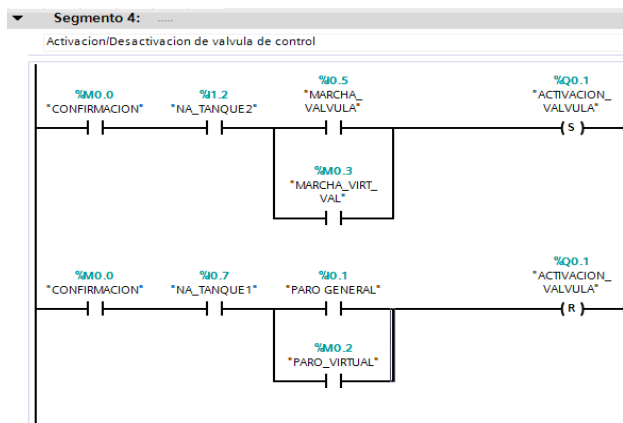


Figura 103. Lógica de programación activación /desactivación de válvula.

Fuente: Los Autores

El segmento 4 permite visualizar las entradas y salidas digitales que se activan durante el desarrollo de la secuencia de programación.

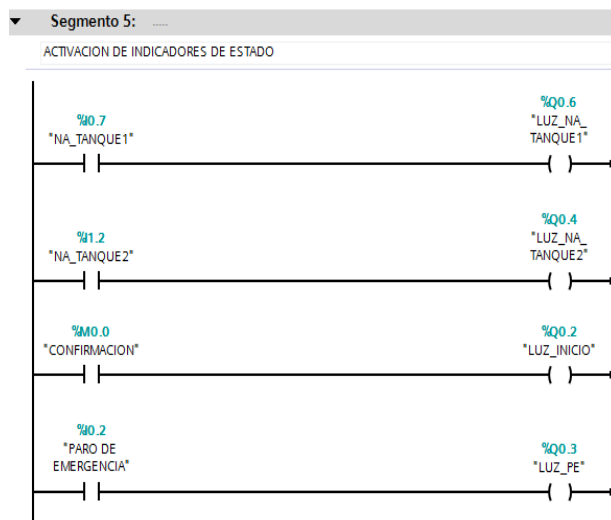


Figura 104. Indicadores de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Esta práctica nos permitió interactuar con dos plataformas que permiten realizar la supervisión de nuestro sistema, optimizando la eficiencia del mismo y dándonos la

oportunidad de visualizar que es lo que está ocurriendo durante el proceso.

RECOMENDACIONES

- Realizar más prácticas con otras plataforma que sirvan como un sistema SCADA

Tabla 19.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 7.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.9 PRÁCTICA 8

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
8	COMUNICACIÓN ENTRE WINCC Y CONTROLADOR S7-1200	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>El software WinCC se lo utiliza para todas las aplicaciones HMI desde la más simple como Basic Panels hasta soluciones SCADA en sistemas multiusuarios basadas en PC, en la actualidad WinCC forma parte del nuevo concepto de ingeniería integrado.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar la programación de un sistema de llenado de tanques que se pueda visualizar el estado de sus equipos en un HMI.▪ Establecer las variables virtuales que va a utilizar.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo de “Planta a escala de llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

Debemos agregar el controlador con el que vamos a trabajar en este caso es un S7-1200.

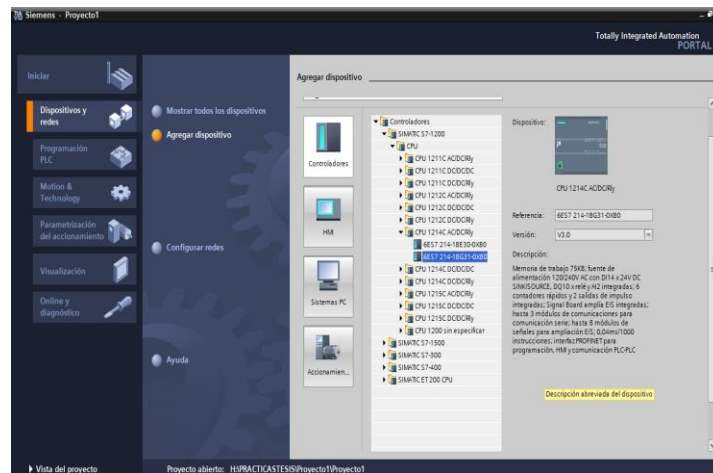


Figura 105. Selección del tipo de controlador

Fuente: Los Autores

De la misma forma debemos agregar el panel (HMI).

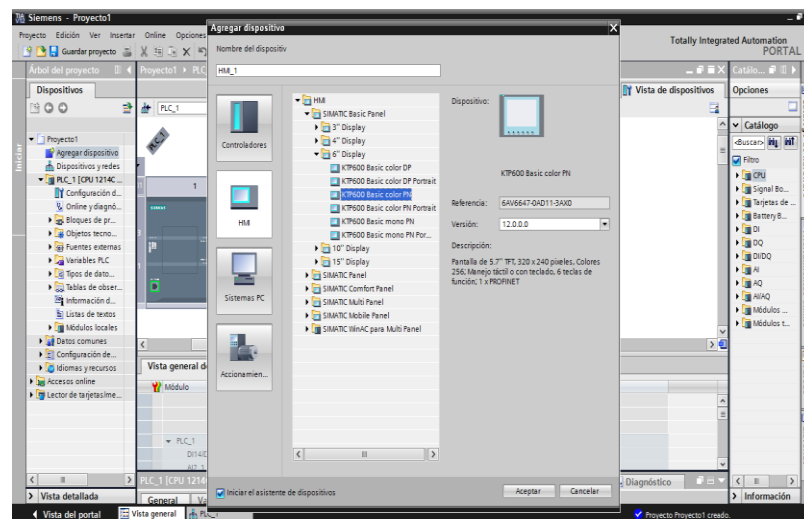


Figura 106. Selección del HMI

Fuente: Los Autores

Al concluir con la selección de los equipos que vamos a utilizar se genera la topología de comunicación entre ambos dispositivos.

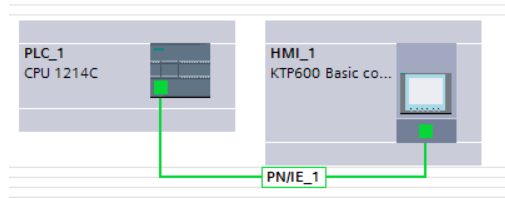


Figura 107. Topología de comunicación

Fuente: Los Autores

Se debe determinar cuántas entradas y salidas vamos a utilizar en la programación y declararlas en la tabla de variables estándar en la pestaña “Variables del PLC”.

Tabla 20.

Nombre, tipo de dato y dirección de las variables del programa

Tabla de variables estándar						
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	PARO DE EMERGENCIA	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CONFIRMACION	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	INICIO	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	NA_TANQUE1	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MARCHA_BOMBA	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ACTIVACION_BOMBA	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PARO GENERAL	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	NB_TANQUE2	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	NA_TANQUE2	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MARCHA_VALVULA	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ACTIVACION_VALVULA	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	LUZ_NA_TANQUE1	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LUZ_NA_TANQUE2	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	LUZ_INICIO	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	LUZ_PE	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TRANSMISOR_NIVEL	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	SAL_TRANS_NIVEL	Real	%MD10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	TRANS_ESCALADO	Int	%MW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	M_MANU	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	CONFIRMACION_MANU	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	M_AUTO	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	CONFIRMACION_AUTO	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	ACTIVACION_BOMBA_AUTO	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	ACTIVACION_VALVULA_AUTO	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	ACTIVACION_VALVULA_AUTO	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	ACTIVACION_BOMBA_MANU	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	ACTIVACION_VALVULA_MANU	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	HMI_INICIO	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	HMI_MARCHA_VALVULA	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	HMI_PARO_GENERAL	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	HMI_MARCHA_BOMBA	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	HISTERESIS	Int	%MW4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	SAL_HISTERESIS	Int	%MW14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	SETPOINT	Int	%MW18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	SETPOINT_HISTERESIS_POSITIVA	Int	%MW22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	SETPOINT_HISTERESIS_NEGATIVO	Int	%MW8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	N_1	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	N_2	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	REBOSE_TQ1	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39	SIRENA	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40	ALARM_DETEC	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41	LUZ_INTERMITENTE	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
42	M_MANU_VIRTUAL	Bool	%M1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
43	M_AUTO_VIRTUAL	Bool	%M6.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
44	MARCHA_BOMBA_VIRTUAL	Bool	%M6.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45	PARO_GENERAL_VIRTUAL	Bool	%M6.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46	MARCHA_VALVULA_VIRTUAL	Bool	%M6.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
47	<Agregar>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Variables programadas en el PLC para la ejecución de la práctica.

Fuente: Los Autores

En el segmento 1 encontraremos la confirmación de activación de sistema, el segmento 2 hace referencia a la selección del modo de operación con el que se desea trabajar.

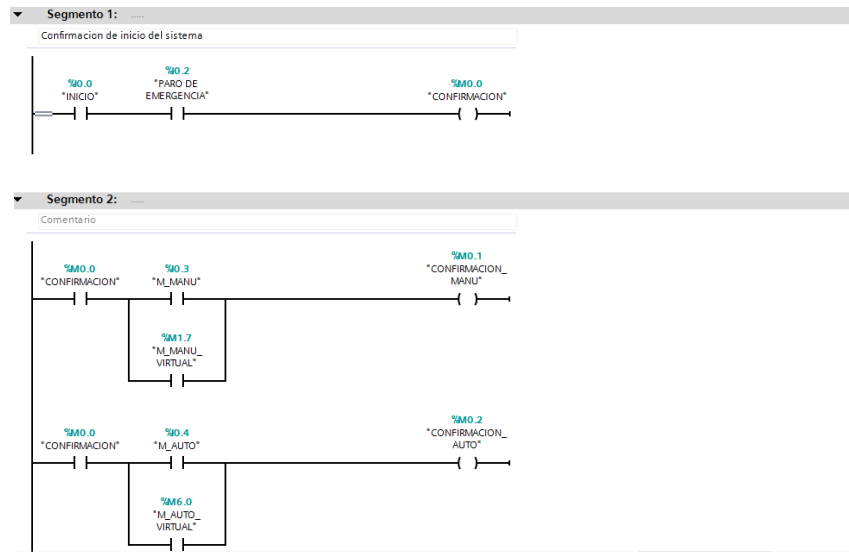


Figura 108. Ingreso de inicio del programa y selección de modo de operación
Fuente: Los Autores

El segmento 3 indica que una vez confirmada la activación del sistema en modo manual podremos pulsar la botonera de marcha módulo o de forma virtual utilizando el HMI. La bomba podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro o del paro virtual.

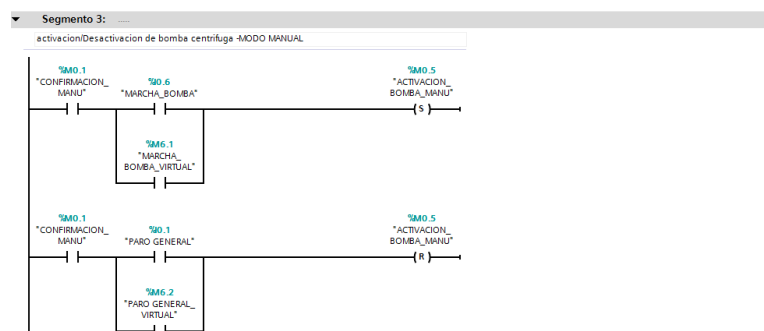


Figura 109. Activación/Desactivación de bomba centrífuga
Fuente: Los Autores

El segmento 4 indica que una vez confirmada la activación del sistema en modo

manual y podremos pulsar la botonera de marcha desde módulo o de forma virtual utilizando el HMI. La válvula podrá ser desactivada por medio del pulsante de paro o del paro virtual.

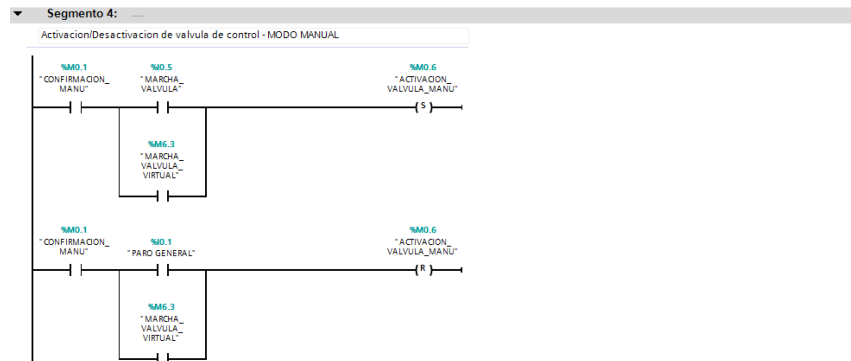


Figura 110. Activación/Desactivación de la válvula.

Fuente: Los Autores

El segmento 5 permite visualizar las entradas y salidas digitales que se activan durante el desarrollo de la secuencia de programación.

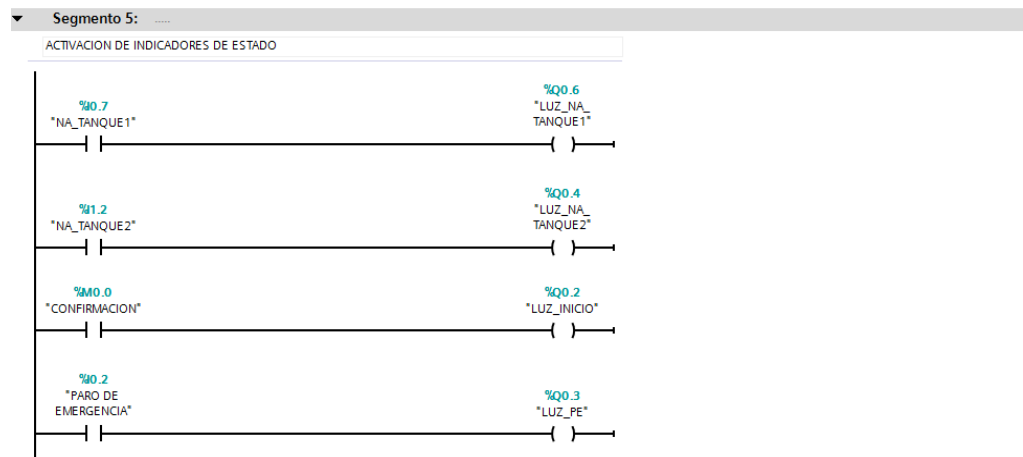


Figura. 111. Indicadores de estado de los equipos.

Fuente: Los Autores

El segmento 6 muestra la activación de la válvula en modo automático.

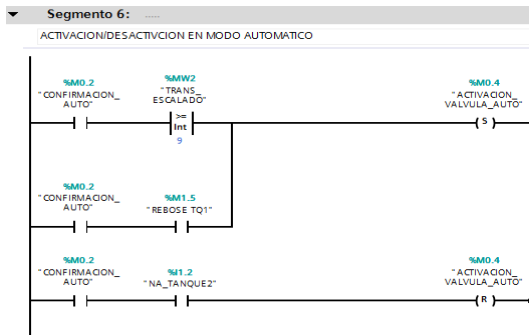


Figura 112. Lógica de programación modo automático de la válvula
Fuente: Los Autores

El segmento 7 se visualiza la activación y desactivación de la bomba en modo automático.

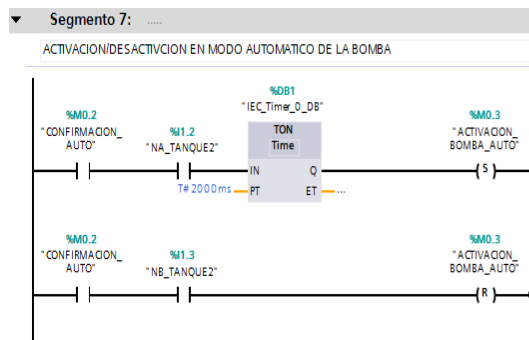


Figura 113. Lógica de programación modo automático de la bomba
Fuente: Los Autores

El segmento 8 muestra el escalamiento de la señal analógica.

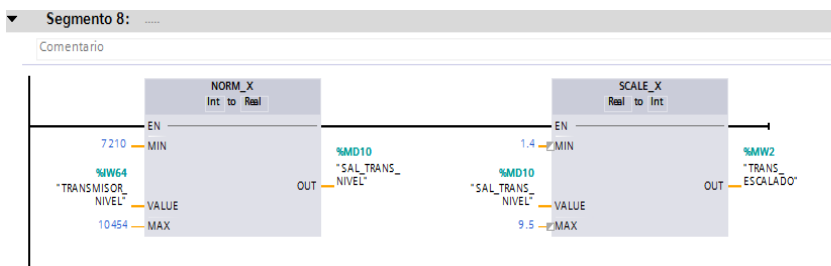


Figura 114. Escalamiento de señal analógica
Fuente: Los Autores

El segmento 9 muestra la activación de las salidas digitales.

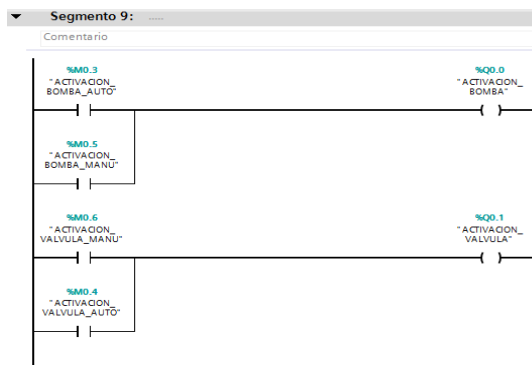


Figura 115. Lógica de programación de las salidas digitales

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- La práctica permitió interactuar con la configuración y el diseño de una pantalla para la supervisión del proceso a través de un panel de operador o HMI.
- En el momento de la carga del programa al HMI se tuvieron inconvenientes por la mala selección del equipo, inconveniente que se solucionó al corregir el error.

RECOMENDACIONES

- Visualizar bien las series de los equipos que se están utilizando.

Tabla 21.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 8.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ	AUTORIZÓ
Ximena Chanoluisa Jaime Torres	Ing. Mónica Miranda		
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.8 PRÁCTICA 9

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
9	SISTEMA DE LLENADO DE TANQUE EN MODO MANUAL	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>En la industria muchos procesos requieren que se los realice en modo manual, ya que tiene tal complejidad que es necesario que un operador o técnico esté constantemente monitoreando. También este modo de operación lo utilizan para realizar pequeñas pruebas de funcionamiento de los equipos.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema de llenado de tanques que pueda ser operado en modo manual y que cuente con todas las seguridad.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo de “Planta a escala de llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

El segmento 1 de la sub-rutina “MAIN” muestra la lógica de programación para indicar desde dónde se realizará el control, desde el tablero o desde el SCADA.

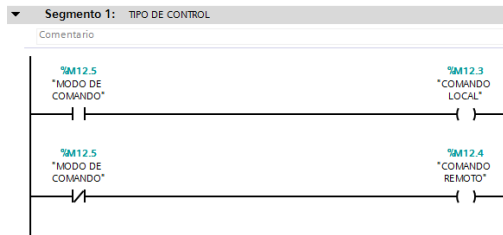


Figura 116. Selección del tipo de control

Fuente: Los Autores

El segmento 2 de la sub-rutina “MAIN” muestra la lógica de programación para la selección del modo de operación en manual.

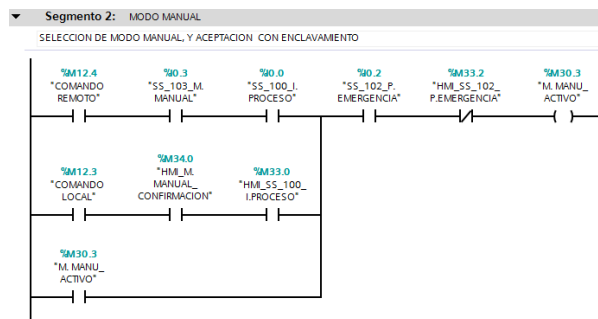


Figura 117. Selección del modo de operación

Fuente: Los Autores

El segmento 1 de la sub-rutina: “MODO MANUAL” muestra las condiciones que se deben cumplir para energizar o desenergizar la bomba centrífuga.

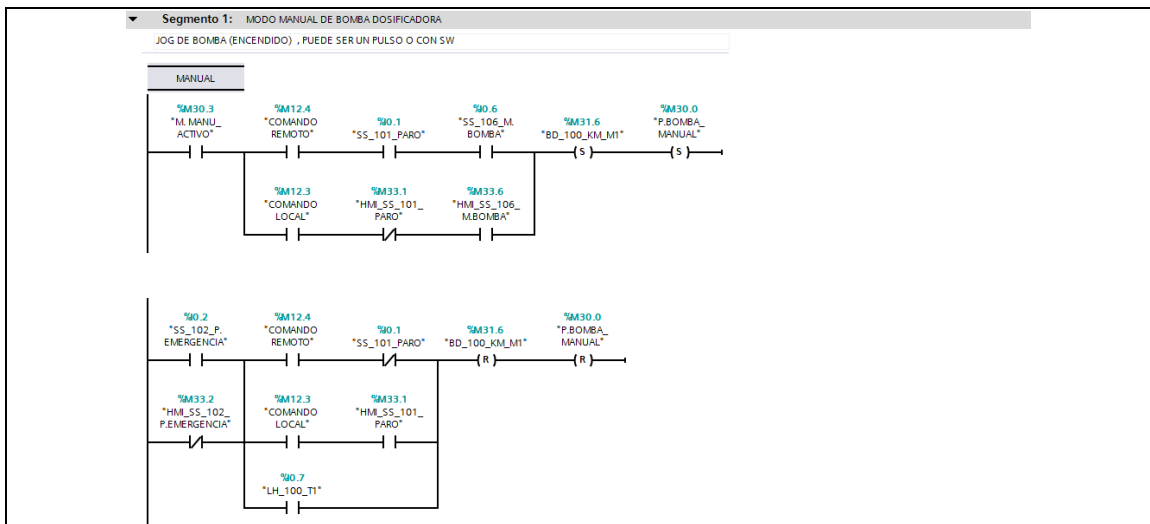


Figura 118. Lógica de programación de la activación/desactivación de la bomba
Fuente: Los Autores

El segmento 2 muestra la lógica de programación para energizar o des energizar la válvula.

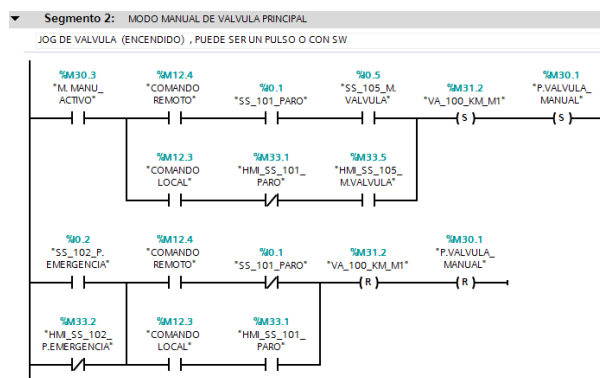


Figura 119. Lógica de programación de la activación/desactivación de la válvula
Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- Mediante la práctica comprobamos que el modo manual es un modo de operación muy utilizado ya que te permite tener el control de la activación y desactivación de tus equipos.

RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisar las conexiones de los equipos antes de energizarlos.

Tabla 22.


Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 9.

FORMULÓ Ximena Chanoluisa Jaime Torres	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ	AUTORIZÓ
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

5.9 PRÁCTICA 10

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
10	SISTEMA DE LLENADO DE TANQUE CON CONTROL PID	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>El control PID es muy utilizado al nivel industrial ya que mediante esta herramienta podemos controlar un proceso y las variables que actúan en él.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">▪ Desarrollar un sistema de llenado de tanques en el que su variable analógica forme sea ingresada a un bloque PID y este regle la activación de un equipo.▪ Determinar la parámetros correctos para el bloque PID▪ Establecer los rangos de trabajo de la variable analógica.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">▪ Computador▪ Módulo de “Planta a escala de llenado de tanques”▪ Multímetro		

DESARROLLO

El segmento 2 del programa principal “MAIN” muestra la lógica de programación para la selección del modo de operación en automático.

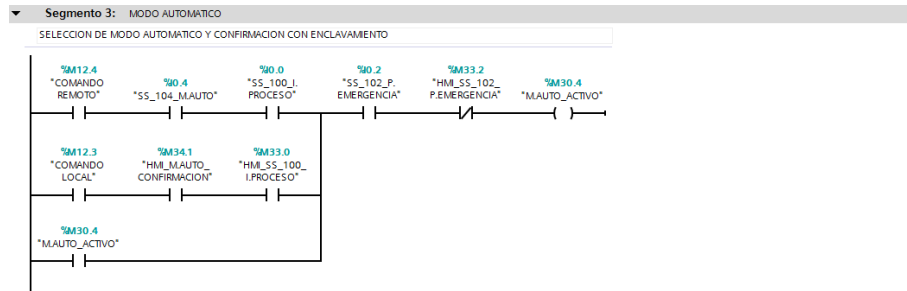


Figura 120. Selección del modo de operación

Fuente: Los Autores

El segmento 3 muestra el escalamiento de la señal analógica que se adquiere a través de transmisor de nivel.

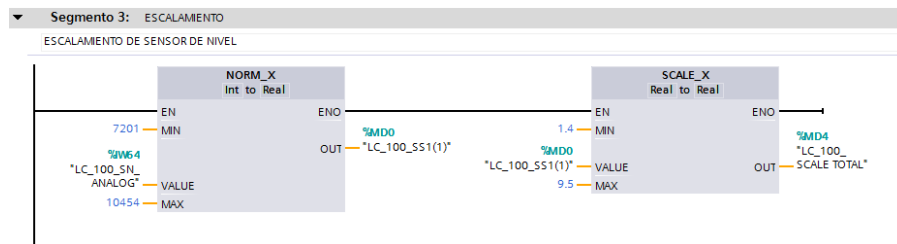


Figura 121. Escalamiento de la señal analógica

Fuente: Los Autores

El segmento 1 de la sub-rutina “CONTROL PID” muestra el bloque PID con las variables de ingreso como lo es la señal analógica del transmisor de nivel y el valor de setpoint. En su salida tenemos una señal tipo PWM es decir una señal tipo escalón.

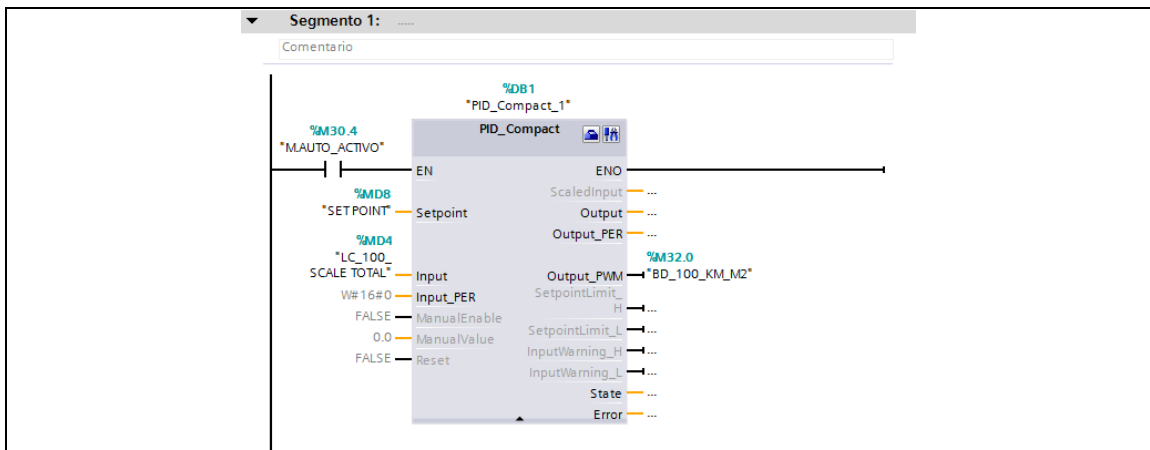


Figura 122. Bloque PID _Compact

Fuente: Los Autores

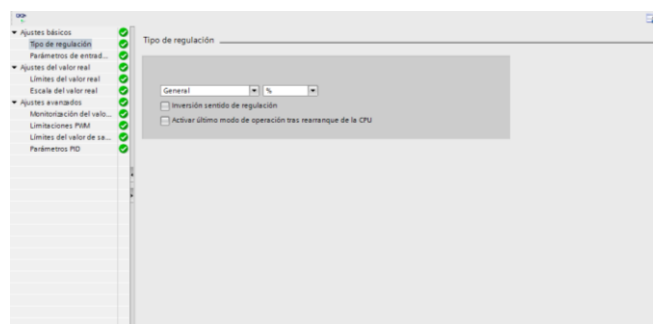


Figura 123. Ventana de configuración de bloque PID _Compact_

Fuente: Los Autores

El segmento 1 de la sub-rutina “MODO AUTO” nos muestra la programación de la seguridad contra rebose que posee el tanque 1.

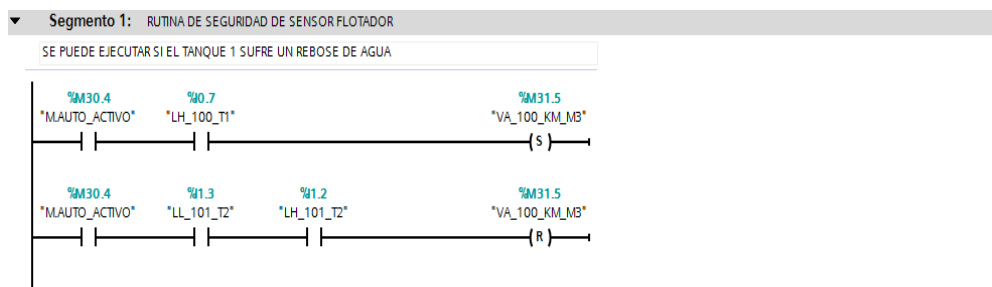


Figura. 124. Lógica de programación de seguridad de rebose

Fuente: Los Autores

El segmento 2 muestra las condiciones en las que se debe energizar la válvula y cual

serían las que permitan que ésta se apague.

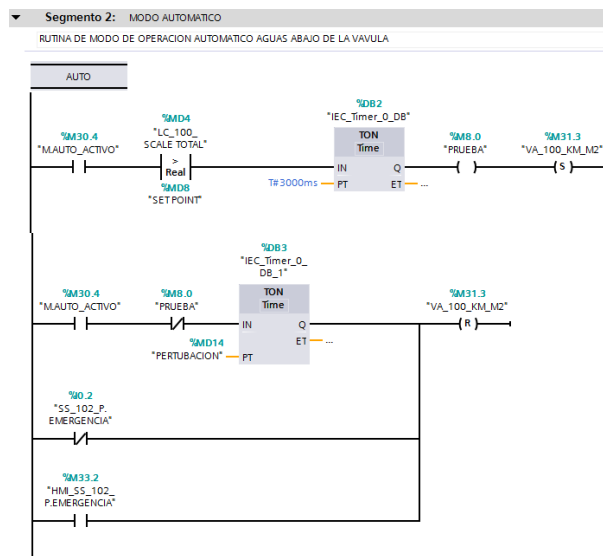


Figura 125. Lógica de programación de apertura y cierre de válvula.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- Mediante esta práctica nos dimos cuenta que el PID es un excelente herramienta para el control de un sistema, sin embargo es necesario que cuentes con el conocimiento suficiente para realizar una debida configuración sin cometer ningún tipo de error ya que podrías perjudicar en buen funcionamiento de tu sistema.

RECOMENDACIONES

- Revisar manuales sobre las distintas configuración del bloque PID
- Realizar varias prácticas de sintonización de PID

Tabla 23.

Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 10.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ	AUTORIZÓ
Ximena Chanoluisa Jaime Torres	Ing. Mónica Miranda		
TESISTAS	TUTOR		

Nota: Firmas de aprobación de la práctica indicada.

Fuente: Autores.

CONCLUSIONES

1. La finalidad del proyecto de titulación propuesto es ayudar al estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica a fortalecer sus conocimientos en las áreas de instrumentación y automatismo impartidos dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, podrá asociar los conocimientos teóricos enseñados en clase con un proceso real.
2. La planta a escala de llenado de tanques de agua ayuda a comprender de mejor forma como es un proceso industrial usado en la elaboración de un producto.
3. El estudiante lograra desarrollar sus habilidades para la resolución de problemas a nivel industrial, control y monitoreo de señales.
4. El proyecto consta con prácticas didácticas en las cuales el estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica adquirirá mayores conocimientos acerca de los equipos que intervienen en un proceso industrial.

RECOMENDACIONES

1. Para la utilización del proyecto se debe seguir las recomendaciones que indica la ficha adjunta en la planta a escala de llenado de tanques de agua.
2. Tener en consideración que para el uso adecuado del proyecto se debe seguir paso a paso las indicaciones de cada una de las prácticas propuestas.
3. Para una mejor experiencia con el uso del proyecto se debe primero tener conocimientos en las áreas de instrumentación, automatización y electricidad.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Se detalla a continuación el cronograma de actividades propuesto para la ejecución del proyecto de titulación “Diseño e implementación de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo PID para pruebas en el laboratorio de Automatización Industrial”.

Nº	ACTIVIDAD	SEPTIEMBR E 2014				OCTUBRE 2014				NOVIEMBR E 2014				DICIEMBRE 2014				ENERO 2015				FEBRERO 2015			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Aprobación de Anteproyecto.	■	■	■	■																				
2	Definición de funcionamiento Básico.					■																			
3	Determinación de elementos de control y eléctrico.						■																		
4	Definición de estructura final de módulo.							■																	
5	Implementación de diseño de Módulo.								■	■															
6	Adquisición de materiales de control y eléctricos.							■	■																
7	Cableado y montaje del proyecto.											■	■	■											
8	Pruebas y evaluación del sistema.															■	■								
9	Desarrollo de pruebas de Laboratorio.															■	■	■	■	■	■	■	■		
10	Desarrollo de documentación de proyecto.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 123. Cronograma de actividades.
Fuente: Autores

PRESUPUESTO

A continuación se detalla los equipos e insumos utilizados durante la elaboración del proyecto.

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio U.	Precio T.
Equipos de Campo				
1	Cable Ethernet.	1	\$ 1,00	\$1,00
2	Conector RJ45.	2	\$ 0,50	\$1,00
3	Transmisor de nivel.	1	\$ 700,00	\$700,00
4	Sensor Puntual de Nivel.	1	\$ 113,59	\$113,59
5	Arrancador Suave de 24Vdc	1	\$ 357,78	\$357,78
6	Electroválvula 2/2 NPT1/2 24 Vdc.	1	\$ 286,22	\$286,22
7	Bomba Dosificadora de 24Vdc.	1	\$ 599,28	\$599,28
8	Tanque de 10Litros.	2	\$ 500,00	\$1,000,00
9	Tubo cuadrado de Aluminio.	1	\$ 10,00	\$10,00
10	Mesa de trabajo.	1	\$ 100,00	\$100,00
11	Caja Plástica pequeña.	1	\$ 15,00	\$15,00
12	Caja metálica 30x20x15cm	1	\$ 25,00	\$25,00
Cableado de los tablero de control.				
13	Tablero metálico 30x40x30 cm.	1	\$200,00	\$200,00
14	Fuente de 24VDC - 10A	1	\$400,00	\$400,00
15	S7-1200 CPU1214C AC/DC	1	\$576,58	\$576,58
16	Signal Board	1	\$134,94	\$134,94
17	Pulsante de con luz LED de 24 V	2	\$23,70	\$47,40
18	Pulsante tipo hongo	1	\$24,50	\$24,50
19	Relé de 24 VCD - 16 Pines	1	\$11,75	\$11,75
20	Selector de 3 Posiciones.	1	\$31,58	\$31,58
21	Breaker iC60N 1P - 10A / VDC	1	\$49,78	\$49,78
22	Pulsador	2	\$18,62	\$37,24
23	Bornera de Control	60	\$1,00	\$60,00
24	Voltímetro de 0 a 30Vdc	2	\$25,00	\$50,00

25	Canaleta de 2,5 cm con tapa	2	\$16,23	\$32,46
26	Riel Din.	1	\$6,49	\$6,49
27	Luces led a 24VDC	6	\$11,13	\$66,78
28	Terminales tipo puntera #18 (x funda)	1	\$10,44	\$10,44
29	Cable de control #18 (x rollo)	1	\$19,00	\$19,00
30	Funda de amarras plásticas de 10 cm	1	\$3,65	\$3,65
31	Sistema de marcaje rápido	1	\$3,65	\$3,65
32	Relé de 24 VCD	8	\$18,50	\$148,00
	MONTAJE-TUBERIAS			
33	Codo recto de conexión rápida.	10	\$10,55	\$105,50
34	Conector tipo T de conexión rápida.	10	\$10,55	\$105,50
35	Unión de conexión rápida.	10	\$8,59	\$85,90
			SUB TOTAL	\$5,639,84
			IVA	\$676,78
			TOTAL	\$6,316,62

Nota: Los costos totales de construcción de la planta a escala fueron asumidos por los tesistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Control de lazo*. (20 de Diciembre de 2014). Obtenido de http://fisica.udea.edu.co/~lab-gicm/Instrumentacion/2014_Control_de_lazo_abiertos%20y%20cerrados.pdf
- CARVEN SHOP. (15 de Enero de 2015). Obtenido de Fuente: <http://www.carven-shop.com/109-signal-board-sb-1231-rtd-siemens.html>
- Cultura y Ciencia. (25 de Julio de 2013). *Qué es un interruptor límite del nivel de un líquido*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/interruptor-limite-del-nivel-liquido-hechos_401189/
- Energisa. (2009). *Proporcional integral derivativo*. Obtenido de <http://www.energisa.es/pages/12/noti/43-pid.html>
- García, J. (Febrero de 2013). *Sistema de control en lazo abierto*. Obtenido de http://www.academia.edu/7885227/Sistemas_de_control_-_lazo_abierto_-_lazo_cerrado
- García, P. (5 de Septiembre de 2013). *Control PID*. Obtenido de Franklin Electric: <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/>
- Ingeniería de Sistemas y Automática. (s.f.). *Tipos de controles de un proceso*. Obtenido de http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/MaterialApoyoPracticas/01_Introduccion_al_laboratorio.pdf
- La Llave, C. d. (2014). *La Llave*. Obtenido de <http://www.la-llave.com/bo/news6/clasificacion-de-bombas-centrifugas-de-procesos-segun-iso-13709-api-610.html>
- Materias.fi. (s.f.). *Medición de nivel*. Recuperado el Enero de 2015, de <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1.pdf>
- Montbrun, J. (s.f.). *Representación de Método de Cohen- Coon*. Obtenido de <http://prof.usb.ve/montbrun/Sintonizacion%20de%20Controladores.pdf>
- ODISA, I. E. (2015). *ODISA, Ingeniería Electromecánica*. Obtenido de <http://www.odisagt.com/index.php?showPage=82>
- Omega. (s.f.). *Sensor de Nivel*. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
- Perez García, A. (21 de Diciembre de 2014). *Curso de Instrumentación*. Obtenido de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/alfonso_perez_garcia/instrumentacion/texto/INSTRU.pdf

- PQUIMINET. (8 de Diciembre de 2011). *El uso de las electroválvulas en la industria*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-las-electrovalvulas-en-la-industria-2648462.htm>
- Recursos Educación. (19 de Diciembre de 2014). *Sistema de Control*. Obtenido de http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena11/4quincena11_contenidos_2a.htm
- Revista de divulgación científica. (2010). *UAB Divulga*. Obtenido de <http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶m1=1272955814796>
- Revista de Divulgación Científica. (Marzo de 2010). *Un enfoque simple y analítico para el sintonizado robusto de controladores PID*. Obtenido de <http://www.uab.cat/web?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶m1=1272955814796>
- Sánchez, H. (2012). *Sistemas en Lazos cerrados*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/84612488/Sistemas-en-Lazo-Cerrado-y-Abierto>
- TECNOFICIO. (14 de Enero de 2015). *Instrumentación Industrial*. Obtenido de http://www.tecnoficio.com/electricidad/instrumentacion_industrial7.php#
- Tecnología- Técnica. (Mayo de 2012). *Sistemas de Control de lazo abierto y cerrado*. Obtenido de http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrol/index%20sistemasdecontrol_archivos/Page268.htm

ANEXOS

ANEXO 1

DATASHEET DE ARRANCADOR SUAVE

KALEJA Elektronik GmbH
D-73553 Alfdorf

Motor-speed control for brush sticking direct current motor 24VDC.

Implementation for switching current
up to 4A. Suitable for acceleration-rate
and deceleration-rate.
Adjustable time of starting ramp.

To snap onto DIN - rail EN 50022
and EN 50035.

Construction width: 22,5mm



Short designation / type	Rated voltage: 24VDC Maxi-3-4-30
Art. - No.	06.04.007
Technical data: Input circuit	
Rated voltage / threshold voltage	24 VDC
Range of rated voltage min. / max.	19V to 35VDC
Input current during rated voltage	10mA
Analogue Input - range of voltage	0V to 10VDC
Status Indicator	LED 3mm yellow
Technical data: output circuit	
MOS-FET	
Range of switching voltage / motor voltage	19V to 35VDC
Max. permanent load current	4A
min. / max. time of starting ramp	0 - 1000ms adjustable
Forward resistance at ON-state	20 mOhm
Power driver	MOS-FET
Other data	
Ambient temperature range	-20°C to + 50°C
Absence of vibration a/r (10...500Hz)	> 20 / 5
Overload protection / short-circuit-proof / temperature monitoring	yes / yes / yes
DIN VDE-determinations	VDE 0110, 0160 in parts
Position of installation / mounting	can be snapped, addable
Mode of connection: screw terminal	single wire 4mm ² , fine wire 2,5mm ²
Dimensions: W x D x H	22,5mm x 75mm x 102mm

ANEXO 1

DATASHEET DE ARRANCADOR SUAVE

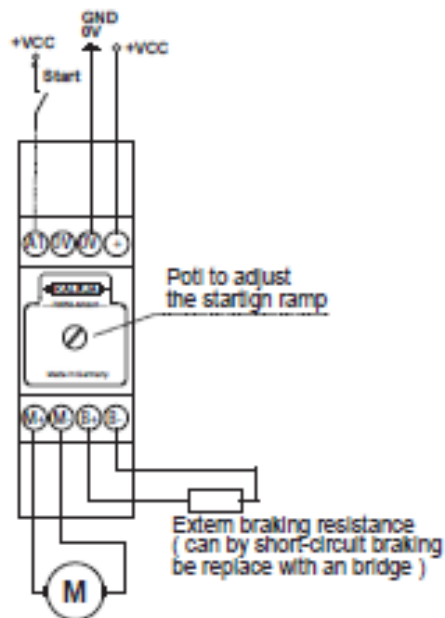
Description

The Maxi-S-4-30 module is a motor control system with acceleration-rate/deceleration-rate for 24VDC motors. It ensures safe switching ON/OFF and the definite driving and braking of motors, solenoid valves and other loads. The load is short-circuited over an external resistance in OFF conditions which result in dynamical braking, dependent from external resistance value.

Special features:

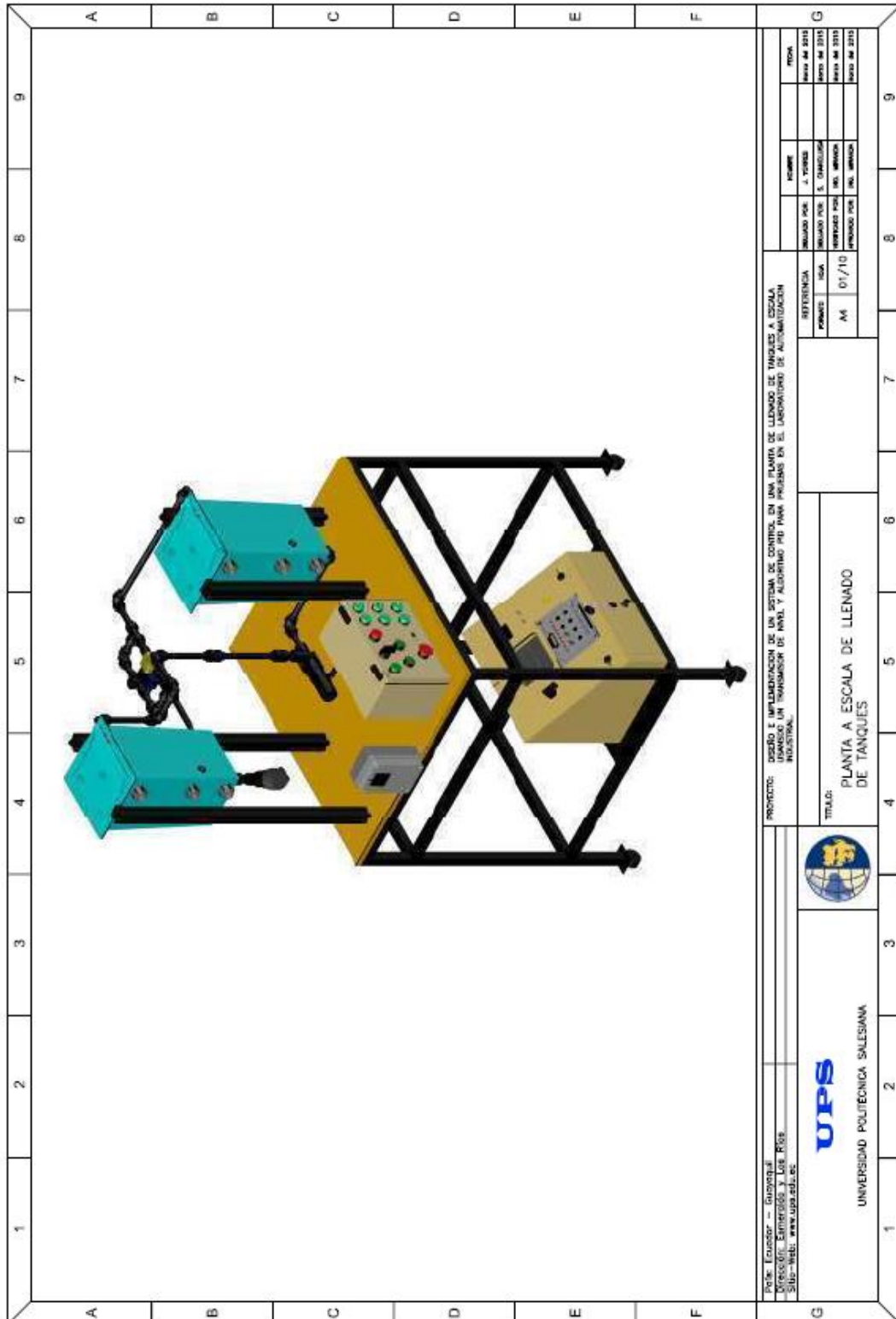
Short-circuit protection against GND, temperature protection, specialize for the use at inductances, adjustable time until the motor reach its max. speed.

Electrical connection and controls



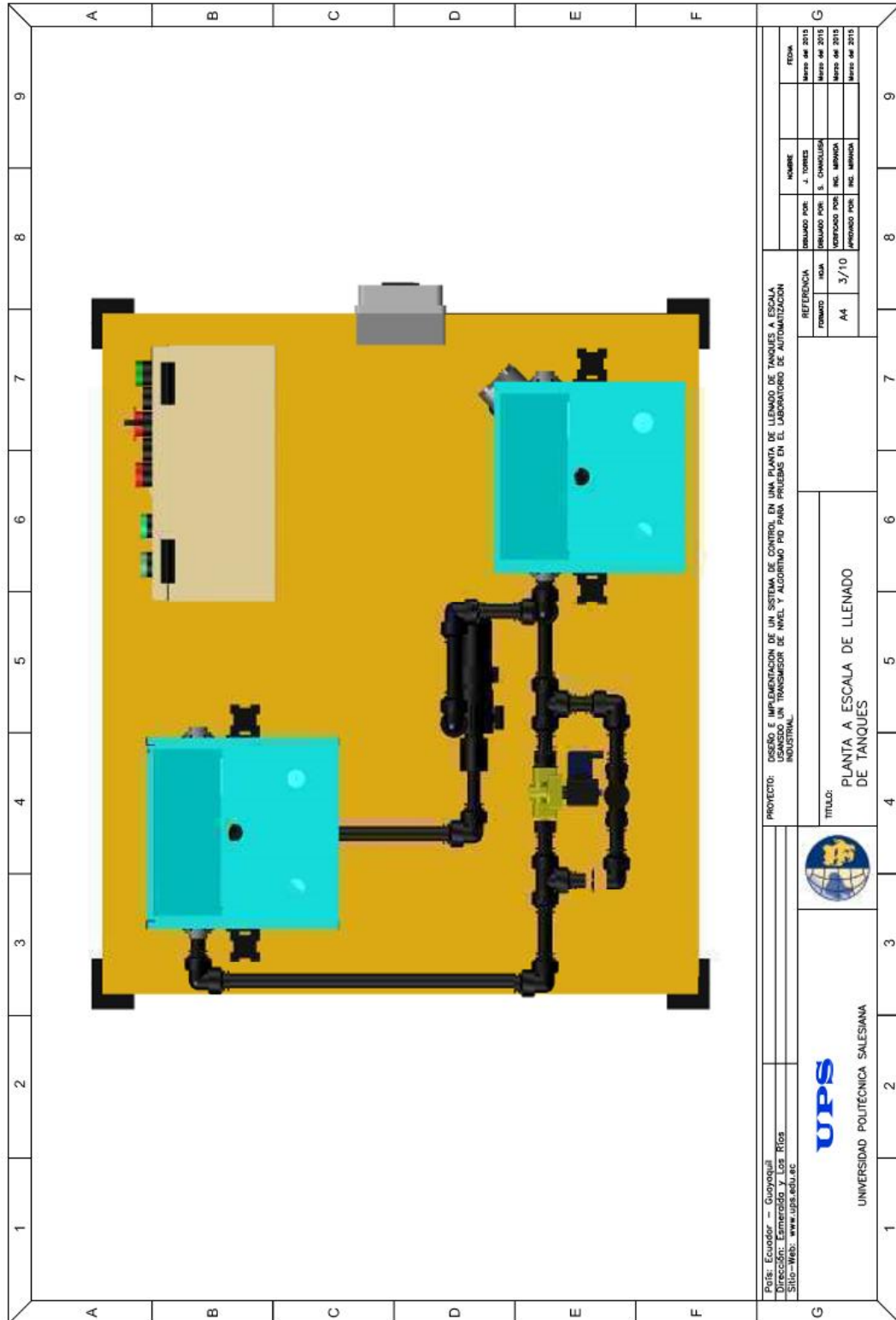
ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA



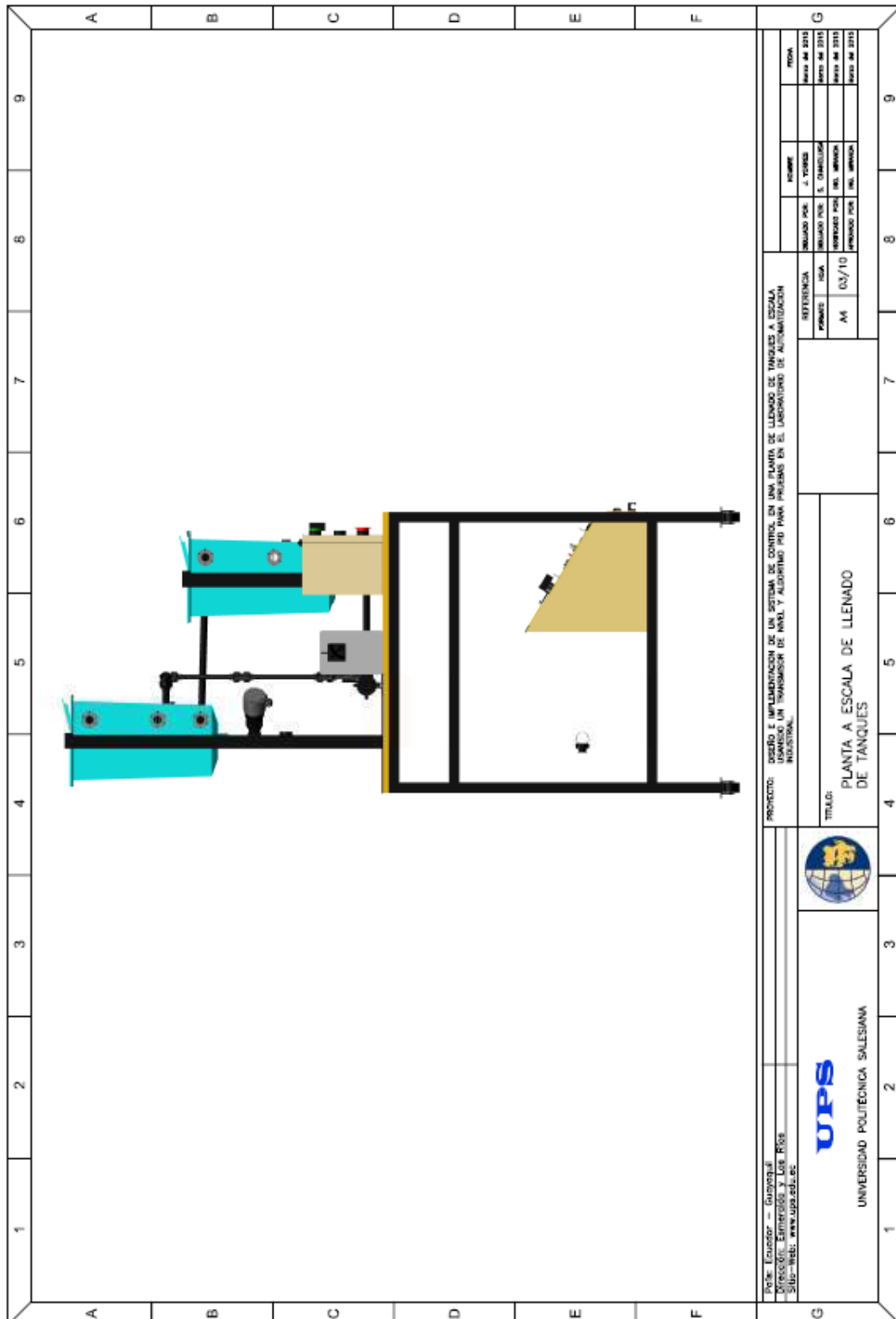
ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA



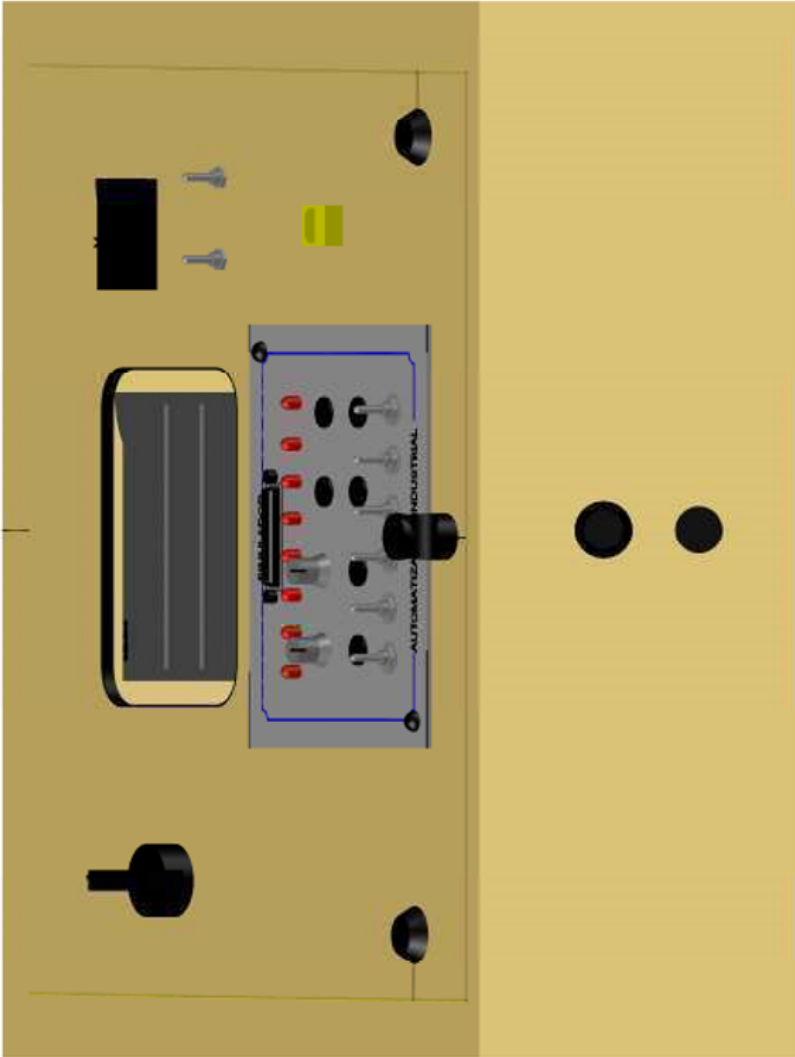

ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA



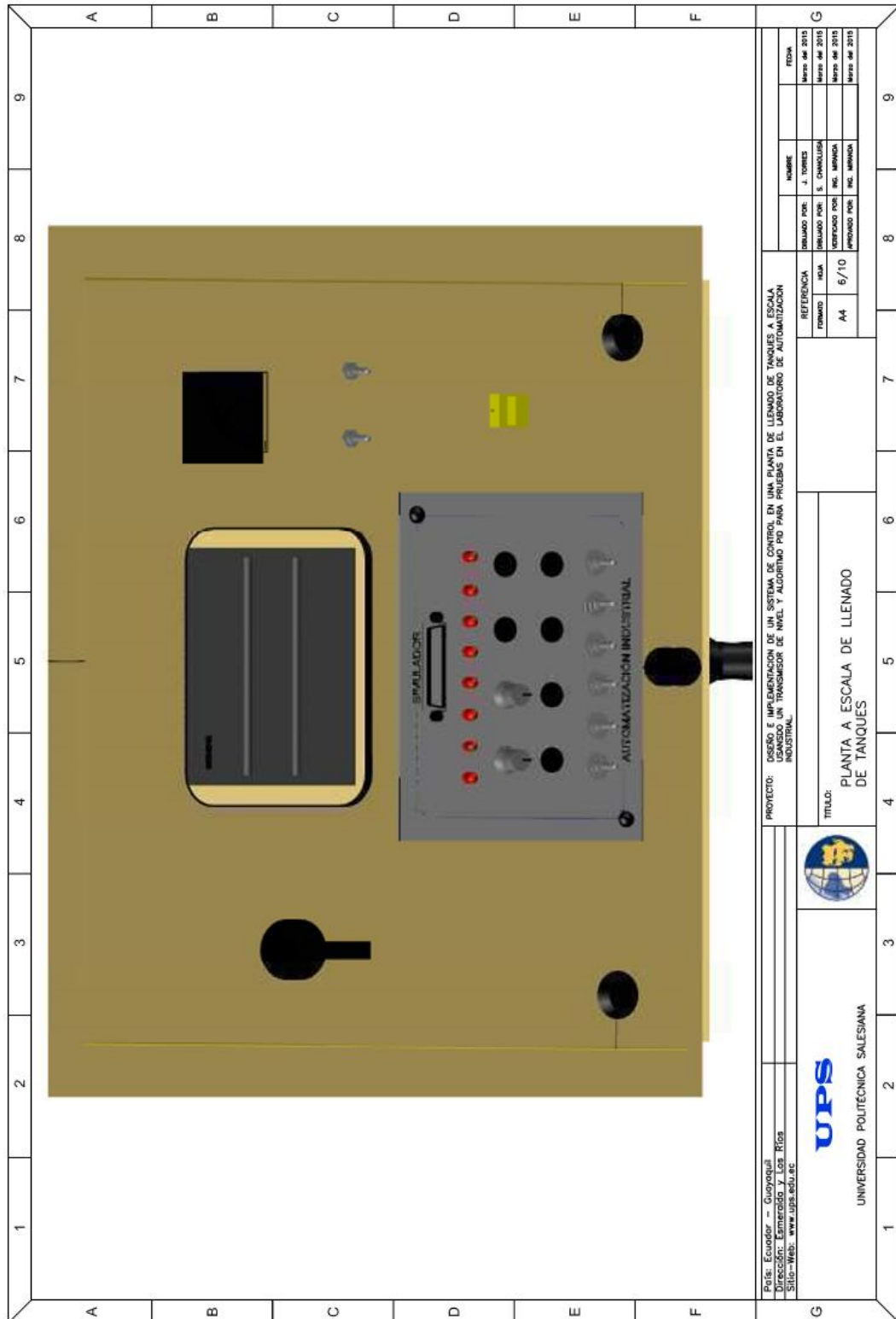
ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			
								
País: Ecuador - Guayaquil Dirección: Esmeralda y Los Rios Sitio-Web: www.ups.edu.ec						PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA INDUSTRIAL USANDO UN TRANSFORMADOR DE FUERZA PARA PROBLEMAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.		
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA						REFERENCIA: N/A FORMADO POR: A4 VERIFICADO POR: N/A APROBADO POR: N/A		
TÍTULO: PLANTA A ESCALA DE LLENADO DE TANQUES						HOMBRE: J. TORRES FECHA: Marzo del 2015		
						HOMBRE: M. MORALES FECHA: Marzo del 2015		
						HOMBRE: M. MORALES FECHA: Marzo del 2015		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F	G		

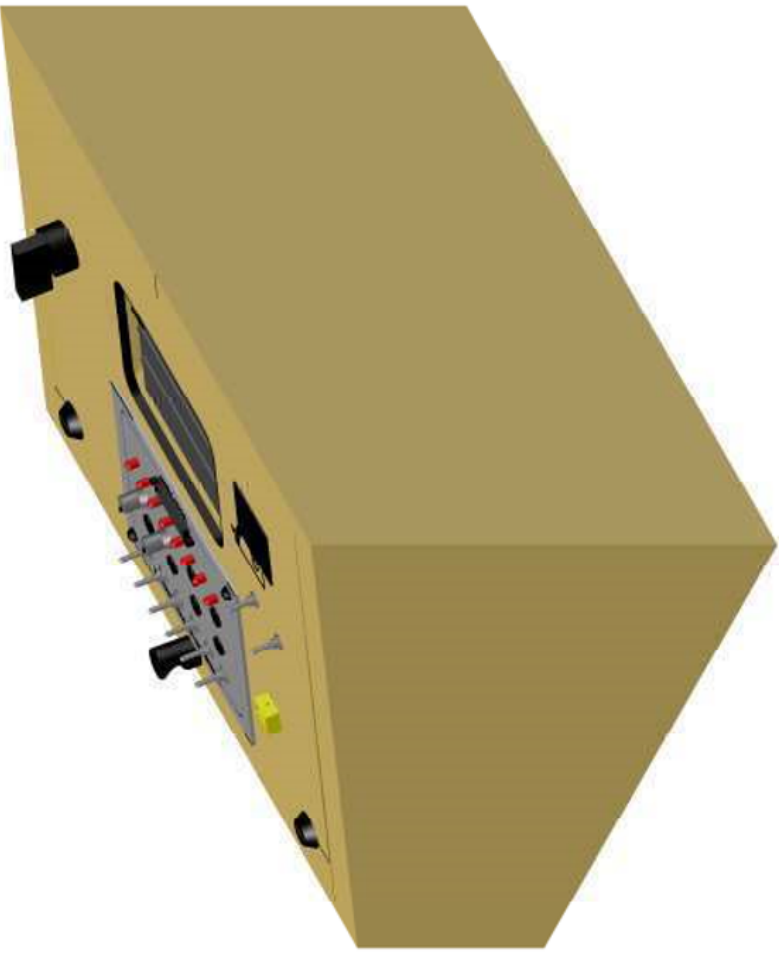

ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA



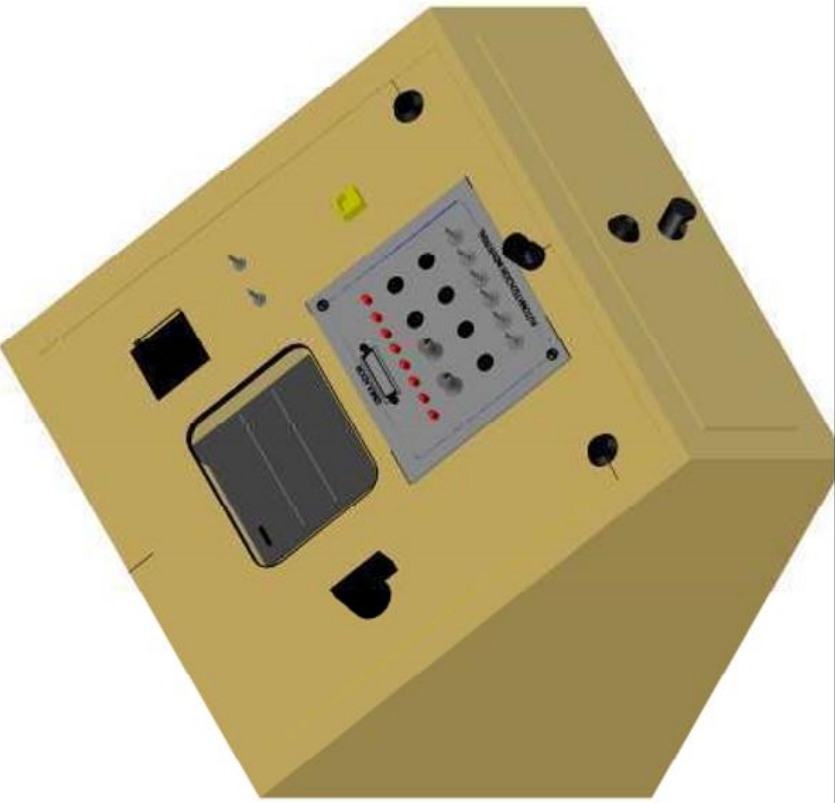

ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			
								
País: Ecuador – Guayaquil Dirección: Esmeralda Y Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec						PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA USANDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.		
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA						TÍTULO: PLANTA A ESCALA DE LLENADO DE TANQUES		
						REFERENCIA FORMADO: ISA4 VERIFICADO POR: INC. MANABÁ DISEÑADO POR: INC. MANABÁ		
						REFERENCIA FORMADO: ISA4 VERIFICADO POR: INC. MANABÁ DISEÑADO POR: INC. MANABÁ		
						NOMBRE DISEÑADO POR: J. TORRES VERIFICADO POR: INC. MANABÁ DISEÑADO POR: INC. MANABÁ		
						FECHA Marzo del 2010 Marzo del 2010 Marzo del 2010		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
G								G


ANEXO 2

DISEÑO EN AUTOCAD DE LA PLANTA

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			
								
ROL: Ecuador - Guayaquil Dirección: Embarcadero Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec						PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA INDUSTRIAL USANDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PREVENIR EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.		
						REFERENCIA ESTANDAR: IEC 60364 NÚMERO: A4		
UPS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA						TÍTULO: PLANTA A ESCALA DE LLENADO DE TANQUES		
						DISEÑADO POR: J. TORRES REVISADO POR: ING. MORALES APROBADO POR: ING. MORALES		
						FECHA Marzo de 2015 Marzo de 2015 Marzo de 2015		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F			

ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9																														
A	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">DOCUMENTACION</h1>							9																														
B	<p>NOMBRE DE PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA USANSDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.</p>							8																														
C	<p>NOMBRE DE PANEL ELÉCTRICO PRINCIPAL:</p> <p style="text-align: center;">TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.</p>							7																														
D	<p>NOMBRE DE PANEL ELÉCTRICO SECUNDARIO:</p> <p style="text-align: center;">TABLERO DE INTERCONEXION.</p>							6																														
E								5																														
F								4																														
G	<p>País: Ecuador – Guayaquil Dirección: Emmeralda y Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec</p>				<p>PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA USANSDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">REFERENCIA</th> <th colspan="2">NOMBRE</th> <th colspan="2">FECHA</th> </tr> <tr> <td>FORMADO</td> <td>BOCADO POR</td> <td>A. TORRES</td> <td>BOCADO POR</td> <td>BOCADO POR</td> <td>BOCADO POR</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>VERIFICADO POR</td> <td>S. CHACOLUSA</td> <td>VERIFICADO POR</td> <td>VERIFICADO POR</td> <td>VERIFICADO POR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>APROBADO POR</td> <td>MC. MARIANA</td> <td>APROBADO POR</td> <td>APROBADO POR</td> <td>APROBADO POR</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		REFERENCIA		NOMBRE		FECHA		FORMADO	BOCADO POR	A. TORRES	BOCADO POR	BOCADO POR	BOCADO POR	A4	VERIFICADO POR	S. CHACOLUSA	VERIFICADO POR	VERIFICADO POR	VERIFICADO POR		APROBADO POR	MC. MARIANA	APROBADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR						
REFERENCIA		NOMBRE		FECHA																																		
FORMADO	BOCADO POR	A. TORRES	BOCADO POR	BOCADO POR	BOCADO POR																																	
A4	VERIFICADO POR	S. CHACOLUSA	VERIFICADO POR	VERIFICADO POR	VERIFICADO POR																																	
	APROBADO POR	MC. MARIANA	APROBADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR																																	
<p>TÍTULO:</p> <p style="text-align: center;">DOCUMENTACION</p>																																						
<p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</p>																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9																														

ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS

Hoja:	Panel Eléctrico:	Descripción:	Rev. Fecha:
01	DOCUMENTACION	DOCUMENTACION	01/ 2015-02-27
02	SUMARIO	SUMARIO	01/ 2015-02-27
03	SUMARIO	SUMARIO	01/ 2015-02-27
04	ESPECIFICACIONES TECNICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	01/ 2015-02-27
05	RESERVA	RESERVA	01/ 2015-02-27
06	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE FUERZA: ALIMENTACION PRICIPAL	01/ 2015-02-27
07	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL: ALIMENTACION DE PLC	01/ 2015-02-27
08	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DI A D25/1	01/ 2015-02-27
09	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DO A D25/1	01/ 2015-02-27
10	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE AI/AO A D25/1	01/ 2015-02-27
11	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DB25/1	01/ 2015-02-27
12	TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.	DIAGRAMA DE CONTROL: TARJETA ELECTRONICA CONTROL DB25/2	01/ 2015-02-27
13	TABLERO DE INTERCONEXION.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DI A D25/3	01/ 2015-02-27
14	TABLERO DE INTERCONEXION.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DO A D25/3	01/ 2015-02-27
15	TABLERO DE INTERCONEXION.	DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE AI/AO A D25/3	01/ 2015-02-27

Pais: Ecuador - Guayaquil Dirección: Emmerada y Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec		PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA INDUSTRIAL. USANDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION.		REFERENCIA: Formato: A4 Escala: 02/15		NOMBRE: J. VARELA E. CHIRIBOSA R. ARANDA R. ARANDA		FECHA: Marzo del 2015 Marzo del 2015 Marzo del 2015 Marzo del 2015	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			TÍTULO: SUMARIO						



ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	DESCRIPCIÓN PARA LECTURA DE PLANOS							B
B	NOMENCLATURA ELECTRICA							C
C	SIMBOLOGIA ELECTRICA							D
D	PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LEVANTOS DE TANQUES A ESCALA USANDO UN TRANSFORMADOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.							E
E	TITULO: ESPECIFICACIONES TECNICAS							F
F	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA							G
País: Ecuador – Guayaquil Dirección: Embarcadero y Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec								REFERENCIA HOJA FORMATO A4
DESARROLLADO POR: J. TORRES DISEÑADO POR: S. CHACOLAN REVISADO POR: ING. MARCELA APROBADO POR: ING. MARCELA								FECHA Marzo del 2010 Marzo del 2010 Marzo del 2010 Marzo del 2010

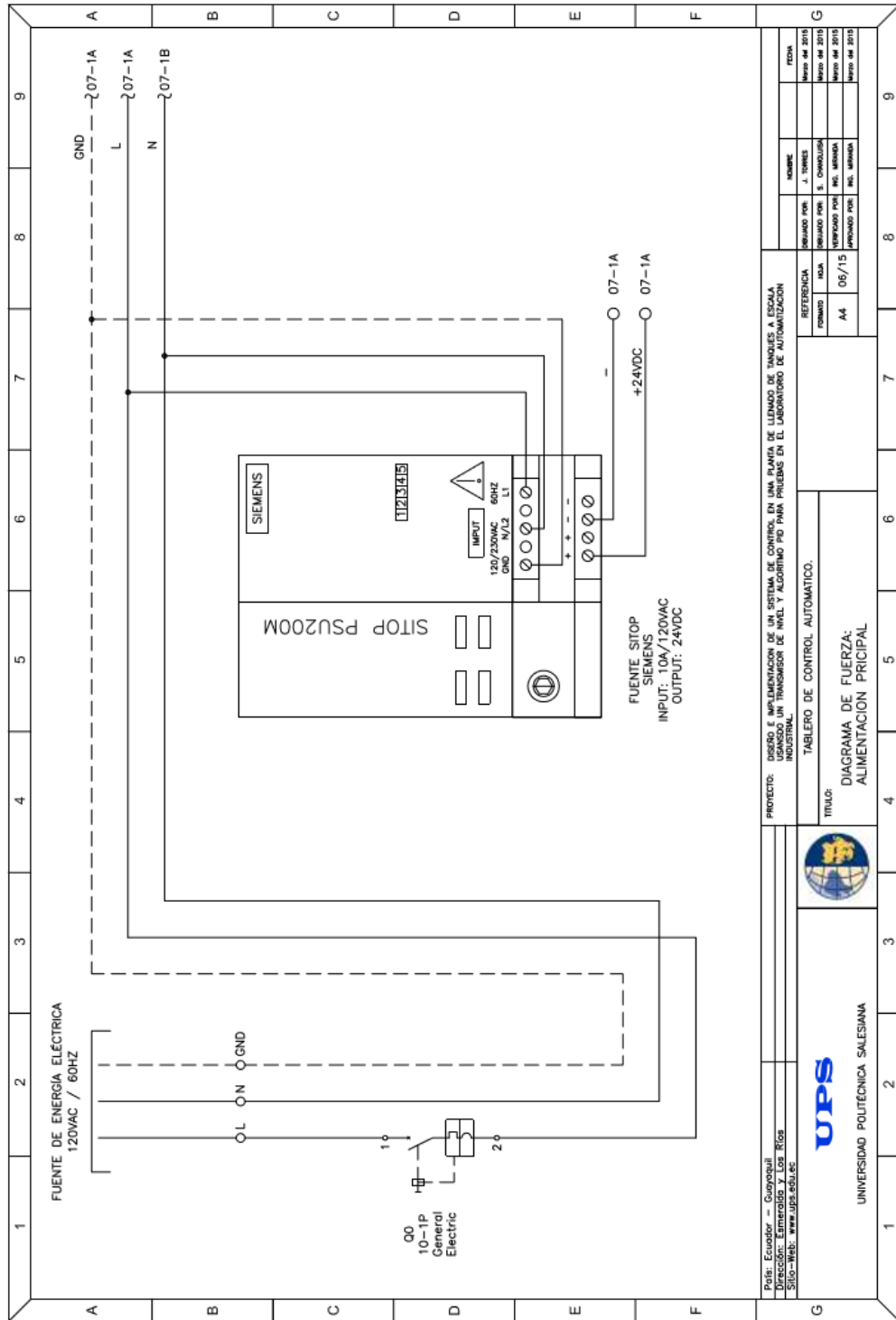
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9									
A	B	C	D	E	F	G											
País: Ecuador — Guayaquil Dirección: Esmeraldas y Los Ríos Sitio—Web: www.ups.edu.ec		 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		 TÍTULO: RESERVA		PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA RAMPA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA USANDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.			REFERENCIA FORMA: A4 INCL: 05/15			DISEÑADO POR: J. TORRES DISEÑADO POR: S. CHACOLINA APROBADO POR: INC. MANAÑA APROBADO POR: INC. MANAÑA			FECHA Mes/año del 2010 Mes/año del 2010 Mes/año del 2010		
1	2	3	4	5	6	7	8	9									

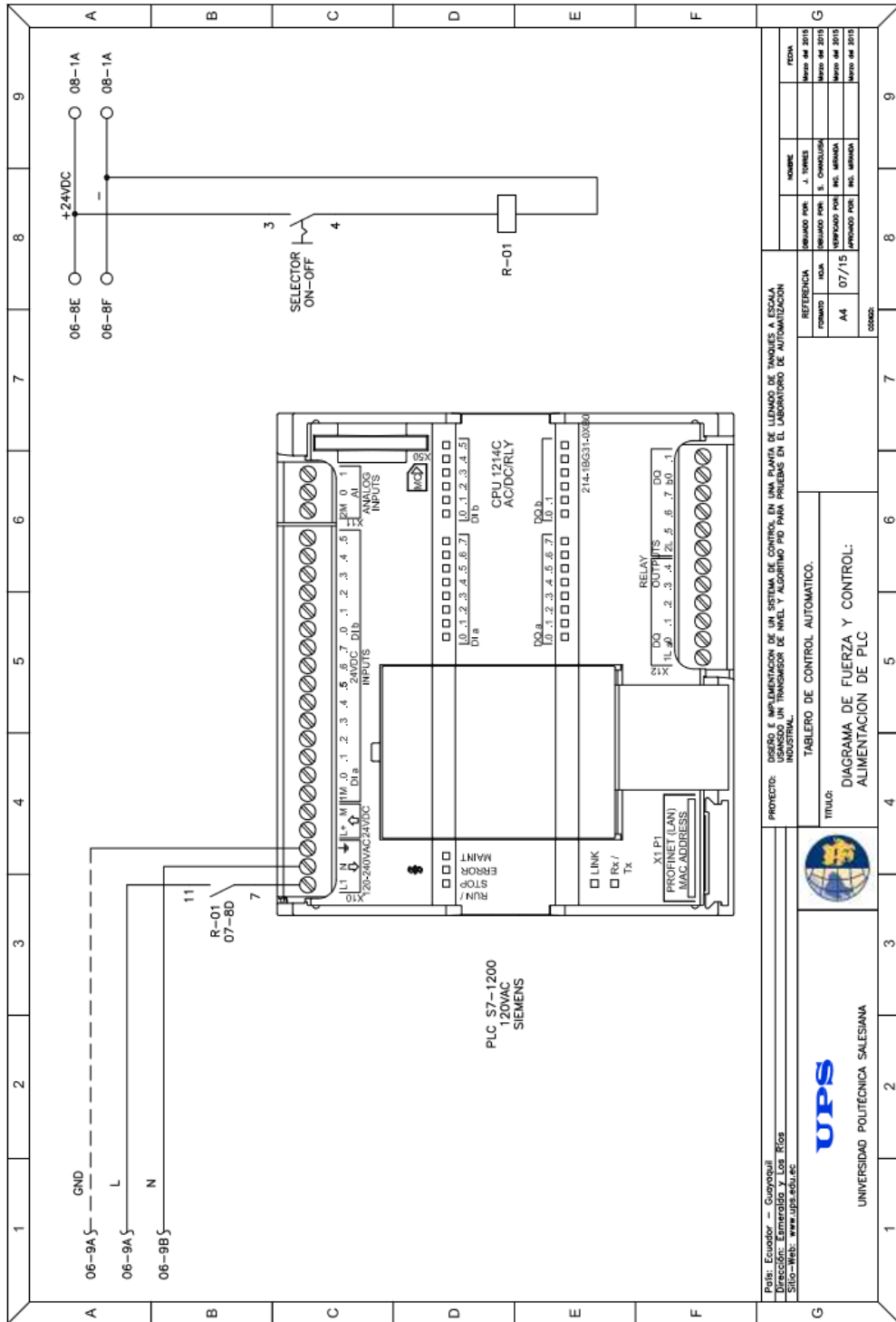
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



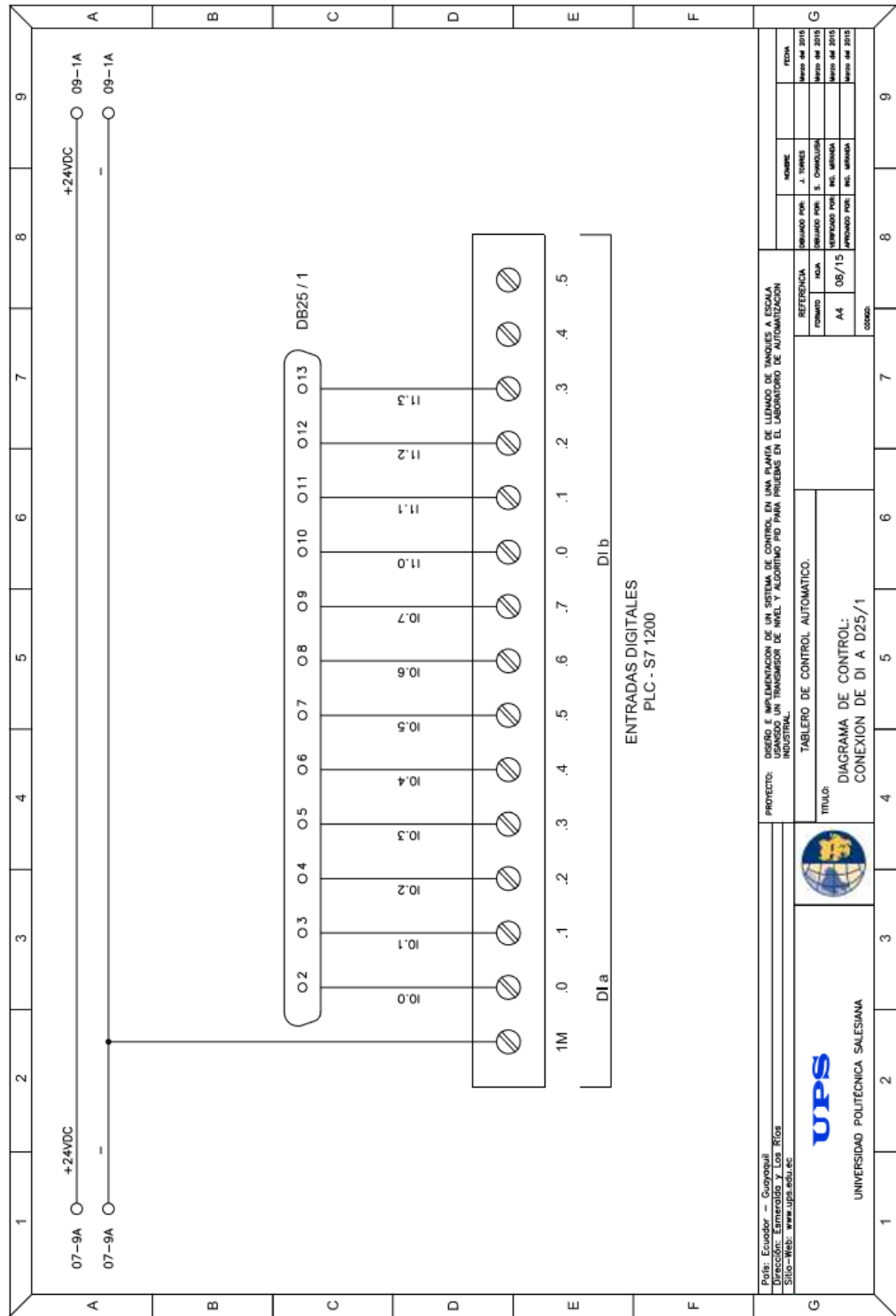
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



ANEXO 3

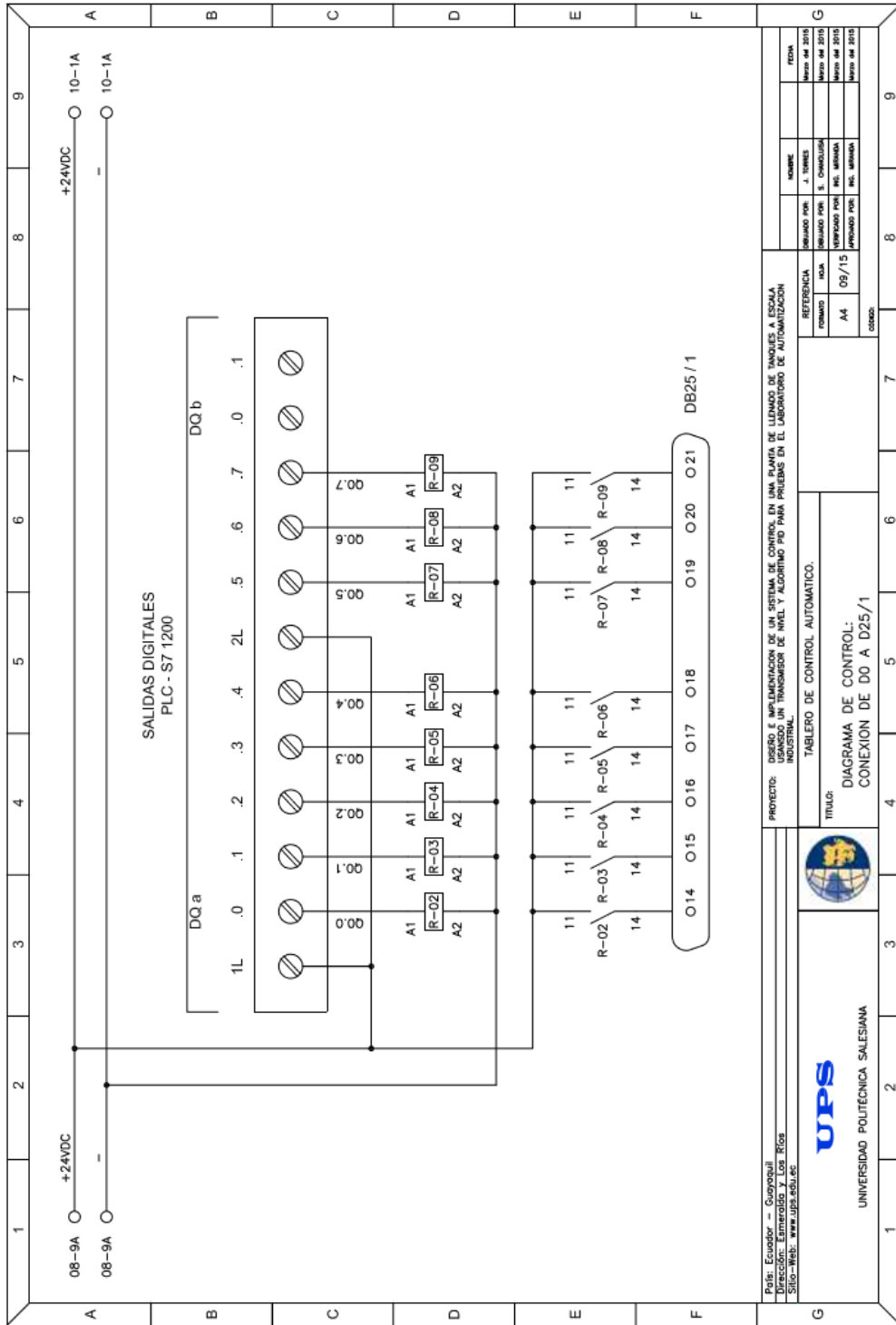
DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



País: Ecuador - Guayaquil Dirección: Emmeralda y Los Ríos Sitio-Web: www.ups.edu.ec		PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA INDUSTRIAL USANDO UN TRANSMISOR DE NIVEL Y ALGORITMO PID PARA PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.		REFERENCIA formato: A4 escala: 08/15 código:		NOMBRE: J. TORRES DESARROLLADO POR: S. CHOLUJAN VERIFICADO POR: INI. VILLANEA APROBADO POR: INI. VILLANEA		FECHA: marzo de 2018 marzo de 2018 marzo de 2018 marzo de 2018	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		TÍTULO: DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DI A D25/1		TABLERO DE CONTROL AUTOMATICO.				1 2 3 4 5 6 7 8 9	

ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



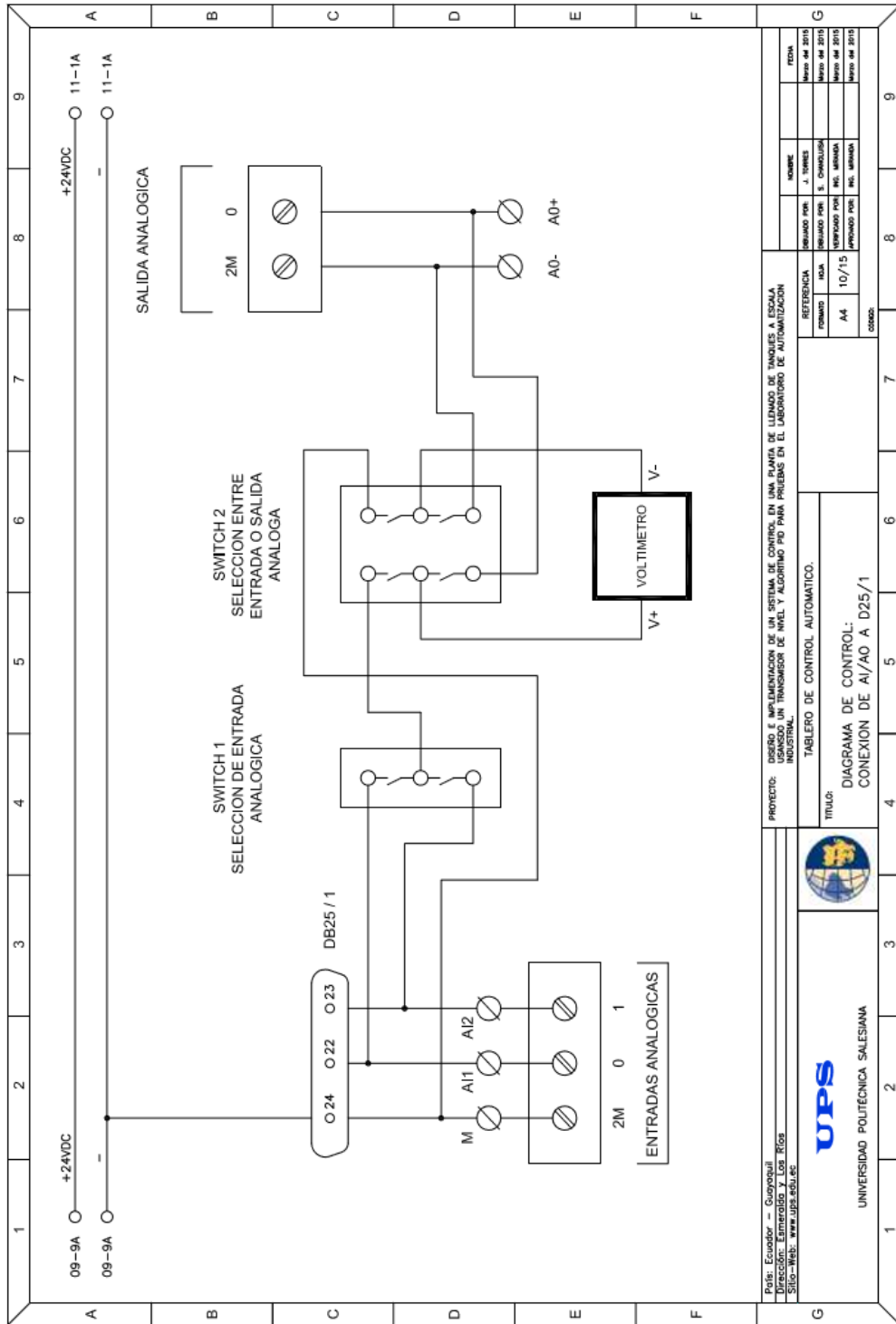
PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA PLANTA DE LLENADO DE TANQUES A ESCALA INDUSTRIAL PARA TRINCHERON DE INEL Y ALGORRINO PID PARA PUEBLO EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.		REFERENCIA: NOMIN: A4 NÚM: 09/15 CODIGO:	FECHA: Marzo del 2015 Marzo del 2015 Marzo del 2015 Marzo del 2015
TÍTULO: DIAGRAMA DE CONTROL: CONEXION DE DO A D25/1		DISEÑADO POR: REVISADO POR: APROBADO POR:	NOMBRE: S. COMOLUNA ING. MARIBEL ING. MARIBEL



UPS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

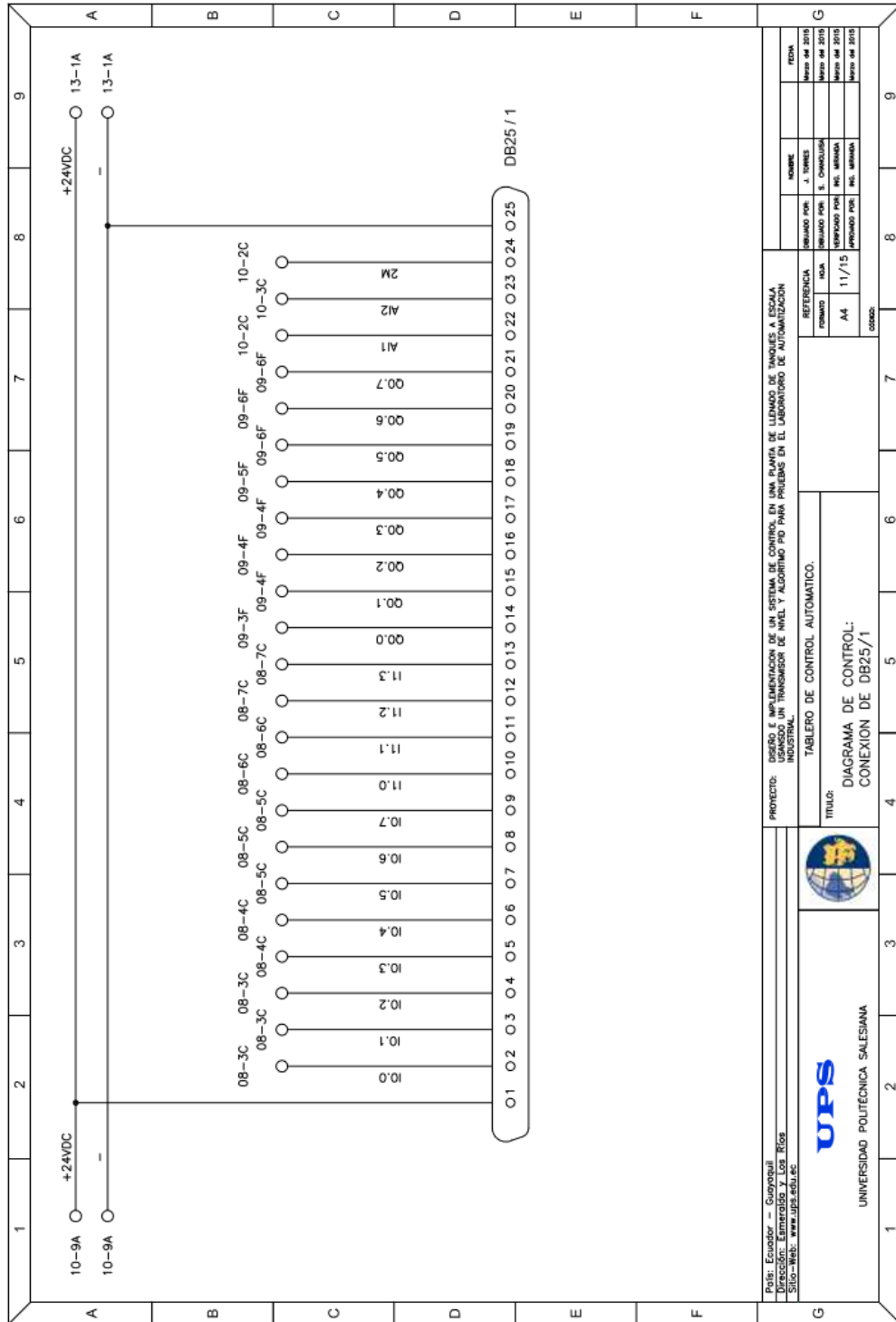
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



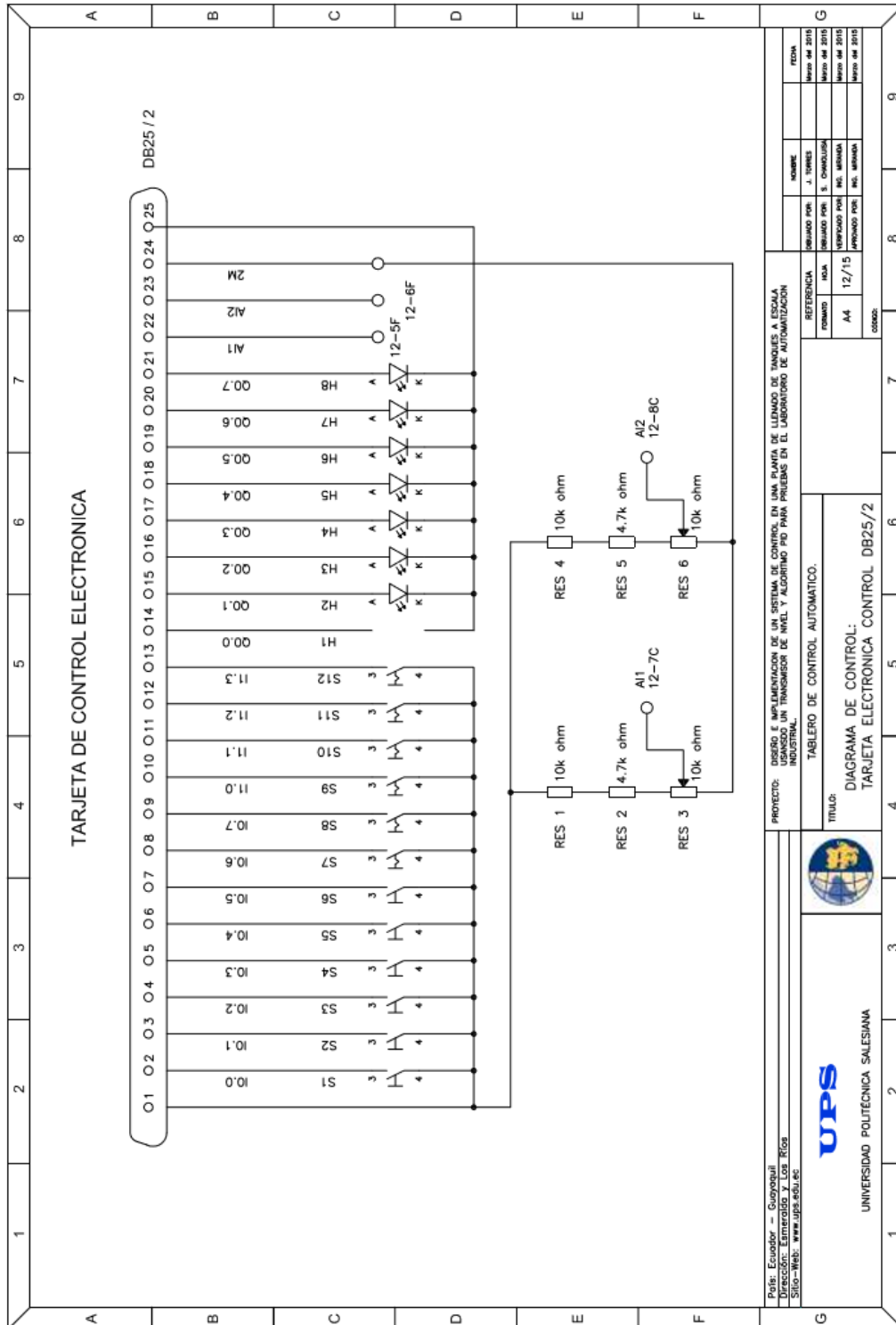
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



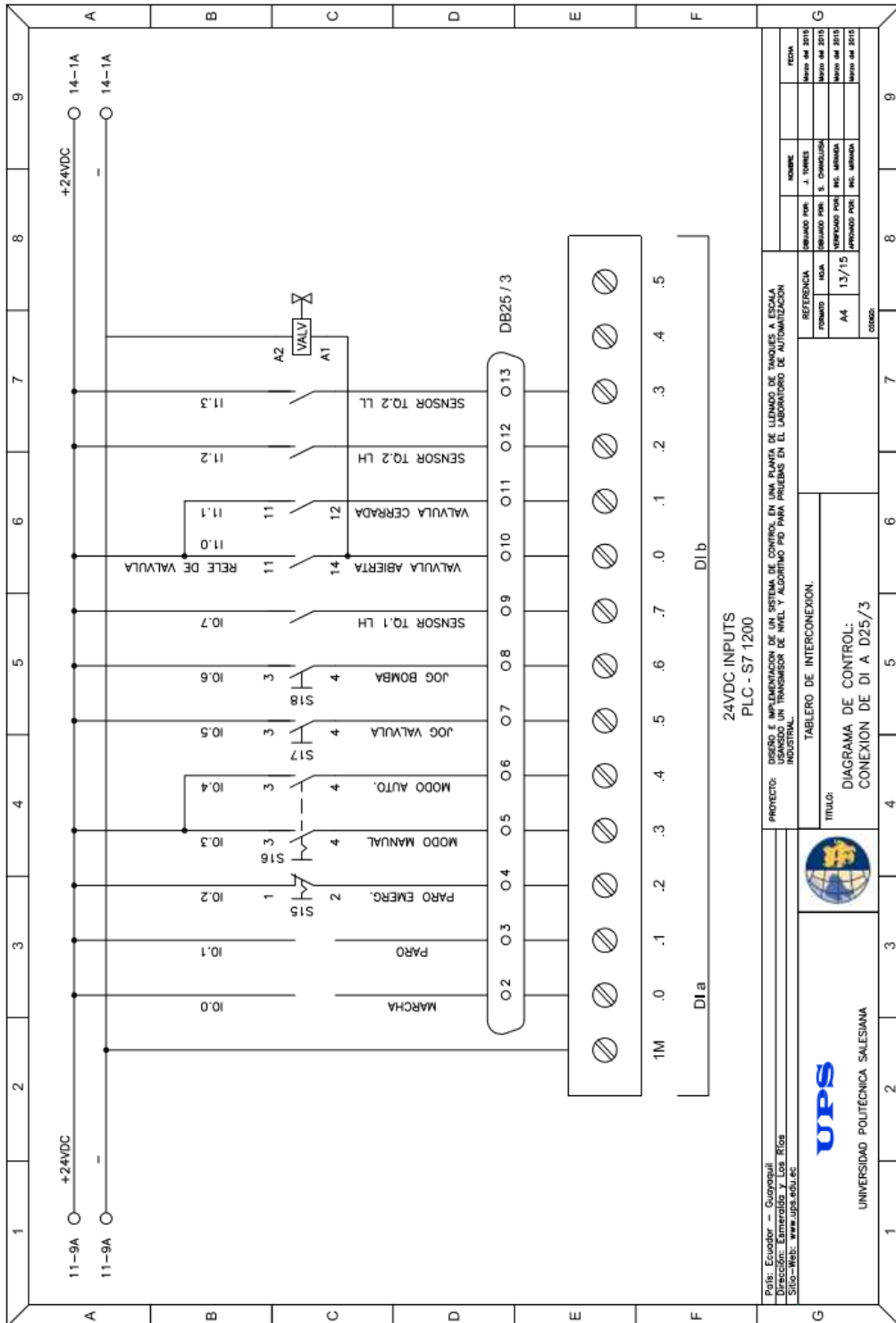
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



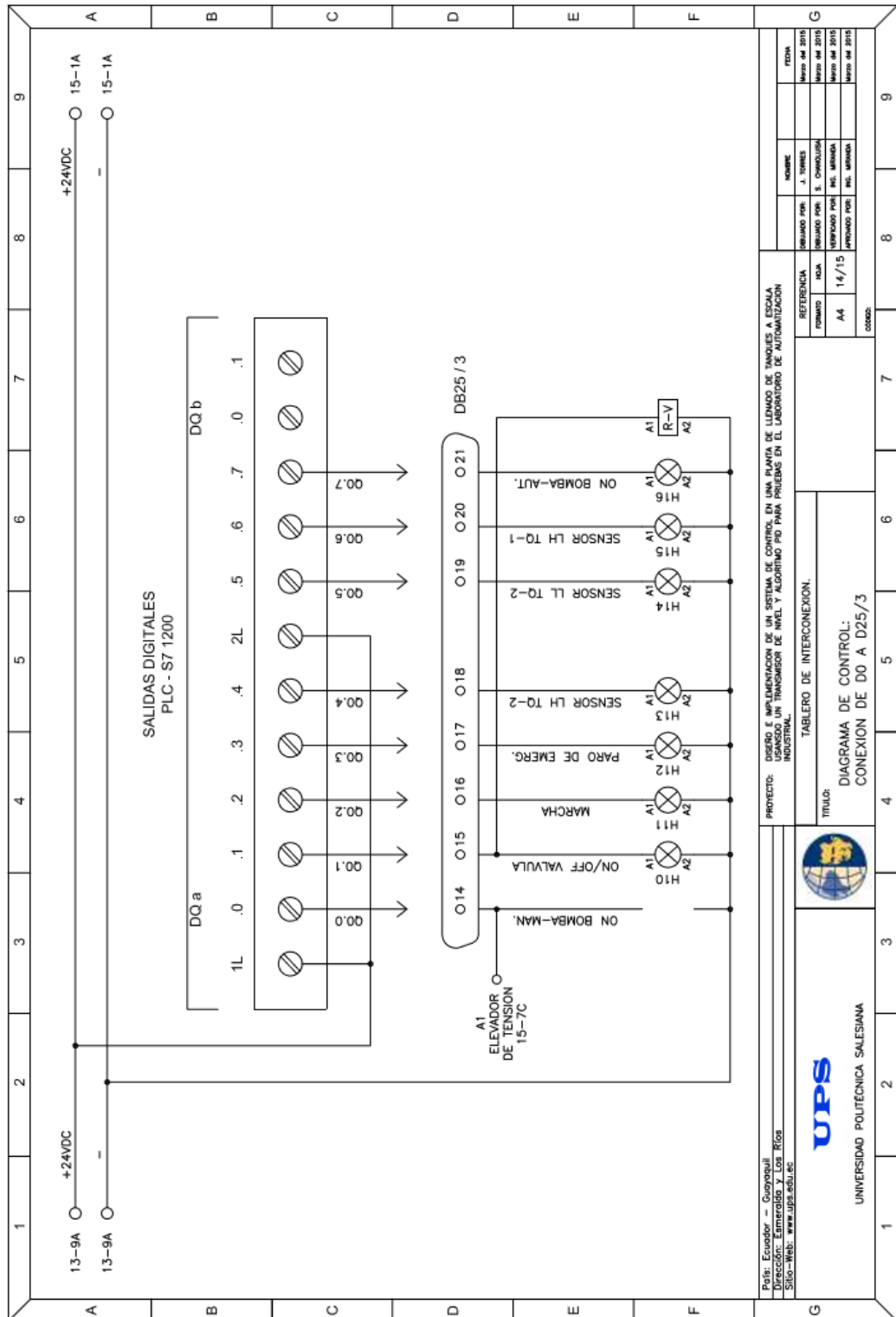
ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS



ANEXO 3

DISEÑO EN AUTOCAD PLANOS ELÉCTRICOS

