

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL



CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE LABORATORIO CON UNA
INTERFAZ HMI PARA LA ENSEÑANZA DEL CONTROLADOR LÓGICO
PROGRAMABLE FLEXIPANEL, PARA LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL
Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

AUTOR: MARIO GEOVANNY MONTALUISA MARTÍNEZ

TUTOR: ING. MAURICIO ALMINATE

QUITO, JUNIO DEL 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el trabajo de graduación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE LABORATORIO CON UNA INTERFAZ HMI PARA LA ENSEÑANZA DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE FLEXIPANEL, PARA LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL”, presentado por el Sr. Mario Geovanny Montaluisa Martínez, estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., Junio del 2014

TUTOR

Ing. Mauricio Alminate V.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**AUTORÍA DE TESIS**

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., Junio del 2014

Mario Geovanny Montaluisa Martínez

CC: 0502916836

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban la tesis de graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Junio del 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

A mis Padres y hermanos quienes fueron un pilar fundamental en mi formación, gracias a todos por sus consejos y el gran apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A mis Padres y Hermanos que siempre estuvieron presentes para brindarme aquellas palabras que me inspiran a continuar siempre para adelante.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
PROBLEMATIZACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema Investigado	2
1.3 Problema Principal	3
1.4 Problemas Secundarios.....	3
1.5 Justificación	4
1.6 Objetivos.....	4
1.6.1 Objetivo Principal.....	4
1.6.2 Objetivos Específicos	4
1.7 Metodología	5
CAPÍTULO 2	6
MARCO DE REFERENCIA.....	6
2.1 Marco Teórico.....	6
2.1.1 Automatización	6
2.1.2 Controlador Lógico Programable.....	6
2.1.3 Lenguaje de programación.....	8
2.1.4 Human Machine Interface HMI	11
2.1.5 Motor eléctrico Trifásico como Monofásico	12
2.1.6 El Contactor	15
2.1.7 Análisis de los elementos a utilizarse en el proyecto	17
2.1.8 Características Generales del PLC FLExiPanel.....	17
2.1.8.1 PLC FLEXIPANEL FP5043T-E	18
2.1.8.2 PLC FLEXIPANEL FP4030	20
2.1.8.3 PLC FLEXIPANEL FP4057T-E	22
2.1.9 Tabla comparativa de distintos modelos de PLCs	24
2.1.10 Características Generales del Motor Eléctrico Trifásico	24
2.1.11 Características Generales del Contactor	25

2.1.12	Características del Relé de dos contactos	25
2.1.13	Características del Relé de tres contactos	26
2.1.14	Características de la bomba de Agua.....	27
CAPÍTULO 3		28
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE LABORATORIO CON UNA INTERFAZ HMI PARA LA ENSEÑANZA DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE FLEXI PANEL, PARA LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.....		28
3.1	Desarrollo de un diseño eléctrico, electrónico y mecánico, para una estación laboratorio utilizando un PLC + HMI.....	28
3.1.1	Diseño de Hardware	30
3.1.1.1	PLC + HMI.....	31
3.1.1.2	Fuente de Poder	31
3.1.1.3	Módulo de Entradas Digitales	32
3.1.1.4	Módulo de Salidas a Relé.....	32
3.1.1.5	Visualización en HMI	33
3.1.1.6	Relé / Contactor / Motor Eléctrico.....	33
3.1.1.7	Luces piloto / Visualización en HMI	34
3.1.1.8	Entradas Digitales / Flotadores.....	34
3.1.1.9	Llenado de recipientes / visualización en HMI	34
3.1.1.10	Diagramas de Conexionado	35
3.1.2	Diseño de Software.....	46
3.1.2.1	Diseño de software para la creación de la pantalla MENÚ.....	47
3.1.2.2	Diseño de software para la Práctica N° 1	48
3.1.2.3	Diseño de software para la Práctica N° 2.....	48
3.1.2.4	Diseño de software para la Práctica N° 3.....	49
3.1.2.5	Diseño de software para la Práctica N° 4.....	50
3.1.2.6	Diseño de software para la Práctica N° 5.....	51
3.1.2.7	Diseño de software para la Práctica N° 6.....	52
3.1.2.8	Diseño de software para la Práctica N° 7.....	54
3.1.2.9	Diseño de software para la Práctica N° 8.....	56

3.1.2.10	Diseño de software para la Práctica N° 9	59
3.1.2.11	Diseño de software para la Práctica N° 10	63
3.1.3	Diseño Parte Mecánica	65
3.1.4	Diseño del Tablero	65
3.1.5	Diseño de la Estación de Trabajo	66
3.2	Montaje e instalación de la estación de laboratorio, con el tipo de tecnología adecuado.....	69
3.2.1	Selección de Tecnología.....	69
3.2.2	Montaje de Hardware	69
3.2.2.1	Montaje del Tablero de control	69
3.2.2.2	Layout del Tablero de Control.....	75
3.2.2.3	Implementación de la estación de laboratorio	77
3.2.3	Montaje de Software.....	83
3.2.3.1	Programación de la Práctica N° 1	90
3.2.3.2	Programación de la Práctica N° 2	90
3.2.3.3	Programación de la Práctica N° 3	91
3.2.3.4	Programación de la Práctica N° 4	92
3.2.3.5	Programación de la Práctica N° 5	93
3.2.3.6	Programación de la Práctica N° 6	94
3.2.3.7	Programación de la Práctica N° 7	95
3.2.3.8	Programación de la Práctica N° 8	97
3.2.3.9	Programación de la Práctica N° 9	99
3.2.3.10	Programación de la Práctica N° 10.....	101
3.3	Implementación de las guías de laboratorio aplicadas a las asignaturas de Circuitos Eléctricos II, Sistemas Digitales II, Diseño Electrónico y Control Automático, con el fin de validar y poner en marcha la estación de laboratorio.....	102
3.3.1	Competencias que se alcanzan en las asignaturas propuestas	102
3.3.2	Elaboración de Guías de Laboratorio	105
	PRÁCTICA N° 1	107
	MANEJO DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	107

PRÁCTICA N° 2.....	112
MANEJO DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN “FLEXISOFT”	112
PRÁCTICA N° 3.....	115
CREACIÓN DE PANTALLAS Y ETIQUETAS EN HMI.....	115
PRÁCTICA N° 4.....	118
ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO.....	118
PRÁCTICA N° 5.....	122
INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO.....	122
PRÁCTICA N° 6.....	125
SIMULACIÓN DE LAVADORA DE ROPA CON VISUALIZACIÓN EN HMI.....	125
PRÁCTICA N° 7.....	127
CONTROL DE ENCENDIDO DE LUCES PILOTO MEDIANTE TEMPORIZADORES.....	127
PRÁCTICA N° 8.....	130
CONTROL DE ENCENDIDO DE LUCES PILOTO MEDIANTE CONTADORES .	130
PRÁCTICA N° 9.....	133
PROTOTIPO PARA LLENADO Y VACIADO DE AGUA DE 3 TANQUES SECUENCIALMENTE	133
PRÁCTICA N° 10.....	136
HISTORIAL DE EVENTOS Y ALARMAS	136
CAPÍTULO 4	138
RESULTADOS Y COSTOS.....	138
4.1 Pruebas de Funcionamiento	138
4.2 Análisis de Resultados.....	138
4.3 Matriz FODA	142
4.4 Costos del Proyecto	143
4.4.1 Equipos eléctricos y electrónicos	143
4.4.2 Accesorios eléctricos de tablero (External Layout)	143
4.4.3 Accesorios eléctricos tablero (Internal Layout)	144

4.4.4	Accesorios para llenado de tanques.....	145
4.4.5	Cables eléctricos.....	145
4.4.6	Materiales Mecánicos y madera MDF.....	146
4.4.7	Materiales Consumibles.....	146
4.4.8	Valores Totales.....	146
CAPÍTULO 5		147
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		147
5.1	Conclusiones	147
5.2	Recomendaciones.....	148
Bibliografía.....		149
ANEXOS		150
ANEXO 1		151
FlexiPanel FP5043		151
ANEXO 2		155
Conexión de un motor Trifásico, mediante condensador.....		155
ANEXO 3		158
Relé de 3 contactos (NA)		158
ANEXO 4		160
Acta de Entrega / Recepción		160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características Técnicas Generales FP5043T-E (Fuente: Autor)	19
Tabla 2.2 Módulos para Slots Expansión FP5043T-E(Fuente: Autor).....	19
Tabla 2.3 Características Técnicas Generales FP4030 (Fuente: Autor)	21
Tabla 2.4 E / S Integradas FP4030 (Fuente: Autor).....	21
Tabla 2.5 Características Técnicas Generales FP4057T-E (Fuente: Autor)	23
Tabla 2.6 Módulos para Slots Expansión FP4057T-E (Fuente: Autor).....	23
Tabla 2.7 Tabla comparativa de distintos modelos de PLCs (Fuente: Autor).....	24
Tabla 3.1 Listado de señales (Fuente: Autor).....	36
Tabla 3.2 Listado de Equipos y materiales (Fuente: Autor).....	66
Tabla 3.3 Listado de Equipos y materiales Layout del tablero de control (Fuente: Autor) ...	76
Tabla 3.4 Descripción de varias herramientas que usa FlexiSoft (Fuente: Autor).....	88
Tabla 3.5 Descripción de herramientas para interactuar entre pantallas (Fuente: Autor).....	89
Tabla 3.6 Prácticas Básicas aplicadas a las guías de laboratorio (Fuente: Autor).....	102
Tabla 3.7 Circuitos Eléctricos II, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor).....	102
Tabla 3.8 Circuitos Digitales II, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)	103
Tabla 3.9 Diseño Electrónico, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)	103
Tabla 3.10 Control Automático, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor).....	104
Tabla 4.1 Matriz FODA (Fuente: Autor)	142
Tabla 4.2 Lista de equipos eléctricos y electrónicos (Fuente: Autor).....	143
Tabla 4.3 Accesorios eléctricos de tablero (External Layout) (Fuente: Autor).....	143
Tabla 4.4 Accesorios eléctricos de tablero (Internal Layout) (Fuente: Autor).....	144
Tabla 4.5 Accesorios para llenado de tanques (Fuente: Autor).....	145
Tabla 4.6 Cables eléctricos (Fuente: Autor).....	145
Tabla 4.7 Materiales mecánicos y madera MDF (Fuente: Autor)	146
Tabla 4.8 Materiales consumibles (Fuente: Autor).....	146
Tabla 4.9 Costo total del Proyecto	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura externa. Fuente: (efn.uncor.edu, pág. 206)	7
Figura 2.2 Tipos de lenguajes de programación (Automatas Progamables, 2001)	9
Figura 2.3 Lenguaje de alto nivel (Automatas Progamables, 2001).....	9
Figura 2.4 Diagrama de contactos (Automatas Progamables, 2001).....	10
Figura 2.5 Diagrama de bloques funcionales (Automatas Progamables, 2001).....	10
Figura 2.6 Conexionado en triángulo (Caro Huertas, 2004)	13
Figura 2.7 Conexionado en estrella (Caro Huertas, 2004)	14
Figura 2.8 Símbolo del Contactor (Vilches, pág. 1)	15
Figura 2.9 Aspecto físico del contactor (Vilches, pág. 1)	16
Figura 2.10 Vista Frontal y Posterior (con módulos) FP5043T-E (renuelectronics).....	18
Figura 2.11 Conexionado Posterior FP5043T-E (renuelectronics).....	18
Figura 2.12 Vista Frontal y Posterior FP4030 (renuelectronics)	20
Figura 2.13 Conexionado Posterior FP4030 (renuelectronics)	20
Figura 2.14 Vista Frontal y Posterior FP4057T-E (renuelectronics)	22
Figura 2.15 Conexionado Posterior FP4057T-E(renuelectronics)	22
Figura 2.16 Características del Motor Eléctrico Trifásico (Fuente: Autor)	24
Figura 2.17 Características del Contactor (Fuente: Autor)	25
Figura 2.18 Características del Relé de dos contactos (Fuente: Autor)	26
Figura 2.19 Características del Relé de tres contactos (Fuente: Autor).....	26
Figura 2.20 Características de la bomba de agua (Fuente: Autor).....	27
Figura 3.1 Diagrama general de bloques (Fuente: Autor).....	28
Figura 3.2 Diseño de Hardware (Fuente: Autor)	30
Figura 3.3 Diagrama de conexionado AC / DC (Fuente: Autor).....	39
Figura 3.4 Diagrama de conexionado SLOT 1(Fuente: Autor).....	43
Figura 3.5 Diagrama de conexionado SLOT 2 (Fuente: Autor).....	44
Figura 3.6 Diagrama de conexionado Relés – Contactor – Motor Eléctrico (Fuente: Autor).45	
Figura 3.7 Diagrama de Flujo de la pantalla MENÚ	47
Figura 3.8 Diagrama de Flujo, Práctica N° 1 (Fuente: Autor)	48
Figura 3.9 Diagrama de Flujo, Práctica N° 2 (Fuente: Autor)	48

Figura 3.10 Diagrama de Flujo, Práctica N° 3 (Fuente: Autor)	49
Figura 3.11 Diagrama de Flujo, Práctica N° 4 (Fuente: Autor)	50
Figura 3.12 Diagrama de Flujo, Práctica N° 5 (Fuente: Autor) (Cont.).....	51
Figura 3.13 Diagrama de Flujo, Práctica N° 5 (Fuente: Autor)	52
Figura 3.14 Diagrama de Flujo, Práctica N° 6 (Fuente: Autor) (Cont.).....	52
Figura 3.15 Diagrama de Flujo, Práctica N° 6 (Fuente: Autor)	53
Figura 3.16 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.).....	54
Figura 3.17 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.).....	55
Figura 3.18 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor)	56
Figura 3.19 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.).....	56
Figura 3.20 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.).....	57
Figura 3.21 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.).....	58
Figura 3.22 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8	59
Figura 3.23 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.).....	60
Figura 3.24 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.).....	61
Figura 3.25 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.).....	62
Figura 3.26 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9	63
Figura 3.27 Diagrama de Flujo, Práctica N° 10 (Fuente: Autor) (Cont.).....	63
Figura 3.28 Diagrama de Flujo, Práctica N° 10.....	64
Figura 3.29 Diagrama External Layout (Fuente: Autor).....	65
Figura 3.30 Estación de trabajo vista general (Fuente: Autor).....	67
Figura 3.31 Dimensiones para los tanques de agua (Fuente: Autor)	68
Figura 3.32 Dimensiones para soporte del motor eléctrico (Fuente: Autor).....	68
Figura 3.33 Fijación de canaletas y riel din (Fuente: Autor).....	70
Figura 3.34 Colocación de marquillas de identificación (Fuente: Autor).....	70
Figura 3.35 Compresión de marquillas (Fuente: Autor)	71
Figura 3.36 Fijación de PLC y demás accesorios (Fuente: Autor).....	71
Figura 3.37 Marquillas para módulo FPED0012R (Fuente: Autor)	72
Figura 3.38 Conexión desde módulos de expansión a borneras (Fuente: Autor)	72
Figura 3.39 Peinado y fijación de cables (Fuente: Autor).....	73

Figura 3.40 Conexionados finales (Fuente: Autor).....	73
Figura 3.41 Tablero final, vista interna (Fuente: Autor).....	74
Figura 3.42 Vista frontal del tablero (Fuente: Autor).....	74
Figura 3.43 Layout del tablero de control (Fuente: Autor).....	75
Figura 3.44 Soporte metálico para el tablero (Fuente: Autor).....	77
Figura 3.45 Fijación de plancha de madera en mesa metálica (Fuente: Autor).....	77
Figura 3.46 Montaje del tablero en la mesa de trabajo (Fuente: Autor).....	78
Figura 3.47 Fijación y nivelación del tablero (Fuente: Autor).....	78
Figura 3.48 Fijación de soportes para tanques y ruta de cableado (Fuente: Autor).....	79
Figura 3.49 Colocación de electroválvulas (Fuente: Autor).....	79
Figura 3.50 Fijación de tanques y ruta para conducción de agua (Fuente: Autor).....	80
Figura 3.51 Fijación de las bombas de agua (Fuente: Autor).....	81
Figura 3.52 Cableado de electroválvulas y flotadores (Fuente: Autor).....	81
Figura 3.53 Contactos del motor eléctrico trifásico (Fuente: Autor).....	82
Figura 3.54 Conexión de fábrica del motor (Fuente: Autor).....	82
Figura 3.55 Estación de trabajo total (Fuente: Autor).....	83
Figura 3.56 Interfaz de Comunicación (renuelectronics).....	84
Figura 3.57 Pantalla de bienvenida a la instalación (renuelectronics).....	85
Figura 3.58 Ubicación donde se instalará el software(renuelectronics).....	85
Figura 3.59 Finalización de la instalación (renuelectronics).....	86
Figura 3.60 Pantalla inicial del Software FlexiSoft (renuelectronics).....	87
Figura 3.61 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 3 (Fuente: Autor).....	91
Figura 3.62 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 4 (Fuente: Autor).....	92
Figura 3.63 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 5 (Fuente: Autor).....	93
Figura 3.64 Diagrama Ladder. Practica N° 6 (Fuente: Autor).....	95
Figura 3.65 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.).....	96

Figura 3.66 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 7 (Fuente: Autor)	96
Figura 3.67 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 8 (Fuente: Autor)	98
Figura 3.68 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 8.....	98
Figura 3.69 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 9 (Fuente: Autor)	100
Figura 3.70 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 9 (Fuente: Autor)	100
Figura 3.71 Diagrama Ladder. Practica N° 10 (Fuente: Autor).....	101

RESUMEN

Se diseñó e implementó una estación de laboratorio con una interfaz HMI para la enseñanza del controlador lógico programable FlexiPanel, la misma que se encuentra ensamblada en un tablero de control dotada con accesorios eléctricos, electrónicos y electromecánicos. Todo el sistema está montado sobre una mesa metálica transportable, que se podría movilizar por los diferentes Laboratorios que cuenta la Universidad Tecnológica Israel.

Lo que se conseguirá con esta estación de laboratorio es optimizar el tiempo de realización de nuevas prácticas que se desee plantear a futuro, ya que no se necesita realizar conexiones adicionales.

El informe técnico que se muestra consta de cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

En el capítulo 1 se planteó la problemática, se generó los objetivos que permitan la solución, y se buscó la metodología más adecuada para la realización del proyecto.

En el capítulo 2 se revisó tanto el marco teórico como el marco conceptual, los mismos que tratan de los conceptos fundamentales, las herramientas y la tecnología a utilizar.

En el capítulo 3 se diseñó e implementó la estación de Laboratorio y se generó 10 guías de prácticas con PLCs.

En el capítulo 4 se desarrolló e implementó las 10 prácticas propuestas, se analizó los resultados, se elaboró la matriz FODA y se detalló los costos del proyecto.

En el capítulo 5 se elaboró una serie de conclusiones que resultaron de la experimentación del desarrollo del proyecto.

ABSTRACT

This Project consists in the design and implementation of laboratory station with HMI FlexiPanel for teaching programmable logic controller, which is assembled in a control panel equipped with electrical, electronic and electromechanical accessories. The whole system is mounted on a transportable metal table, which could be mobilized by the different laboratories of the Israel Technological University.

What you get with this lab station is to optimize the execution time of new practices that wanted to raise future as it will not need additional connections.

The technical report that is displayed contains five chapters, which are detailed below:

In Chapter 1 the issue was raised, the objectives that allow the solution was generated, and the most appropriate methodology for the project was sought.

In Chapter 2 both the theoretical framework as the conceptual framework, the same as dealing with fundamental concepts, tools and technology used is reviewed.

In Chapter 3 is designed and implemented Station Laboratory Practice guidelines and 10 were generated with PLCs.

In Chapter 4 is developed and implemented the 10 practical proposals, results are analyzed, the SWOT matrix was developed and project costs are detailed.

In Chapter 5 number of conclusions and recommendations resulting from the experimental development project were prepared.

CAPÍTULO 1

PROBLEMATIZACIÓN

1.1 Antecedentes

La Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL) nació en 1999 mediante la unión de dos Institutos: el Instituto Tecnológico Israel y el Instituto Tecnológico Italia, en busca de un mejor fortalecimiento de conocimientos y adquisición de experiencia pre-profesional para los estudiantes que optan por continuar con los estudios universitarios.

Ubicada en el D.M. de Quito en la Fco. Pizarro E4-142 y Av. Orellana. Las Carreras de Pregrado que ofrece la Universidad son:

- Ingeniería en Administración Hotelera y Turística
- Ingeniería en Diseño Gráfico
- Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones
- Ingeniería en Producción de Televisión y Multimedia
- Ingeniería en Sistemas Informáticos
- Licenciatura en Contabilidad Pública y Auditoría

En la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, se estudia materias técnicas como electricidad básica, electrónica de potencia, microcontroladores, entre otras, en donde se aprende el funcionamiento de componentes eléctricos y electrónicos, por citar un ejemplo los controladores lógicos programables conocidos como PLCs. Estos dispositivos nacieron en la década de 1960, como una necesidad de la Industria que buscó una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés,

interruptores y demás componentes que se usan en el control de sistemas de lógica combinacional.

La capacidad de manipulación, almacenamiento, potencia de procesamiento y la interactividad que tiene de comunicarse entre PLCs, sistemas HMI y computadores son una buena opción que se ha desarrollado para la Industria en la ejecución de procesos automatizados.

1.2 Problema Investigado

En la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones al no disponer de una estación de laboratorio con una interfaz HMI para la enseñanza de un controlador lógico programable, se está limitando el aprendizaje de una herramienta muy importante y necesaria para los estudiantes cuando se desenvuelvan en el campo laboral. Por citar un ejemplo real, el sector petrolero requiere de profesionales conocedores del tema, para el mejor aprovechamiento de la tecnología disponible y un desenvolvimiento eficiente en el desarrollo de cada proyecto.

Existen estaciones de laboratorio que disponen de tableros de control en los cuales estén ubicados PLCs + HMI, junto con accesorios necesarios para la simulación, como son: motores eléctricos para un arranque estrella – triángulo, para la inversión de giro; electroválvulas; contactor; relés que activen salidas digitales; switch de nivel alto (flotadores); switches selectores de dos y tres posiciones; luces piloto; push buttons, etc. Varios de los procesos se pueden ver tanto físicamente como en la pantalla HMI del PLC, ambos al mismo tiempo. Lamentablemente estas estaciones de simulación son muy costosas.

Se ha investigado diseños eléctricos, electrónicos y mecánicos de este tipo de estaciones de laboratorio, sin ningún resultado positivo.

En el mercado existen muchas marcas de PLCs los mismos que tienen costos elevados, más aún si se desea utilizar una pantalla HMI. Un complemento ideal sería un equipo electrónico que este incorporado el PLC + HMI, y que se adapte a la tecnología de los PLCs tradicionales, con costos que sean accesibles para la adquisición de los mismos.

Se ha revisado en el repositorio digital de la Universidad Israel y no se dispone de guías de laboratorio en las que se involucren la enseñanza de un PLC con HMI incorporado.

1.3 Problema Principal

La Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel no dispone de una estación de laboratorio con una interfaz HMI para la enseñanza del controlador lógico programable FlexiPanel, para un mayor entendimiento de la programación del mencionado PLC.

1.4 Problemas Secundarios

- Se carece de un diseño eléctrico, electrónico y mecánico de una estación de laboratorio utilizando un PLC + HMI.
- No se conoce el tipo de tecnología a usarse en la implementación de la estación de laboratorio.
- Hace falta la creación de guías de laboratorio para la validación y puesta en marcha del mencionado proyecto.

1.5 Justificación

Este proyecto servirá para crear guías y simular prácticas de laboratorio aplicadas a las asignaturas de Circuitos Eléctricos II, Circuitos Digitales II, Diseño Electrónico y Control Automático dictadas en la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones de la Universidad Israel, con lo cual el estudiante adquirirá mayor practicidad en el conocimiento teórico alcanzado.

Uno de los problemas que presenta el sector laboral es la incorporación de profesionales electrónicos que carecen de conocimientos básicos en programación de PLCs, que son de vital importancia para el buen desenvolvimiento en los proyectos asignados.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Principal

Diseñar e implementar una estación de laboratorio con una interfaz HMI para la enseñanza del controlador lógico programable FlexiPanel, para la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un diseño eléctrico, electrónico y mecánico, para una estación laboratorio utilizando un PLC + HMI.
- Realizar la implementación de la estación de laboratorio, con el tipo de tecnología adecuado.

- Implementar guías de laboratorio aplicadas a las asignaturas de Circuitos Eléctricos II, Sistemas Digitales II, Diseño Electrónico y Control Automático, con el fin de validar y poner en marcha la estación de laboratorio.

1.7 Metodología

Para el proyecto se empleó cuatro etapas de investigación.

Primera Etapa

Los métodos de análisis y síntesis para la recopilación de toda la información en cuanto al manejo del controlador lógico programable y el tipo de conexionado que se utilizó.

Segunda y Tercera Etapa

Se utilizó los métodos, deductivo e inductivo para identificar los elementos tanto en software como en hardware, que se usó en diseñar e implementar el sistema planteado.

Cuarta Etapa

Se utilizó la investigación de campo, que formó una parte fundamental para la verificación de los resultados obtenidos, mediante varias pruebas a la estación de laboratorio con interfaz HMI.

CAPÍTULO 2

MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se realizó una descripción tanto de las herramientas como de la tecnología a usarse en este proyecto.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Automatización

La palabra automatización corresponde al término griego “auto” que significa ejecutar por medios propios un proceso; en el que la información, materia y energía es transformada. Es una variedad amplia de procesos o sistemas, en la que se transfieren las tareas de producción a un conjunto de elementos tecnológicos para operar con la mínima o escasa intervención del ser humano. (materias.fi.uba.ar, pág. 1)

2.1.2 Controlador Lógico Programable

El controlador lógico programable conocido con siglas PLC, tiene un campo de aplicación bien extenso, su utilización es en instalaciones donde es necesario un proceso de maniobra, señalización y control. Sus dimensiones reducidas, la facilidad de montaje, la posibilidad de almacenar programas, hacen que su eficacia sea fundamental en procesos que tienen necesidades como: (efn.uncor.edu, págs. 203 - 204)

- Espacio reducido
- Procesos secuenciales
- Procesos de producción que cambian periódicamente
- Instalaciones de procesos amplios y complejos
- Chequeo de la programación

- Control y señalización

Estructura externa

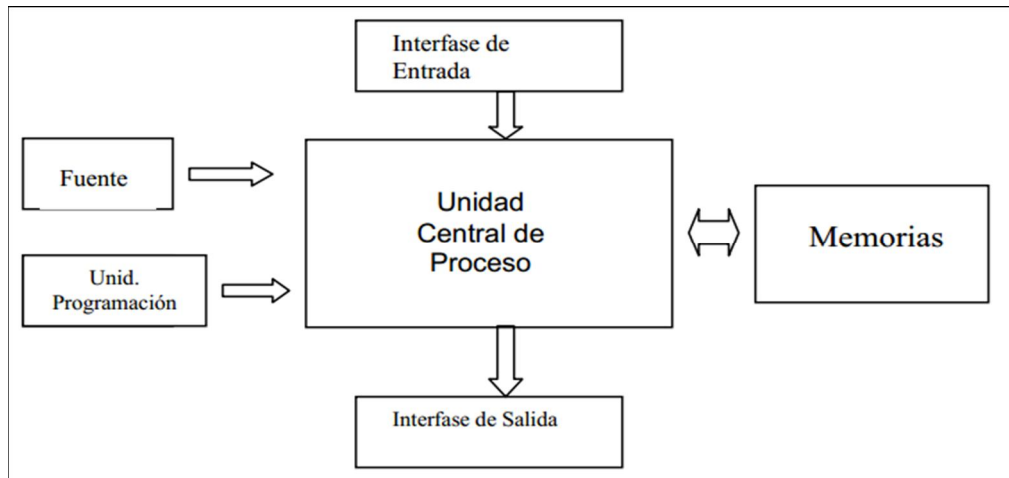


Figura 2.1 Estructura externa. Fuente: (efn.uncor.edu, pág. 206)

La Figura 2.1 muestra la estructura externa y se refiere al aspecto físico exterior, sus elementos y bloques cómo está dividido.

Actualmente existen tres estructuras en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura americana
- Estructura europea

Estructura compacta

En este PLC se presenta todos sus elementos en un sólo bloque, que sería la fuente de alimentación, CPU, memorias, E/S.

Estos PLCs son de gama baja, la potencia de proceso es muy limitada, sirve para controlar máquinas muy pequeñas. (efn.uncor.edu, pág. 207)

Estructura americana

Conocida también como estructura semimodular, este PLC trae en un bloque las E/S y en otro bloque el resto de componentes. Son de gama media. (efn.uncor.edu, pág. 207)

Estructura europea

Conocida también como estructura modular, este PLC trae un módulo para cada uno de sus elementos, para su montaje se lo puede realizar sobre un riel din, una placa perforada o sobre un rack, y tienen alojado un BUS externo para la unión de los distintos módulos. (efn.uncor.edu, pág. 207)

2.1.3 Lenguaje de programación

Son necesarios para la comunicación entre el usuario y el PLC, esta comunicación se puede realizar por medio de un cargador de programa. En procesos grandes o ambientes industriales al PLC se le conoce también como API (*Automata Programmable Industrial*) y el usuario utiliza como interface pantallas de plasma, touch screen o sistemas SCADA (sistema para adquisición de datos, monitoreo y control de procesos). (Automatas Progamables, 2001)

Clasificación de los lenguajes de programación

Son de dos tipos el uno conocido como visual y el otro conocido como escrito, los visuales permiten generar el programa con el uso de símbolos gráficos, planos esquemáticos y diagrama de bloque. Los llamados escritos constan de una lista de sentencias para describir una función que se va a ejecutar. La Figura 2.2 muestra lo mencionado. (Automatas Progamables, 2001)

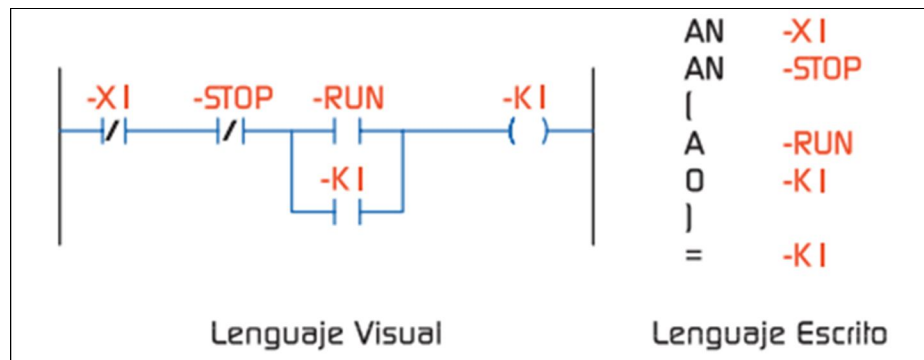


Figura 2.2 Tipos de lenguajes de programación (Automatas Progables, 2001)

Niveles de los lenguajes para PLC

- **Bajo Nivel**

En la programación de PLCs no se emplea directamente el lenguaje de maquina o ensamblador, se usa el lenguaje de lista de instrucciones.

- **Alto Nivel**

Su característica es que son visuales, pero existen también los lenguajes escritos de alto nivel. La Figura 2.3 muestra el lenguaje descrito.



Figura 2.3 Lenguaje de alto nivel (Automatas Progables, 2001)

- **Diagrama de contactos**

Es muy similar a un circuito de contactores y relés, su entendimiento y uso es fácil, para usuarios con experiencia en lógica alamburada conocida como lenguaje LADDER (escalera). La Figura 2.4 muestra el lenguaje ladder.

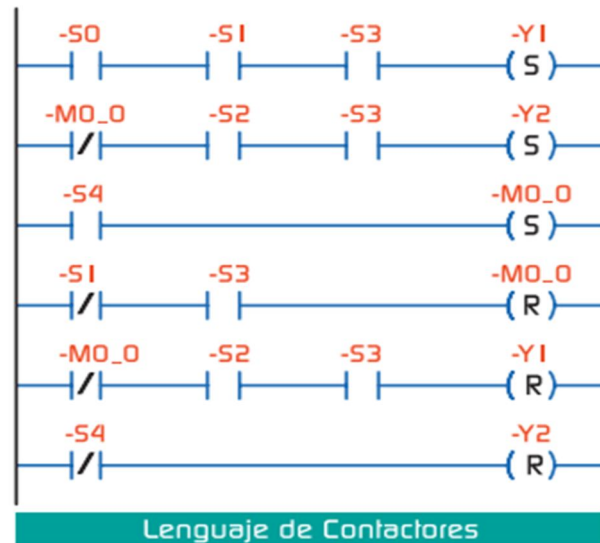


Figura 2.4 Diagrama de contactos (Automatas Progamables, 2001)

- **Diagrama de bloques funcionales**

Aquí se usa los diagramas lógicos de la conocida electrónica digital. La Figura 2.5 muestra dicho diagrama

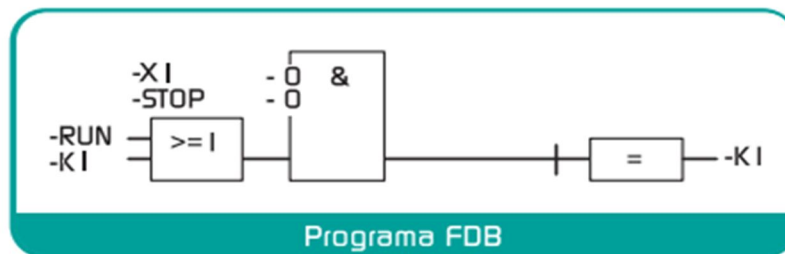


Figura 2.5 Diagrama de bloques funcionales (Automatas Progamables, 2001)

2.1.4 Human Machine Interface HMI

En español significa Interfaz Hombre Máquina, como su nombre lo dice es el sistema o dispositivo que permite el interfaz entre el hombre y la máquina. Consiste en unos paneles que están compuestos por indicadores y comandos, por ejemplo luces piloto, pulsadores, selectores, indicadores digitales y análogos que se interconectan con la máquina o proceso.

(Cobo, pág. 1)

Tipos de HMI

- Terminal de Operador
- PC + Software

Terminal de Operador

Este dispositivo es construido para instalarse en ambientes agresivos, donde puede ser solamente despliegues numéricos, alfanuméricos o gráficos. Se puede usar una pantalla sensible al tacto (touch screen) (Cobo, pág. 1)

PC + Software

Consiste en otra alternativa basada en un PC donde se instala un software apropiado para la aplicación, (Cobo, pág. 1)

Software HMI

Permiten las siguientes funciones: *Interfaz Gráfica* de esta manera poder ver el proceso en interactuar con él. *Registro en tiempo Real e Histórico* de datos, *manejo de alarmas*.

También este software puede comunicarse directamente con dispositivos externos (proceso), o hacerlo a través de un software especializado en comunicación. (Cobo, pág. 2)

2.1.5 Motor eléctrico Trifásico como Monofásico

Para esto se usa la conexión **Steinmetz**

Consiste en los conexiones necesarios, para la transformación de un motor trifásico a que funcione en una red monofásica. Esta conexión es mediante un condensador, ya que se debe hacer ciertas apreciaciones debido a que el motor trifásico pierde las características nominales, tampoco se puede realizar en todos los tipos de motores.

Es tipo de conexión es aconsejable solamente para motores de potencias menores a 2 KW. El condensador que se debe instalar debe ser de 1.5 veces la tensión nominal de la red monofásica con un mínimo de 250 V_{AC}, el valor de la capacidad se calcula con la siguiente fórmula: (Caro Huertas, 2004)

$$C = 36 \cdot P \cdot \left(\frac{220}{U} \right)^2 \cdot \frac{50}{f}$$

C = Capacidad del condensador en μF

P = Potencia del motor trifásico en KW

U = Tensión de la red monofásica en voltios

F = Frecuencia de la red en Hertzios.

En la Figura 2.6 se visualiza el funcionamiento de la conexión en triángulo; la fase y el neutro de la red alimentan el devanado U1- U2 y los otros dos devanados quedan conectados en serie; con lo cual se realiza la función de devanado auxiliar como si fuera un motor

monofásico, pero el devanado U1-U2 respecto a los devanados conectados en serie no están desfasados a 90° , como sería en un motor monofásico, debido a esto se conecta el condensador para generar el adelanto de la corriente, que proporciona sobre una fase y así producir el suficiente par para que pueda girar el motor. Para la conexión en estrella se sigue el mismo principio de funcionamiento. (Caro Huertas, 2004)

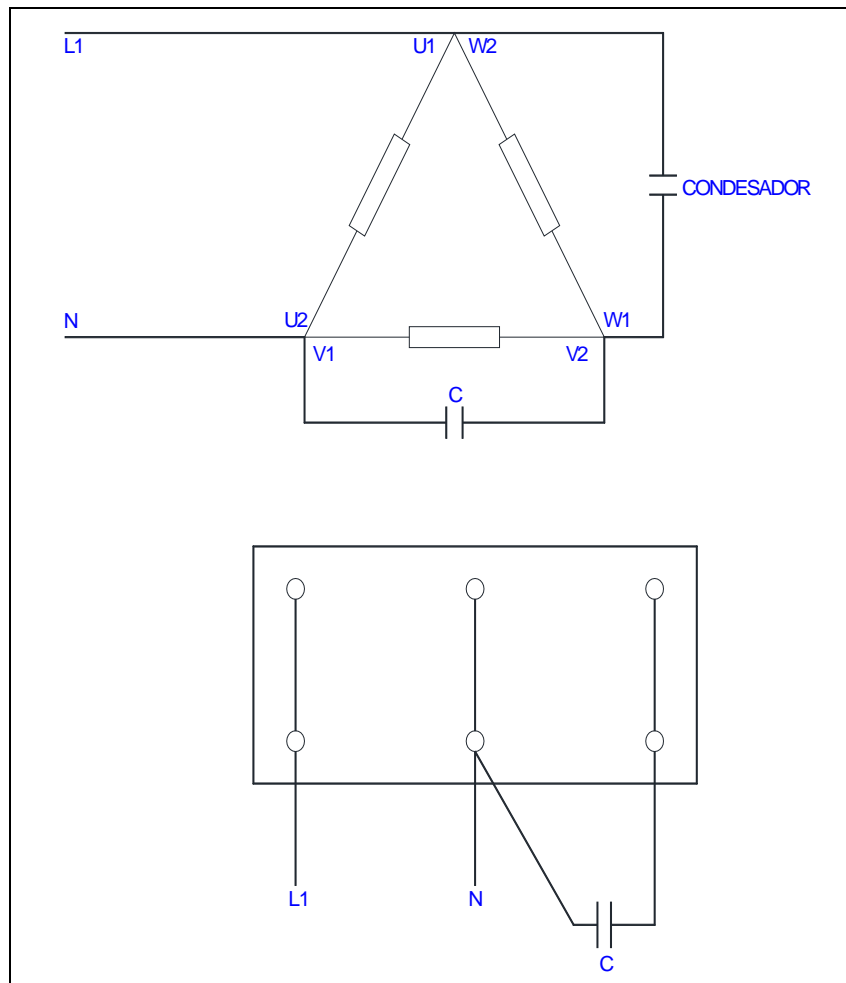


Figura 2.6 Conexión en triángulo (Caro Huertas, 2004)

Para la conexión en triángulo, la Figura 2.6 muestra la posición del condensador C, si se desea que el motor gire en sentido contrario.

Para la conexión en estrella, la Figura 2.7 muestra la posición del condensador C, si se desea que el motor gire en sentido contrario.

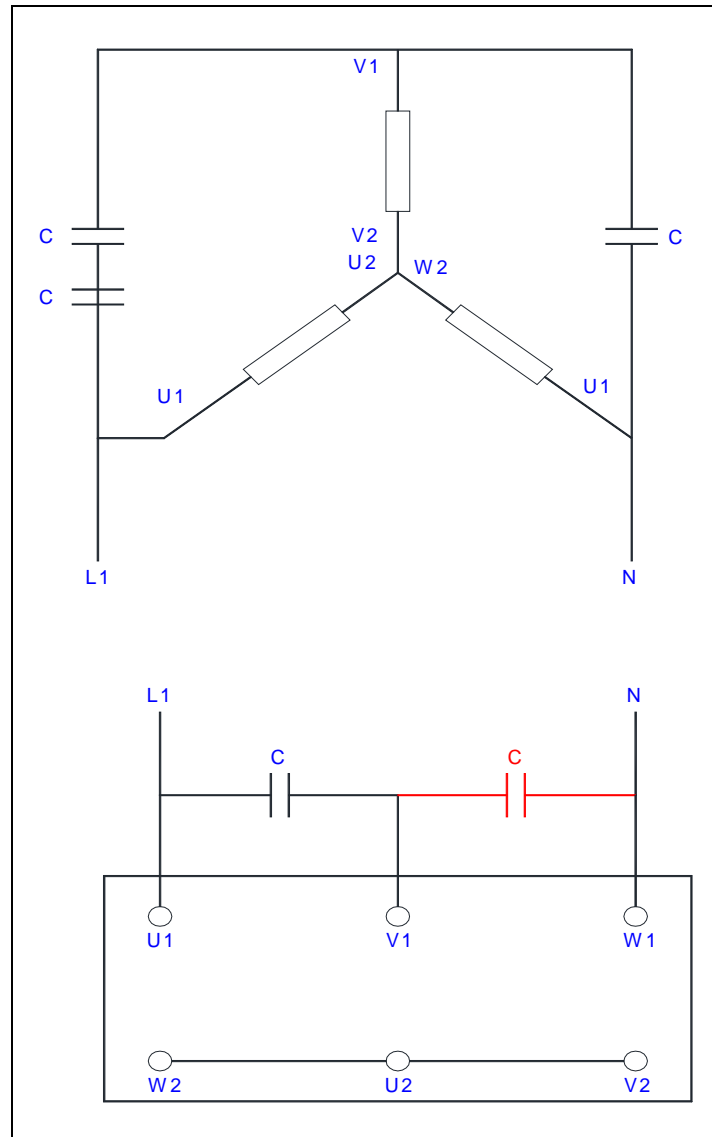


Figura 2.7 Conexión en estrella (Caro Huertas, 2004)

2.1.6 El Contactor

Es un elemento electromecánico, dotado de unos contactos los cuales se cierran y permiten el paso de corriente por ellos, esto al momento que se energiza la bobina del contactor. Su símbolo es el representado en la Figura 2.8 (Vilches, pág. 1)

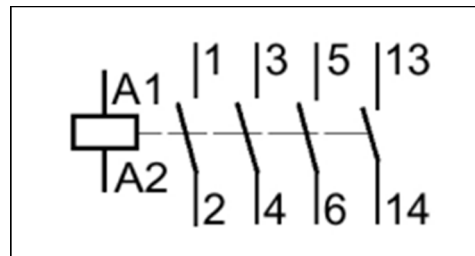


Figura 2.8 Símbolo del Contactor (Vilches, pág. 1)

Partes del Contactor

- Contactos Principales: 1-2, 3-4, 5-6.

Su función es abrir el circuito de potencia

- Contactos Auxiliares: 13-14 (NO)

Se usa en los circuitos de mando, soportan menor corriente que los principales

- Circuito Electromagnético:

Tiene 3 partes

- El núcleo en forma de E, constituye la parte fija
- La bobina A1 – A2
- La armadura, constituye la parte móvil

La Figura 2.9 muestra el aspecto físico del contactor.

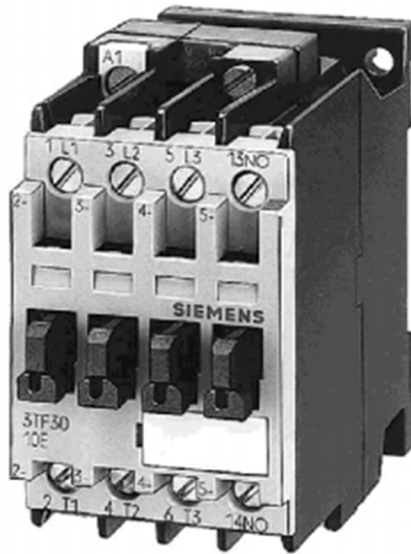


Figura 2.9 Aspecto físico del contactor (Vilches, pág. 1)

Como elegir un contactor

Se debe prestar atención a lo siguiente

- El voltaje de alimentación de la bobina, que puede ser alterna o continua, siendo la alterna la más usada, se puede operar a voltajes de 12 V_{DC}, 24 V_{DC}, 110 V_{AC}, 240 V_{AC}
- De acuerdo al número de veces que el circuito electromagnético se abre y cierra, se tiene contactores que se deben cerrar una o dos veces por día, o también contactores que estén abriendo y cerrando constantemente, tener en cuenta el arco eléctrico que se produce y su respectivo deterioro.
- La corriente que un motor consume permanentemente (corriente de servicio)

Para esto se recomienda acudir al catálogo de los fabricantes y escoger según las distintas características que presenta cada modelo (Vilches, pág. 2)

2.1.7 Análisis de los elementos a utilizarse en el proyecto

En esta etapa se describen los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos que se usó para el desarrollo del proyecto.

2.1.8 Características Generales del PLC FLexiPanel

Módulos de Expansión I/O (Digitales Análogos): son elegidos de acuerdo a la aplicación, el usuario puede conectar cualquier combinación de hasta 3 módulos I/O, análogos o digitales.

Alarmas: se puede definir alarmas en tiempo real e históricos. Teclas asignables para reconocer la alarma, visualizarla y desplazarse entre varias alarmas.

RTC: el usuario dispone de soporte integrado para Reloj en Tiempo Real.

Contadores de Alta Velocidad: soporta contadores de hasta 25 KHz, usados comúnmente para medida de frecuencia, velocidad, totalizador. El usuario puede definir hasta 2 contadores de alta velocidad.

Soporte Ladder: el usuario puede definir la lógica del equipo mediante el Software de configuración FlexiSoft. La ejecución ladder puede ser a través del puerto de comunicación o las I/O, y se realiza en microsegundos.

Puertos de Comunicación: las unidades FP5043 disponen de dos puertos serie que soportan niveles RS232 / 422 / 485. Los puertos serie se pueden usar para programar la unidad FlexiPanel, imprimir pantallas (sólo texto), conectar a dispositivos serie de terceros (lectores de códigos de barra, scanner de temperatura, instrumentos digitales, etc.), PLCs o variadores. FP5043 dispone de un puerto USB (Device), usado como puerto de programación, o monitorización ladder. Adicional dispone de un puerto USB (Host), se utiliza para conectar un dispositivo de memoria. (renuelectronics)

Software de programación: usa FlexiSoft, es un software para Windows es sencillo y potente.

2.1.8.1 PLC FLEXIPANEL FP5043T-E



Figura 2.10 Vista Frontal y Posterior (con módulos) FP5043T-E (renuelectronics)

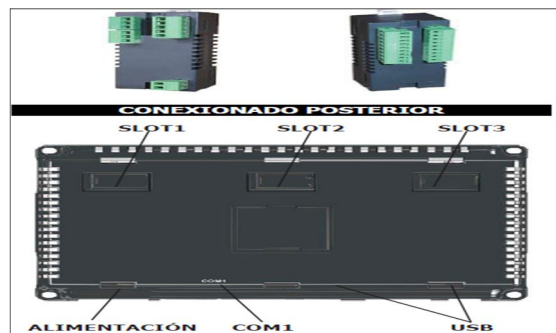


Figura 2.11 Conexión Posterior FP5043T-E (renuelectronics)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES	
ALIMENTACIÓN	
Voltaje	24 V DC \pm 15%
Consumo	6 W
MEMORIA	
Memoria Total	128 MB max.
Pasos Ladder	320 000 (2 MB max.)
PANTALLA	
Tipo	4.3'' TFT Color WQVGA
Resolución	480 x 272 pixeles
COMUNICACIÓN	
Puertos	3
Tipo	1 - RS232 / 485 / 422 1 USB Device 1 USB Host
Slots Expansión	3
MISCELANEA	
Dimensiones	128 x 102 x 45 mm
Peso	330 g
Temperatura de operación	0 °C a 50 °C

Tabla 2.1 Características Técnicas Generales FP5043T-E (Fuente: Autor)

MÓDULOS PARA SLOTS EXPANSIÓN	
I/O DIGITALES	
FPED0808P	8 Entradas Digitales (PNP/NPN)
FPED0808N	8 Salidas Digitales PNP (P) / NPN (N)
FPED0012R	12 Salidas Digitales Relé (2A)
FPED1600	16 Entradas Digitales (PNP/NPN)
FPED0016P	16 Salidas Digitales PNP (P)
FPED0016N	16 Salidas Digitales NPN (N)

Tabla 2.2 Módulos para Slots Expansión FP5043T-E (Fuente: Autor)

2.1.8.2 PLC FLEXIPANEL FP4030



Figura 2.12 Vista Frontal y Posterior FP4030 (renuelectronics)

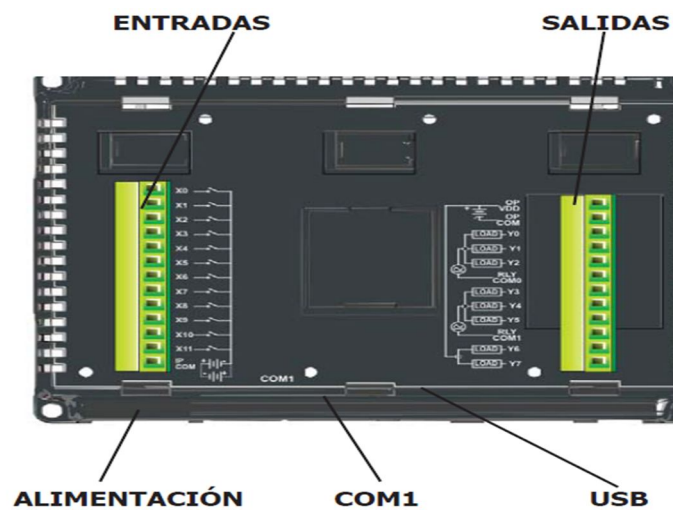


Figura 2.13 Conexión Posterior FP4030 (renuelectronics)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES	
ALIMENTACIÓN	
Voltaje	24 V DC \pm 15%
Consumo	3 W
MEMORIA	
Pasos Ladder	10 000
Memoria Aplicación	1 MB
PANTALLA	
Tipo	Multi – Color
Resolución	128 x 64 pixeles
COMUNICACIÓN	
Puertos	2
Tipo	1 - RS232 / 485 / 422 1 USB Device Port
MISCELANEA	
Dimensiones	128 x 102 x 45 mm
Peso	320 g
Temperatura de operación	0 °C a 50 °C

Tabla 2.3 Características Técnicas Generales FP4030 (Fuente: Autor)

E / S INTEGRADAS	
Entradas Digitales	12 Standard Bidireccionales
Salidas Digitales	6 Relé, 2 PWM/Transistor NPN
ENTRADA	
Voltaje entrada	24 VDC
Corriente entrada	Hasta 5 mA
Impedancia entrada	4,9 KOhm
SALIDA	
Capacidad Salida Relé	2 A máx.
Carga Relé	2 A a 230 VAC (max 5A por común)

Tabla 2.4 E / S Integradas FP4030 (Fuente: Autor)

2.1.8.3 PLC FLEXIPANEL FP4057T-E



Figura 2.14 Vista Frontal y Posterior FP4057T-E (renuelectronics)

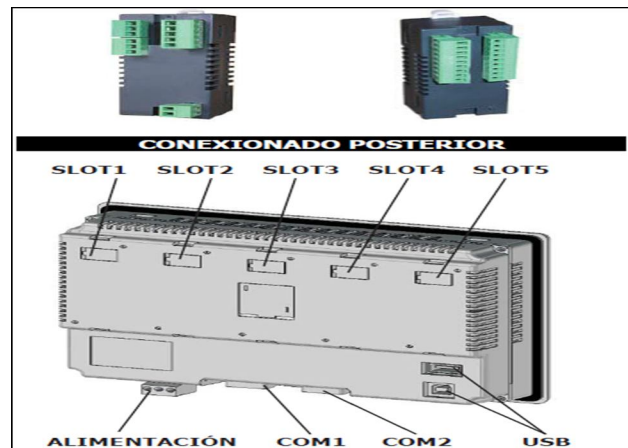


Figura 2.15 Conexión Posterior FP4057T-E (renuelectronics)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES	
ALIMENTACIÓN	
Voltaje	24 V DC \pm 15%
Consumo	10 W
MEMORIA	
Pasos Ladder	160 000 (1 MB max.)
Memoria Aplicación	6 MB max.
PANTALLA	
Tipo	5,7" TFT Color
Resolución	320 x 240 pixeles
Touch Screen	4 Wire Analog Resistive
COMUNICACIÓN	
Puertos	4
Tipo	2 - RS232 / 485 / 422 1 USB Device 1 USB Host
Slots Expansión	5
MISCELANEA	
Dimensiones	195 x 142 x 50 mm
Peso	710 g
Temperatura de operación	0 °C a 50 °C

Tabla 2.5 Características Técnicas Generales FP4057T-E (Fuente: Autor)

MÓDULOS PARA SLOTS EXPANSIÓN	
I/O DIGITALES	
FPED0808P	8 Entradas Digitales (PNP/NPN)
FPED0808N	8 Salidas Digitales PNP (P) / NPN (N)
FPED0012R	12 Salidas Digitales Relé (2A)
FPED1600	16 Entradas Digitales (PNP/NPN)
FPED0016P	16 Salidas Digitales PNP (P)
FPED0016N	16 Salidas Digitales NPN (N)

Tabla 2.6 Módulos para Slots Expansión FP4057T-E (Fuente: Autor)

2.1.9 Tabla comparativa de distintos modelos de PLCs

CARACTERÍSTICAS	FLEXIPANEL FP5043T-E	FLEXIPANEL FP4030	FLEXIPANEL FP4057T-E
Módulos de expansión	3 módulos I/O	NO	5 módulos I/O
Pantalla Touch Screen	SI	NO	SI
Potencia	6 W	3 W	10 W
Memoria	128 MB	10 MB	160 MB
Precio	\$520	\$350	\$766

Tabla 2.7 Tabla comparativa de distintos modelos de PLCs (Fuente: Autor)

Como se observa en la Tabla comparativa (Tabla 2.7), se decide utilizar el modelo de PLC FP5043T-E, debido a las características más adecuadas para la realización de la estación de laboratorio, frente a los otros dos modelos.

2.1.10 Características Generales del Motor Eléctrico Trifásico

- Marca: FLENDER ATB-LOHER
- Modelo: 039124F
- Alimentación: 380 V_{AC}/ 220 V_{AC}/ 110 V_{AC}
- Potencia: 0.18 KW
- Y – Δ (380 V_{AC}/ 220 V_{AC}) → 0.52A a 0.92A , 2800 RPM, 50 Hz, cos φ: 0.81
- Y – Δ (440 V_{AC}/ 254 V_{AC}) → 0.45A a 0.78A , 3400 RPM, 60 Hz, cos φ: 0.81



Figura 2.16 Características del Motor Eléctrico Trifásico (Fuente: Autor)



Figura 2.18 Características del Relé de dos contactos (Fuente: Autor)

2.1.13 Características del Relé de tres contactos

- Marca: Allen Bradley
- Modelo: 700-HA33A1, Serie D
- Voltaje de alimentación: 110 V_{AC} / 220 V_{AC}
- Contactos: 3 NO
- Corriente: 10A, montaje en riel din

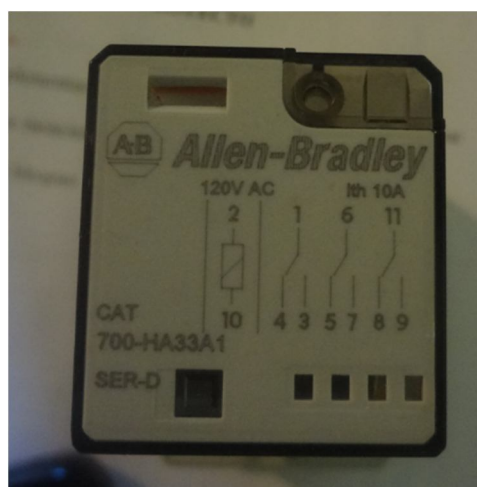


Figura 2.19 Características del Relé de tres contactos (Fuente: Autor)

2.1.14 Características de la bomba de Agua

- Voltaje de alimentación: 24 V_{DC}, 400 l/h
- Corriente: 200 mA
- Unidireccional
- Diámetro de salida: 6mm



Figura 2.20 Características de la bomba de agua (Fuente: Autor)

CAPÍTULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE LABORATORIO CON UNA INTERFAZ HMI PARA LA ENSEÑANZA DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE FLEXI PANEL, PARA LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL

Introducción

Este capítulo contiene el diseño y la implementación de la estación de Laboratorio para generar prácticas con PLCs.

3.1 Desarrollo de un diseño eléctrico, electrónico y mecánico, para una estación laboratorio utilizando un PLC + HMI.

El proyecto consta del control, programación y utilización de las ventajas que presenta el PLC + HMI FlexiPanel FP5043T-E.

A continuación se presenta el diagrama general de bloques del proyecto:

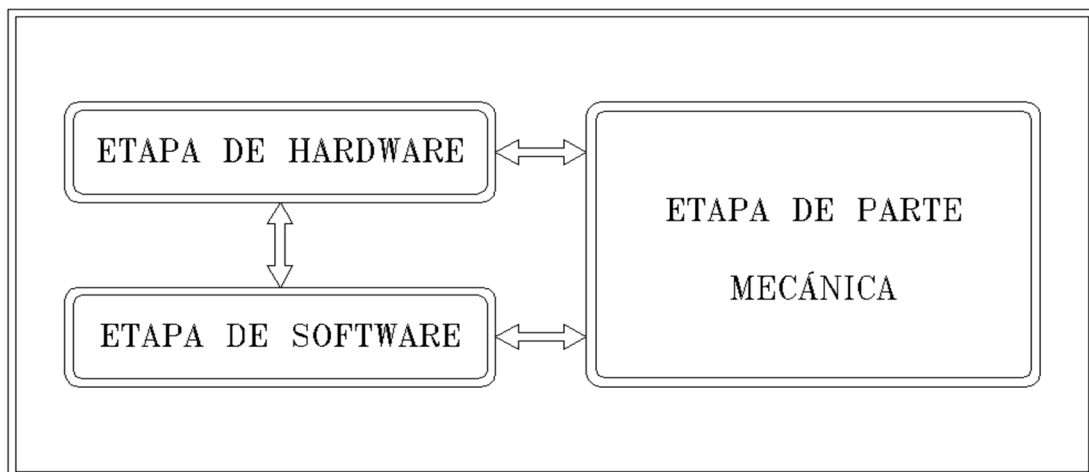


Figura 3.1 Diagrama general de bloques (Fuente: Autor)

De acuerdo a la Figura 3.1 el proyecto consta de tres etapas, cada una interconectada entre sí, para cumplir con los propósitos planteados, las etapas son las siguientes:

- Etapa de Hardware
- Etapa de Software
- Etapa de Parte Mecánica

➤ **Etapa de Hardware**

Esta etapa está conformada por el tablero de control dotado con el PLC FP5043T-E y la interconexión con elementos eléctricos y electromecánicos. En el caso de los elementos eléctricos se tendrán un motor eléctrico trifásico, bombas de agua, luces piloto, push button, switch selectores de dos y tres posiciones; en los elementos electromecánicos se tendrán electroválvulas, relés, contactores y flotadores.

➤ **Etapa de Software**

Esta etapa corresponde a toda la programación de las 10 prácticas que se propondrán para las guías de la estación de laboratorio, las mismas que se encontrarán graficadas en un menú principal de la pantalla táctil del HMI, desde donde se accederá a las pantallas secundarias, así como también se unificará la lógica de programación para cada proceso.

➤ **Etapa de Parte Mecánica**

En esta etapa se realizarán la interconexión entre el tablero de control y los demás accesorios eléctricos y electromecánicos. Todo esto sobre una mesa metálica transportable.

Unidas estas tres etapas se formará una estación de laboratorio para desarrollar las prácticas propuestas con el PLC FP5043T-E que será de ayuda en los Laboratorios de la Universidad Tecnológica Israel.

3.1.1 Diseño de Hardware

Con la ayuda de la Figura 3.2 se explica cada una de las funcionalidades desarrolladas en el diseño de hardware.

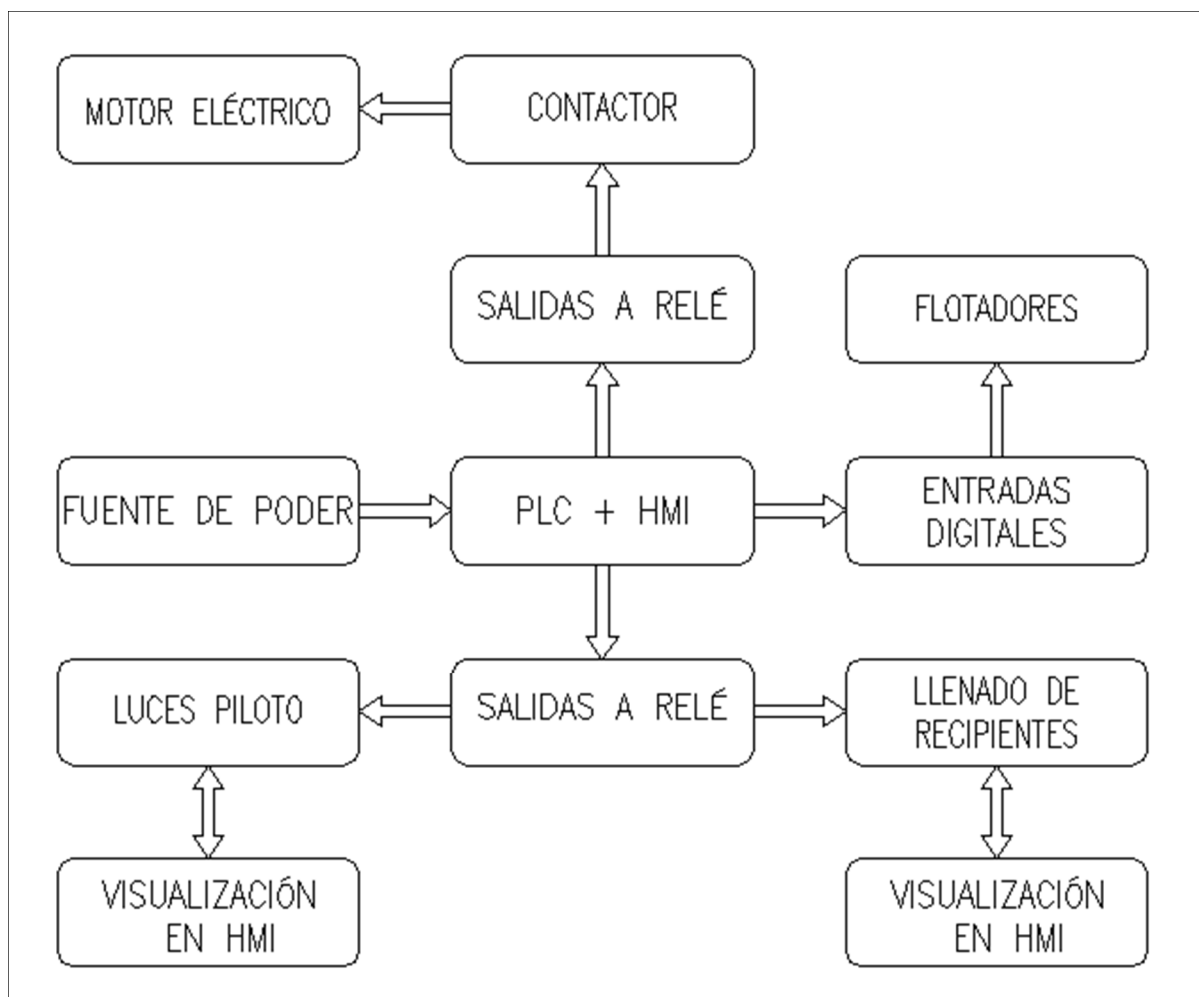


Figura 3.2 Diseño de Hardware (Fuente: Autor)

3.1.1.1 PLC + HMI

El conjunto incorporado de PLC + HMI que se utilizará es el FlexiPanel FP5043T-E de los fabricantes Renu Electronics, debido a la comparación realizada en la Tabla 2.7 del capítulo 2. Este PLC trae incluido una pantalla táctil de 4.3'' para la creación de etiquetas de programación. Gracias a la pantalla táctil incorporada se puede observar la simulación en tiempo real de los procesos desarrollados.

Adicionalmente se dispondrá de tres slots para conectar módulos de expansión, sean estos entradas digitales, entradas analógicas, salidas digitales, salidas analógicas y salidas a relé, en este caso se usará dos módulos, uno de entradas digitales y otro de salidas a relé. En cuanto a la alimentación: el PLC opera a 24 V_{DC}, el módulo de entradas digitales a ± 24 V_{DC} y el módulo de salidas a relé puede operar a 24 V_{DC}, 110 V_{AC} o 220 V_{AC}.

3.1.1.2 Fuente de Poder

La fuente de voltaje que se utilizará es usada ampliamente en automatización industrial, comunicaciones, proyectos de electrónica, etc. Y presenta las siguientes características:

Voltaje de Entrada: 110 V_{AC}

Voltaje de Salida: 24 V_{DC}

Corriente de Salida: 0A a 5A

Protección: en sobrecarga y sobretensiones

Peso: 125 g

Tamaño: 20mm x 80mm x 100mm (alto – ancho - profundidad)

Material de la carcasa: caja metálica y base de aluminio

3.1.1.3 Módulo de Entradas Digitales

El módulo de entradas digitales que se utilizará es el modelo: FPED1600, se instalará en el Slot 1 del PLC, el mismo que presenta las siguientes características:

Potencia: 0.3 W, 3.9 V_{DC}

Voltaje de entrada: + 24 V_{DC} en configuración NPN, - 24 V_{DC} configuración PNP

Corriente de entrada: 5mA

Entradas digitales: 14 entradas tipo bidireccional, 2 entradas de alta velocidad.

Dimensiones: 79mm x 30mm x 36mm [alto – ancho - profundidad]

Peso: 75g.

Temperatura de operación: 0 °C a 55 °C

3.1.1.4 Módulo de Salidas a Relé

El módulo de salidas a Relé que se utilizará es el modelo: FPED0012R, se instalará en el Slot 2 del PLC, el mismo que presenta las siguientes características:

Potencia: 0.3 W, 3.9 V_{DC}

Voltaje de entrada: 24 V_{DC} - 2A, 110 V_{AC} – 2A, 220 V_{AC} – 2A

Corriente de salida: 2A por contacto

Salidas Digitales: 12 salidas a relé.

Dimensiones: 79mm x 30mm x 36mm [alto - ancho - profundidad]

Peso: 90g.

Temperatura de operación: 0 °C a 55 °C

3.1.1.5 Visualización en HMI

El PLC trae incorporado una pantalla táctil HMI, que permite la visualización en tiempo real de los procesos que se ejecutan en la lógica de programación, en el caso de la estación de laboratorio, se podrá visualizar el resultado de todas las prácticas generadas. Varias prácticas se complementarán y verificarán con una sincronización tanto con elementos físicos y elementos dibujados en la pantalla, y otras simplemente la visualización en la pantalla HMI.

3.1.1.6 Relé / Contactor / Motor Eléctrico

Con esta etapa se implementarán la práctica 4 y la práctica 5, arranque estrella - triángulo e inversión de giro de un motor eléctrico trifásico, respectivamente.

- Con tres contactos del módulo de salidas a relé se activarán y desactivarán tres bobinas como son la de un relé de dos contactos NC, un segundo relé de tres contactos NC y un contactor dotado de cuatro contactos auxiliares 2 NC + 2 NO.
- Se implementarán las conexiones físicas entre los relés, el contactor y el motor eléctrico. De esta manera se facilitará la lógica de programación.
- En el caso del arranque estrella – triángulo, el motor eléctrico se iniciará con conexión en estrella para luego pasar a triángulo, debido a las condiciones de corriente que presenta cada caso.

- Para el caso de la inversión de giro, el motor eléctrico deberá iniciar con el arranque en triángulo, para luego con la ayuda del contactor activar y desactivar contactos auxiliares que estén conexiados al motor eléctrico.

Con la lógica de programación realizada se controlará cada uno de estos ciclos de automatización.

3.1.1.7 Luces piloto / Visualización en HMI

Con esta etapa se implementarán las prácticas 7 y 8 en las cuales se visualizará el encendido y apagado de cuatro luces piloto conectas desde el módulo de salida a relé, realizando aplicaciones de temporizadores y contadores en la lógica de programación, esta visualización se producirá al mismo tiempo tanto en las luces piloto físicas ensambladas en el tablero como en las luces dibujadas en la pantalla HMI del PLC.

3.1.1.8 Entradas Digitales / Flotadores

En esta etapa se utilizarán tres flotadores los mismos que se encontrarán conectados a tres contactos del módulo de entradas digitales. El comportamiento de un flotador es similar a un interruptor NC, que actuará al momento de producirse un desplazamiento de una membrana al entrar en contacto con el agua, el mismo que enviará una señal que provocará que se abra o se cierre una electroválvula.

3.1.1.9 Llenado de recipientes / visualización en HMI

Con lo descrito en la etapa anterior se utilizarán los flotadores para controlar el llenado de tres recipientes de agua de manera secuencial, así como el vaciado de los mismos, esto se logrará con la ayuda de tres electroválvulas uno para cada recipiente y dos bombas de agua

tanto para el llenado como para el vaciado de los mismos. El volumen de agua total de los tres recipientes se almacenará en un cuarto recipiente con capacidad suficiente para almacenar este volumen. Este proceso se observará tanto físicamente como en la pantalla HMI para verificar los resultados y la automatización.

3.1.1.10 Diagramas de Conexionado

Para realizar los diagramas de conexionado cuando se trabaja con un PLC por lo general se usa el software AutoCAD, esto se debe a que en la mayoría se utiliza módulos de expansión ya sean de señales DI, DO, AI, RTD, por la facilidad de realizar los dibujos de las borneras con sus respectivos conexiones.

Adicional a los diagramas de conexionado se parte de un documento conocido como listado de señales que es en sí todo lo que contiene el tablero de control, para cumplir con los requisitos planteados.

Listado de Señales

El listado de señales es un resumen total de todas las señales tanto de entradas y salidas digitales que se utilizarán para cumplir con el desarrollo de todos los procesos planteados en las 10 guías de prácticas de laboratorio. En el caso de las entradas DI se dispondrá de 16 canales, para el caso de las salidas DO se tendrá 12 canales de acuerdo a los módulos de expansión. En el programa FlexiSoft al momento de escoger los módulos a utilizar se crean automáticamente los tags.

A continuación en la Tabla 3.1 se presenta el listado de señales que se utiliza en la lógica de programación:

PLC	Tagname	Tipo	Módulo	Slot	Canal	Comentarios	Notas
FP5043T-E	LSH_101	DI	FPED1600	1	0	Switch de nivel en alto para T-101	llenado de recipientes
FP5043T-E	LSH_102	DI	FPED1600	1	1	Switch de nivel en alto para T-102	llenado de recipientes
FP5043T-E	LSH_103	DI	FPED1600	1	2	Switch de nivel en alto para T-103	llenado de recipientes
FP5043T-E	PB001	DI	FPED1600	1	3	Push Button, color verde	on-off luces piloto
FP5043T-E	PB002	DI	FPED1600	1	4	Push Button, color rojo	on-off luces piloto
FP5043T-E	SW.2P_1	DI	FPED1600	1	5	Switch de dos posiciones_der	inversión de giro ME
FP5043T-E	SW.2P_2	DI	FPED1600	1	6	Switch de dos posiciones_izq	SPARE
FP5043T-E	SW.1P	DI	FPED1600	1	7	Switch de una posición	arranque estrella - triángulo ME
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	8	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	9	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	10	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	11	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	12	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	13	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	14	SPARE	SPARE
FP5043T-E	SPARE	DI	FPED1600	1	15	SPARE	SPARE
FP5043T-E	LY_101	DO	FPED0012R	2	0	Electro - Válvula 1	llenado de recipientes
FP5043T-E	LY_102	DO	FPED0012R	2	1	Electro - Válvula 2	llenado de recipientes
FP5043T-E	LY_103	DO	FPED0012R	2	2	Electro - Válvula 3	llenado de recipientes
FP5043T-E	LIGHT1	DO	FPED0012R	2	3	Luz Piloto # 1, color rojo	on-off luces piloto
FP5043T-E	LIGHT2	DO	FPED0012R	2	4	Luz Piloto # 2, color verde	on-off luces piloto
FP5043T-E	LIGHT3	DO	FPED0012R	2	5	Luz Piloto # 3, color ámbar	on-off luces piloto
FP5043T-E	RELE_1	DO	FPED0012R	2	6	Relé #1, 2 NO	arranque en estrella ME
FP5043T-E	RELE_2	DO	FPED0012R	2	7	Relé #2, 3 NO	arranque en triángulo ME
FP5043T-E	CONTACT	DO	FPED0012R	2	8	Contactador, 2 NO + 2 NC	inversión de giro ME
FP5043T-E	LIGHT4	DO	FPED0012R	2	9	Luz Piloto # 4, color azul	on-off luces piloto
FP5043T-E	P_100A	DO	FPED0012R	2	10	Bomba llenado	llenado de recipientes
FP5043T-E	P_100B	DO	FPED0012R	2	11	Bomba vaciado	vaciado de recipientes

Tabla 3.1 Listado de señales (Fuente: Autor)

La Tabla 3.1 muestra los siguientes parámetros:

PLC

En esta columna se detalla el modelo del PLC que se utilizará, en este caso el modelo

FP5043T-E

TAGNAME

Consta de la asignación de TAGS a cada uno de los canales tanto para el módulo DI como para el módulo DO, dichos tags se encontrarán escritos en la lógica de programación mediante el software de programación FlexiSoft.

TIPO

Indica si el módulo utilizado es una entrada o salida digital.

MÓDULO

Corresponde al modelo exacto, sea éste para entradas digitales FPED1600, o para salidas digitales FPED0012R.

SLOT

Es el slot del PLC donde se conectará el módulo de entradas y salidas digitales pudiendo ser el slot 1 y slot 2, respectivamente.

CANAL

Para el caso del módulo de entradas digitales se tiene 16 canales bidireccionales, de los cuales se usarán los primeros 8 canales, el resto queda en SPARE para ser utilizados a futuro.

En el módulo de salidas digitales, éstas son salidas a relé y se dispondrán de 12 canales distribuidos en 4 salidas que pueden activar la bobina de un relé externo, un contactor, etc. cada una presenta 3 contactos NO.

A continuación se detalla los diagramas a elaborar:

- Diagrama de Conexionado AC / DC
- Diagrama de Conexionado Slot 1 (DI)
- Diagrama de Conexionado Slot 2 (DO)
- Diagrama de Conexionado Relés – Contactor - Motor Eléctrico.

a. Diagrama de Conexionado AC / DC

Con este diagrama se realizará la conexión de voltajes de entrada AC y voltajes de salida DC, necesarios para alimentar equipos electrónicos y cargas de potencias AC en este caso un motor eléctrico trifásico, un tomacorriente, luces piloto, electroválvulas, relés y un contactor, como se muestra en la Figura 3.3

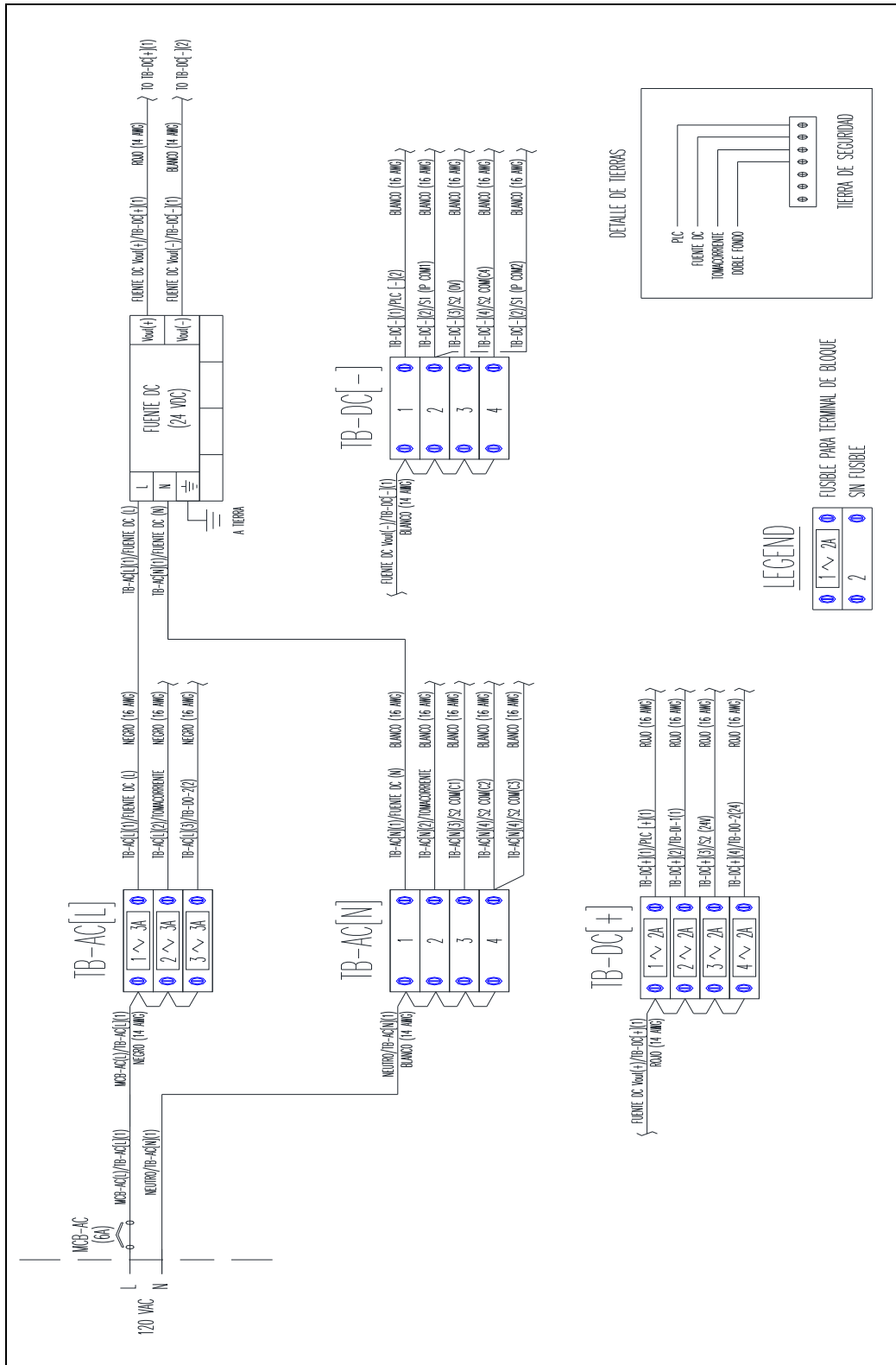


Figura 3.3 Diagrama de conexionado AC / DC (Fuente: Autor)

Se arranca con la alimentación externa que provee la red eléctrica 120 V_{AC}, la línea debe ir conectado a un breaker monopolar sujetable al riel din, esto a manera de protección de sobrecargas; para este proyecto se usará un breaker monopolar de 13A. La salida del breaker se conecta a un grupo de tres borneras porta-fusibles propias para voltaje AC con cable unifilar # 14 AWG color negro señaladas como TB-AC [L], se realizará un puente en un sólo lado de este grupo de borneras. El neutro se conecta directamente a un grupo de 4 borneras de paso con cable unifilar # 14 AWG color blanco señaladas como TB-AC [N], éstas no poseen porta-fusible, de igual manera se realizará un puente en uno de los lados de este grupo de borneras.

Se utilizará la bornera #1 del grupo TB-AC [L] y la bornera # 1 del grupo TB-AC [N] para conectar a las entradas línea [L] y neutro [N] de la fuente de voltaje de 24 V_{DC}, todo esto con cable unifilar # 16 AWG en color negro y blanco para [L] y [N], respectivamente. La bornera número # 2 tanto de TB-AC [L] como de TB-AC [N] se conectará a un tomacorriente con cable unifilar # 16 AWG color negro y blanco, para utilizar en la alimentación de cargas externas (laptop).

La bornera # 3 del grupo TB-AC [L] se conectará al grupo de borneras asignadas para las salidas digitales TB-DO-2 (2), con cable # 16 AWG color negro, las mismas que se encontrarán puenteadas en un sólo lado hasta la bornera # 18.

Las borneras # 3 y # 4 del grupo TB-AC [N] se conectarán al sócalo del módulo de salidas digitales, específicamente a los contactos COM(C1) – COM(C2) – COM(C3) esto con cable unifilar color blanco # 16 AWG.

La fuente de voltaje de 24 V_{DC}, dispone de las salidas V_{out}(+) y V_{out}(-) de las que se conexionan a los grupos de borneras TB-DC [+] (con porta-fusible) y TB-DC [-] (sin porta-

fusible) con cable unifilar color rojo y blanco # 14 AWG, respectivamente. Ambos grupos de borneras se encontrarán puenteados en uno de sus lados.

Las borneras # 1 del grupo TB-DC [+] y TB-DC [-] se encontrarán conectadas a los pines (1) y (2) del PLC que forma parte de la alimentación. Esto con cable unifilar # 16 AWG color rojo y blanco.

La bornera # 2 del grupo TB-DC [+] se encontrará conectada al grupo de borneras TB-DI-1(1) con cable unifilar # 16 AWG color rojo. Este grupo se encontrará puenteados en un sólo lado del grupo de borneras.

La bornera # 2 del grupo TB-DC [-] se encontrará conectada al slot 1 específicamente a los contactos S1 (IP COM1) y S1 (IP COM2), esto con cable unifilar # 16 AWG color blanco. Este slot dispone de 16 canales pero sólo se está utilizando 8 canales, el resto queda en espera.

Las borneras # 3 del grupo TB-DC [+] y TB-DC [-] se encontrarán conectadas a los pines S2(24 V) y S2(0 V) del módulo de salidas digitales con cable rojo y blanco # 16 AWG. Esto forma parte de la alimentación del mencionado módulo.

La bornera # 4 del grupo TB-DC [+] se encontrará conectada al grupo de borneras TB-DO-2(24) con cable unifilar # 16 AWG color rojo. Este grupo se encontrará puenteados en un conjunto de tres borneras (las finales) que forma parte de la alimentación para las bombas de agua de vaciado y llenado así como también para el control de una luz piloto.

La bornera # 4 del grupo TB-DC [-] se encontrará conectada al slot 2 específicamente al contacto S2 COM(C4), con cable # 16 AWG color blanco, este grupo de borneras corresponde a la alimentación de las bombas P-100A, P-100B y una luz piloto color azul.

b. Diagrama de Conexión SLOT 1 (DI)

Aquí se realizará las conexiones de las entradas digitales, la interconexión física va desde el brazo del slot 1 hasta el grupo de borneras TB-DI-1, cableadas con cable unifilar # 16 AWG color naranja, que es un estándar para las señales DI. La Figura 3.4 muestra este diagrama de conexión.

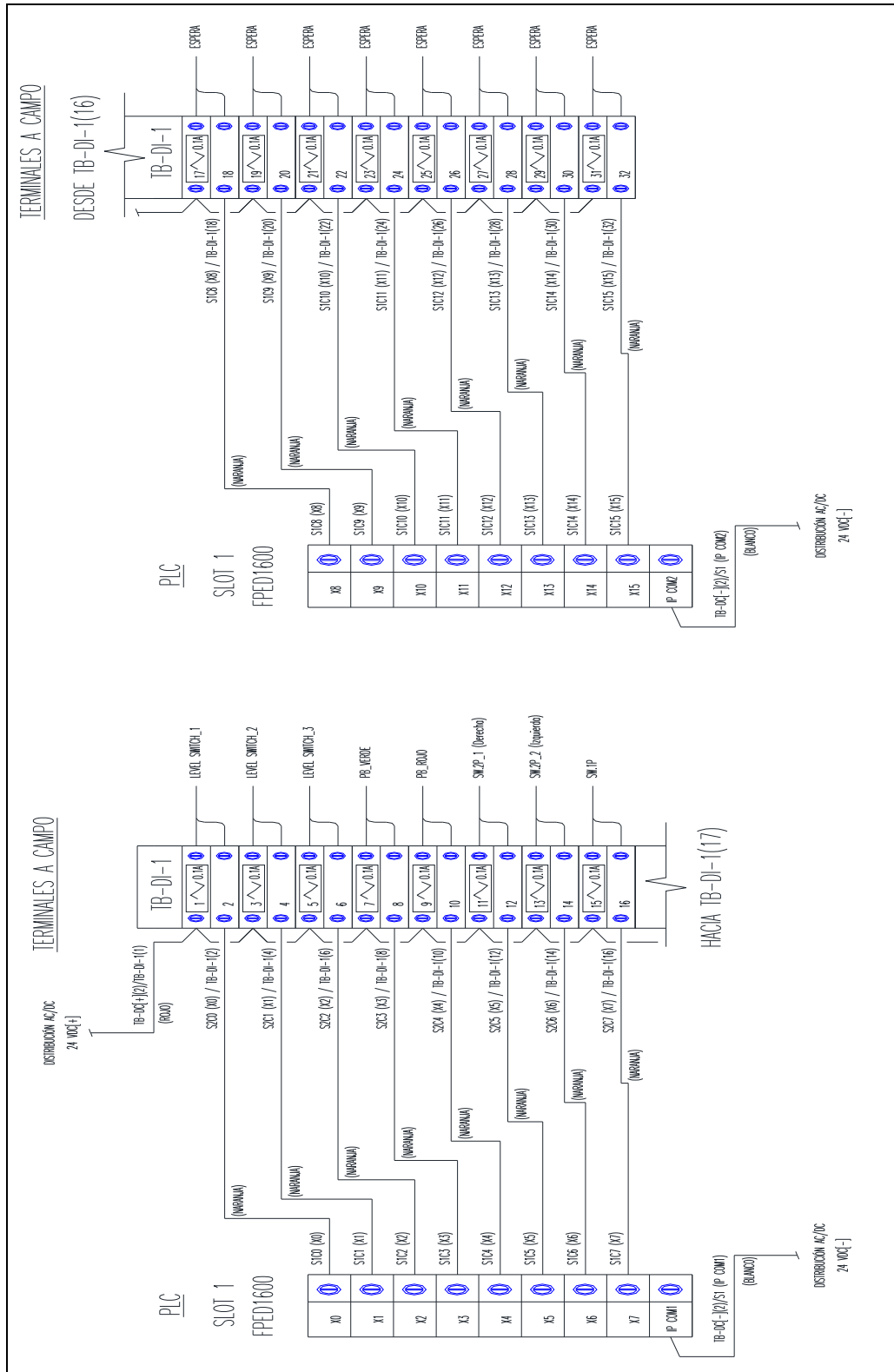


Figura 3.4 Diagrama de conexionado SLOT 1(Fuente: Autor)

Diagrama de Conexión SLOT 2 (DO)

Aquí se realizará las conexiones de las salidas digitales, la interconexión física va desde el brazo del slot 2 hasta el grupo de borneras TB-DO-2, cableadas con cable unifilar # 16 AWG color café, que es un estándar para las señales DO. La Figura 3.5 muestra este diagrama de conexionado.

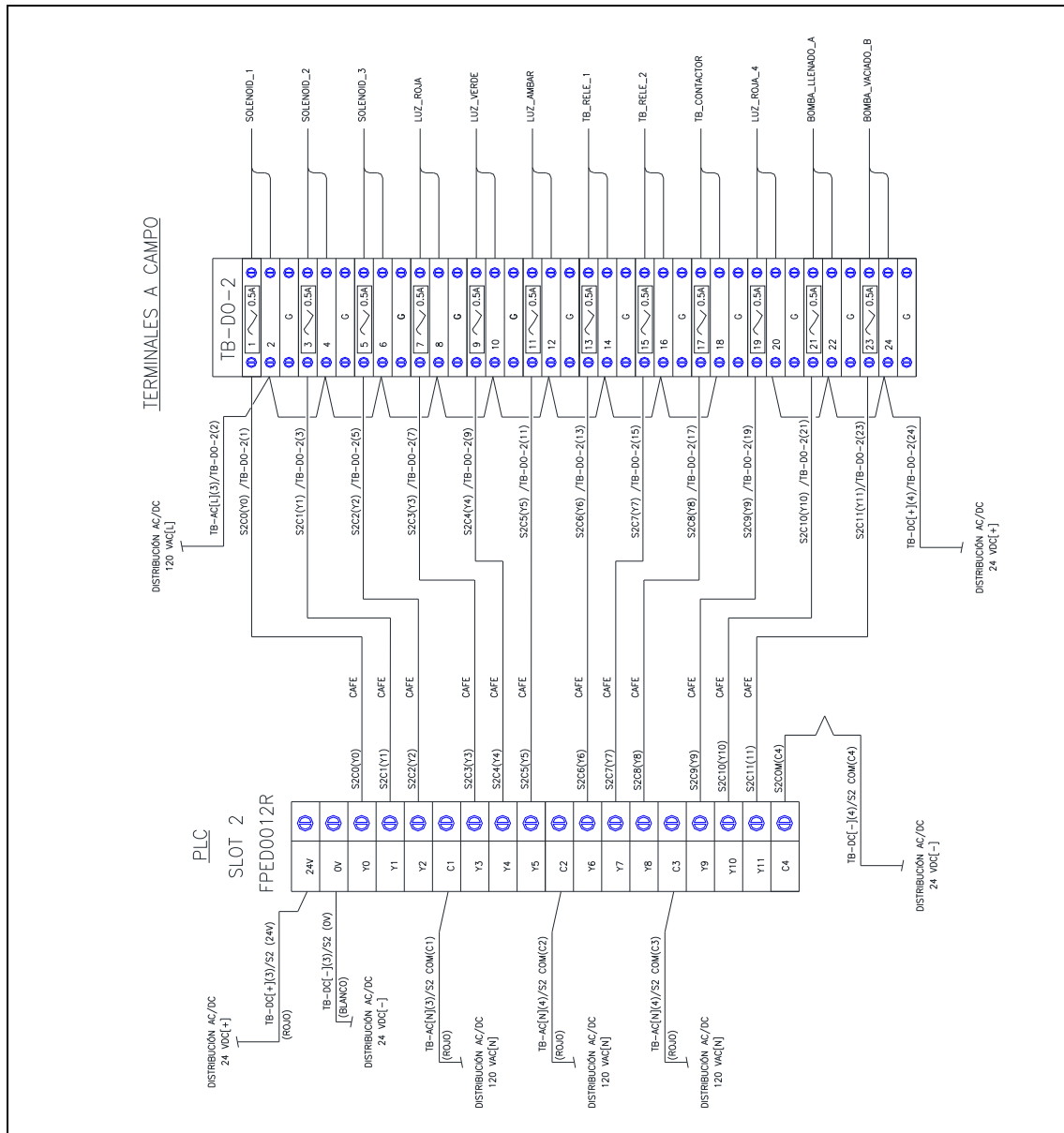


Figura 3.5 Diagrama de conexionado SLOT 2 (Fuente: Autor)

Diagrama de Conexión Relés – Contactor – Motor Eléctrico

Para establecer tanto el arranque estrella – triángulo como la inversión de giro de un motor eléctrico trifásico se debe realizar el conexionado de la Figura 3.6

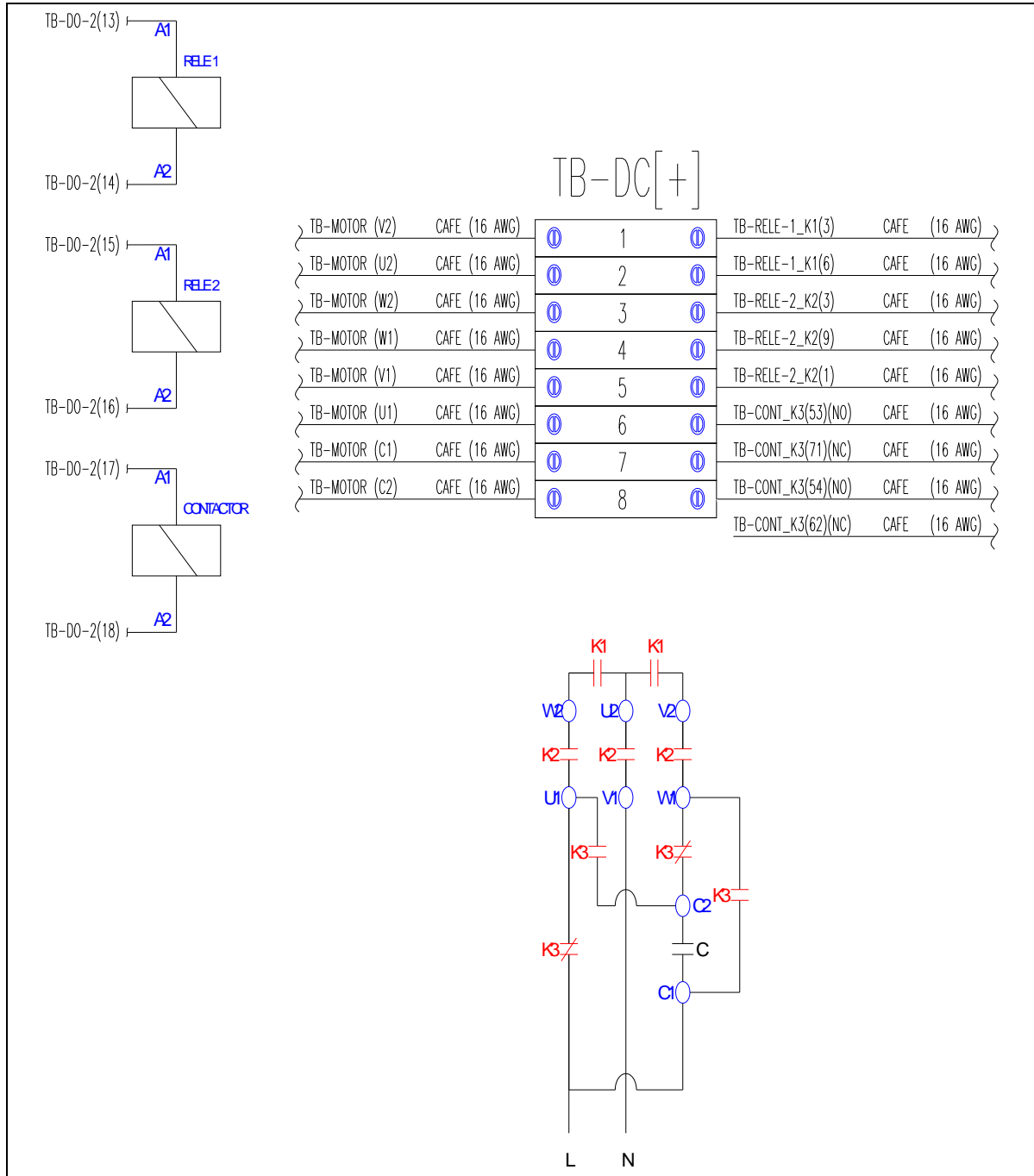


Figura 3.6 Diagrama de conexión Relés – Contactor – Motor Eléctrico (Fuente: Autor)

Inicialmente del grupo de borneras TB-DO-2 se debe realizar las conexiones hacia las bobinas del Relé 1, Relé 2 y el contactor. En el caso del relé 1 es alimentado mediante los contactos TB-DO-2(13) / (14), para el relé 2 es alimentado mediante los contactos TB-DO-2(15) / (16) y para el contactor es alimentado mediante los contactos TB-DO-2(17) / (18).

Ahora se realizará el conexionado desde los terminales del motor hacia un grupo de 8 borneras de paso que se encuentran ensamblados en el tablero de control, desde el terminal del motor V2 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (1), desde el terminal del motor V2 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (1), desde el terminal del motor U2 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (2), desde el terminal del motor W2 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (3), desde el terminal del motor W1 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (4), desde el terminal del motor V1 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (5), desde el terminal del motor U1 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (6), desde el terminal del condensador C1 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (7), desde el terminal del condensador C2 se conecta hacia la bornera TB-MOTOR (8).

Ahora del otro extremo de cada uno de las borneras de paso se conectan hacia los contactos del relé 1, relé 2 y el contactor como se muestra en la Figura 3.6

3.1.2 Diseño de Software

A continuación se presenta los flujogramas de la programación que se realizará para las 10 prácticas propuestas.

3.1.2.1 Diseño de software para la creación de la pantalla MENÚ

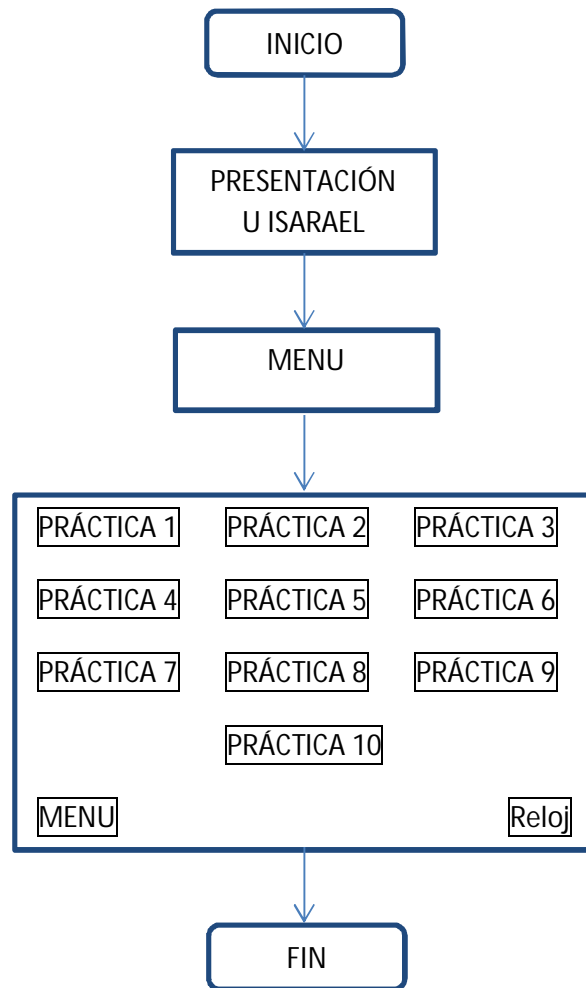


Figura 3.7 Diagrama de Flujo de la pantalla MENÚ

3.1.2.2 Diseño de software para la Práctica N° 1

“Manejo del Controlador Lógico Programable”

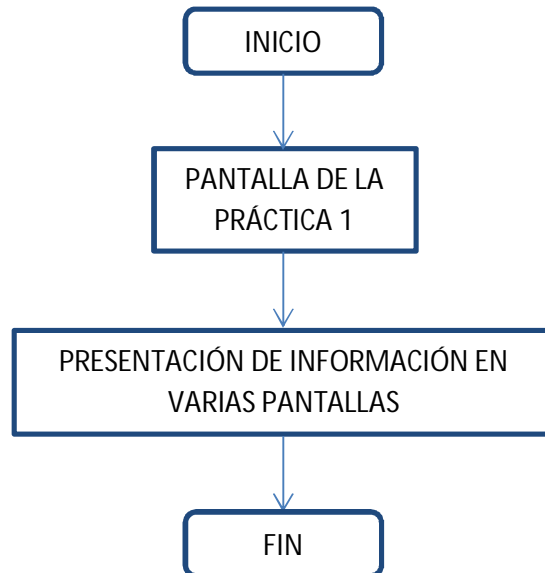


Figura 3.8 Diagrama de Flujo, Práctica N° 1 (Fuente: Autor)

3.1.2.3 Diseño de software para la Práctica N° 2

“Manejo del software de programación FlexiSoft”

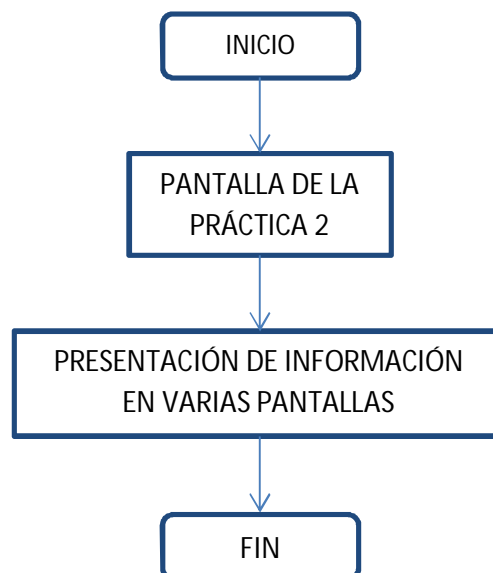


Figura 3.9 Diagrama de Flujo, Práctica N° 2 (Fuente: Autor)

3.1.2.4 Diseño de software para la Práctica N° 3

“Creación de pantallas y etiquetas en HMI”

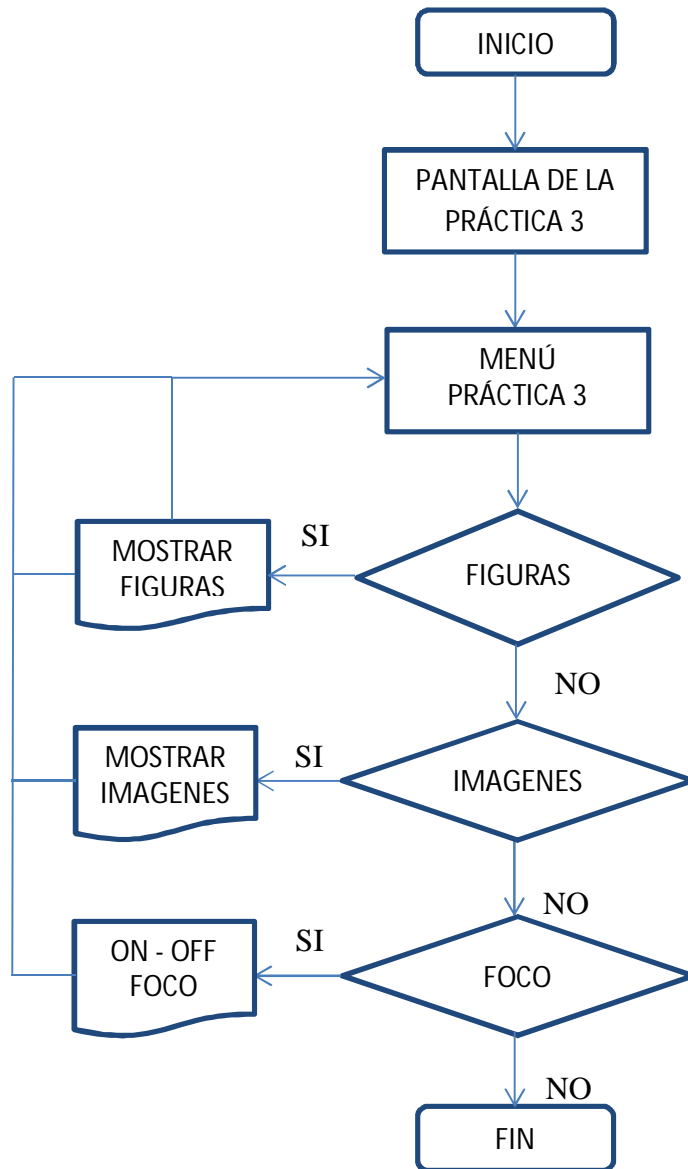


Figura 3.10 Diagrama de Flujo, Práctica N° 3 (Fuente: Autor)

3.1.2.5 Diseño de software para la Práctica N° 4

“Arranque estrella – triángulo de un motor eléctrico trifásico”

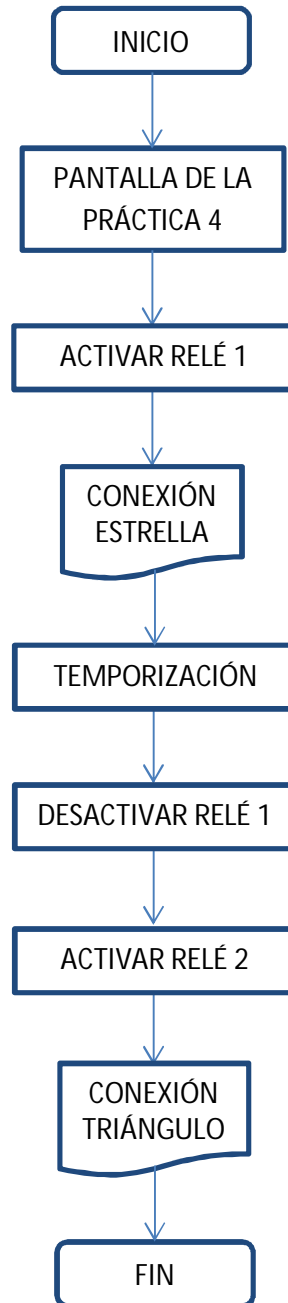


Figura 3.11 Diagrama de Flujo, Práctica N° 4 (Fuente: Autor)

3.1.2.6 Diseño de software para la Práctica N° 5

“Inversión de giro de un motor eléctrico trifásico”

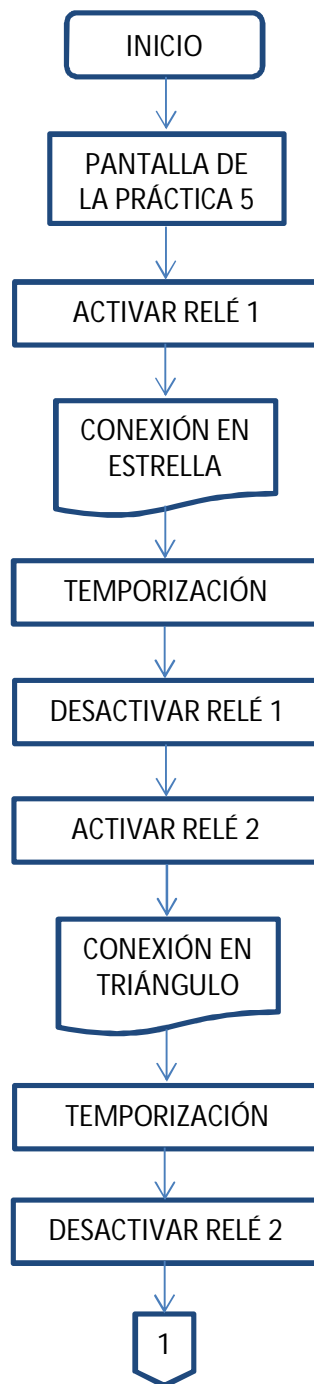


Figura 3.12 Diagrama de Flujo, Práctica N° 5 (Fuente: Autor) (Cont.)

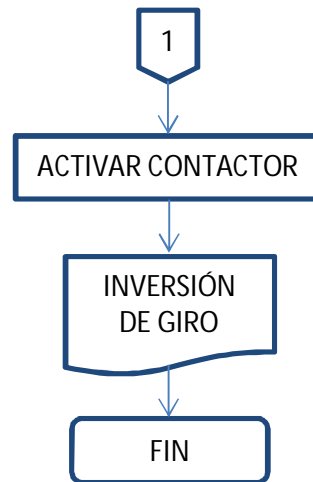


Figura 3.13 Diagrama de Flujo, Práctica N° 5 (Fuente: Autor)

3.1.2.7 Diseño de software para la Práctica N° 6

“Simulación de lavadora de ropa con visualización en HMI”

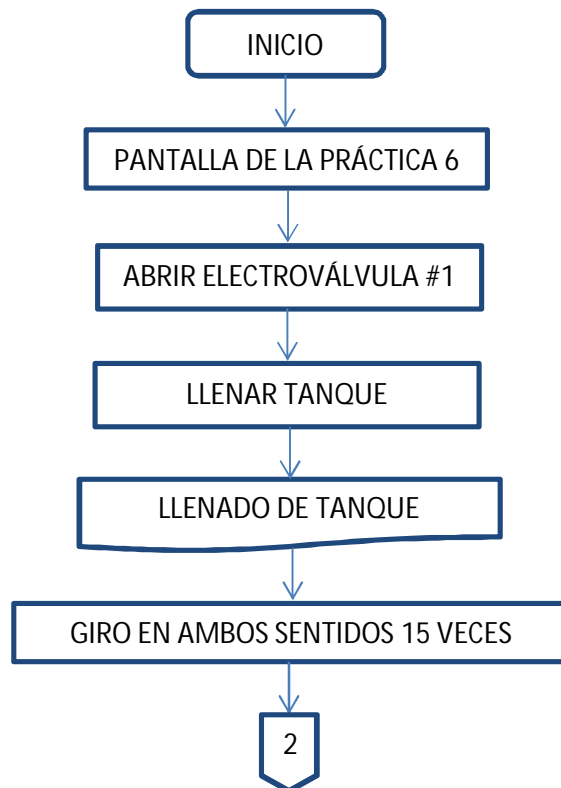


Figura 3.14 Diagrama de Flujo, Práctica N° 6 (Fuente: Autor) (Cont.)

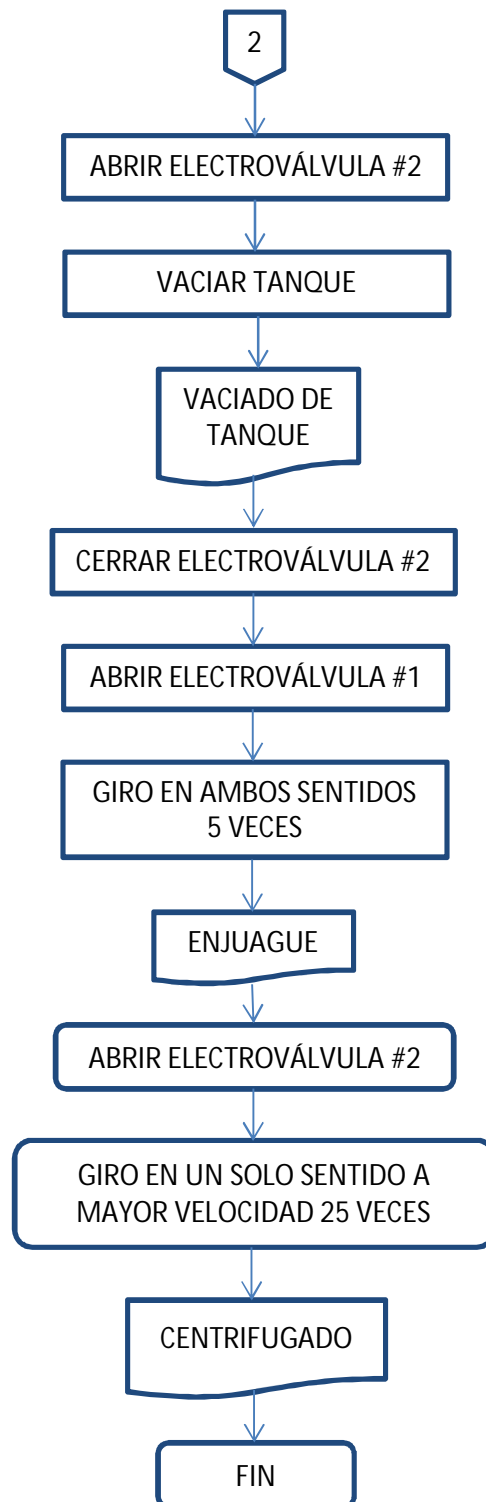


Figura 3.15 Diagrama de Flujo, Práctica N° 6 (Fuente: Autor)

3.1.2.8 Diseño de software para la Práctica N° 7

“Control de encendido de luces piloto mediante temporizadores”

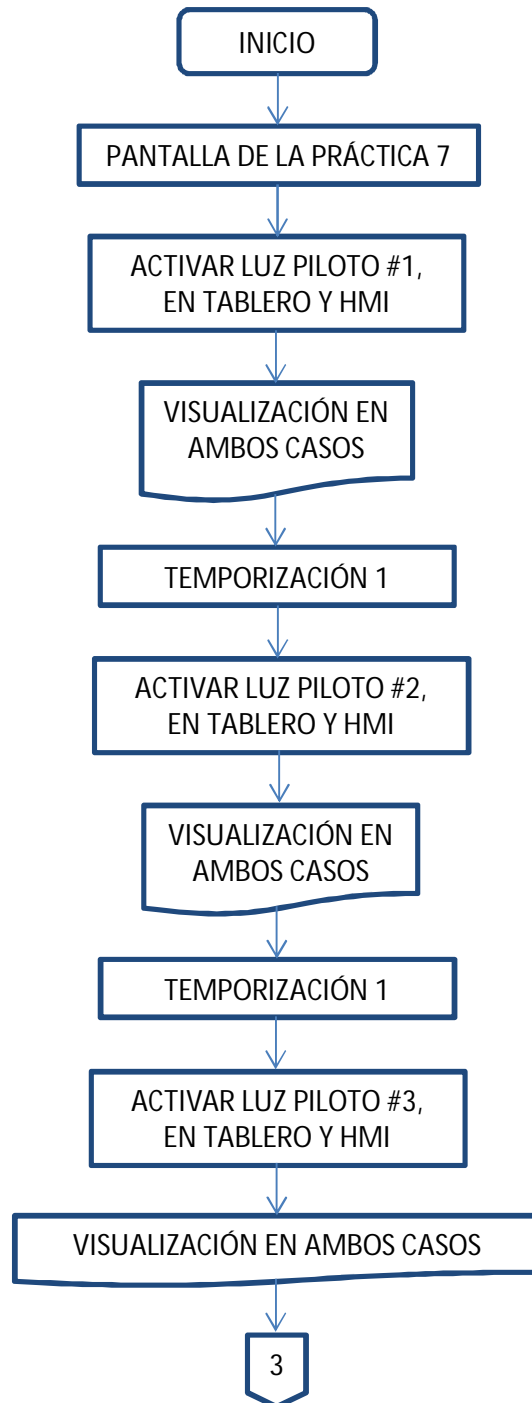


Figura 3.16 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.)

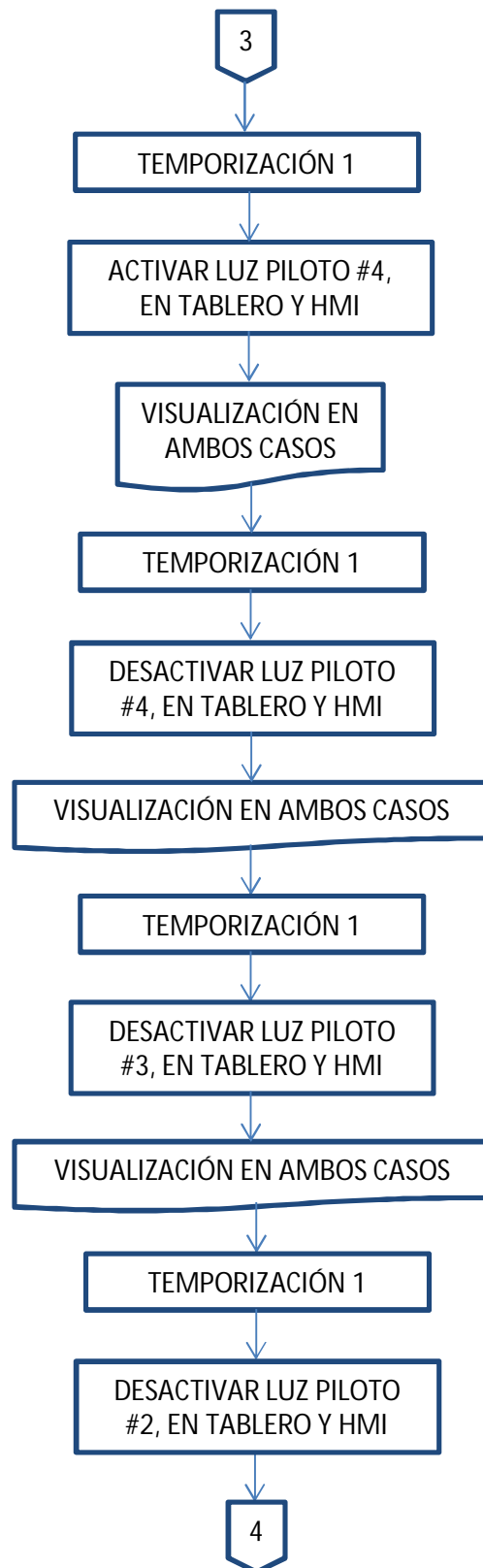


Figura 3.17 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.)

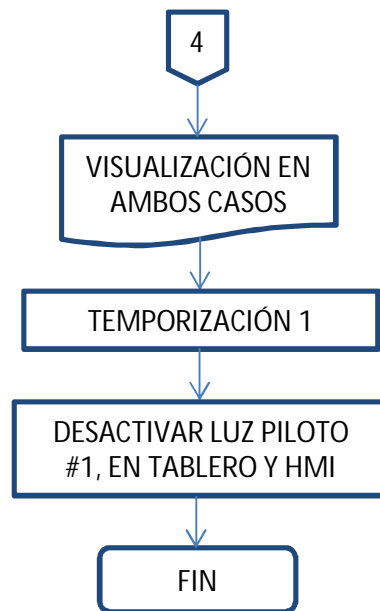


Figura 3.18 Diagrama de Flujo, Práctica N° 7 (Fuente: Autor)

3.1.2.9 Diseño de software para la Práctica N° 8

“Control de encendido de luces piloto mediante contadores”

PB = NÚMERO DE PULSOS

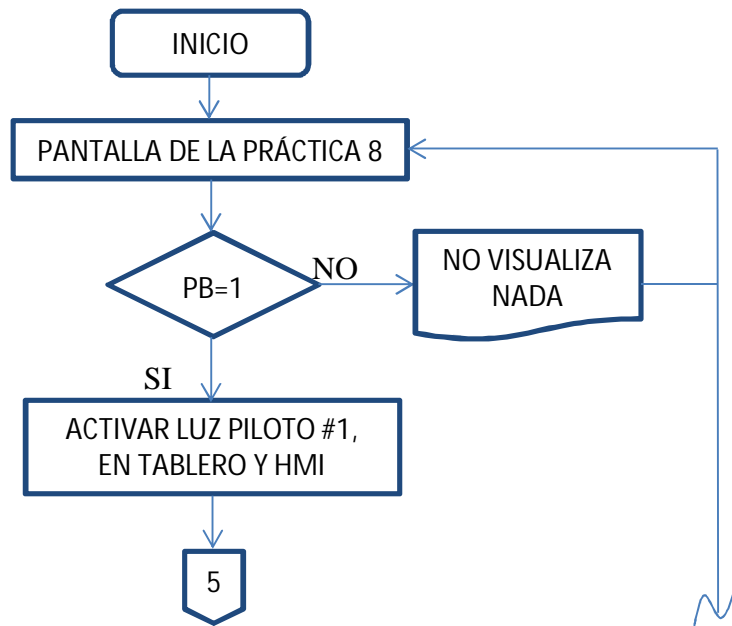


Figura 3.19 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.)

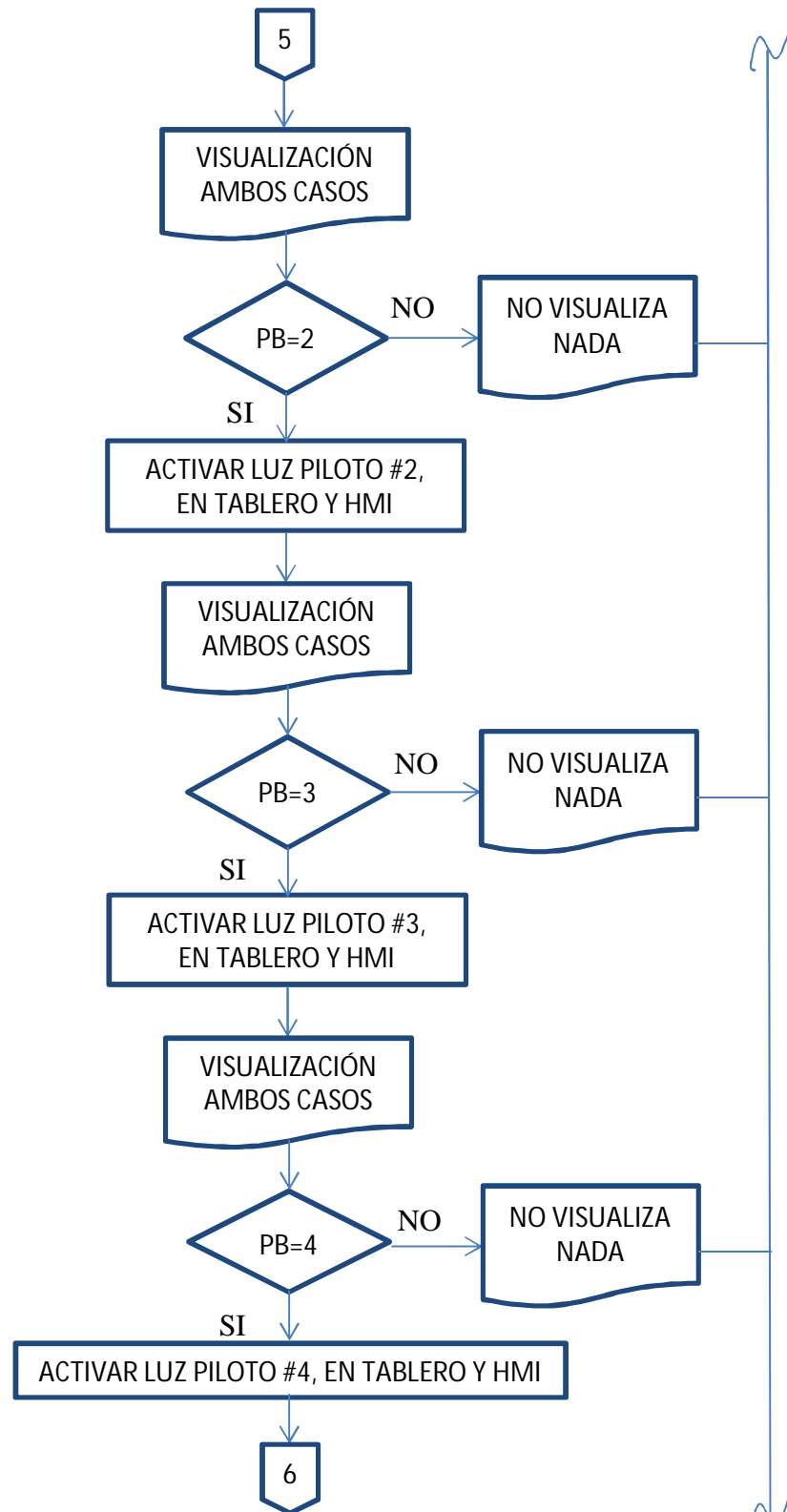


Figura 3.20 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.)

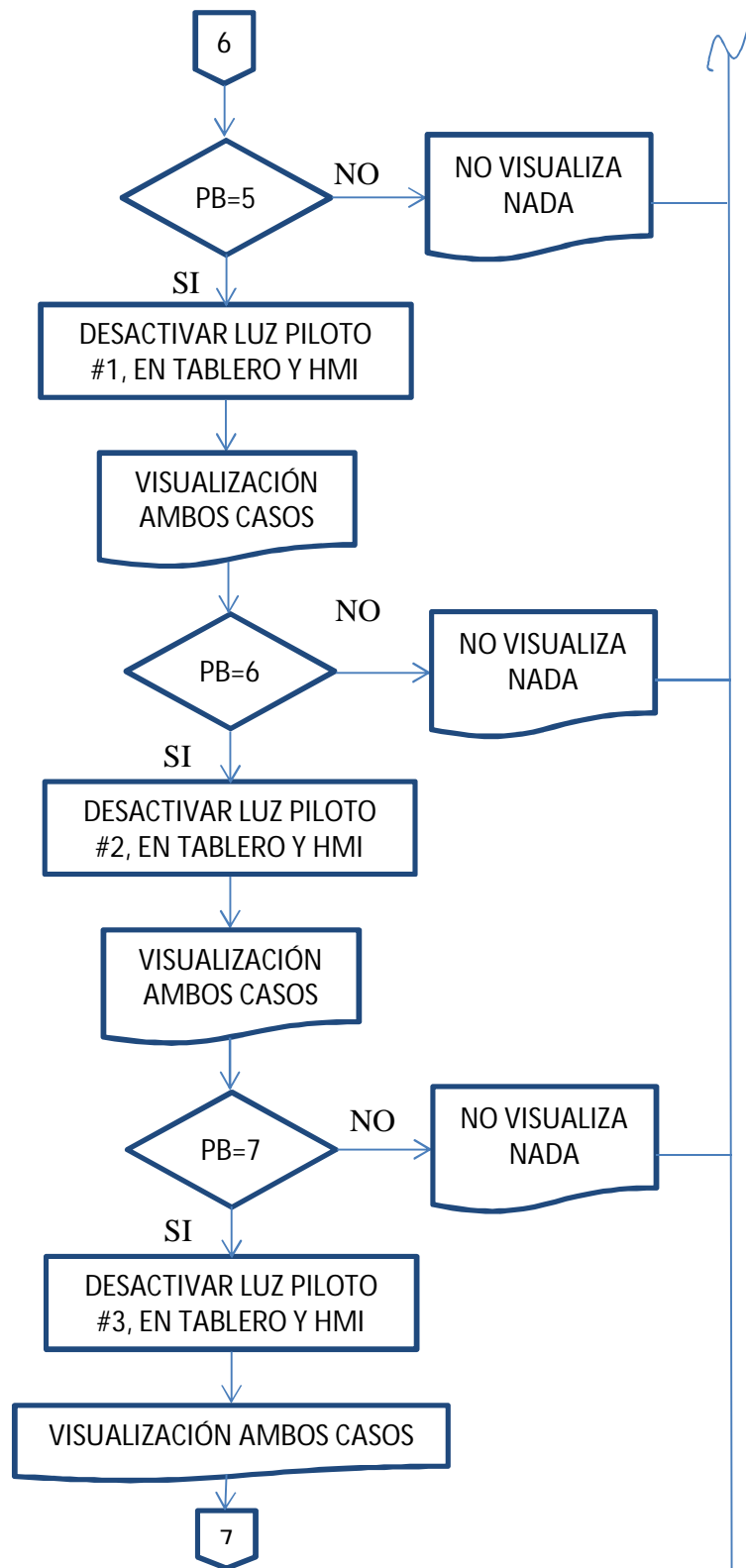


Figura 3.21 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8 (Fuente: Autor) (Cont.)

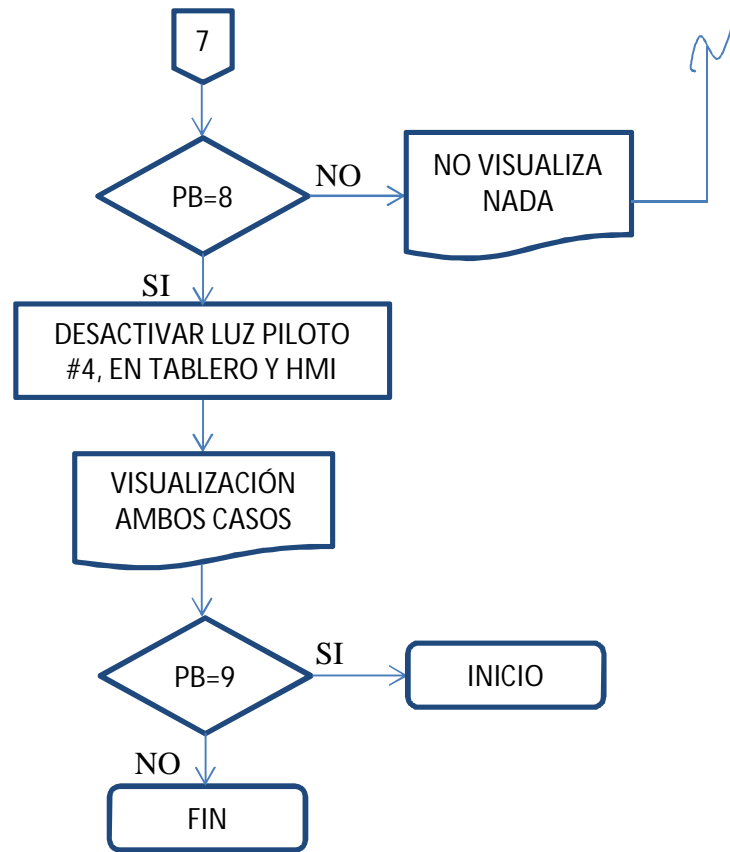


Figura 3.22 Diagrama de Flujo, Práctica N° 8

3.1.2.10 Diseño de software para la Práctica N° 9

“Prototipo para llenado y vaciado de agua de 3 tanques secuencialmente”

NOMENCLATURA:

LSH_101 = Flotador # 1
 LSH_102 = Flotador # 2
 LSH_103 = Flotador # 3

LY_101 = Electroválvula # 1
 LY_102 = Electroválvula # 2
 LY_103 = Electroválvula # 3

T_101 = Tanque # 1
 T_102 = Tanque # 2
 T_103 = Tanque # 3

P_100A = Bomba de llenado
 P_100B = Bomba de vaciado

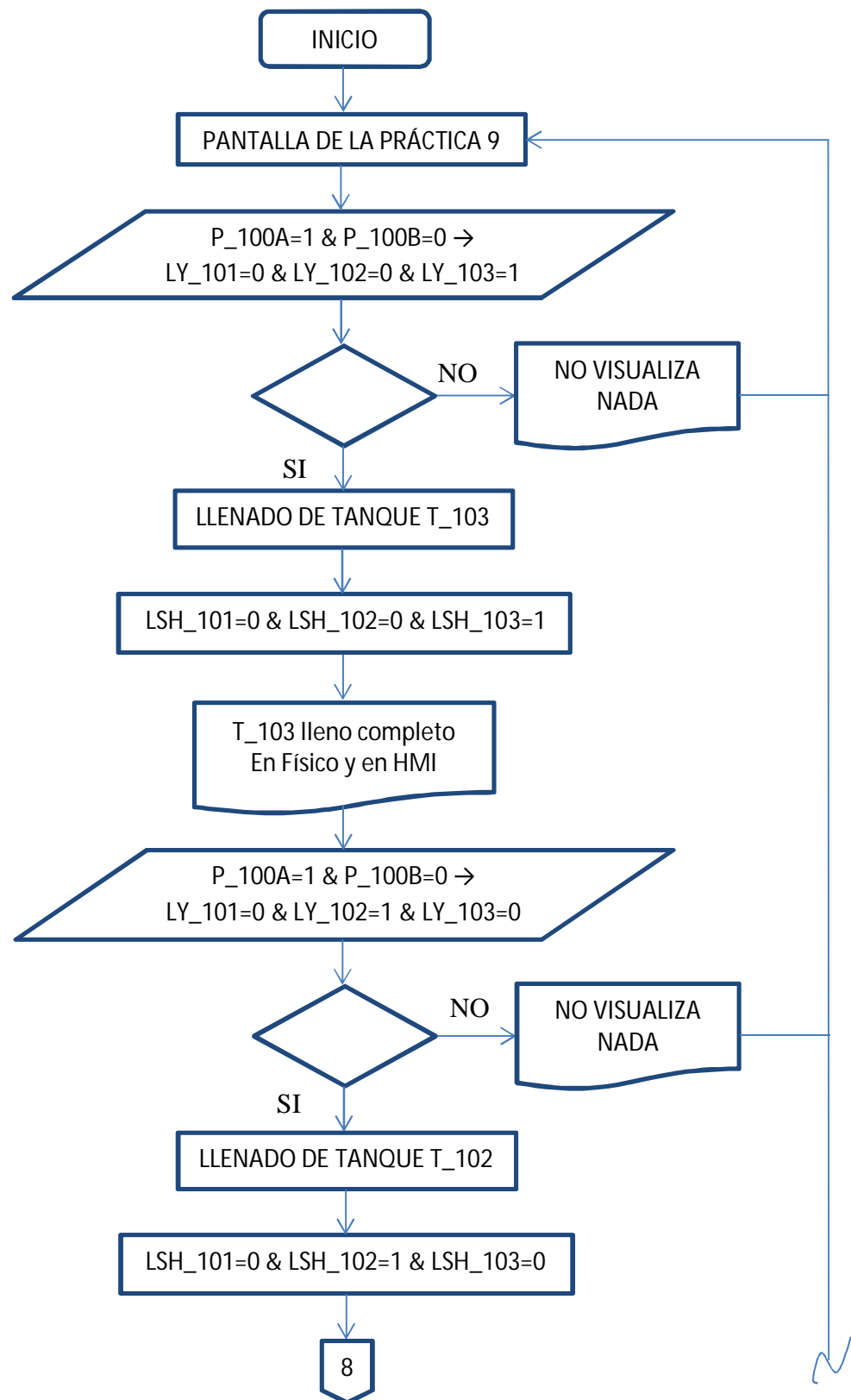


Figura 3.23 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.)

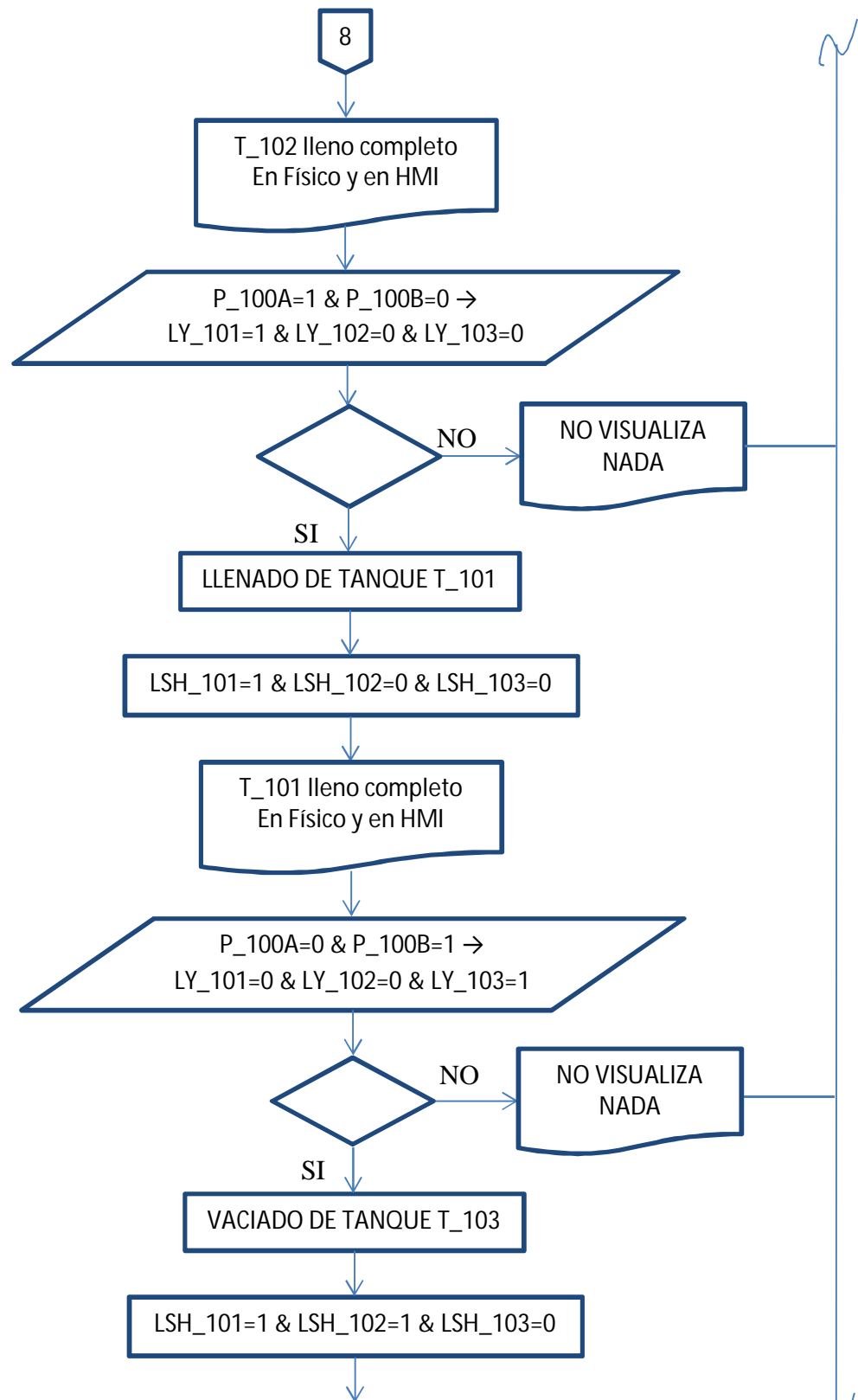


Figura 3.24 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.)

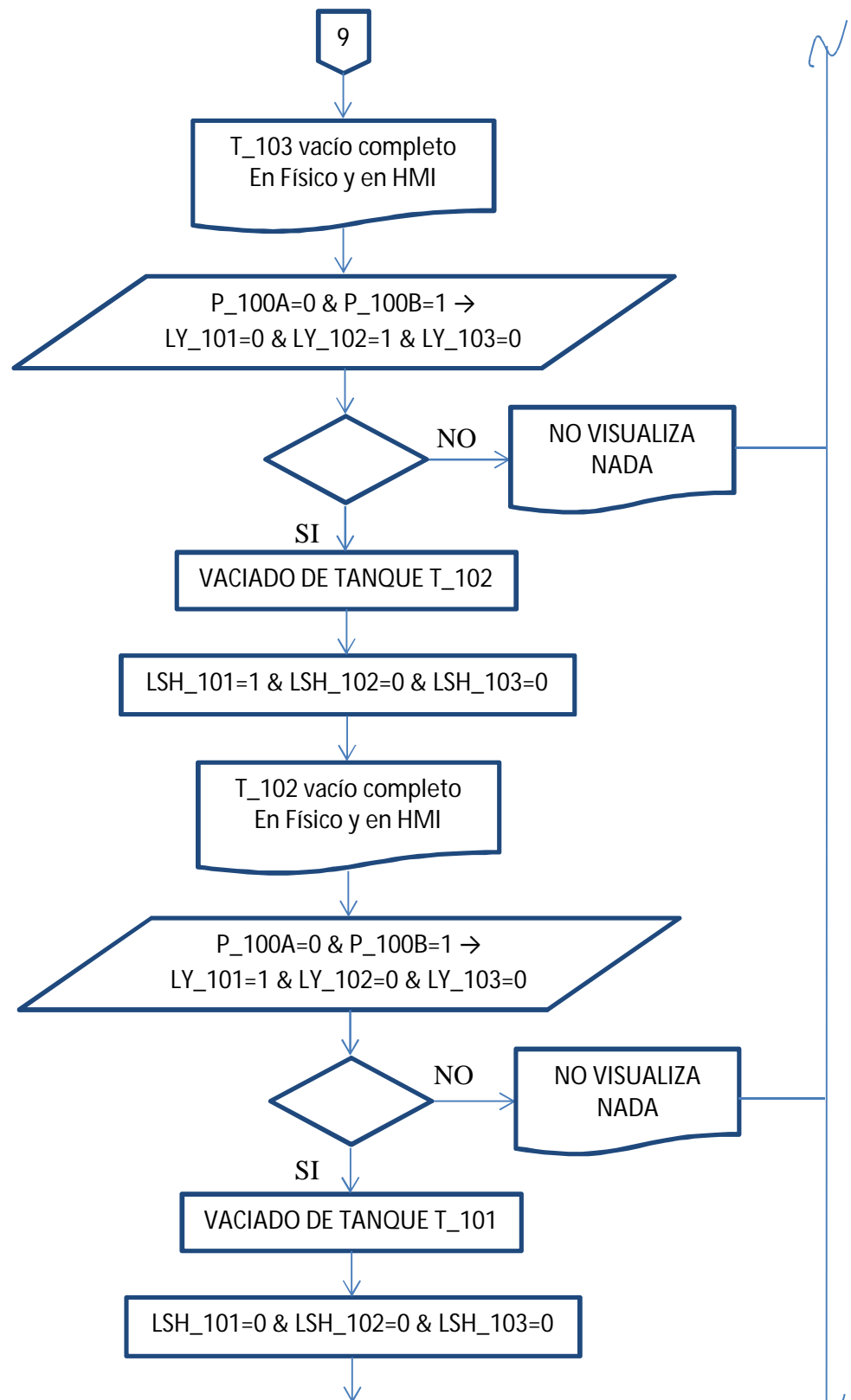


Figura 3.25 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9 (Fuente: Autor) (Cont.)

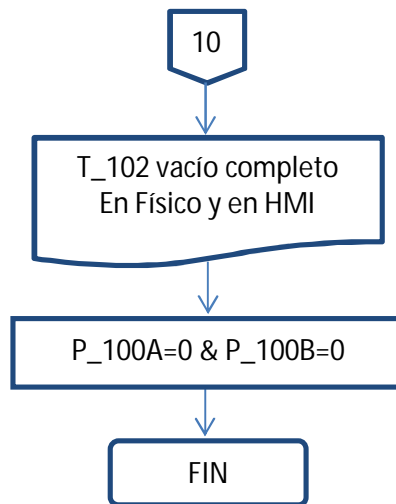


Figura 3.26 Diagrama de Flujo, Práctica N° 9

3.1.2.11 Diseño de software para la Práctica N° 10

“Historial de eventos y alarmas”

T_101 = Tanque # 1

T_102 = Tanque # 2

T_103 = Tanque # 3

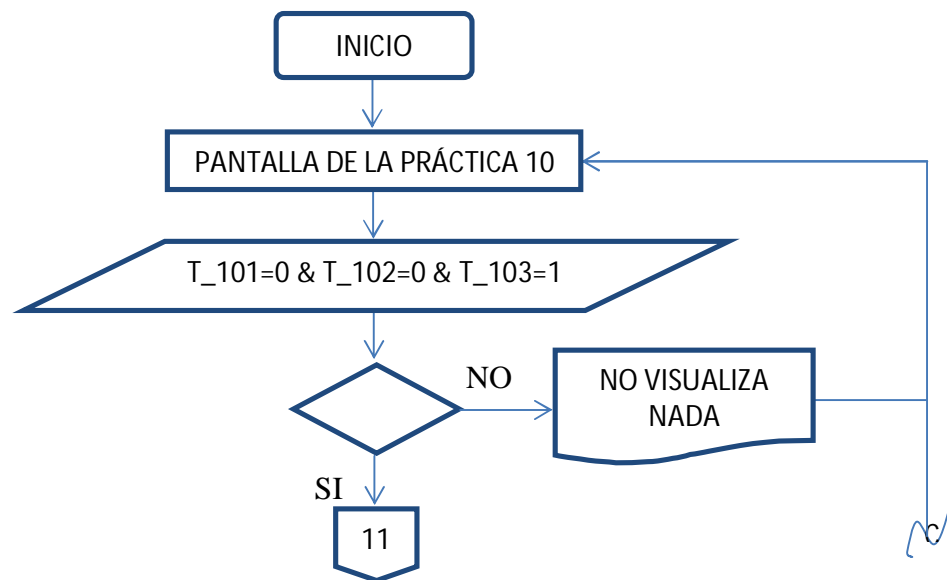


Figura 3.27 Diagrama de Flujo, Práctica N° 10 (Fuente: Autor) (Cont.)

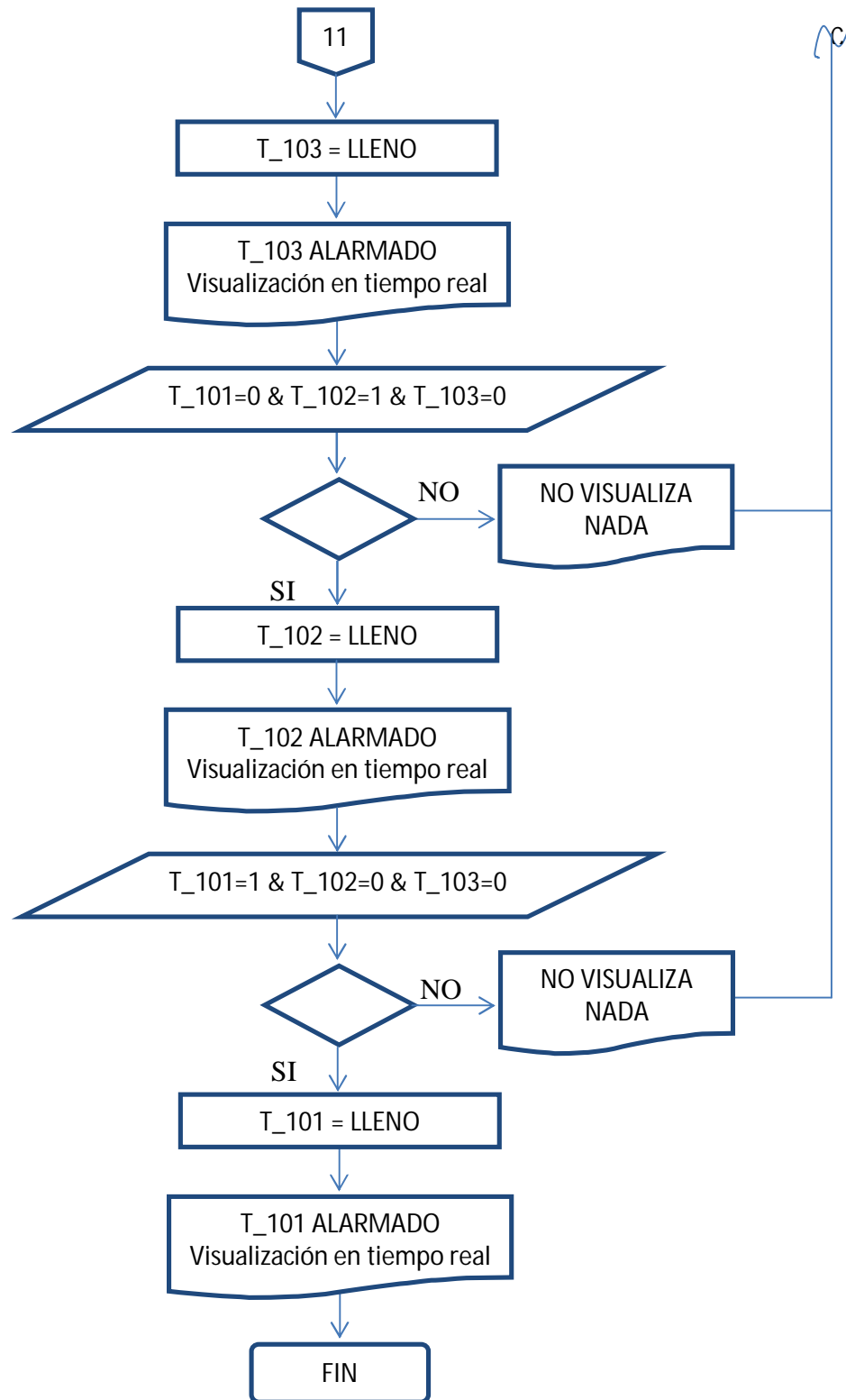


Figura 3.28 Diagrama de Flujo, Práctica N° 10

3.1.3 Diseño Parte Mecánica

3.1.4 Diseño del Tablero

De acuerdo a los equipos electrónicos y demás materiales que se utilizarán, una buena opción es el tablero para montaje en pared de marca SBOX de medidas 600mm x 500mm x 400 mm (alto – ancho - profundidad). El mismo que incluye: gabinete, puerta, placa de montaje (doble fondo), cerradura, empaque hermético y accesorios de montaje. Tornillos soldados al doble fondo para fijar el doble fondo, tornillos para conexión a tierra entre la caja y la tapa, a ambos lados. El empaque es de poliuretano bajo las normas CE, RoHS, IP 65.

Con lo antes descrito se presenta en la Figura 3.18, el diseño del tablero donde se ensamblarán los equipos electrónicos y demás accesorios.

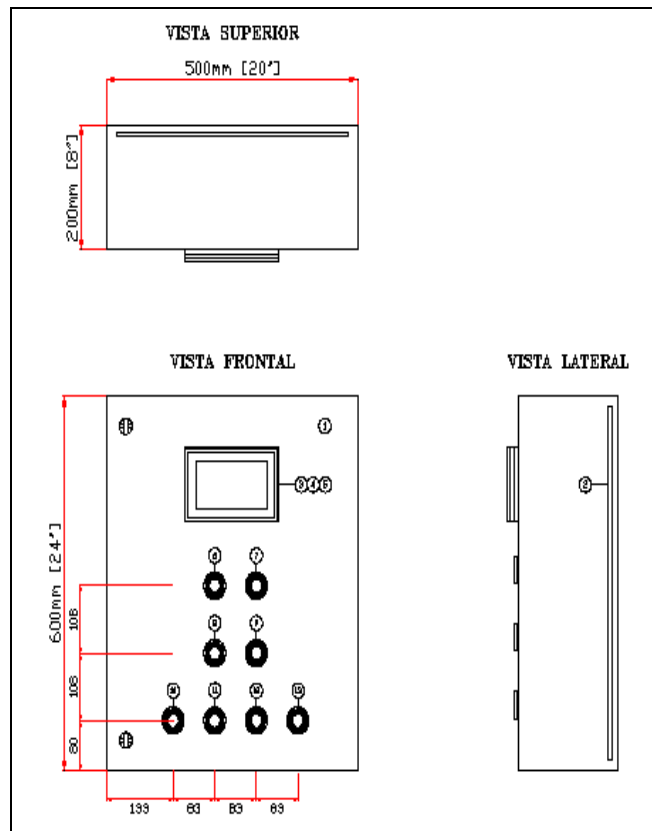


Figura 3.29 Diagrama External Layout (Fuente: Autor)

Con la Tabla 3.2 se menciona los equipos y accesorios que se usarán para ensamblar en el tablero antes mencionado.

ITEM	CANT	# PARTE	FABRICANTE	DESCRIPCIÓN
1	1	BJS1-6050/200	SBOX	Tablero metálico para montaje en pared 600x500x200 mm (alto-ancho-profundidad)
2	2	-	-	Doble Fondo, placa metálica para montaje de accesorios
3	1	FP5043T-E		PLC + HMI con tres módulos de expansión, 24 VDC
4	1	FPED1600		Módulo de entradas digitales, 16 canales
5	1	FPED0012R		Módulo de salidas digitales (a relé), 12 canales
6	1	SKOS-ED21	CAMSCO	Switch selector de dos posiciones 1 NO, 22 mm
7	1	SKOS-ED33	CAMSCO	Switch selector de tres posiciones 2 NO, 22 mm
8	1	FPB-EA1/G	CAMSCO	Pulsador para marcha, push button 1 NO color verde, 22 mm
9	1	FPB-EA2/R	CAMSCO	Pulsador para paro, push button 1 NC color rojo, 22 mm
10	1	AD1622DS-110V/R	CAMSCO	Luz piloto LED 120 VAC color rojo, 22 mm
11	1	AD1622DS-110V/G	CAMSCO	Luz piloto LED 120 VAC color verde, 22 mm
12	1	AD1622DS-110V/Y	CAMSCO	Luz piloto LED 120 VAC color amarillo, 22 mm
13	1	AD1622DS-24VDC/B	CAMSCO	Luz piloto LED 24 VDC color azul, 22 mm

Tabla 3.2 Listado de Equipos y materiales (Fuente: Autor)

3.1.5 Diseño de la Estación de Trabajo

Al igual que el diseño del tablero, se deberá realizar un diseño de la estación de trabajo, donde se montará el tablero de control, además deberá contener los soportes necesarios para el montaje de los accesorios que se utilizarán. A continuación se presenta varias Figuras con su respectiva descripción:

La Figura 3.19 muestra de manera general la estación de trabajo, en la parte derecha se encuentra la estructura metálica para el tablero de control, también se visualiza los soportes para el motor eléctrico, los tres tanques de agua y para un recipiente que es capaz de

almacenar el volumen de agua total, que correspondería a los tres tanques, mismo que se utilizará para el llenado y vaciado de agua.

En la parte izquierda se encuentra el montaje del tablero de control.

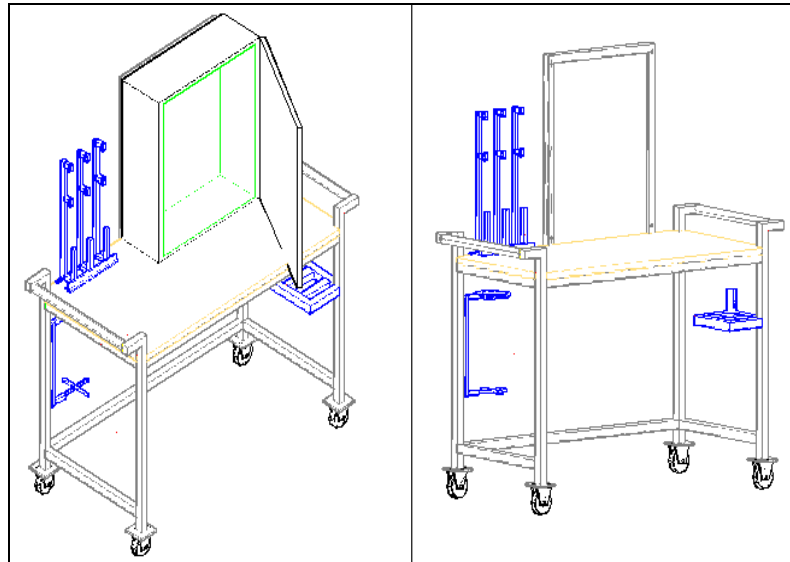


Figura 3.30 Estación de trabajo vista general (Fuente: Autor)

La Figura 3.20 muestra las dimensiones de los soportes para los tanques de agua, las mismas que están dadas en mm. Se utilizará una varilla cuadrada liza de 1/2'', perfil T de 1''x 1/8'', unos ganchos para las abrazaderas metálicas de 3'' de diámetro.

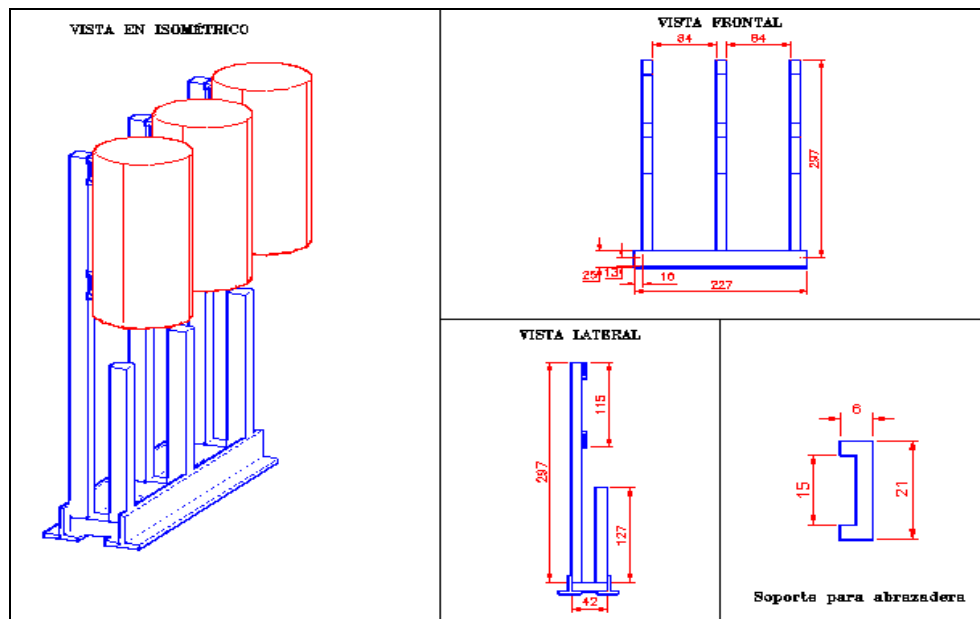


Figura 3.31 Dimensiones para los tanques de agua (Fuente: Autor)

La Figura 3.21 muestra las dimensiones para el soporte del motor eléctrico, todas las medidas están en mm, el soporte deberá ser construido con tubo cuadrado de 1''

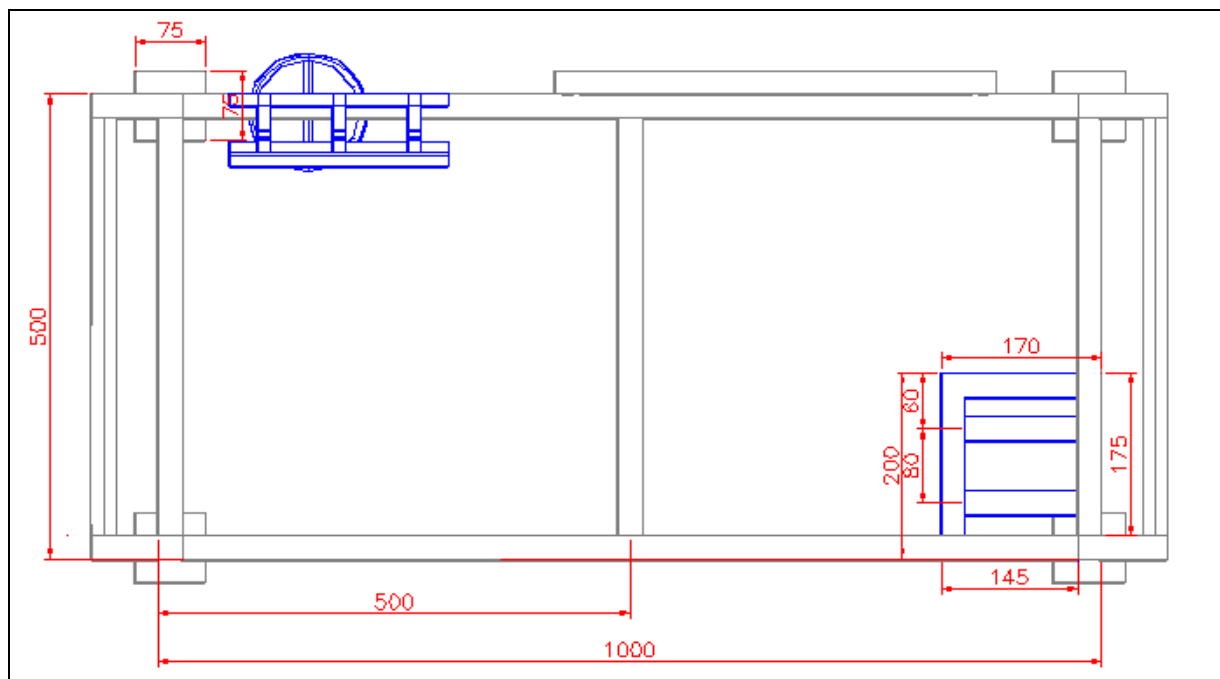


Figura 3.32 Dimensiones para soporte del motor eléctrico (Fuente: Autor)

3.2 Montaje e instalación de la estación de laboratorio, con el tipo de tecnología adecuado.

3.2.1 Selección de Tecnología

En el capítulo 2 se realizó la comparación del tipo de tecnologías (ver Tabla 2.7), la misma que se seleccionó el PLC de la familia FlexiPanel, modelo FP5043T-E, debido al costo y prestaciones, el mencionado PLC trae incluido tres módulos de expansión de los cuales sólo se está usando dos de ellos, el primero para insertar una módulo de entradas digitales, del cual se están usando 10 canales de los 16 canales disponibles. El segundo se trata de un módulo de salidas digitales (a relé) y se están usando todos sus 12 canales disponibles. Adicionalmente presenta una pantalla táctil de 4.3'' que servirá para dibujar pantallas y etiquetas, éstas últimas es de gran ayuda para el ahorro de canales físicos sean éstas entradas o salidas digitales.

3.2.2 Montaje de Hardware

3.2.2.1 Montaje del Tablero de control

La Figura 3.22 muestra la ubicación de los accesorios, se empezó poniendo las canaletas que son de 40 mm x 40 mm, la fuente de voltaje y el riel din que es donde se instalan las borneras tanto para AC, DC, DI, DO, borneras de paso, relés y contactores.

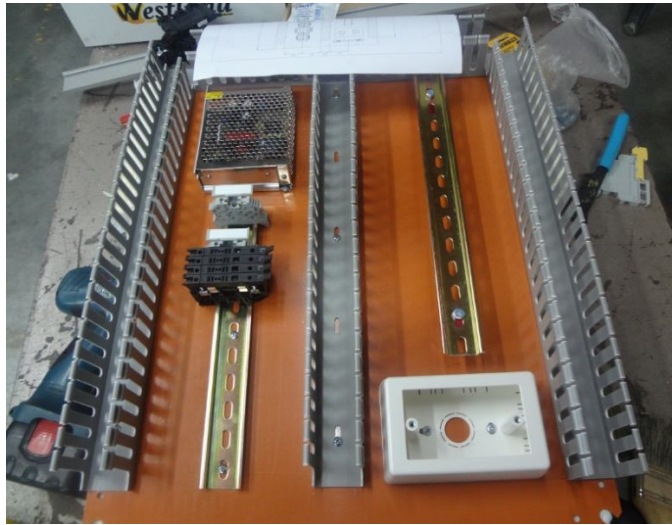


Figura 3.33 Fijación de canaletas y riel din (Fuente: Autor)

La Figura 3.23 muestra la colocación de marquillas de identificación para cada cable, adicional en cada cable se conectó con terminales tipo pin dependiendo del calibre de cada conductor.

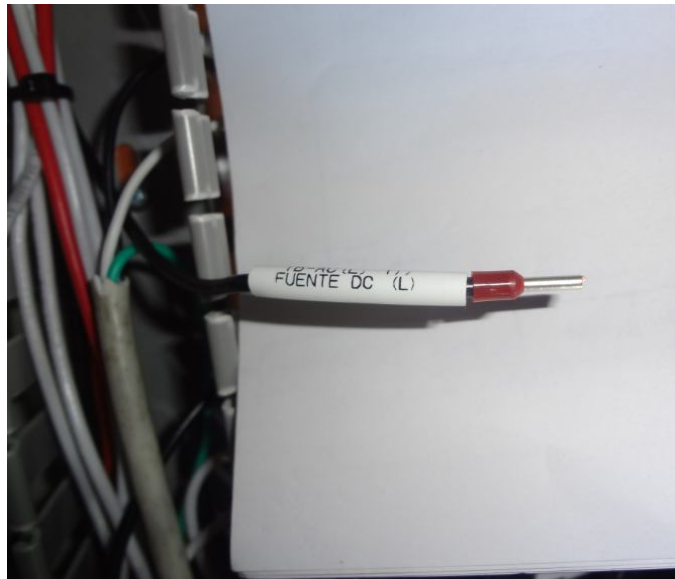


Figura 3.34 Colocación de marquillas de identificación (Fuente: Autor)

La Figura 3.24 muestra la comprensión de las marquillas, se realizó con la ayuda de una pistola de calor, este proceso únicamente consta de acercar la pistola hacia los cables con una

separación de 6 cm aproximadamente, y de esta manera las marquillas quedaron fijamente pegadas al cable e identificadas, este proceso es para que el usuario tenga pleno conocimiento de los conexiones.



Figura 3.35 Compresión de marquillas (Fuente: Autor)

Ahora se va a trabajar el tablero, para ello se realizó cortes cuadrados en el caso de la fijación del PLC, y se hizo perforaciones redondas para colocar las luces piloto, switches selectores y push button. La Figura 3.25 muestra lo descrito



Figura 3.36 Fijación de PLC y demás accesorios (Fuente: Autor)

La Figura 3.26 muestra el conexionado y marquillado en uno de los brazos de conexión, para los slot de los módulos de expansión, en este caso es para el módulo FPED0012R que corresponde a las salidas a relé.

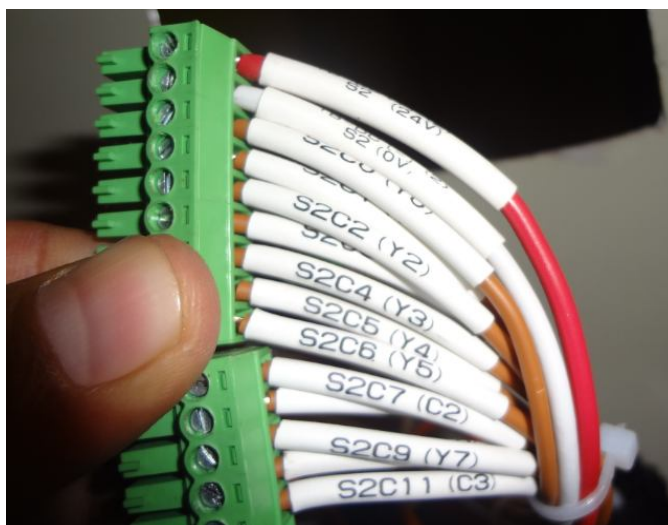


Figura 3.37 Marquillas para módulo FPED0012R (Fuente: Autor)

La Figura 3.27 muestra el conexionado desde los módulos de expansión del PLC hacia el respectivo grupo de borneras que se estableció en el diseño. Se debe tratar de organizar los cables.



Figura 3.38 Conexionado desde módulos de expansión a borneras (Fuente: Autor)

La Figura 3.28 muestra un proceso que se llama peinado de cables, el mismo que consta de ordenar y sujetar los cables con la ayuda de adhesivas plásticas que se pegan al tablero, y con la utilización de amarras plásticas se sujeta firmemente cada grupo de cables.



Figura 3.39 Peinado y fijación de cables (Fuente: Autor)

Se realiza el conexionado de los módulos de expansión hacia cada bornera, adicional también se hizo el conexionado desde el motor hacia los relés y el contactor, según los diseños anteriores. La Figura 3.29 muestra lo descrito.



Figura 3.40 Conexiones finales (Fuente: Autor)

Finalmente realizado todas las conexiones se procedió a tapar las canaletas con sus respectivas tapas y el tablero quedó como muestra la Figura 3.30



Figura 3.41 Tablero final, vista interna (Fuente: Autor)

La Figura 3.31 muestra la vista frontal del tablero, que consta del PLC, 2 switches selectores de dos y tres posiciones, 2 push buttons, y 4 luces piloto.



Figura 3.42 Vista frontal del tablero (Fuente: Autor)

3.2.2.2 Layout del Tablero de Control

La Figura 3.32 muestra el diagrama layout del tablero de control en donde consta todas las medidas en las que se ensambló los equipos y accesorios, una vez que se generó este plano se montó e implementó todos los accesorios que se detalla en la Tabla 3.3, la misma que describe los números de parte, fabricantes y cantidades de los materiales que se utilizó.

Cabe indicar que cuando se realizó el conexionado, se mantuvo una cierta organización y previa señalización de cada cable para evitar posibles confusiones y desorden al momento de conectar entre las borneras y los equipos.

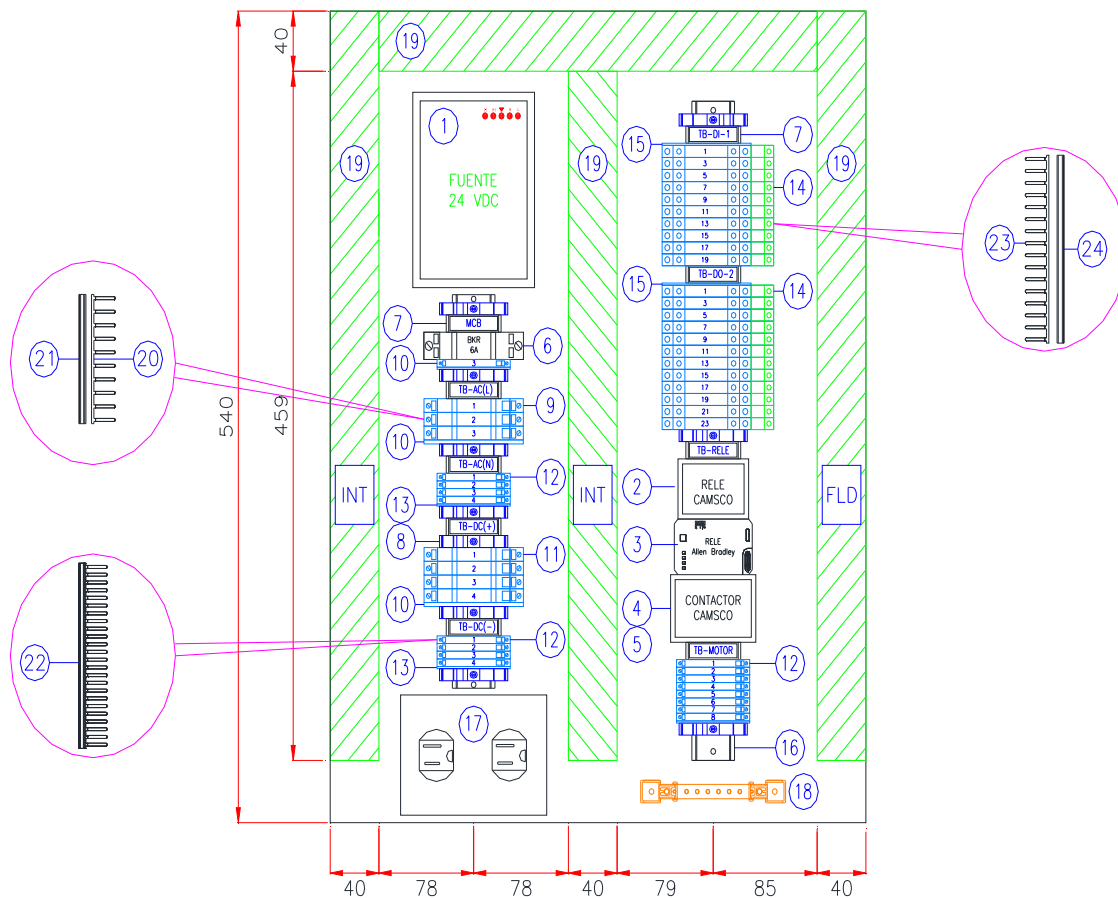


Figura 3.43 Layout del tablero de control (Fuente: Autor)

La Tabla 3.3 muestra la descripción total de los materiales, usados en el layout del tablero, son los que se adquirieron de acuerdo al diseño que se hizo inicialmente, como se observa la mayoría son de la marca Allen Bradley y son los que se usan en los tableros ensamblados para la Industria Petrolera, mismos que presentan características muy adecuadas en cuanto a vida útil.

ITEM	CANT	# PARTE	FABRICANTE	DESCRIPCIÓN
1	1	-	-	Fuente de voltaje de 24 VDC, 5ª
2	2	MK2P-I	CAMSCO	Relé 110 VAC / 220 VAC, 10A, 2 NO, montaje en riel din
3	1	700-HA33A1	ALLEN BRADLEY	Relé 110 VAC / 220 VAC, 10A, 3 NO, montaje en riel din
4	1	IEC-947	CAMSCO	Contactador eléctrico, 110 VAC, 220 VAC, 10A, 1 NO
5	1	VDE-0660	CAMSCO	Contacto auxiliar del contactador, 2 NO + 2 NC
6	1	C60N	CAMSCO	Breaker monopolar 6A, montaje en riel din
7	1	1492-GM35	ALLEN BRADLEY	Marcador de grupo, e identificación
8	1	1492-EAJ35	ALLEN BRADLEY	Frenos para sujetar grupos de borneras
9	3	1492-H6	ALLEN BRADLEY	Terminales de fusible 300 V AC / DC
10	2	1492-N37	ALLEN BRADLEY	Tapas para terminales de fusible H6 / H5
11	4	1492-H5	ALLEN BRADLEY	Terminales de fusible 10 V AC / DC a 57 V AC / DC
12	16	1492-J3	ALLEN BRADLEY	Terminales de paso, sin fusible
13	3	1492-EBJ3	ALLEN BRADLEY	Tapas para terminales de paso 1492-J3
14	22	1492-JDG3FB	ALLEN BRADLEY	Terminales de 3 pisos con fusible, incluye GND
15	2	1492-EBJD3FB	ALLEN BRADLEY	Tapas finales para borneras de 3 pisos, 1492-JDG3FB
16	1	199-DR1	ALLEN BRADLEY	Riel din 35mm ranurada, longitud 1m
17	1	-	VETO	Tomacorriente 110 VAC
18	1	PGS2K	ALLEN BRADLEY	Barra de tierra, 6 espacios
19	1	-	-	Canaletas para conducción de cables 40mm x 40mm x 2000mm, con tapa
20	1	1492-N49	ALLEN BRADLEY	Barra de interconexión 10 postes para 1492-H4 / H5
21	1	1492-SJS	ALLEN BRADLEY	Aislamiento para barras de interconexión 1492-N49
22	1	1492-SJ5B-24	ALLEN BRADLEY	Barra de interconexión 24 postes para 1492-J3
23	1	0545400000	WEIDMULLER	Barra de interconexión 58 postes para 1492-JDG3FB
24	1	0546000000	WEIDMULLER	Aislamiento para barras de interconexión 0545400000

Tabla 3.3 Listado de Equipos y materiales Layout del tablero de control (Fuente: Autor)

3.2.2.3 Implementación de la estación de laboratorio

La Figura 3.33 muestra el soporte metálico que se construyó, para ensamblar el tablero de control así como el resto de accesorios que se utilizaron.



Figura 3.44 Soporte metálico para el tablero (Fuente: Autor)

La Figura 3.34 muestra la fijación de una plancha de madera sobre el soporte metálico, el mismo que sirve como una mesa de trabajo.



Figura 3.45 Fijación de plancha de madera en mesa metálica (Fuente: Autor)

La Figura 3.35 muestra la implementación del tablero de control sobre la mesa de trabajo, se retiró el PLC al momento del montaje y atornillado del mismo, por posibles inconvenientes inesperados.



Figura 3.46 Montaje del tablero en la mesa de trabajo (Fuente: Autor)

La Figura 3.36 muestra la nivelación y atornillado del tablero por la parte posterior del soporte metálico, se realizó una buena sujeción con fin que no haya inconvenientes cuando se desee transportar.



Figura 3.47 Fijación y nivelación del tablero (Fuente: Autor)

La Figura 3.37 muestra la fijación de los soportes para los tanques, se fijó con cuatro tornillos autoperforantes, también se realizó la fijación de la ruta para el cableado, se hizo con la ayuda de canaletas adhesivas y los accesorios necesarios para realizar curvaturas o bajadas.

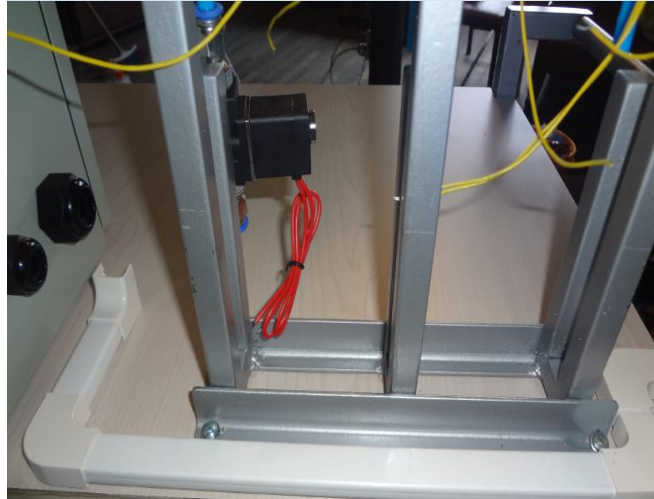


Figura 3.48 Fijación de soportes para tanques y ruta de cableado (Fuente: Autor)

La Figura 3.38 muestra la colocación de las electroválvulas, cada una con su respectivo tanque, para ello se usó mangueras hidráulicas, de igual manera está dotado de accesorios para su fácil desmontaje en caso de algún mantenimiento.



Figura 3.49 Colocación de electroválvulas (Fuente: Autor)

La Figura 3.39 muestra cómo se ensambló los tres tanques, los mismos que fue mediante abrazaderas metálicas que pasan por unos ganchos previamente instalados en el soporte, también se observa como quedó la ruta para la conducción de agua, estos accesorios son desmontables para un futuro mantenimiento o reemplazo en caso de daños.



Figura 3.50 Fijación de tanques y ruta para conducción de agua (Fuente: Autor)

La Figura 3.40 muestra la fijación de las bombas de agua, la bomba que está al lado izquierdo corresponde a la bomba de llenado de los tanques, y la bomba que está alado derecho corresponde para el vaciado cuando los tanques se hayan llenado. Estas bombas son unidireccionales asi que se debe tener cuidado tanto en la polarizacion como en la colocación. Adicional se observa el recipiente general que almacena el agua de los tres tanques, tambien se encuentra en el soporte respectivo.



Figura 3.51 Fijación de las bombas de agua (Fuente: Autor)

La Figura 3.41 muestra el conexionado de las electroválvulas y los flotadores, en el caso de las electroválvulas se conectaron al grupo de borneras de salidas a relé, mientras que los flotadores se conectaron al grupo de borneras de entradas digitales.

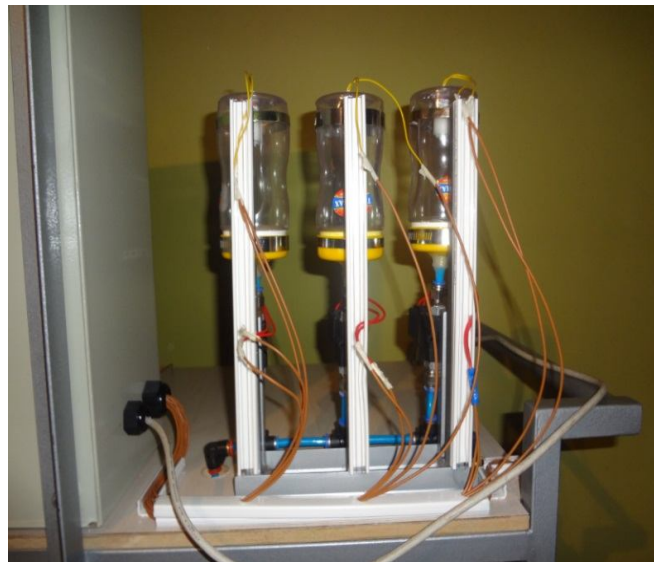


Figura 3.52 Cableado de electroválvulas y flotadores (Fuente: Autor)

En la Figura 3.42 se muestra el reconocimiento que se hizo de los terminales de los bobinados del motor eléctrico trifásico, esto por facilidad de colocar terminales tipo U y llevar al grupo de borneras respectivas.

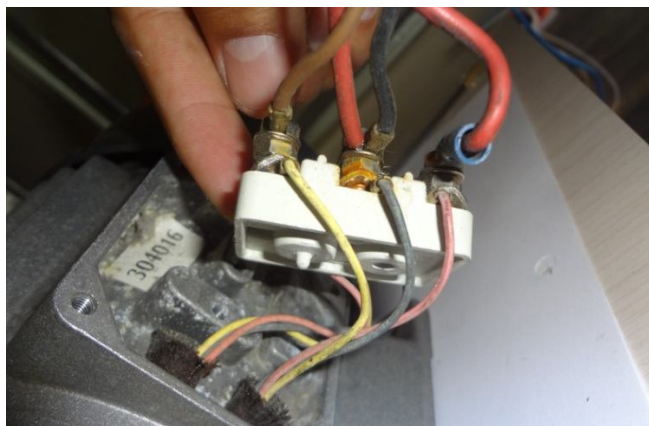


Figura 3.53 Contactos del motor eléctrico trifásico (Fuente: Autor)

La Figura 3.43 muestra la conexión inicial del motor ensamblado de fábrica, que en este caso se trata de una conexión en triángulo según la Tabla informativa del motor. Lo que se hizo es reemplazar las placas metálicas verticales por terminales tipo U, los cables de color rojo que se observan corresponden al condensador que también se debió independizar. En total fueron ocho contactos; seis de los bobinados más dos del condensador los que se conectaron al grupo de borneras del motor.

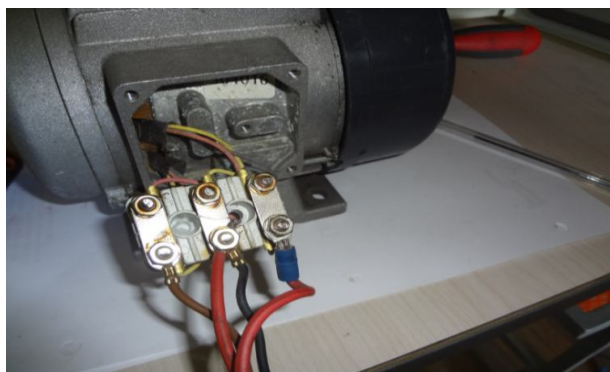


Figura 3.54 Conexión de fábrica del motor (Fuente: Autor)

La Figura 3.44 muestra todo el sistema de la estación de trabajo, en el que se ensambló el tablero de control, los tres tanques con sus respectivas electroválvulas y flotadores, dos bombas de agua y un motor eléctrico trifásico, todos los accesorios están debidamente fijados, pero a su vez cada uno es desmontable en el caso de algún mantenimiento.



Figura 3.55 Estación de trabajo total (Fuente: Autor)

3.2.3 Montaje de Software

Series FlexiPanel

La línea de productos FP proporciona interfaz hombre – máquina para el controlador lógico programable, estos FP se comunican con PLCs que utilizan sus puertos de comunicación serie. Cada unidad FP tiene que ser conFigurado usando el software de conFiguración FlexiSoft, antes de conectarlo al PLC. La Figura 3.45 muestra la comunicación entre el PLC y un computador, mediante esta conexión se puede interactuar con la lógica de programación y la visualización de los resultados. (renuelectronics)



Figura 3.56 Interfaz de Comunicación (renuelectronics)

Instalación de Software FlexiSoft

Los pasos para instalar el software son muy sencillos, como si se tratara de un software más para Windows. A continuación se detallan los mismos:

- Descargar la última versión del software FlexiSoft del siguiente link:
http://www.renuelectronics.com/download_flexisoft.htm
- Ejecutar el software descargado, dar click en *Next* para empezar la instalación, como muestra la Figura 3.46



Figura 3.57 Pantalla de bienvenida a la instalación (renuelectronics)

- Escoger la ubicación donde se instalará el software, por default se instala en la unidad C, como muestra la Figura 3.47

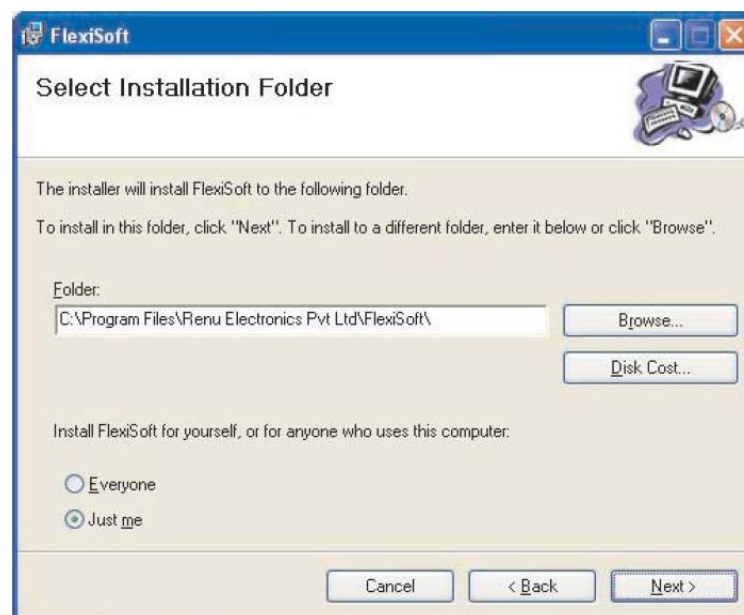


Figura 3.58 Ubicación donde se instalará el software (renuelectronics)

- Una vez terminada la instalación se cierra la última ventana, como muestra la Figura 3.48. Junto con el software instalado se crea 4 manuales en formato PDF, los mismos que se encuentran en el menú inicio dentro de la carpeta FlexiSoft, dichos manuales son de gran ayuda para el usuario.

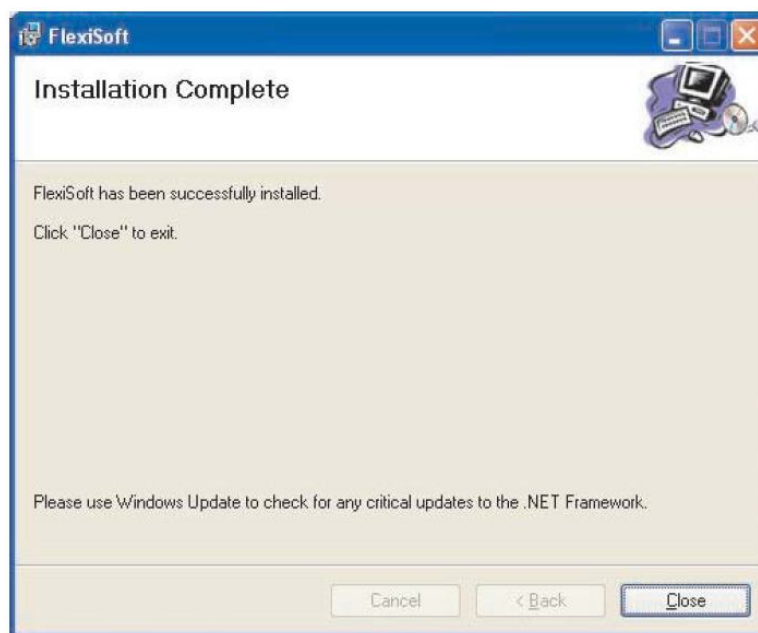


Figura 3.59 Finalización de la instalación (renuelectronics)

La Figura 3.49 muestra la primera imagen al abrir el software FlexiSoft, en el que se visualiza los diferentes menús que presenta.

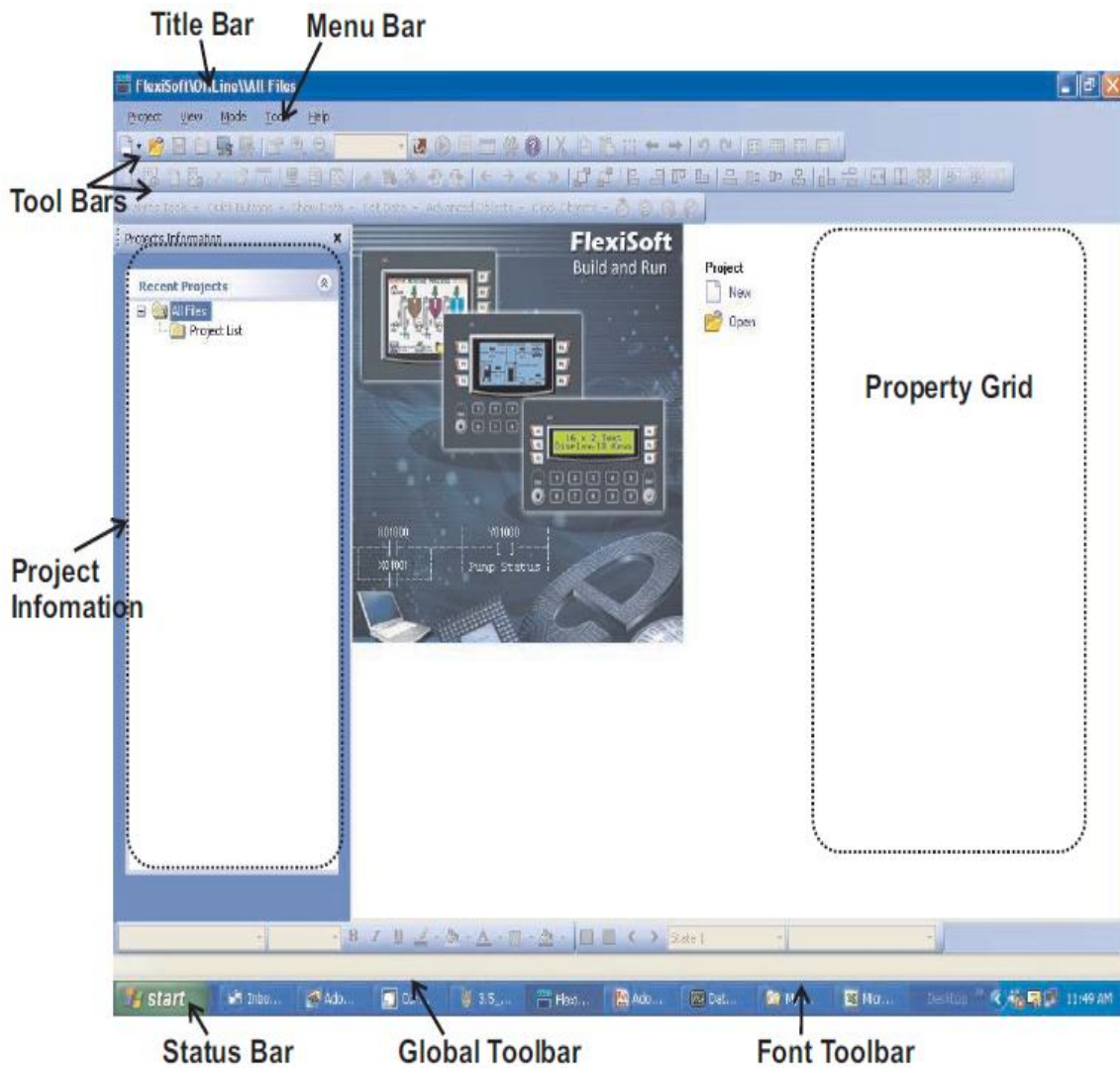


Figura 3.60 Pantalla inicial del Software FlexiSoft (renuelectronics)

En la Tabla 3.4 se detalla la descripción de las herramientas más utilizadas en el software FlexiSoft. La mayoría de estas herramientas se usan para dar una mejor presentación a las etiquetas y pantallas creadas, opciones como alineado, justificado, centrado, etc.

















ICONO	DESCRIPCIÓN (<i>TOOL BARS</i>)
	<i>New Project</i> , herramienta que permite empezar una nueva aplicación
	<i>Open</i> , herramienta que permite abrir una pantalla desde una ventana acoplable, que enumera las pantallas junto con la pantalla de vista previa
	<i>Next Screen</i> , herramienta que permite cambiar a la siguiente pantalla de la pantalla de trabajo
	<i>Last Screen</i> , herramienta que permite saltar a la última pantalla de todo el proyecto
	<i>Run</i> , herramienta que permite simular un proyecto, tanto lógica de programación como pantallas
	<i>Compile</i> , herramienta que permite compilar un proyecto de aplicación, con el mensaje de advertencia o error
	<i>Align Middle Horizontal</i> , herramienta que permite alinear los centros de los objetos activos de la pantalla en sentido horizontal
	<i>Align Middle Vertical</i> , herramienta que permite alinear los centros de los objetos activos de la pantalla en sentido vertical
	<i>Align middle horizontal wrt shap</i> , herramienta que permite alinear los centros de los objetos activos horizontalmente.
	<i>Align middle vertical wrt shape</i> , herramienta que permite alinear los centros de los objetos activos verticalmente.
	<i>Place Equal Horizontal</i> , herramienta que permite igualar la anchura entre todos los objetos activos
	<i>Place Equal Vertical</i> , herramienta que permite igualar la distancia vertical entre todos los objetos activos
	<i>Make Equal Width</i> , herramienta que permite cambiar una anchura de objeto, igual a un primer objeto dibujado.
	<i>Make Equal Height</i> , herramienta que permite cambiar una altura de objeto, igual a un primer objeto dibujado
	<i>Make Equal size</i> , herramienta que permite cambiar la dimensión (largo x ancho) de objeto, igual a un primer objeto dibujado.
	<i>Break Group</i> , herramienta que permite desagrupar los objetos agrupados, y actuar como un objeto separado en la pantalla

Tabla 3.4 Descripción de varias herramientas que usa FlexiSoft (Fuente: Autor)

En la Tabla 3.5 se detalla la descripción de las herramientas más utilizadas para dibujar etiquetas así como para interactuar entre las diferentes pantallas.





















ICONO	DESCRIPCIÓN (DRAW TOOL BAR)
	<i>Line</i> , herramienta que permite dibujar una línea
	<i>Rectangle</i> , herramienta que permite dibujar una línea
	<i>Ellipse</i> , herramienta que permite dibujar una línea
	<i>Multilingual Text</i> , herramienta que permite escribir un texto multilingüe
	<i>Picture</i> , herramienta que permite insertar imágenes desde el destino definido
	<i>Text</i> , herramienta que permite escribir una palabra
	<i>Go To Scree</i> , herramienta que permite saltar a cualquier pantalla disponible en la lista de las pantallas
	<i>Go To Next Screen</i> , herramienta que permite saltar a la siguiente pantalla disponible
	<i>Go To Previous Screen</i> , herramienta que permite saltar a la pantalla anterior disponible
	<i>Set Bit Button</i> , herramienta que permite poner en estado 1 lógico a una variable asignada
	<i>Reset Bit Button</i> , herramienta que permite poner en estado 0 lógico a una variable asignada
	<i>Toggle Bit Button</i> , herramienta que permite alternar el estado de la bobina PLC (lectura / escritura) o registrar un bit (lectura / escritura)
	<i>Write Value To Tag Button</i> , herramienta que permite escribir un valor constante a una etiqueta
	<i>Add Value To Tag Button</i> , herramienta que permite agregar un valor constante para el valor actual de la variable
	<i>Subtract Value From Tag Button</i> , herramienta que permite restar un valor constante a partir del valor actual de un tag
	<i>Add TagB To TagA Button</i> , herramienta que permite añadir dos tags al PLC
	<i>Bit Lam</i> , herramienta que permite poner una pantalla en estado On – Off de un tipo de tag
	<i>Word Lamp</i> , herramienta que permite mostrar múltiples estados de diferentes rangos de los valores de una sola etiqueta numérica
	<i>Multiple Bar Graph</i> , herramienta que permite cambiar la altura de la barra y el ancho, de acuerdo con el valor del registro (hasta 4) a la vez
	<i>Analog Meter</i> , herramienta que permite representar valores de parámetros como Temperatura o Presión de la unidad FP ® o una etiqueta PLC

Tabla 3.5 Descripción de herramientas para interactuar entre pantallas (Fuente: Autor)

3.2.3.1 Programación de la Práctica N° 1

“Manejo del Controlador Lógico Programable”

La presente práctica se trata del manejo del controlador lógico programable, por lo que no hizo falta la programación lógica mediante lógica *ladder*, únicamente se realizó la presentación de información en diferentes pantallas.

3.2.3.2 Programación de la Práctica N° 2

“Manejo del software de programación, FlexiSoft”

La presente práctica se trata del manejo del software de programación FlexiSoft, por lo que no hizo falta la programación lógica mediante lógica *ladder*, únicamente se realizó la presentación de información en diferentes pantallas.

3.2.3.3 Programación de la Práctica N° 3

“Creación de pantallas y etiquetas en HMI”

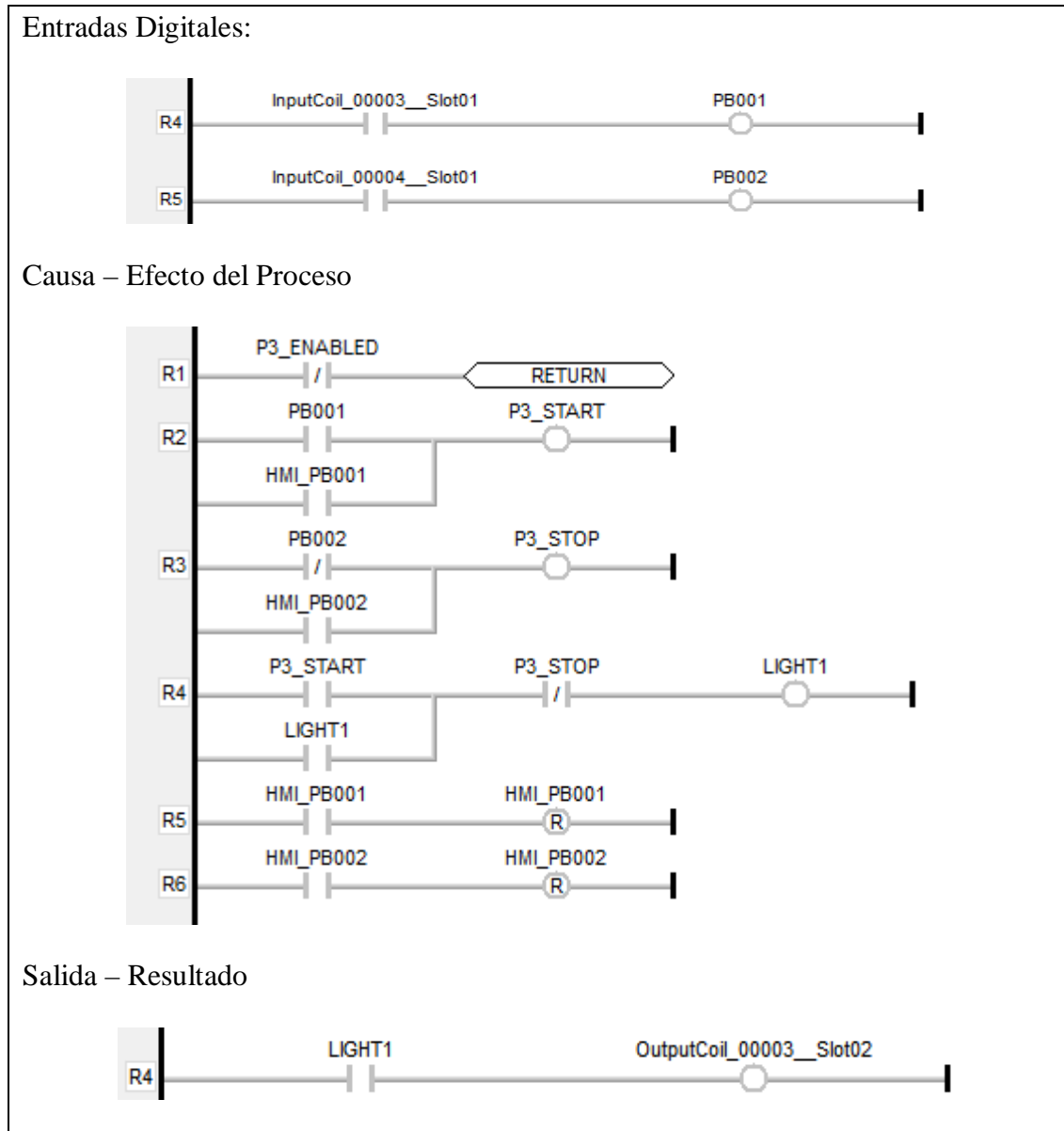


Figura 3.61 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 3 (Fuente: Autor)

3.2.3.4 Programación de la Práctica N° 4

“Arranque estrella – triángulo de un motor eléctrico trifásico”

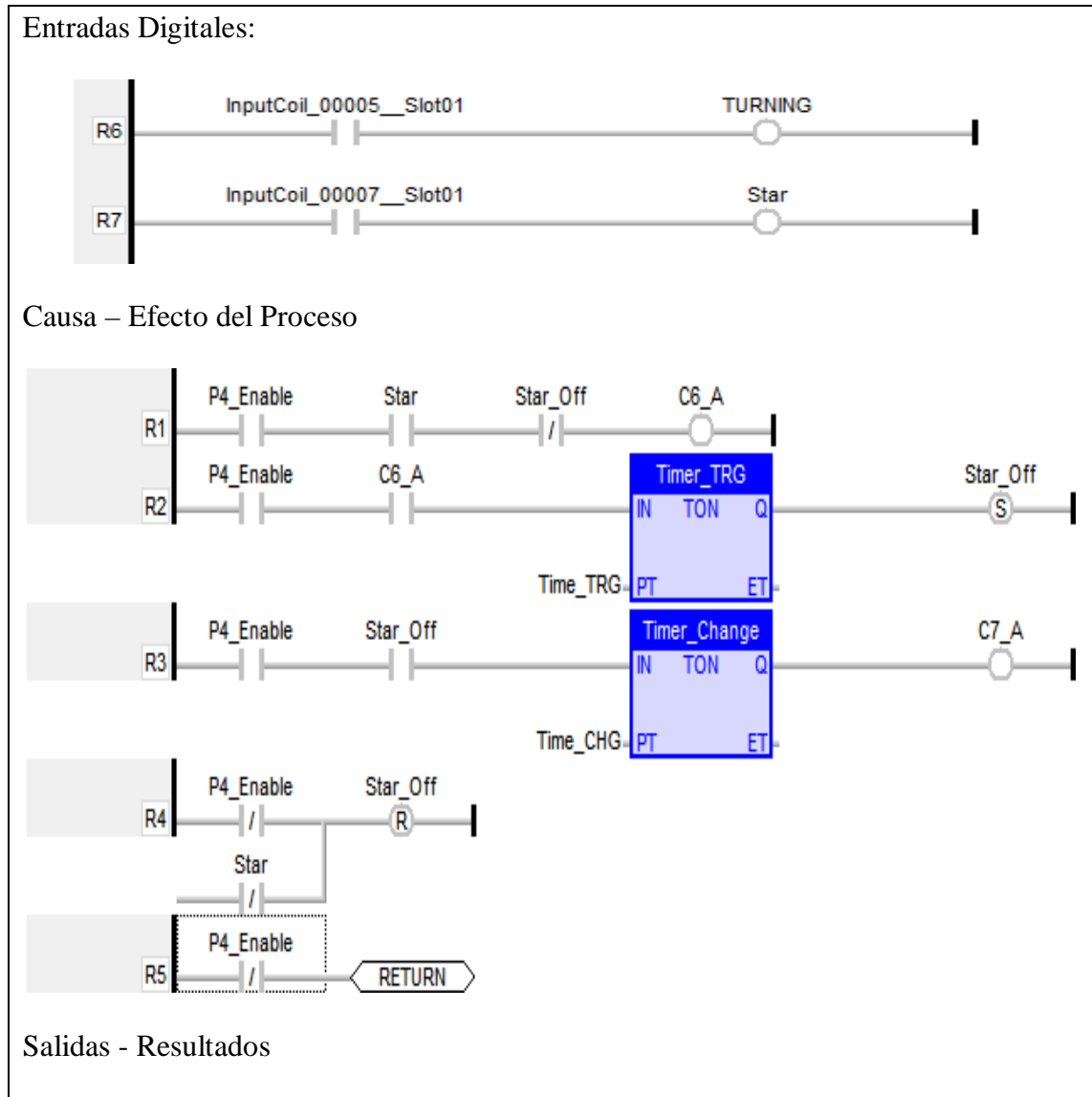


Figura 3.62 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 4 (Fuente: Autor)

3.2.3.5 Programación de la Práctica N° 5

“Inversión de giro de un motor eléctrico trifásico”

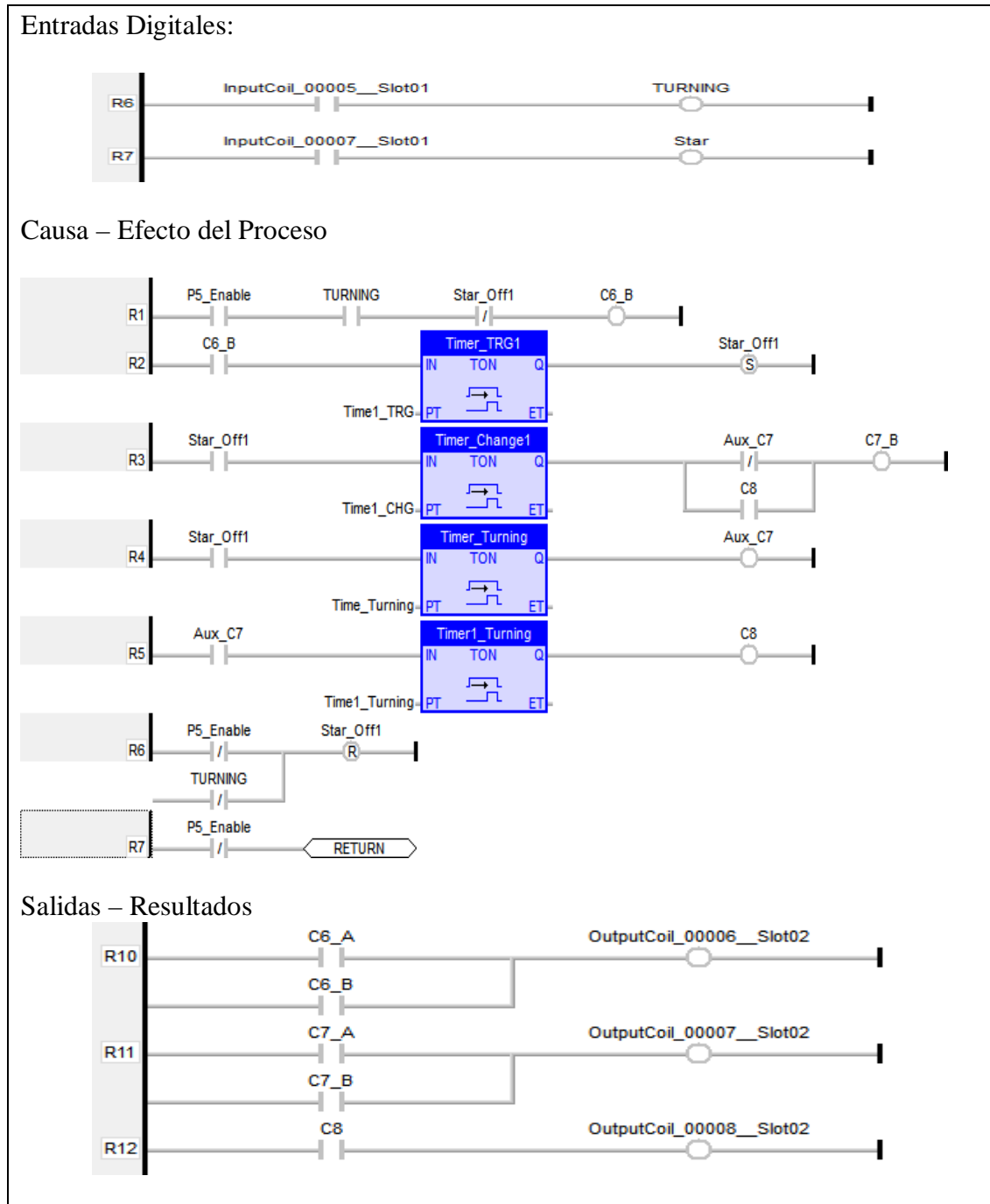


Figura 3.63 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 5 (Fuente: Autor)

3.2.3.6 Programación de la Práctica N° 6

“Simulación de lavadora de ropa con visualización en HMI”

La visualización es únicamente en la pantalla del HMI, por eso no se declara variables físicas de los módulos del PLC

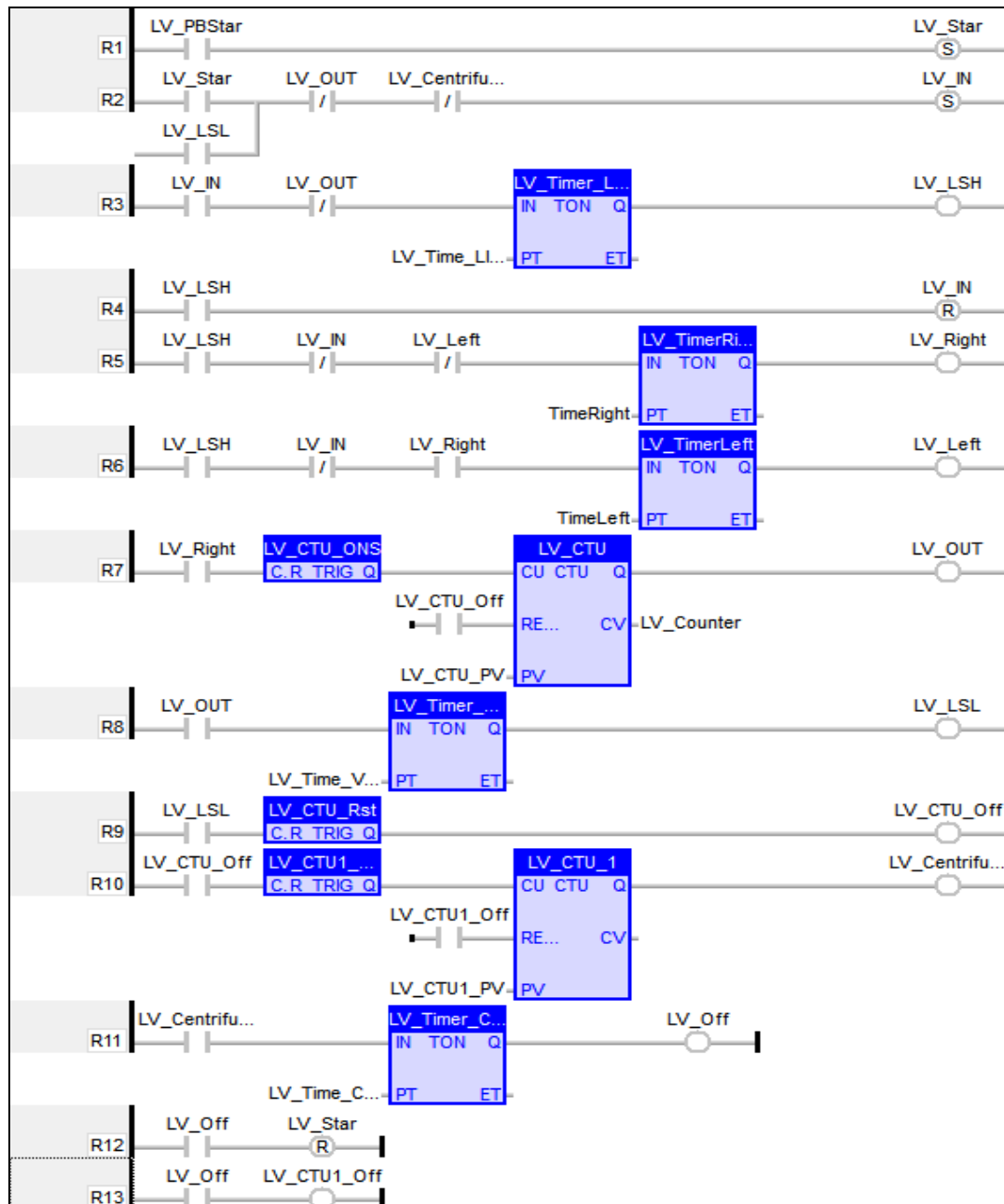


Figura 3.64 Diagrama Ladder. Practica N° 6 (Fuente: Autor)

3.2.3.7 Programación de la Práctica N° 7

“Control de encendido de luces piloto mediante temporizadores”

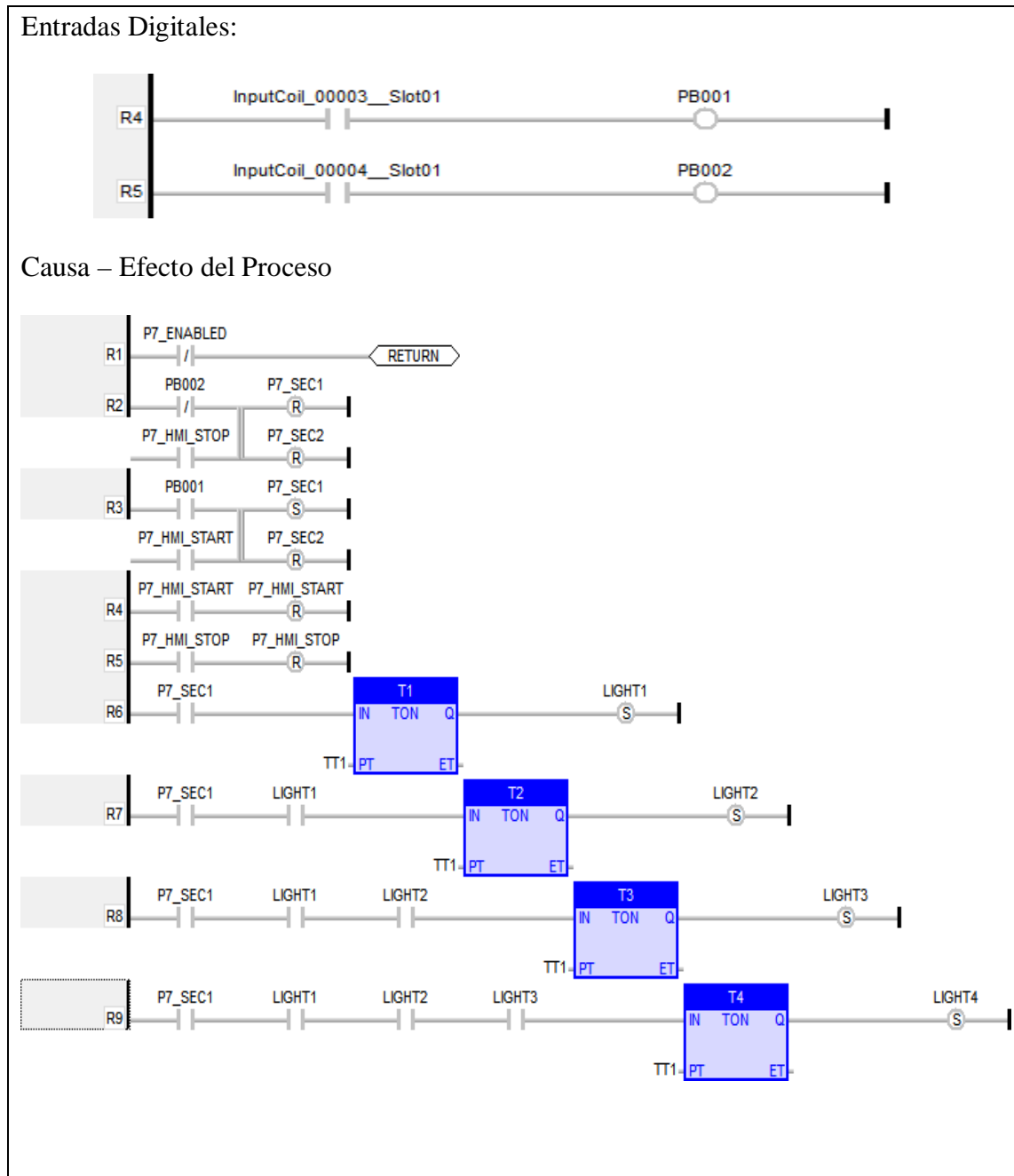


Figura 3.65 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 7 (Fuente: Autor) (Cont.)

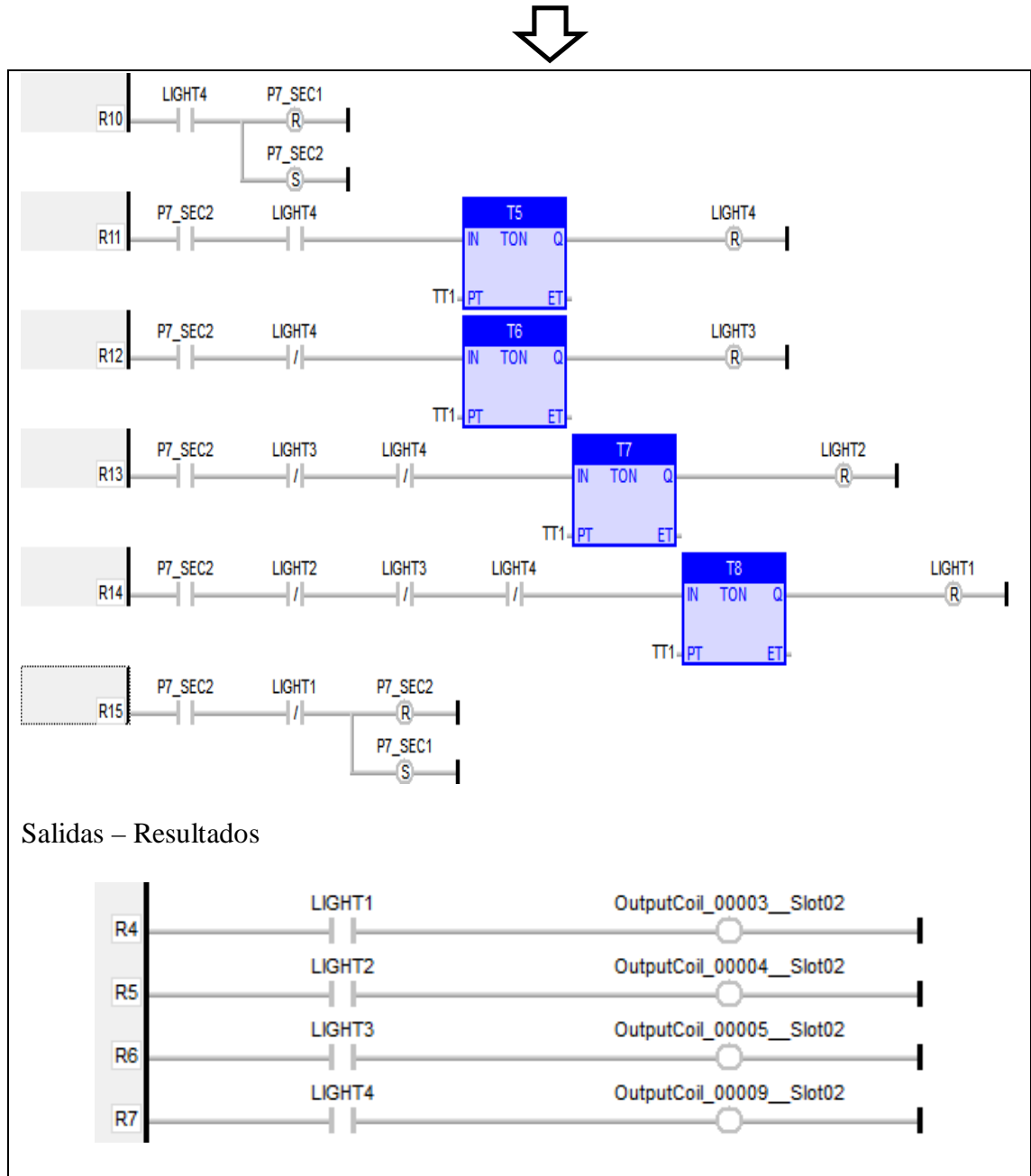


Figura 3.66 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 7 (Fuente: Autor)

3.2.3.8 Programación de la Práctica N° 8

“Control de encendido de luces piloto mediante contadores”

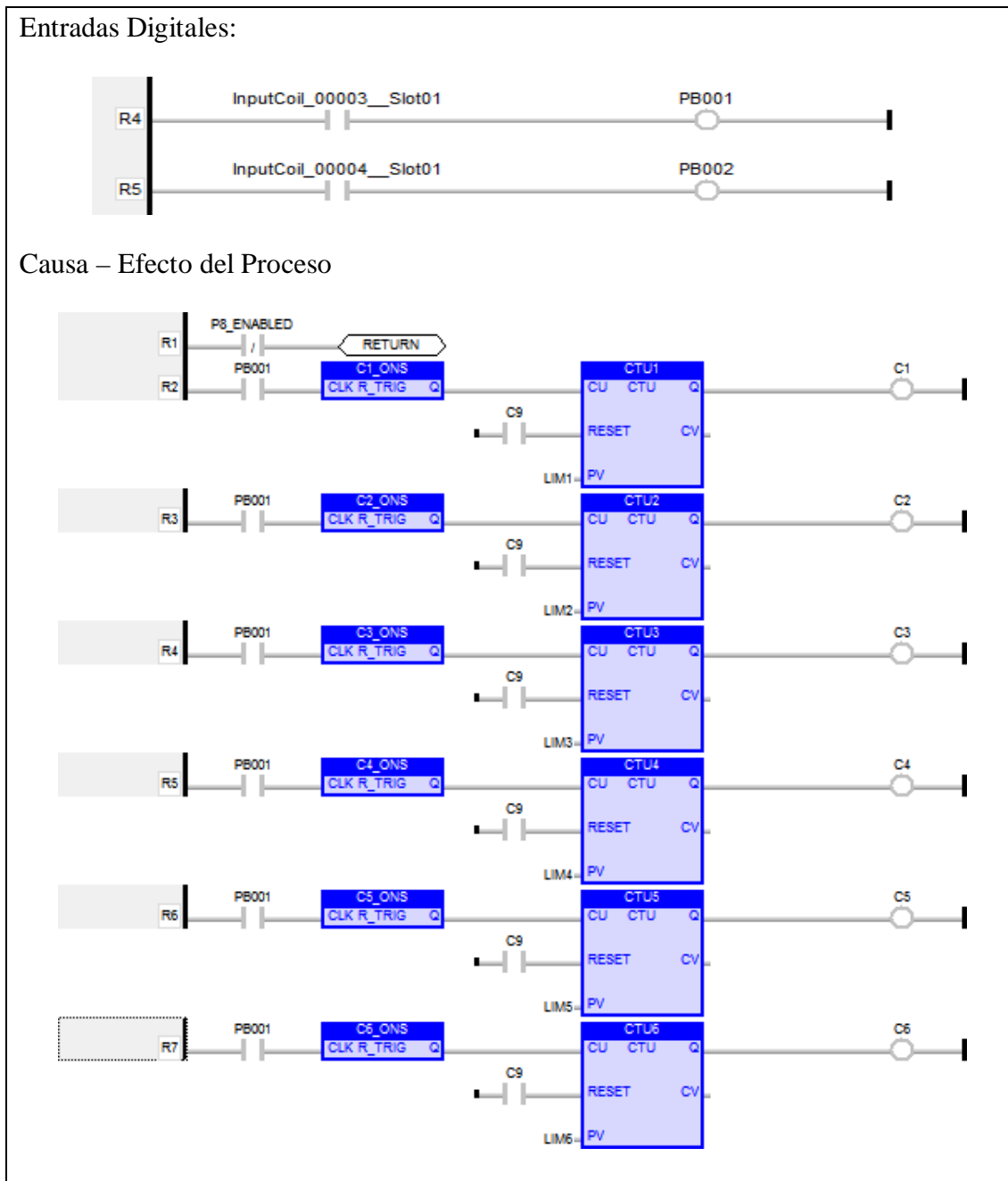


Figura 3.67 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 8 (Fuente: Autor)

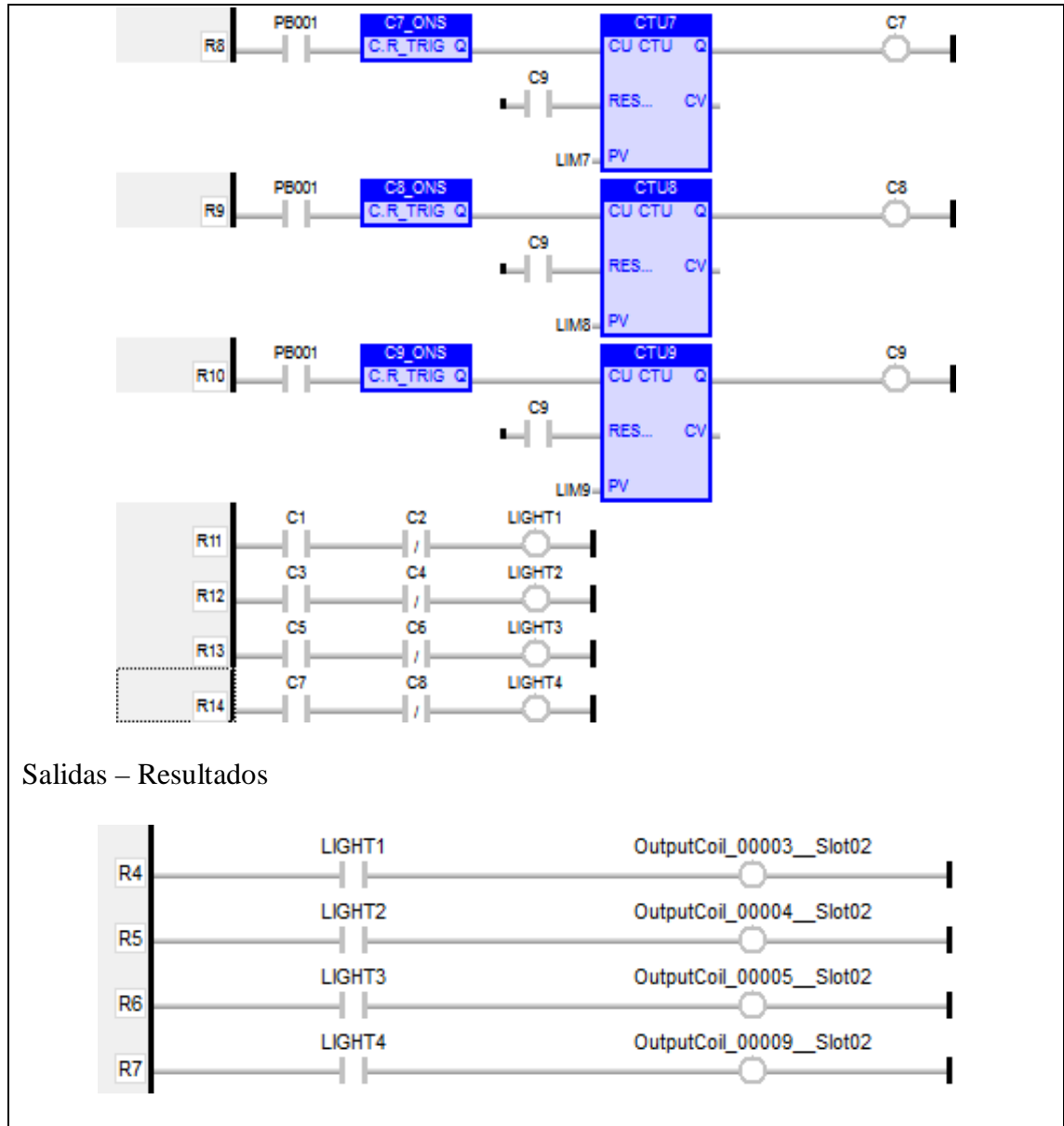


Figura 3.68 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 8

3.2.3.9 Programación de la Práctica N° 9

“Prototipo para llenado y vaciado de agua de 3 tanques secuencialmente”

Entradas Digitales:



Causa – Efecto del Proceso

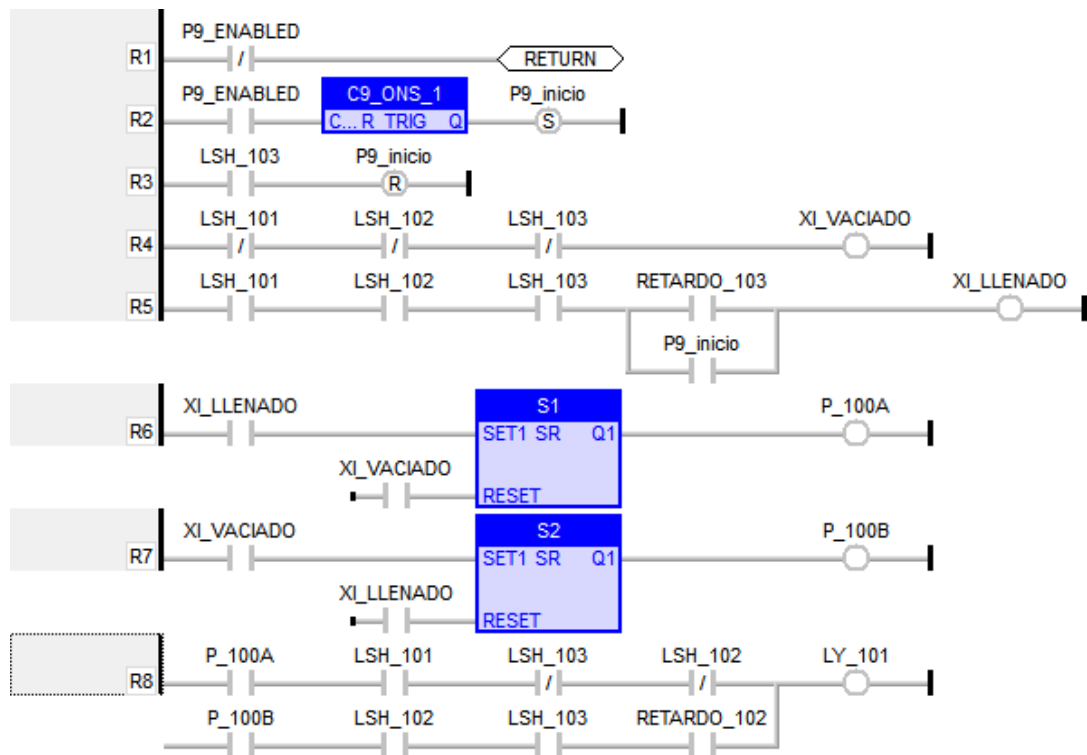


Figura 3.69 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 9 (Fuente: Autor)

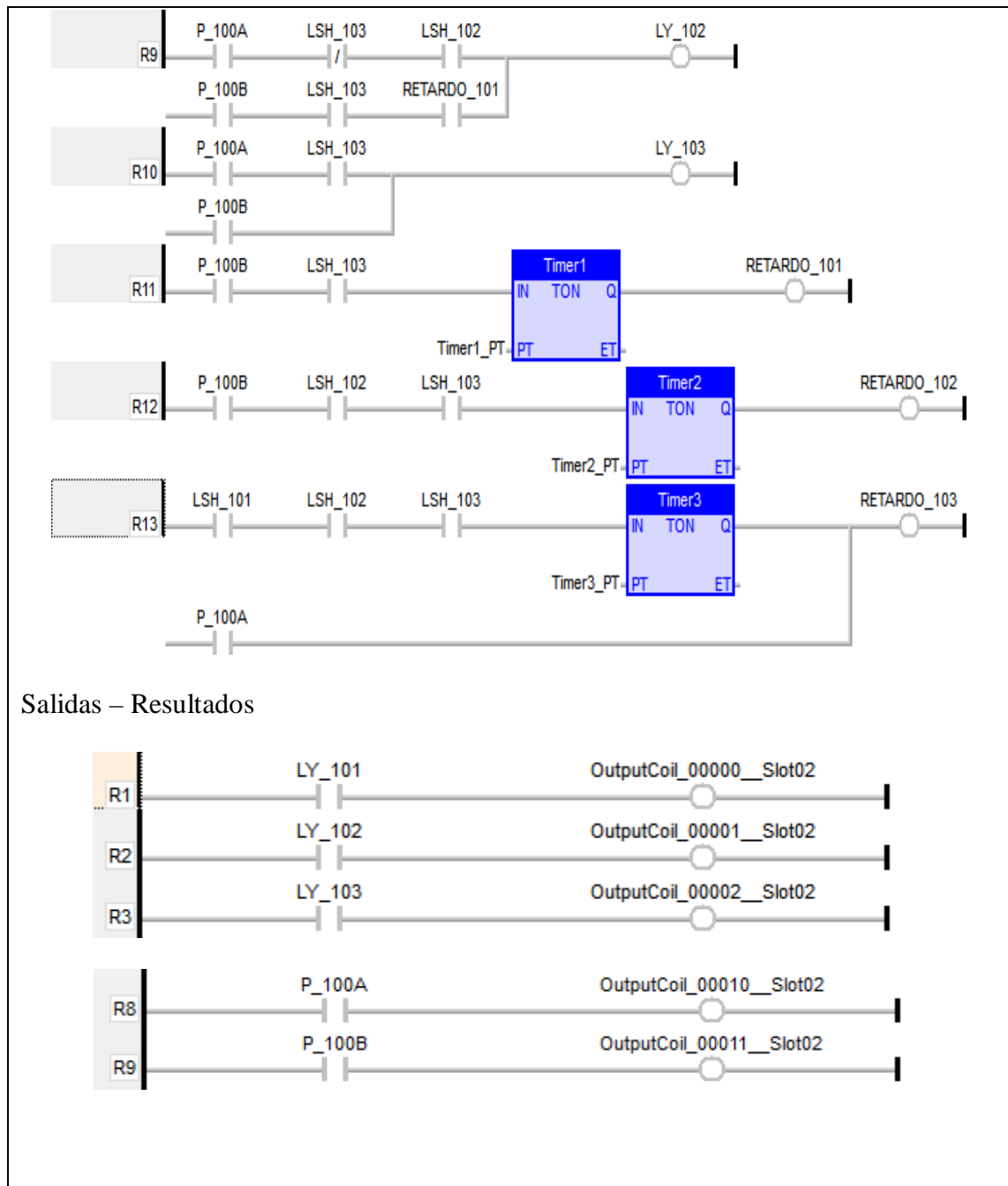


Figura 3.70 Entradas, Causa – Efecto y Salida del Diagrama Ladder. Practica N° 9 (Fuente: Autor)

Programación de la Práctica N° 10

“Historial de eventos y alarmas”

La visualización es únicamente en la pantalla del HMI, por eso no se declara variables físicas de los módulos del PLC

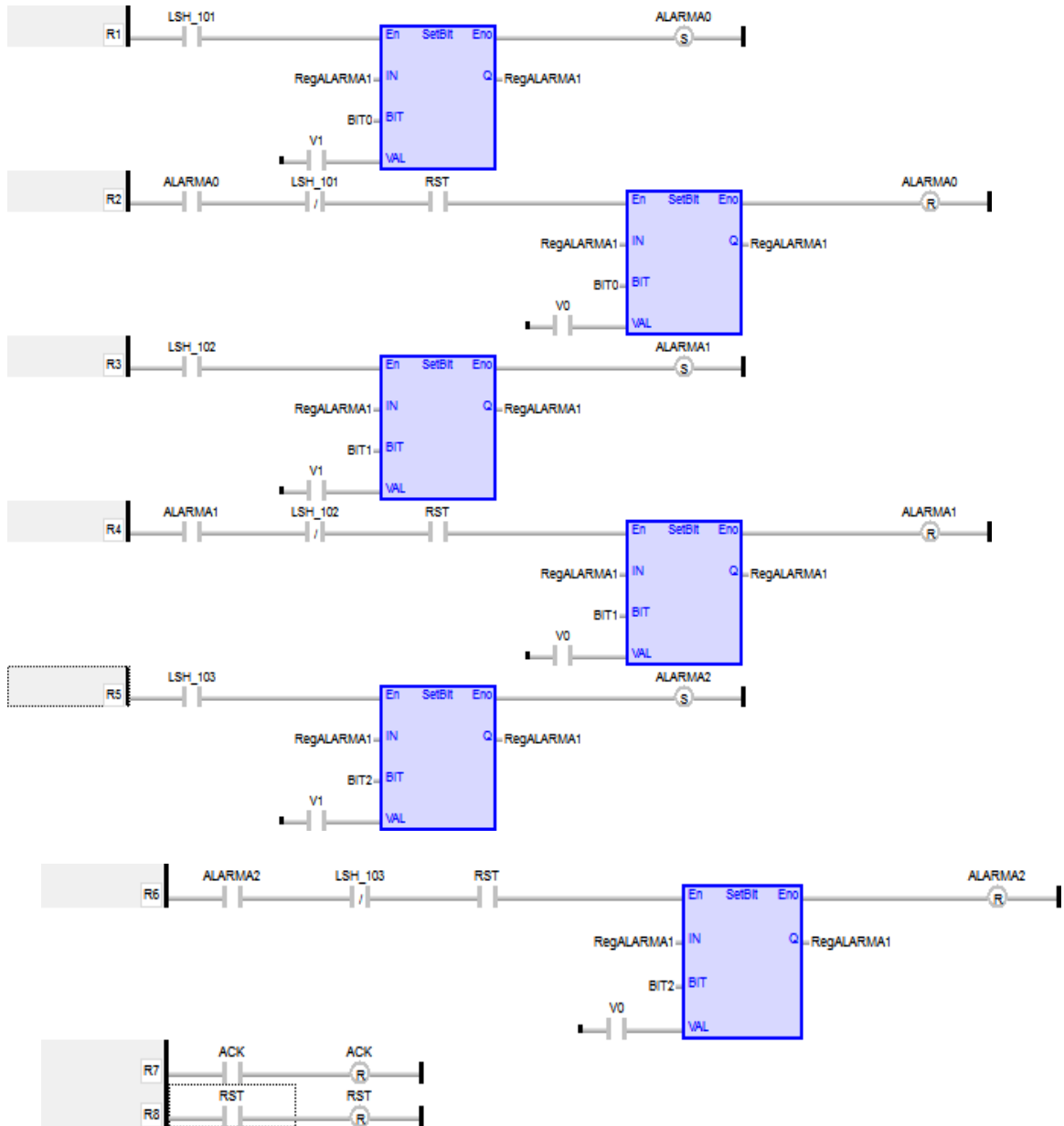


Figura 3.71 Diagrama Ladder. Practica N° 10 (Fuente: Autor)

3.3 Implementación de las guías de laboratorio aplicadas a las asignaturas de Circuitos Eléctricos II, Sistemas Digitales II, Diseño Electrónico y Control Automático, con el fin de validar y poner en marcha la estación de laboratorio.

3.3.1 Competencias que se alcanzan en las asignaturas propuestas

PRÁCTICAS BÁSICAS	
COMPETENCIAS	Aplicadas a:
1. Conocer los accesorios que conforman el PLC.	PRACTICA N° 1
2. Estudiar el software FlexiSoft.	PRACTICA N° 2
3. Aplicación del lenguaje de programación.	PRACTICA N° 3

Tabla 3.6 Prácticas Básicas aplicadas a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)

ASIGNATURA	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	
NIVEL DE ESTUDIO	Cuarto	
COMPETENCIAS	1. Analiza e implementa circuitos eléctricos de corriente alterna polifásicos. 2. Calcula y rectifica cargas en sistemas polifásicos. 3. Entiende la generación y distribución de energía eléctrica. 4. Maneja el concepto de decibeles y filtros. 5. Analiza formas de onda de pulso y circuitos no senoidales.	
N° de sesión	Temáticas a desarrollar	Aplicadas a:
6ª Sesión	Sistemas Trifásicos: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Estrella - Delta 	PRACTICA N° 4 PRACTICA N° 5

Tabla 3.7 Circuitos Eléctricos II, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)

ASIGNATURA	CIRCUITOS DIGITALES II	
NIVEL DE ESTUDIO	Sexto	
COMPETENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza y diseña circuitos lógicos secuenciales. 2. Utiliza los circuitos lógicos secuenciales para realizar máquinas autómatas. 3. Diseñar circuitos secuenciales sobre la base de problemas reales. 4. Comprende el funcionamiento de los FlipFlops, registros básicos, transferencia de datos series – paralelos, contadores y divisores de frecuencia y de contadores módulo $2^{\exp(N)}$ 5. Maneja y diseña contadores síncronos. 6. Comprende el funcionamiento de la decodificación de un contador, contadores anillo y Johnson. 7. Realiza aplicaciones prácticas con contadores. 8. Aplica los conocimientos en microcomputadores. 	
N° de sesión	Temáticas a desarrollar	Aplicadas a:
6ª y 7ª Sesión	<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos lógicos secuenciales • Aplicaciones de temporizadores • Aplicaciones de contadores 	PRACTICA N° 6 PRACTICA N° 7 PRACTICA N° 8

Tabla 3.8 Circuitos Digitales II, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)

ASIGNATURA	DISEÑO ELECTRÓNICO	
NIVEL DE ESTUDIO	Noveno	
COMPETENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrolla y diseña de manera creativa e innovadora soluciones electrónicas a problemas o requerimientos reales, que cumplan las especificaciones dadas y las demandas del cliente. 2. Diseña, implementa y evalúa dispositivos y/o equipos electrónicos. 3. Elabora manuales técnicos y manuales para el usuario. 4. Aplica los elementos y conceptos básicos del diseño electrónico. 5. Evalúa y selecciona componentes electrónicos y/o sensores, de acuerdo a la aplicación. 6. Posee una cultura de seguridad eléctrica. 7. Investiga, planifica, expone y dimensiona proyectos electrónicos. 	
N° de sesión	Temáticas a desarrollar	Aplicadas a:
6ª Sesión (1er Parcial)	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores y transductores • Tipos de sensores 	TODAS LAS PRÁCTICAS
5ª Sesión (2do Parcial)	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación USB • Proyectos GLCD, (pantallas) 	

Tabla 3.9 Diseño Electrónico, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)

ASIGNATURA	CONTROL AUTOMÁTICO	
NIVEL DE ESTUDIO	Noveno	
COMPETENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza y resuelve ecuaciones diferenciales lineales y circuitos eléctricos usando transformadas de Laplace. 2. Resuelve ejercicios de sistemas físicos de control mediante diagramas de bloques y flujo de señal. 3. Analiza y resuelve sistemas físicos, electromecánicos y con motores. 4. Analiza e implementa sistemas de control lineal. 5. Determina si un sistema de control es estable o inestable, cuál es su sensibilidad a un cierto parámetro y cómo se comporta ante señales perturbadoras. 6. Determina el comportamiento de un sistema de control ante una señal de entrada establecida. 7. Analiza un sistema de control por medio de las técnicas del lugar geométrico de las raíces y del criterio de Nyquist. 	
N° de sesión	Temáticas a desarrollar	Aplicadas a:
6ª Sesión (2do Parcial)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas físicos de control. • Estabilidad e inestabilidad del sistema. 	PRACTICA N° 9 PRACTICA N° 10

Tabla 3.10 Control Automático, aplicado a las guías de laboratorio (Fuente: Autor)

3.3.2 Elaboración de Guías de Laboratorio

La CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES de la Universidad Tecnológica Israel, dentro del pensum de estudios están incluidas asignaturas como: Circuitos Eléctricos II, Circuitos Digitales II, Diseño Electrónico, Control Automático, entre otras. Mediante estas asignaturas y debido al PLC utilizado se elaboró 10 prácticas que fundamentará y complementará de mejor manera el aprendizaje teórico adquirido.

A continuación se presenta las prácticas que se realizó:

1. Manejo del Controlador Lógico Programable.
2. Manejo del software de programación “FlexiSoft”.
3. Creación de pantallas y etiquetas en HMI.
4. Arranque estrella – triángulo de un motor eléctrico trifásico.
5. Inversión de giro de un motor eléctrico trifásico.
6. Simulación de lavadora de ropa con visualización en HMI
7. Control de encendido de luces piloto mediante temporizadores.
8. Control de encendido de luces piloto mediante contadores.
9. Prototipo para llenado y vaciado de agua de 3 tanques secuencialmente.
10. Historial de eventos y alarmas.

Estandarización del formato de la guía de Laboratorio

Mediante la investigación de varios formatos de guías de Laboratorio propuestas anteriormente, se consolidó en el siguiente formato estándar para todas las prácticas propuestas.

“TEMA”**INTEGRANTES:****FECHA DE INICIO:****FECHA DE ENTREGA:**

- 1. TÍTULO:**
- 2. OBJETIVOS**
 - 2.1 GENERAL**
 - 2.2 ESPECÍFICOS**
- 3. MARCO TEÓRICO**
- 4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS**
- 5. PROCEDIMIENTO**
- 6. DIAGRAMAS Y FIGURAS**
- 7. TABULACIONES Y RESULTADOS**
- 8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)**
- 9. BIBLIOGRAFÍA**
- 10. ANEXOS**

PRÁCTICA N° 1

MANEJO DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Manejo del Controlador Lógico Programable

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Identificar los componentes del PLC FlexiPanel FP5043T-E

2.2 ESPECÍFICOS

- Revisar la polarización del PLC, así como de los módulos de expansión que acepta.
- Analizar las ventajas de utilizar el modelo de FlexiPanel FP5043T-E

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Observar el PLC e identificar cada uno de los componentes que forman parte del equipo. Ver Figura 6.1, llenar Tabla 7.1

5.2 Revisar cada uno de los módulos de expansión que se encontrarán conectados al PLC. Ver Figura 6.1, llenar Tabla 7.2

5.3 Investigar en los diagramas de los equipos, la polarización tanto para el PLC así como para los módulos de expansión. Ver Figura 6.2 / 6.3

5.4 Verificar que voltajes de operación maneja el módulo de salidas a relé FPED0012R. Ver Figura 6.4, llenar Tabla 7.3

5.5 Resumir las características observadas y las ventajas de usar el PLC FlexiPanel FP5043T-E. Llenar Tabla 7.4

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS



Figura 6.1. PLC + HMI, FlexiPanel FP5043T-E y Accesorios (Fuente: Autor)

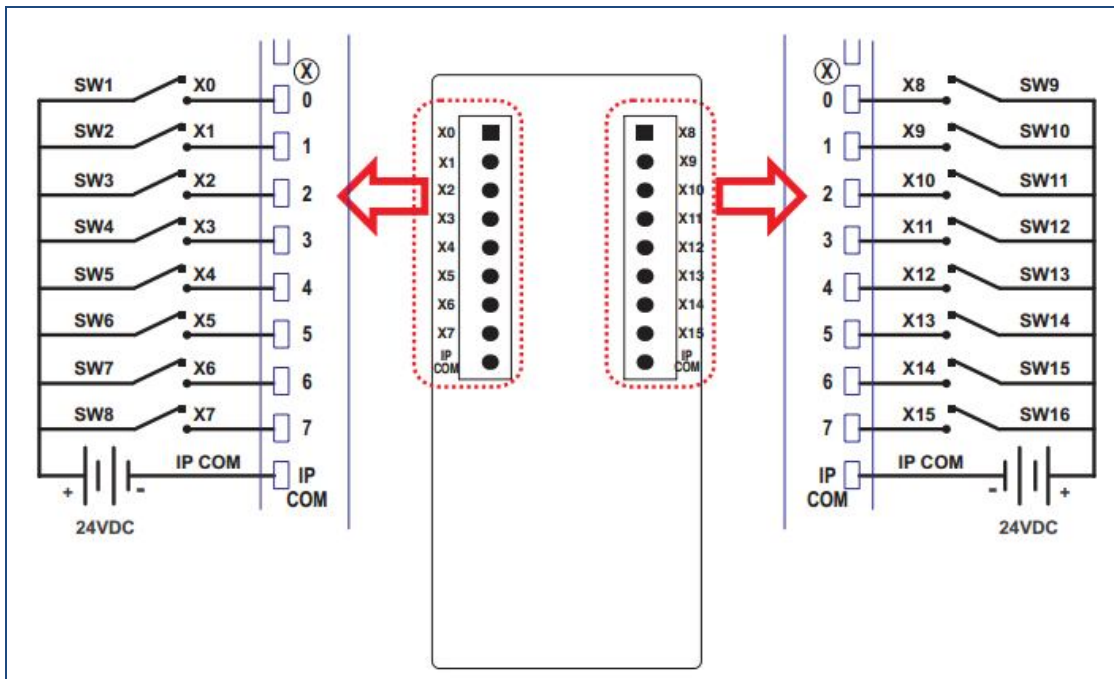


Figura 6.2. Diagrama de conexionado del Módulo FPED1600, Entradas Digitales (TIPO NPN) (renuelectronics)

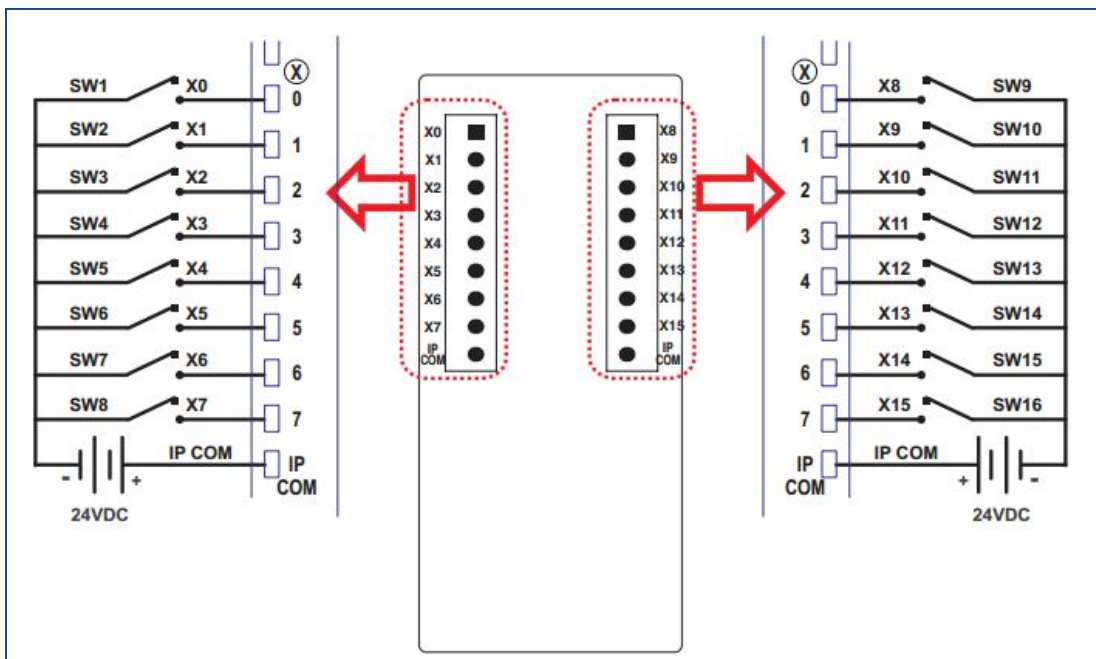


Figura 6.3. Diagrama de conexionado del Módulo FPED1600, Entradas Digitales (TIPO PNP) (renuelectronics)

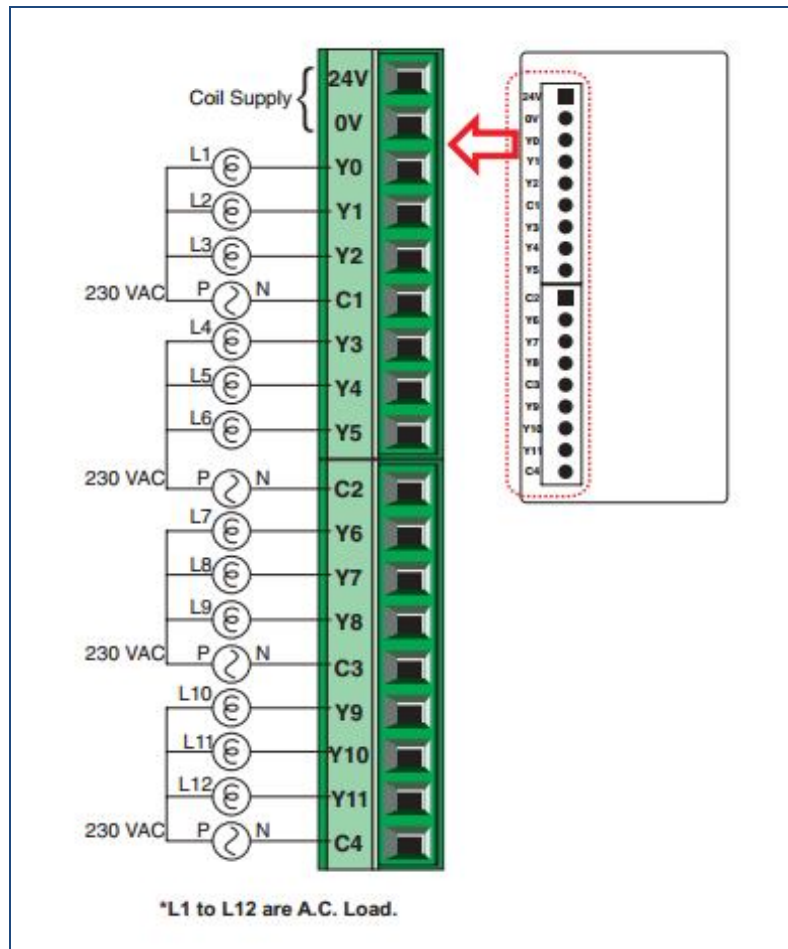


Figura 6.4. Diagrama de conexionado del Módulo FPED0012R, Salidas a Relé (TIPO PNP) (renuelectronics)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1		
2		
3		
4		

Tabla 7.1. Componentes del PLC

COMPONENTES	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN

Tabla 7.2 Alimentación de los componentes

MÓDULO DE SALIDAS A RELÉ	VOLTAJES QUE MANEJA
FPED0012R	
FPED0012R	
FPED0012R	

Tabla 7.3 Voltajes con los que opera el Módulo

ITEM	CARACTERÍSTICAS Y/O VENTAJAS
1	
2	
3	
4	
5	

Tabla 7.4 Características y ventajas de los Equipos

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 2

MANEJO DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN “FLEXISOFT”

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Manejo del software de programación “FlexiSoft”.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Conocer la interfaz de programación que presenta el software FlexiSoft

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las consideraciones necesarias para crear un nuevo proyecto.
- Determinar las diferencias entre los dos lenguajes de programación que presenta FlexiSoft.
- Establecer los tipos de simulación que presenta el software FlexiSoft.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Realizar una descripción de la interfaz de programación FlexiSoft

5.2 Elaborar cada paso necesario para crear un proyecto nuevo, hacer un resumen en el ítem 7.1

5.3 Desarrollar las diferencias entre los lenguajes de programación que existen en FlexiSoft. Llenar la Tabla 7.2

5.4 Determinar la consideración necesaria para simular por primera vez, así como los tipos de simulación. Llenar Tabla 7.3

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS



Figura 6.1 Configuración inicial del software FlexiSoft (renewelectronics)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Pasos para crear un proyecto nuevo

7.2 Diferencias entre los lenguajes de programación

LENGUAJE	DIFERENCIA
1	
2	

Tabla 7.1. Diferencias entre lenguajes de programación

7.3 Tipos de Simulación existentes

TIPOS	DESCRIPCIÓN
1	
2	

Tabla 7.2. Tipos de simulación

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 3

CREACIÓN DE PANTALLAS Y ETIQUETAS EN HMI

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Creación de pantallas y etiquetas en HMI.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Manejar el menú de herramientas para dibujar Figuras geométricas en la pantalla táctil e interactuar entre las mismas

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el procedimiento que facilite la creación de etiquetas en la pantalla táctil del HMI.
- Revisar la forma de incluir una presentación de texto dentro de una etiqueta.
- Determinar cómo se podría incluir la programación de un proceso en una etiqueta.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Abrir el menú de herramientas gráficas y dibujar 10 etiquetas, que será el menú principal. Debe ser realizado en el software (FlexiSoft), llenar ítem 7.1

5.2 Identificar cada etiqueta con la práctica a la que corresponda.

5.3 Realizar un programa para encender y apagar un foco al pulsar la pantalla táctil del HMI.

5.4 En la etiqueta correspondiente a la práctica N° 3 incluir la programación del ítem anterior y visualizar nuevamente.

5.5 Revisar el conjunto de instrucciones necesarias para interactuar entre etiquetas.

Llenar Tabla 7.2

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

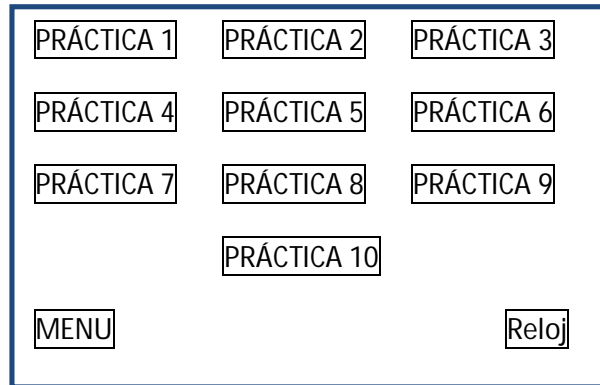


Figura 6.1 Menú Principal (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Pasos para crear etiquetas en Pantalla HMI

7.2 Instrucciones para interactuar entre etiquetas

ITEM	INSTRUCCIONES	DESCRIPCIÓN
1		
2		
3		
4		
5		

Tabla 7.2. Instrucciones para interactuar entre etiquetas

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 4
ARRANQUE ESTRELLA – TRIÁNGULO DE UN MOTOR ELÉCTRICO
TRIFÁSICO

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Arranque estrella – triángulo de un motor eléctrico trifásico.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Determinar los conexiones necesarios, así como la lógica de programación para realizar un arranque estrella – triángulo en un motor eléctrico trifásico.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las características del motor eléctrico y qué tipo de conexiones permite realizar el arranque estrella – triángulo.
- Elaborar la programación necesaria que permita el arranque en estrella- triángulo.
- Visualizar una animación del proceso del arranque estrella - triángulo del motor eléctrico en la pantalla HMI.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Revisar y escribir las características del motor eléctrico, estudiar y hacer el diagrama de conexionado para cumplir con el arranque estrella – triángulo, dando una breve explicación.
- 5.2 Desarrollar la lógica de programación para activar el relé # 1 y relé # 2 que son los que están conexionados para el arranque estrella – triángulo
- 5.3 Realizar una animación de etiquetas en la pantalla correspondiente a la práctica #4, para visualizar el proceso en la pantalla HMI.

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

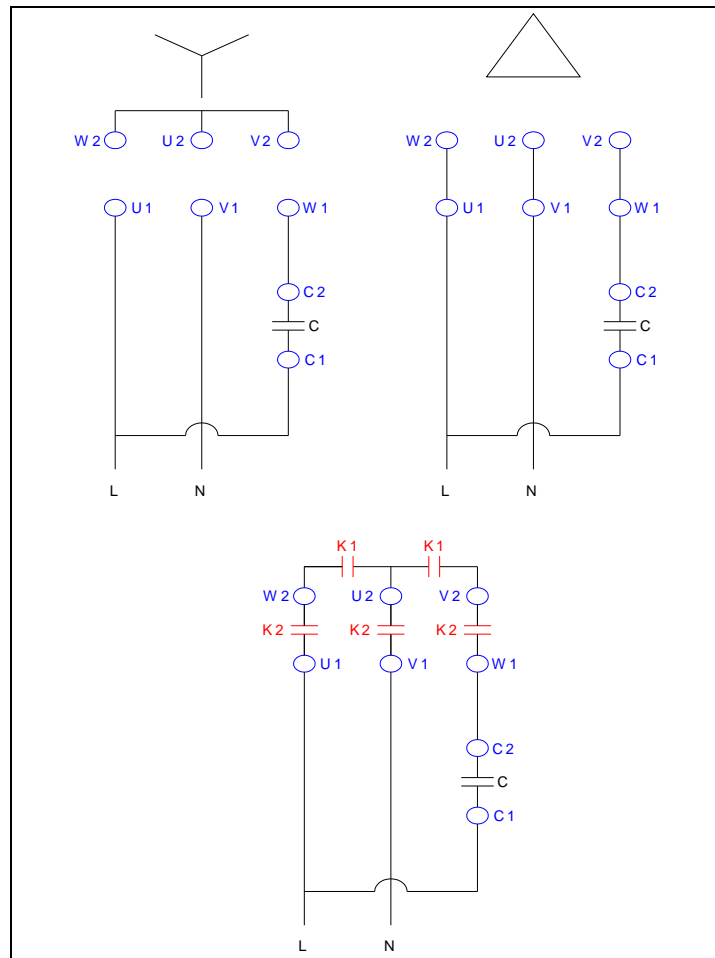


Figura 6.1 Diagrama de conexión arranque estrella - triángulo (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Check List arranque estrella - triángulo

Arranque	(CHECK ✓)
Estrella	
Triángulo	

Tabla 7.1 Verificación de resultados

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 5

INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Inversión de giro de un motor eléctrico trifásico

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Determinar bajo qué condiciones se debe realizar una inversión de giro en un motor eléctrico trifásico

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las características del motor eléctrico y que tipo de conexiones permite realizar la inversión de giro.
- Elaborar la programación necesaria que permita la inversión de giro.
- Visualizar una animación del proceso de la inversión de giro del motor eléctrico en la pantalla HMI.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Revisar y escribir las características del motor eléctrico, estudiar y hacer el diagrama de conexiones para cumplir con la inversión de giro, dando una breve explicación.
- 5.2 Desarrollar la lógica de programación para activar los relés # 1 y el contactor que son los que están conexiados para la inversión de giro.
- 5.3 Realizar una animación de etiquetas en la pantalla correspondiente a la práctica #5, para visualizar el proceso en la pantalla HMI.

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

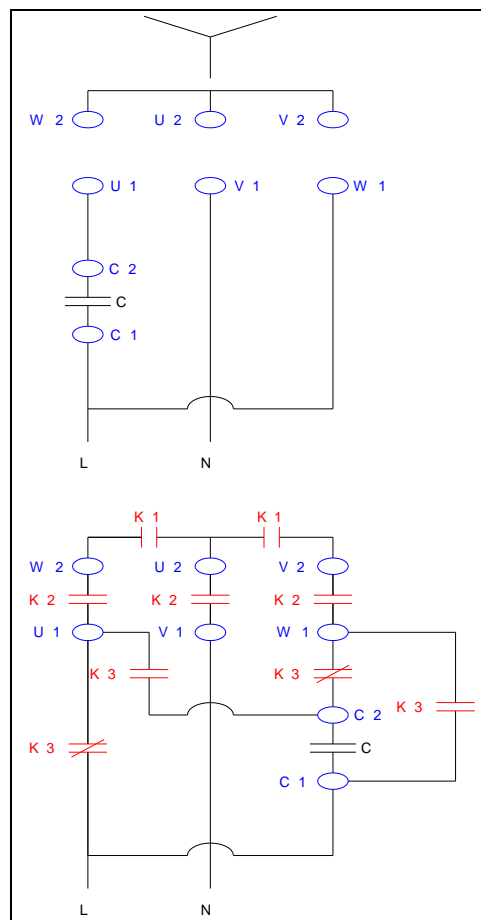


Figura 6.1 Diagrama de conexión inversión de giro (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Check List inversión de giro.

Arranque	(CHECK \checkmark)
Estrella	
Inversión de giro	

Tabla 7.1 Verificación de resultados

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 6

SIMULACIÓN DE LAVADORA DE ROPA CON VISUALIZACIÓN EN HMI

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Simulación de lavadora de ropa con visualización en HMI.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Visualizar en la pantalla HMI el ciclo de lavado de una lavadora de ropa

2.2 ESPECÍFICOS

- Graficar un grupo de etiquetas y botones que presenta el ciclo una lavadora automática, basada en la Figura 6.1
- Elaborar un programa que controle temporizadores, contadores, botones de parada.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

5.1 De acuerdo a la Figura 6.1 graficar un esquema de etiquetas y botones que formará parte de la lavadora.

5.2 Hacer un listado de Tags de las variables que manejarán los temporizadores, contadores, botones de parada.

5.3 Realizar la lógica de programación que simule el ciclo de lavado de ropa, con ayuda de la Figura 6.1

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

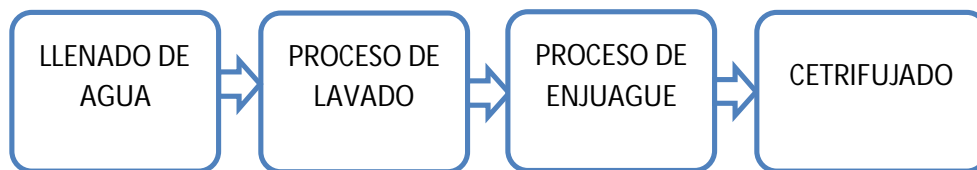


Figura 6.1 Ciclo de lavado de ropa

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

Ciclos de lavado	(CHECK √)
Llenado de agua	
Proceso de lavado	
Proceso de enjuague	
Centrifugado	

Tabla 7.1 Verificación de resultados

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 7
CONTROL DE ENCENDIDO DE LUCES PILOTO MEDIANTE
TEMPORIZADORES

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Control de encendido de luces piloto mediante temporizadores.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Aprender el uso de los temporizadores (instrucciones de tiempo) en el control de encendido de luces piloto.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar un programa que permita controlar en encendido de una serie de 4 luces piloto usando un solo interruptor.
- Comprobar el encendido y apagado secuencial de cada luz piloto, de acuerdo a la temporización asignada.
- Visualizar la sincronización del proceso tanto en las luces piloto, así como las luces en la pantalla HMI.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 La programación se debe realizar en la etiqueta correspondiente, a la que se asignó en la Práctica N° 3.
- 5.2 Se debe dibujar 4 luces piloto y un interruptor ON/OFF a visualizar en la pantalla HMI.
- 5.3 Asignar los Tags correspondientes para cada variable, tanto en HMI como en las luces piloto.
- 5.4 Verificar que al pulsar PB o el botón *START* del HMI, la luz piloto # 1 (LIGHT1) se prenda y tres segundos más tarde se prende la luz piloto # 2 (LIGHT2), permaneciendo (LIGHT1) activada y así sucesivamente hasta que se prenda la luz piloto # 4 (LIGHT4). Permaneciendo las 4 luces activas.
- 5.5 Después de 3 segundos (LIGHT4) deberá apagarse, 3 segundos más tarde se desactivará (LIGHT3) y así sucesivamente hasta que las 4 luces queden apagadas.
- 5.6 Comprobar que este proceso se cumpla tanto en la pantalla HMI como en las luces piloto ensambladas en el tablero.

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS



Figura 6.1 Luces piloto dibujadas en HMI (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Check list de luces en HMI

LUCES	ENCENDIDO (CHECK √)	APAGADO (CHECK √)
LIGHT1		
LIGHT2		
LIGHT3		
LIGHT4		

Tabla 7.1. Encendido / apagado de luces en HMI

7.2 Check list de luces piloto en tablero

LUZ PILOTO	ENCENDIDO (CHECK √)	APAGADO (CHECK √)
LIGHT1		
LIGHT2		
LIGHT3		
LIGHT4		

Tabla 7.2. Encendido / apagado de luces piloto en Tablero

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 8
CONTROL DE ENCENDIDO DE LUCES PILOTO MEDIANTE
CONTADORES

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Control de encendido de luces piloto mediante contadores.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Aprender el uso de los contadores (instrucciones de conteo) en el control de encendido de luces piloto.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar un programa que permita controlar el encendido de un grupo de luces piloto dependiendo del número de veces que se active un interruptor.
- Comprobar el encendido y apagado de cada luz piloto, de acuerdo a las pulsaciones realizadas.
- Visualizar la sincronización del proceso tanto en las luces piloto, así como en la pantalla HMI.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI.
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 La programación se debe realizar en la etiqueta correspondiente, a la que se asignó en la Práctica N° 3.
- 5.2 Se debe dibujar 4 luces piloto a visualizar en la pantalla HMI.
- 5.3 Asignar los Tags correspondientes para cada variable, tanto en HMI como en las luces piloto.
- 5.4 Verificar que con 1 pulso del push button (PB001) se enciende la luz piloto # 1 (LIGHT1), con 2 pulsos se enciende la luz piloto # 2 (LIGHT2), y así sucesivamente hasta prender la luz piloto # 4 (LIGHT4).
- 5.5 Con 5 pulsos del push button (PB001) se debe apagar luz piloto # 1 (LIGHT1), con 6 pulsos se apagará luz piloto # 2 (LIGHT2), y así sucesivamente hasta apagar todas las luces.
- 5.6 Comprobar que este proceso se cumpla tanto en la pantalla HMI como en las luces piloto ensambladas en el tablero.

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

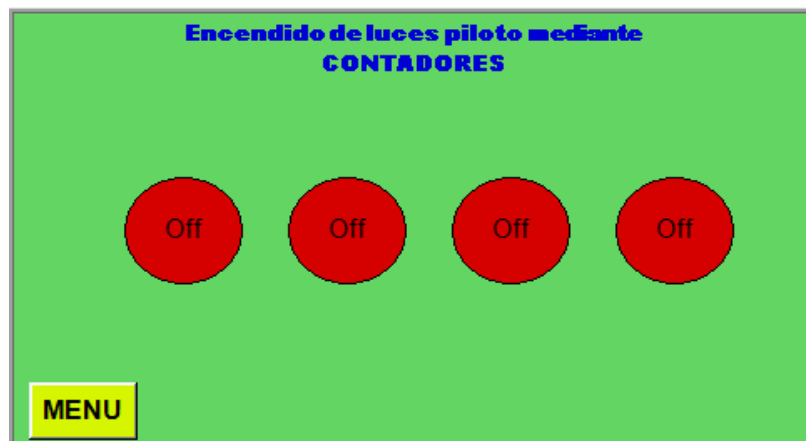


Figura 6.1 Luces piloto dibujadas en HMI (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Check list de luces en HMI

PULSOS (PB001)	LUCES	(CHECK \checkmark)
1	LIGHT1 (ON)	
2	LIGHT 2 (ON)	
3	LIGHT 3 (ON)	
4	LIGHT 4 (ON)	
5	LIGHT 1 (OFF)	
6	LIGHT 2 (OFF)	
7	LIGHT 3 (OFF)	
8	LIGHT 4 (OFF)	
9	Inicio del proceso	

Tabla 7.1. Encendido / apagado de luces en HMI

7.2 Check list de luces piloto en tablero.

PULSOS (PB001)	LUCES PILOTO	(CHECK \checkmark)
1	LIGHT1 (ON)	
2	LIGHT 2 (ON)	
3	LIGHT 3 (ON)	
4	LIGHT 4 (ON)	
5	LIGHT 1 (OFF)	
6	LIGHT 2 (OFF)	
7	LIGHT 3 (OFF)	
8	LIGHT 4 (OFF)	
9	Inicio del proceso	

Tabla 7.2. Encendido / apagado de luces piloto en Tablero

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 9
PROTOTIPO PARA LLENADO Y VACIADO DE AGUA DE 3 TANQUES
SECUENCIALMENTE

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Prototipo para llenado y vaciado de agua de 3 tanques secuencialmente.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Visualizar el llenado y vaciado de agua de 3 tanques de manera secuencial, tanto físicamente como en la pantalla del HMI.

2.2 ESPECÍFICOS

- Estudiar el diagrama de la Figura 6.1 para el funcionamiento de llenado y vaciado de agua de los tres tanques.
- Elaborar un programa para visualizar el llenado de 3 tanques secuencialmente, y el vaciado de los mismos.
- Asignar los Tags para cada variable que manejará las electroválvulas, flotadores y bombas de agua.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI.
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 La programación se debe realizar en la etiqueta correspondiente, a la que se asignó en la Práctica N° 3.
- 5.2 El programa debe realizar lo siguiente, llenar el primer tanque (T_103) y desactivar mediante la electroválvula 3 (LSH_103) cuando esté lleno, inmediatamente empieza a llenar el tanque (T_102) y desactivar al completar el llenado, luego se llena el tanque (T_101) y se apaga la bomba al finalizar el llenado.
- 5.3 El programa debe continuar con el vaciado de los mismos, para esto usar una segunda bomba de agua y succionar el agua de los 3 recipientes llenos y depositar en un recipiente previamente instalado, el mismo que servirá de realimentación para cerrar el ciclo.
- 5.4 Asignar los Tags a las variables necesarias para cumplir con el ítem 5.2
- 5.5 Asignar los Tags a las variables necesarias para cumplir con el ítem 5.3
- 5.6 Dibujar y mostrar en la pantalla táctil, el esquema que muestra la Figura 6.1
- 5.7 Realizar la programación necesaria para visualizar el proceso tanto en el HMI como físicamente en la estación de laboratorio.
- 5.8 Repetir los pasos anteriores y presentar una segunda opción de llenado de agua en los 3 tanques. (para el estudiante)

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

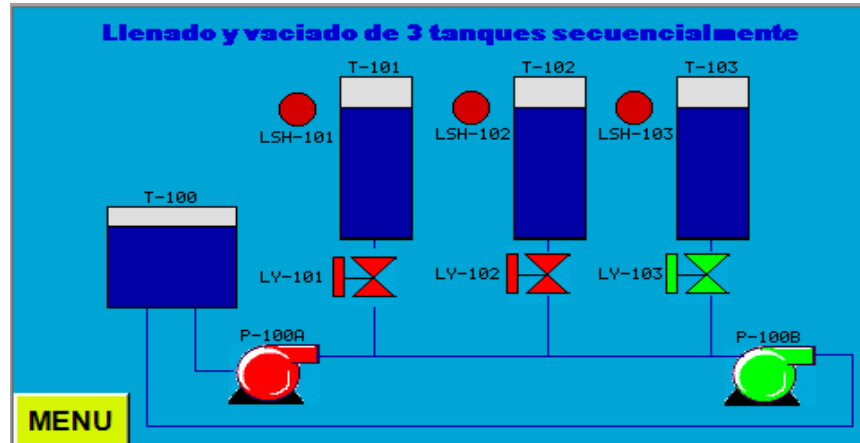


Figura 6.1 Llenado de tanques y visualización en HMI (Fuente: Autor)

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

7.1 Check list de llenado y vaciado de tanques (Pantalla HMI)

TANQUES	LLENADO (CHECK √)	VACIADO (CHECK √)
T_101		
T_102		
T_103		

Tabla 7.1 Llenado y vaciado de 3 tanques (Pantalla HMI)

7.2 Check list de llenado y vaciado de tanques (Estación de Laboratorio)

TANQUES	LLENADO (CHECK √)	VACIADO (CHECK √)
T_101		
T_102		
T_103		

Tabla 7.2 Llenado y vaciado de 3 tanques (Estación de Laboratorio)

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

PRÁCTICA N° 10

HISTORIAL DE EVENTOS Y ALARMAS

INTEGRANTES:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE ENTREGA:

1. TÍTULO: Historial de eventos y alarmas

2. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Realizar una tabulación en tiempo real de acuerdo a los datos obtenidos en la Práctica N°9

1.2 ESPECÍFICOS

- Revisar las instrucciones que permiten el uso de eventos y alarmas.
- Elaborar la programación necesaria para el registro de eventos y alarmas.
- Mostrar en la pantalla HMI el registro de los eventos tabulados.

3. MARCO TEÓRICO

4. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Estación de laboratorio dotado con PLC + MHI
- Software FlexiSoft

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Determinar los Tags para las variables que interactuarán con la conexión física del llenado y vaciado de 3 tanques.

5.2 Con los datos obtenidos en el ítem anterior, tabule mediante registros y alarmas

5.3 Muestre la información obtenida en la pantalla HMI.

6. DIAGRAMAS Y FIGURAS

NO APLICA

7. TABULACIONES Y RESULTADOS

Los resultados son mostrados en la pantalla HMI, los mismos que dependen de cuando se realiza el proceso del llenado y vaciado de los tanques.

8. CONCLUSIONES (DE LA PRÁCTICA)

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ANEXOS

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y COSTOS

Introducción

El desarrollo de las 10 guías de prácticas propuestas en el capítulo 3, se encuentra en un documento por separado; el mismo que será entregado a la CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES. Adicionalmente se realizó un análisis de resultados obtenidos; se elaboró una matriz FODA del sistema implementado; y finalmente se detalló los costos del proyecto.

4.1 Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento de la estación de laboratorio fueron realizadas a través de las 10 prácticas desarrolladas.

4.2 Análisis de Resultados

Práctica N° 1:

“Manejo del Controlador Lógico Programable”

Con el desarrollo de esta práctica, se estudió cada uno de los accesorios y módulos de expansión que conforman el PLC FP5043T-E, el mismo que viene incorporado con una pantalla táctil para la visualización de los procesos en tiempo real.

Práctica N° 2

“Manejo del software de programación, FlexiSoft”

Con el desarrollo de esta práctica, se revisó el software FlexiPanel, el mismo que está en versión gratuita y se lo puede descargar de la página www.renuelectronics.com, también se revisó el conjunto de instrucciones, los tipos de programación y simulación tanto de la lógica ladder en conjunto con las pantallas. Brindando una mejor captación de los procesos desarrollados.

Práctica N° 3

“Creación de pantallas y etiquetas en HMI”

Con el desarrollo de esta práctica se realizó una pantalla principal que viene hacer el menú principal, en el que se agrupa 10 etiquetas correspondientes a cada práctica, desde donde se puede acceder y visualizar la información que contiene el desarrollo de cada práctica.

Práctica N° 4

“Arranque estrella – triángulo de un motor eléctrico trifásico”

Con el desarrollo de esta práctica, se realizó el conexionado de un motor eléctrico trifásico adaptado a una red monofásica, con el que se manejó dos relés y un contactor para conseguir el arranque estrella triángulo. Este proceso se lo visualiza tanto en la pantalla HMI como físicamente.

Práctica N° 5

“Inversión de giro de un motor eléctrico trifásico”

Con el desarrollo de esta práctica, al igual que la anterior práctica se utilizó el mismo motor eléctrico, se usó los mismos conexiones y se realizó una continuación de la programación para invertir el giro del motor. De igual manera se visualiza tanto en el HMI como físicamente.

Práctica N° 6

“Simulación de lavadora de ropa con visualización en HMI”

Con el desarrollo de esta práctica, se revisó el uso de temporizadores, contadores, botones de arranque y parada. Este proceso sólo se puede visualizar en la pantalla HMI.

Práctica N° 7

“Control de encendido de luces piloto mediante temporizadores”

Con el desarrollo de esta práctica, se estudió los temporizadores aplicados al uso del encendido y apagado de cuatro luces piloto de manera secuencial, este proceso se lo visualiza tanto en el HMI como en las luces físicas del tablero. Adicional en esta práctica el estudiante podría interactuar con la programación, para ir variando el encendido y apagado de las luces piloto.

Práctica N° 8

“Control de encendido de luces piloto mediante contadores”

Con el desarrollo de esta práctica, se estudió los contadores aplicados al uso del encendido y apagado de cuatro luces piloto de manera secuencial, este proceso se lo visualiza tanto en el HMI como en las luces físicas del tablero. Adicional en esta práctica el estudiante podría interactuar con la programación, para ir variando el encendido y apagado de las luces piloto.

Práctica N° 9

“Prototipo para llenado y vaciado de agua de 3 tanques secuencialmente”

Con el desarrollo de esta práctica, se elaboró un proceso para automatizar el llenado y vaciado de tres tanques de agua, los mismos que se vacían en un recipiente de mayor volumen y que sirve de realimentación para repetir varias veces este proceso. Se interactuó con bombas de agua, electroválvulas y switches de nivel alto. Este proceso se visualiza tanto en el HMI como físicamente en la estación de laboratorio.

Práctica N° 10

“Historial de eventos y alarmas”

Con el desarrollo de esta práctica, se interactuó con el llenado de los tanques de la práctica anterior, para visualizar en el HMI un historial de eventos y alarmas de los procesos desarrollados.

4.3 Matriz FODA

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estación de laboratorio protegida con breaker y fusibles en todas las borneras de conexión • Implementación de nuevas guías de laboratorio • Simulación de los procesos y visualización en la pantalla en tiempo real 	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de la estación de laboratorio en otras Universidades • Creación de la asignatura PLCs en Instituciones donde no existe en su pensum académico • Adaptación a las nuevas tecnologías que se están implementando
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo elevado del PLC con HMI • Posible desgaste de la pantalla táctil del HMI, por su mal uso • Muy rara vez el PLC no responde y no realiza la simulación en línea cuando se interactúa entre la lógica de programación y el equipo 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El diseño podría ser copiado fácilmente • Al no ejecutarse las prácticas desarrolladas, no se estaría aprovechando la estación de laboratorio • Condiciones de desorden en los laboratorios, infraestructura defectuosa a la que se expondría la estación de laboratorio

Tabla 4.1 Matriz FODA (Fuente: Autor)

4.4 Costos del Proyecto

4.4.1 Equipos eléctricos y electrónicos

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	PLC + HMI con tres módulos de expansión, 24 VDC. Renu Electronics, # FP5043T-E	525.00	525.00
2	Módulo de entradas digitales, 16 canales. , # FPED1600	135.00	135.00
3	Módulo de salidas digitales (a relé), 12 canales. , # FPED0012R	135.00	135.00
4	Motor eléctrico trifásico 380 VAC / 220 VAC / 110 VAC, FLENDER ATB-LOHER, # 039124F	50.00	50.00
VALOR SUBTOTAL 1			USD 845.00

Tabla 4.2 Lista de equipos eléctricos y electrónicos (Fuente: Autor)

4.4.2 Accesorios eléctricos de tablero (External Layout)

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Tablero metálico para montaje en pared 600x500x200 mm (alto-ancho-profundidad). SBOX, # BJS1-6050/200, incluye doble fondo	100.00	100.00
2	Switch selector de dos posiciones 1 NO, 22 mm. CAMSCO, # SKOS-ED21	3.50	3.50
3	Switch selector de tres posiciones 2 NO, 22 mm. CAMSCO, # SKOS-ED33	3.00	3.00
4	Pulsador para marcha, push button 1 NO color verde, 22 mm. CAMSCO, # FPB-EA1/G	3.50	3.50
5	Pulsador para paro, push button 1 NC color rojo, 22 mm. CAMSCO, # FPB-EA2/R	3.50	3.50
6	Luz piloto LED 120 VAC color rojo, 22 mm. CAMSCO, # AD1622DS-110V/R	2.50	2.50
7	Luz piloto LED 120 VAC color verde, 22 mm. CAMSCO, # AD1622DS-110V/G	2.50	2.50
8	Luz piloto LED 120 VAC color amarillo, 22 mm. CAMSCO, # AD1622DS-110V/Y	2.50	2.50
9	Luz piloto LED 24 VDC color azul, 22 mm. CAMSCO, # AD1622DS-24VDC/B	2.50	2.50
10	Prensa estopa de 1". CAMSCO	1.00	1.00
11	Prensa estopa de 3/4". CAMSCO (2u)	1.00	2.00
VALOR SUBTOTAL 2			USD 126.50

Tabla 4.3 Accesorios eléctricos de tablero (External Layout) (Fuente: Autor)

4.4.3 Accesorios eléctricos tablero (Internal Layout)

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Fuente de voltaje de 24 VDC, 5ª	40.00	40.00
2	Relé 110 VAC / 220 VAC, 10A, 2 NO, montaje en riel din. CAMSCO, # MK2P-I	5.00	5.00
3	Relé 110 VAC / 220 VAC, 10A, 3 NO, montaje en riel din. ALLEN BRADLEY, # 700-HA33A1	35.00	35.00
4	Contactador eléctrico, 110 VAC, 220 VAC, 10A, 1 NO. CAMSCO, # IEC-947	10.00	10.00
5	Contacto auxiliar del contactor, 2 NO + 2 NC. CAMSCO, # VDE-0660	5.00	5.00
6	Breaker monopolar 6A, montaje en riel din. CAMSCO, # C60N	10.00	10.00
7	Marcador de grupo, e identificación. ALLEN BRADLEY, # 1492-GM35. (9u)	1.50	13.50
8	Frenos para sujetar grupos de borneras. ALLEN BRADLEY, # 1492-EAJ35 (11u)	2.00	22.00
9	Terminales de fusible 300 V AC / DC. ALLEN BRADLEY, # 1492-H6. (3u)	6.00	6.00
10	Tapas para terminales de fusible H6 / H5. ALLEN BRADLEY, # 1492-N37. (2u)	1.50	3.00
11	Terminales de fusible 10 V AC / DC a 57 V AC / DC. ALLEN BRADLEY, # 1492-H5. (4u)	4.00	16.00
12	Terminales de paso, sin fusible. ALLEN BRADLEY, # 1492-J3. (16u)	2.00	32.00
13	Tapas para terminales de paso 1492-J3. ALLEN BRADLEY, # 1492-EBJ3. (3u)	1.00	3.00
14	Terminales de 3 pisos con fusible, incluye GND, ALLEN BRADLEY, # 1492-JDG3FB. (22u)	6.00	132.00
15	Tapas finales para borneras de 3 pisos, 1492-JDG3FB. ALLEN BRADLEY, # 1492-EBJD3FB. (2u)	2.00	4.00
16	Riel din 35mm, ranurada, longitud 1m. ALLEN BRADLEY, # 199-DR1	3.00	3.00
17	Tomacorriente 110 VAC. VETO	2.00	2.00
18	Barra de tierra, 6 espacios. ALLEN BRADLEY, # PGS2K	2.50	2.50
19	Canaletas para conducción de cables 40mm x 40mm x 2000mm, con tapa	4.00	4.00
20	Barra de interconexión 10 postes para 1492-H4 / H5, ALLEN BRADLEY, # 1492-N49	2.00	2.00
21	Aislamiento para barras de interconexión 1492-N49, ALLEN BRADLEY, # 1492-SJS	2.00	2.00
22	Barra de interconexión 24 postes para 1492-J3, ALLEN BRADLEY, # 1492-SJ5B-24	2.00	2.00
23	Barra de interconexión 58 postes para 1492-JDG3FB. WEIDMULLER, # 0545400000	2.00	2.00
VALOR SUBTOTAL 3			USD 356.00

Tabla 4.4 Accesorios eléctricos de tablero (Internal Layout) (Fuente: Autor)

4.4.4 Accesorios para llenado de tanques

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Recipiente plástico cilíndrico con tapa, capacidad 350 cm ³ . (3u)	2.00	6.00
2	Recipiente plástico cilíndrico sin tapa, capacidad 1200 cm ³	3.00	3.00
3	Electroválvula ON-OFF de dos vías, 24 VDC. (3u)	25.00	75.00
4	Bomba de agua de un solo sentido, 24 VDC. (2u)	35.00	70.00
5	Switch de nivel alto (flotadores), 110 VAC. (3u)	7.00	21.00
6	Manguera hidráulica milimétrica, Ø 8 mm. (1m)	2.50	2.50
7	Conector codo de 90°, para manguera hidráulica de Ø 8mm. (2m)	2.50	5.00
8	Conector en "T", para manguera hidráulica de Ø 8mm. (3u)	2.50	7.50
9	Conector 1/4" MNPT x 1/4" FNPT. (6u)	2.00	12.00
10	Adaptador Ø 8mm OD a 1/4" MNPT. (2u)	3.00	6.00
11	Abrazaderas ajustables metálicas, Ø 75mm. (6u)	0.60	3.60
12	Canaleta rectangular autoadhesiva, 20mm x 15 mm. (2m)	3.50	3.50
13	Codos 90°, para canaleta de 20mm x 15 mm. (6u)	0.40	2.40
14	Bajante exterior 90°, para canaleta de 20mm x 15 mm. (3u)	0.40	1.20
15	Bajante interior 90°, para canaleta de 20mm x 15 mm. (3u)	0.40	1.20
VALOR SUBTOTAL 4			USD 219.90

Tabla 4.5 Accesorios para llenado de tanques (Fuente: Autor)

4.4.5 Cables eléctricos

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Cable unifilar 12 AWG, color blanco, (2m)	0.30	0.60
2	Cable unifilar 12 AWG, color negro, (2m)	0.30	0.60
3	Cable unifilar 14 AWG, color blanco, (4m)	0.30	1.20
4	Cable unifilar 14 AWG, color negro, (4m)	0.30	1.20
5	Cable unifilar 14 AWG, color verde, (1m)	0.30	0.30
6	Cable unifilar 16 AWG, color café, (40m)	0.30	12.00
7	Cable unifilar 16 AWG, color naranja, (40m)	0.30	12.00
VALOR SUBTOTAL 5			USD 27.90

Tabla 4.6 Cables eléctricos (Fuente: Autor)

4.4.6 Materiales Mecánicos y madera MDF

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Tubo cuadrado de hierro 1'' x 1.2 mm de espesor, (6m)	9.00	9.00
2	Ángulo de hierro 1'' x 1/8'' de espesor, (3m)	5.00	5.00
3	Perfil en "T" de hierro 1'' x 1/8'' de espesor (0.50m)	3.00	3.00
4	Varilla cuadrada liza de hierro 1/2'', (1m)	2.00	2.00
5	Madera MDF, dimensiones 500mm x 1000mm, espesor 15 mm	8.00	8.00
6	Fórmica color cian, dimensiones 500mm x 1000mm	10.00	10.00
VALOR SUBTOTAL 6			USD 37.00

Tabla 4.7 Materiales mecánicos y madera MDF (Fuente: Autor)

4.4.7 Materiales Consumibles

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1	Terminales tipo pin para cable 12 AWG. (10u)	1.00	1.00
2	Terminales tipo pin para cable 14 AWG. (100u)	5.00	5.00
3	Terminales tipo pin para cable 16 AWG. (200u)	5.00	10.00
4	Marquillas termocontraibles para señalización de cables. (3m)	20.00	20.00
5	Tornillos autoperforantes 5/32'' x 1/2''. (50u)	3.00	3.00
VALOR SUBTOTAL 7			USD 39.00

Tabla 4.8 Materiales consumibles (Fuente: Autor)

4.4.8 Valores Totales

DESCRIPCIÓN	SUBTTOTALES
Equipos eléctricos y electrónicos	845.00
Accesorios eléctricos de tablero (External Layout)	126.50
Accesorios eléctricos tablero (Internal Layout)	356.00
Accesorios para llenado de tanques	219.90
Cables eléctricos	27.90
Materiales Mecánicos y madera MDF	37.00
Materiales consumibles	39.00
Mano de obra	600.00
VALOR TOTAL	USD 2251.30

Tabla 4.9 Costo total del Proyecto

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con la implementación de la estación de laboratorio, se dotó de una herramienta muy indispensable a los laboratorios de la CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES, siendo un gran aporte para la comprensión de la lógica de programación de los PLCs.
- Con los módulos de expansión conectados al PLC, y la conexión realizada a cada accesorio, permite plantear y realizar modificaciones en cada proceso de las prácticas desarrolladas.
- Identificados plenamente los componentes del PLC, se pudo describir las ventajas que presenta el modelo FP5043T-E
- Conocido la interfaz de programación del software FlexiSoft se puede usar uno u otro tipo de programación de acuerdo a las necesidades del usuario, así como la simulación y visualización de resultados en tiempo real.
- Una gran ayuda de la interfaz HMI fue la interacción de cada una de las pantallas, desarrolladas en una única pantalla como menú principal, permitiendo de esta manera la agrupación de cada una de las lógicas de programación para cada práctica.
- Las herramientas de programación que presenta el software FlexiSoft son muy similares a las herramientas de marcas diferentes de PLCs. Esto permite realizar lógicas de programación para las prácticas propuestas.

5.2 Recomendaciones

- Antes de utilizar la estación de laboratorio es recomendable analizar los componentes que conforman el mismo, ya sean fuentes de alimentación, terminales de entrada, terminales de salida, motor eléctrico, switches selectores. Para evitar su mala utilización, deterioro o destrucción del mismo.
- Evitar que la bomba de agua de vaciado esté trabajando cuando los tres tanques se hayan vaciado por completo. Esto evitará posibles daños a la bomba.
- No dejar los recipientes llenos de agua cuando la estación de laboratorio no esté operativa, puesto que el agua en reposo se descompone y podría causar inconvenientes de taponamiento a las electroválvulas.
- No dejar prendido el motor eléctrico trifásico por un tiempo mayor a 10 min, puesto que lo ideal es trabajar a 220 V_{AC}, de esta manera se evitaría posibles recalentamientos en las bobinas del motor.
- Se recomienda tener a la mano fusibles adicionales, un bornero plano y un multímetro en el caso de existir alguna modificación en los conexionados, o posibles manipulaciones incorrectas.

Bibliografía

Automatas Programables. (12 de 2001). Obtenido de

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMh1/PAGINA%20PRINCIPAL/index.htm>

Caro Huertas, E. (2004). *UPCommons*. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/4189>

Cobo, R. (s.f.). Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>

efn.uncor.edu. (s.f.). Obtenido de

http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apuntes/a_practico/CAP%209%20Pco.pdf

materias.fi.uba.ar. (s.f.). Obtenido de <http://materias.fi.uba.ar/7566/Automatizacion.pdf>

renuelectronics. (s.f.). *Renu Electronics Pvt. Ltd.* Obtenido de <http://www.renuelectronics.com>

Vilches, E. (s.f.). Obtenido de

<http://centros.edu.xunta.es/iesmanuelchamosolamas/electricidade/fotos/Automatismo.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

FlexiPanel FP5043

FlexiPanels®
HMI OR HMI + Pluggable I/O

FP5043

Front view
(4.3" TFT Color LCD)



Back view for HMI with expansion
(Up-to 3 expansions)



Back view for HMI



Salient Features :-

- 4.3" Graphical Touchscreen TFT Color Display
- Only HMI or HMI with Pluggable I/O options available
- Support for Digital I/O (OC / Relays)
- Pluggable Analog I/Os
- Analog Inputs for RTD, mV, mA, Thermocouple, 0 to 5 VDC, 0 to 10 VDC, -10 to +10VDC
Analog Outputs are 4-20 mA / 0-10 VDC
- High Speed Counters and Timers
- Support for Quadrature inputs and PWM output
- Ladder editor with powerful instruction set
- Support for Recipes and 32K color Bitmaps
- Communication Ports:
Two serial ports to connect PLC / Printer / Programming Port (Port 1: RS485, Port 2: RS232)
One USB (Device) port as Programming Port
One USB (Host) port to connect USB memory drive
One optional Ethernet port to connect PLC / Programming Port / Remote monitoring
- Data Logging, Transfer logged data on USB memory drive
- Floating point support, Trending (Real Time & Historical), Alarms (Real Time & Historical)
- Multilanguage (Unicode) support with true type Windows® fonts
- IP66 design. CE, UL approved. RoHS compliant
- Common Programming software for the entire FlexiPanels® family.....FREE!!



Supported Task in FlexiPanels® are :-

Task \ Type	Power up	Global	Screen		
			Before showing	While showing	After hiding
Go to screen	✓	✗	✓	✗	✓
Go to next screen	✗	✗	✓	✗	✓
Go to previous screen	✗	✗	✓	✗	✓
Write value to tag	✓	✓	✓	✓	✓
Add constant to tag	✓	✓	✓	✓	✓
Subtract constant from tag	✓	✓	✓	✓	✓
Add tag B to Tag A	✓	✓	✓	✓	✓
Subtract tag B from Tag A	✓	✓	✓	✓	✓
Turn bit ON	✓	✓	✓	✓	✓
Turn bit OFF	✓	✓	✓	✓	✓
Toggle bit	✓	✓	✓	✓	✓
Copy Tag B to Tag A	✓	✓	✓	✓	✓
Swap Tag A and tag B	✓	✓	✓	✓	✓
Print Data	✗	✗	✗	✗	✗
Set RTC	✗	✗	✗	✗	✗
Copy tag to STR	✓	✓	✓	✗	✓
Copy tag To LED	✗	✗	✗	✗	✗
Delay	✗	✗	✗	✓	✗
Wait	✗	✗	✗	✓	✗
Copy HMI block to HM/PLC block	✓	✓	✓	✓	✓
Copy HM/PLC block to HMI block	✓	✓	✓	✓	✓
Copy RTC to PLC block	✗	✓	✗	✗	✗
GoTo Popup screen	✗	✗	✗	✗	✗
USB Data Log Upload	✓	✓	✓	✓	✓

Supported Printers :-

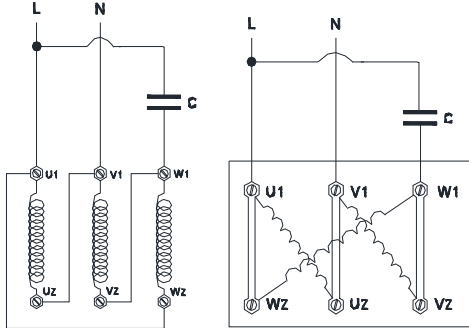
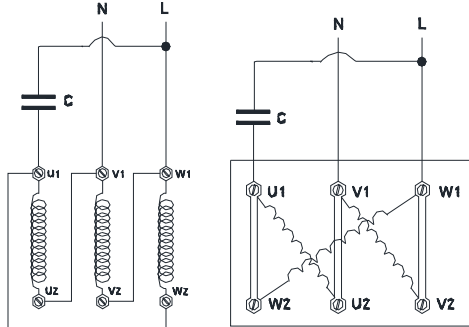
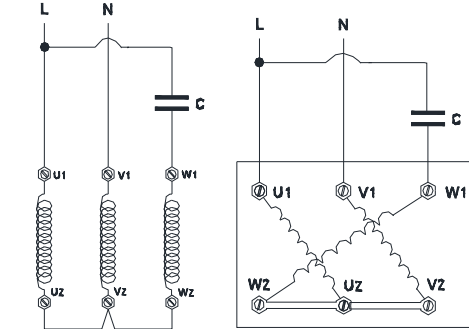
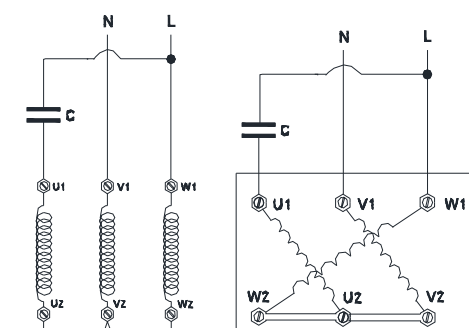
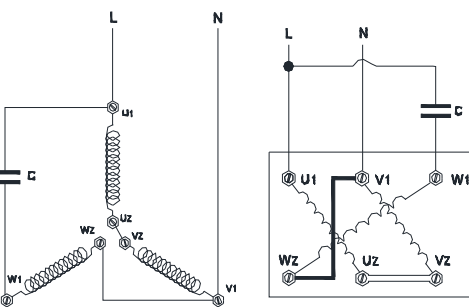
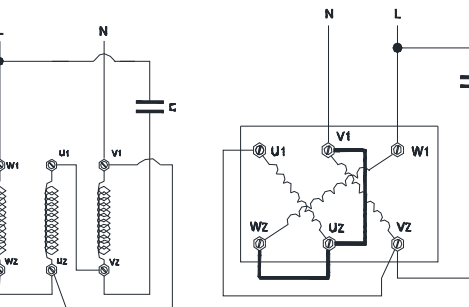
FlexiPanels® support following Dot matrix serial printers :

- > EPSON
- > SAMSUNG
- > TVS



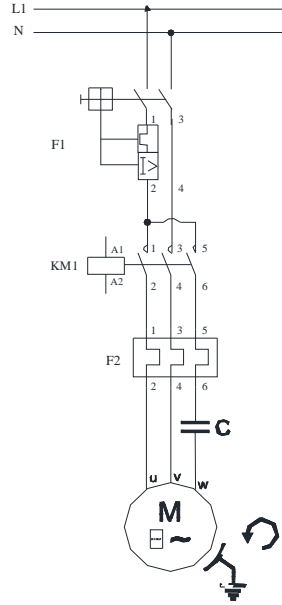
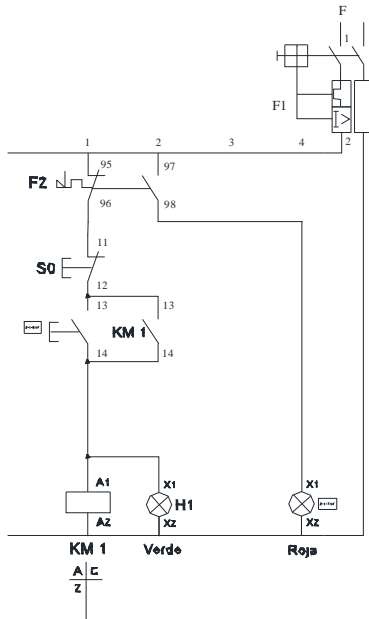
ANEXO 2

**Conexión de un motor Trifásico,
mediante condensador**

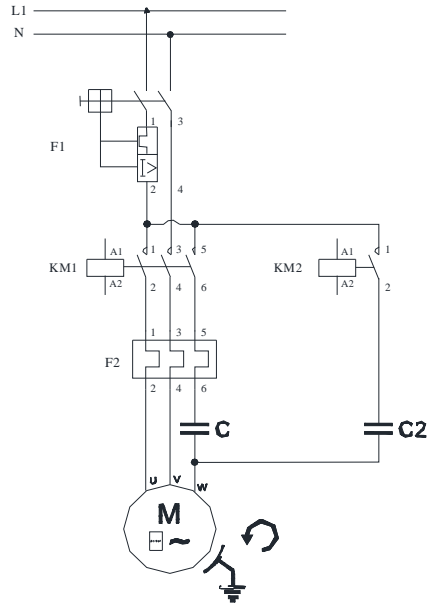
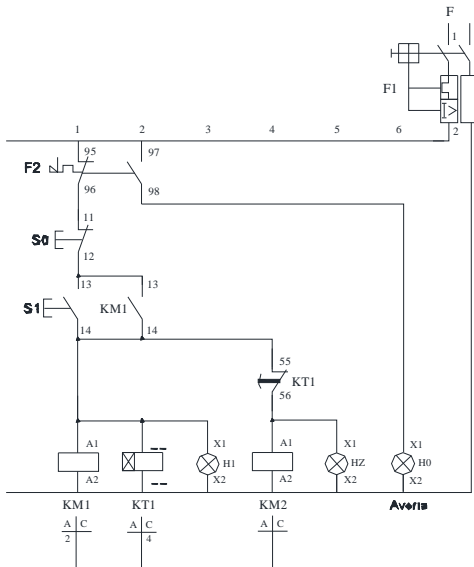
Automatismos cableados	Conexión de un motor trifásico a una red monofásica, mediante condensador	1 de 2 FICHA N°
<p>Para conectar un motor trifásico de rotor en cortocircuito a una red monofásica, se puede realizar la conexión Steinmetz. Mediante la inserción de un condensador, es posible el arranque del motor, aunque el par de arranque se puede ver reducido de un 20 a un 30%. Tenga especial cuidado en la conexión del motor, por ejemplo, con tensiones de 230V y 400V.</p>		
<p>Ejemplo 1. Motor trifásico 400/230 V conectado en triángulo a 230V. El condensador se insertara entre la fase y el tercer bobinado</p> 	<p>Para invertir el sentido de giro, se cambiara al condensador de bobinado.</p> 	
<p>Ejemplo 2. Motor trifásico 400/230 V conectado en estrella a 400V. El condensador se insertará entre la fase y el tercer bobinado</p> 	<p>Para invertir el sentido de giro, se cambiará al condensador de bobinado.</p> 	
<p>Ejemplo 3. Motor trifásico 400/230 V conectado a 400V. El condensador se insertara como muestra el esquema.</p> 	<p>Ejemplo 4. Motor trifásico 400/230 V conectado a 230V. El condensador se insertara como muestra el esquema.</p> 	

<p>Automatismos cableados</p>	<p>Conexión de un motor trifásico a una red monofásica, mediante condensador</p>	<p>2 de 2 FICHA N°</p>
--------------------------------------	---	--

Puesta en marcha.



Para conseguir que el par de arranque sea igual que usando línea trifásica, se podrá conseguir si durante el tiempo de arranque, se conecta un condensador en paralelo con capacidad doble al usado en el circuito. Una vez arrancado el motor, el segundo condensador ha de ser desconectado.



ANEXO 3

Relé de 3 contactos (NA)

Product: 700-HA33A1

Description: 700-HA General Purpose Classic 10 Amp Tube Base Relay



Representative Photo Only
(actual product may vary based
on configuration selections)

CONTROL RELAY DATA

Contact Rating	10 Amp Standard Contact
Contact Configuration	3PDT Contact Arrangement
Coil Voltage	120V 50/60Hz
Relay Option	No Additional Options

CERTIFICATIONS AND APPROVALS

CE	Marked
cULus	Listed with socket, Guide No. NLDX, File No. E3125
cURus	Recognized, Guide No. NLDX2, File No. E3125
IMQ	
ABS	
RINA	

For UL Certifications Directory:

<http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm>

ANEXO 4

Acta de Entrega / Recepción