

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

MENCIÓN EN SISTEMAS INDUSTRIALES.

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA DINÁMICO –
DIDÁCTICO CON LAZOS DE CONTROL DE PRESIÓN Y PESO PARA EL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G.**

AUTORES:

MIGUEL ANGEL CARRIÓN MIRANDA

JOSÉ LUIS LAYEDRA CISNEROS

DIRECTOR: ING. GARY AMPUÑO

GUAYAQUIL, 7 DE ENERO DEL 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los diseños elaborados, cálculos realizados, y las conclusiones del presente documento, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, Enero - 07- 2013

(f)_____

Miguel Angel Carrión Miranda

(f)_____

José Luis Layedra Cisneros

DEDICATORIA

Dedicado a mis Padres que con sacrificio velaron por qué no nos falte nada y que siempre dijeron que “el estudio es lo primero para la vida del ser humano”

A mis hermanos Cindy y Guillermo, con quienes he compartido momentos de dicha y logros.

A mi familia y amigos, los cuales me enseñaron principios y valores para ser no solo un buen profesional sino también un excelente ser humano.

En especial a mis madres Patricia Miranda y Rosa Carrión, gracias al ímpetu día a día he dado un paso muy importante en mi vida.

(f) _____

Miguel Angel Carrión Miranda

DEDICATORIA

El éxito alcanzado le dedico a la mejor mujer del mundo, Mi madre “Mimito” persona llena de muchas virtudes, fue Padre y Madre, en Ella vi un gran ejemplo, de esfuerzo, lucha y sacrificio, bondades que se complementaron con los principios inculcados, sobre todo el amor que siempre me ha cobijado, todo este ejemplo visto en una sola mujer conllevó a lograr mis objetivos personales y profesionales para ti querida madre adorada este esfuerzo es solo tuyo, Te amo un mundo “Mimito”.

Este esfuerzo no hubiese sido posible sin el apoyo incondicional de mi amada esposa Joha y mi adorado hijo José Daniel, que gracias al amor incondicional y paciencia que me tuvieron, he logrado culminar con éxito el objetivo trazado, a ustedes “MIS AMORES” les dedico este triunfo.

A mis hermanas Chely, Lore, Fer y Mateito, con quienes he compartido momentos de dicha y felicidad.

Dedico a mi Padre Luis Enrique, por los principios inculcados y el apoyo moral para lograr la meta.

(f)_____

José Luis Layedra Cisneros

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios y a la Virgen María Auxiliadora por haberme permitido tener una familia que siempre se preocupó por mí.

A mis hijas Carolina, Valentina y mi Esposa por darme la felicidad más grande que pueda tener el hombre, la dicha de ser Papá.

Al Ing. Gary Ampuño y al Ing. Orlando Barcía que más que profesores fueron tutores y amigos brindándome su ayuda y consejo durante la realización de este documento para la Universidad.

A mi compañero de tesis José Luis Layedra con el cual pude culminar este proyecto y así alcanzar nuestra meta que es la Ingeniería Electrónica.

(f)_____

Miguel Angel Carrión Miranda

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme brindado salud y bienestar, y una gran esposa.

A mi amada esposa y a mis adorados hijos, gracias por todo el apoyo que me brindaron los “Amo un mundo”.

A mis padres y hermanos que siempre estuvieron pendientes en que culmine con éxito esta carrera.

A mi gran amigo y compañero Miguel Angel Carrión compañero de tesis gracias por esa confianza y apoyo depositada en mi, para la realización de este proyecto.

A los profesores quienes impartieron conocimientos, experiencias a fin de que estos sean fructíferos en cada uno de los estudiantes.

A todas y cada una de las personas que contribuyeron con la conclusión de este trabajo.

(f) _____

José Luis Layedra Cisneros

ÍNDICE GENERAL

<i>CAPÍTULO 1</i>	18
1. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. DELIMITACIÓN	21
1.2.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL	22
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4. JUSTIFICACIÓN	23
1.5. HIPÓTESIS	23
1.6. VARIABLES E INDICADORES	24
1.7. METODOLOGÍA	24
1.7.1. MÉTODOS	24
1.7.2. TÉCNICAS	24
1.8. INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS	25
1.9. POBLACIÓN Y MUESTRA	28
1.10. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	29
1.10.1. BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	30
1.11. IMPACTO	31
<i>CAPÍTULO 2</i>	32
2. MARCO TEÓRICO	32
2.1. ANTECEDENTES	32
2.1.1. INVESTIGACIONES SIMILARES	32
2.1.2. SCADA	34
2.1.3. ETHERNET	36
2.1.4. PLC (Programador Lógico Programable)	38
2.1.3.1 DISEÑO	41
2.1.3.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	42
2.1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPAMIENTO	42
2.1.5. VARIADOR DE VELOCIDAD	43
2.1.4.1 ¿PARA QUE SE UTILIZA EL VARIADOR DE FRECUENCIA?	44
2.1.4.2 DIMENSIONES Y PESOS	45
2.1.4.3 ETAPAS DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA	46

2.1.4.4 APLICACIONES CON VARIADORES.	49
2.1.4.5 PRINCIPIO Y PRECAUCIONES	50
2.1.6. CELDA DE CARGA	52
2.1.5.1 FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS	53
2.1.5.2 ¿DETERMINAR (E+, E-, S+, S-) EN UNA CELDA DE CARGA?	54
2.1.5.3 EXTENSÓMETRO	55
2.1.5.4 PUENTE DE WHEATSTONE	56
2.1.5.5 OPCIONES DE CONEXIÓN A PROCESO	57
2.1.6 ELECTROVÁLVULA	59
2.1.6.1 CLASES Y FUNCIONAMIENTO	59
2.1.6.2 SÍMBOLOS DE VÁLVULAS	62
2.1.7 PRESIÓN	64
2.1.7.1 IMPORTANCIA DE CONTROL DE PRESIÓN	65
2.1.7.2 PRESIÓN ABSOLUTA	65
2.1.7.3 PRESIÓN ATMOSFÉRICA	65
2.1.7.4 PRESIÓN MANOMÉTRICA	65
2.1.7.5 MANÓMETRO	66
2.1.8 BOMBA DE AGUA	68
2.1.8.1 BOMBA CENTRÍFUGA	68
2.1.8.2 PRESIÓN	69
3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	71
3.1 PANTALLAS	84
3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO Y CONTROL	87
4. PRÁCTICAS	89
4.1 FORMATO DE LAS PRÁCTICAS	91
4.2 DETALLE DE PRÁCTICAS	92
4.2.1 PRÁCTICA 1 Reconocimiento general del Banco de Prueba	92
4.2.2 PRÁCTICA 2 Operación de entradas y salidas digitales	100
4.2.3 PRÁCTICA 3 Conversión variables o señales de campo a voltios y mA	106
4.2.4 PRÁCTICA 4 Operación de entradas y salidas analógicas	112
4.2.5 PRÁCTICA 5 Simulaciones de variables de proceso / rampa	118
4.2.6 PRÁCTICA 6 Control de nivel por peso	125
4.2.7 PRÁCTICA 7 Lazo de control PI mediante variable de peso	132
4.2.8 PRÁCTICA 8 Lazo de control PID mediante variable de presión	139
4.2.9 PRÁCTICA 9 Operación de proceso por Batch	145

4.2.10 PRÁCTICA 10 Lazo de control peso PI + Lazo de control presión PID	151
4.2.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	158
4.2.12 PRESUPUESTO	158
4.2.12.1 DETALLE DE PRESUPUESTO	158
4.2.12.1 LISTA DE MATERIALES – EQUIPOS E INSTRUMENTOS	160
CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	164
BIBLIOGRAFÍA	165
ANEXOS	167
ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO	167
ANEXO 2: PLANOS GENERALES DEL SISTEMA	174
ANEXO 3: PROGRAMA EN TIA PORTAL	183
ANEXO 4: PLANOS ELÉCTRICOS	197
ANEXO 5: PARTICIPACIÓN EN CASA ABIERTA 2013	206
ANEXO 6: INFORMACIÓN EXTRA	211

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN	18
FIGURA 2: MÓDULOS DE PRUEBA	19
FIGURA 3: INTERIOR DEL MÓDULO DE PRÁCTICA	19
FIGURA 4: TABLERO DE SIMULADORES	20
FIGURA 5: ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBA	31
FIGURA 6: EJEMPLO BANCO DE PRUEBA	33
FIGURA 7: PRESENTACIÓN DE WINCC	35
FIGURA 8: APLICACIÓN DE WINCC	35
FIGURA 9: APLICACIÓN DE WINCC	36
FIGURA 10: COMUNICACIÓN ETHERNET	37
FIGURA 11: MÓDULO ETHERNET SIEMENS	38
FIGURA 12: PLC S7-1200 Y MÓDULOS	40
FIGURA 13: VARIADOR SCHNEIDER / MODELO ATV12	44
FIGURA 14: DIMENSIONES Y PESO SCHNEIDER MODELO ATV12	45
FIGURA 15: ETAPAS DE UN VARIADOR	46
FIGURA 16: RECTIFICADORES	46
FIGURA 17: INVERSOR	47

FIGURA 18: CORRIENTE EN EL INVERSOR	48
FIGURA 19: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL VARIADOR	48
FIGURA 20: CELDA DE CARGA	52
FIGURA 21: PUENTE DE WHEATSTONE.....	56
FIGURA 22: CONEXIONES.....	57
FIGURA 23: CELDA DE MARCA TEDEA / DIMENSIONES	58
FIGURA 24: ELECTROVÁLVULA	59
FIGURA 25: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	60
FIGURA 26: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	61
FIGURA 27: TRANSMISOR DE PRESIÓN WIKA.....	64
FIGURA 28: MANÓMETRO - TUBO DE BOURDON	67
FIGURA 29: TUBO DE BOURDON	67
FIGURA 30: INTERIOR Y DESPIECE DE LA BOMBA.....	68
FIGURA 31: BOMBA CENTRÍFUGA	69
FIGURA 32: CÁLCULO DE PRESIÓN DE UNA BOMBA.....	69
FIGURA 33: COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA	71
FIGURA 34: COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA	72
FIGURA 35: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	73
FIGURA 36: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	74
FIGURA 37: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	74
FIGURA 38: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	75
FIGURA 39: MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS PVC.....	77
FIGURA 40: MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS PVC.....	78
FIGURA 41: MONTAJE DE TANQUES Y EQUIPOS.....	79
FIGURA 42: MONTAJE DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	80
FIGURA 43: CONTROLADOR O INDICADOR DE PESO PR 4116.....	81
FIGURA 44: REGULADOR DE VOLTAJE 7805	82
FIGURA 45: ROUTER PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	82
FIGURA 46: DISEÑO DE PANTALLAS / PANTALLA INICIAL.....	84
FIGURA 47: PANTALLA / MANUAL - AUTOMÁTICO	85
FIGURA 48: PANTALLA / OPERACIÓN PI - PESO	85
FIGURA 49: PANTALLA / OPERACIÓN PID - PRESIÓN.....	86
FIGURA 50: PANTALLA / GRÁFICAS DE CONTROL.....	86
FIGURA 51: DIAGRAMA DE FLUJO	87
FIGURA 52: DIAGRAMA DE CONTROL	88

FIGURA 53: ELECTROVÁLVULA MARCA ASCA DE 3/4"	95
FIGURA 54: BOMBA TRIFÁSICA DE 1/2 HP	96
FIGURA 55: ELECTROVÁLVULA MARCA DANFOSS DE 1/4"	96
FIGURA 56: PLC 1200 / SIEMENS	97
FIGURA 57: DISPLAY DEL CONTROLADOR PR 4116	97
FIGURA 58: ROUTER D-LINK.....	98
FIGURA 59: RELÉS DE OPERACIÓN	102
FIGURA 60: ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.....	103
FIGURA 61: DIAGRAMA DE CONTROL	103
FIGURA 62: TRANSMISOR DE PRESIÓN - DATOS	108
FIGURA 63: ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.....	109
FIGURA 64: CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE CARGA	109
FIGURA 65: TRANSMISOR DE PRESIÓN INSTALADO	114
FIGURA 66: MÓDULO ANALÓGICO ADICIONAL	115
FIGURA 67: PANEL DE SIMULACIÓN DEL MÓDULO	121
FIGURA 68: MÓDULO ANALÓGICO	121
FIGURA 69: CELDA DE CARGA INSTALADA	122
FIGURA 70: CELDA DE CARGA INSTALADA	127
FIGURA 71: BORNERAS DE CONTROL DEL PLC	128
FIGURA 72: REGULADOR DE VOLTAJE 7805	128
FIGURA 73: FUENTE DE VOLTAJE IN 120V AC - OUT 24V DC	129
FIGURA 74: VARIADOR DE VELOCIDAD - ATV12.....	135
FIGURA 75: ROUTER EN BANCO DE PRUEBA	135
FIGURA 76: PANTALLA DEL LAZO DE PESO PI.....	137
FIGURA 77: PANTALLA DEL LAZO DE PESO PI.....	143
FIGURA 78: PANTALLA INICIAL DE LA PC	167
FIGURA 79: CARPETA EN LA PARTE INFERIOR.....	167
FIGURA 80: DOBLE CLICK A LA CARPETA	168
FIGURA 81: TIA PORTAL	168
FIGURA 82: PANTALLA INICIAL DEL TIA PORTAL.....	169
FIGURA 83: ABRIENDO ARCHIVO PROGRAMADO	169
FIGURA 84: VENTANA DE PROYECTO.....	170
FIGURA 85: VENTANA DE PROYECTO.....	170
FIGURA 86: CARPETA PLC1 - BLOQUES.....	171
FIGURA 87: HMI - INICIO DE RUN TIME	172

FIGURA 88: TABLERO / ALARMAS	172
FIGURA 89: ACOTACIONES FRONTALES	174
FIGURA 90: ACOTACIONES POSTERIORES.....	175
FIGURA 91: ACOTACIONES LADO IZQUIERDO	176
FIGURA 92: ACOTACIONES LADO DERECHO	177
FIGURA 93: BANCO DE PRUEBA EN 3D - ESTRUCTURA	178
FIGURA 94: BANCO DE PRUEBA EN 3D - ARMADO.....	179
FIGURA 95: BANCO DE PRUEBA EN 3D - FRONTAL	180
FIGURA 96: BANCO DE PRUEBA EN 3D - IZQUIERDA	181
FIGURA 97: BANCO DE PRUEBA EN 3D - DERECHA.....	182
FIGURA 98: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	183
FIGURA 99: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	184
FIGURA 100: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	184
FIGURA 101: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	185
FIGURA 102: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	185
FIGURA 103: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	186
FIGURA 104: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	186
FIGURA 105: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	187
FIGURA 106: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	188
FIGURA 107: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	188
FIGURA 108: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	189
FIGURA 109: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	189
FIGURA 110: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	190
FIGURA 111: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	190
FIGURA 112: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	191
FIGURA 113: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	191
FIGURA 114: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	192
FIGURA 115: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	192
FIGURA 116: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	193
FIGURA 117: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	193
FIGURA 118: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	194
FIGURA 119: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	194
FIGURA 120: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	195
FIGURA 121: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	195
FIGURA 122: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL	196

FIGURA 123: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA	206
FIGURA 124: LUGAR ASIGNADO.....	206
FIGURA 125: BANNERS DE PRESENTACIÓN	207
FIGURA 126: EXPOSITORES Y TESISTAS.....	207
FIGURA 127: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA	208
FIGURA 128: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA	208
FIGURA 129: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL.....	209
FIGURA 130: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA	210
FIGURA 131: CALIBRADOR DE PROCESO - FLUKE 726.....	215
FIGURA 132: MÓDULO DE PRESIÓN - FLUKE 700P08	215
FIGURA 133: PESAS PATRONES 20KG - 10KG - 5KG.....	216
FIGURA 134: GENERADOR DE PRESIÓN - FLUKE 700PTP	216
FIGURA 135: MEDICIÓN N°1 0 PSI – 4 MA - 0%	217
FIGURA 136: MEDICIÓN N°2 50 PSI – 12 MA - 50%	217
FIGURA 137: MEDICIÓN N°3 100 PSI – 20 MA - 100%	218

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE TUBERIA PVC	76
TABLA 2: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #1	93
TABLA 3: EQUIPOS DE CONTROL EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #1.....	94
TABLA 4: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #2	101
TABLA 5: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #3	107
TABLA 6: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #4	113
TABLA 7: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #5	120
TABLA 8: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #6	126
TABLA 9: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #7	133
TABLA 10: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #8	140
TABLA 11: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #9	146
TABLA 12: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #10	152
TABLA 13: CRONOGRAMA.....	158
TABLA 14: INFORMACIÓN GENERAL DE TESIS	159
TABLA 15: PRECIOS DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	160

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2013	MIGUEL ANGEL CARRIÓN MIRANDA JOSÉ LUIS LAYEDRA CISNEROS	ING. GARY AMPUÑO	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA DINÁMICO – DIDÁCTICO CON LAZOS DE CONTROL DE PRESIÓN Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G.

La presente Tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA DINÁMICO – DIDÁCTICO CON LAZOS DE CONTROL DE PRESIÓN Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G”**, se basa en aplicaciones reales en la industria. Las variables de proceso a trabajar son: control de nivel por peso y control de presión por variador de velocidad con su respectiva bomba.

El objetivo principal es diseñar un Sistema de Supervisión con la Herramienta TIA PORTAL, para monitorear desde el computador y así controlar, supervisar los diferentes componentes y equipos del BANCO DE PRUEBA DINÁMICO.

Se ha considerado trabajar con variables de proceso conocidas y útiles en el campo industrial como son: PESO y PRESIÓN.

Al proyecto o Banco de Prueba Dinámico lo complementa un análisis, desarrollo práctico con pruebas, lo cual facilita crear un manual de usuario para prácticas de laboratorio en la materia de Laboratorio de Automatismo y afines a la misma.

PALABRAS CLAVES

Diseño e Implementación de un Banco de Prueba Dinámico – Didáctico / Banco de Prueba para la materia de Laboratorio de Automatismo / Software TIA PORTAL de PLC-1200 .Peso .Presión. Variador de Velocidad. Bomba de Agua. Lazos de Control / Detalle de cada una de las prácticas.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF THESIS	THESIS TOPIC
2013	MIGUEL ANGEL CARRIÓN MIRANDA JOSE LUIS LAYEDRA CISNEROS	ING. GARY AMPUÑO	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DYNAMIC TEST BANK - TEACHING WITH TIES OF PRESSURE AND WEIGHT CONTROL LABORATORY AUTOMATION OF UPS-G.

This thesis: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DYNAMIC TEST BANK - TEACHING WITH TIES OF PRESSURE AND WEIGHT CONTROL LABORATORY AUTOMATION OF UPS- G”, is based on real applications in industry. Process variables to work are: level control and pressure control weight for VSD with its respective pump.

The main objective is to design a monitoring system with TIA PORTAL tool to monitor from the computer and thus control, monitoring different components and equipment DYNAMIC TEST BANK.

It has considered working with variables of known and useful process in the industrial field such as: weight and pressure.

The project or Dynamic Test Bank complements analysis, developing practical tests, which facilitates creating a manual for laboratory practice in the art of Laboratory Automation and related to it.

KEYWORDS

Design and Implementation of a Dynamic Test Bank - Teaching / Test Bench matter
Laboratory Automation / PLC Software TIA PORTAL -1200 Weight Pressure. .
VFD. Water Pump. Control Loops / detail each of the practices.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se han implementado laboratorios en los diferentes edificios nuevos, uno de estos laboratorios es el de Automatización Industrial (ver figura 1), situado en el edificio B frente a la Joya en el 3er piso, en este laboratorio se observó una opción de mejora la misma que hemos planteado en nuestro tema de tesis.

Se determinó la opción de mejora realizando seguimientos a las prácticas en el laboratorio y manteniendo conversaciones con los alumnos que están estudiando los últimos semestres de la carrera de Ingeniería Electrónica. El laboratorio de automatización cuenta con módulos de práctica con sus respectivo PLC de marca Siemens y sus respectivos simuladores de variables digitales y analógicas y consideramos que estos equipos deben ser aprovechados al complementarlos con Bancos de Prueba con variables reales, similares a las utilizadas en la industria, sin considerar marca de los equipos e instrumentos.



FIGURA 1: LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN

Fuente: (AUTORES, FOTOS), laboratorio automatización industrial, UPS-G, 2012

Los equipos e instrumentos que conforman el módulo de prácticas en la actualidad son: pantalla o HMI, sistema SCADA (WINCC o INTOUCH), PLC S7-1200, el Software de programación TIA PORTAL, cables de comunicación, red de voltaje, bloques de entradas digitales y analógicas, switch, etc. (ver figura 2 y 3). Siendo los módulos de practica un complemento para los estudiantes de las materias de automatización industrial, robótica e informática industrial.



FIGURA 2: MÓDULOS DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), laboratorio automatización industrial, UPS-G, 2012



FIGURA 3: INTERIOR DEL MÓDULO DE PRÁCTICA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), laboratorio automatización industrial, UPS-G, 2012

La opción de mejora o complemento para estos módulos de práctica es un banco de prueba dinámico - didáctico donde permita al estudiante reconocer y controlar equipos e instrumentos tales como: electroválvulas, transmisores de presión, celdas de carga, controladores, pulsantes y demás, los equipos antes mencionados reemplazarían al panel simulador de variables (ver figura 4), logrando prácticas reales y empleadas en el campo industrial.



FIGURA 4: TABLERO DE SIMULADORES

Fuente: (AUTORES, FOTOS), laboratorio automatización industrial, UPS-G, 2012

Los elementos del panel simulador del módulo de práctica son los que se desean que el estudiante los reemplace por los equipos e instrumentos que se encontrarán en el banco de prueba implementado para poder comprender y reconocer las variables empleadas en: confirmaciones de encendido, señal de 4 a 20 mA.

Por este motivo es el desarrollo de esta tesis de grado como un aporte a la Universidad Politécnica Salesiana y en especial a la carrera de Ingeniería Electrónica y su laboratorio de automatización industrial.

Con este Banco de Prueba como complemento servirá para demostrar y romper el mito de que es factible trabajar con equipos e instrumentos de diferentes marcas y modelos, los estudiantes podrán comprobar que es factible realizar conexiones y pruebas sin ningún problema.

1.2. DELIMITACIÓN

El tema se enfoca en diseñar un Banco de Prueba dinámico - didáctico con equipos y elementos de diferentes marcas, controlados mediante un lazo de control PID, para poder realizar prácticas similares a las que se presentan en el área industrial, utilizando las variables de presión y peso; con el fin de que se supervise y controle todos los equipos y confirmaciones digitales, para que el docente de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil pueda usar como instrumento de cátedra y el estudiante posea una herramienta avanzada de entrenamiento y que permita obtener una visión más amplia de lo que se puedan encontrar en las diferentes industrias farmacéuticas, alimenticias, etc.

Se realizará el levantamiento técnico para obtener la información y poder determinar los equipos, instrumentos, herramientas y materiales que se utilizarán en la implementación del Banco de Prueba; la maqueta o estructura de presentación del diseño general, conformada de dos bloques que tendrá como medidas de 70cm ancho x 80cm alto x 80cm profundidad el bloque de base y 70cm ancho x 80 cm alto x 15 cm profundidad el bloque superior, cada bloque constara con sus respectivas puertas para las conexiones de los equipos e instrumentos.

Se diseñarán pantallas amigables con gráficas que reflejen cada unos de los equipos e instrumentos empleados en el Banco de Prueba, para esto se utilizará el software Tia Portal, el PLC S7-1200 con sus respectivos módulos digitales y analógicos para las diferentes entradas y salidas ,la programación del control de los equipos que intervendrán en el Banco de Prueba se la realizara con el software propio del PLC; este software y licencia del mismo nos facilitará el departamento de sistema de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Esta herramienta u opción de mejora (Banco de Prueba), lo podrán usar los estudiantes que estén cursando el sexto semestre hasta décimo de las carreras de electrónica, electricidad, sistemas e industrial.

La Presente Tesis aplica como tema de estudio previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico con mención en Sistemas Industriales.

1.2.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación, estudio, adquisición e implementación de esta Tesis de Grado tomará un lapso de tiempo comprendido entre Octubre del 2012 a Enero del 2014.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Implementar un Banco de Prueba didáctico y dinámico para la enseñanza de las funcionalidades del Laboratorio de Automatización a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los Sistemas que componen el Laboratorio de Automatización: Eléctricos, Automatización, Redes Industriales, etc.
- Diseñar un Sistema SCADA con la Herramienta WINCC que permita controlar y supervisar los diferentes componentes, elementos y/o equipos del BANCO DE PRUEBA dinámico.
- Implementar herramientas de control, supervisión, adquisición de datos y gestión del Laboratorio de Automatización.
- Realizar las conexiones de los equipos de control que intervendrán en el BANCO DE PRUEBA dinámico como son: transmisores de presión, celdas de cargas

(PESO), variador de velocidad, controlador, electroválvulas, bomba de agua con su respectivo motor, etc.

- Desarrollar la guía de prácticas de laboratorio para el docente y el alumno. La cantidad de prácticas que se estiman para este BANCO son 10, enfocadas a la parte de automatización, reconocimiento de variables, equipos y elementos de control (sensores), eléctrica (fuerza y configuración).

1.4. JUSTIFICACIÓN

El tema nació debido a la necesidad de los alumnos y del docente de conseguir un BANCO DE PRUEBA, donde se puedan realizar prácticas aplicadas a la industria y poder monitorear, supervisar y analizar todos los equipos sin importar la marca de estos; con esto se va a ayudar a las cátedras que se encuentran a partir del sexto semestre como robótica, automatización industrial, informática industrial por todos los componentes que tiene el BANCO como sensores, contactores, guardamotor, switch Ethernet o inalámbrica, autómatas (PLC), módulo digital, módulo analógico, módulo de comunicación, motor, transmisor de presión, celda de carga, electroválvulas, controlador, bomba, variador de velocidad y la supervisión desde el SCADA; donde nos vamos a enfocar en crear un BANCO dinámico y didáctico, en el cual, el estudiante y docente puedan interactuar con los equipos.

1.5. HIPÓTESIS

La hipótesis respecto al BANCO DE PRUEBA, se basa en la comunicación inalámbrica entre el PLC y la PC la misma que podría resultar fallida de existir problemas en el receptor o emisor, además la conexión que se realizaría entre los equipos con diferentes marcas, desde el SCADA y PLC hasta los elementos de control en campo como son: transmisor de presión, celda de carga, variador de velocidad, controlador o indicador de peso, electroválvulas 2/2, bomba trifásica donde intervendrán varios tipos de comunicaciones o señales como son: Ethernet o Inalámbrica y analógica de 4- 20 mA y 0-5V Dc, etc.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

Las variables del BANCO DE PRUEBA son: presión, peso, rpm, voltaje, corriente y frecuencia las mismas que tendrán como indicador y supervisión el sistema SCADA (WINCC) y serán controladas mediante una CPU-1214.

1.7. METODOLOGÍA

1.7.1. MÉTODOS

Los métodos a utilizar son: de campo, investigación, de análisis, exploratorio, explicativo, descriptivo y documental.

1.7.2. TÉCNICAS

Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cual se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia. La diferencia entre método y técnica es que el método es el conjunto de pasos y etapas que deben cumplir una investigación y este se aplica a varias ciencias mientras que técnica, es el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método.

Técnicas de la Investigación: La técnica es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación.

La técnica pretende los siguientes objetivos:

- Ordenar las etapas de la investigación.

- Aportar instrumentos para manejar la información.

- Llevar un control de los datos.

- Orientar la obtención de conocimientos.

En cuanto a las técnicas de investigación, se estudiarán dos formas generales: técnica documental y técnica de campo.

La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia.

La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio y el acopio de testimonios, que permiten confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

Fuente: (Escuela Superior de Relaciones Públicas, 1994)

1.8. INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

De Campo: En el tiempo y el área en la que me desempeño en mis labores diarias, conozco un poco de las aplicaciones de las variables más comunes en el área industrial, con lo cual pudimos determinar y definir el tipo de variables con la que vamos a trabajar en el proyecto de tesis.

La técnica de campo fue basada y tomada de aplicaciones del ámbito industrial, mediante la observación de procesos en diferentes industrias, demostrando así como la teoría se relaciona con la práctica.

Exploratorio: Es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho

objeto; es decir, un nivel superficial de conocimiento. Este tipo de investigación, de acuerdo con Sellriz (1980) pueden ser:

a) Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio; resulta lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa. En este caso la exploración permitirá obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir a formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

Explicativa: Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación postfacto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

La investigación explicativa intenta dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significatividad dentro de una teoría de referencia, a la luz de leyes o generalizaciones que dan cuenta de hechos o fenómenos que se producen en determinadas condiciones.

Dentro de la investigación científica, a nivel explicativo, se dan dos elementos:

- Lo que se quiere explicar: se trata del objeto, hecho o fenómeno que ha de explicarse, es el problema que genera la pregunta que requiere una explicación.

- Lo que se explica: La explicación se deduce (a modo de una secuencia hipotética deductiva) de un conjunto de premisas compuesto por leyes, generalizaciones y otros enunciados que expresan regularidades que tienen que acontecer. En este sentido, la explicación es siempre una deducción de una teoría que contiene afirmaciones que explican hechos particulares.

Descriptiva: En las investigaciones de tipo descriptiva, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta, indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

En la ciencia fáctica, la descripción consiste, según Bunge, en responder a las siguientes cuestiones:

¿Qué es? / Correlato.

¿Cómo es? / Propiedades.

¿Dónde está? / Lugar.

¿De qué está hecho? / Composición.

¿Cómo están sus partes, si las tiene, interrelacionadas? / Configuración.

¿Cuánto? / Cantidad.

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa, luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

- Examinan las características del problema escogido.
- Lo definen y formulan sus hipótesis.
- Enuncian los supuestos en que se basan las hipótesis y los procesos adoptados.

- Eligen los temas y las fuentes apropiados.

- Seleccionan o elaboran técnicas para la recolección de datos.

- Establecen, a fin de clasificar los datos, categorías precisas, que se adecuen al propósito del estudio y permitan poner de manifiesto las semejanzas, diferencias y relaciones significativas.

- Verifican la validez de las técnicas empleadas para la recolección de datos.

- Realizan observaciones objetivas y exactas.

Fuente: Arauz , metodos de insvestigacion, Universidad de Itsmo, 2010, disponible en: *Mis Tareas, métodos de estudio, 2013, disponible en:* <http://mistareasuapa.blogspot.com/2013/04/metodologia-de-investigacion.html>

1.9. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población es el conjunto de todos los elementos que son objeto del estudio estadístico, en nuestra aplicación va a ser la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

El marco poblacional sujeto a estudio tiene como principales características: personas altamente involucradas en los procesos educativos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil , poseen más de 5 años estudiando la carrera de Ingeniería Electrónica , poseen conocimientos a cerca de la problemática sujeta a estudio y prácticas de diferentes materias, pueden suministrar datos e información para elaborar el diagnóstico y solucionar el problema u opción de mejora planteado, personal que necesita y requiere estrategias para la optimización del estudio de algunas materias. Este marco poblacional abarca a las diferentes instancias: director de carrera, docentes, estudiantes, etc.

Muestra es un subconjunto, extraído de la población (mediante técnicas de muestreo), cuyo estudio sirve para inferir características de toda la población, para nuestro estudio se tomó como muestra a los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.

Individuo es cada uno de los elementos que forman la población o la muestra. En nuestro caso son: director de carrera, docentes y estudiantes.

1.10. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El diseño e implementación de un Banco de Prueba didáctico y dinámico para el Laboratorio de Automatización de la UPS-G se concentra en la realización de un Banco de Trabajo supervisado desde un OPC, controlado desde una CPU 1214 marca Siemens, comunicado vía inalámbrica con lazos de control con señales de 4-20 mA, según la variable a elegir peso presión para poder trabajar en la práctica; este tendrá su elemento final de control a un variador de velocidad y a su vez conectado a un motor con su respectiva bomba, todo esto controlado mediante un lazo PID con la variable de presión o peso.

La herramienta de diseño WinCC, permitirá interactuar al estudiante con los equipos que constarán en el Banco de Prueba mediante un diseño Scada. Se va a contar con los manuales de usuario de todos los equipos utilizados, con el fin que el docente y el alumno puedan entender mejor cada uno de los equipos y el funcionamiento del Banco de Prueba.

Las prácticas a realizarse por medio de este Banco de Prueba son las siguientes:

- Práctica #1: Reconocimiento general del BANCO DE PRUEBA (equipos)

- Práctica # 2: Operación de entradas y salidas digitales (simulaciones, alarmas)

- Práctica # 3: Convertir variables o señales de campo a voltios y miliamperios.

- Práctica # 4: Operación de entradas y salidas analógicas.

- Práctica # 5: Simulaciones de variables de proceso, generación de rampas.

- Práctica # 6: Control de nivel por peso (celda de carga, controlador)

- Práctica # 7: Lazo de control PI mediante variable de peso.

- Práctica # 8: Lazo de control PID por variable de presión.

- Práctica # 9: Operación de proceso por BATCH (automático - manual).

- Práctica # 10: Lazo de Control Peso PI + Lazo de Control Presión PID.

1.10.1. BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

El beneficiario va a ser la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y los alumnos de la materia de robótica, automatización, informática industrial y afines a la misma, que van a poder contar con una herramienta muy práctica y real para su futuro profesional, como se aprecia en la fig. 1, la misma que se encuentra detallada en la siguiente página, donde se apreciarán las variables, equipos y elementos a utilizarse.

Otro beneficiario de manera Indirecta son las industrias de nuestro País, ya que contaremos con profesionales de calidad, los mismos que estarán capacitados y familiarizados con estos equipos de control ya vistos en la Universidad.

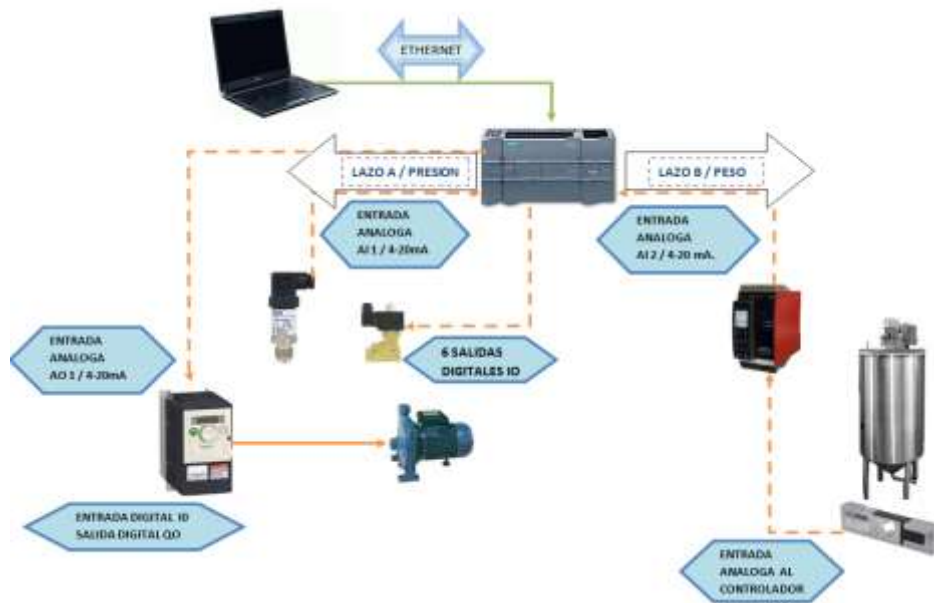


Figura 5: ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBA.

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), componentes del Banco de Prueba, 2012

1.11. IMPACTO

El impacto que tendrá este Banco de Prueba en la Universidad será muy positivo tanto para los estudiantes de las diferentes materias como para las empresas donde ellos luego laboren, ya que tendrán un conocimiento más práctico y real del área industrial.

Este impacto positivo en la Universidad, motivará a los estudiantes, a seleccionar las carreras que involucren equipos, con el fin de realizar prácticas y abolir temores que se presentan en el área industrial, cuando nos enfrentamos a equipos de campo, donde el error debe ser siempre lo menos posible.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. INVESTIGACIONES SIMILARES

El diseño e implementación de Bancos de Pruebas para las diferentes instituciones se viene trabajando como una opción de mejora del área y del nivel académico de las futuras generaciones estudiantiles, que podrán incrementar el conocimiento de nuevos equipos y tecnología de nivel. Tomando como ejemplo la siguiente investigación similar que tiene como tema: “Automatización de un Banco de Pruebas para la caracterización de balastos electrónicos y lámparas de descarga mediante Labview” y se detalla a continuación:

La caracterización de las prestaciones de los balastos electrónicos en la secuencia de encendido, corriente luminiscente y calentamiento hasta llegar a régimen permanente, requiere comparar diferentes medidas con idénticas condiciones de cada experiencia. Determinando así los valores máximos de tensión e intensidad cuando se utiliza la técnica de arranque suave. Minimizar la sobretensión de encendido, y con ello la máxima corriente en el circuito resonante que se produce en el balasto, es la clave para optimizar el tamaño de la inductancia y mejorar el rendimiento del circuito, además de obtener secuencias de encendido iguales para lámparas con diferente envejecimiento y minimizar el tiempo de reencendido en caliente. Como prestación adicional se pretende aumentar el tiempo de vida de la lámpara, al reducir los esfuerzos eléctricos en la misma.

Cada proceso de encendido, hasta llegar a régimen permanente, tiene una duración de entre 6 y 7 minutos, estableciéndose 10 minutos de enfriamiento de la lámpara para repetir la secuencia.

Los programas creados en Labview reciben el nombre de “Virtual Instruments” (instrumentos virtuales), VIs. Se pretende que el VI creado sea lo más parecido

posible al instrumento real. Se han desarrollado los drivers que servirán para automatizar el proceso de medida en el banco de pruebas, con su posterior representación de los resultados y transmisión vía internet. Para ello, se han diseñado los VIs en Labview que permiten manejar los equipos del laboratorio (osciloscopio, sondas), por medio de un PC dotado con una tarjeta GPIB de comunicaciones. Cada VI consta de: un Panel Frontal (cuyas funciones serán idénticas a las del instrumento real), con su Diagrama de Bloques correspondiente (el cual soportará la programación).

Un objetivo más específico es: medir la tensión de encendido que genera el balasto, la intensidad de la lámpara y la potencia que entrega el balasto. Para ayudar al desarrollo de nuevas técnicas electrónicas de arranque y control de lámparas de descarga.



FIGURA 6: EJEMPLO BANCO DE PRUEBA

Fuente: Universidad de Cantabria, Banco de prueba, 2001, disponible en:

<http://e-spacio.uned.es:8080/fedora/get/taee:congreso-2004-1027/S1E05.pdf>

El banco de pruebas, consta de los siguientes elementos:

Un PC, Pentium III a 733 MHz, funcionando bajo Windows 2000, con una tarjeta GPIB (General Purpose Interface Bus), instalada en una ranura PCI, para la comunicación con el resto de instrumentos del banco de trabajo.

Un osciloscopio Tektronix 724A, con un ancho de banda de 500MHz, capaz de realizar todo tipo de medidas, tanto de frecuencia como de amplitud, y una frecuencia de muestreo de 1 Gs/seg, con 4 canales.

Una fuente de tensión regulada Hewlett Packard, modelo E3631A, con tres salidas independientes, de tensión de $\pm 25V$ y $+6V$, y una potencia de 80W. La cual alimentará el circuito de control del balasto, controlando así los tiempos de funcionamiento y apagado. Y el resto del circuito será alimentado con un intervalo de tensión 190-250Vrms/ 50 Hz tomados directamente de la red.

Los instrumentos poseen un panel frontal, desde donde se realiza su control, y un diagrama de bloques, que refleja las conexiones internas de los componentes, siendo una programación visual, orientada a objeto y por lo tanto muy intuitiva. Los diagramas de bloques tienen en común: un bloque de inicialización, donde se abre la sesión remota con el instrumento al configurar su dirección GPIB; un bloque de configuración, donde se fijan los parámetros en función de las medidas que se deseen realizar; y un bloque de cierre con la sesión remota.

2.1.2.SCADA

Proviene de las siglas "Supervisory Control And Data Acquisition" (Control de Supervisión y Adquisición de Datos): Es un sistema basado en computadores, que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

Como se visualiza en la figura 7 y 8 son diferentes aplicaciones en industria con WINCC.



FIGURA 7: PRESENTACIÓN DE WINCC

Fuente: Autómatas Industriales, WinCC, 2006, disponible en:

<http://www.automatas.org/siemens/wincc.htm>

SIMATIC WinCC es un sistema de supervisión sobre PC ejecutable bajo Microsoft Windows 95 y Windows NT.



FIGURA 8: APLICACIÓN DE WINCC

Fuente: Dymael SL, Sistemas SCADA, 2010, disponible en:

<http://www.dymael.com/automatizaciones/sistemas-scada/>

WinCC está concebido para la visualización y manejo de procesos, líneas de fabricación, máquinas e instalaciones. El volumen de funciones de este moderno sistema incluye la emisión de avisos de eventos en una forma adecuada para la

aplicación industrial, el archivo de valores de medida y recetas y el listado de los mismos.



FIGURA 9: APLICACIÓN DE WINCC

Fuente: Autómatas Industriales, WinCC, 2006, disponible en:

<http://www.automatas.org/siemens/wincc.htm>

Con su potente acoplamiento al proceso, especialmente con SIMATIC, y su seguro archivo de datos, WinCC hace posible unas soluciones de alto nivel para la técnica de conducción de procesos.

2.1.3. ETHERNET

Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por contención CSMA/CD. CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

La Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3. Usualmente se toman Ethernet e IEEE 802.3 como sinónimos. Ambas se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

Los conmutadores poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de red de la capa 2 (direcciones MAC) de los dispositivos alcanzables a través de cada uno de sus puertos. Por ejemplo, un equipo conectado directamente a un puerto de un conmutador provoca que el conmutador almacene su dirección MAC. Esto permite que, a diferencia de los concentradores, la información dirigida a un dispositivo vaya desde el puerto origen al puerto de destino.

La interfaz de comunicación del SIMATIC S7-1200 está formada por una conexión RJ45 inmune a perturbaciones, con función Autocrossover, que admite hasta 16 conexiones Ethernet y alcanza una velocidad de transferencia de datos hasta de 10/100Mbps/s.



FIGURA 10: COMUNICACIÓN ETHERNET

Fuente: Dreamstime, switch Ethernet, 2008, disponible en: <http://www.dreamstime.com/stock-image-industrial-network-ethernet-switch-image5776791>

Para reducir al mínimo las necesidades de cableado y permitir la máxima flexibilidad de red, el nuevo Compact Switch Module CSM 1277 puede usarse conjuntamente con SIMATIC S7-1200 a fin de configurar una red homogénea o mixta, con topología en línea, árbol o estrella.

El CSM 1277 es un switch no gestionado de 4 puertos que permite conectar SIMATIC S7-1200 con otros tres equipos. Combinando SIMATIC S7-1200 con componentes de Industrial Wireless LAN de SIMATIC NET tendrá abiertas las puertas para una nueva dimensión en posibilidades de red.



FIGURA 11: MÓDULO ETHERNET SIEMENS

Fuente: Siemens, Automatización, modulo Ethernet, 2011 disponible en:

www.automation.siemens.com

2.1.4. PLC (Programador Lógico Programable)

Un PLC es un equipo electrónico programable, que permite almacenar una secuencia de ordenes (programa) en su interior y ejecutarlo de forma cíclica con el fin de realizar una tarea.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación. Es decir, a través de los dispositivos de entradas, formados por los sensores (transductores de entradas) se logran captar los estímulos del exterior que son procesados por la lógica digital programada para tal secuencia de proceso que a su vez envía respuestas a través de los dispositivos de salidas (transductores de salidas, llamados actuadores).

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, en automóviles, entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.



Peso: 455 g Dimensiones: Ancho: 110mm; Alto: 100mm; Fondo: 75 mm

FIGURA 12: PLC S7-1200 Y MÓDULOS

Fuente: Jose María Delgado, PLC S7-1200, Siemens, 2010, disponible en:

<http://www.elec2.es/?tag=s7-1200>

El nuevo microcontrolador modular de la familia de controladores (autómatas) SIMATIC S7 Compuesto por:

- Controlador con interfaz PROFINET integrada para la comunicación entre la programadora, el HMI u otros controladores SIMATIC.
- Potentes funciones tecnológicas integradas, como contaje, medición, regulación y control de movimiento entradas/salidas analógicas y digitales integradas.
- Signal Boards para enchufe directo sobre el controlador.
- Signal Modules para ampliar los canales de entrada/salida de los controladores.

- Communication Modules para ampliar las interfaces de comunicación de los controladores, accesorios, fuentes de alimentación, Switch Module o SIMATIC Memory Card.
- El micro PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo costo.
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Adecuado para aplicaciones de automatización pequeñas y medias.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.
- El controlador apto también para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con excepcional capacidad de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación.

2.1.3.1 DISEÑO

La familia SIMATIC S7-1200 está compuesta de los siguientes módulos:

- modelos de controlador compacto escalonados por potencia en diversas variantes como controladores de alimentación continua o alterna de rango amplio.

- 2 modelos de Signal Board (E/S analógicas y digitales) para ampliar modularmente los controladores directamente en la CPU a un precio económico, respetando el espacio de montaje.
- 13 modelos de Signal Modules digitales y analógicos diferentes.
- 2 modelos de Communication Module (RS232/RS485) para comunicación por conexión punto a punto.
- Switch Ethernet con 4 puertos para realizar las más diversas topologías de red.
- Fuentes de alimentación estabilizadas PS 1207, tensión de red 115/230 V Ac, tensión de red 24 V Dc.

2.1.3.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Carcasa de plástico robusta y compacta.

Elementos de conexión y mando fácilmente accesibles, protegidos por tapas frontales.

Bornes desmontables, también para módulos de ampliación analógicos o digitales.

2.1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPAMIENTO

Normas internacional:

El SIMATIC S7-1200 satisface las normas VDE, UL, CSA y FM (clase I, categoría 2; grupos de clase de peligro A, B, C y D, T4A). El sistema de gestión de calidad aplicado durante la fabricación ha sido certificado conforme a ISO 9001.

2.1.5. VARIADOR DE VELOCIDAD

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores.

También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). De igual manera, en ocasiones es denominado mediante el anglicismo Drive, costumbre que se considera inadecuada.

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad.

Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

Por razones como estas es importante conocer más sobre los equipos y conocer muy bien la aplicación para evitar márgenes de error. En muchas ocasiones el variador

puede hacer las mismas aplicaciones del arrancador suave, sin embargo el costo de un variador de velocidad puede ser el doble o más de un arrancador suave, hay que saber optimizar los costos para una mayor eficiencia donde amerita.

2.1.4.1 ¿PARA QUE SE UTILIZA EL VARIADOR DE FRECUENCIA?

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a su velocidad. La velocidad del motor asíncrono depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación.



FIGURA 13: VARIADOR SCHNEIDER / MODELO ATV12

Fuente: Schneider, Variador de velocidad, catalogo ATV, 2009, disponible en:

www.schneider-electric.com.co/documents/local/manual-de-usuario_atv12.pdf

Como la frecuencia de alimentación que entregan las Compañías de electricidad es constante, la velocidad de los motores asíncronos es constante, salvo que se varíe el número de polos o la frecuencia.

El método más eficiente de controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia. No se requieren motores especiales, son mucho más eficientes y tienen precios cada vez más competitivos.

El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Sin embargo, simultáneamente con el cambio de frecuencia, debe variarse el voltaje aplicado al motor para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente que dañaría el motor.

2.1.4.2 DIMENSIONES Y PESOS

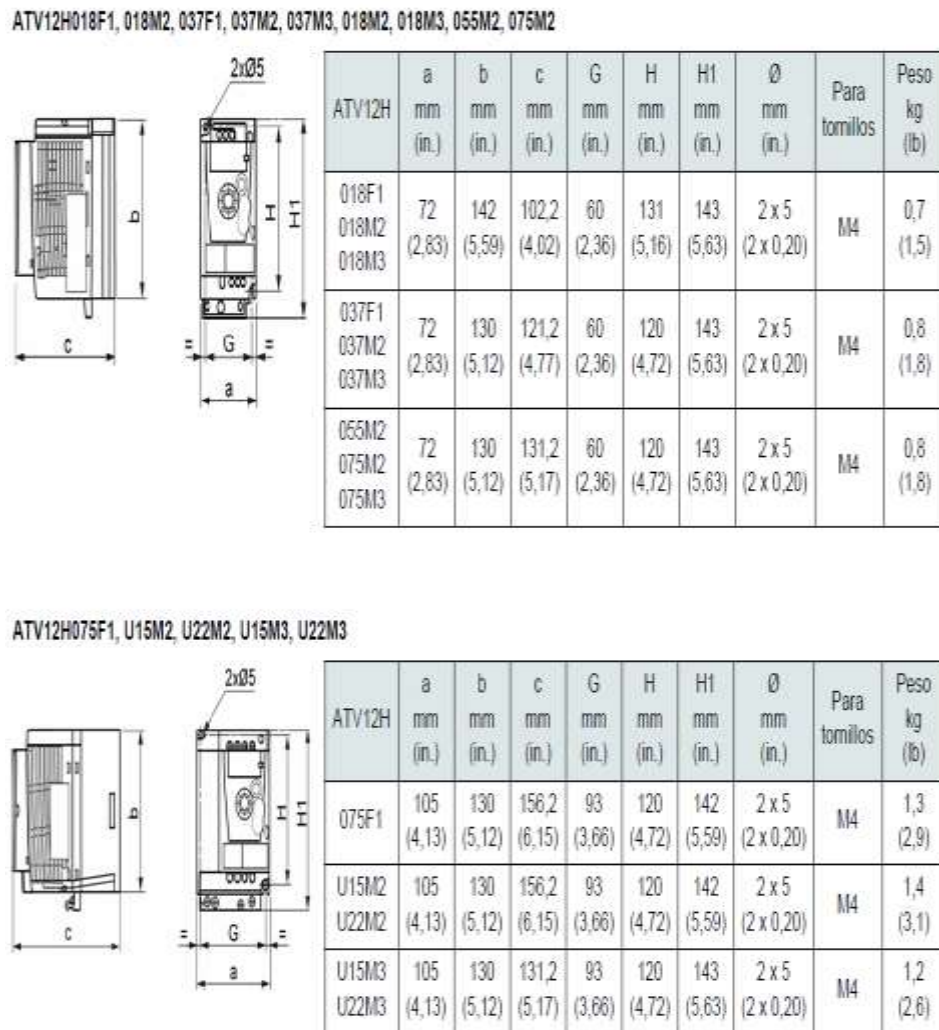


FIGURA 14: DIMENSIONES Y PESO SCHNEIDER MODELO ATV12

Fuente: Schneider, Variador de velocidad, catalogo ATV, 2009, disponible en:

www.schneider-electric.com.co/documents/local/manual-de-usuario_atv12.pdf

En la figura 14 se aprecia las medidas de los variadores de velocidad según el modelo a elegir, este punto es importante ya que existen normas para realizar el montaje de estos equipos en tableros, por precaución de sobrecalentamiento.

2.1.4.3 ¿ETAPAS DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA?

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

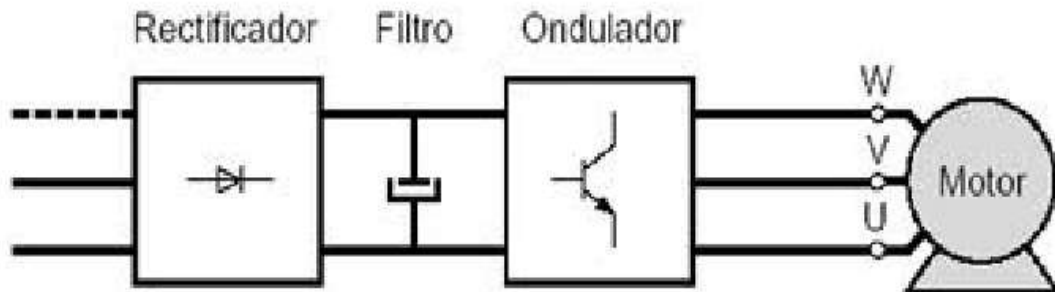


FIGURA 15: ETAPAS DE UN VARIADOR

Fuente: unileon, Etapas del variador, micromaster 440, 2008, disponible en: <http://lra.unileon.es/sites/lra.unileon.es/files/images/sistemas/variador/im3.jpeg>

Etapa Rectificadora. Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

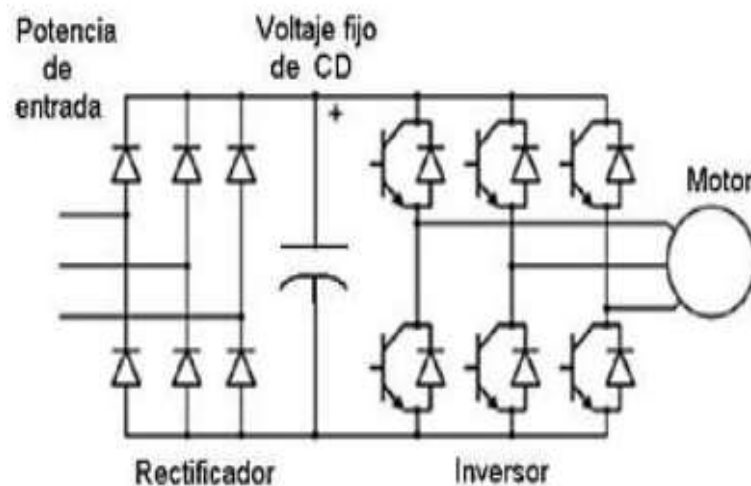


FIGURA 16: RECTIFICADORES

Fuente: Wikimedia, Etapas del variador, rectificadores, 2008, disponible en: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cb/Diagrama_variador_de_frecuencia.JPG/320px-Diagrama_variador_de_frecuencia.JPG

Etapa intermedia. Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

Inversor o "Inverter". Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión.

Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

Etapa de control. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia. Los fabricantes que utilizan bobinas en la línea en lugar del circuito intermedio, pero tienen la desventaja de ocupar más espacio y disminuir la eficiencia del variador.

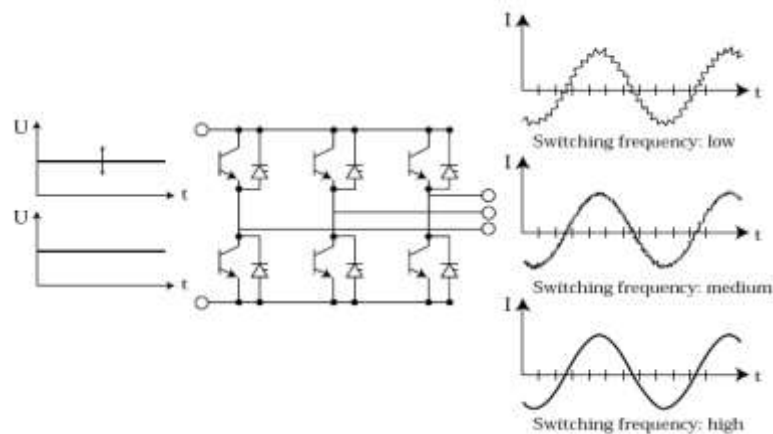


FIGURA 17: INVERSOR

Fuente: David Mejía, Inversor en el variador de velocidad, 2009, disponible en:

<http://www.davidmejia.com/wp-content/uploads/2012/10/acdrive021.jpg>

El Inversor o Inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

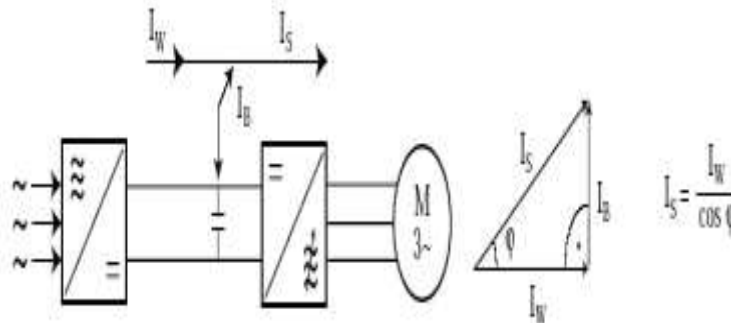


FIGURA 18: CORRIENTE EN EL INVERSOR

Fuente: Energitsa, variador de velocidad, 2005, disponible en: www.energitsa.com.ar/productos/PDFs/VARIADORES%20DE%20VELOCIDAD-Sabe%20Ud%20que%20es%20-%20%2019-07-05.pdf

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

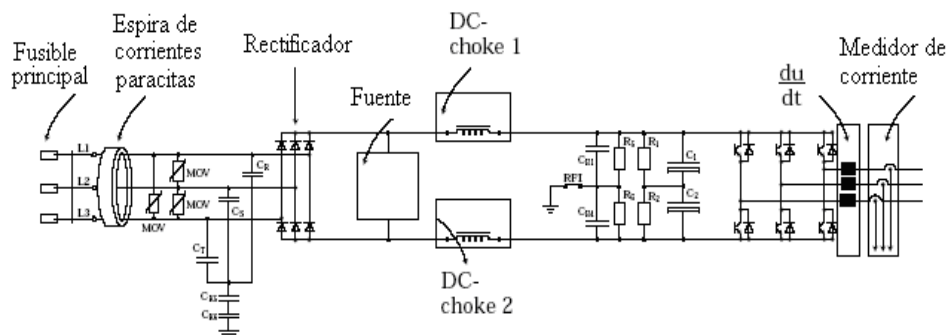


FIGURA 19: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL VARIADOR

Fuente: Energitsa, variador de velocidad, 2005, disponible en: www.energitsa.com.ar/productos/PDFs/VARIADORES%20DE%20VELOCIDAD-Sabe%20Ud%20que%20es%20-%20%2019-07-05.pdf

2.1.4.4 APLICACIONES CON VARIADORES.

Los variadores de frecuencia tienen sus principales aplicaciones en los siguientes tipos de máquinas:

Transportadoras. Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto que se transporta, para dosificar, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.

Bombas y ventiladores centrífugos. Controlan el caudal, uso en sistemas de presión constante y volumen variable. En este caso se obtiene un gran ahorro de energía porque el consumo varía con el cubo de la velocidad, o sea que para la mitad de la velocidad, el consumo es la octava parte de la nominal.

Bombas de desplazamiento positivo. Control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad. Por ejemplo en bombas de tornillo, bombas de engranajes. Para transporte de pulpa de fruta, pasta, concentrados mineros, aditivos químicos, chocolates, miel, barro, etc.

Ascensores y elevadores. Para arranque y parada suaves manteniendo la cupla del motor constante, y diferentes velocidades para aplicaciones distintas.

Extrusoras. Se obtiene una gran variación de velocidades y control total de de la cupla del motor.

Centrífugas. Se consigue un arranque suave evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.

Compresores de aire. Se obtienen arranques suaves con máxima cupla y menor consumo de energía en el arranque.

Pozos petroleros. Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.

Otras aplicaciones. Elevadores de cangilones, transportadores helicoidales, continuas de papel, máquinas herramientas, máquinas para soldadura, pantógrafos, máquinas para vidrios, secaderos de tabaco, clasificadoras de frutas, conformadoras de cables, laminadoras, mezcladoras, cable, etc., trituradoras de minerales, trapiches de caña de azúcar, balanceadoras, molinos harineros, hornos giratorios de cemento, hornos de industrias alimenticias, puentes grúa, bancos de prueba, secadores industriales, tapadoras de envases, norias para frigoríficos, agitadores, dosificadoras, dispersores, reactores, pailas, lavadoras industriales, lustradoras, molinos rotativos, pulidoras, fresas, bobinadoras y desbobinadoras, arenadoras, separadores, vibradores, cribas, locomotoras, vehículos eléctricos, escaleras mecánicas, aire acondicionado, portones automáticos, plataformas móviles, tornillos sinfín, válvulas rotativas, calandras, tejedoras, chipeadoras, extractores, posicionadores, etc.

2.1.4.5 PRINCIPIO Y PRECAUCIONES

Las conexiones a tierra entre el variador, el motor y el apantallamiento de los cables deben ser equipotenciales de alta frecuencia.

Al emplear un cable apantallado para la conexión al motor, utilizamos un cable de cuatro conductores de modo que un hilo actúe como conexión a tierra entre el motor y el variador. El tamaño del conductor de tierra debe elegirse conforme a los códigos nacionales y locales. De este modo, el apantallamiento puede conectarse a tierra en ambos extremos. Se puede utilizar un conducto o canal metálico para una parte o para el total de la longitud apantallada, siempre y cuando no haya un corte en la continuidad.

Al emplear un cable apantallado para la conexión a las resistencias de frenado dinámicas, utilice un cable de tres conductores de modo que un hilo actúe como conexión a tierra entre el conjunto de resistencias de frenado dinámicas y el variador.

El tamaño del conductor de tierra debe elegirse conforme a los códigos nacionales y locales.

De este modo, el apantallamiento puede conectarse a tierra en ambos extremos.

Se puede utilizar un conducto o canal metálico para una parte o para el total de la longitud apantallada, siempre y cuando no haya un corte en la continuidad.

Al emplear un cable apantallado para las señales de control, si dicho cable conecta un equipo cercano y las conexiones a tierra están conectadas conjuntamente, es posible conectar a tierra ambos extremos del apantallamiento. Si el cable se conecta a un equipo con un potencial de tierra distinto, conecte el apantallamiento a tierra a un único extremo para impedir que corrientes grandes circulen por el apantallamiento.

El apantallamiento del extremo no conectado a tierra puede unirse a tierra mediante un condensador (por ejemplo: 10 nF, 100 V o superior) para proporcionar una ruta al ruido de frecuencia más alto. Mantenga los circuitos de control alejados de los circuitos de alimentación.

Para circuitos de referencia de velocidad y control, se recomienda utilizar cables trenzados apantallados con un paso de entre 25 y 50 mm (0,98 y 1,97 in.). Mantenga los circuitos de control alejados de los circuitos de alimentación. Para circuitos de referencia de velocidad y control, se recomienda utilizar cables trenzados apantallados con un paso de entre 25 y 50 mm (0,98 y 1,97 in.).

Procure dejar el máximo espacio posible entre el cable de alimentación eléctrica (alimentación de red) y el cable del motor.

Los cables del motor deben tener una longitud mínima de 0,5 m (20 in.).

Para obtener información sobre la forma de instalar la placa CEM opcional así como instrucciones para cumplir con el estándar IEC 61800-3, consulte la sección "Instalación de placas CEM" y las instrucciones suministradas con dichas placas.

Fuente: Schneider, variador de velocidad, manual de usuario ATV12, 2009, disponible en: www.schneider-electric.com.co/documents/local/manual-de-usuario/atv12.pdf

2.1.6. CELDA DE CARGA

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el (desplazamiento) o deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. Sin embargo es posible adquirir celdas de carga con solo uno o dos galgas extensiométricas.

La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de unos pocos milivoltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser utilizada. La salida del transductor se conecta en un algoritmo para calcular la fuerza aplicada al transductor.



FIGURA 20: CELDA DE CARGA

Fuente: TedeA, celda de carga, modelo 1040, disponible en: <http://celda-solo-punto.sensoryprecision.com/productos/celda-de-carga-solo-punto-7340.jpg>

2.1.5.1 FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS

La celda de carga es uno de los elementos más importantes de una báscula electrónica, ya que se encarga de traducir la fuerza en una señal de voltaje (celda de carga analógica) o en un valor digital (celda de carga digital). La celda de carga analógica con galgas extensiométricas es la que se utiliza más comúnmente y es la que trataré de explicar en este breve artículo.

Las celdas de carga consisten en un metal que sufre una deformación conforme se le aplica una fuerza. Este metal se calcula para soportar un rango de fuerza (que va desde cero fuerza hasta la capacidad máxima) ya sea a tensión, compresión o ambos. La deformación se realiza en la "parte elástica", esto es lo que limita la capacidad de una celda de carga. Al momento de sobrepasar la parte elástica del metal, sufre una deformación permanente, así como un resorte que se estira de más y ya no regresa a su punto inicial (cuando detecta cero fuerzas).

Al metal, se le adhieren galgas extensiométricas. Las galgas extensiométricas consisten en un metal que al flexionarse varía su resistencia. Las galgas se conectan en un arreglo de puente de Wheatstone, de tal forma que al alimentarse con un voltaje entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. La señal de voltaje entregada es en el orden de milivoltios. Éste voltaje se representa comúnmente proporcional al voltaje de alimentación y a máxima carga (capacidad de la celda), por ejemplo 2mV/V nominal. Quiere decir que si se alimentan con 10V Dc la señal que se va a tener a la capacidad máxima es de 20mV. En el caso ideal, la señal es lineal, esto es, para el ejemplo anterior si se aplica el 50% de la capacidad se tendrán 10mV y si se aplica cero fuerzas se obtendrían 0mV.

La señal de la celda se lleva a un convertidor análogo-digital para convertirla a un valor numérico digital, este valor se multiplica por un factor para convertirlo a unidades de pesaje kg, lb, etc. En sí, las básculas miden la fuerza que genera un objeto y como la Fuerza es igual a la Masa por la aceleración ($F=m \cdot a$) y la aceleración es una constante (la gravedad de la tierra) se puede decir que la Masa es

directamente proporcional a la Fuerza. El factor es el que se ajusta en una calibración de ganancia.

La tensión de excitación se haya generalmente en torno a unos niveles de 3 a 10V. Si bien, una mayor tensión de excitación genera proporcionalmente una mayor tensión de salida, una tensión mayor puede causar también mayores errores debidos al auto-calentamiento.

En el caso de las plataformas que contienen más de una celda de carga, la capacidad se suma, sin embargo la señal en milivoltios a máxima carga (con la suma de la capacidad) permanece igual (al utilizar caja de sumas). Por ejemplo, para una plataforma con 4 celdas de carga de 1,000kg, con salida de 2mV/V c/u, al alimentarlas con 10V Dc se obtendrán 20mV al tener 4,000kg. Es por eso que en un indicador digital de peso, la resolución normalmente se especifica en divisiones de la capacidad máxima, esto es, la resolución depende de la capacidad de la(s) celda(s) de carga utilizada(s) y no se puede dar en unidades de pesaje.

2.1.5.2 ¿DETERMINAR (E+, E-, S+, S-) EN UNA CELDA DE CARGA?

Para este procedimiento se requiere de un óhmetro.

Si el cable tiene 4 hilos (la malla no se toma en cuenta) se sigue este procedimiento: Se numeran del 1 al 4 al azar. Se mide la resistencia entre 1 y 2, 1 y 3, 1 y 4. De las tres mediciones, 2 van a ser muy parecidas (o iguales) y una mayor y diferente. Por ejemplo: 1 y 2=288 ohms, 1 y 3=288 ohms, 1 y 4=400 ohms. En este caso se determina que 1 y 4 es un "par" y 2 y 3 es otro "par", un par es alimentación y el otro es señal.

Después se mide la resistencia entre los dos menores (en el ejemplo es 2 y 3), y la resistencia que sea mayor entre pares, entonces es la excitación (y el otro par es la señal). Por ejemplo, si 2 y 3 es 350 ohms, entonces, 1 y 4 es la excitación (E+ y E-) y

2 y 3 es la señal (S+ y S-). La polaridad se determina conectando la celda al equipo y ejerciendo una fuerza (compresión o tensión) y si la señal está invertida (si al comprimir se hace negativo en lugar de hacerse positivo por ejemplo), solamente invertir uno de los pares, ya sea la excitación o la señal. Todos los hilos con respecto a la malla deben de estar como circuito abierto y todos (incluyendo la malla) con respecto al cuerpo (metálico) de la celda, también deben estar en circuito abierto.

La salida de las células de carga y de los puentes es relativamente pequeña. En la práctica, la mayoría de células de carga y de los transductores basados en células de carga proporcionan una salida de menos de 10mV/V (10mV de salida por voltio de tensión de excitación). Con una tensión de excitación de 10V, la señal de salida es de 100mV.

Si el cable tiene 6 hilos (la malla no se toma en cuenta) primero se busca qué cables marcan una resistencia de 0 ohms (en corto), en ese caso se eliminan esos dos cables que están en corto con otros dos, y queda un cable de 4 hilos para seguir el procedimiento explicado arriba. Los cables que estén unidos serán R+ y R- (E+ está unido a R+ y E- está unida a R-).

Fuente: Bascula Poise, funcionamiento de la celda de carga, 2009, disponible en: http://www.basculaspoise.com/Soporte/Celdas_de_Carga.html

2.1.5.3 EXTENSÓMETRO

Instrumento para la medición de deformaciones de dispositivos causada por las pruebas de tensión, compresión, flexión o torsión.

Estos extensómetros, son conectados en forma de puente de Wheatstone de una forma equilibrada de tal manera que a la salida existan 0 volts, independientemente de el voltaje de excitación con que se cuente.

2.1.5.4 PUENTE DE WHEATSTONE

Un puente de Wheatstone es un dispositivo eléctrico de medida inventado por Samuel Hunter Christie en 1832, mejorado y popularizado por Sir Charles Wheatstone en 1843. Se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente.

Como resultado este circuito lleva su nombre. Es el circuito más sensitivo que existe para medir una resistencia. El **puente Wheatstone** es un circuito muy interesante y se utiliza para medir el valor de componentes pasivos como las resistencias (como ya se había dicho).

El circuito es el siguiente: (puede conectarse a cualquier voltaje en corriente directa, recomendable no más de 12 voltios). Cuando el puente se encuentra en equilibrio: $R_1 = R_2$ y $R_x = R_3$ de donde: $R_1 / R_x = R_2 / R_3$.

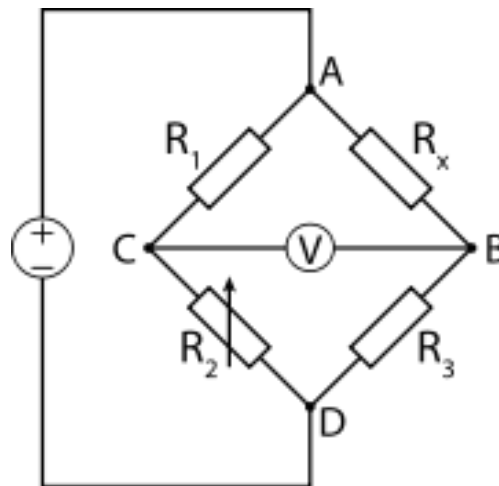


FIGURA 21: PUENTE DE WHEATSTONE

Fuente: Conductimetría, puente de Wheatstone, disposición, 2012, disponible en: http://2.bp.blogspot.com/dazr8Oq7j94/T8Ow5nFelSI/AAAAAAAAABo/Z_teB6hi0B8/s1600/puente+wheatstone.png

Una celda de carga debe de contar con un punto de apoyo y un punto de carga, una vez fija en su punto de apoyo y aplicándole una carga esta se deforma, al igual que los extensómetros, los cuales cambian su impedancia y permiten el paso de corriente eléctrica variando la diferencia de potencial proporcionalmente al incremento de la

carga y la deformación de la celda. Este voltaje que se obtiene a la salida de la celda de carga varía desde 0 mV hasta 30 mV en la mayoría de las celdas de carga comerciales.

Una aplicación muy interesante del puente Wheatstone en la industria es como sensor de temperatura, presión, etc. (dispositivos que varían el valor de sus resistencias de acuerdo a la variación de las variables antes mencionadas).

2.1.5.5 OPCIONES DE CONEXIÓN A PROCESO

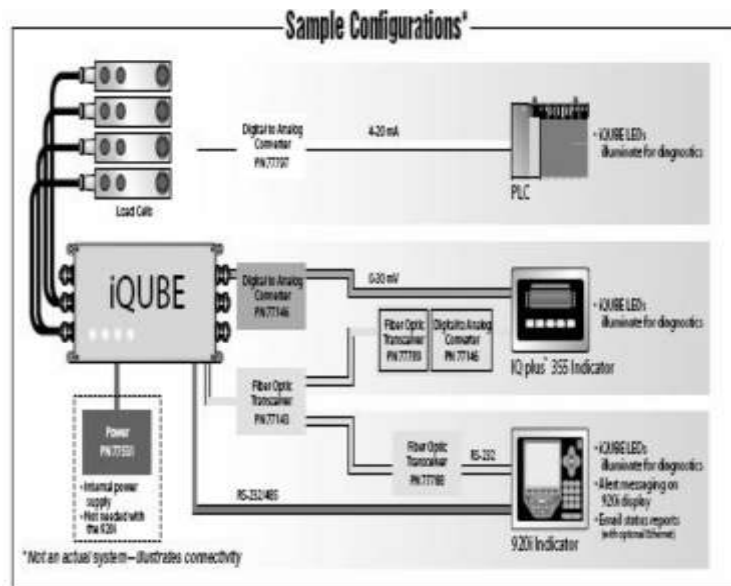


FIGURA 22: CONEXIONES

Fuente: Ipsc, celda de carga, conexiones, 2009, disponible en:

http://www.ispc.com.mx/spc_celdas

Las especificaciones del producto y los datos están sujetos a cambios sin previo aviso.

Vishay Precision Group, Inc., sus afiliados, agentes y empleados, y todas las personas que actúen en su nombre o su (colectivamente, "Grupo Vishay Precision"), declinamos toda responsabilidad por errores, inexactitudes u omisiones contenida en este documento o en cualquier otra divulgación de información relativa a cualquier producto.

Grupo Vishay Precision se exime de cualquier responsabilidad derivada del uso o la aplicación de cualquier producto que se describe en este documento o de cualquier información aquí contenida en la máxima medida permitida por la ley. Las especificaciones de los productos hacer no ampliar o modificar los términos Vishay Precision Group y condiciones de compra, incluyendo pero no limitado a la garantía expresada en el mismo, que se aplican a estos productos.

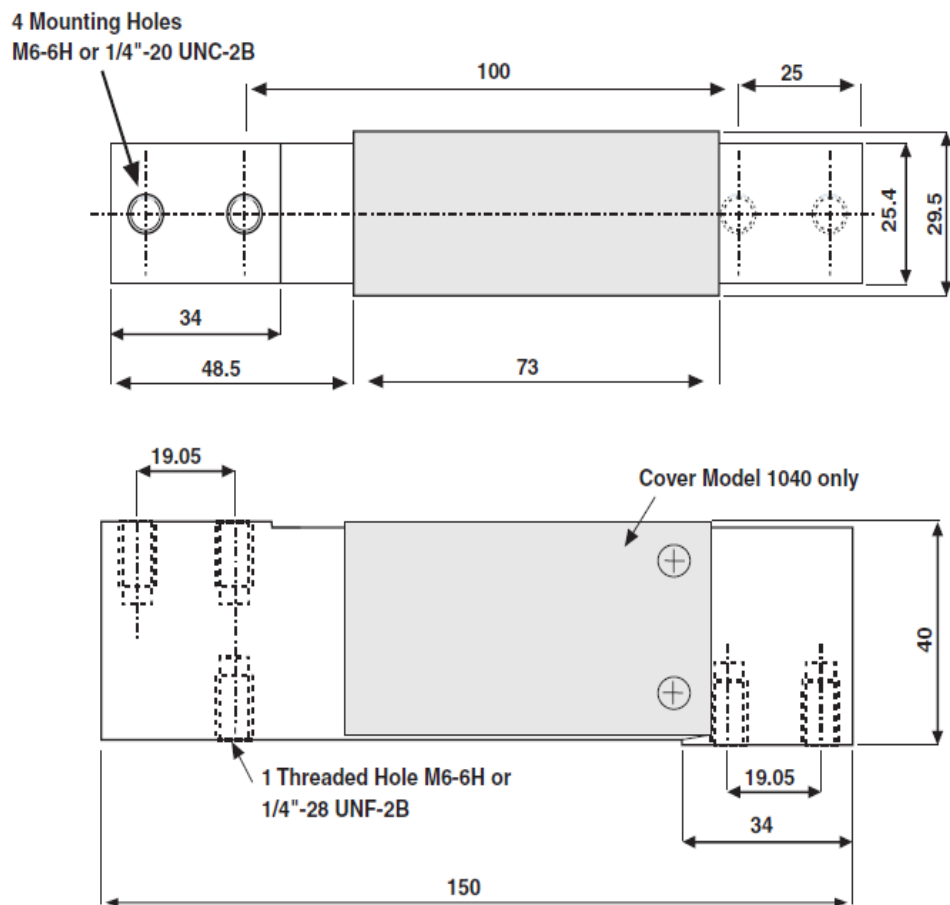


FIGURA 23: CELDA DE MARCA TEDEA / DIMENSIONES

Fuente: Tedeá, celda de carga, modelo 1040, 2010 disponible en:

www.ingelsoft.com/docs/tedeá/10401041.pdf

Los productos que se muestran en este documento no se han diseñado para su uso en medicina, para salvar vidas, o sustentador de vida a menos que las aplicaciones indiquen expresamente lo contrario.

2.1.6 ELECTROVÁLVULA



FIGURA 24: ELECTROVÁLVULA

Fuente: Airtac, válvulas solenoides, 2/2 vías, disponible en:
www.industriasociadas.com/Airtac/Pdf/148-149.pdf

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

2.1.6.1 CLASES Y FUNCIONAMIENTO

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir

que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Especificaciones Técnicas	
Fluidos	Aire , Agua, Aceite
Posición	Normalmente Cerradas
Presión de operación 1/8" - 1/4"	0 ~ 150 PSI (0 ~ 10 Kg./cm ²)
Presión de operación 3/8" ~ 2"	7 ~ 100 PSI (0,5 ~ 7 Kg./cm ²)
Temperatura de operación	- 10 ~ 80 °C
Variación del voltaje	± 10 %
Protección Bobina	IP65 - Conector DIN
Consumo de potencia	AC: 7V A/60Hz DC: 6W
Tiempo de respuesta	0,05 Seg.
Cuerpo	Bronce
Sellos	XNBR

FIGURA 25: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Fuente: Airtac, válvulas solenoides, 2/2 vías, disponible en:

www.industriasociadas.com/Airtac/Pdf/148-149.pdf

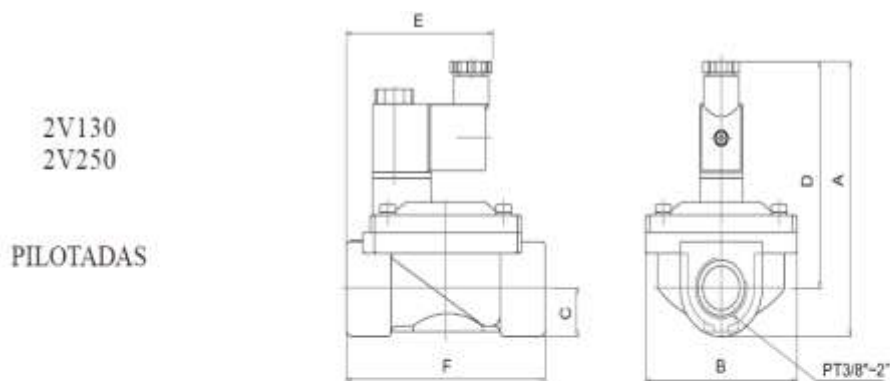
Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Electroválvula empleada cumple con siguientes: para agua, aceite, aire comprimido y otros medios neutros similares, rango de caudal: 0 – 8 m³/h, presión diferencial: 0 – 30 bar, Temperatura del medio: -30 – 140 °C, temperatura ambiente: hasta 80 °C, grado de protección de la carcasa de la bobina: IP67, conexiones roscadas: G 1/8– G 1, DN 1.5 – 25.

Se detalla a continuación las dimensiones del solenoide a utilizar según la medida del diámetro de trabajo para las diferentes aplicaciones, estas medidas, en esta marca comprenden desde 1/8” hasta 2”.



NPT	A	B	C	D	E	F
1/8" - 1/4"	76,2	22	9,5	63,8	67,5	30
3/8" - 1/2"	103,2	49	15	88,2	70	72
3/4" - 1"	119,2	77,5	21	98,2	78	102
1 1/2"	110	76	28	82	-	97
2"	130	96	35	95	-	118

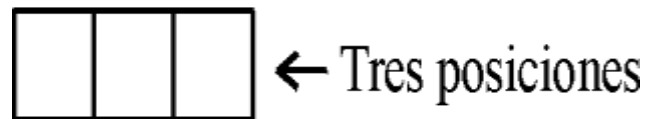
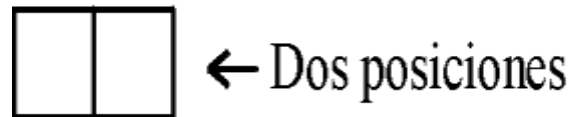
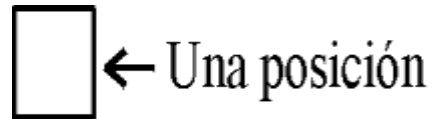
FIGURA 26: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Fuente: Airtac, válvulas solenoides, 2/2 vías, disponible en:

www.industriasociadas.com/Airtac/Pdf/148-149.pdf

2.1.6.2 SÍMBOLOS DE VÁLVULAS

Una válvula se simboliza por cuadros que representan estados de conmutación:



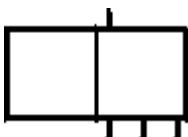
La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo otro del cuadrado.



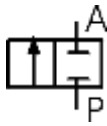
La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo.



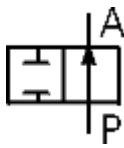
Las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos.



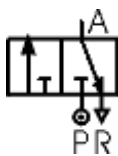
Una vez explicado la metodología para la formación de símbolos de válvulas, veamos algunos de los símbolos más comunes, las mismas que pueden ser accionadas de cualquier elemento final de control como: bobina, pedal, final de carrera, etc.



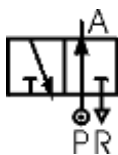
Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente cerrada



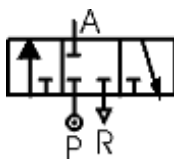
Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente abierta



Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente cerrada



Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente abierta



Válvula 3 vías 3 posiciones (3/3) con centro bloqueado

Fuente: Enrique Nares, neumática, simbología, disponible en:

http://proton.ucting.udg.mx/temas/control/nares/simbolos/sim_valv.html

2.1.7 PRESIÓN

La primera variable es la presión, con la cual podremos realizar un estudio sobre uno de los equipos de medición más usados en la industria que son los manómetros o transmisores de presión.

El libro de Instrumentación Industrial de Antonio Creus da información detallada sobre la variable de presión.



FIGURA 27: TRANSMISOR DE PRESIÓN WIKA

Fuente: Wika, transmisor de presión, modelo S-10, 2008, catálogos de productos Wika.

La presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, en donde para la mayoría de los casos se mide directamente por su equilibrio directamente con otra fuerza, conocidas que puede ser la de una columna líquida un resorte, un embolo cargado con un peso o un diafragma cargado con un resorte o cualquier otro elemento que puede sufrir una deformación cualitativa cuando se le aplica la presión.

La presión es una fuerza por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, atmósferas, Kg. por cm² y PSI.

2.1.7.1 IMPORTANCIA DE CONTROL DE PRESIÓN

El control de la presión en el proceso industrial da condiciones de operación seguras. Cualquier recipiente o tubería posee cierta presión máxima de operación y de seguridad variando este, de acuerdo con el material y la contricción. Las presiones excesivas no solo pueden provocar la destrucción del equipo, si no también puede provocar la destrucción del equipo adyacente y ponen al personal en situaciones peligrosas, particularmente cuando están implícitas, fluidos inflamables o corrosivos. Para tales aplicaciones, las lecturas absolutas de gran precisión con frecuencia son tan importantes como lo es la seguridad extrema.

2.1.7.2 PRESIÓN ABSOLUTA

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absolutos. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas lo que indica que la proporción de moléculas en estado gaseoso o la velocidad molecular es muy pequeña. Ester termino se creó debido a que la presión atmosférica varia con la altitud y muchas veces los diseños se hacen en otros países a diferentes altitudes sobre el nivel del mar por lo que un término absoluto unifica criterios.

2.1.7.3 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El hecho de estar rodeados por una masa gaseosa (aire), y al tener este aire un peso actuando sobre la tierra, quiere decir que estamos sometidos a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, tal como se mide normalmente por medio del barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar o a las alturas próximas a este, el valor de la presión es cercano a 14.7 lb/plg^2 (101,35Kpa), disminuyendo estos valores con la altitud.

2.1.7.4 PRESIÓN MANOMÉTRICA

Son normalmente las presiones superiores a la atmosférica, que se mide por medio de un elemento que se define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la

presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye; esta diferencia generalmente es pequeña mientras que en las mediciones de presiones superiores, dicha diferencia es insignificante, es evidente que el valor absoluto de la presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

La presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

▪ **Presión Absoluta = Presión Manométrica + Presión Atmosférica / Ecuación# 2**

Fuente: buenas tareas, conceptos de física, presiones, 2010, disponible en:

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-Conceptos-De-Fisica/2898933.html>

2.1.7.5 MANÓMETRO

Para medir la presión empleamos un dispositivo analógico denominado manómetro. Como A y B están a la misma altura la presión en A y en B debe ser la misma. Por una rama la presión en B es debida al gas encerrado en el recipiente. Por la otra rama la presión en A es debida a la presión atmosférica más la presión debida a la diferencia de alturas del líquido manométrico.

Se detalla la siguiente ecuación matemática para entender el funcionamiento del instrumento analógico.

▪ **$p = p_0 + \rho gh$ / Ecuación #3**

Un manómetro es un dispositivo diseñado para medir la presión en los fluidos. Uno de uso frecuente es el manómetro de rama abierta, que consiste en un tubo en U con

una de sus dos ramas conectada al recipiente cuya presión queremos medir y la otra abierta a la atmósfera.



FIGURA 28: MANÓMETRO - TUBO DE BOURDON

Fuente: Instrutek, manómetro para compresor, Instrutek, disponible en: http://img1.mlstatic.com/manometro-instrutek-para-compresor-51110-consultar-rangos_MLM-O-2950530193_072012.jpg

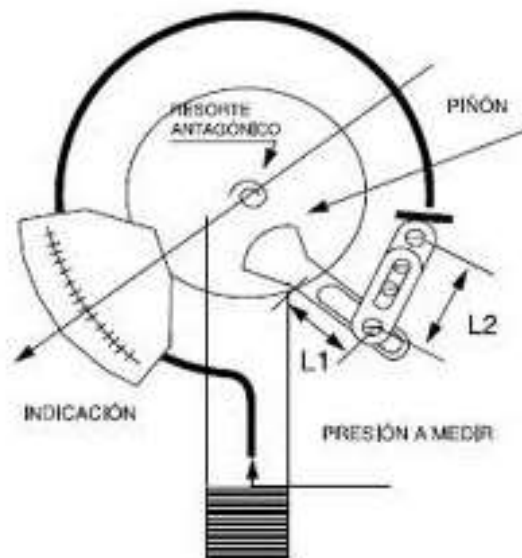


FIGURA 29: TUBO DE BOURDON

Fuente: Quiminet, Instrumentos de presión, manómetros, 2008 disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/los-instrumentos-de-presion-32157.htm>

2.1.8 BOMBA DE AGUA

Es una máquina para el transporte de fluidos, el 80% de bombas son de tipo centrífugas.

La bomba centrífuga para nuestro banco de prueba tiene como características:

- Bomba trifásica
- Potencia ½ HP
- Sello de teflón con carbón

2.1.8.1 BOMBA CENTRÍFUGA

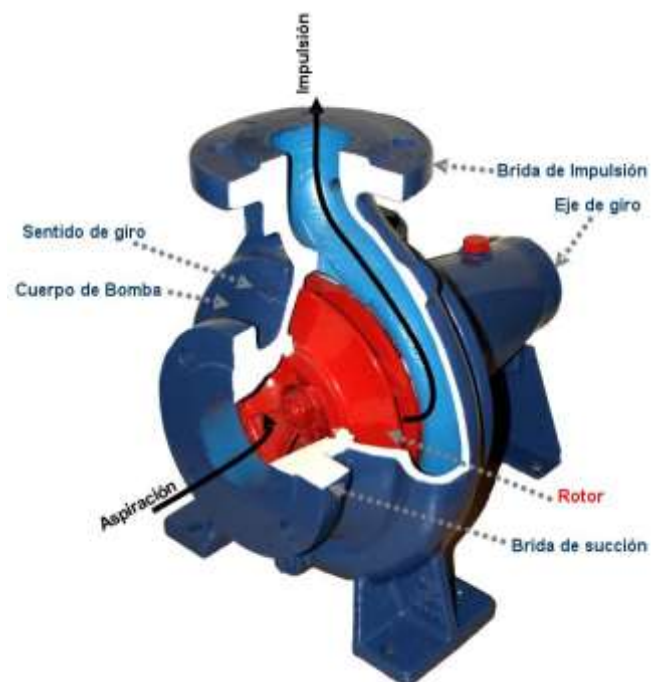


FIGURA 30: INTERIOR Y DESPIECE DE LA BOMBA

Fuente: JaviMad, partes de la bomba centrífuga, despiece, 2009, disponible en:

http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centric%C3%ADfuga

El motor AC es el equipo que hace que pueda girar la centrifuga para poder tomar y enviar el liquido. Estos motores pueden ser monofásicos o trifásicos.

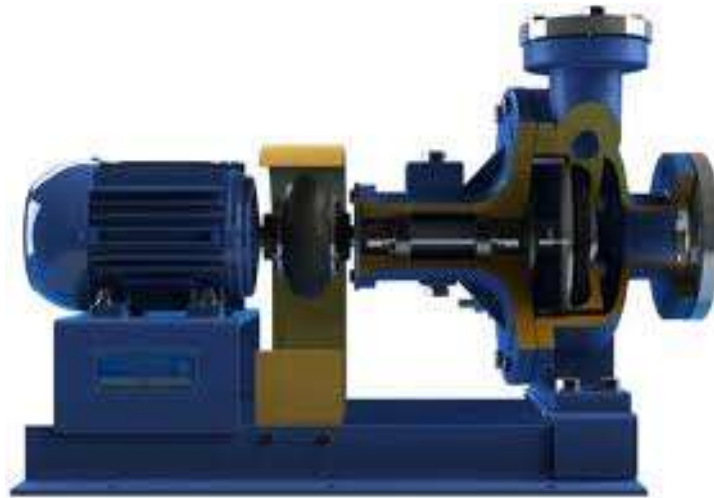


FIGURA 31: BOMBA CENTRÍFUGA

Fuente: Frigostela, bomba centrífuga, interior, 2009, disponible en:

http://www.frigostrella.com.br/esp/bomba_centrifuga.asp

2.1.8.2 PRESIÓN

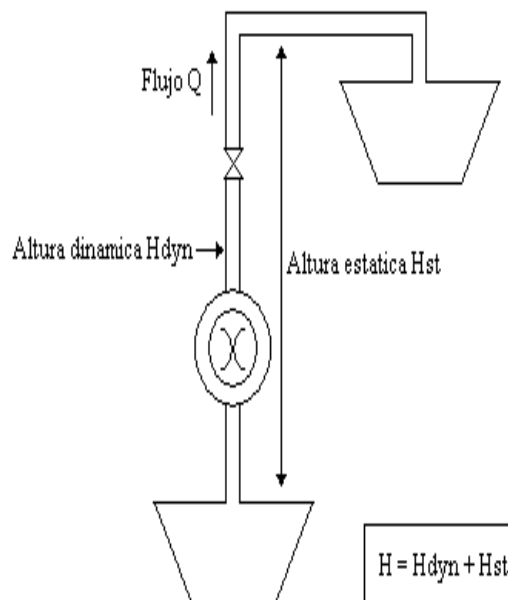


FIGURA 32: CÁLCULO DE PRESIÓN DE UNA BOMBA

Fuente: Kenneth J., Bombas, selección –uso y mantenimiento, 1998, disponible

en: <http://web.ist.utl.pt/ist11061/leq-II/Documentos/OpUnitarias/Bombas.pdf>

$$P = \frac{\rho * Q * H * g}{\eta}$$

Ecuación #4

▪P = Presión

▪Q = Flujo = 1m³/s = 1000 lt/s

▪H = Altura

▪G = Gravedad=9.81 m/s²

▪n = Eficiencia

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para iniciar la elaboración del banco de prueba se realizó un análisis del material a ser usado en la construcción de nuestro stand o maqueta, el cual debía ser diseñado para soportar el peso de los tanques tanto de presión como el de peso, más el motor trifásico que al momento de su funcionamiento produce vibración, es por estas razones que la estructura debía ser robusta, capaz de soportar las condiciones expuestas a este, además de presentar un aspecto ergonómico y agradable.

Se realiza un diseño del banco de prueba con sus respectivas medidas y distancias tomadas para el montaje de tuberías y ubicación de los equipos. Las cotas están en cm.

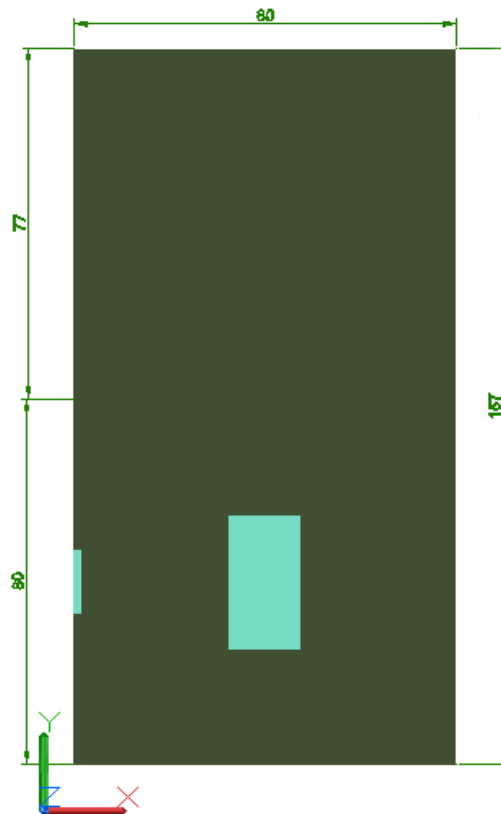


FIGURA 33: COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Medidas, 2013

El diseño del banco de prueba fue realizado en el programa Autocad 2012, las medidas fueron consideradas en base a las dimensiones del banco de prueba y medidas estándar de los accesorios de PVC.

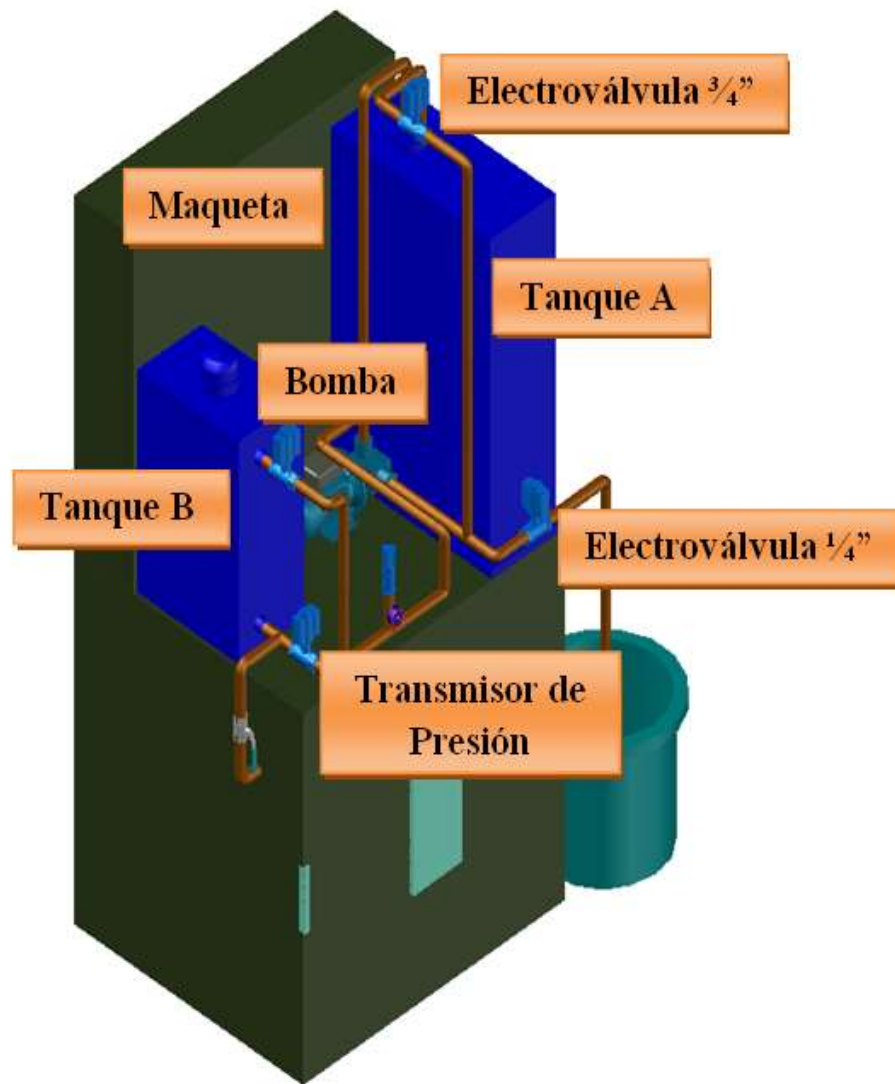


FIGURA 34: COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Componentes, 2013

Tomando en cuenta las condiciones en las cuales se va a trabajar y luego del análisis se decidió trabajar con aluminio que es un material con características muy nobles, este es el más ligero de los metales pero de acuerdo a su forma es muy resistente. Esta cualidad es determinante para su empleo como material estructural y de recubrimiento, por ejemplo, tiene importantes aplicaciones en ingeniería industrial

aeronáutica, naval y espacial. El diseño se dividió en 3 secciones, la primera sección para la ubicación de los equipos eléctricos y electrónicos, la segunda sección es la parte frontal o base donde irán los tanques, bomba, tuberías, etc. y la tercera un compartimiento de almacenamiento de objetos.

De acuerdo a nuestra necesidad, se lo dio el diseño más apropiado en donde iban a ser montados los materiales, equipos, tanques y motor. La elaboración de este banco tomo alrededor de 10 días, tiempo que se cumplió de acuerdo con lo establecido, llenando las expectativas y no presentó inconvenientes en el momento de instalar los equipos.

Se sugirió reforzar la base debido a que esta va a soportar el mayor peso por los tanques y la bomba. Se reforzó un espacio de toda la base para realizar la instalación de la celda de carga, esta debe tener fija y estable su base para dar una buena lectura en el peso.

Las figuras 35 y 36 detallan el inicio o punto de partida del montaje de los equipos en el banco, luego de la construcción del mismo según las especificaciones requeridas.



FIGURA 35: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013



FIGURA 36: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013



FIGURA 37: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

La figura 36 detalla de un avance en el montaje de los equipos en la parte de control en un 70% , una vez realizado el montaje se inici a la etapa del cableado, etiquetado y conexión.

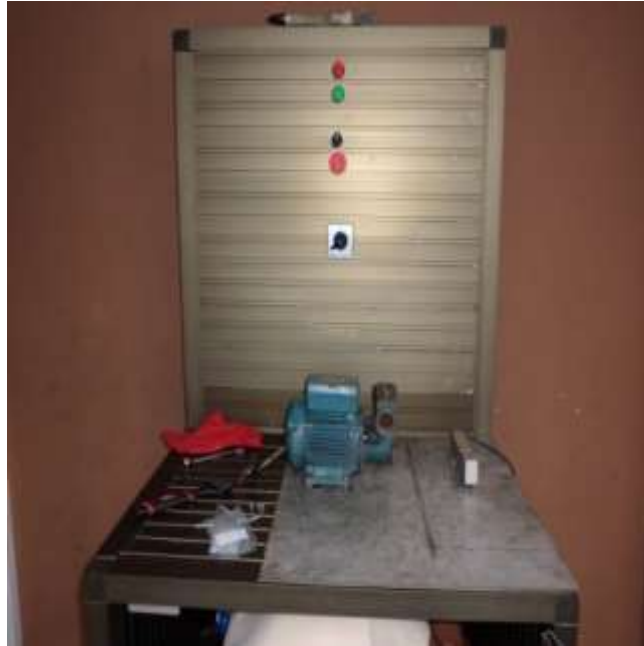


FIGURA 38: MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

El traslado del banco de prueba fue bastante cómoda debido a que se instalaron ruedas al banco, en la figura 37 muestran el inicio de trabajo en el montaje de los equipos en la plataforma, se puede observar la base o la plancha de $\frac{1}{4}$ " en acero inoxidable que se usó para asentar la celda de carga y dejarla estable para obtener una lectura confiable del peso del agua en el tanque.

La implementación y elaboración de la tesis llevó alrededor de 10 meses, lo que nos costó conseguir fue la bomba trifásica de $\frac{1}{2}$ hp, ya que fue lo que se ofreció y planteó en el anteproyecto de la tesis, por este motivo se tuvo que solicitar la primera prórroga.

Todo este trabajo de implementación, montaje y cableado de equipos se realizó en los hogares de los (AUTORES, FOTOS), dependiendo de las facilidades que prestaba cada uno, el sistema de conexión por tuberías se usó tubería de PVC pero de color marrón y de la marca plastigama, debido a las características que esta ofrecía en presión, temperatura, facilidad y seguridad. Todas estas características se cumplen siempre y cuando se las instale de manera correcta y usando teflón de buena calidad.

Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DE TUBERIA PVC

En base a esta tabla se eligió la tubería PVC a utilizar en el banco de prueba, por las características y accesorios que posee esta marca, muy conocida en el mercado local.

Temperatura °C	Tiempo de vida útil	Presión permisible de trabajo.
20	25 a 50 años	145,0 a 166.8 psi
30	25 a 50 años	130,5 a 130.5 psi
40	25 a 50 años	94.3 a 101.5 psi
50	25 a 50 años	65.3 a 72.5 psi

▪Detalles:

Usar accesorios Roscable PP para garantizar una adecuada instalación.

Para prueba hidrostática o puesta en funcionamiento del sistema o Instalación, esperar 24 horas después del último ensamble realizado.

No usar la tarraja de polipropileno para roscar tubos de PVC y/o metálicos.

▪Instalación:

Para la instalación y montaje de la tubería de PVC se tomó la precaución de leer las características de la tubería y accesorios a utilizar; como primer paso se tomaron las medidas deseadas considerando las medidas de los accesorios antes del corte del tubo, este tubo de PVC vienen en tramos de 6 metros de largo por lo cual se tuvo que ser lo más exacto posible para evitar desperdicios del mismo.

Realizado los cortes de la tubería según las medidas requeridas se procedió con el trabajo de las roscas en los extremos del tubo para esto se emplearon herramientas como: banco prensa, llave de tubo, tarraja de ½", lija. Se removió con la lija residuos de la tubería para que la tarraja ajuste sin ningún problema y sea fácil el movimiento circular al momento de realizar la rosca, evitando así ovalamientos del tubo y daños del mismo.

Prevea la limpieza de las roscas y compruebe en seco el roscado del tubo con el accesorio a instalar, el mismo que puede ser: codo, unión, tee, etc.

Usar teflón y sellador de buena calidad para prevenir fugas del fluido a emplear en el mismo, ajustar de manera correcta sin excederse en la fuerza a aplicar, ya que podría ocasionar fatiga en el hilo del tubo o accesorio.



FIGURA 39: MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS PVC

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

Otro detalle o inconveniente que se halló fue en el sello mecánico de la bomba, esta bomba fue adquirida de segunda mano y al momento de probarla con agua, nos dimos cuenta de un problema de fuga en el sello mecánico de la misma, lo cual se tuvo que desarmar para determinar el tipo o modelo de sello que esta usa.

Se pidió la colaboración de compañeros de mi trabajo que son mecánicos con experiencias en el tema de mantenimiento de bombas, los mismos que realizaron el trabajo, luego de adquirir el sello adecuado.

La elaboración de los tanques A y B tuvimos que contratarla a mecánicos que poseen taller de soldadura, las medidas fueron calculadas en base a varios puntos de análisis como: espacio físico, capacidad de la celda de carga, soporte y estructura del banco de prueba, volumen y peso requerido.



FIGURA 40: MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS PVC

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

$$V=b \times h \times a \quad / \text{Ecuación \# 5}$$

$$D = m / V \quad / \text{Ecuación \#6}$$

b = base

D = densidad

h= altura

m= masa

a = ancho

V = volumen

Conociendo estas fórmulas y la densidad del fluido con el que vamos a realizar las pruebas, en nuestro caso agua, se pudo determinar las incógnitas que se tenían para las dimensiones de los tanques, vale detallar la densidad del agua es: 1000 Kg/m³.



FIGURA 41: MONTAJE DE TANQUES Y EQUIPOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

Se determinó empleando las ecuaciones 5 y 6 que las dimensiones de los tanques A y B serían las siguientes:

▪Tanque de peso:

$$b = 63 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

▪Tanque de presión:

$$b = 30 \text{ cm}$$

$h = 40 \text{ cm}$

$a = 20 \text{ cm}$

Con estas dimensiones se procedió con la elaboración de los tanques A y B, una vez elaborados se procedió a darle el acabado con la pintura, se planteó la opción de ubicar tapas de 4" a los tanques para poder realizar alguna inspección visual o táctil en el interior de los tanques.



FIGURA 42: MONTAJE DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Montaje, 2013

Superado y realizado el montaje, conexión e instalación de los equipos y accesorios tanto en el control, fuerza y diseño del banco de prueba, iniciamos con las etapas de prueba y error.

La primera prueba fue la comprobación del encendido de la bomba la cual no permitía recircular agua debido que la succión de la bomba estaba obstruida por la instalación inicialmente de una electroválvula de $\frac{1}{4}$ " , cuando la toma original de la bomba es de 1", por lo cual impedía que succione de manera adecuada. Para corregir este problema tuvimos que cambiar el diámetro de la electroválvula a $\frac{3}{4}$ " con esto se

ganó una mayor área en la succión y evitar que se dispare el guardamotor por amperaje elevado, situación que sucedió antes del cambio de la electroválvula de ¼”.

Logrando la adecuada operación de la bomba, se procedió con la segunda etapa de las pruebas que consistía en analizar todo el sistema de tuberías al momento de recircular agua, se observó que cuando la bomba se paralizaba toda el agua en las tuberías retornaba a los respectivos tanques de succión , lo cual no permitía que la bomba trabajara de forma continua al momento de encenderla nuevamente ya que se producía una cavitación en el sistema de bombeo, para solucionar este problema tuvimos que instalar 2 (dos) válvulas check o anti retorno con el fin, de que el agua se mantenga en las tuberías y no retornen a los tanques, es necesario cebar la bomba al dar marcha al sistema por primera vez.

Continuando con las pruebas del banco se prueba como tercera etapa se realizó la calibración del tanque de peso desde el controlador PR4116 donde usamos 20 kg como patrón, distribuidas en pesas de 5 kg y 10 kg, estas pesas empleadas son certificadas, las mismas que fueron prestadas de mi lugar de trabajo.



FIGURA 43: CONTROLADOR O INDICADOR DE PESO PR 4116

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Elementos de Control, 2013



FIGURA 44: REGULADOR DE VOLTAJE 7805

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Elementos de Control, 2013

En la figura 42 se observa el controlador e indicador de peso, el mismo que tiene la opción de realizar la calibración del tanque.

En la figura 43 se muestra el regulador de voltaje, este cumple la función de un reductor de voltaje se alimenta de 24V Dc y se obtiene a la salida 5V Dc, este voltaje fue utilizado para excitar la celda de carga y poder obtener respuesta o señal por parte de ella.



FIGURA 45: ROUTER PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Elementos de Control, 2013

En el anteproyecto de tesis se planteó que el Banco de prueba se comunicará vía ethernet entre la PC y el PLC, los (AUTORES, FOTOS) como valor agregado a esta tesis hemos mejorado la propuesta, modificando la comunicación planteada, se realiza una comunicación inalámbrica entre la PC y el PLC empleando un Router como interfaz, esta aplicación nos generó inconvenientes al inicio en la etapa de configuración de la PC, superado la etapa anterior se realizan varias pruebas logrando establecer una comunicación rápida y segura entre la PC y el PLC.

Luego de alcanzar una comunicación rápida y segura entre el banco de prueba (PLC) y el control de pantallas (PC), la culminación de estas pruebas fueron comunicadas a nuestro Tutor de tesis y solicitamos una reunión para revisar los avances, en mencionada reunión nos indicó el Ing. Ampuño (Tutor) que nuestra tesis, debe ser presentada en la Casa Abierta de la Universidad, la misma que se efectuó con éxito el Viernes 13 de Septiembre del 2013, en los patios de la Universidad.

3.1 PANTALLAS

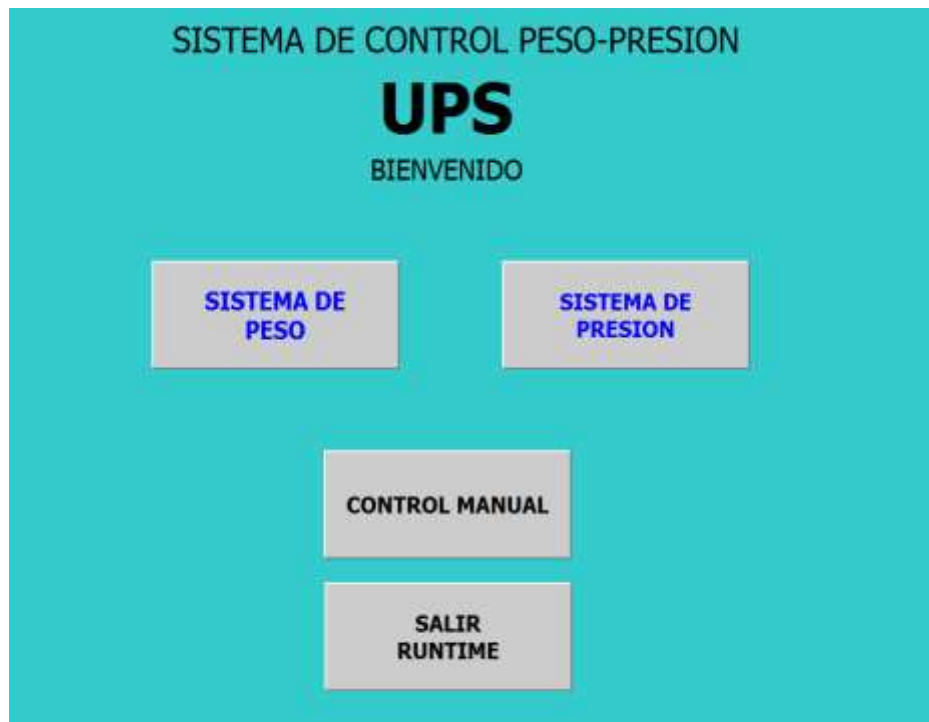


FIGURA 46: DISEÑO DE PANTALLAS / PANTALLA INICIAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Pantallas de Operación, 2013

Las pantallas de la presentación del banco de prueba fueron realizadas en el software de programación propio del PLC Siemens, este software es llamado TIA PORTAL el mismo que ofrece las ventajas para realizar la programación de la CPU y el RUN TIME del sistema a trabajar.

En las siguientes figuras detallan el diseño, forma y control que se realizó para la ejecución de este banco de prueba. Se tomó en cuenta la operación manual y automático del sistema en general como precaución del sistema en general, al igual se aplicó una opción para salir del RUN TIME en caso de realizar alguna mejora o cambio del sistema.

La facilidad de este PLC es que es muy amigable su programación y permite realizar cambios en línea y cargarlos sin ningún problema o interrupción en la comunicación entre la PC y el PLC.

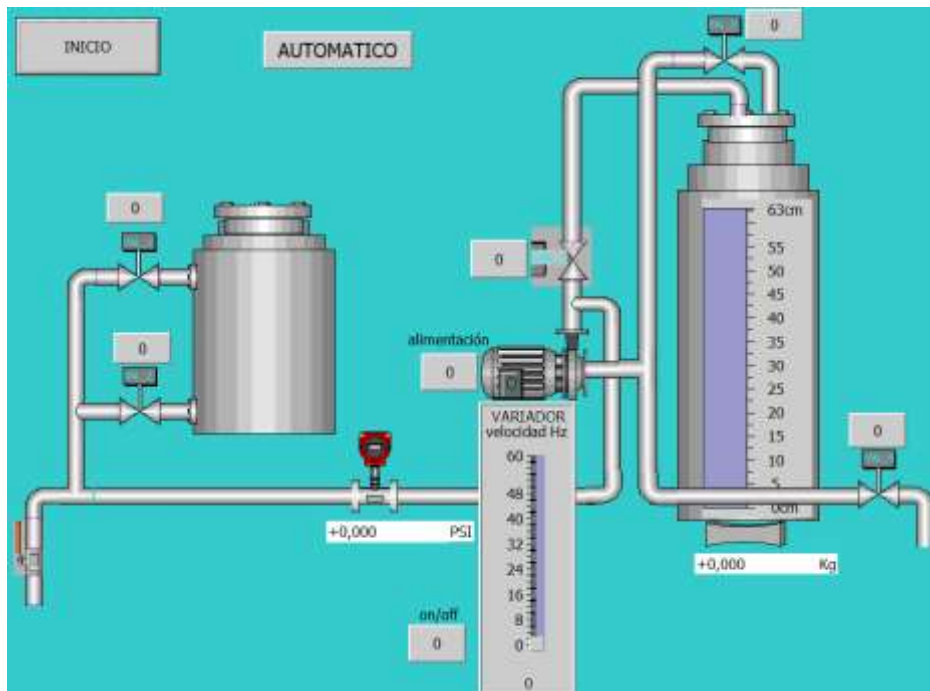


FIGURA 47: PANTALLA / MANUAL - AUTOMÁTICO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Pantallas de Operación, 2013



FIGURA 48: PANTALLA / OPERACIÓN PI - PESO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Pantallas de Operación, 2013

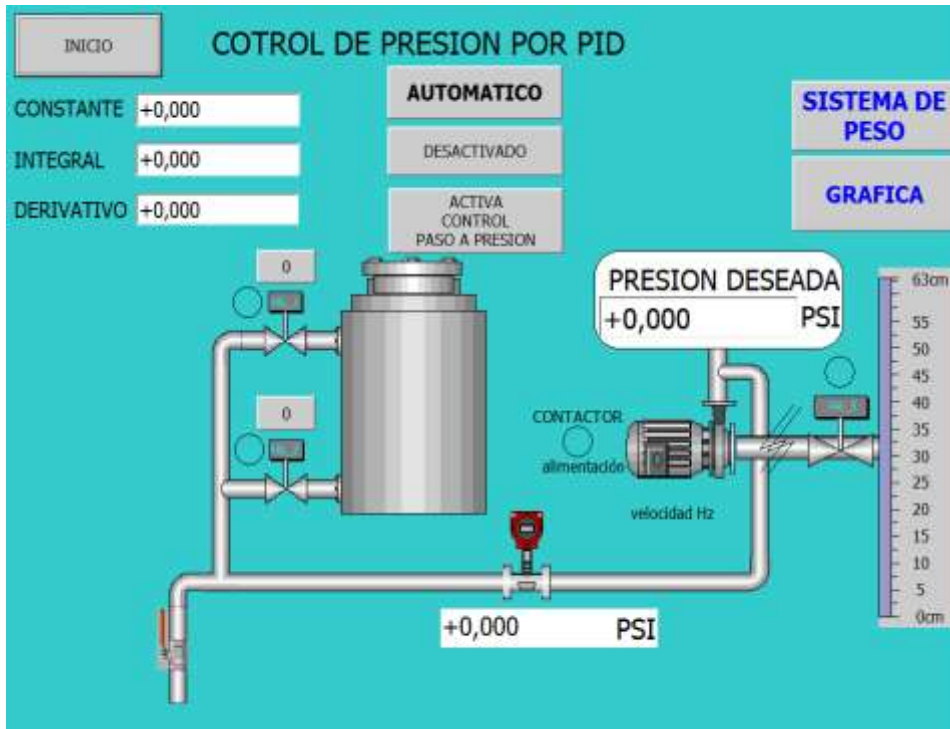


FIGURA 49: PANTALLA / OPERACIÓN PID - PRESIÓN

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Pantallas de Operación, 2013

La figura 49 muestra en línea o tiempo real, lo que está sucediendo en los diferentes lazos de control, al igual que los equipos de trabajan en el lazo seleccionado, como variador, set point, presión y tiempo de respuesta.

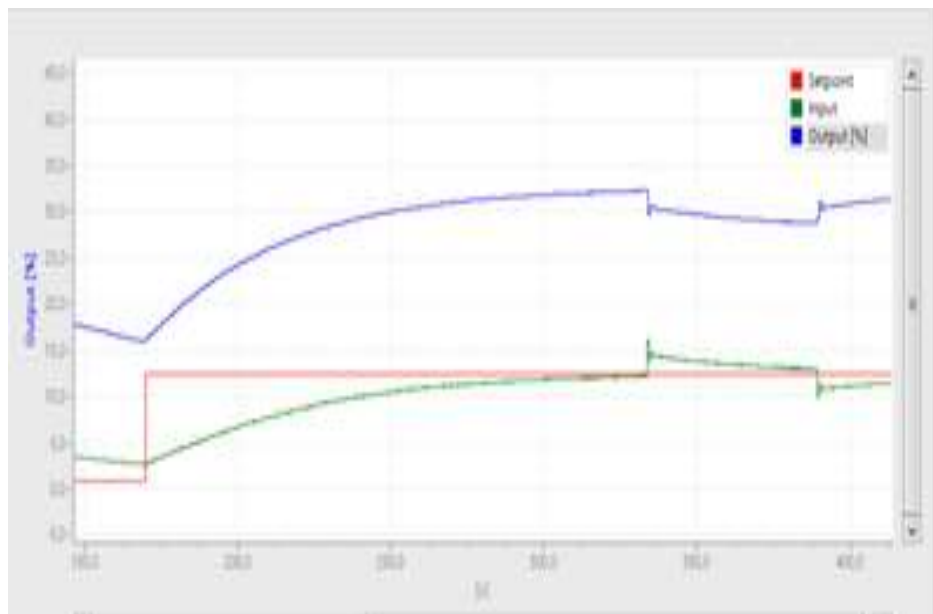


FIGURA 50: PANTALLA / GRÁFICAS DE CONTROL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Pantallas de Operación, 2013

3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO Y CONTROL

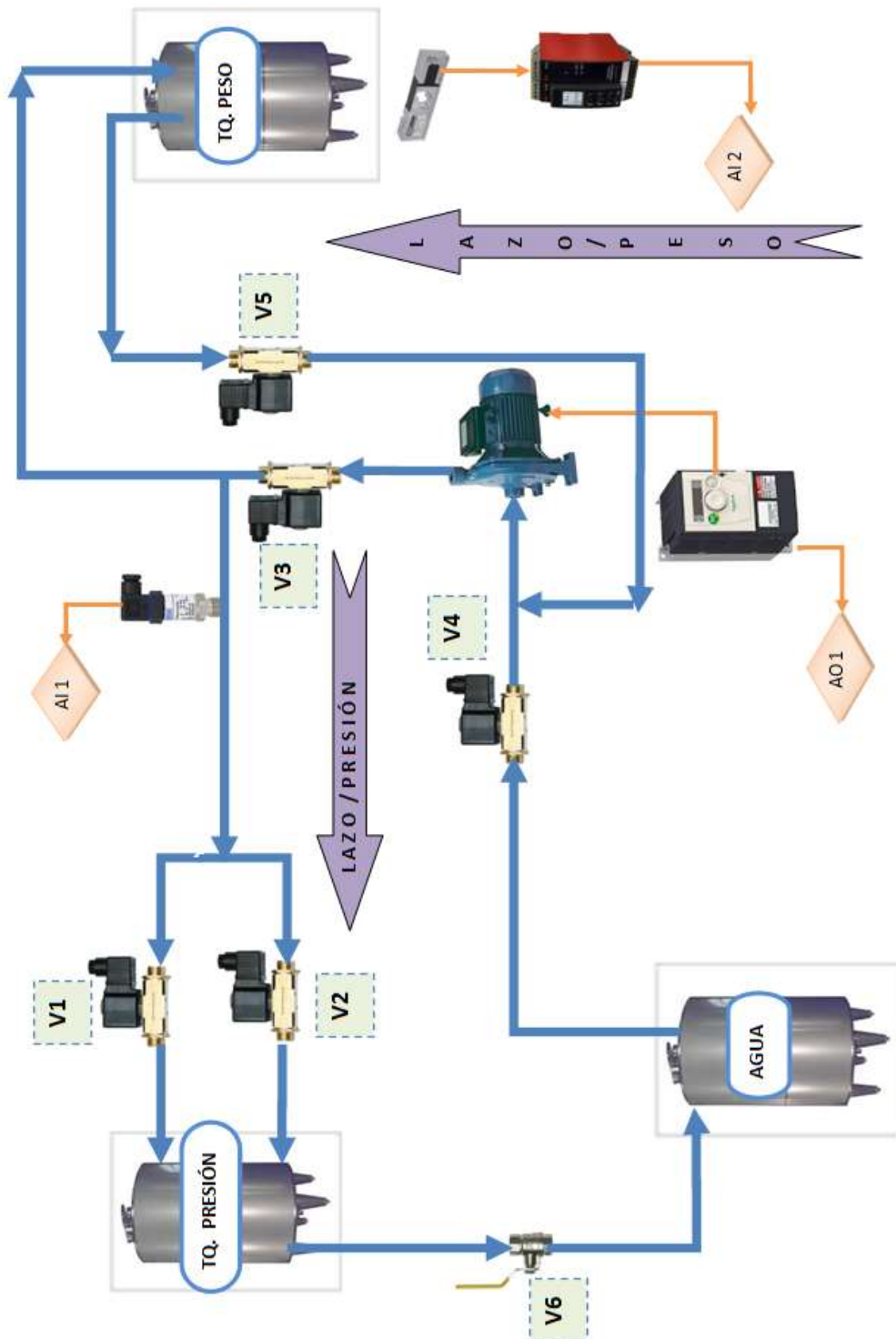


FIGURA 51: DIAGRAMA DE FLUJO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Diagrama de Flujo, 2013

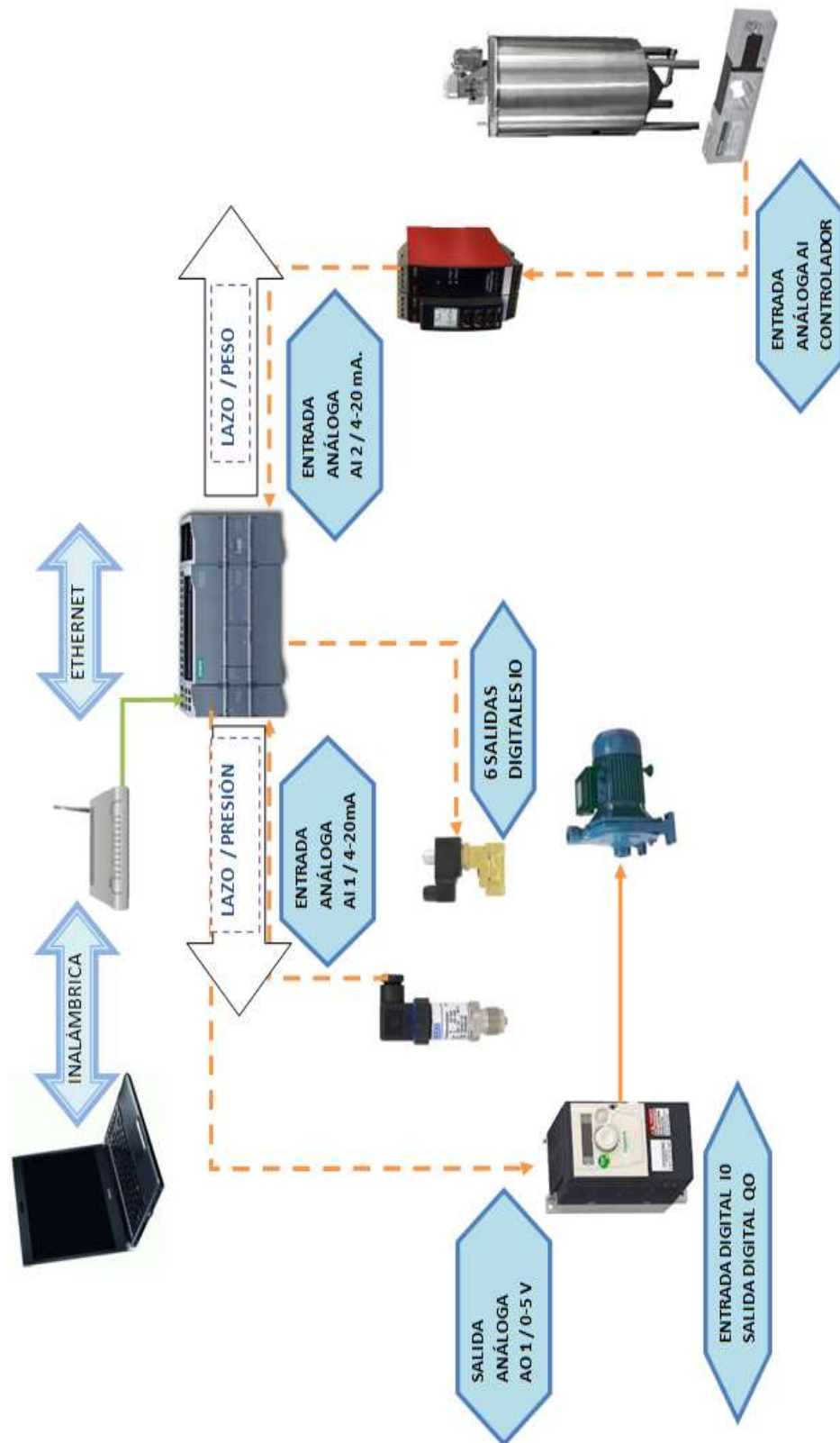


FIGURA 52: DIAGRAMA DE CONTROL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Banco de prueba, Diagrama de Flujo, 2013

CAPÍTULO 4

4. PRÁCTICAS

En este capítulo se aplican todo el cálculo desarrollado previo al análisis de la teoría y de los equipos e instrumentos instalados. Se recomienda elaborar las siguientes prácticas para comprender en etapas el funcionamiento del Banco de Pruebas:

Práctica #1: Reconocimiento general del BANCO DE PRUEBA (Equipos instalados)

Práctica #2: Operación de entradas y salidas digitales. (Operación de electroválvulas, confirmación de encendido del variador)

Práctica #3: Conversión variables o señales de campo a voltios y miliamperios.

Práctica #4: Operación de entradas y salidas análogas. (Uso de transmisor de presión, celda de carga con su controlador, uso de variador de velocidad)

Práctica #5: Simulaciones de variables de proceso, generación de rampas.

Práctica #6: Control de nivel por peso. (Uso de celda de carga, controlador)

Práctica #7: Lazo de control PI mediante variable de peso. (Uso de celda de carga, controlador, electroválvulas, bomba, variador de velocidad, plc)

Práctica #8: Lazo de control PID por variable de presión. (Uso de transmisor, bomba, electroválvulas, plc, manómetro, variador de velocidad)

Práctica #9: Operación de proceso por BATCH (manual - automático)

Práctica #10: Lazo de Control Peso PI + Lazo de Control Presión PID.

Con estas 10 prácticas como guía el estudiante podrá realizar las pruebas necesarias para comprender el funcionamiento general del Banco de Prueba, al igual que los equipos e instrumentos instalados, demostrando así que es posible combinar equipos de distintas marcas sin que exista problema alguno.

4.1 FORMATO DE LAS PRÁCTICAS

PRÁCTICA #

TÍTULO:

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MARCO TEORÍCO

PROCEDIMIENTO

▪ **CÁLCULOS**

▪ **MATERIALES**

▪ **TABLA DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

▪ **TABLAS DE VALORES**

▪ **GRÁFICOS**

▪ **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.2 DETALLE DE PRÁCTICAS

4.2.1 PRÁCTICA 1

TEMA: RECONOCIMIENTO GENERAL DEL BANCO DE PRUEBA (EQUIPOS INSTALADOS).

OBJETIVOS:

- Detallar y realizar un listado de todos los elementos, equipos e instrumentos instalados y que se encuentran en el banco de prueba.

- Operar de manera técnica cada equipo e instrumento.

- Reconocer características de cada uno de los equipos e instrumentos tales como rango, señal de salida y tipos de conexiones.

ALCANCE:

- Familiarizar al alumno de la UPS-G con los equipos e instrumentos instalados en el banco de pruebas y operar los elementos desde el sistema HMI (WINCC).





PROCEDIMIENTO:

1.-RECONOCIMIENTO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS INSTALADOS.

Se detalla un listado de todos los equipos e instrumentos que se encuentran en el banco de prueba, con la respectiva información de cada uno de ellos, como marcas, rango, conexión y demás.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Tabla 2: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #1

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Manómetro	Marshallton	---	0-200 KPa 0-30psi	1/4 " vertical dial de 2"	Bronce	
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1"	Bronce	
Controlador	PR eletronic	4116	0-100 kg 4-20 mA	In voltios Out corriente		
Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4"	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4"	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4"	Bronce	


Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2"	A/I	
----------------	----	-------	------------	--------	-----	---

Tabla 3: EQUIPOS DE CONTROL EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #1

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

3.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Este banco de prueba fue propuesto como tesis con el fin de aportar aún más al laboratorio de automatización ya que el estudiante podrá manipular variables reales del campo industrial como presión y peso, como fluido para las pruebas del banco se utilizó agua.

El banco de prueba cuenta con dos lazos de control implementados un lazo por presión PID y otro lazo por peso PI, los mismos que son activados desde el RunTime, además se cuenta con una opción de pruebas de cada equipo de forma manual desde el mismo RunTime del sistema PC.

A continuación se detallan imágenes de cada uno de los componentes instalados en el banco de pruebas.



FIGURA 53: ELECTROVÁLVULA MARCA ASCA DE 3/4"

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 54: BOMBA TRIFÁSICA DE ½ HP

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

La variable de presión es medida de dos formas análoga y digital, de forma análoga se utiliza un manómetro con caratula de 1 ½", toma vertical de ¼", material de bronce y de forma digital por medio de un transmisor de presión marca WIKA, modelo S-10, toma de ½" en A/I.



FIGURA 55: ELECTROVÁLVULA MARCA DANFOSS DE ¼"

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 56: PLC 1200 / SIEMENS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 57: DISPLAY DEL CONTROLADOR PR 4116

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

La comunicación entre la PC y el PLC se la realiza vía Inalámbrica por medio del Router instalado, el mismo que se muestra en la figura 58.



FIGURA 58: ROUTER D-LINK

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

En el escritorio se halla el icono del TIA PORTAL, el mismo que al dar doble click sobre el icono abre una ventana del programa, seleccionamos el archivo BANCO DE PRUEBA y se abre las pantallas de operación del sistema.

Para realizar la prueba de cada equipo se abre una pantalla de operación de BIENVENIDA y se selecciona la opción de CONTROL MANUAL de donde se pueden realizar operaciones de cada uno de los equipos instalados en el BANCO DE PRUEBA.

Las pantallas del programa que se ofrecen son bastantes amigables para que el estudiante interactué con el Banco de prueba.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67, 68 y 69.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los tanques del banco de prueba son de hierro negro, el tanque de presión posee dos electroválvulas de operación $\frac{1}{4}$ " marca danfoss, estas electroválvulas son usadas para poder realizar cambios de presión en el sistema y poder apreciar la operación de la bomba al igual que las gráficas de control del respectivo lazo de control.
- El tanque de peso posee dos líneas interna la línea que sale desde la bomba es la línea de descarga al tanque de peso, esta trabaja según el set point deseado. La otra línea de $\frac{3}{4}$ " es de la toma de succión de la bomba y se utiliza para enviar agua del tanque de peso al tanque de presión, esta operación se la realiza de forma manual desde la pantalla.
- Este reconocimiento del banco de prueba nos ayuda a despejar dudas que se tenían sobre equipos que se utilizan en el campo industrial y pudimos observar que el sistema está compuesto de equipos e instrumentos de diferentes marcas.
- Tomar las precauciones debidas al momento de realizar la alimentación general al banco de prueba, la alimentación es de 220V Ac monofásica.
- No realizar ningún cambio en la programación de las aplicaciones realizadas en el TIA PORTAL.

4.2.2 PRÁCTICA 2

TEMA: OPERACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES (OPERACIÓN DE ELECTROVÁLVULAS, ENCENDIDO DE VARIADOR DE VELOCIDAD).

OBJETIVO:

- Comprobar y verificar el encendido de cada una de las electroválvulas instaladas en el banco de prueba.
- Verificar y comprobar el funcionamiento de las salidas digitales del PLC con su respectivo relé de salida.
- Realizar el encendido del variador de velocidad y confirmar que frase aparece en el display del equipo.
- Determinar una aplicación en el campo industrial con los equipos que se han manipulado hasta el momento.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y reconocer como se reconocen a las salidas y entradas digitales.
- Demostrar que lo visto en la teoría respecto a la manipulación de bits se cumple en el banco de prueba.




PROCEDIMIENTO




1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y demás.

2.-EQUIPOS A UTILIZAR

Tabla 4: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #2

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1”	Bronce	
Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4”	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4”	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4”	Bronce	
Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2”	A/I	

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

4.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.



FIGURA 59: RELÉS DE OPERACIÓN

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

Las salidas digitales del PLC están cableadas y protegidas por medio de los relés de activación de cada electroválvula y encendido de variador, la ubicación de relés luego de cada entrada o salida digital del PLC es recomendable como medida de protección en caso de algún cortocircuito.



FIGURA 60: ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

5.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #2.

En esta práctica se podrá entender apreciar el manejo y operación de bits y byte al momento de simular entradas o salidas digitales.

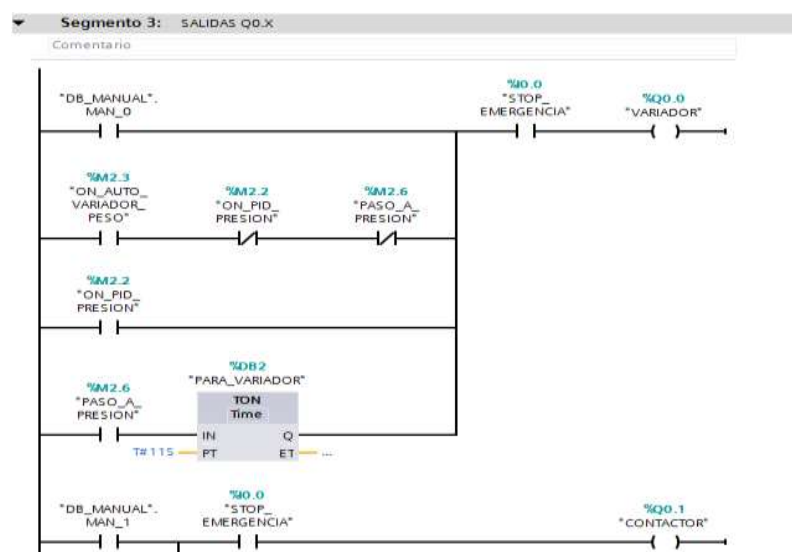


FIGURA 61: DIAGRAMA DE CONTROL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software, Programa – bits / byte, 2013

Se observa cómo y con qué letra están identificadas las salidas y entradas digitales en el PLC y se observan la cantidad salidas y entradas que ofrece este modelo de PLC Siemens.

En esta práctica se puede apreciar el tiempo de respuesta desde el momento que cada salida digital es activada desde el programa de operación hasta que el elemento final de control es activado.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación, al igual asegurarse que los relés estén en la posición adecuada su respectiva base.

6.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica # 1 en la página 81, párrafos 1, 2, 3 y 4, se adjunta el siguiente párrafo.

Cada una de las válvulas está identificada por número tanto en el programa como de manera física, los relés de salida a cada válvula tienen en la base del mismo, un led de indicación de activación, cada cable está etiquetado y es fácil identificarlo según el plano de control.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el reconocimiento de las entradas y salidas digitales las mismas que son identificadas en el PLC.

- Se operan las 5 electroválvulas del banco de prueba identificadas desde la V1 a la V5, donde V1, V2 y V3 son electroválvulas de 1/4" con bobina de activación de 110 Vac y la V4 y V5 son electroválvulas de 3/4" con bobinas de 110 Vac.

- Las salidas se las representa con la letra Q y las entradas con la letra I.

- Este PLC posee 10 salidas digitales ocupando así todo el byte 0 (0.0 a 0.7) y 2 bits (1.0 y 1.1) del byte 1.

- Se opera el variador de velocidad pero solo enviado la orden para que pueda arrancar el mismo, se observa en el display que aparecen las letras **rdy** lo que significa ready listo para su arranque.

- Al momento de enviar la orden de encendido del variador podemos apreciar que entran a trabajar el contactor y guardamotor de la bomba trifásica.

4.2.3 PRÁCTICA 3

TEMA:

CONVERSIÓN DE VARIABLES O SEÑALES DE CAMPO A VOLTIOS Y MILIAMPERIOS.

OBJETIVO:

- Reconocer en el banco de prueba cuales son los equipos que nos emiten señal análoga señal en voltaje o corriente.
- Verificar los rangos de trabajo de cada uno de estos instrumentos.
- Identificar con que letra se reconocen estas variables en el PLC y cuantas entradas y salidas análogas posee esta CPU.
- Comprender la programación para el escalamiento de las variable enteras a reales y viceversa.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar, reconocer y entender el funcionamiento de las salidas y entradas analógicas.
- Comprender las variables en el PLC e identificar los bytes y Word que se emplean.






PROCEDIMIENTO


1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y material.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 5: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #3

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1"	Bronce	

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.



FIGURA 62: TRANSMISOR DE PRESIÓN - DATOS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

Las entradas y salidas analógicas del PLC están cableadas hasta cada una de las variables empleadas en el banco de prueba como transmisor de presión, celda de carga con su respectivo controlador y variador de velocidad.



FIGURA 63: ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 64: CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE CARGA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #3.

En esta práctica se podrá entender apreciar el manejo y operación de las Word y DWord al momento de simular entradas o salidas analógicas.

Revisar el programa realizado y realizar la práctica en un archivo nuevo tomando como referencia el ejercicio realizado en el bloque FB2 y FB3 en el 1er segmento, donde se observa de escalamiento de variables.

Estos bloques se reflejan en el anexo de este documento, ver en la página 104.

Se observa cómo y con qué letra están identificadas las salidas y entradas analógicas en el PLC y se observan la cantidad salidas y entradas que ofrece este modelo de PLC Siemens.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica# 1 en la página 81, párrafos 1, 2, 3 y 4. Se adicionan los siguientes párrafos para concluir la operación del programa.

Para realizar la prueba del transmisor de presión de forma manual se debe proceder con los siguientes pasos: activar la V4, luego la alimentación y encender la bomba. La bomba procederá a realizar su trabajo y podemos comenzar a ver una lectura de presión en pantalla la misma que se la puede variar activando las válvulas V1 y V2. Esta agua llegara hasta el tanque de presión y será recirculada.

Para realizar la prueba de la celda de carga forma manual se debe proceder con los siguientes pasos: activar la V4, activar la V3, luego la alimentación y encender la bomba. La bomba procederá a realizar su trabajo y se empezara a llenar el tanque de peso y podemos comenzar a ver una lectura de peso o nivel en la pantalla, este tanque tiene un máximo de 50Kg, el peso deseado se lo opera con la V3.

Toda esta programación se encuentra en el programa principal donde detallan las conversiones o escalamiento de las variables enteras, reales, etc.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizo el reconocimiento de las entradas y salidas analógicas las mismas que son identificada en el PLC con la letra AQ y las entradas con la letra AI.

- Este PLC posee 1 entrada analógica, por tal motivo para este banco de prueba al requerir de otra entrada y salida analógica se tuvo que adquirir un módulo adicional SM1234.

- Se comprende de forma práctica y teórica estas variables análogas y como se convierten en variables reales para el proceso u operación.

- Se realizó el ejemplo de escalamiento o linealización con las variables de presión y peso, tomando en cuenta el rango de los instrumentos de presión y peso.

- Esta práctica fue factible apreciarla en la gráfica del comportamiento de las variables de peso y presión.

4.2.4 PRÁCTICA 4

TEMA:

OPERACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDA ANALÓGICAS (USO DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN, CELDA DE CARGA CON SU CONTROLADOR, USO DEL VARIADOR DE VELOCIDAD).

OBJETIVO:

- Reconocer en el banco de prueba cuales son los equipos que nos emiten señal análoga en voltaje o corriente.
- Verificar los rangos de trabajo de cada uno de estos instrumentos.
- Verificar y comprobar el funcionamiento de las entradas y salidas analógicas del PLC.
- Identificar con que letra se reconocen estas variables en el PLC y cuantas entradas y salidas analógicas posee esta CPU.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar, reconocer y entender el funcionamiento de las salidas y entradas analógicas.
- Comprender las variables en el PLC e identificar los bytes y Word que se emplean.

- Interactuar con los instrumentos de medición tales como: transmisor de presión, celda de carga con su controlador.





PROCEDIMIENTO





1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y demás.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 6: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #4

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	

Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.



FIGURA 65: TRANSMISOR DE PRESIÓN INSTALADO

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

Las entradas y salidas analógicas del PLC están cableadas hasta cada una de las variables empleadas en el banco de prueba como transmisor de presión, celda de carga con su respectivo controlador y variador de velocidad.

Para realizar el respectivo lazo de control y obedecer a las conexiones de los instrumentos se utilizó una fuente de 24V Dc, marca hanyoung y en el caso de la celda de carga se emplea un controlador quien recibe la señal de la celda de carga en milivoltios para luego esta sea convertida en 4 – 20 mA.



FIGURA 66: MÓDULO ANALÓGICO ADICIONAL

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #4.

En esta práctica se podrá entender apreciar el manejo y operación de las Word y DWord al momento de simular entradas o salidas analógicas.

Se observa cómo y con qué letra están identificadas las salidas y entradas analógicas en el PLC y se observan la cantidad salidas y entradas que ofrece este modelo de PLC Siemens.

En esta práctica se puede apreciar en tiempo real la lectura del peso y presión que envía los instrumentos al PLC y como este lo mueve o convierte en variable real de proceso.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación, al igual asegurarse que los instrumentos cumplan con la polaridad de alimentación, caso contrario no se podrá apreciar el valor correcto.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67, 68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 87, detalle de los párrafos. Se adiciona el siguiente párrafo.

En la pantalla de operación existe también un slider para poder variar las rpm de la bomba e incrementar la presión del agua. Vale recordar que esta operación se la realizara en la opción manual.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el reconocimiento de las entradas y salidas analógicas las mismas que son identificada en el PLC con la letra AQ y las entradas con la letra AI.
- Este PLC posee 1 entrada analógica, por tal motivo para este banco de prueba al requerir de otra entrada y salida analógica se tuvo que adquirir un módulo adicional SM1234.
- Se comprende de forma práctica estas variables análogas y como se convierten en variables reales para el proceso u operación.

- Se opera el variador de velocidad enviándole una señal de 0 – 5V Dc, la misma que varía al momento de variar sus rpm con el slider desde pantalla.
- Al momento de enviar la orden de encendido del variador podemos apreciar que entran a trabajar el contactor y guardamotor de la bomba trifásica.

4.2.5 PRÁCTICA 5

TEMA:

SIMULACIONES DE VARIABLES DE PROCESO, GENERACIÓN DE RAMPAS.

OBJETIVO:

- Reconocer cuales son los instrumentos que nos emiten y reciben señal analógicas en voltaje o corriente.
- Verificar los rangos de trabajo de cada uno de estos instrumentos hallados en el ítem anterior.
- Verificar y comprobar el funcionamiento de las entradas y salidas analógicas del PLC.
- Realizar simulaciones con un control lineal usando un potenciómetro para constatar en pantalla y en la entrada analógica que valor está ingresando, esta medición se la realizar con un multímetro.
- Comprobar de que otra forma se puede genera un valor, de tal forma que simule una rampa y se la pueda apreciar en pantalla por medio de la gráfica.
- Identificar con que letra se reconocen estas variables en el PLC y cuantas entradas y salidas analógicas posee esta CPU.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar, reconocer y entender el funcionamiento de las salidas y entradas analógicas.

- Comprender las variables en el PLC e identificar los bytes, Word y DWord que se emplean.

- Entender de qué manera se puede generar rampas de variables en caso de contar con los instrumentos a la mano, esto es de gran ayuda en emergencias de la industria.

PROCEDIMIENTO

1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.







Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y demás.

En esta práctica se utilizara a modo de prueba el módulo que se usa actualmente en el laboratorio ya que cuenta con la instalación de un potenciómetro o el estudiante deberá realizar el circuito previo a las pruebas.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Se detallan a continuación los equipos e instrumentos que se emplearán para esta práctica con el fin de comprender el funcionamiento de las señales analógicas y las variaciones de las mismas.

Tabla 7: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #5

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.



Figura 67: PANEL DE SIMULACIÓN DEL MÓDULO

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

Las entradas y salidas analógicas del PLC están cableadas hasta cada una de las variables empleadas en el banco de prueba como transmisor de presión, celda de carga con su respectivo controlador y variador de velocidad.

Para realizar el respectivo lazo de control y obedecer a las conexiones de los instrumentos se utilizó una fuentes de 24V Dc, marca hanyoung y en el caso de la celda de carga se emplea un controlador quien recibe la señal de la celda de carga en milivoltios para luego esta sea convertida en 4 – 20 mA.



FIGURA 68: MÓDULO ANALÓGICO

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 69: CELDA DE CARGA INSTALADA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #5.

En esta práctica se podrá entender apreciar el manejo y operación de las Word y DWord al momento de simular las rampas analógicas.

En esta práctica se puede apreciar en tiempo real la lectura del peso y presión por medio de la simulación con el potenciómetro o con los mismos instrumentos, generando presión con un agente externo al transmisor o peso a la celda de carga.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación, al igual asegurarse que los instrumentos cumplan con la polaridad de alimentación, caso contrario no se podrá apreciar el valor correcto.

5.-USO DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67,68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 en la página 81, párrafos 1, 2, 3 y 4.

En la pantalla de operación existe también un slider para poder variar las rpm de la bomba e incrementar la presión del agua o incrementar el peso del tanque en menos o mayor tiempo. Vale recordar que esta operación se la realizara en la opción manual.

Otra forma de genera variación en la rampa es con pesas de 5 o 10Kg y podemos apreciar de forma directa en la gráfica y display del indicador el peso que se desea medir.

En el caso de la presión con generado de presión manual tomando en consideración el rango máximo del instrumento.

En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa , la misma que puede ser por la entrada analógica de peso o por la entrada de presión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizo el reconocimiento de las entradas y salidas analógicas las mismas que son identificada en el PLC con la letra AQ y las entradas con la letra AI.
- Este PLC posee 1 entrada analógica, por tal motivo para este banco de prueba al requerir de otra entrada y salida analógica se tuvo que adquirir un módulo adicional SM1234.
- Se comprende de forma práctica estas variables analógicas y como se convierten en variables reales para el proceso u operación.

- La alimentación de cada instrumento del banco de prueba es de 24V Dc, la polaridad de estos fue comprobado con un multímetro.

- Se opera el variador de velocidad enviándole una señal de 0 – 5V Dc, la misma que varía al momento de variar sus rpm con el slider desde pantalla.

- Al momento de enviar la orden de encendido del variador podemos apreciar que entran a trabajar el contactor y guardamotor de la bomba trifásica.

- Esta práctica fue factible apreciarla en la gráfica del comportamiento de las variables de peso y presión.

4.2.6 PRÁCTICA 6

TEMA:

CONTROL DE NIVEL CONTINUO POR PESO (USO DE CONTROLADOR Y CELDA DE CARGA)

OBJETIVO:

- Leer, comprender y entender el principio de funcionamiento y conexiones adecuadas de la celda de carga, clasificación, etc.
- Comprobar y describir las características técnicas de la celda de carga está instalada en el banco de prueba.
- Verificar las conexiones de la celda de carga y que significa cada color de los terminales o cables de conexión.
- Comprender, entender la configuración y manejo de controlador PR 4116, el mismo que es muy versátil en las diferentes aplicaciones.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y realizar las conexiones de la celda de carga al controlador.
- Demostrar que lo visto en la teoría o principio de funcionamiento de la celda de carga se cumpla en el banco de prueba.

- Conocer nuevos equipos de control de gran ayuda para las diferentes aplicaciones.





PROCEDIMIENTO






1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y demás.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 8: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #6

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	

Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1"	Bronce	
Controlador	PR electronic	4116	0-100 kg 4-20 mA	In voltios Out corriente		

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.



FIGURA 70: CELDA DE CARGA INSTALADA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

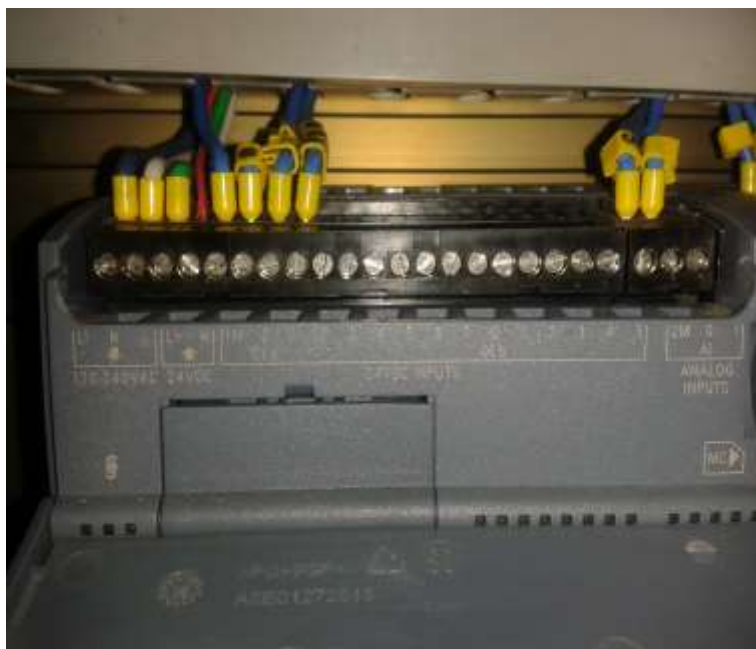


FIGURA 71: BORNERAS DE CONTROL DEL PLC

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013



FIGURA 72: REGULADOR DE VOLTAJE 7805

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

Este regulador de voltaje se alimenta con 24V Dc en los terminales 1 (+) y 2 (GND) viendolo de manera frontal , por medio de los terminales 3 (+5V Dc) y 2 (GND) obtengo el voltaje de excitación para la celda de carga.



FIGURA 73: FUENTE DE VOLTAJE IN 120V Ac - OUT 24V Dc

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #6.

En esta práctica se podrá entender el principio de funcionamiento de la celda de carga, al igual que las conexiones y simbología de sus terminales como: E+, E-, S+, S-, etc.

Se realizan las conexiones eléctricas para la prueba de este instrumento, para esto usamos la fuente de voltaje y el transistor.

Las mediciones de cada terminal de la celda de carga se las realiza con multímetro, donde obtendremos una señal en milivoltios, este valor será en base al dato de placa del instrumento.

Para convertir esta señal de voltaje a corriente se utiliza el controlador PR 4116 quién en base a la configuración del mismo recibe esta señal de la celda de carga y la

convierte en señal de corriente de 4-20 mA. Esta señal es utilizada en la entrada analógica del PLC para la respectiva visualización en el programa y la pantalla.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación y usar el equipo o instrumento de manera técnica.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67, 68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 87, detalle de los párrafos. Se adiciona el siguiente párrafo.

En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa , la misma que puede ser por la entrada análoga de peso o por la entrada de presión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el reconocimiento de los equipos e instrumentos a utilizar como: fuente de voltaje, transistor, celda de carga y controlador.
- Se entendió las simbologías utilizadas en los terminales de la celda de carga.
- Se conoció un nuevo equipo o elemento de trabajo de gran ayuda como el controlador digital PR 4116 quien en esta aplicación realiza el trabajo de un convertidor de señal, este equipo muy versátil que permite hasta realizar la calibración en sitio del tanque con un peso patrón.

- Se comprende de forma práctica el uso adecuado de la celda de carga y sus componentes.

- Esta práctica fue factible apreciarla en la gráfica del comportamiento de las variables de peso.

- Esta práctica se la realiza de forma manual para entender el funcionamiento de cada equipo en el sistema de peso.

4.2.7 PRÁCTICA 7

TEMA:

LAZO DE CONTROL PI MEDIANTE VARIABLE DE PESO (USO DE CELDA DE CARGA, CONTROLADOR, ELECTROVÁLVULAS, BOMBA, VARIADOR DE VELOCIDAD, PLC)

OBJETIVO:

- Comprobar y verificar que cada uno de los equipos a utilizar se encuentren en perfecto estado en el banco de prueba.
- Realizar el encendido o activación de los equipos o instrumentos de forma manual previa a poner en marcha el lazo de control PI.
- Comprender que significa el lazo de control PI para poder así ajustar las variables indicadas en el programa.
- Comprender y aplicar la teoría de Ziegler para determinar los valores de PI propios para el sistema y obtener un buen funcionamiento del mismo.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y reconocer como trabaja el lazo de control PI.
- Demostrar que lo visto en la teoría respecto a la teoría de Ziegler se cumpla.


PROCEDIMIENTO





1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y demás.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 9: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #7

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	
Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	

Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1"	Bronce	
Controlador	PR eletronic	4116	0-100 kg 4-20 mA	In voltios Out corriente		
Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4"	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4"	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4"	Bronce	
Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2"	A/I	

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.

Las imágenes de los equipos e instrumentos que se utilizan en esta práctica #7 son los mismo empleados en la práctica #6, con algunos equipos adicionales como: bomba trifásica, variador de velocidad, electroválvulas.



FIGURA 74: VARIADOR DE VELOCIDAD - ATV12

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

En la figura 74 se puede apreciar el equipo de control final y este a su vez conectado a la bomba trifasica de trabajo en el banco de prueba.



FIGURA 75: ROUTER EN BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Equipos e instrumentos, 2013

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #7.

La descripción del procedimiento de esta práctica es similar a la detallada en la página 112 de la práctica #6.

Con descripciones adicionales como las adjuntas en los siguientes párrafos.

Aplicar los pasos que indica el método de Ziegler para poder determinar los valores de P e I que permitan que trabaje el lazo de forma adecuada.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación y usar el equipo o instrumento de manera técnica.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67, 68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 86, detalle de los párrafos. Se adiciona el siguiente párrafo.

Se debe realizar pruebas de comunicación previa al arranque de la prueba del lazo de control.

Para operar este lazo el usuario debe dirigirse a la pantalla que se muestra en la figura 48, ubicada en la página 68, que es la pantalla de operación del lazo de control PI, este lazo de control posee 2 opciones de trabajo sea por nivel del tanque o por peso del mismo.

Determinado los valores de P e I ingresarlos en el cuadro superior izquierdo de la figura 48 y arrancar con la prueba del lazo de control. En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa en tiempo real y donde se puede apreciar algún cambio al momento de cambiar los valores de P e I del lazo.

Se determinaron los valores de P e I, el valor de P debe ser de 5 y el valor de I debe ser de 10, como se muestra en la figura 76, la misma que fue tomada en el momento de ejecución de esta lazo de control.

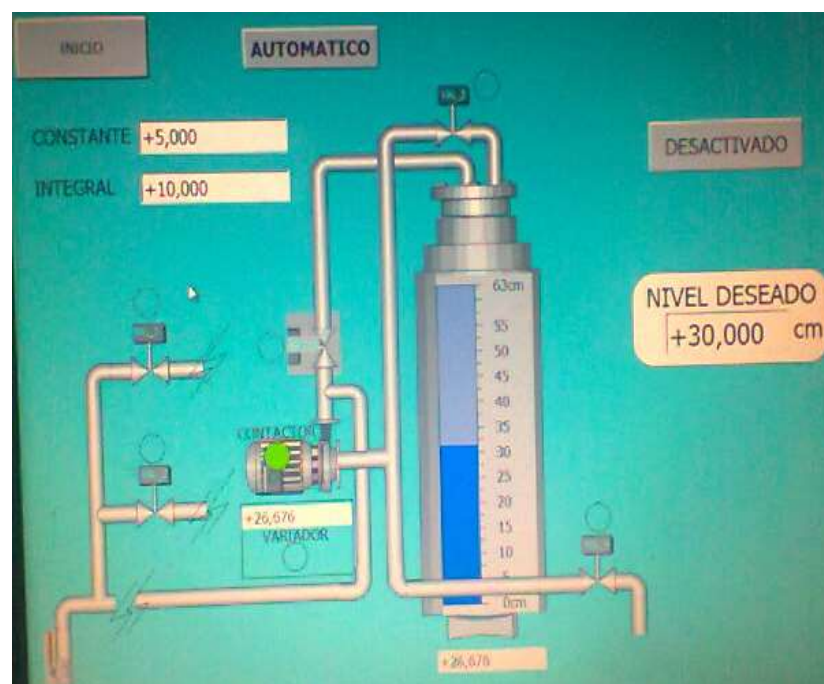


FIGURA 76: PANTALLA DEL LAZO DE PESO PI

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Software, Prueba de lazo de peso, 2013

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Todos los equipos se encontraron en perfecto estado previo a las pruebas del banco.
- Todos los equipos fueron encendidos de forma manual y se comprobó el funcionamiento de los mismos.

- Se comprobó la teoría de Ziegler y se determinaron los valores idóneos para el buen funcionamiento del lazo de control.

- Se pudo observar en la gráfica de control a la curva de funcionamiento del lazo de control PI, esta fue observada con los valores hallados y se realizaron cambios en los valores de P e I para observar y analizar la gráfica de control.

- Se recomienda ajustar lo más exacto el sistema para apreciar de forma gráficas mayor estabilidad en el sistema o lazo de control.

4.2.8 PRÁCTICA 8

TEMA:

LAZO DE CONTROL PID POR VARIABLE DE PRESIÓN (USO DE TRANSMISOR DE PRESIÓN, BOMBA, VARIADOR DE VELOCIDAD, ELECTROVÁLVULAS, PLC)

OBJETIVO:

- Comprobar y verificar que cada uno de los equipos a utilizar se encuentren en perfecto estado en el banco de prueba.
- Realizar el encendido o activación de los equipos o instrumentos de forma manual previa a poner en marcha el lazo de control PID
- Comprender que significa el lazo de control PID para poder así ajustar las variables indicadas en el programa.
- Comprender y aplicar la teoría de Ziegler para determinar los valores de PID propios para el sistema y obtener un buen funcionamiento del mismo.
- Analizar los cambios realizados en el control PID que efecto produce con el cambio de valores de estas variables.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y reconocer como trabaja el lazo de control PID.

▪ Demostrar que lo visto en la teoría respecto a la teoría de Ziegler se cumpla.

▪ Analizar las gráficas y los cambios de la misma.




PROCEDIMIENTO



1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.

Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y rango.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 10: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #8

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Manómetro	Marshallton	---	0-200 KPa 0-30psi	1/4 " vertical dial de 2"	Bronce	
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	1/2 hp	1"	Bronce	

Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4"	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4"	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4"	Bronce	
Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2"	A/I	
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.

Las imágenes de los equipos e instrumentos que se utilizan en esta práctica #8 son los mismos empleados en la práctica #7, con algunos equipos adicionales como:

bomba trifásica, variador de velocidad, electroválvulas, transmisor de presión y manómetro.

Estas figuras o imágenes son las siguientes: 74 y 75 situadas en las páginas 118.

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #8.

En esta práctica se podrá entender de forma práctica el funcionamiento de un transmisor de presión como equipo digital y del manómetro como equipo análogo.

Se podrá entender el principio de funcionamiento del manómetro y el interior del mismo como es el tubo de Bourdon.

Aplicar los pasos que indica el método de Ziegler para poder determinar los valores de PID que permitan que trabaje el lazo de control de forma adecuada.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones y breaker de alimentación y usar el equipo o instrumento de manera técnica.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situadas en las páginas 67, 68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 86, detalle de los párrafos. Para completar la operación de detallan los siguientes párrafos.

Determinado los valores de P-I-D ingresarlos en el cuadro superior izquierdo de la figura 48 y arrancar con la prueba del lazo de control. En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa en tiempo real y donde se puede apreciar algún cambio al momento de cambiar los valores de P-I-D del lazo.

Se determinaron los valores de P-I-D, el valor de P debe ser de 0,810 y el valor de I debe ser de 9,498 y el valor de D debe ser 0,001 como se muestra en la figura 77, la misma que fue tomada en el momento de ejecución de esta lazo de control.

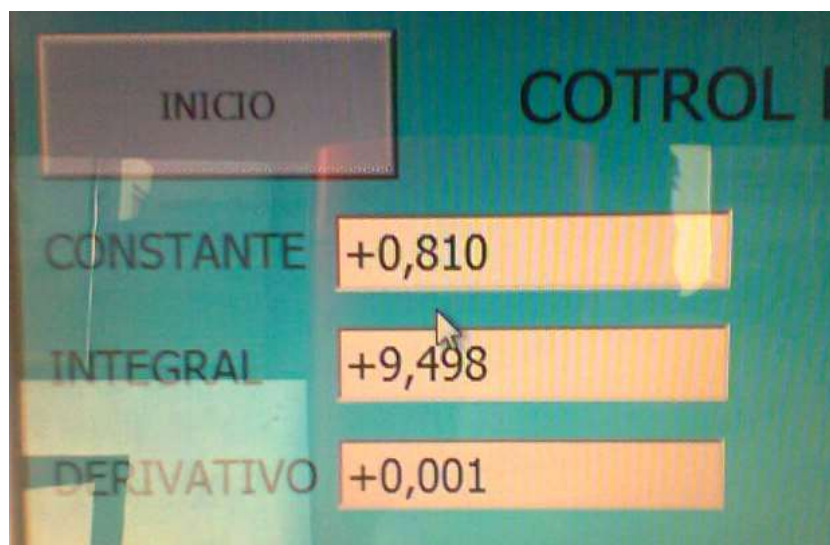


FIGURA 77: PANTALLA DEL LAZO DE PESO PI

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software, Prueba lazo de peso, 2013

Se debe realizar pruebas de comunicación previa al arranque de la prueba del lazo de control.

Para operar este lazo el usuario debe dirigirse a la pantalla que se muestra en la figura 49, ubicada en la página 69, que es la pantalla de operación del lazo de control PID, este lazo es el de presión.

Determinado los valores de PID ingresarlos en el cuadro superior izquierdo de la figura 49 y arrancar con la prueba del lazo de control.

En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa en tiempo real , de igual forma al realizar algún cambio en los valores de PID del lazo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Todos los equipos se encontraron en perfecto estado previo a las pruebas del banco.
- La presión mostrada en la pantalla por medio del transmisor de presión fue la misma que se mostró en el manómetro.
- Se apreció la variación de presión en el sistema y el tiempo de respuesta del lazo de control por medio de la bomba, activando de forma manual las válvulas V1 y V2, donde se incrementaba o disminuía la presión del agua.
- El agua como medio a utilizar para la prueba es recirculada en el sistema y se emplea una válvula manual de descarga llamada V6.
- Se comprobó la teoría de Ziegler y se determinaron los valores idóneos para el buen funcionamiento del lazo de control PID, ver figura 77.
- Se observó en la gráfica de control (figura 50) la curva de funcionamiento del lazo de control PID, esta fue observada con los valores hallados.
- Se realizaron cambios en los valores de PID para observar, analizar y entender la gráfica de control.

4.2.9 PRÁCTICA 9

TEMA:

OPERACIÓN DE PROCESO POR BATCH (MANUAL- AUTOMÁTICO).

OBJETIVO:

- Comprobar y verificar que cada uno de los equipos a utilizar se encuentren en perfecto estado en el banco de prueba.
- Realizar el encendido o activación de los equipos o instrumentos de forma manual previa a poner en marcha el lazo de control PID
- Entender el manejo de variables o proceso por Batch.
- Realizar pruebas con el cambio de setpoint y simular un proceso por Batch.
- Indicar donde se realizan estos procesos por Batch y realizar la práctica simulando un proceso Batch por peso y luego este peso sea descargado en el tanque de presión de forma manual.
- Comprender y aplicar la teoría de Ziegler para determinar los valores de PI propios para el sistema y obtener un buen funcionamiento del mismo.
- Analizar los cambios realizados en el control PI que efecto produce con el cambio de valores de estas variables y en el proceso Batch.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y reconocer como trabaja un proceso Batch.
- Demostrar que lo visto en la teoría respecto a la teoría de Ziegler se cumpla en la práctica.
- Analizar las gráficas y los cambios de la misma.



PROCEDIMIENTO











1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.




Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y rango.

2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 11: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #9

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Manómetro	Marshallton	---	0-200 KPa 0-30psi	1/4 " vertical dial de 2"	Bronce	
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	

Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	½ hp	1”	Bronce	
Controlador	PR eletronic	4116	0-100 kg 4-20 mA	In voltios Out corriente		
Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4”	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4”	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4”	Bronce	
Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2”	A/I	
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	

Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.

Las imágenes de los equipos e instrumentos que se utilizan en esta práctica #9 son los mismos empleados en la práctica #1, donde detalla el reconocimiento de todos los equipos del banco de prueba.

Efectivamente para esta práctica pondremos en uso todos los equipos del banco de prueba, de forma combinada y en un sistema en manual y otro en automático.

Estas figuras o imágenes que se emplearan en esta práctica son las siguientes: 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75 situadas en las páginas 78, 79, 80, 85, 86, 91, 92, 104, 110, 111, 112, 118.

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #9

En esta práctica se podrá entender de forma práctica el funcionamiento de un transmisor de presión, celdas de carga y demás, se podrá realizar combinaciones de trabajo entre todos los equipos.

En esta figura 47, situado en la página 68 se aprecia que el proceso Batch puede ser operado por nivel del tanque o por peso, al momento de digitar un valor set point en el cuadro que indica “definir punto”, vale indicar que antes de dar arranque al sistema se deben ingresar los valores de PI y tener la opción de automático activado.

Aplicar los pasos que indica el método de Ziegler para poder determinar los valores de PI para el lazo de control de peso y luego la descarga se la realizará de forma manual hacia el tanque de presión y luego por medio de la V6 descargar al recipiente inicial del agua, se sugiere trabajar esta práctica con los valores hallados de P-I-D en las prácticas 7 y 8.

Se realizará el proceso Batch en el tanque de peso para entender este proceso, considerando las limitaciones del tanque, luego esta agua será descargada al tanque de presión donde se tendrá que operar válvulas de paso y demás de forma manual para que esta agua llegue al tanque de presión y por medio de la V6 retorne a su recipiente matriz de agua.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones en general antes del uso del banco de prueba, todos los equipos o instrumentos del banco de prueba deben ser tratados de manera técnica.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50 situadas en las páginas 67 ,68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 86, leer detalle de los párrafos. Para completar la operación de detallan los siguientes párrafos.

Se debe realizar pruebas de comunicación previa al arranque de la prueba del lazo de control.

Para operar este proceso por Batch el usuario debe dirigirse a la pantalla que se muestra en la figura 48, ubicada en la página 68, que es la pantalla de operación del lazo de control PI y es donde se va a operar este tipo de proceso.

En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa en tiempo real y donde se puede apreciar algún cambio al momento de cambiar los valores de PID del lazo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Todos los equipos se encontraron en perfecto estado previo a las pruebas del banco.
- Se comprende que es el proceso por Batch, el mismo que es utilizado en el proceso de la elaboración del azúcar; el envío de jugo de caña es por Batch de 500 kg.
- El agua como medio a utilizar para la prueba es recirculada en el sistema y se emplea una válvula manual de descarga llamada V6.
- Se comprobó la teoría de Ziegler y se determinaron los valores idóneos para el buen funcionamiento del lazo de control PID, se trabajó con los valores hallados en las prácticas 7 y 8.
- Se observó en la gráfica de control (figura 50) la curva de funcionamiento del lazo de control PI y el cambio de la misma luego de varios Batch.
- Se recomienda ajustar lo más exacto el sistema para apreciar de forma gráfica una mayor estabilidad en el sistema o lazo de control.

4.2.10 PRÁCTICA 10

TEMA:

**LAZO DE CONTROL PESO PI + LAZO DE CONTROL DE PRESIÓN PID.
(COMBINACIÓN DE LAZOS AUTOMÁTICOS)**

OBJETIVO:

- Comprobar y verificar que cada uno de los equipos a utilizar se encuentren en perfecto estado en el banco de prueba.
- Realizar el encendido o activación de los equipos o instrumentos de forma manual previa a poner en marcha el sistema.
- Entender el manejo de proceso por Batch y presión.
- Comprender las combinaciones de estos dos lazos de control e indique una aplicación en el campo industrial.
- Comprender y aplicar la teoría de Ziegler para determinar los valores de PI y PID de los respectivos lazos de control para una operación óptima de la combinación de los mismos.
- Obtener conclusiones y recomendaciones de la práctica.

ALCANCE:

- Demostrar y reconocer como trabajan los lazos de control combinados.

- Demostrar que lo visto en la teoría respecto a la teoría de Ziegler se cumpla en la práctica y comprobar que estos alzos de control pueden trabajar de forma independiente como combinados.


PROCEDIMIENTO

1.-IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARSE EN ESTA PRÁCTICA.




Se define un listado de todos los instrumentos y equipos que se van a utilizar en esta práctica, con una detallada revisión de datos como marcas, conexiones, tipo y rango.




2.-EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 12: EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA #10

	Marca	Modelo	Rango	Conexión	Material	Imagen
Manómetro	Marshallton	---	0-200 KPa 0-30psi	1/4 " vertical dial de 2"	Bronce	
Transmisor de presión	Wika	S-10	0-100 PSI	1/2 "	A/I	
Celda de carga	Tedea	Tipo barra	0-100 KG	6 hilos	A/I	
Bomba Centrífuga	Calpeda	Electro-pompa	1/2 hp	1"	Bronce	

Controlador	PR eletronic	4116	0-100 kg 4-20 mA	In voltios Out corriente		
Electroválvula 2/2	Danfoss	EB210B	On-off	1 / 4"	Bronce	
Electroválvula 2/2	Airtac	2L200-20 NC	On-off	3 / 4"	A/I	
Electroválvula 2/2	Asca	Red-hat NC	On-off	3 / 4"	Bronce	
Válvula manual	FV	Globo	Paso total	1 / 2"	A/I	

	Marca	Modelo	Conexión	Entradas	Salidas	Imagen
PLC	Siemens	Cpu1214	120 Vac	Dix14 / Aix2	Dix10 / Aix1	
Variador de Velocidad	Schneider	Atv12	220 Vac	0-5 v	4-20 mA	
Regulador	7805	7805R	24 Vdc	24 Vdc	5 Vdc	

Fuente Ac/Dc	Hanyoung	T48N	120 Vac	120 Vac	24 Vdc	
Relés eléctricos	Rx	Hf-115	120 Vac	120 Vac	NA/NC	
Router	D-link	Dir-600	120 Vac	Rj-45		

3.-IMÁGENES DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA.

Las imágenes de los equipos e instrumentos que se utilizan en esta práctica #10 son los mismos empleados en la práctica #1, donde se detalla el reconocimiento de todos los equipos del banco de prueba.

Efectivamente para esta práctica pondremos en uso todos los equipos e instrumentos del banco de prueba, de forma combinada y en un sistema automático y el otro en el mismo estado automático.

Estas figuras o imágenes que se emplearan en esta práctica son las siguientes: 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75 situadas en las páginas 78, 79, 80, 85, 86, 91, 92, 104, 110, 111, 112, 118.

4.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA #10.

En esta práctica se podrá entender de forma práctica el funcionamiento del banco de prueba en general y todas sus bondades, se podrá realizar combinaciones de trabajo entre todos los equipos.

En las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, situada en las páginas 67, 68 y 69 se aprecia el proceso Batch y el control de lazo de presión y existe un botón en la figura 48 que dice “Activa control paso a presión” es el único botón que permite realizar la combinación de los dos lazos de control y en ese orden.

Aplicar los pasos que indica el método de Ziegler para poder determinar los valores de PID para el lazo de control de peso y presión.

Se realizará la práctica de la siguiente manera: inicia con el proceso Batch de llenado en el tanque de peso hasta llegar al set point solicitado, luego de forma automática arranca el lazo de control de presión y opera hasta alcanzar el set point deseado, este último lazo de control posee la opción de variar la presión operando de forma manual las válvulas V1 y V2.

Con el fin de evitar accidentes o daños de los equipos se sugiere revisar las conexiones en general antes del uso del banco de prueba, todos los equipos o instrumentos del banco de prueba deben ser tratados de manera técnica.

5.-OPERACIÓN DEL PROGRAMA.

Las pantallas de operación del programa desde la PC se detallan en las figuras 46, 47, 48, 49 y 50 situadas en las páginas 67, 68 y 69.

Se realiza el mismo procedimiento detallado en la práctica #1 y #2. Página 81 y página 86, leer detalle de los párrafos. Para completar la operación se detallan los siguientes párrafos.

Se debe realizar pruebas de comunicación previa al arranque de la prueba del lazo de control.

Para operar este proceso por Batch el usuario debe dirigirse a la pantalla que se muestra en la figura 48, ubicada en la página 68, que es la pantalla de operación del lazo de control PI y es donde se va a operar este tipo de proceso combinado.

Inspeccionar que previo al arranque de esta práctica deben estar ingresados los valores de PID en los respectivos lazos, al igual que debe estar ingresado el set point de presión.

En la figura 50, situada en la página 69 muestra la pantalla donde se puede apreciar la generación de la rampa en tiempo real y donde se puede apreciar algún cambio al momento de cambiar los valores de PID de los lazos de control presión y peso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Todos los equipos se encontraron en perfecto estado previo a las pruebas del banco.
- Se comprende que es el proceso por Batch, el mismo que es utilizado en el proceso tostión del café, para ingresar la carga a tostar es por Batch de 500 kg.
- El agua como medio a utilizar para la prueba es recirculada en el sistema y se emplea una válvula manual de descarga llamada V6.
- Se comprobó la teoría de Ziegler y se determinaron los valores idóneos para el buen funcionamiento del lazo de control PI y PID, se sugiere trabajar con los valores de la práctica 9.
- Se pudo observar en la gráfica de control (figura 50) la curva de funcionamiento del lazo de control PI y PID. Se realizaron cambios en los valores de PI y PID para observar, analizar y entender la gráfica de control.

- Se recomienda ajustar lo más exacto el sistema para apreciar de forma gráficas mayor estabilidad en el sistema o lazo de control.
- Estos lazos de control combinados son muy aplicables en el campo industrial, citando como ejemplo en el proceso del café al momento de extraer el jugo del mismo pasa a unos tanques balanzas y luego se envía a centrifugarse, todo este proceso combinado es automático.

4.2.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 13: CRONOGRAMA

	AÑO 2012					
Actividad	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Aprobación de tema de tesis.	X					
Consultas e Investigaciones.	X	X				
Compra de materiales y equipos.		X	X	X		
Montaje del Banco de prueba.					X	X
	AÑO 2013					
Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Montaje del Banco de prueba.	X	X				
Programación y pruebas.			X	X	X	
Casa Abierta						X
Presentación y Sustentación.						X

4.2.12 PRESUPUESTO

4.2.12.1 DETALLE DE PRESUPUESTO

Las tablas siguientes que se presentan a continuación detallan costos de cada uno de los equipos, instrumentos y estructura del banco de prueba.

El equipo más complejo de conseguir fue la bomba trifásica de ½ hp, se cotizaron en algunas empresas pero algunas solo nos podían vender el motor, otras en cambio solo

la bomba, se consiguió una opción quien la ensamble pero por entendidos en la materia indicaron que es difícil que el ensamble quede óptimo para el trabajo.

Otra dificultad o duda fue en determinar el material de elaboración de los tanques de presión y peso.

COSTOS

Tabla 14: INFORMACIÓN GENERAL DE TESIS

TESIS DE GRADO	INTEGRANTES	COSTO POR PERSONA	COSTO TOTAL
BANCO DE PRUEBA DIDÁCTICO/DINÁMICO.	2 ESTUDIANTES	\$ 2262.95	\$ 4525.91

4.2.12.1 LISTA DE MATERIALES – EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Tabla 15: PRECIOS DE EQUIPOS Y MATERIALES

Elemento /descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Construcción de estructura de banco de prueba.	u	1,00	450,00	450,00
Construcción de 2 tanques / según medidas.	pza	2,00	85,00	170,00
CPU 1214c Ac/Dc 120/220 vac,14di-siemens	u	1,00	565,00	565,00
SM 1234 módulo de 4ai/2ao -siemens	u	1,00	453,00	453,00
Variador de velocidad 1/2hp 200-240v –telemecanique.	u	1,00	307,00	307,00
Riel din 35mm aluminio (1mt)	mt	2,00	3,10	6,20
Breaker de 2 polos 16 amp /240v-siemens	u	1,00	13,68	13,68
Breaker de 2 polos 4 amp / 240v-siemens	u	1,00	20,97	20,97
Relé interfase 1nc+1na 230vac p/base 51205 y led 512013hf.	u	10,00	4,50	45,00
Base para relé interfase 46973-75-80 y led 51201-13hf.	u	10,00	3,50	35,00
Anillo marcador 18-12 #0	caja	10,00	1,20	12,00
Cable ext.flex.#18 awg tff	mt	100,00	0,20	20,00
Luz piloto verde 16mm-ebc	pza	2,00	1,50	3,00

Bornera cubierta 12p 15 a 600v-csc	pza	4,00	2,50	10,00
Bornera cubierta 4p 15 a 600v-csc	pza	1,00	1,50	1,50
Cable de instrumentación 2x18+tierra	mt	10,00	3,00	30,00
Canaleta ranurada 33x65mmx2m	pza	1,00	7,40	7,40
Fuente 24vdc - hanyoung	pza	1,00	90,00	90,00
Pulsador hongo 22mm 1nc c/retención	pza	1,00	3,30	3,30
Contactador 12amp lc1d12 c/bobina 220vac -telemecanique	pza	1,00	35,49	35,49
Cable sucre 3x14 awg	mt	10,00	1,20	12,00
Guardamotor de 1.8 a 2.5 amp – telemecanique.	pza	1,00	51,85	51,85
Interruptor rotativo off/on 32 a-ebc	pza	1,00	28,50	28,50
Controlador preelectronico 4116	pza	1,00	405,00	405,00
Display 4105 de 4 dígitos.	pza	1,00	92,00	92,00
Transmisor de presión de 0-100 psi / Wika / toma de 1/2"	pza	1,00	175,00	175,00
Electroválvula de 1/4" Danfoss / ev210b	u	5,00	101,78	508,90
Electroválvula de 3/4" Airtac / agua	u	1,00	201,00	201,00

Electroválvula de 3/4" Asca / agua	u	1,00	145,80	145,80
Celda de carga Tedeo 100kg / 6hilos	u	1,00	180,00	180,00
Manómetro toma 0-30 psi / 1/4" de bronce / dial 2"	u	1,00	35,00	35,00
Bomba trifásica de 1/2hp – 220vac	pza	1,00	280,00	280,00
Tuberías de pvc de 1/2" / 6 mts	pza	1,00	11,50	11,50
Accesorios de pvc de 1/2"	pza	24,00	0,80	19,20
Tuberías de pvc de 3/4" / 6 mts	pza	1,00	18,30	18,30
Accesorios de pvc de 3/4"	pza	12,00	0,95	11,40
Válvula manual de globo 1/2" en a/i	u	1,00	7,00	7,00
Recipiente para agua /cap. 35 litros	u	1,00	25,00	25,00
Pintura y demás.	u	1,00	25,00	25,00
Gastos varios (transporte, comida,etc)	u	1,00	150,00	150,00
sub-total				\$4040.99
IVA 12%				\$ 484.92
Total				\$ 4525.91

CONCLUSIONES

- El tema de nuestra tesis de grado el “Banco de prueba” es un elemento y aporte de para el laboratorio de automatización de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.
- Esta tesis de grado se complementa con los módulos, PC y demás equipos instalados actualmente en el laboratorio de automatización.
- Se espera que esta tesis de grado sea aprovechado y utilizado de manera correcta por lo alumnos de la Universidad en especial los de la carrera de Ingeniería Electrónica.
- La tesis sirve para que los alumnos comprendan el funcionamiento de los equipos e instrumentos instalados en el Banco de prueba y será un aporte para que los estudiantes se enfrente con la realidad en el campo industrial.
- Se espera que este proyecto de tesis de grado sea tomado como modelo o ejemplo para futuros estudiantes que estarán por graduarse, continuando así con el aporte a la educación Universitaria.
- Las fotos de este documento fueron tomadas por (AUTORES, FOTOS) en diferentes momentos de la ejecución del trabajo o montaje del proyecto de tesis.
- Las imágenes de este documento fueron realizadas por (AUTORES, IMÁGENES) en diferentes programas como: Autocad, Word, Paint, TIA PORTAL, etc.
- Se agradece a las personas que de una u otra forma aportaron con ideas, espacio y demás para que este proyecto de tesis se cumpla, según como fue planteado al inicio.
- El levantamiento de información como su propuesta de mejora se encuentran diseñado en los anexos del presente tema de tesis de grado, su explicación al detalle logrará su implementación.
- Se concluye el éxito esta tesis de grado con una excelente exposición en la casa abierta del presente año 2013.

RECOMENDACIONES

- Para esta tesis de grado se recomienda elaborar todas las prácticas en la secuencia indicada para evitar accidentes y daños en el banco de prueba.
- Se recomienda leer el manual de usuario previo a la operación del sistema desde la PC.
- Se recomienda entender el funcionamiento de cada uno de los equipos e instrumentos instalados en el Banco de prueba para entender mejor el sistema de control en general.
- Tener precaución en la conexión principal del sistema, verificar, medir antes de activar los breaker de fuerza y control.
- Para el traslado del equipo o Banco de prueba realizarlo de manera adecuada para evitar daños de la celda de carga y demás instrumentos, el Banco de prueba cuenta con ruedas para facilitar el traslado.
- La propuesta de tesis está diseñada para el mejoramiento de las prácticas en el laboratorio de automatización, la implementación dará como resultado mayor aprendizaje de equipos utilizados en la industria.
- La recomendación general es la aplicación de todos los procedimientos descritos en cada esquema capitular.

BIBLIOGRAFÍA

INTERNET

- [1] Siemens, Automatización , PLC S7-1200, 2009, disponible en: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf
- [2] Valeria Elena Gómez, Tipos de Variables digitales y analógicas, 2006 ,disponible en: http://www.dav.sceu.frba.utn.edu.ar/homovidens/gomezgomez_paz/PROYECTI N/PAGINA/tiposdevariablesA.htm
- [3] Tecnología y electrónica, Comunicación Inalámbrica, 2013, disponible en: <http://justo.mayora.over-blog.es/article-los-estandares-de-comunicacion-inalambrica-wi-fi-114198157.html>
- [4] WILO, bomba centrifuga, 2005, disponible en: http://www.wilo.es/fileadmin/es/Downloads/pdf_entero.pdf
- [5] Danfoss, válvula solenoide 2/2 modelo EV210B - 1/4” , 2013, disponible en: <http://www.ra.danfoss.com/TechnicalInfo/Literature/Manuals/04/IC.PD.200.A7.05.pdf>
- [6] Wika, Catalogo de Productos, transmisor de presión, 2008, Edición 2008.
- [7] Schneider, Variador de velocidad, Altivar ATV, 2009, disponible en: [http://www.global-download.schneider-electric.com/852575770039EC5E/all/51D896220B0F1856852575CA006361B8/\\$File/catalogo%20altivar%20312.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/852575770039EC5E/all/51D896220B0F1856852575CA006361B8/$File/catalogo%20altivar%20312.pdf)
- [8] PR-ELECTRONIC, controlador universal 4116, PR-4116, 2008, disponible en: <http://www.prelectronics.es/prefiles/4116/Datablad/4116es.pdf>
- [9] Danfoss, electroválvulas, 2012, disponible en: http://www.danfoss.com/Latin_America_spanish/BusinessAreas/IndustrialControls/Products_pdf/
- [10] Airtac, electroválvula 2/2, 2L-200, 2008, disponible en: <http://es.airtac.com/upload/201108291127441406.PDF>
- [11] Hanyoung, fuente de poder, HNPS, 2008, disponible en : http://hynux.net/sub01_01_01_view.php?lcode=06&mcode=0603&pcode=1305100116
- [12] Tedeá, celda de carga, tipo barra / AI, 1999, disponible en : <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/034f/0900766b8034f190.pdf>

- [13]Asco, electroválvula / solenoides 2/2 , 8210 , 2010, disponible en:
<http://electro-valvulas.com/electro-valvulas-solenoides-asco/>
- [14]Siemens, TIA PORTAL, V11, 2009 ,disponible en:
https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/tia_portal/Pages/TIAPortal.aspx
- [15]Autodesk, manual de usuario, Autocad 12, 2012, disponible en:
http://exchange.autodesk.com/autocad/sites/default/files/autocadLT_pdf_users-guide_esp.pdf
- [16]Plastigama, línea Roscable P/P, tubería y accesorios para agua caliente y fría, 2012 disponible en: http://sitio.plastigama.com/producto/construccion/item/linea-roscable-pp-para-agua-caliente-y-fria.html?category_id=4
- [17]Virginia Mazzone, Controladores PID, Universidad de Quilmes, 2002 disponible en: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

LIBROS

- Antonio Creus Sole, Instrumentación Industrial, 1993,5ta edición, Marcombo.
- Antonio Creus Sole, Instrumentación Industrial, 2005, 7ma edición, Marcombo.
- Ernest E. Doebelin, Sistemas de medición e instrumentación, 2006, Diseño y aplicación. 5ta edición.

ANEXOS

ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO

INICIO

En la figura 78 se observa la pantalla inicial, la misma que aparece luego de encender la PC, en la parte inferior izquierda se encuentra una carpeta con el software y programa del sistema de control del Banco de Prueba.



FIGURA 78: PANTALLA INICIAL DE LA PC

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013



FIGURA 79: CARPETA EN LA PARTE INFERIOR

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

Damos doble click a la carpeta de la figura 79, al realizar esta operación se muestra la pantalla que se aprecia en la figura 80, donde aparece el icono del software del programa del PLC 1200, este software llamado TIA PORTAL.

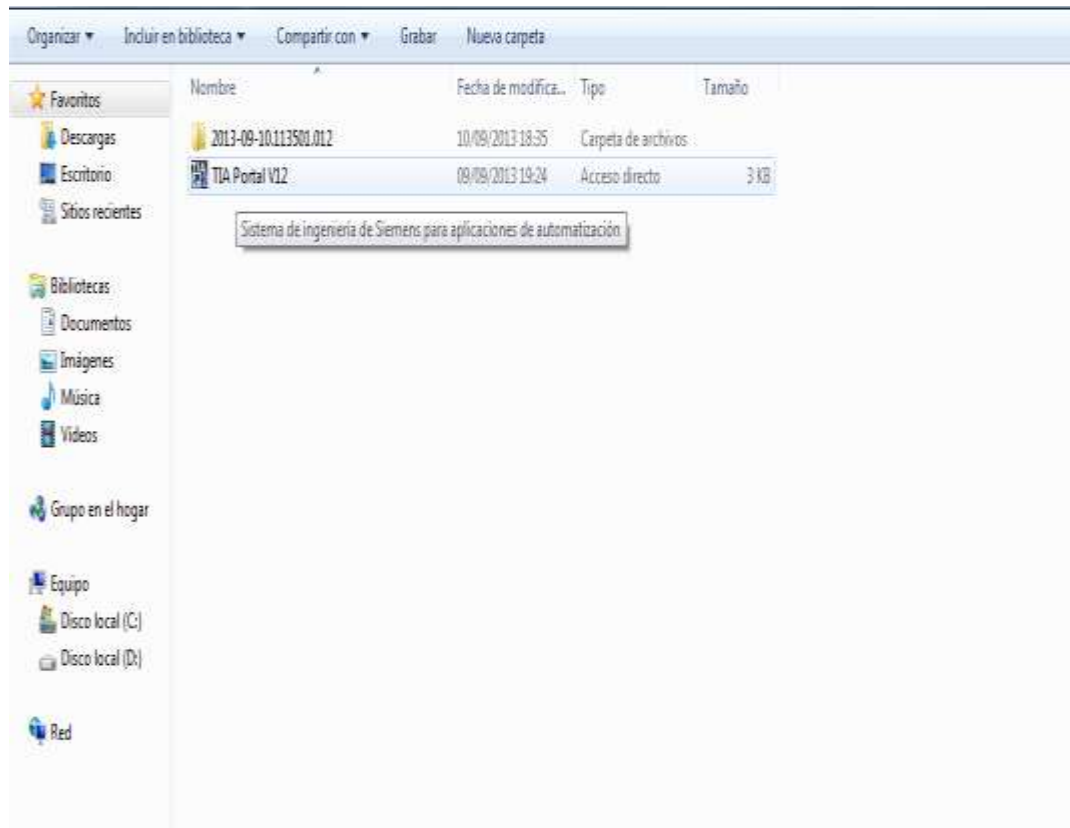


FIGURA 80: DOBLE CLICK A LA CARPETA

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013



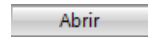
FIGURA 81: TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

Damos doble click al icono de la figura 81 para abrir el mencionado programa y se muestra la pantalla de la figura 82 y muestra los archivos o ejercicios realizados.

Seleccionamos el archivo BANCO DE PRUEBAS2_V12, el que está marcado de tono azul según la figura antes mencionada.

Al seleccionar luego nos dirigimos al botón con la palabra



“Abrir”

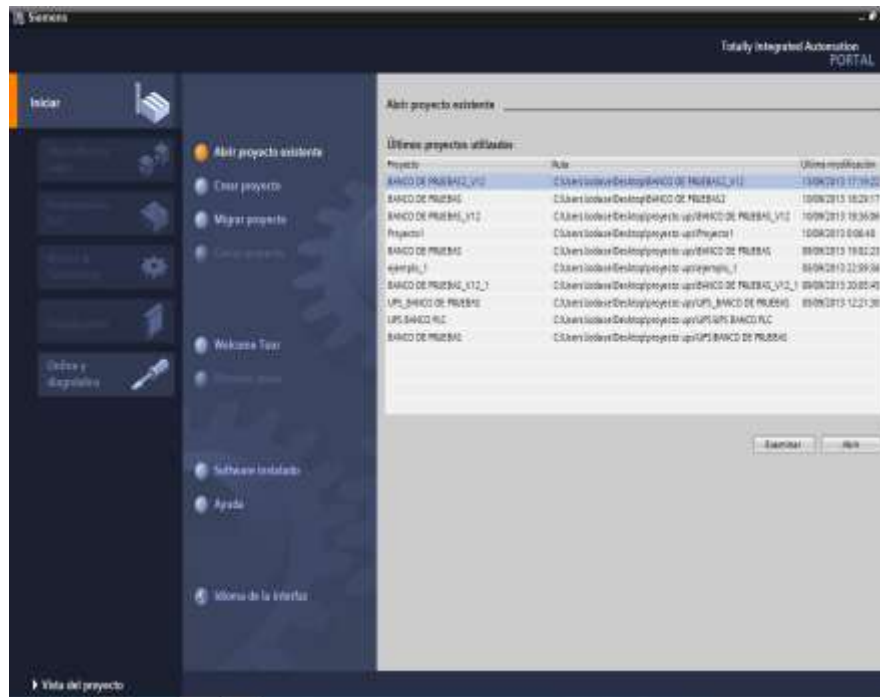


FIGURA 82: PANTALLA INICIAL DEL TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

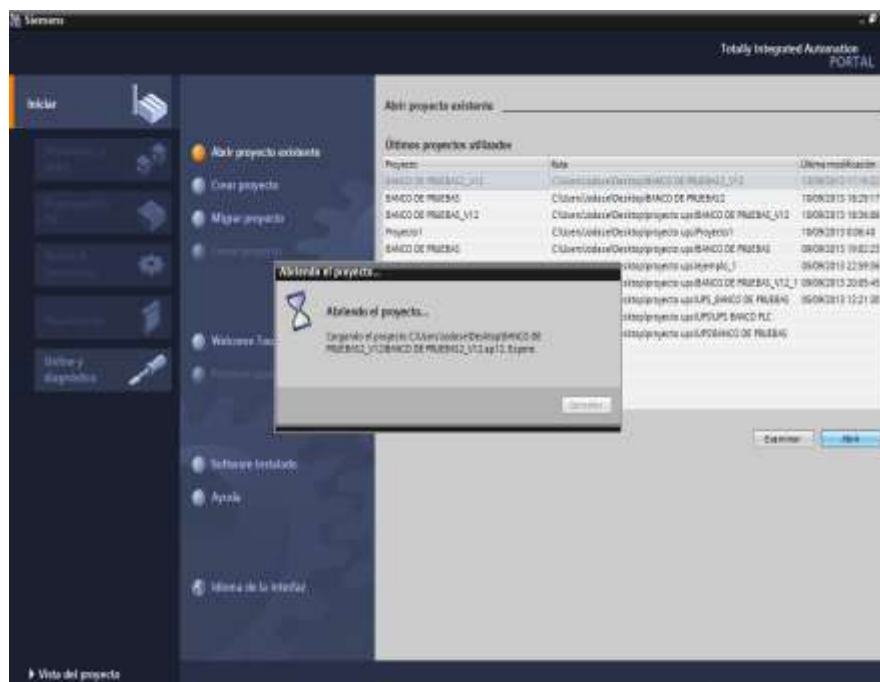


FIGURA 83: ABRIENDO ARCHIVO PROGRAMADO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013



FIGURA 84: VENTANA DE PROYECTO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

En la figura 84 muestra la ventana del proyecto realizado para el Banco de Prueba, seleccionamos la palabra “Abrir la vista del proyecto” y observamos la pantalla de la figura 85.

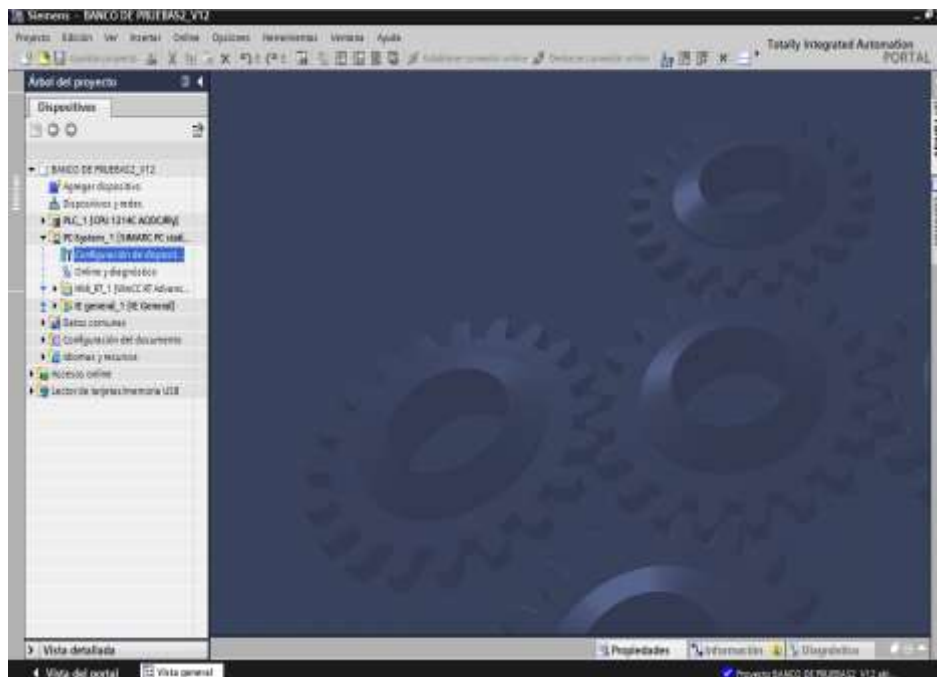


FIGURA 85: VENTANA DE PROYECTO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

Del lado izquierdo de la pantalla mostrada en la figura 85, observamos las carpetas u opciones del programa realizado tanto en el PLC y en el HMI o Run Time. Cada una de estas se puede abrir para revisar, analizar y editarlo.

En la figura 86 muestra la carpeta llamada “PLC1” al dar doble click a la misma aparece la carpeta llamada “Bloques de programa” donde detallan los bloques de programación para el banco de prueba.

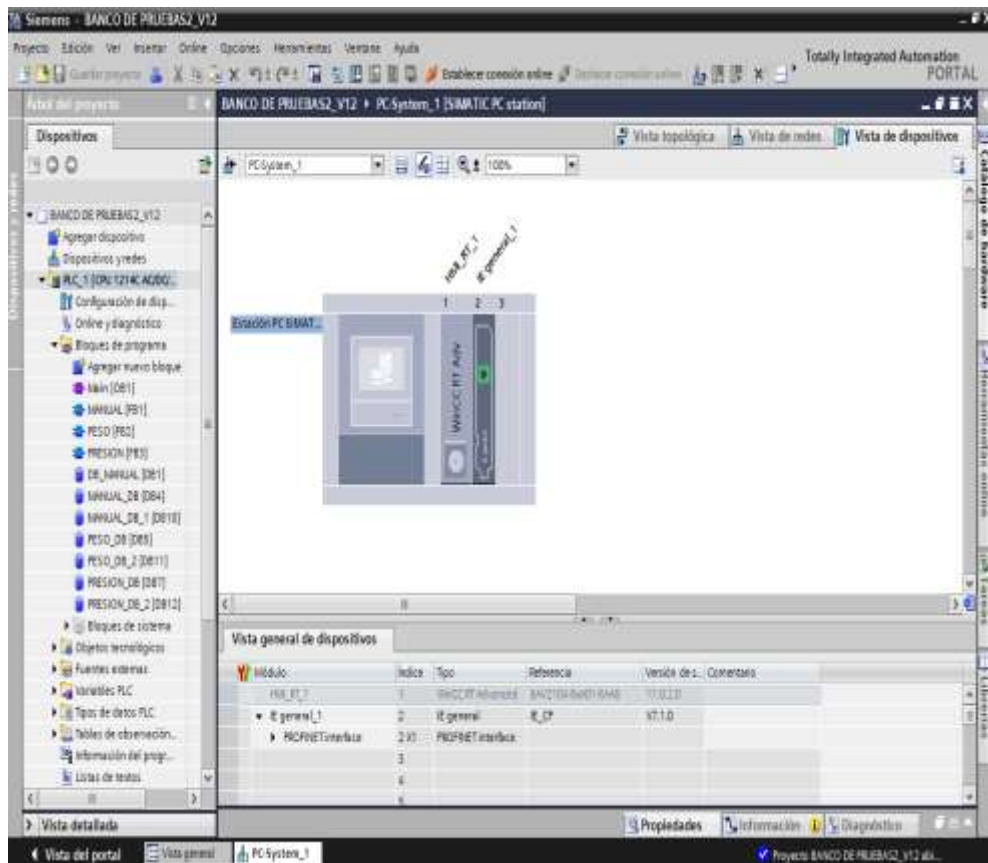


FIGURA 86: CARPETA PLC1 - BLOQUES

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

En la figura 87 muestra la carpeta llamada “PC System” y dentro de esta una llamada “HMI_RT_1” al dar doble click a esta carpeta podemos apreciar toda la pantalla de operación y de donde vamos a dar marcha al sistema dirigiéndonos al icono en la parte superior que se llama “Inicio RunTime en la PC”.

Y la primera pantalla de operación del sistema que aparece es la de la figura 46, situada en la página 65, desde donde inicia la operación del Banco de Prueba y se las puede operar siguiendo el orden de la prácticas de laboratorio de automatización.

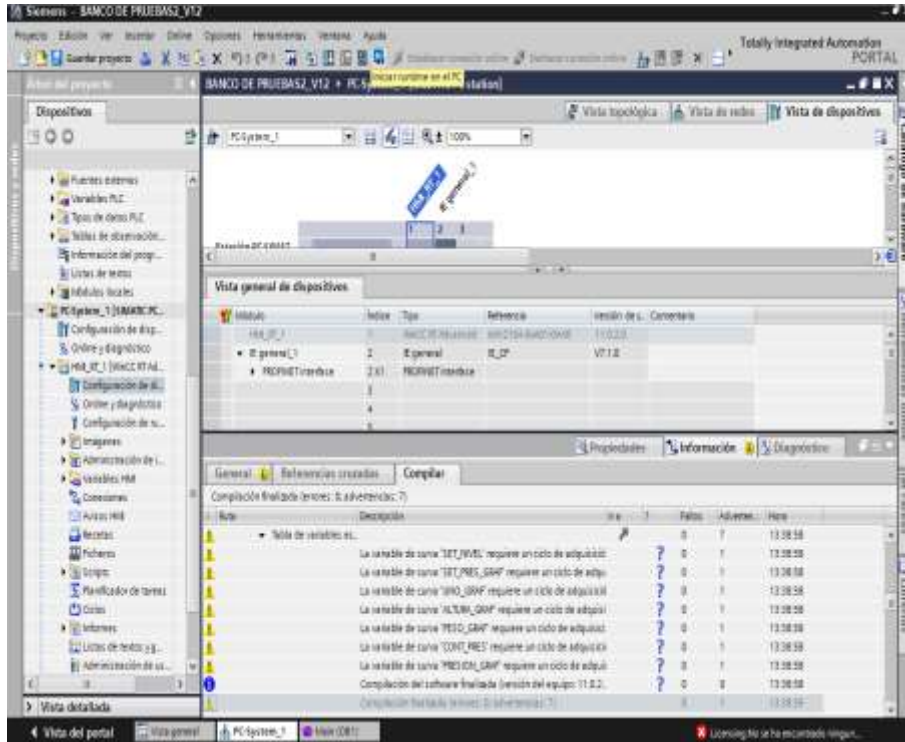


FIGURA 87: HMI - INICIO DE RUN TIME

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Software TIA portal, manual de usuario , 2013

MANUAL DE FALLAS O AVERÍAS

Como fallas o alarmas el Banco de prueba presenta una luz piloto de color rojo ubicada en la parte frontal del tablero de control, la misma que es encendida cuando la bomba se apague por cualquiera de los siguientes motivos:



FIGURA 88: TABLERO / ALARMAS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Tablero, Alarmas / Banco de prueba, 2013

- Sobrecalentamiento del motor.

- Amperaje elevado.

- Estos factores se pueden producir si la bomba esta cavitando y falta cebar la misma, ocasionando que el guardamotor se dispare, paralizando el variador de velocidad.

Como averías en el Banco de pruebas, estas se pueden apreciar en las pantallas de operación (ve figura 47, 48, 49) como por ejemplo al no emitir una lectura el transmisor de presión o la celda de carga lo que impediría realizar el control de los respectivos lazos de control.

Para observar la operación o encendido de las electroválvulas instaladas en el Banco de prueba estas tienen una luz piloto en pantalla (ver figura 47, 48, 49) que indican que esta activada, de observar esta señal y la electroválvula no opere con normalidad, se puede verificar las bobinas de cada una de ellas de las siguientes maneras:

- Al activar cada electroválvula emite un sonido fuerte permisible para el oído.

- Se puede comprobar con un desarmador si la bobina está magnetizando.

- Se puede comprobar con un multímetro en los terminales de conexión los 110 Vac.

- Se puede revisar que el led del relé este activado.

ANEXO 2: PLANOS GENERALES DEL SISTEMA

BANCO DE PRUEBA / VISTA FRONTAL

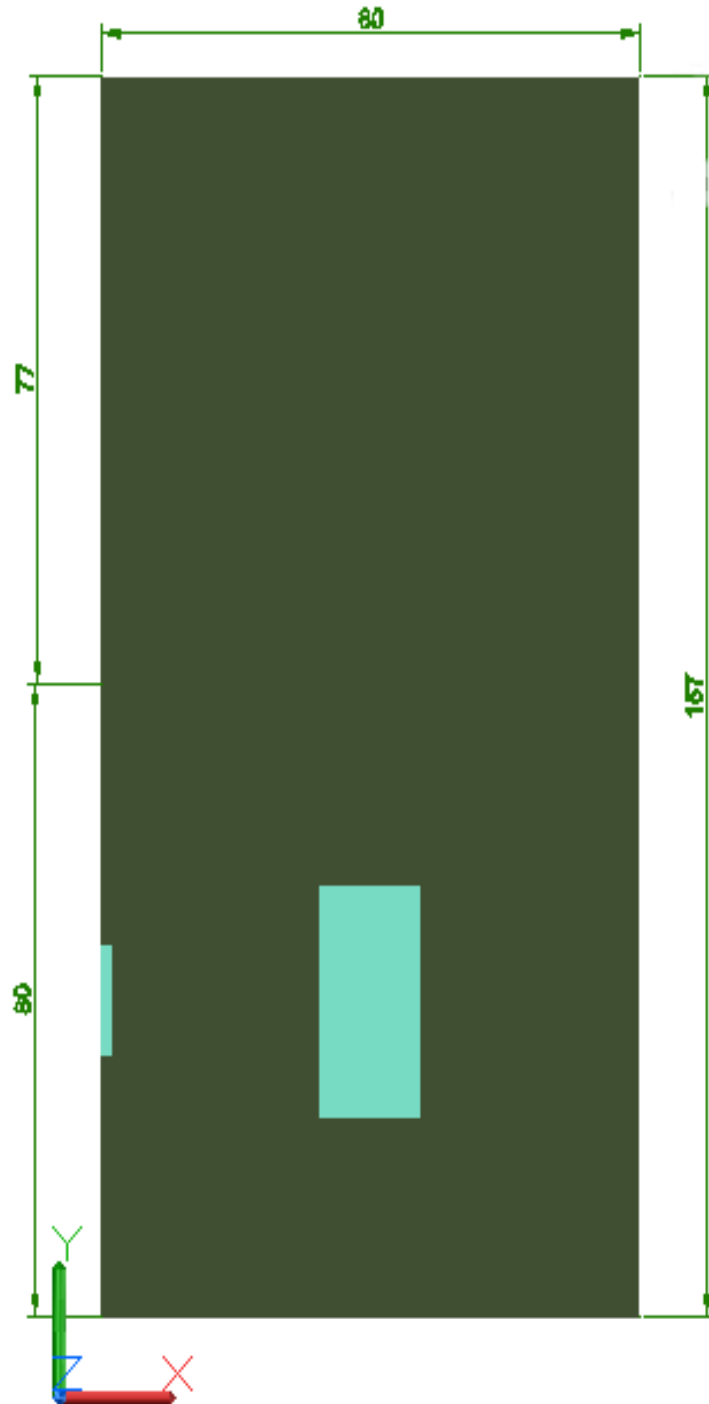


FIGURA 89: ACOTACIONES FRONTALES

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

BANCO DE PRUEBA / VISTA POSTERIOR

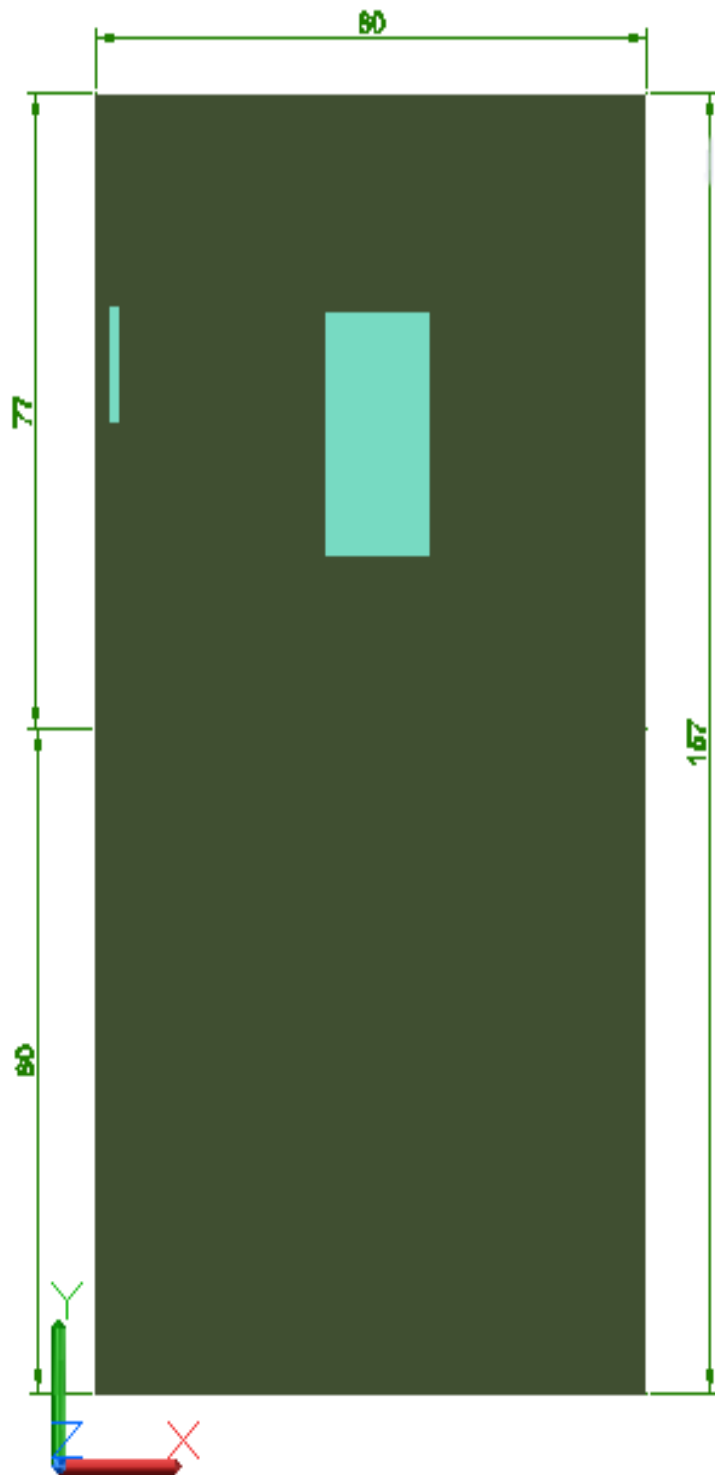


FIGURA 90: ACOTACIONES POSTERIORES

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

BANCO DE PRUEBA / VISTA IZQUIERDA

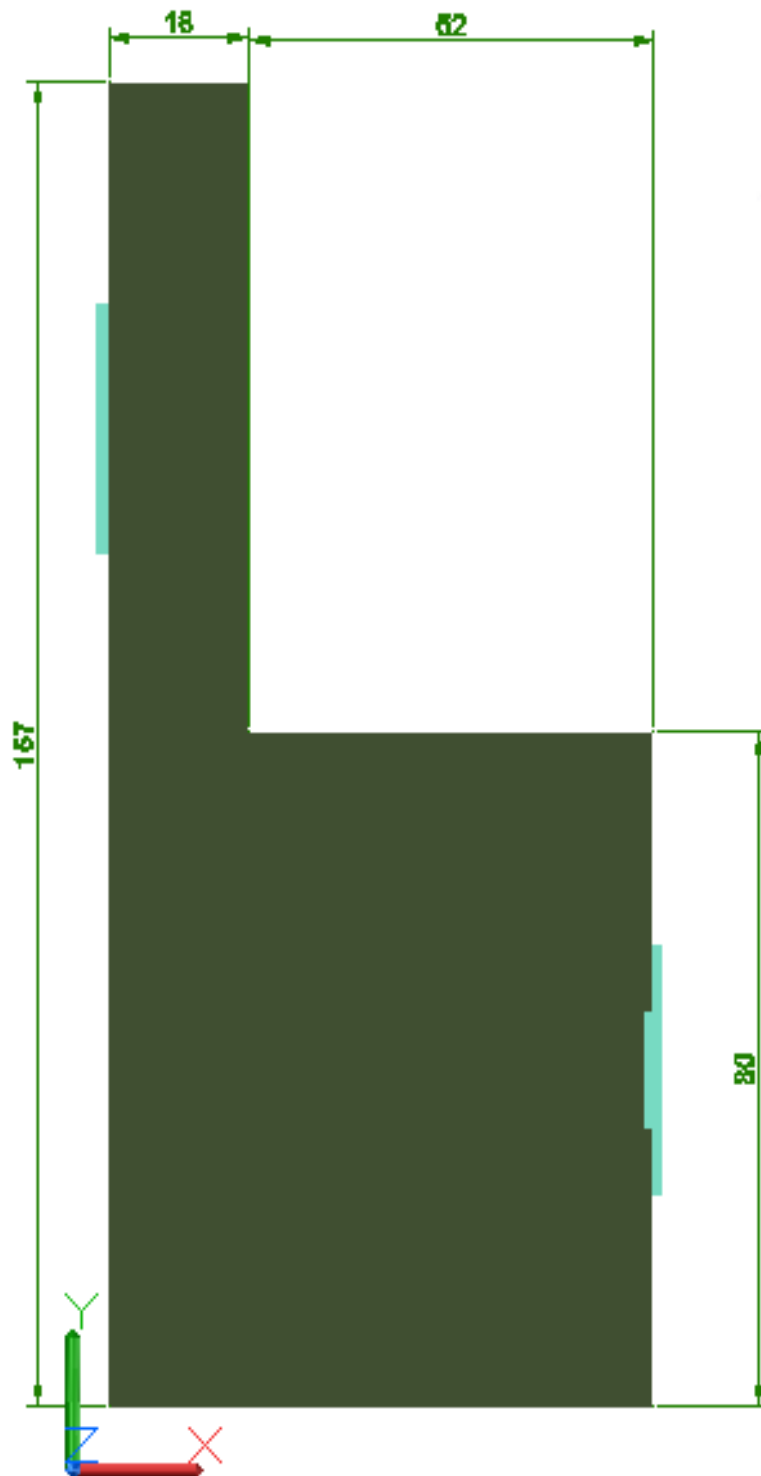


FIGURA 91: ACOTACIONES LADO IZQUIERDO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

BANCO DE PRUEBA / VISTA DERECHA

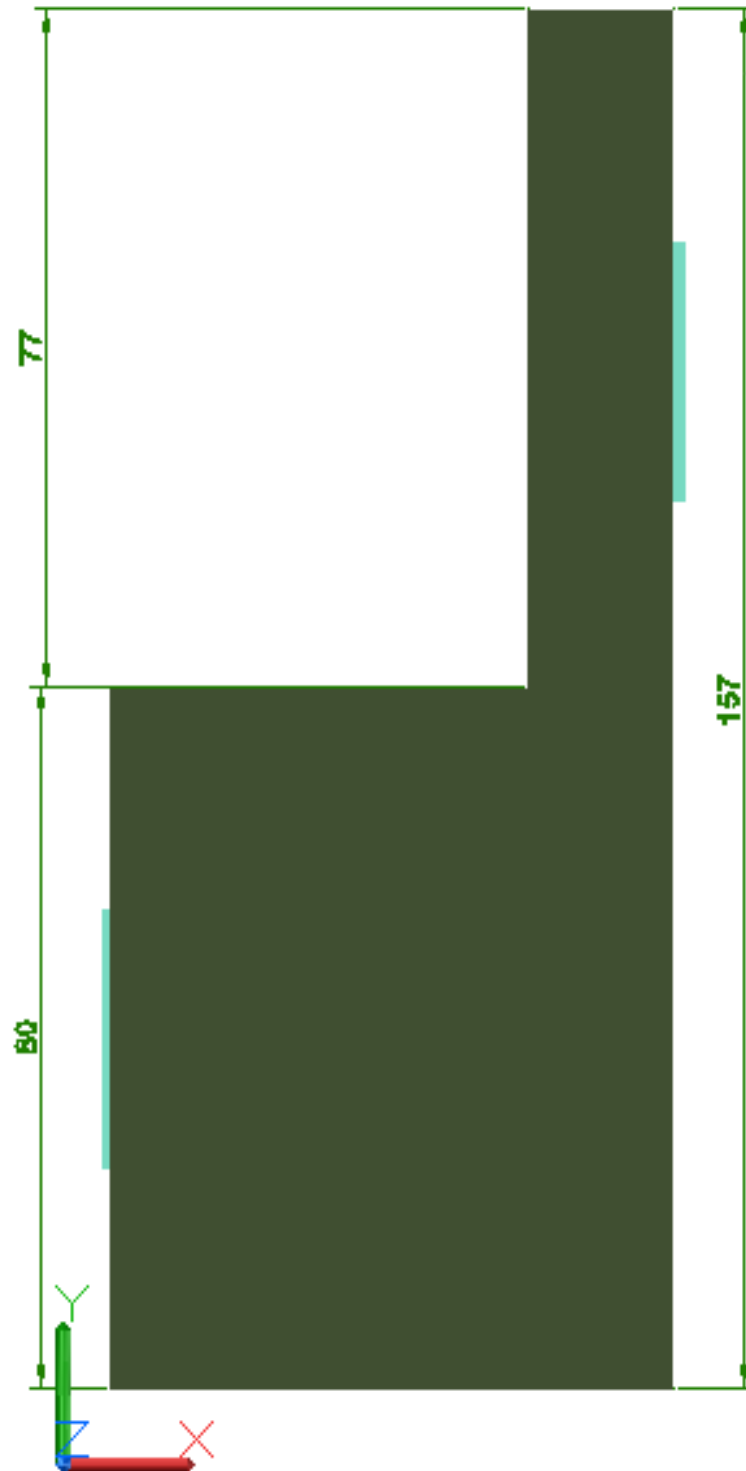


FIGURA 92: ACOTACIONES LADO DERECHO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

BANCO DE PRUEBA / VISTA EN 3D



FIGURA 93: BANCO DE PRUEBA EN 3D - ESTRUCTURA

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

BANCO DE PRUEBA / VISTA EN 3D / ENSAMBLADO

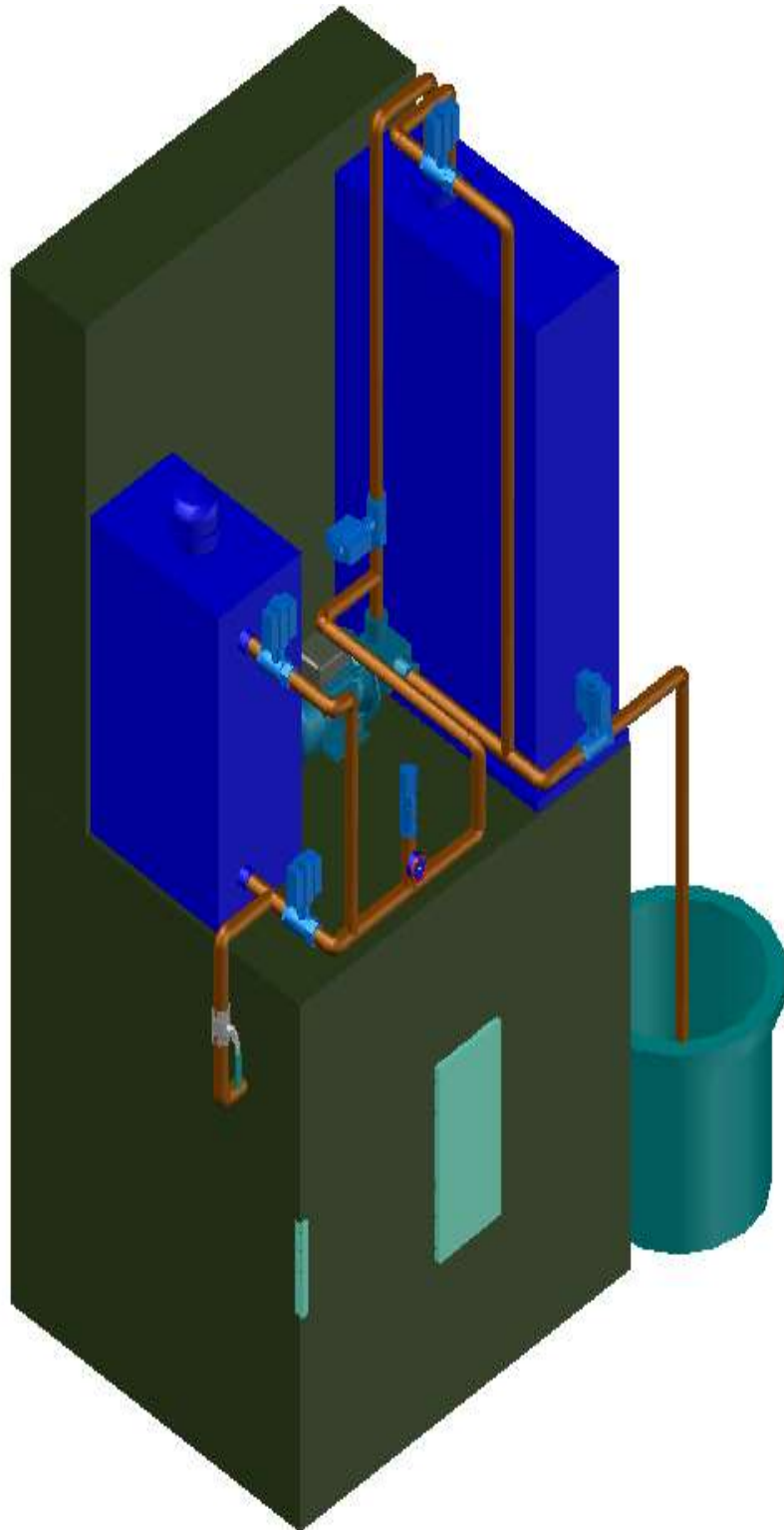


FIGURA 94: BANCO DE PRUEBA EN 3D - ARMADO

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

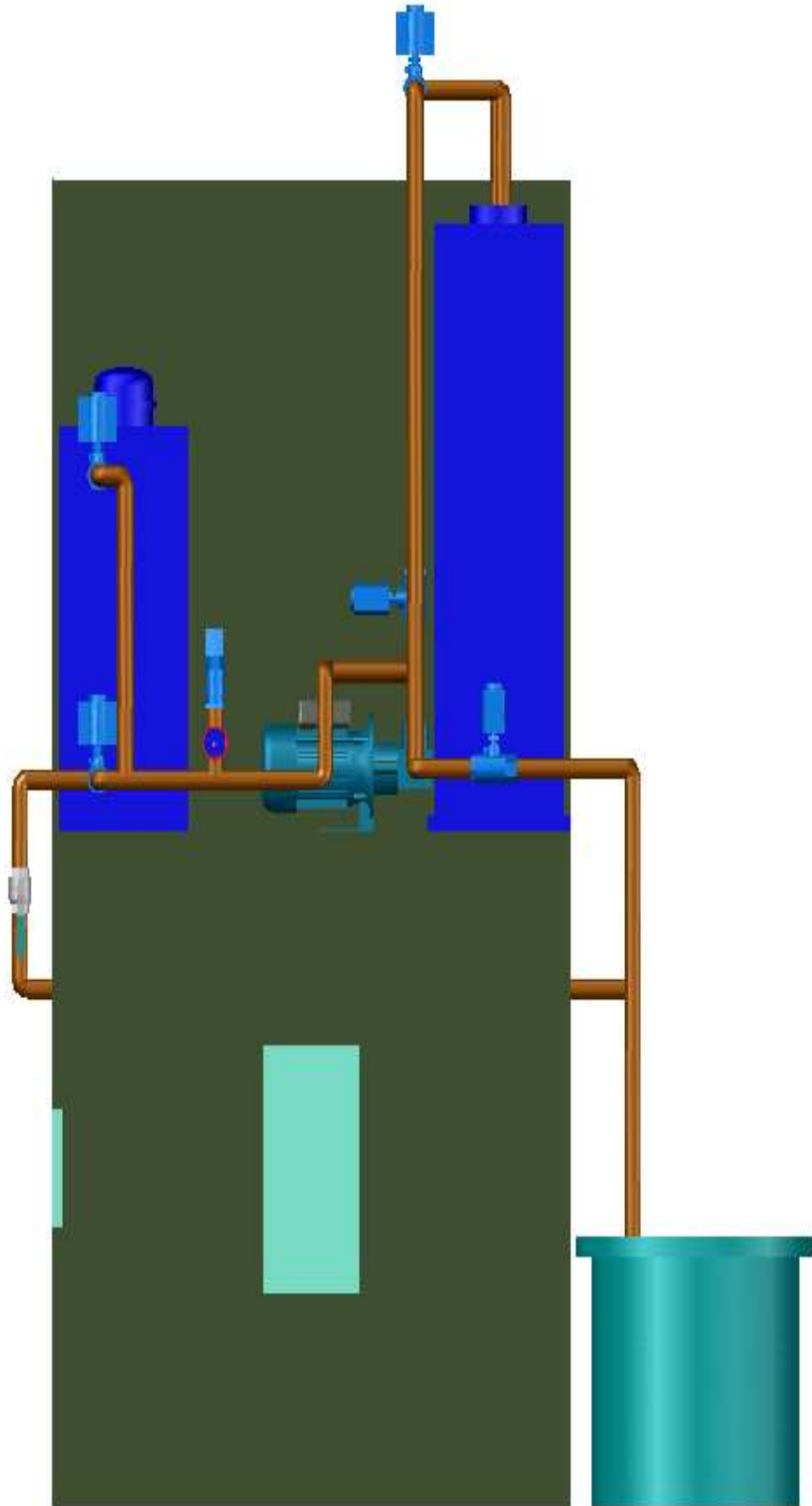


FIGURA 95: BANCO DE PRUEBA EN 3D - FRONTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

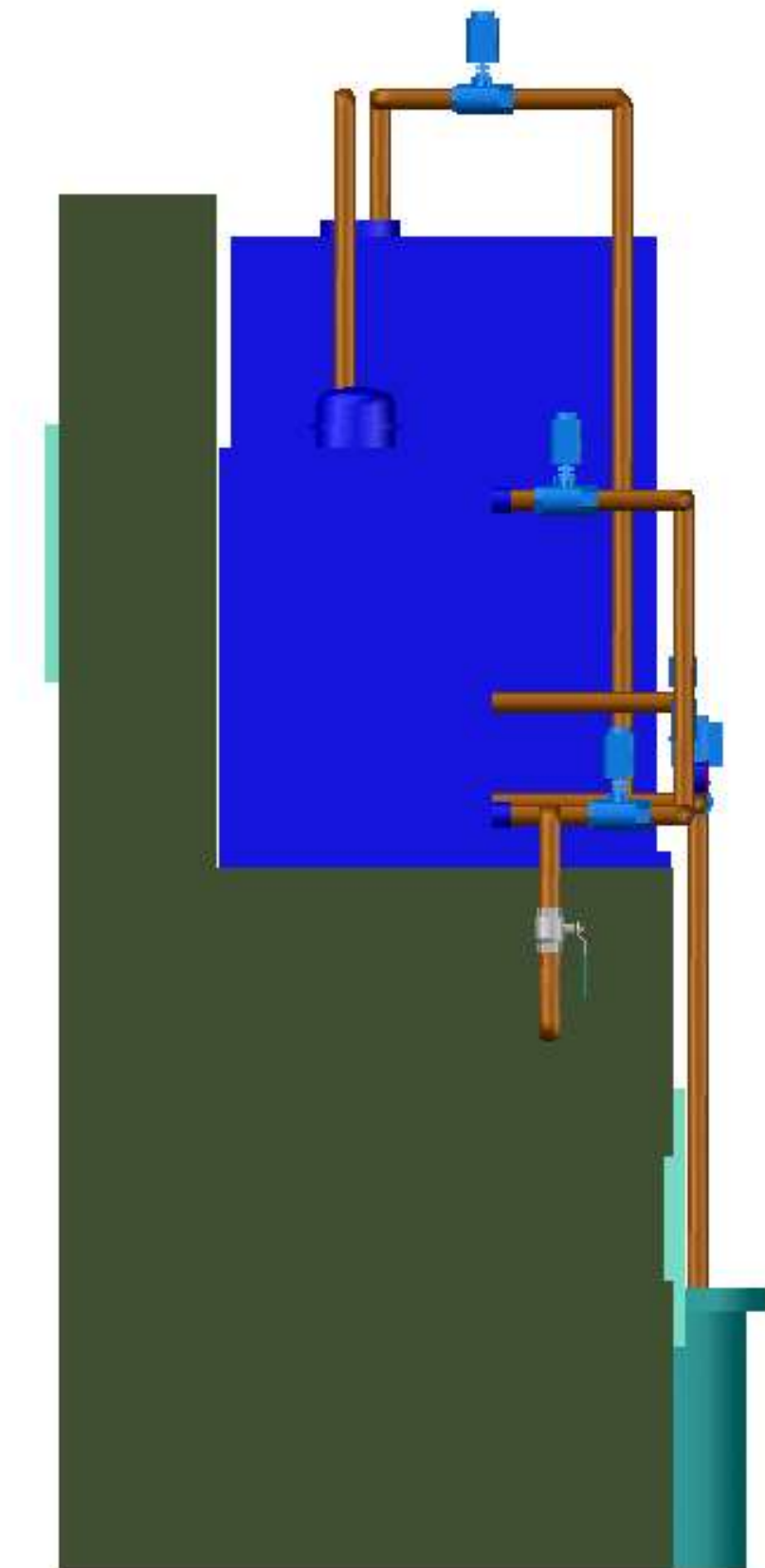


FIGURA 96: BANCO DE PRUEBA EN 3D - IZQUIERDA

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

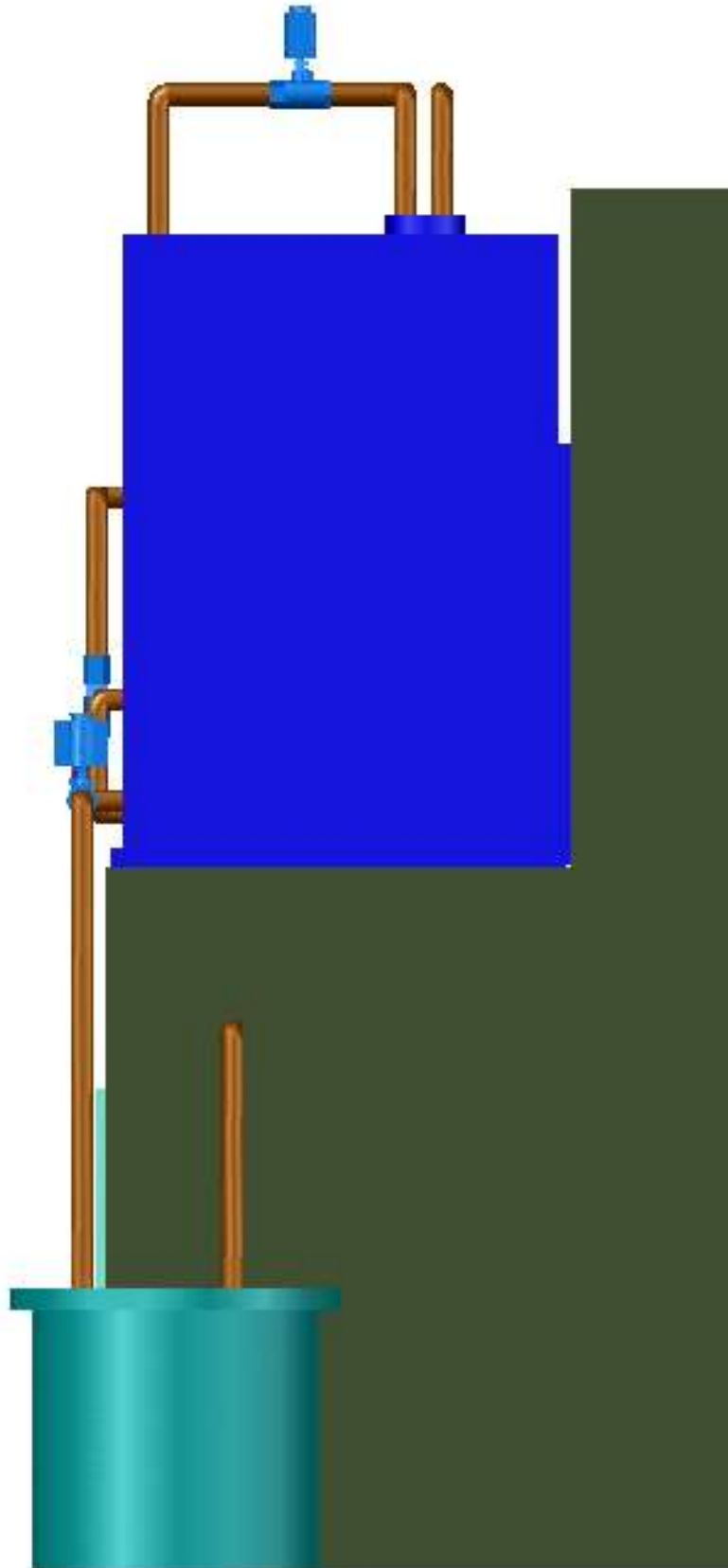


FIGURA 97: BANCO DE PRUEBA EN 3D - DERECHA

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), Autocad 2010, Diseño y medidas , 2013

ANEXO 3: PROGRAMA EN TIA PORTAL

El programa se lo realiza en TIA PORTAL software de configuración del PLC en la figura 97 se detalla el bloque principal MAIN y su detalle de cada segmento.

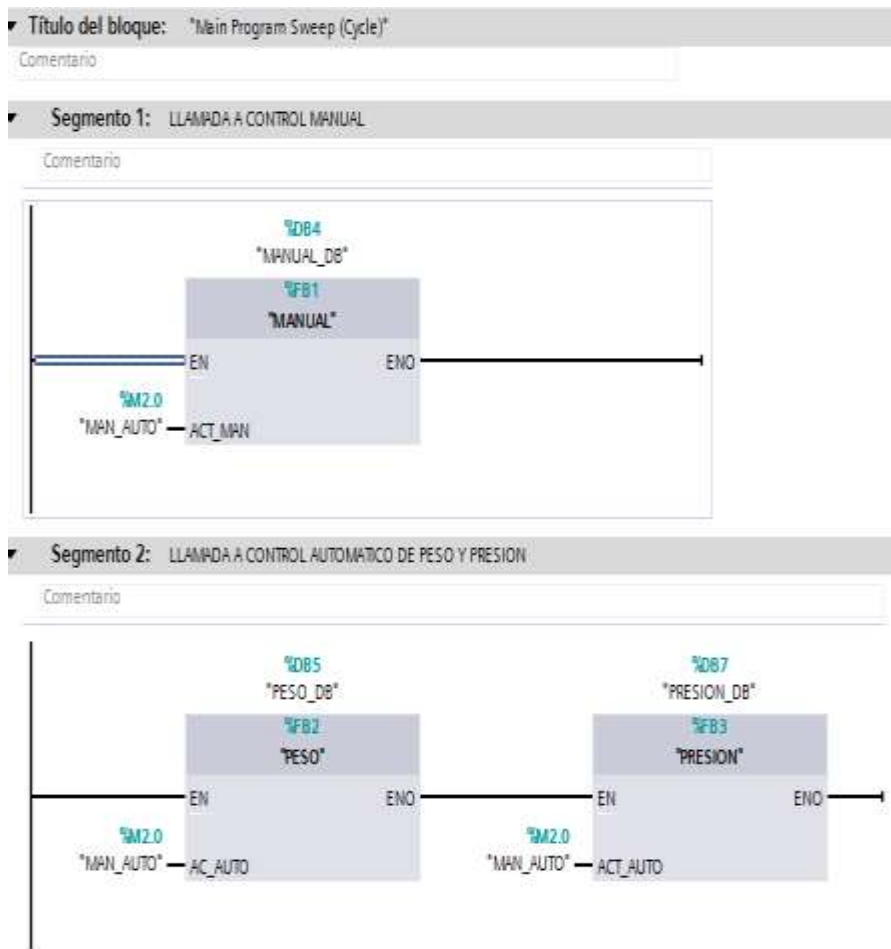


FIGURA 98: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

El programa se lo realiza en TIA PORTAL software de configuración del PLC en la figura 97 se detalla el bloque principal MAIN y su detalle o comentario de cada segmento como: salidas, movimiento de variables, entradas, botones, etc.

En el segmento 1 y 2 se observa la primera condición de operación del programa en manual y automático, esta condición debe cumplirse para los dos (2) lazos de control presión y peso del Banco de pruebas.

Vale mencionar que las imágenes fueron tomadas del software de programación propio de la marca del PLC Siemens, con versiones cada vez mejoradas.

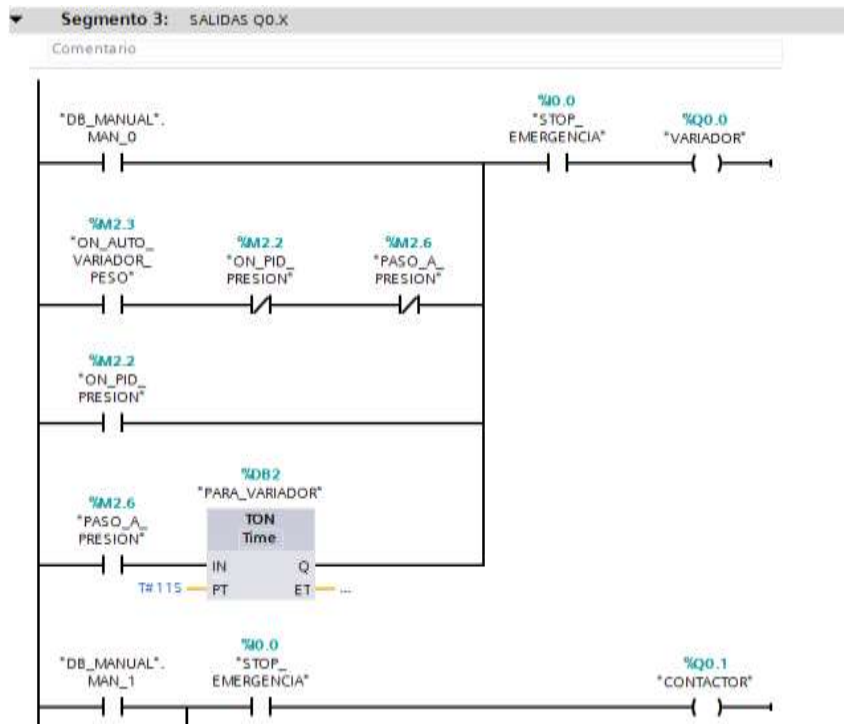


FIGURA 99: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

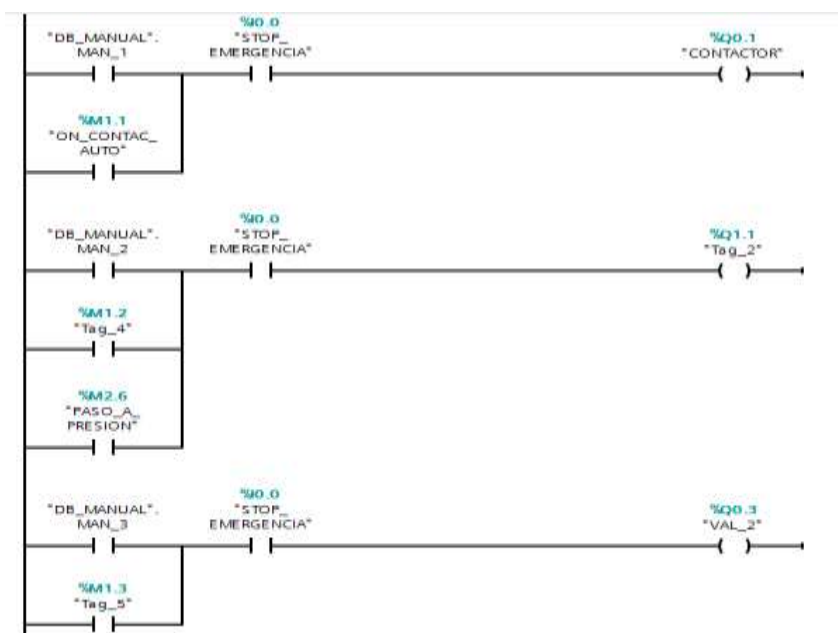


FIGURA 100: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

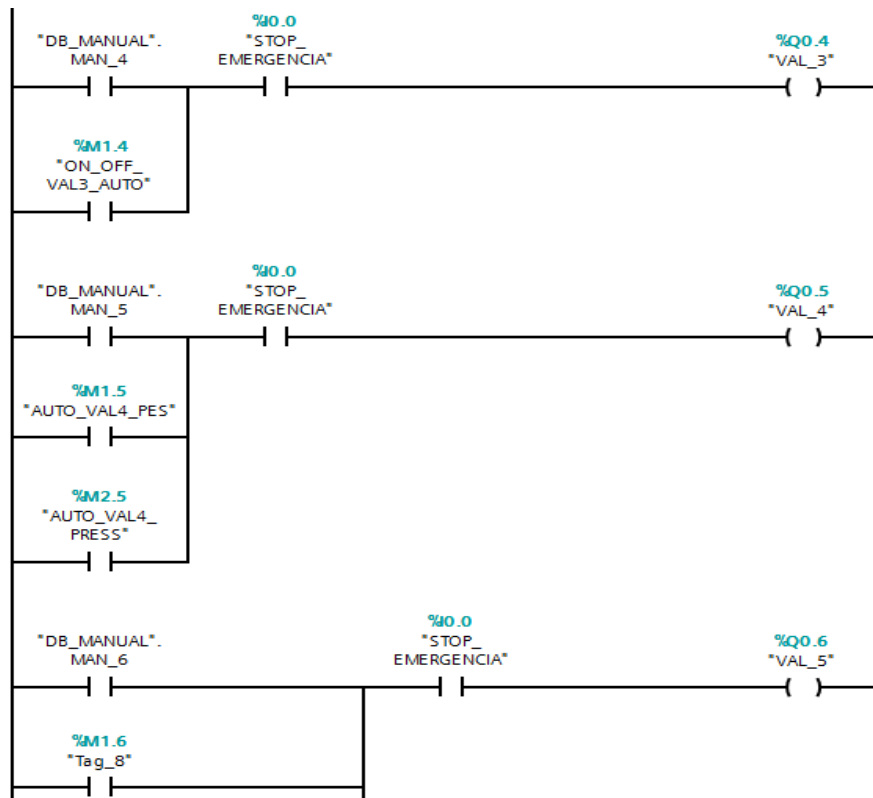


FIGURA 101: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

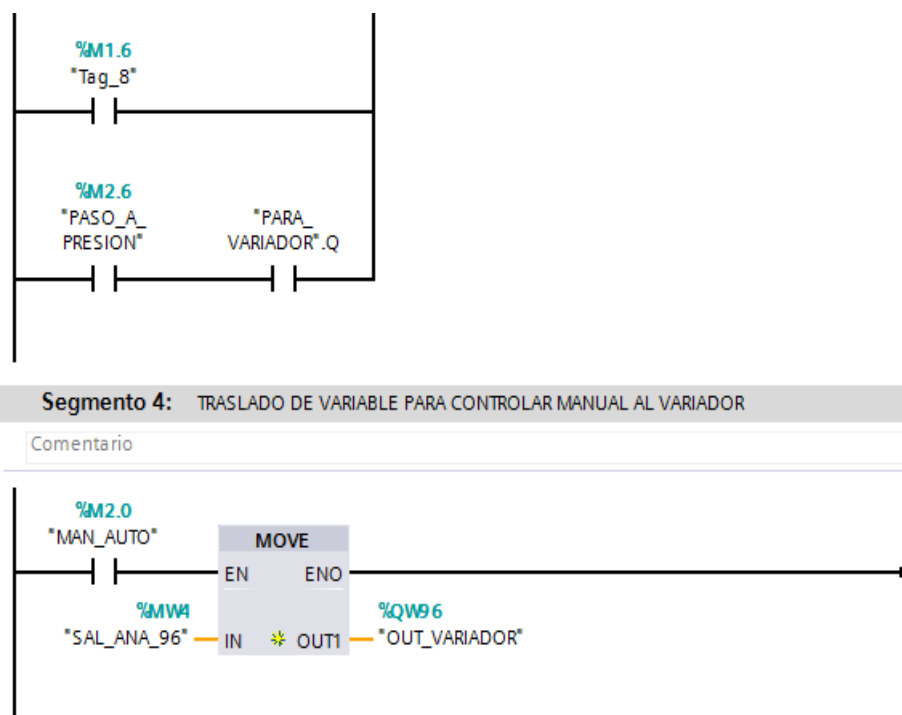


FIGURA 102: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

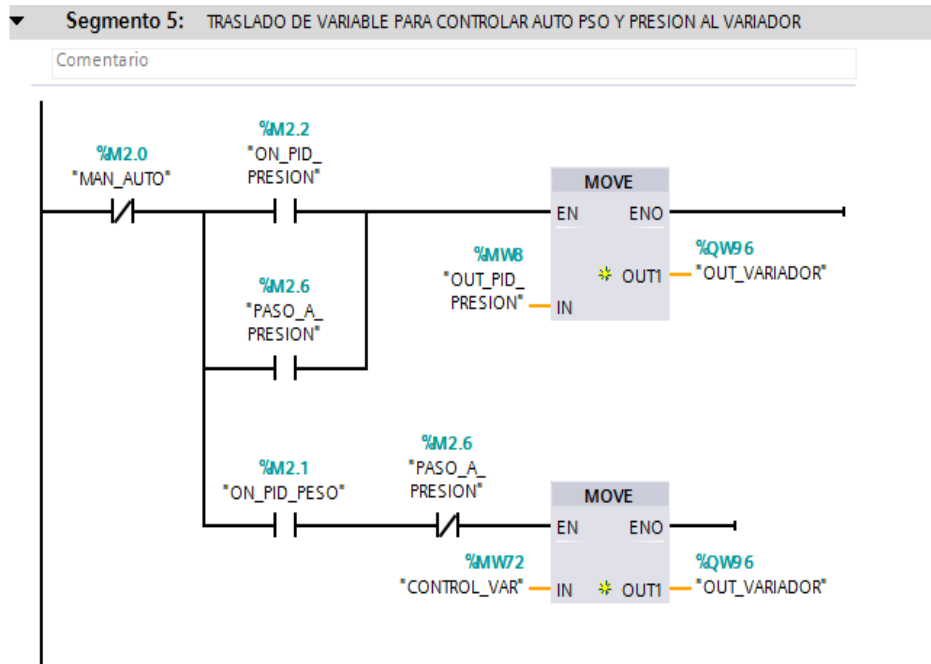


FIGURA 103: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

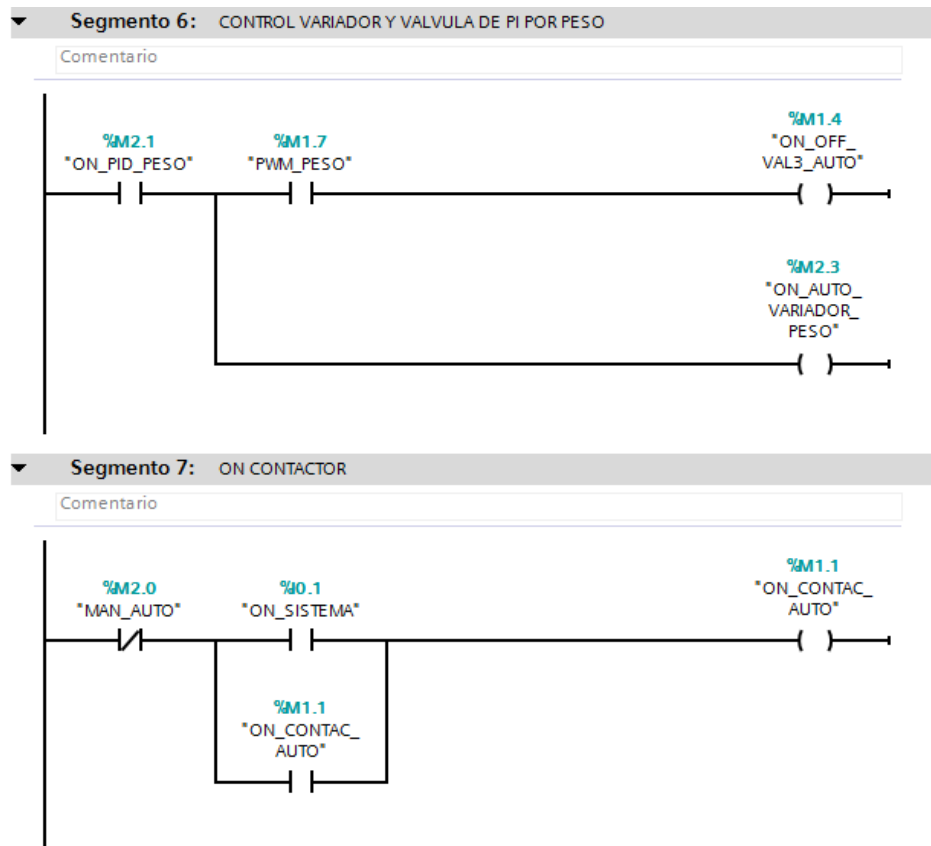


FIGURA 104: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

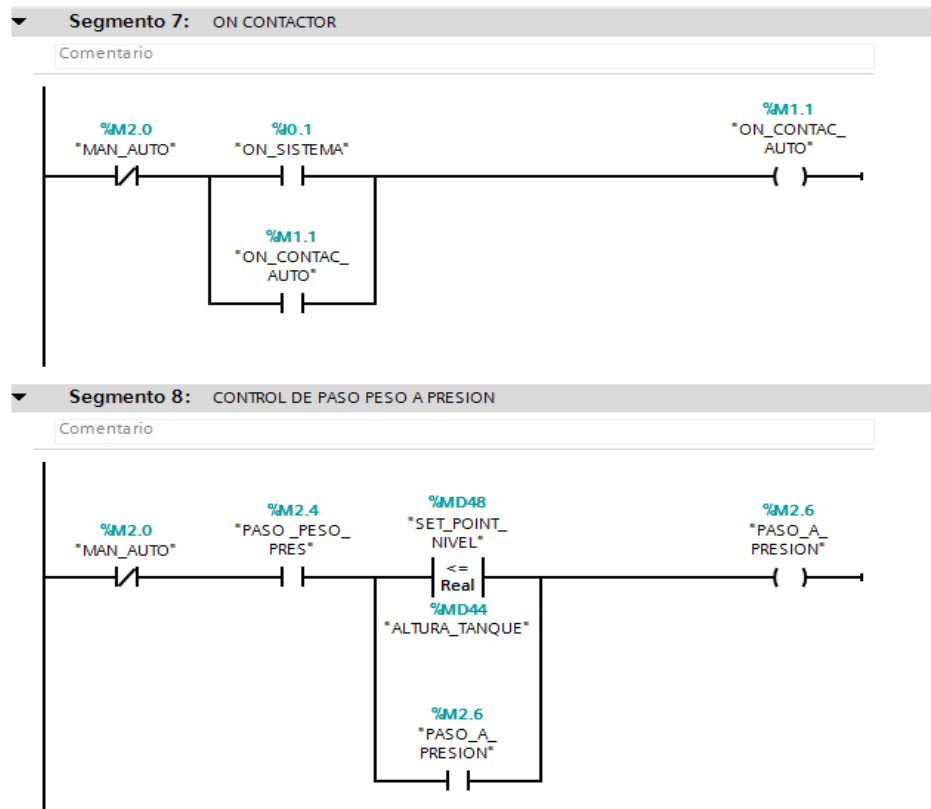


FIGURA 105: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

En estos 8 segmentos del programa se detallan las salidas de operación como son: el contactor, variador de velocidad, electroválvulas. Vale indicar que cada uno de los segmentos que maneja una salida antes mencionada cuenta con pulsante de emergencia por seguridad del sistema.

En el segmento 8 se observa la condición del control de nivel, esta puede ser por peso o por altura.

Bloque FB1

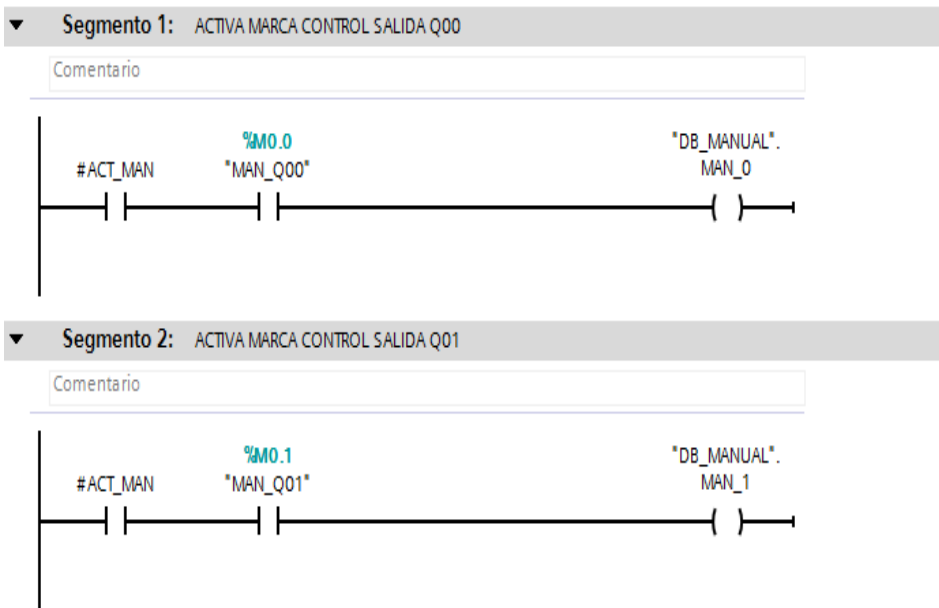


FIGURA 106: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

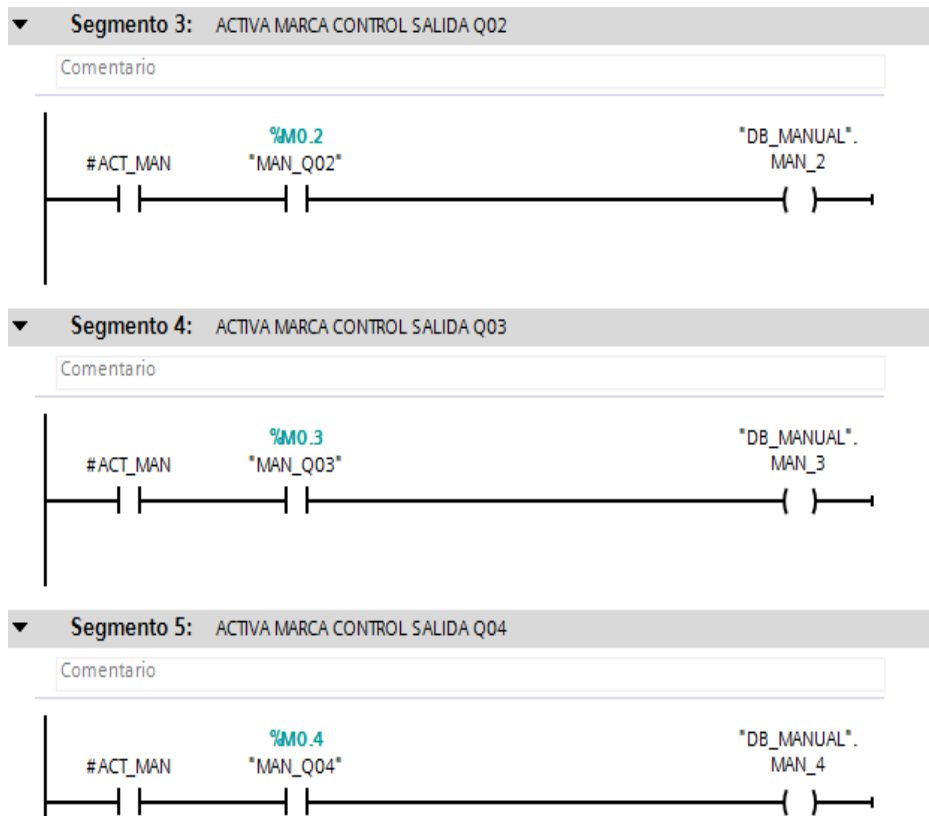
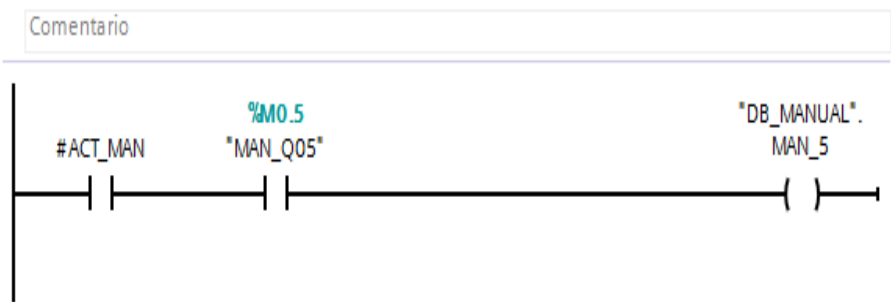


FIGURA 107: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

▼ **Segmento 6:** ACTIVA MARCA CONTROL SALIDA Q05



▼ **Segmento 7:** ACTIVA MARCA CONTROL SALIDA Q06

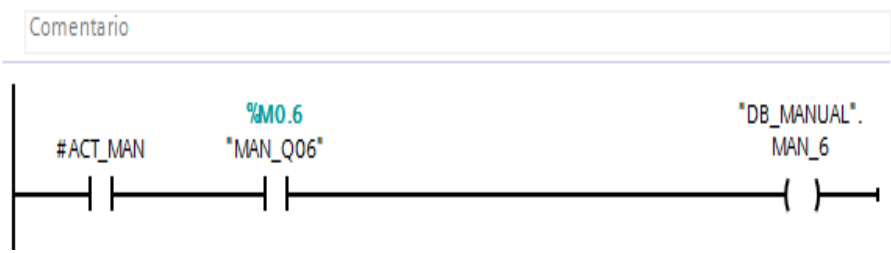


FIGURA 108: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

▼ **Segmento 8:** CONTROL DE VELOCIDAD MARCA SLIDERWIN PASO A VARIABLE DE SALIDA ANALOGA

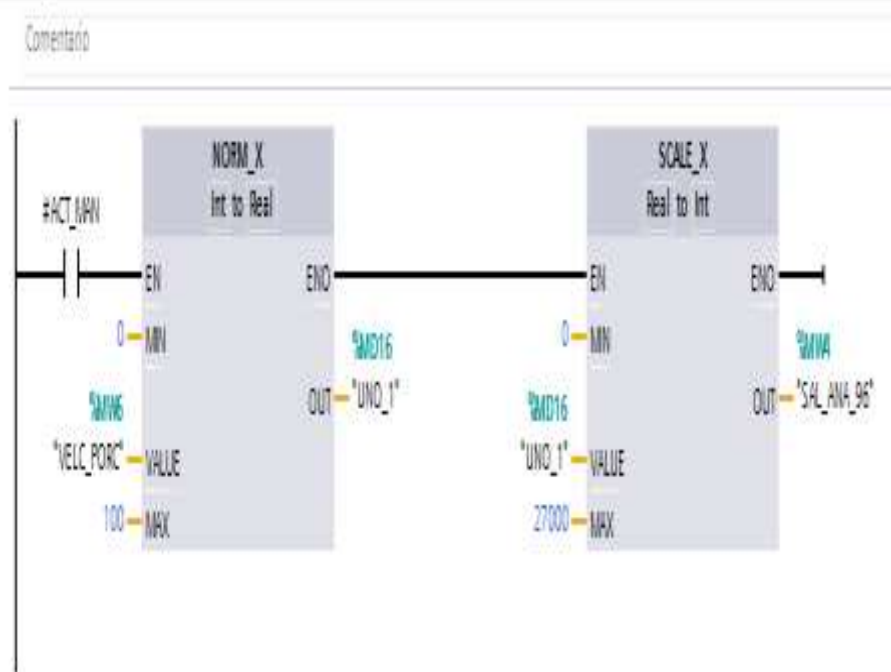


FIGURA 109: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

Bloque FB2

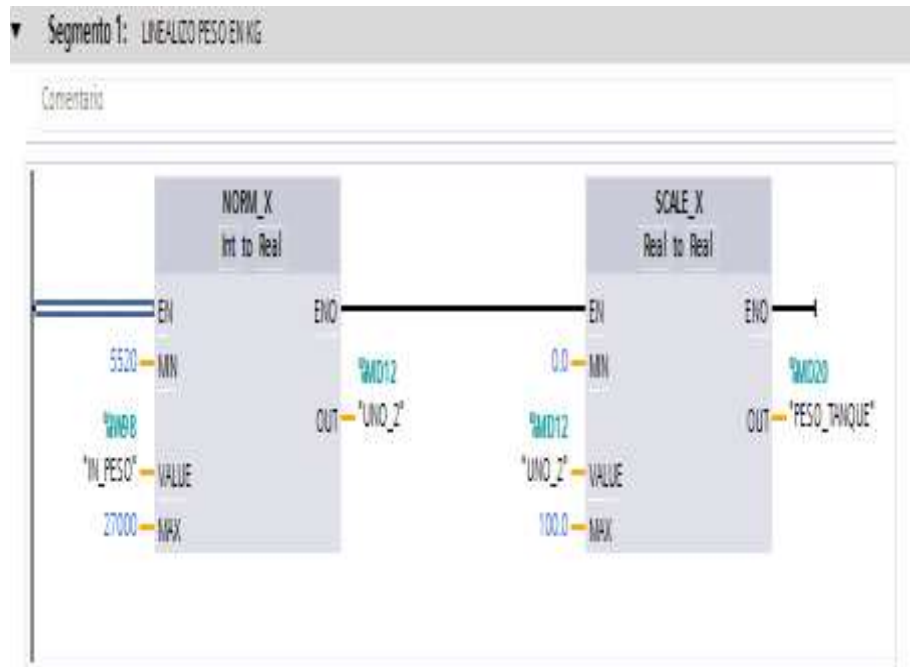


FIGURA 110: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

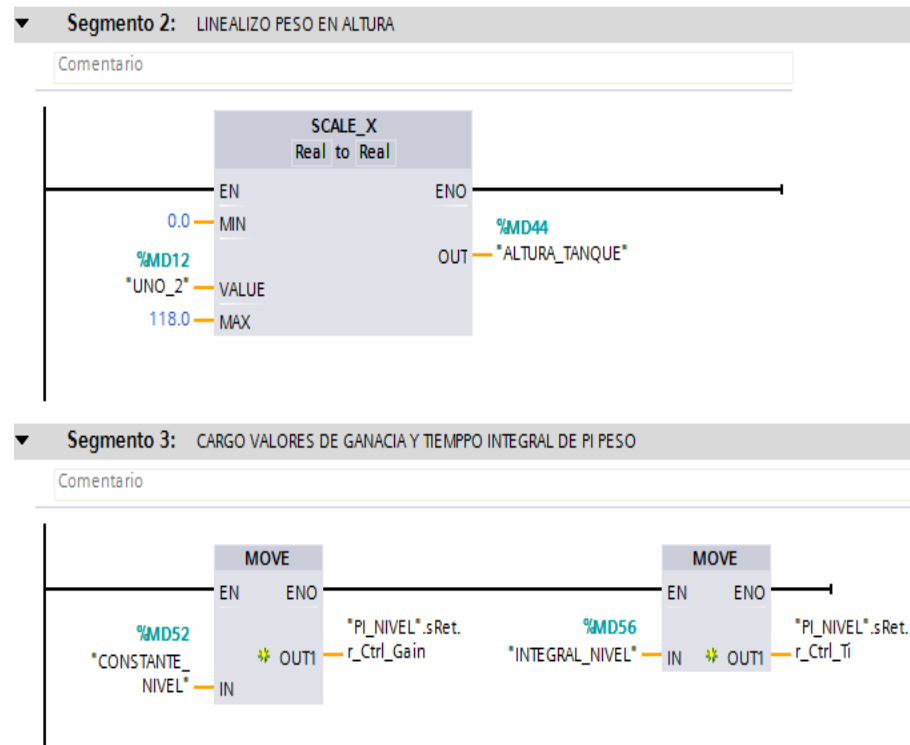


FIGURA 111: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

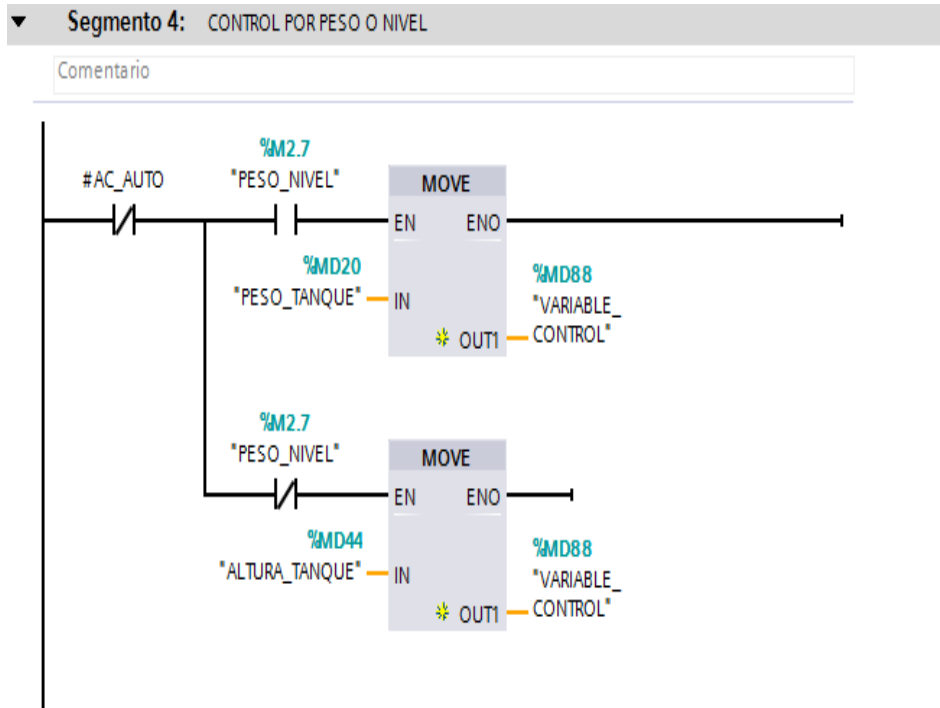


FIGURA 112: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

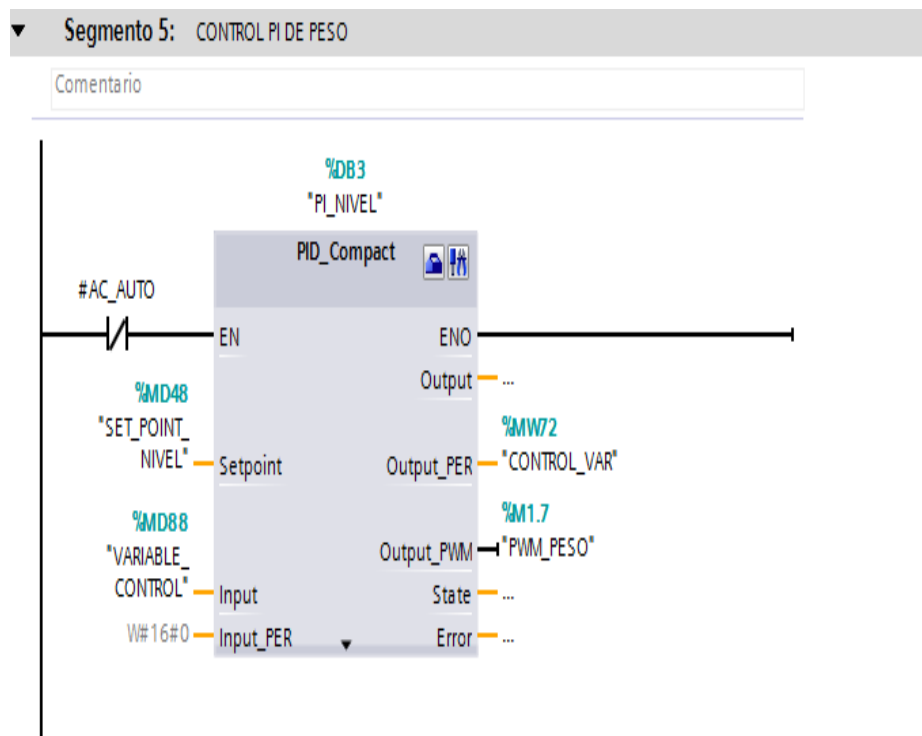


FIGURA 113: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

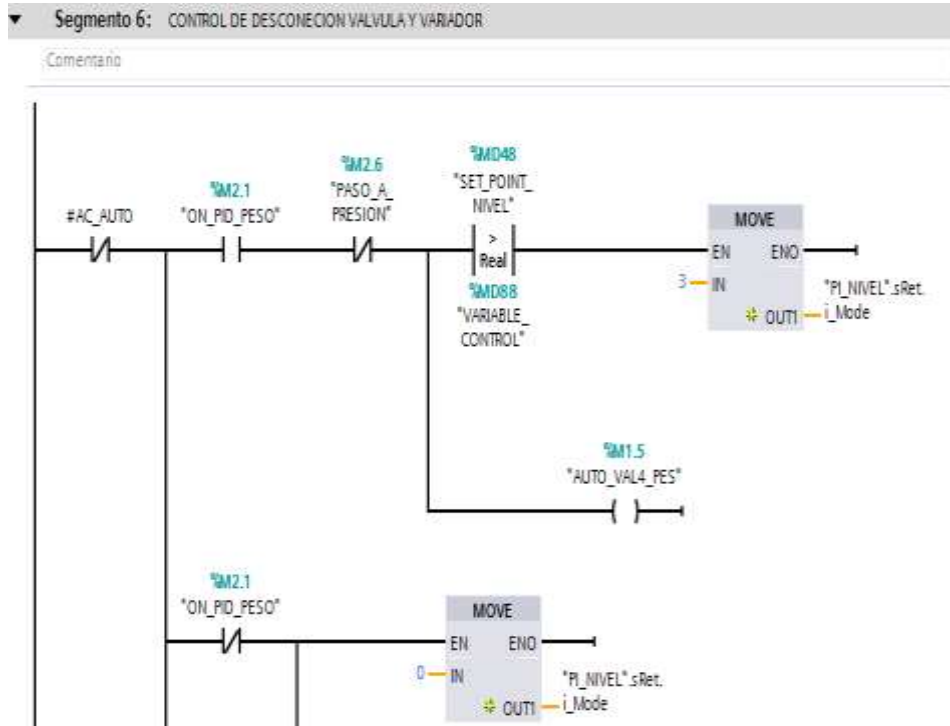


FIGURA 114: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

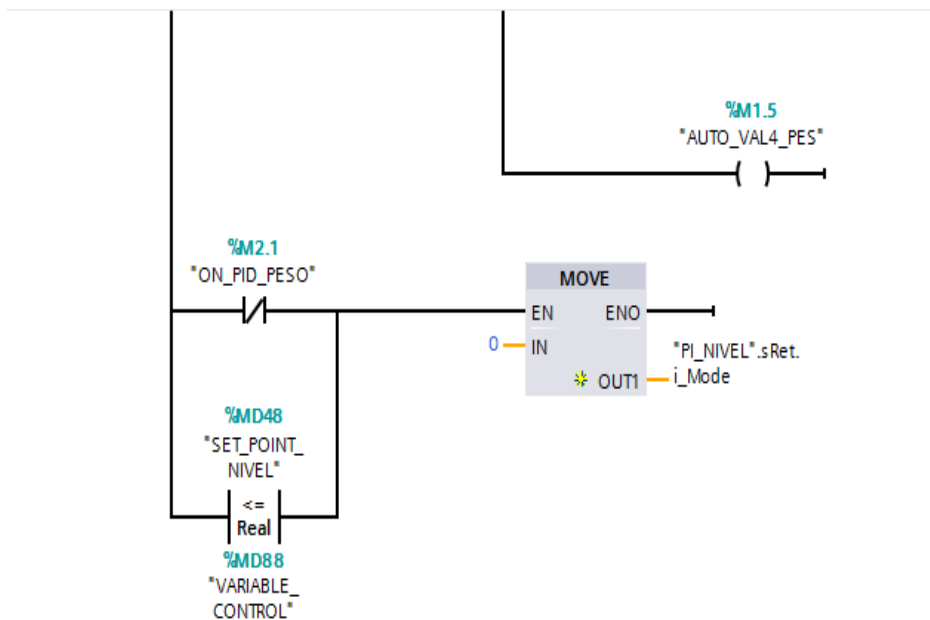


FIGURA 115: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

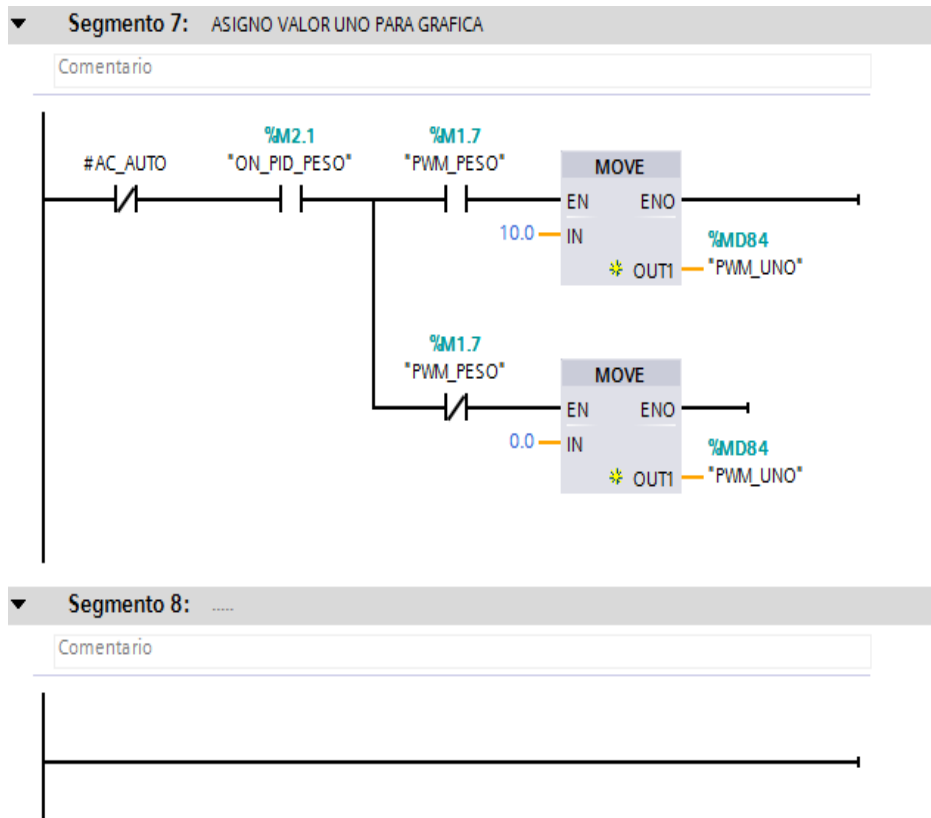


FIGURA 116: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

Bloque FB3

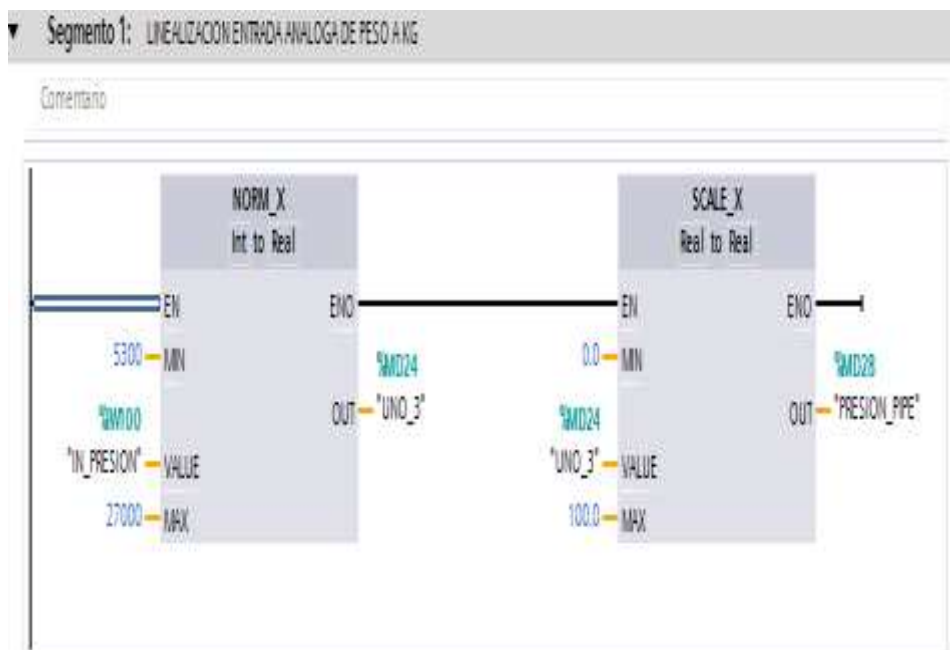


FIGURA 117: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

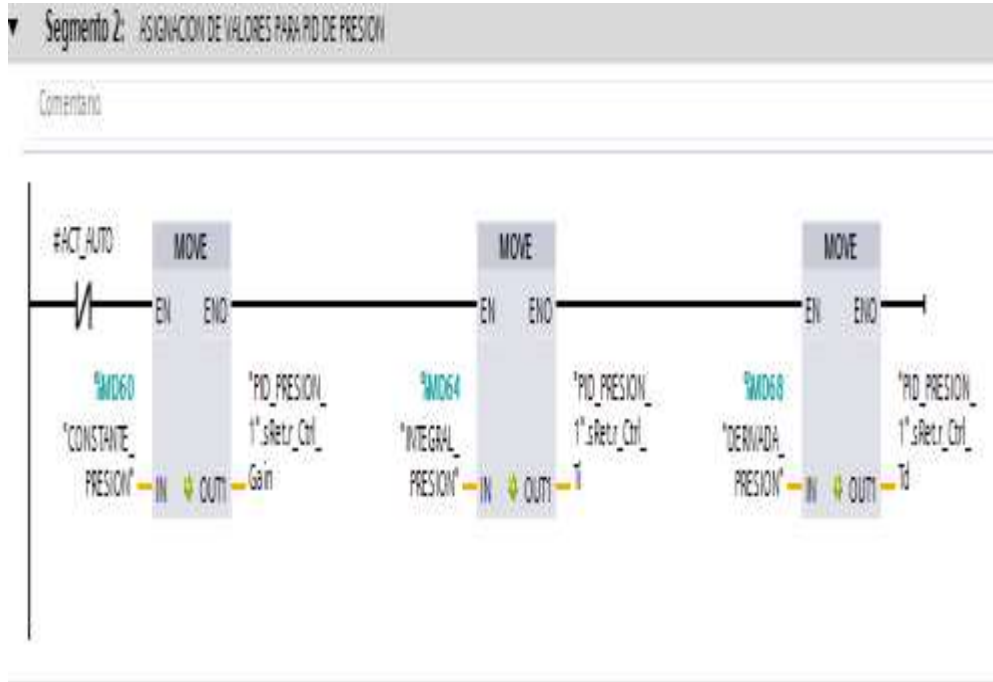


FIGURA 118: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

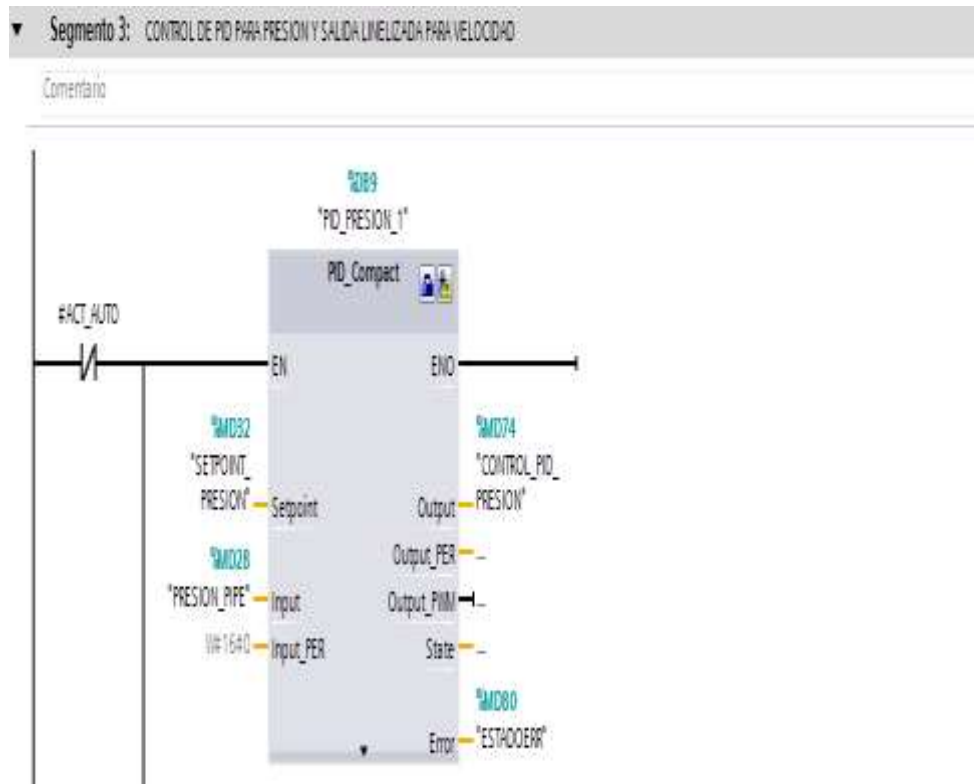


FIGURA 119: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

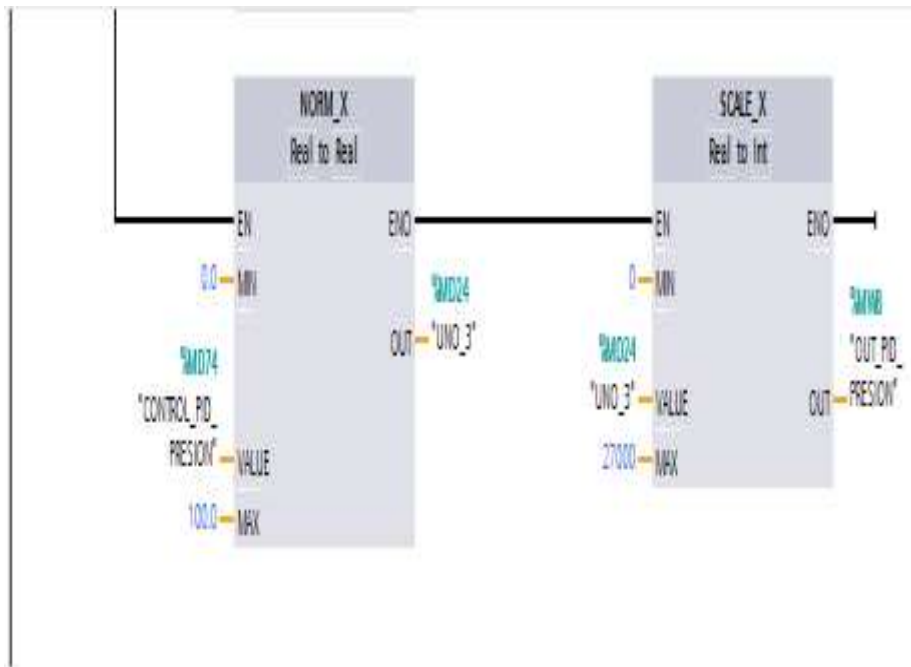


FIGURA 120: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

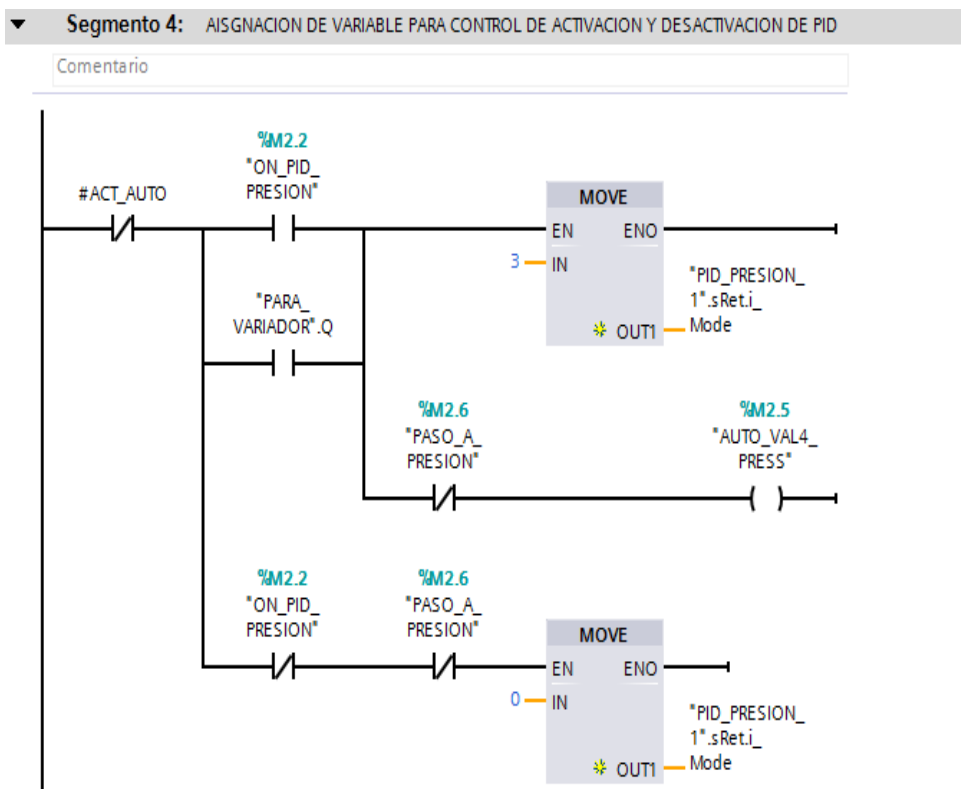


FIGURA 121: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

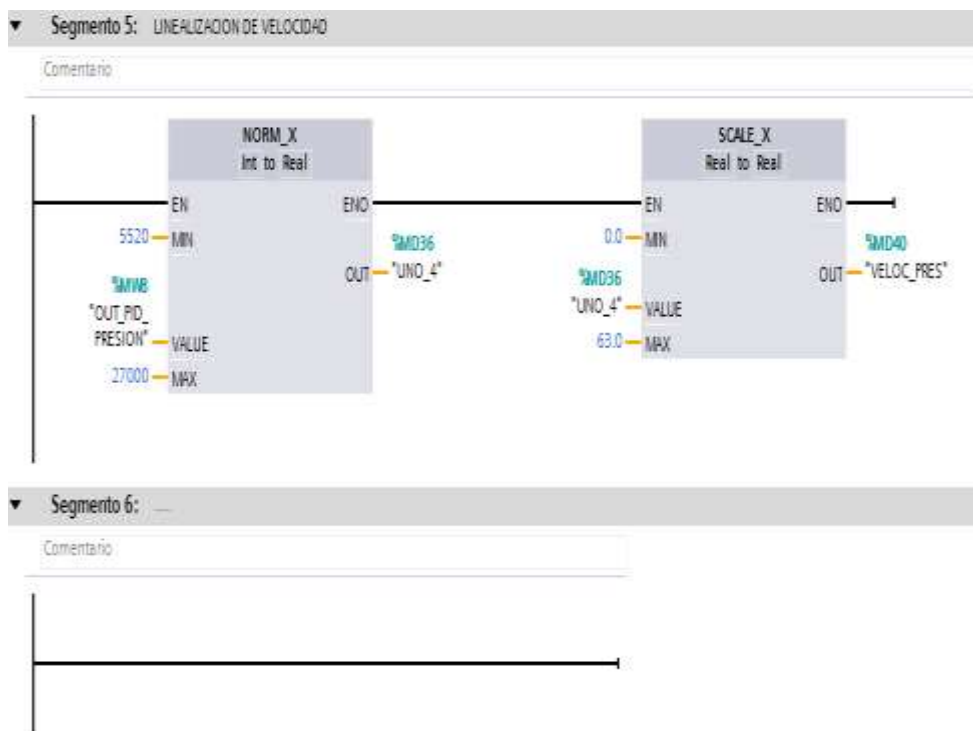
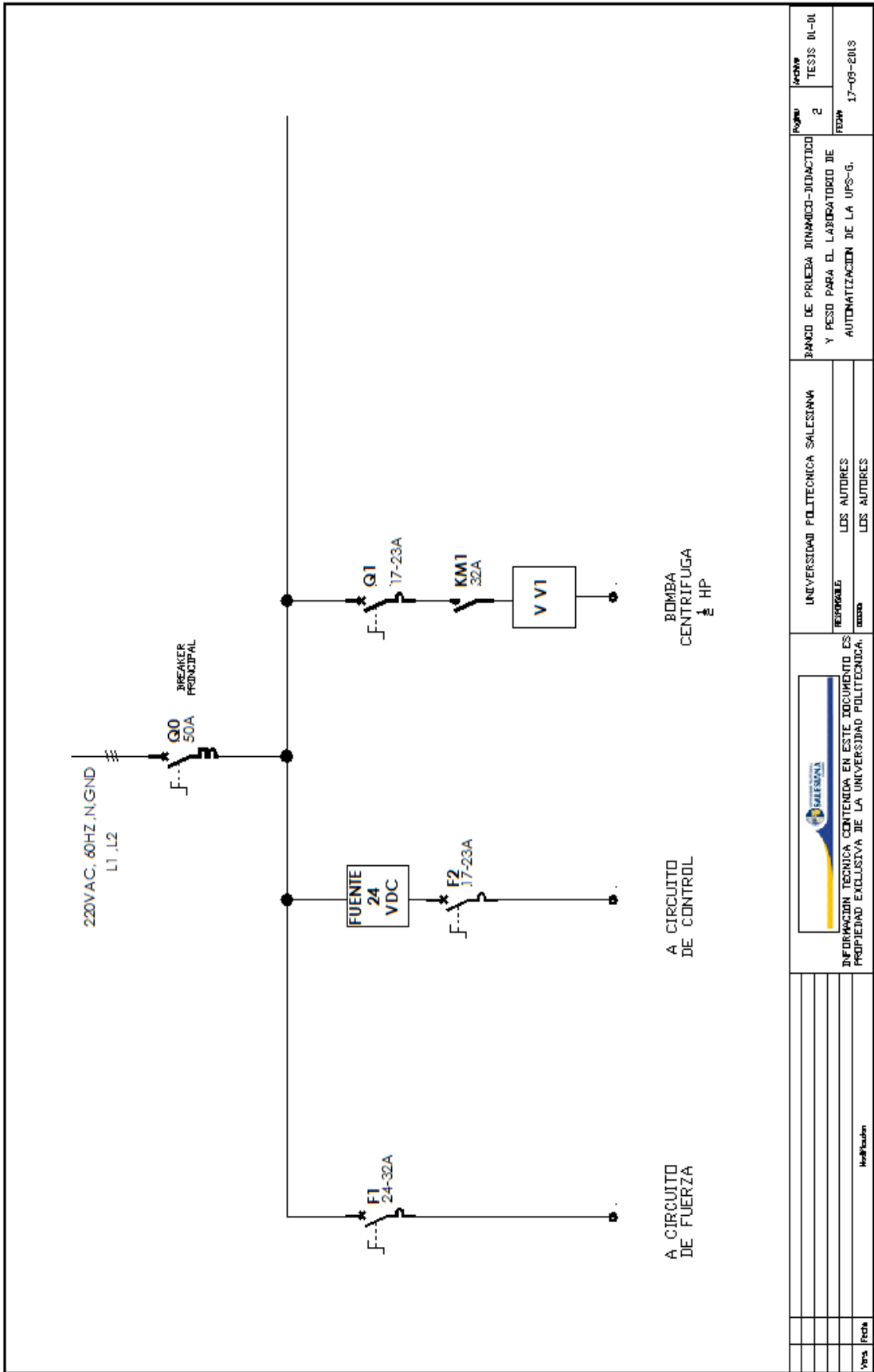


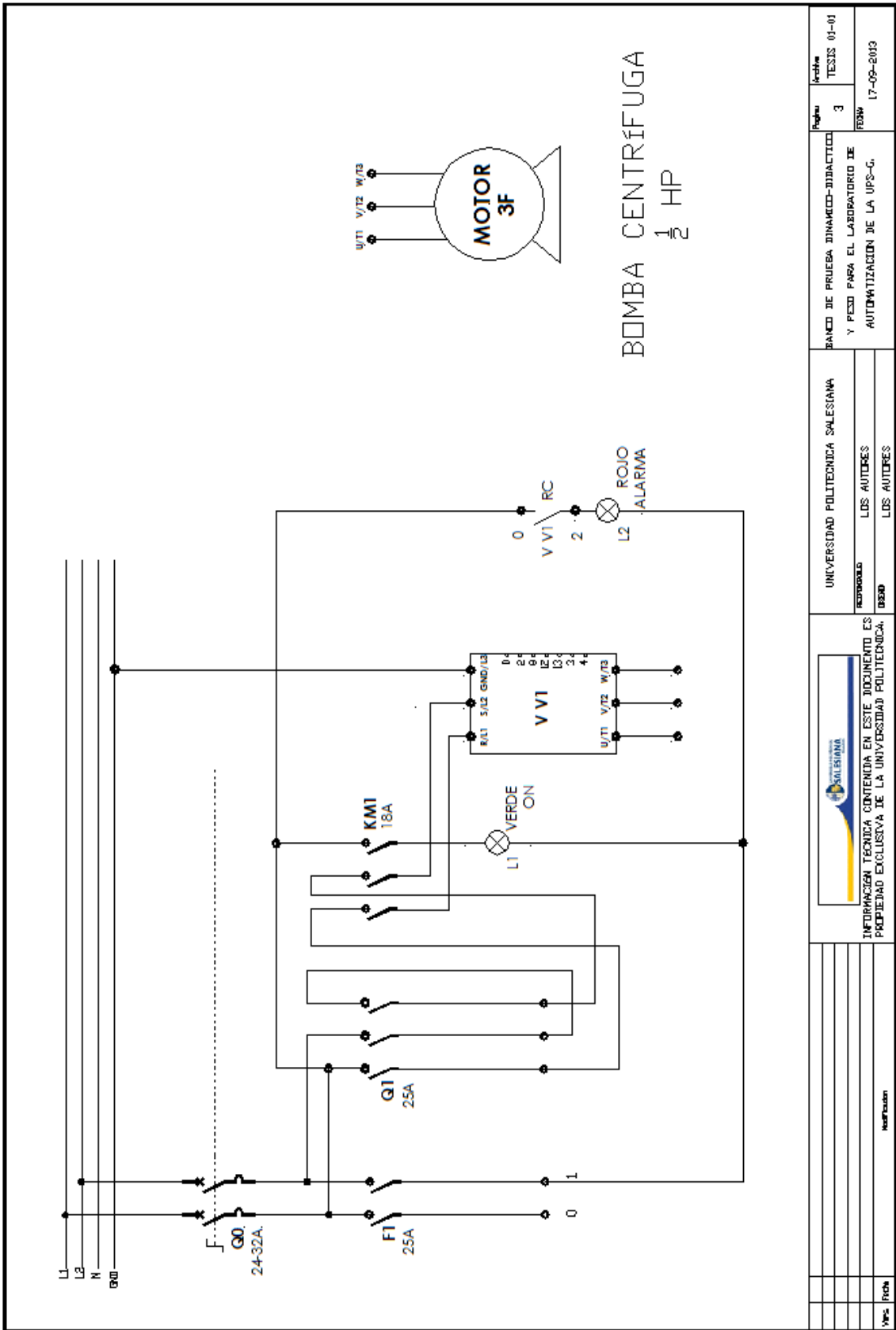
FIGURA 122: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL


Fuente: (AUTORES, IMÁGENES), TIA Portal, Programa de control, 2013

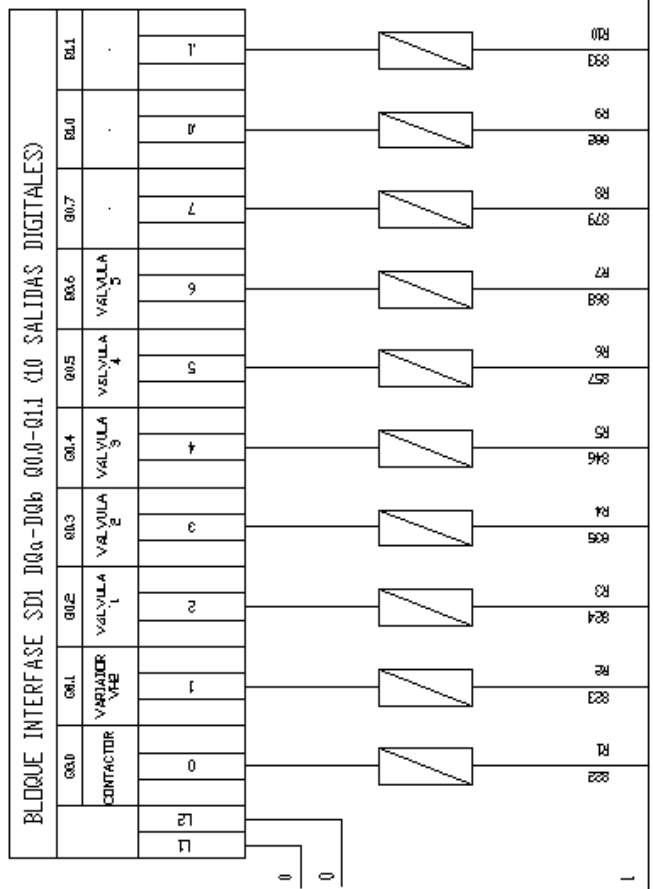
En el segmento 5 en la figura 122 se muestra la linealidad para interpretar la señal del lazo de control con la altura del tanque de peso, se emplean un convertidor de variable entera Int a Real y se adiciona un escalamiento de variable Real a Real para operar la velocidad de la bomba centrífuga.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		BANCO DE PRUEBA DINÁMICO-DIDACTICO Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G.		Folio 2		Archivo TESSIS 01-01	
RESPONSABLE: LOS AUTORES		INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA,		FECHA: 17-09-2013			
PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA,		LOS AUTORES					
Vers.	Fecha	Modificación					




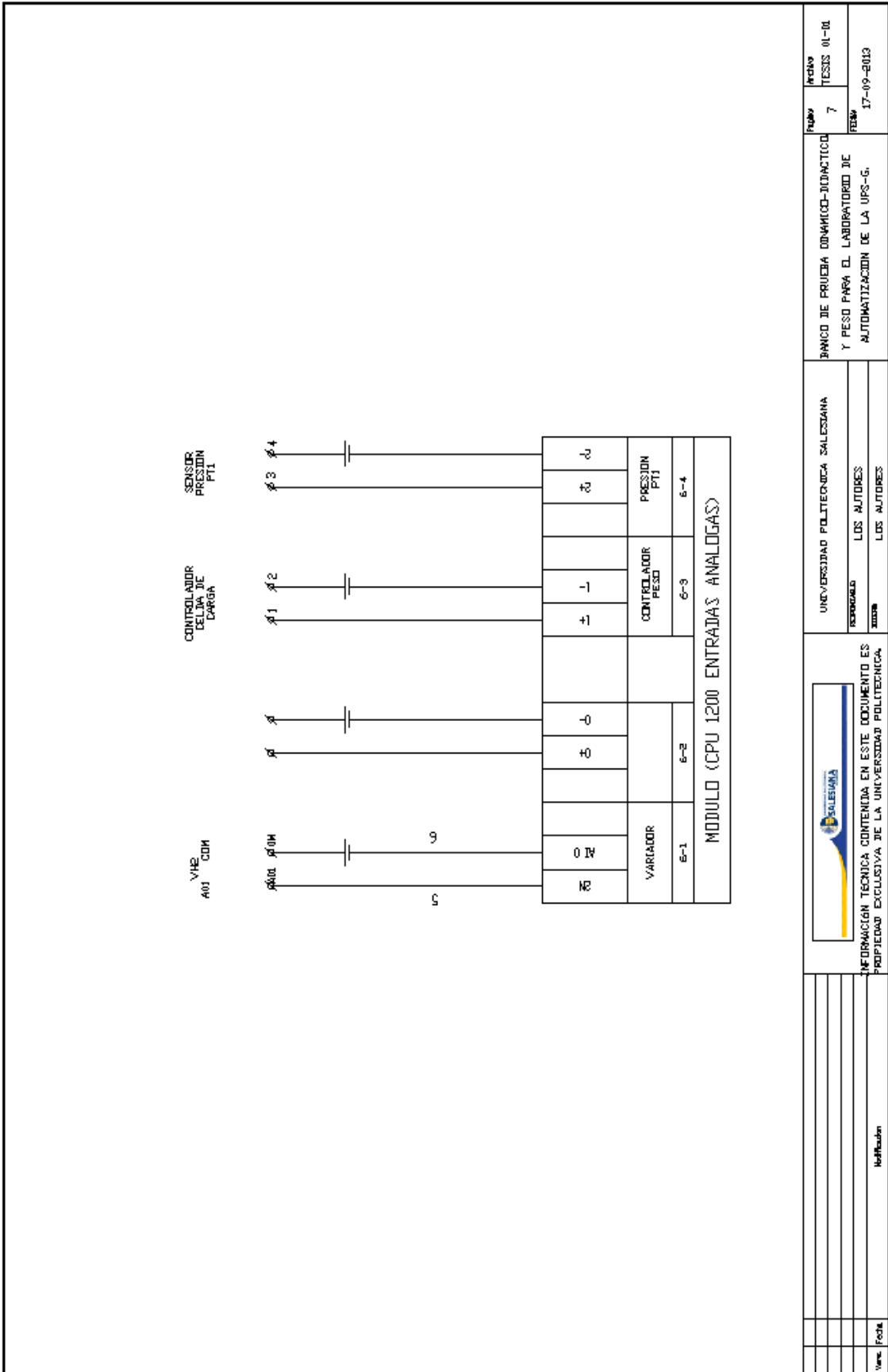
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ESPERANZA LOS AUTORES LOS AUTORES		BANCO DE PRUEBA DINAMICO-DIDACTICO Y PECO PARA EL LABORATORIO DE AUTORIZACION DE LA UPS-G.	Página: 3 Fecha: 17-09-2019	Archivo: TESIS 01-01
INFORMACION TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA.					
Vers: _____ Fecha: _____ Hoja: _____					




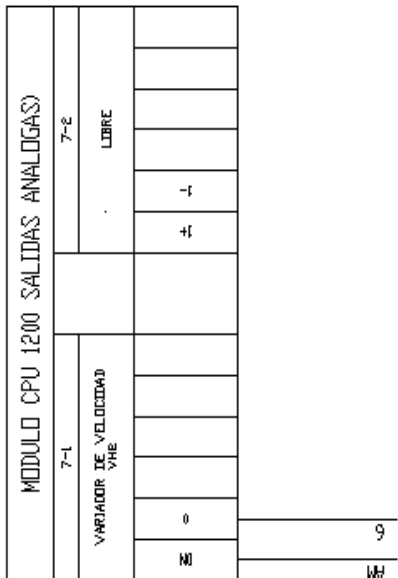
RESERVA


RESERVA

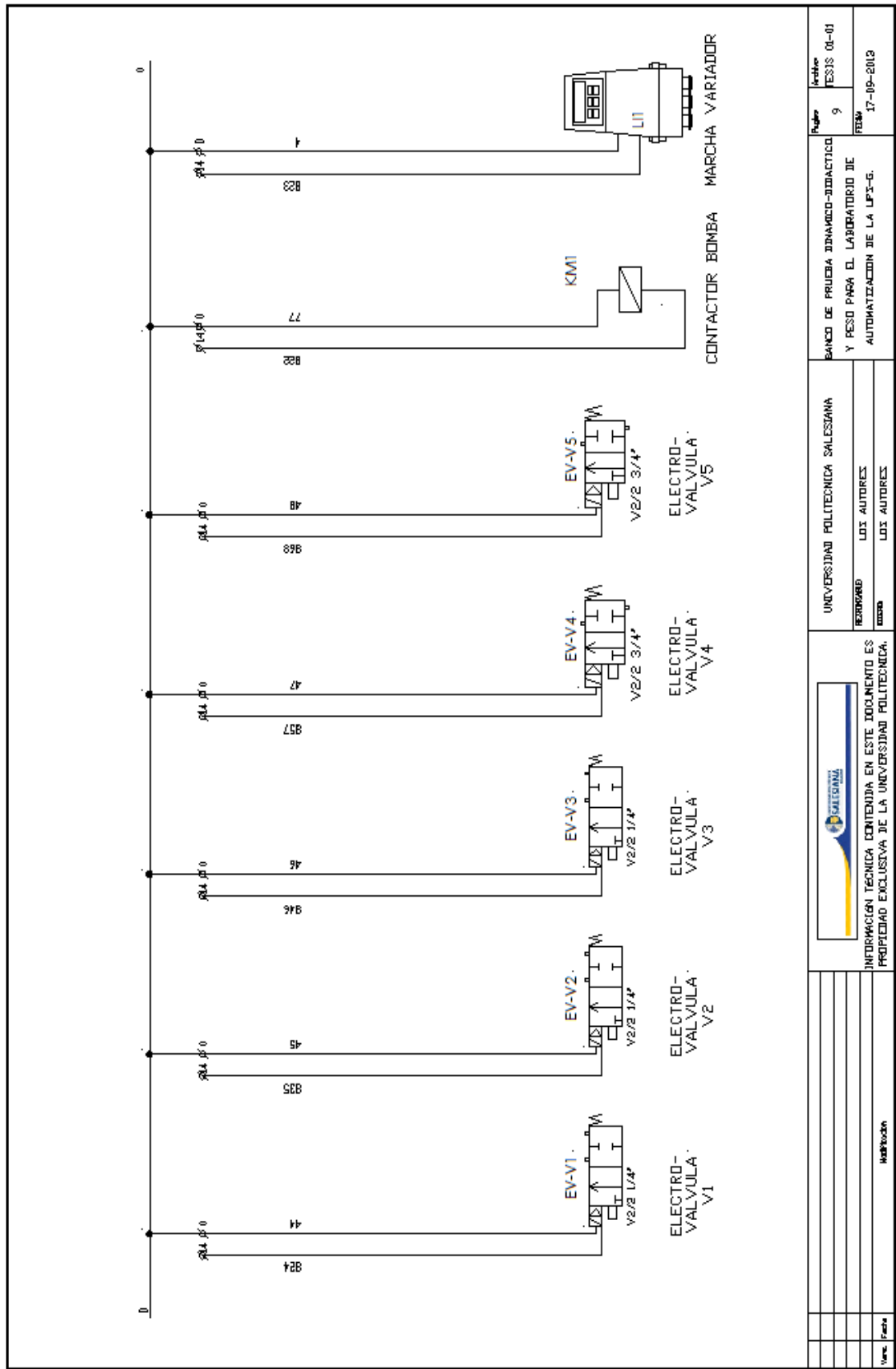
				UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA REQUISITO: LOS AUTORES TÍTULO: LOS AUTORES			
INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA				BANCO DE PRUEBA DINAMICO-INDUCTIVO Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G			
				Fecha: 17-09-2003		Tesis: 01-10	
				Padre: 5		Folio:	
				Vers. Fecha:		Modificación:	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		BANCO DE PRUEBA DINAMICO-DIDACTICO		ARCHIVO	
SECCIONAL		Y PESO PARA EL LABORATORIO DE		TESIS 01-04	
ZONA		AUTOMATIZACION DE LA UPS-G.		7	
LOS AUTORES		AUTOMATIZACION DE LA UPS-G.		FECHA	
LOS AUTORES				17-09-2013	
					
INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA.					
Vers. Fecha: Modificación:					



Versión	Fecha	No. de Edición			
INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA.			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA RECTORADO LOS AUTORES LOS AUTORES		
			BANCO DE PRUEBA INGENIERO-DIDACTICO Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UPS-G.		
			Página	Fecha	Actividad
			8	17-09-2013	TESTE 01-01



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		BANCO DE PRUEBA DINAMICO-ESTADISTICO		Página	9	Fecha	17-09-2013
RECTORADO		Y PESO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION DE LA LPT-6.					
CARRERA							
LOS AUTORES							
LOS AUTORES							
INFORMACION TECNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA.							
Versión							
Fecha							

ANEXO 5: PARTICIPACIÓN EN CASA ABIERTA 2013



FIGURA 123: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013

La invitación a participar en la casa abierta 2013 fue por parte de nuestro tutor Ing. Gary Ampuño y de nuestro director de carrera Ing. Víctor Huilcapi, al llamado que acudimos con todo gusto, se nos fue asignado un lugar, tal como se aprecia en la figura 122.



FIGURA 124: LUGAR ASIGNADO

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013



FIGURA 125: BANNERS DE PRESENTACIÓN

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013

En la figura 124 se aprecia a los (AUTORES, FOTOS) del banco de prueba, con nuestro equipos y demás requerimientos para este tipo de presentación como banners y trípticos.



FIGURA 126: EXPOSITORES Y TESISTAS

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013



FIGURA 127: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013



FIGURA 128: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013



FIGURA 129: DISEÑO DE PROGRAMA TIA PORTAL

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013

Las demás figuras muestran del éxito que se obtuvo en la casa abierta 2013 con nuestro banco de prueba, donde fue difundida su aplicación e información a estudiantes de colegios particulares y fiscales con el fin de invitarlos a que se inscriban en la Universidad y continúen sus estudios.

La instalación y adecuación del área fue realizada un día antes del inicio de la casa abierta en horas de la tarde y noche, se realizaron adecuaciones como: banner, impresión de trípticos, conexiones, pruebas, etc. Con el fin de tener todo listo para el día de apertura de la casa abierta.

Hubo facilidades por parte de la Universidad tanto en el espacio físico, conexiones y demás, la casa abierta tuvo una duración de 9 horas. Los (AUTORES, FOTOS) estamos agradecidos por la invitación a este gran evento.

Contamos con la visita del Ec. Andrés Bayolo Garay quién se llevo una grata impresión de nuestro banco de prueba por el aporte técnico y práctico de los (AUTORES, FOTOS) hacia la Universidad y en especial al laboratorio de automatización.



FIGURA 130: PRESENTACIÓN DE BANCO DE PRUEBA

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Banco de prueba, Casa Abierta UPS-G, 2013

La figura 128 muestra la operación de los equipos e instrumentos conectados tanto en la parte de control y fuerza de nuestro banco de prueba.

Esta presentación en casa abierta 2013 fue de gran ayuda, para tener una idea de cómo sería una sustentación del mismo y apreciamos muchas las observaciones que se nos realizó, los (AUTORES, FOTOS) hemos considerado esta participación como una pre-sustentación con el fin de obtener nuestro tan anhelado título.

ANEXO 6: INFORMACIÓN EXTRA

SIEMENS

Product data sheet

6ES7214-1AE30-0XB0

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, COMPACT CPU, DC/DC/DC, ONBOARD I/O: 14 DI 24V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0 - 10V DC, POWER SUPPLY: DC 20.4 - 28.8 V DC, PROGRAM/DATA MEMORY: 50 KB

Product status

associated programming package STEP 7 Basic V10.5

Supply voltages

Rated value

DC 24 V Yes

permissible range, lower limit (DC) 20.4 V

permissible range, upper limit (DC) 28.8 V

Short-circuit protection 0.0000000000000000E+00

Load voltage L+

Rated value (DC) 24 V

permissible range, lower limit (DC) 20.4 V

permissible range, upper limit (DC) 28.8 V

Current consumption

Current consumption, max. 1.5 A ; 24 VDC

Inrush current, max. 12 A ; At 28.8 V

Current output to backplane bus (DC 5 V), max. 1600 mA ; 5 VDC max. for SM and CM

Current consumption/power loss

Power loss, typ. 12 W

Memory

Usable memory for user data 50 kbyte

RAM

integrated 50 kbyte

expandable No

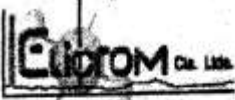

Backup

present Yes ; entire project maintenance-free in the integral EEPROM

without battery Yes

CPU/blocks

CERTIFICADOS DE PATRONES UTILIZADOS.

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Ciudadela Guayacal, calle 1era Mz 21 solar 10 Pbx: 04 2282007 www.eucrom.com		 CALIBRACIÓN N° OAE LC C 10-009		
CERTIFICADO No:		CC-3758-12				
EMPRESA:	BAS ELECTRIC					
DIRECCION:	Saucas 8 Mz, 259 F53 solar 8					
TELEFONO:	5118385					
DESCRIPCION:	PESAS					
MARCA:	NO ESPECIFICA					
SERIE:	NO ESPECIFICA					
CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.
EL.PC.007	PESA CLASE M1	KERN	10 Kg	G0411	11-abr-11	abr-13
EL.PC.008	PESA CLASE M1	KERN	20 Kg	G0903	11-abr-11	abr-13
EL.PC.024	BALANZA DE PRECISION	KERN	572-57	W064408	15-abr-11	abr-12
EL.PT.054	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	4245	111368009	09-mar-11	mar-13
EL.PT.009	TERMOMIGRÓMETRO	ATM	HT9214	NO ESPECIFIC	22-nov-11	may-12
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.17					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO EUCROM					
PRESIÓN BAROMÉTRICA:	1005 hPa					
TEMPERATURA MEDIA:	27,3 °C					
HUMEDAD MEDIA:	57,0% HR					
DENSIDAD DEL AIRE (CALCULADO)	1,1868 kg/m ³					
LA CALIBRACION SE REALIZA MEDIANTE EL METODO DE SUSTITUCION (ABBA) CON 8 REPETICIONES EN CADA CASO.						
MASA CONVENCIONAL			INCERTIDUMBRE PARA K=2	VALORACION * (Ver Nota)	CÓDIGO O IDENTIFICACIÓN	
20 kg	+	418 mg	1000 mg	M2	EC-2012-719	
10 kg	+	82 mg	500 mg	M2	EC-2012-720	
Nota: La valoración de clase OIML es solamente en cuanto al valor de masa convencional se refiere						
El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R00, para una probabilidad de cobertura del 95,45%. Se ha determinado conforme al documento EA 4/02.						
Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Eucrom Calibración.						
El presente certificado se refiere solamente a la(s) pesa(s) arriba descrita(s) al momento del ensayo.						
CALIBRACION REALIZADA POR: Ing. Sabino Pineda						
FECHA CAL.	27-abr-12		FECHA PRÓXIMA			
AUTORIZADO POR: Ing. Sabino Pineda GERENTE TECNICO			RECIBIDO POR: RESPONSABLE - CLIENTE			

Certificado de Calibración

Calibradores de Proceso
N° CC S 2013-0014

Esta calibración ha sido realizada cumpliendo los requerimientos de la Norma Internacional ISO 17025

Datos del Cliente

Nombre: Compañía de Elaborados de Café El Café C.A.
Dirección: Lomas de Prosperina Calle 18 I N.O. y Primer Pasaje 32 N.O. (Av. Juan Tanca Marengo Km 3 ½)
Ciudad & Provincia: Guayaquil, Guayas
Fecha de Calibración: 02/05/2013

Descripción del Instrumento y/o Equipo

Equipo: Calibrador de Procesos
Marca: Fluke
Rango: Variable de acuerdo a cada señal
Unidad: °C (RTD, TCJ / TCK) / mVDC / VDC / mA / Ω
Serie: Fluke-726
Modelo: 726
Ubicación: Laboratorio de Instrumentación

Descripción de Patrones utilizados

Para realizar la calibración del ítem indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referencia, los mismos que están calibrados a patrones nacionales reconocidos:

⇒ Calibrador de Señales Eléctricas, marca Yokogawa, modelo CA100, serie 12B912890H

Condiciones Ambientales durante la calibración

Temperatura: 22.5 Humedad Relativa: 58.8%

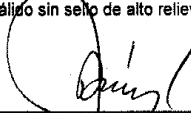
Otros datos

Procedimiento utilizado: Nombre: Procedimiento de Calibración de Calibradores de Proceso
Código: PRO-S-LAB-28
Versión: 03/01/2006

Normas/documentos de referencia: Nombre: Ninguno
Código: Ninguno
Versión: Ninguno

Los equipos de referencia utilizados en la presente trabajo de calibración son trazables al Centro de Metrología de la Fuerza Terrestre, patrón nacional de señales eléctricas, a través de los certificados de calibración # TE100568MUC y BF10356MUC. La incertidumbre expandida incluye la calibración de los instrumentos de referencia utilizados y del equipo bajo prueba y está calculada de acuerdo a OAE "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida en las calibraciones" OAE G02 R00 versión 2008-05. Los resultados contenidos en el presente documento pertenecen únicamente al equipo calibrado. La recomendación para intervalos de calibración es de 1 año calendario después de la fecha de calibración indicada en este certificado. Sin embargo, dicha recomendación puede quedar sin efecto por otro criterio de calidad aplicado por el cliente.

Este certificado no puede ser reproducido total ni parcialmente, a menos que Serlam S.A. lo autorice por escrito
No es válido sin sello de alto relieve


Carlos Díaz Cacaó
Jefe de Laboratorio

PATRONES EMPLEADOS PARA LA REVISIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.



FIGURA 131: CALIBRADOR DE PROCESO - FLUKE 726

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013



FIGURA 132: MÓDULO DE PRESIÓN - FLUKE 700P08

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013



FIGURA 133: PESAS PATRONES 20KG - 10KG - 5KG

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013



FIGURA 134: GENERADOR DE PRESIÓN - FLUKE 700PTP

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013

PRUEBAS DE MEDICIONES / PRESIÓN.



FIGURA 135: MEDICIÓN N°1 0 psi – 4 mA - 0%

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013



FIGURA 136: MEDICIÓN N°2 50 psi – 12 mA - 50%

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013



FIGURA 137: MEDICIÓN N°3 100 psi – 20 mA - 100%

Fuente: (AUTORES, FOTOS), Prueba de Instrumentos, Equipos patrones, 2013