



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS.**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:**

**“REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDÁCTICAS, CON  
MINI PLC LOGO + HMI, PARA REALIZAR APLICACIONES  
CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA.”**

**AUTORES:**

**DICAO CHEME JOSÉ DANIEL.**

**VÉLIZ CRUZ ESTEBAN JULIÁN.**

**DIRECTOR:**

**ING. CÉSAR CÁCERES GALÁN Msc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2019**

## **CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Los conceptos desarrollados, los análisis realizados, así como las conclusiones del presente trabajo técnico son desarrollados y de exclusiva responsabilidad de los autores: José Daniel Dicao Cheme y Esteban Julián Veliz Cruz y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Guayaquil, septiembre del 2019

---

Dicao Cheme José Daniel.

C.I.:0921901534

---

Veliz Cruz Esteban Julián.

C.I.:0920574589

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS**

Yo, **DICAO CHEME JOSÉ DANIEL**, con documento de identificación N° 0921901534, manifiesto mi voluntad y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado “**REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDÁCTICAS, CON MINI PLC LOGO + HMI, PARA REALIZAR APLICACIONES CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA**” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO** en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la institución facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, septiembre del 2019

---

Dicao Cheme José Daniel.

C.I.:0921901534

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS**

Yo, **VÉLIZ CRUZ ESTEBAN JULIAN**, con documento de identificación N° 0920574589, manifiesto mi voluntad y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado “**REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDÁCTICAS, CON MINI PLC LOGO + HMI, PARA REALIZAR APLICACIONES CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA**” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO** en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la institución facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

---

Veliz Cruz Esteban Julián.

C.I.:0920574589

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR**

Yo, **CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALÁN**, director del proyecto de Titulación denominado **“REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDÁCTICAS, CON MINI PLC LOGO + HMI, PARA REALIZAR APLICACIONES CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA”** realizado por los estudiantes: Dicao Cheme José Daniel y Veliz Cruz Esteban Julián, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación del mismo ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, septiembre del 2019

---

Ing. César Antonio Cáceres Galán Msc.

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por ser el pilar fundamental, permitiéndome cada día ser mejor para llegar hasta este punto tan importante en mi vida. A mis padres Adelita Cheme Gámez y Pedro Ignacio Dicao Briones, por su admirable fortaleza y preocupación para con sus hijos. A mi esposa, hijos y hermanos por ser el impulso amínico de cada día para seguir luchando por ellos.

Dicao Cheme José Daniel.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, **Inés** y **Julián** por su esfuerzo, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y el privilegio de ser su hijo.

En especial también a la Sra. **Laura Violeta Pareja Marcos**, quien fue como mi abuelita quien ayudó mucho en mi formación y estudios, desde donde este le envió un abrazo y doy gracias, esperando que pueda ver lo que he logrado.

Veliz Cruz Esteban Julián.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por la oportunidad de alcanzar un éxito más de mi vida, a mis padres, familiares y amigos por su apoyo constante y por estar siempre pendientes de mi desarrollo personal y profesional.

A la Universidad Politécnica Salesiana por inculcar conocimientos y desarrollar mis virtudes y convertirme en ejemplar profesional.

A nuestro Director de Proyecto Ing. Cáceres Galán César Antonio Msc., quien brindo el apoyo constante e incondicional en el desarrollo de este proyecto.

Dicao Cheme José Daniel.

A mi familia, por estar siempre presente, brindando ese apoyo moral, mi esposa **Nieves** que ha sido uno de los pilares fundamentales en este proceso, por su preocupación y apoyo incondicional para realizar este proyecto, a mi hijo **Esteban Hernán** y quien me da ese empuje día a día, por ser mejor y darle ejemplo, y a mi hija **María Victoria** que ya está con nosotros, esto también va por ti tu llegada ha sido inspiración para este trabajo.

Veliz Cruz Esteban Julián.

## RESUMEN

AÑO	ALUMNO/ S	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2019	JOSÉ DANIEL DICAÑO CHEME.  ESTEBAN JULIAN VELIZ CRUZ.	ING. CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALAN MSC.	“REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDACTICAS, CON MINI PLC LOGO + HMI, PARA APLICACIONES CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA”.

El presente proyecto técnico de titulación tiene como propósito el rediseño, potenciación y estandarización de tres módulos didácticos utilizados en el Laboratorio de Redes Industriales & Scada de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, complementado con la elaboración de un manual de prácticas, para actualizar los conocimientos en nuestros estudiantes acerca de la aplicación de redes industriales mediante la utilización de equipos Mini PLC LOGO y Pantalla HMI de Siemens, beneficiando a los estudiantes y docentes de las Carreras de Ingenierías, así como para impartir seminarios de capacitación tanto internos y externos a la institución.

El proyecto de titulación consiste en la repotenciación de tres módulos didácticos de prácticas, utilizando los elementos existentes e incrementando varios equipos que actualicen el nivel de automatización de nuestros estudiantes, siendo estos equipos: Guarda motores, Supervisor de fases, Router - TP link, temporizadores, etc., todos ellos libres para la conexión e implementación de las prácticas por parte de los estudiantes, de tal forma que visualicen e interactúen con cada uno de los equipos. En cuanto a la comunicación de los equipos de automatización se asignarán direcciones IP estáticas, logrando establecer arranques de motores Asíncrono ya sea de forma: directa, por devanados parciales o ejecutando inversión de giro a través de redes de comunicación Ethernet, logrando transmisión y monitoreo de datos vía Wireless por medio de la configuración entre TIA PORTAL y LOGOSoft Comfort.

**Palabras claves:** Ethernet, Dirección IP, Pantalla HMI, Router, LOGO.

## ABSTRACT

YEAR	AUTHOR/ S	PROYECT DIRECTOR	TOPIC
2019	JOSÉ DANIEL DICA O CHEME.  ESTEBAN JULIAN VELIZ CRUZ.	ING. CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALAN MSC.	“REPOTENTIATION OF THREE DIDACTIC BAGS, WITH MINI PLC LOGO + HMI, FOR APPLICATIONS WITH THREE-PHASE LOW- POWER MOTORS”.

The purpose of this technical titling project is to redesign, enhance and standardize three didactic modules used in the Industrial Networks & Scada Laboratory of the Guayaquil Polytechnic Salesiana University Headquarters, complemented with the preparation of a Practices Manual, this with the objective to achieve state-of-the-art technologies and update the knowledge in our students about the application of industrial networks through the use of Mini PLC LOGO and Siemens HMI Display equipment, benefiting students and professors of the Engineering Careers, as well as to give seminars of training both internal and external to the institution.

The titling project consists of the repowering of three didactic modules of practices, using the existing elements and increasing several equipment that update the level of automation of our students, these teams being: Guardian, Supervisor of phases, Router - TP link, timers, etc., all of them free for the connection and implementation of the practices by the students, in such a way that they visualize and interact with each of the teams. Regarding the communication of the automation equipment, static IP addresses will be assigned, establishing asynchronous motor starts either directly, by partial windings or by executing reversal of rotation through Ethernet communication networks, thus achieving transmission and monitoring of data via Wireless through the configuration between TIA PORTAL and LOGOSoft Comfort.

**Keywords:** Ethernet, IP Address, HMI Display, Router, LOGO

## **ABREVIATURA**

HMI: Interface Hombre-Máquina.

TIA: Automatización Total Integrada.

IP: Protocolo de Internet.

PLC: Controlador Lógico Programable.

CAD: Diseño Asistido por Computadora.

PC: Computador Personal.

SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos

TCP: Protocolo de Control de Transmisión.

DNP: Protocolo de Red Distribuido.

SOHO: Oficina Pequeña-Oficina en Casa.

WIFI: Fidelidad Inalámbrica.

ADSL: Línea de Abonado Digital Asimétrica.

W: Velocidad Angular.

F: Frecuencia.

VAC: Voltios de Corriente Alterna.

THHN: Aislamiento Vinilo/Termoplástico

MAC: Control de Acceso Medio.

WPA: Acceso Inalámbrico Protegido.

PSK: Clave Compartida Previamente.

CMD: Ventana de Comandos.

FUP: Diagrama de Bloques.

KOP: Diagrama de Contactos.

## ÍNDICE GENERAL

CARATULA .....	1
CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS .....	III
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS .....	IV
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
ABREVIATURA .....	XI
ÍNDICE GENERAL .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
INTRODUCCIÓN .....	2
1. EL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Importancia y alcance.....	4
1.3 Delimitación del problema .....	4
1.3.1 Delimitación temporal .....	4
1.3.2 Delimitación espacial.....	5
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	6
1.4.3 Justificación .....	7
1.4.4 Beneficiarios. ....	7
1.5 Metodología.....	7
1.5.1 Método experimental. ....	7
1.5.2 Método documental. ....	7

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Protocolo de comunicación industrial. ....	8
2.1.1 Ethernet.....	9
2.2 Logo 230RCE 0BA7. ....	9
2.2.1 Software LOGOSoft Comfort 8.....	10
2.3 Pantalla HMI KTP 400 (6AV2 123-2DB03-0AX0). ....	11
2.3.1 WinCC basic V13 (TIA Portal 13). ....	12
2.4 Contactor. ....	12
2.4.1 Contactos auxiliares.....	14
2.5 Router TP-LINK TL-WR840N.....	14
2.6 Motor Eléctrico.....	16
2.6.1 Partes de un motor Eléctrico.....	16
2.7 Supervisor de voltaje. ....	17
2.8 Variador de frecuencia. ....	18
2.9 Guarda motor Ebasee egv2-m10 4-6.3 A.....	21
2-10 Fusible Camsco r 14-20-2 AMP. ....	21
2.11 Transformador de mando. ....	22
2.12 Pulsador. ....	22
2.13 Luces piloto. ....	23
2.14 Selector.....	23
2.15 Temporizador. ....	23
2.16 Breaker. ....	24
2.17 Baliza Luminosa.....	25
2.18 Fuente Industrial.....	25
2.19 Relé.....	26
2.20 Amperímetro.....	26
2.21 Potenciómetro.....	26
<b>3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>27</b>
3.1 Antecedentes.....	27

3.2	Diseño del módulo didáctico.....	28
3.3	Diseño del Panel de Conexiones.....	31
3.4	Diseño de distribución de elementos eléctricos.....	32
3.5	Cableado de elementos y plafón de terminales.....	33
3.6	Instalación de accesorios.....	34
3.7	Modulo terminado.....	35
3.8	Configuración de dirección IP.....	36
3.8.1	Configuración IP de Laptop.....	36
3.8.2	Configuración de Router TP Link.....	38
3.8.3	Configuración IP en LOGO 0BA7.....	42
3.8.4	Configuración IP HMI KTP 400.....	44
3.9	Configuración interfaz LOGO.....	45
3.10	Uso básico LOGOSoft Comfort 8.....	47
3.10.1	Configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort.....	47
3.11	Uso básico WinCC TIA Portal 13.....	49
3.11.1	Insertar una pantalla en TIA Portal 13.....	49
3.11.2	Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal.....	51
3.11.3	Configuración de variables HMI y LOGO.....	52
<b>4.</b>	<b>PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....</b>	<b>55</b>
4.1	Práctica #1.....	55
4.2	Práctica #2.....	56
4.3	Práctica #3.....	57
4.4	Práctica #4.....	58
4.5	Práctica #5.....	59
4.6	Práctica #6.....	60
4.7	Práctica #7.....	61
4.8	Práctica #8.....	62
4.9	Práctica #9.....	63
	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>64</b>

<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>71</b>
Practica#1. ....	72
Practica#2. ....	86
Practica#3 ....	96
Practica#4 ....	107
Practica#5. ....	117
Practica#6. ....	127
Practica#7. ....	137
Practica#8. ....	145
Práctica#9. ....	165
<b>DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS . ....</b>	<b>189</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Módulos Mini PLC LOGO+HMI a repotenciar. ....	3
Figura 2. Delimitación Espacial. ....	5
Figura 3. Laboratorio de Redes & Scada. ....	5
Figura 4. Protocolos de comunicación Industrial [1].....	8
Figura 5. Comunicación Ethernet industrial [3].....	9
Figura 6. LOGO 230 RCE 0BA7, módulo Mini PLC LOGO + HMI. ....	10
Figura 7. Visualización de aplicación LOGOSoft Comfort 8.....	10
Figura 8. Pantalla táctil HMI KTP 400. ....	11
Figura 9. Entorno WinCC Basic V13 (TIA Portal). ....	12
Figura 10. Despiece de un contactor [4]. ....	13
Figura 11. Ejemplo de gama de contactores [5].....	13
Figura 12. Esquema de un bloque de contactos auxiliares.....	14
Figura 13. Router TpLink TL-WR840N [6]. ....	15
Figura 14. Router, despliegue de conexión inalámbrica [7]. ....	15
Figura 15. Motor eléctrico ABB utilizado en el proyecto.....	16
Figura 16. Despiece de un motor eléctrico [9].....	17
Figura 17. Supervisor de voltaje AVTek. ....	18
Figura 18. Ecuación de velocidad angular. ....	18
Figura 19. Estructura de bloque de un variador de frecuencia [10].....	19
Figura 20. Variador de frecuencia siemens G110.....	20
Figura 21. Guardamotor (protección por sobrecarga).....	21
Figura 22. Fusible (protección de disparo rápido). ....	21
Figura 23. Transformador de mando que se utilizada en cada Maleta Didáctica. ....	22
Figura 24. Pulsadores. ....	22
Figura 25. Luces Piloto ....	23
Figura 26. Selector. ....	23
Figura 27. Temporizador Camsco AH3. ....	24
Figura 28. Breaker Camsco de 1, 2 y 3 Polos. ....	24
Figura 29. Baliza Schneider Electric XVB C33, XVB C34 y XVB C21. ....	25
Figura 30. Fuente Industrial DR 60 – 24.....	25
Figura 31. Relé Camsco MY2.....	26
Figura 32. Amperímetro de Panel Camsco CP – 72. ....	26

Figura 33. Potenciómetro.....	26
Figura 34. Vista Interna (Banco de pruebas), antes de la repotenciación.....	27
Figura 35. Esquema propuesto, lámina de conectores rápidos.....	29
Figura 36. Esquema propuesto, distribución de elementos.....	30
Figura 37. Diseño de Conexiones en CAD.....	31
Figura 38. Lámina de conectores rápidos nueva.....	31
Figura 39. Plafón de elementos eléctricos.....	32
Figura 40. Plafón de elementos eléctricos y motor nuevo.....	32
Figura 41. Elementos de la caja sobrepuesta.....	33
Figura 42. Cableado de elementos de Control y Fuerza.....	33
Figura 43. Cableado de tablero de conectores rápidos.....	34
Figura 44. Baliza tipo torre.....	34
Figura 45. Diagrama de Conexiones de la Columna de Señalización.....	35
Figura 46. Módulo finalizado – Elementos de Control y Fuerza.....	35
Figura 47. Diagrama en bloque de direccionamiento IP de los dispositivos.....	36
Figura 48. Conexión del cable RJ45 en el puerto P1.....	36
Figura 49. Ventana de centro de redes y recursos.....	37
Figura 50. Ventana de configuración dirección IP de computador.....	37
Figura 51. Ventana de propiedades de conexión de área local.....	38
Figura 52. Estado de la conexión PC – Router.....	38
Figura 53. Pantalla de acceso a la configuración del Router.....	39
Figura 54. Pantalla de Modo de configuración.....	39
Figura 55. Acceso y cambio del nombre de la Red Wi-Fi.....	40
Figura 56. Configuración de nombre y contraseña del modo inalámbrico de nuestro Router.....	40
Figura 57. Reconocimiento y Conexión de la portátil vía inalámbrica con el Router.....	41
Figura 58. Verificación del enlace inalámbrico entre dispositivos.....	41
Figura 59. Aplicación LOGOSoft Comfort 8.....	42
Figura 60. Ventana de configuración LOGOSoft Comfort 8.....	42
Figura 61. Ventana de configuración General LOGOSoft Comfort 8.....	43
Figura 62. Ventana de configuración Tipo de Hardware, LOGOSoft Comfort 8.....	43
Figura 63. Primera Pantalla HMI visualizada.....	44
Figura 64. Pantalla Settings en el HMI.....	45

Figura 65. Ventana de configuración Interfaz de comunicación. ....	46
Figura 66. Ventana de cargar configuración en Logo.....	46
Figura 67. Lógica de control cargada al Logo. ....	47
Figura 68. Ventana conexiones Ethernet. ....	47
Figura 69. Ventana conexiones Ethernet tipo servidor. ....	48
Figura 70 Ventana configuración conexiones Ethernet. ....	48
Figura 71. Ventana crear proyecto, TIA Portal V13.....	49
Figura 72. Ventana agregar un dispositivo, TIA Portal V13. ....	49
Figura 73. Ventana selección de HMI, TIA Portal V13. ....	50
Figura 74. Ventana configuración básica de pantalla, TIA Portal V13. ....	50
Figura 75. Ventana de conexiones, TIA Portal V13.....	51
Figura 76. Ventana selección de conexión, TIA Portal V13. ....	51
Figura 77. Ventana de conexión, establecer IP en equipos.....	52
Figura 78. Ventana de variables del HMI. ....	52
Figura 79. Ventana de variable Marcha del HMI. ....	53
Figura 80. Ventana de tipo de datos del HMI. ....	53
Figura 81. Ventana selección tipo de conexión, del HMI.....	54
Figura 82. Ventana selección dirección del HMI.....	54
Figura 83. Fusibles Camsco. ....	73
Figura 84. Supervisor de voltaje. ....	73
Figura 85. Guardamotor Ebasee.....	74
Figura 86. Contactor Schneider.....	74
Figura 87. Pulsadores. ....	75
Figura 88. Luces Piloto. ....	75
Figura 89. Router inalámbrico TP link TL-WR840N.....	76
Figura 90. Pantalla HMI.....	76
Figura 91. LOGO 0BA7.....	77
Figura 92. Diagrama de conexiones de control, Practica 1.....	79
Figura 93. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 1. ....	80
Figura 94. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	81
Figura 95. Cableado del circuito de fuerza y control practica 1. ....	82
Figura 96. Lógica de control cargada al Logo, practica 1.....	82
Figura 97. Simulación de lógica de control. ....	83
Figura 98. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	84

Figura 99. Conexión cambio de líneas, para inversión de giro.....	87
Figura 100. Diagrama de conexiones de control, Practica 2.....	89
Figura 101. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 2. ....	90
Figura 102. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	91
Figura 103. Cableado del circuito de fuerza y control practica 2. ....	92
Figura 104. Lógica de control cargada al Logo, practica 2.....	92
Figura 105. Simulación de lógica de control. ....	93
Figura 106. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	94
Figura 107. Estructura interna de un motor de seis bobinas. ....	97
Figura 108. Temporizador Camsco.....	98
Figura 109. Diagrama de conexiones de control, Practica 3.....	100
Figura 110. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 3. ....	101
Figura 111. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	102
Figura 112. Cableado del circuito de fuerza y control practica 3. ....	103
Figura 113. Lógica de control cargada al Logo, practica 3.....	103
Figura 114. Simulación de lógica de control. ....	104
Figura 115. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	105
Figura 116. Diagrama de conexiones de control, Practica 4.....	110
Figura 117. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 4. ....	111
Figura 118. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.....	112
Figura 119. Cableado del circuito de fuerza y control practica 4. ....	113
Figura 120. Lógica de control cargada al Logo, practica 4.....	113
Figura 121. Simulación de lógica de control. ....	114
Figura 122. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	115
Figura 123. Diagrama para cambio de configuración Estrella-Delta.....	118
Figura 124. Diagrama de conexiones de control, Practica 5.....	120
Figura 125. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 5. ....	121
Figura 126. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	122
Figura 127. Cableado del circuito de fuerza y control practica 5. ....	123
Figura 128. Lógica de control cargada al Logo, practica 5.....	123
Figura 129. Simulación de lógica de control. ....	124
Figura 130. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	125
Figura 131. Diagrama de conexiones de control, Practica 6.....	130
Figura 132. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 6. ....	131

Figura 133. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	132
Figura 134. P Cableado del circuito de fuerza y control practica 6. ....	133
Figura 135. Lógica de control cargada al Logo, practica 6.....	133
Figura 136. Simulación de lógica de control. ....	134
Figura 137. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	135
Figura 138. Variador de frecuencia siemens G110.....	137
Figura 139. Estructura en bloque de conexiones eléctricas de control. ....	139
Figura 140. Diagrama de conexiones de control, Practica #7.....	141
Figura 141. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 7. ....	142
Figura 142. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	143
Figura 143. Cableado del circuito de fuerza y control practica #7. ....	144
Figura 144. Diagrama de conexiones de control Practica 8.....	147
Figura 145. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 8. ....	148
Figura 146. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac. ....	149
Figura 147. Cableado del circuito de fuerza y control practica #8. ....	150
Figura 148. Lógica de control cargada al Logo, practica 8.....	150
Figura 149. Simulación de lógica de control. ....	151
Figura 150. Ventana proyecto de red en LOGOSoft Comfort. ....	151
Figura 151. Agregar y configurar un dispositivo Logo.....	152
Figura 152. Agregamos y configuramos un dispositivo S7. ....	152
Figura 153. Vinculacion de la red de datos de transmisión. ....	153
Figura 154. Configuraciones básicas de transmisión de datos.....	153
Figura 155. Ventana de mapeo de datos. ....	154
Figura 156. Cargar de lógica de control con configuraciones de comunicación. ....	154
Figura 157. Proyecto nuevo en aplicativo TIA Portal.....	155
Figura 158. Selección de dispositivo S7. ....	155
Figura 159. Búsqueda del tipo de dispositivo en TIA Portal. ....	156
Figura 160. Configuración de IP del PLC en TIA Portal.....	156
Figura 161. Ventana vista de redes en TIA Portal. ....	157
Figura 162. Procedimiento para agregar sub red. ....	157
Figura 163. Activación de las conexiones.....	158
Figura 164. Agregar una nueva conexión. ....	158
Figura 165. Agregar y configurar conexión S7 en TIA Portal.....	159
Figura 166. Selección de conexión S7 en Vista de redes.....	159

Figura 167. Configuración de conexión S7 y los dispositivos.....	160
Figura 168. Ventana detalles de dirección. ....	160
Figura 169. Ventana propiedades especiales. ....	161
Figura 170. Configuración de variables en TIA portal. ....	161
Figura 171. Ventana principal de lógica de control en TIA Portal. ....	162
Figura 172. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.....	163
Figura 173. Diagrama de conexiones de control Practica 9.....	168
Figura 174. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 9. ....	169
Figura 175. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.....	170
Figura 176. Conexión Ethernet entre portátil y Modulo Didáctico. ....	171
Figura 177. Página Web de acceso a la configuración del Router Multimodo.....	172
Figura 178. Ambiente en donde se observa el menú del equipo.....	172
Figura 179. Elección del modo <b>Extensor de Rango</b> . ....	173
Figura 180. Elección del modo de trabajo. ....	173
Figura 181. Lista de redes inalámbricas disponibles. ....	174
Figura 182. Ingreso de la clave de acceso.....	174
Figura 183. Conexión satisfactoria. ....	175
Figura 184. Finalización de la configuración del dispositivo. ....	175
Figura 185. Estado final de nuestro equipo configurado. ....	176
Figura 186. Cableado del circuito de fuerza y control practica 9. ....	176
Figura 187. Inicio de proyecto de red. ....	177
Figura 188. Red de dispositivos para proyecto inalámbrico. ....	177
Figura 189. Configuración básica de cada dispositivo.....	178
Figura 190. Red para la transmisión de datos. ....	179
Figura 191. Tabla de mapeo de datos.....	179
Figura 192. Lógica de control cargada al Logo, practica 9.....	180
Figura 193. Lógica de control en paralelo, de los dispositivos. ....	180
Figura 194. Simulación de lógica de control. ....	181
Figura 195. Tabla te TAGS de HMI. ....	182
Figura 196. Pantalla Principal en HMI. ....	183
Figura 197. Pantalla secuencia de giro.....	183

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros básicos variador de frecuencia G110 [11].....	20
Tabla 2. Cronograma de Actividades.....	64
Tabla 3. Presupuesto del Proyecto. ....	65
Tabla 4. Parámetros básicos variador de frecuencia G110 [11].....	138

## INTRODUCCIÓN

En la preparación académica de los profesionales electrónicos el complemento teórico es la experimentación práctica de los diferentes procesos que acontecen en el ámbito laboral de las aplicaciones de ingeniería, siendo este el caso de la automatización industrial donde el continuo avance tecnológico exige que la preparación de los estudiantes sea actualizada para que puedan desenvolverse ante escenarios de carácter técnico.

Es por esta razón que la repotenciación de los tres módulos didácticos ubicados en el Laboratorio de Redes Industriales & Scada, amplía el límite de las practicas a desarrollar no solo en el arranque directo de motores de inducción trifásicos, sino gestionando otros métodos de arranques de motores con el adicional de accionamiento a través de aplicaciones mediante protocolos de comunicación industrial Ethernet, redes con dispositivos de campo y hasta comunicaciones Wireless.

Entre los novedosos equipos que permiten la optimización de la maleta didáctica industrial, tenemos un Router inalámbrico TP link TL-WR840N, una Pantalla HMI Siemens KTP 400 a color, un supervisor trifásico de voltaje AVTEK STI-5424, que permite graduar hasta ocho niveles de tensión, sobre y bajo voltaje, además del retardo de tiempo de disparo por pérdida de fase, se implementa un esquema de distribución de conectores rápidos que aprovechan el espacio disponible, se redistribuyen los elementos eléctricos de accionamiento de tal manera que se normalice con otros módulos repotenciados.

El proyecto de titulación va dirigido a los estudiantes de las carreras de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, simulando prácticas de procesos industriales mediante un autómata programable LOGO con atributos similares a los de un PLC de media gama que interactúa con una pantalla HMI como complemento.

El propósito de este proyecto fue lograr y alcanzar el desarrollo de diferentes tipos de arranques de un motor trifásico, mediante estos módulos repotenciados fue posible lograr una red Ethernet entre dispositivos, logrando Control del proceso, Monitorización remota y recolección de resultados en cada práctica que se propuso.

# 1. EL PROBLEMA

## 1.1 Descripción del problema

La matriz productiva del mundo globalizado exige profesionales técnicos con conocimientos actualizados y para ello se debe contar con herramientas de última tecnología en la preparación de los profesionales, siendo así como la Universidad Politécnica Salesiana comprometida con el desarrollo académico de sus estudiantes, desea que en la sociedad existan profesionales que no solo estén preparados teóricamente.

Generando la necesidad de contar con módulos didácticos de laboratorio que permitan desplegar conocimientos aplicados a la práctica, por ello el laboratorio de Redes Industriales y Scada cuenta con módulos didácticos de uso industrial operativos, pero que necesitan ser actualizados para obtener mayor diversidad de prácticas con un alto nivel técnico, soportado en equipos con tecnologías actualizadas.

Con este antecedente se plantea repotenciar tres módulos didácticos industriales con equipos eléctricos de control actualizados conformados por: una pantalla HMI Siemens KTP 400, protecciones eléctricas de sobrecarga y disparo rápido, un Router TP link TL-WR840N, para las comunicaciones Ethernet entre dispositivos y comunicaciones inalámbricas.

Logrando ampliar el número de aplicaciones en cuanto al arranque de motores de inducción trifásicos, en la figura 1, presentamos el módulo a repotenciar.



Figura 1. Módulos Mini PLC LOGO+HMI a repotenciar.

## **1.2 Importancia y alcance.**

El proyecto propuesto busca ser una herramienta demostrativa práctica que potencia los conocimientos de los futuros profesionales de ingeniería, acerca de los sistemas de control más comunes que existen en la industria, por ello los módulos que se plantean repotenciar son los elaborados en la Tesis de Grado conformada por los compañeros Miguel Ángel Cevallos Tixi y Carlos Andrés Huiracocha Salavarría desarrollada entre septiembre del 2014 y marzo del 2015, los que llevan como etiqueta en su parte lateral 1 C-H, 2 C-H y 3 C-H respectivamente.

Actualmente cada módulo cuenta con los siguientes equipos: una clavija de alimentación industrial, un disyuntor trifásico, un Mini PLC LOGO 0BA7, un supervisor de voltaje ICM – 491, dos porta fusibles Camsco, un guarda motor EBASEE EGV2-M10 de 4-6.3 AMP, una fuente rectificadora de 24 Vdc, un transformador monofásico 100VA - 460 Vac / 220 Vac, un variador de frecuencia Siemens G110, un motor SIEMENS ¼ HP de tres terminales, cinco Relés en 120 Vac, botoneras, selectores e indicadores luminosos.

Con los elementos disponibles, se plantea rediseñar e implementar la repotenciación de los módulos didácticos utilizando equipos de tecnología actualizados, que permitirán desarrollar simulaciones prácticas de procesos de automatización que se implementan en el campo laboral.

Todo ello complementado con la elaboración de un banco de nueve prácticas de automatización industrial, que serán utilizados por estudiantes y docentes en el campo de las redes de comunicación Ethernet, mediante la aplicación de los equipos Mini PLC LOGO V7 y pantalla HMI de Siemens con puertos de comunicación Ethernet, a través de un Router el cual delegara direcciones a los equipos conectados a él, creando un ambiente intranet capaz de realizar comunicaciones.

## **1.3 Delimitación del problema**

### **1.3.1 Delimitación temporal**

El proyecto técnico se ha desarrollado desde junio del 2018, culminando en febrero del 2019. Teniendo una duración de 10 meses, 4 meses más que la planificación propuesta inicialmente.

### 1.3.2 Delimitación espacial

Los avances técnicos eléctricos del proyecto y las pruebas de funcionamiento de los desarrollos tienen como escenario la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Campus Centenario (Robles 107 y Chambers), Edificio “F”, En la figura 2 se puede observar la ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana.

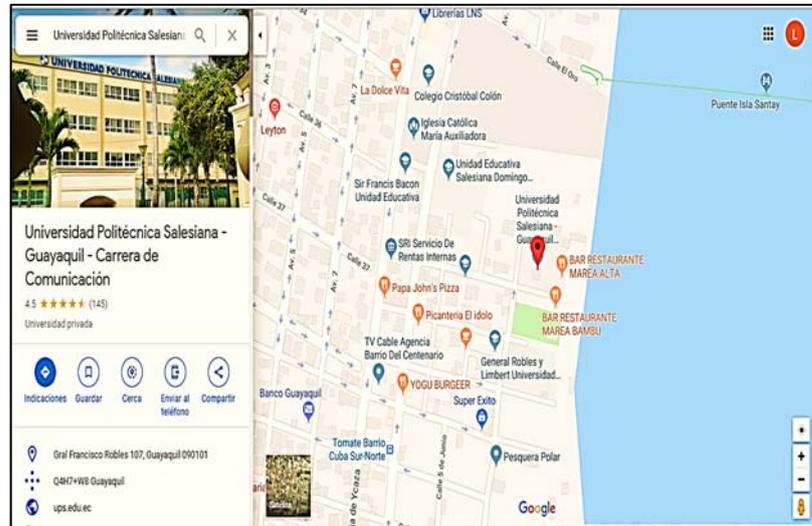


Figura 2. Delimitación Espacial.

El laboratorio de Redes Industriales y Scada, es el sitio donde reposarán y se pondrán en servicio para las actividades académicas los módulos reconfigurados, la figura 3 muestra el laboratorio de Scada con sus respectivos módulos.

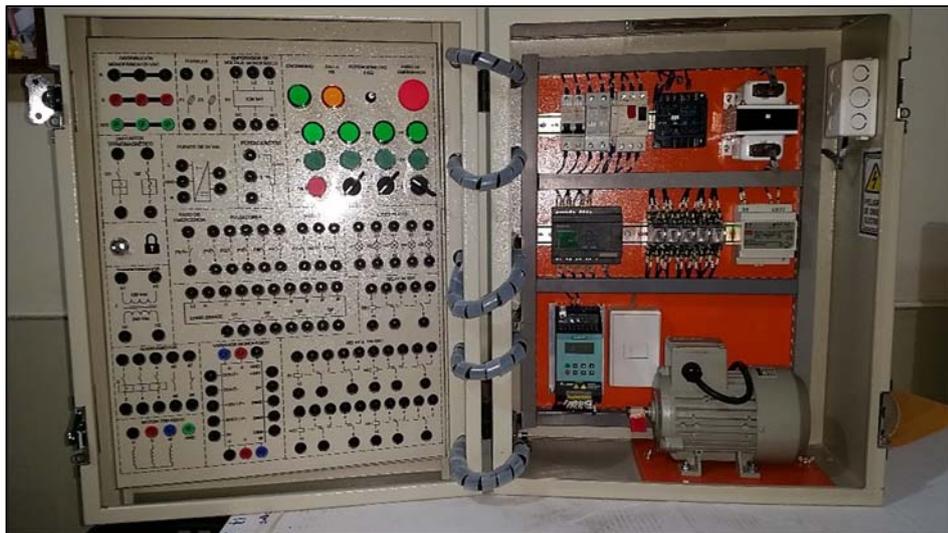


Figura 3. Laboratorio de Redes & Scada.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Repotenciar tres módulos didácticos, del laboratorio de Redes Industriales y Scada de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, utilizando LOGO, una pantalla HMI y readecuación de los dispositivos existentes para prácticas con motores trifásicos asíncronos

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

Dada la importancia del presente proyecto técnico, se han plantado un número determinado de objetivos específicos, para alcanzar el éxito del proyecto, detallamos a continuación:

1. Levantamiento eléctrico y elaboración de planos en formato CAD de los actuales módulos didácticos a repotenciar.
2. Elaborar los nuevos diseños eléctricos en formato CAD para repotenciar los módulos didácticos que incluyen dispositivos de última tecnología.
3. Diseñar en formato CAD la ubicación interna de los equipos en el módulo didáctico, así como las modificaciones metal mecánicas para su adaptación.
4. Establecer un listado detallado de materiales e investigar a profundidad los costos para la adquisición de equipos de forma local y de importación obteniendo la mayor eficiencia posible en costos.
5. Aplicando las normas en el diseño de paneles eléctricos, realizar las modificaciones metalmecánicas en los módulos didácticos.
6. Utilizando los diseños CAD, de manera distribuida montamos los elementos eléctricos en los módulos didácticos, garantizando la fiabilidad y estética de las conexiones eléctricas.
7. Configurar los protocolos de comunicación, enlaces de transmisión de datos y conexiones entre dispositivos, para el desarrollo exitoso de las prácticas modelo.
8. Elaborar un manual de 9 prácticas de procesos industriales, complementados por los diagramas de fuerza, control y líneas de código.
9. Validar las prácticas industriales mediante la ejecución de los procesos utilizando los diferentes elementos del módulo didáctico.

### **1.4.3 Justificación**

El proyecto propuesto busca actualizar los equipos instalados en tres módulos didácticos del laboratorio de Redes industriales & Scada, con ello reforzar los conocimientos de los futuros profesionales Salesianos.

Utilizando estos módulos se podrán diversificar los tipos de arranques gestionados para motores eléctricos de inducción, ya que se cuenta con los equipos industriales actualizados, aportando a los estudiantes con nuevos esquemas de procesos industriales.

### **1.4.4 Beneficiarios.**

El módulo didáctico dispondrá de un banco de nueve prácticas, las mismas que sirvan como una herramienta didáctica de apoyo para fortalecer y desarrollar los conocimientos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica y podrán simular procesos de control industrial eléctricos/electrónicos, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en asignaturas como Maquinarias Eléctricas, Automatización Industrial, Instalaciones Industriales y materias a fines; además el desarrollar sus conocimientos de control HMI vinculados con LOGO.

## **1.5 Metodología.**

### **1.5.1 Método experimental.**

Este método lo aplicaremos con el desarrollo de las prácticas mediante el Mini PLC LOGO 230RC, durante el cableado del módulo repotenciado y en el montaje de los elementos que ampliarán las aplicaciones posibles de desarrollar en módulo didáctico. Se evidenciará el método claramente cuando apliquemos el funcionamiento de los elementos de los equipos eléctricos.

### **1.5.2 Método documental.**

Este método lo desarrollaremos indagando información acerca de cómo aplicar la integración de los nuevos elementos con los existentes y poder desarrollar apropiadamente las prácticas propuestas.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Protocolo de comunicación industrial.

En el campo de la electrónica al expresar muchas veces la frase protocolos de comunicación industrial, conocemos el término, pero no queda establecido con claridad a la que se refiere.

Para comprender su significado, un protocolo de comunicación industrial es un conjunto de reglas que permiten el continuo intercambio de datos entre un grupo de dispositivos que estén montados sobre una red, en la figura 4 mostramos un compendio de los principales protocolos utilizados.

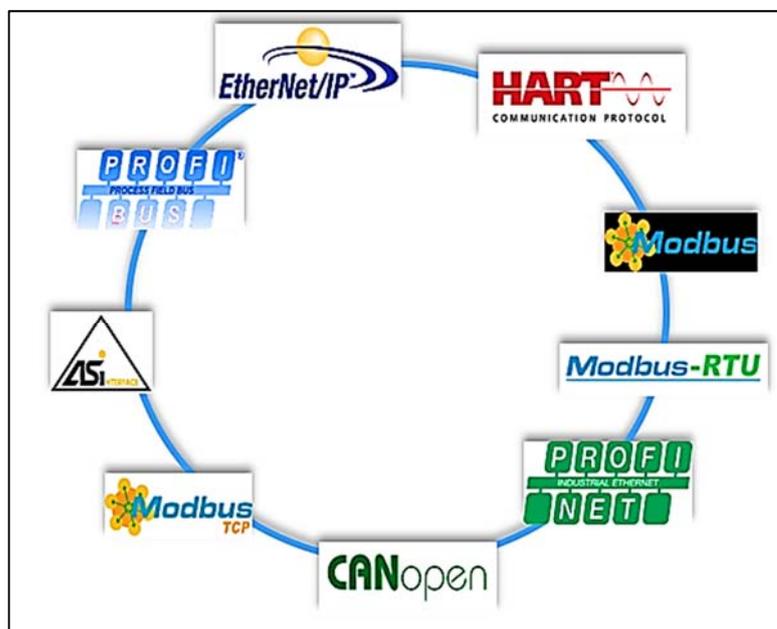


Figura 4. Protocolos de comunicación Industrial [1]

Con la evolución de la tecnología, estos protocolos van teniendo un proceso de avance, a niveles en que su característica principal debe responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real. Los protocolos que se usan actualmente en la industria, preceden de las mejoras implantadas de los antiguos protocolos, los que se fundamentaban en comunicaciones de tipo serie.

Ejemplo de evolución de los protocolos se pueden nombrar, Modbus/TCP, DNP3, Profinet, etc. Estos protocolos, se aprovechan de las ventajas que ofrecen tanto Ethernet como TCP/IP, para ofrecer mejores capacidades de transferencia de información en los sistemas de control [1].

### 2.1.1 Ethernet.

Ethernet/IP es un protocolo de red, en niveles para aplicaciones de automatización industrial. Basado en los protocolos estándar TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet), utiliza hardware y software Ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar dispositivos de automatización industrial.

El protocolo de red Ethernet/IP está basado en el Protocolo de Control e Información (CIP), utilizado en DeviceNet™ y ControlNet™. Basados en esos protocolos, Ethernet/IP ofrece un sistema integrado completo, desde la planta industrial hasta la red central de la empresa [2], en la figura 5 se muestra una red ethernet aplicado a la automatización industrial.

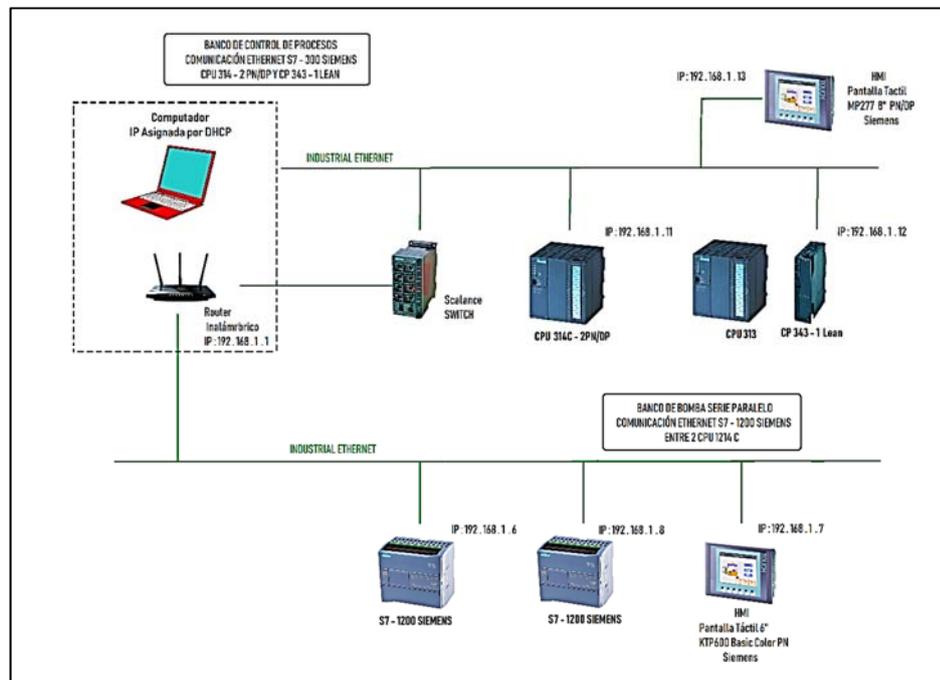


Figura 5. Comunicación Ethernet industrial [3].

### 2.2 Logo 230RCE 0BA7.

El LOGO 230 versión 7 es un controlador lógico programable de baja gama el cual está capacitado para procesar, un conjunto de subrutinas, que han sido debidamente programadas y cumplir una tarea específica. Entre las tareas más relevantes tenemos controles temporizados, sistemas de conteo, comparación de datos, e inclusive activación de elementos industriales de campo (motores, válvulas, luminarias).

Este controlador, tiene integrado un puerto RJ-45, con el cual puede enlazarse utilizando protocolo de comunicación Ethernet. Tiene pequeñas dimensiones, lo que lo hace ideal para tableros de control eléctrico. Se puede utilizar el software LOGOSoft como herramientas de programación, como también se lo puede programar manualmente con los botones de navegación y la pantalla del dispositivo.

Este controlador es modulable, cuenta con una interfaz para módulos de ampliación, para tarjetas de entradas y salidas, puede incorporarse también con tarjetas de comunicación, lo que mejora el nivel del controlador, la figura 6 muestra al Logo V7.



Figura 6. LOGO 230 RCE 0BA7, módulo Mini PLC LOGO + HMI.

### 2.2.1 Software LOGOSoft Comfort 8.

La aplicación LOGO!Soft Comfort, es la herramienta de programación del controlador utilizando el PC. Con el software se pueden diseñar el control eléctrico de forma gráfica en modo offline, la figura 7 muestra la aplicación abierta y con un código de control programado.

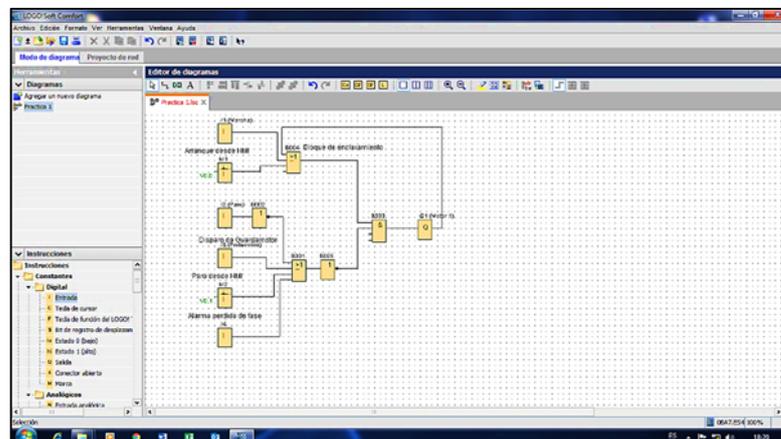


Figura 7. Visualización de aplicación LOGOSoft Comfort 8.

El software nos permite programar en esquema de contacto, y diagrama de bloque de funciones. Se puede realizar simulaciones de las instrucciones programadas, antes de carga al controlador, pudiendo así, verificar el funcionamiento de la lógica de control.

Permite realizar comparaciones con otros programas diseñados, para garantizar que se está trabajando con el respaldo correcto; desde esta aplicación permite hacer descarga y respaldos, desde y hacia el dispositivo. Permite cambiar el estado del controlador entre STOP y RUN.

### 2.3 Pantalla HMI KTP 400 (6AV2 123-2DB03-0AX0).

Se denomina como HMI (Human Machine Interface / Interfaz Hombre Maquina), a la interfaz gráfica que permite interactuar a los seres humanos con un controlador, la figura 8 muestra la pantalla HMI implementada en el módulo repotenciado.



Figura 8. Pantalla táctil HMI KTP 400.

Es una pantalla de visualización de datos de proceso en tiempo real, tienen la facultad de modificar el estado de los elementos de campo, por ejemplo, activar un motor eléctrico, permite al operador direccionar los procesos industriales.

Es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de poder integrarse al protocolo de comunicación industrial Ethernet, cuenta con una pantalla de cuatro pulgadas de longitud en diagonal, 65536 colores, cuenta con cuatro botones físicos los cuales puede configurarse para que interactúen con la lógica de control o ajeno a las animaciones gráficas, tiene un conector rápido para conectar el voltaje de polarización, 24 Vdc.

### 2.3.1 WinCC basic V13 (TIA Portal 13).

La aplicación TIA Portal, es un software desarrollado por Siemens, el cual se conforma principalmente de Simatic Step 7 (para la programación de los controladores), y Simatic WinCC (utilizado para programar Scada y HMI). El programa ha sido desarrollado para integrar proyectos de ingeniería, de forma intuitiva y eficiente, la figura 9 muestra el entorno del software WinCC TIA Portal V13.

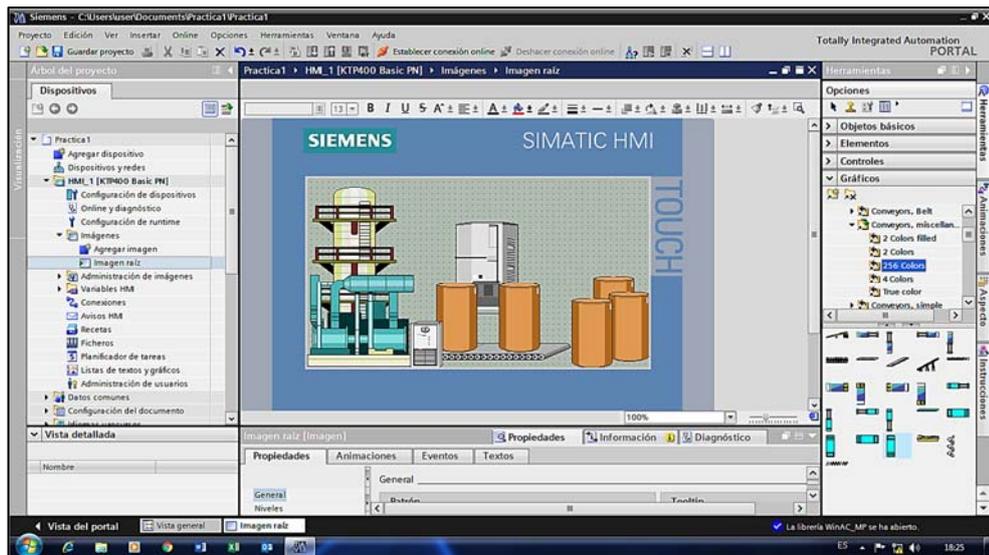


Figura 9. Entorno WinCC Basic V13 (TIA Portal).

Para el desarrollo de las prácticas propuestas, usaremos la aplicación grafica de diseño WinCC, donde es importante conocer las direcciones de datos o espacios de memoria, que vamos a vincular entre el controlador y el HMI, se bautizar cada espacio de memoria con un nombre (asignarle un Tag), para el desarrollo ordenado de la lógica.

### 2.4 Contactor.

Es un elemento electromecánico, comúnmente utilizado para polarizar motores eléctricos, y arrancarlos desde su estado de reposo. Existen muchos fabricantes de diversos modelos, de diferente potencia de carga, con adaptaciones de accesorios de protección, accesorios de accionamiento, etc. Pero todos tienen el mismo principio de funcionamiento.

Están constituidos por una espiral de alambre de cobre (bobina), la cual se monta sobre un núcleo (generalmente de ferrita), tiene un conjunto de contactos eléctricos (de baja y alta potencia), los que están adheridos a un martillo metálico el cual es móvil y para

retornar a su posición inicial cuenta con un resorte, en la figura 10 se puede observar el despiece interno de un contactor.

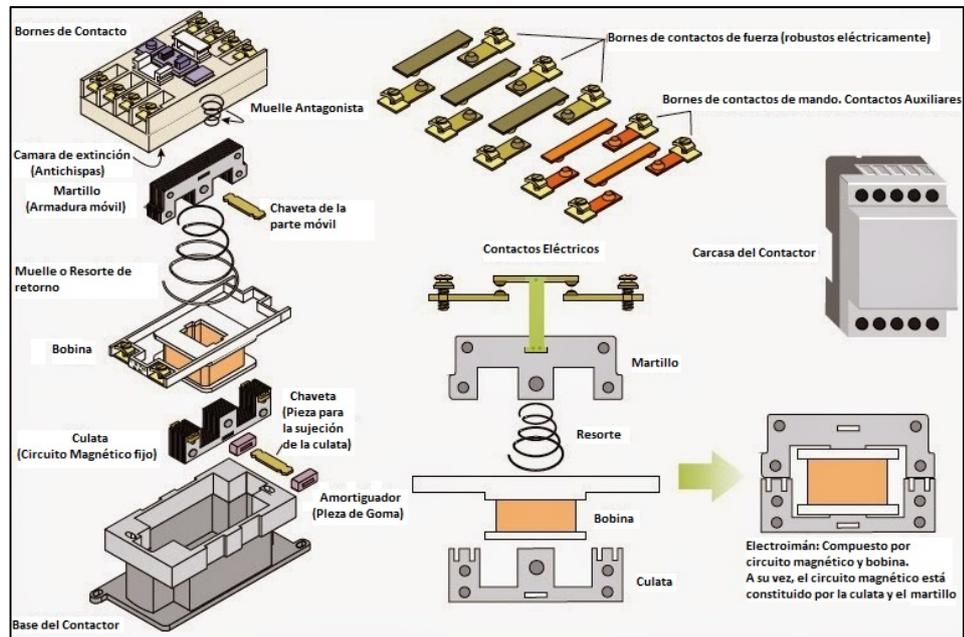


Figura 10. Despiece de un contactor [4].

Cuando se hace circular una corriente eléctrica, a través del bobinado, se genera un campo electromagnético lo suficientemente fuerte para empujar el martillo, y accionar los contactos de fuerza y control.

Cuando se corta la energía eléctrica al contactor, el campo electromagnético desaparece, el martillo es accionado por el resorte a retornar a su posición inicial, en donde los contactos eléctricos quedan abiertos, la figura 11 muestra un contactor Schneider de los que se utilizan en el módulo repotenciado.



Figura 11. Ejemplo de gama de contactores [5].

### 2.4.1 Contactos auxiliares.

Este elemento, es una herramienta adicional, que se monta sobre el contactor, su objetivo es aumentar la cantidad de contactos eléctricos que manejaran señales de control y puede ser usado para cargas de baja potencia luces indicadoras, alarmas sonoras, activación de otros contactores o como señales de retorno a un controlador, para alguna confirmación, la figura 12 muestra un bloque auxiliar de contactos.



Figura 12. Esquema de un bloque de contactos auxiliares.

Se monta sobre guías preparadas y diseñadas en el contactor, su accionamiento es mecánico, cuando se activa el contactor, el martillo también acciona al mecanismo del bloque de contactos y al liberar la alimentación del contactor, el martillo retorna a su posición por el resorte y a su vez también el bloque auxiliar queda en su estado inicial.

### 2.5 Router TP-LINK TL-WR840N

La palabra Router se puede traducir al español como enrutador, ruteador o encaminador. Se trata de un hardware que permite interconectar computadoras que operan dentro de una red.

El Router se encarga de establecer qué ruta se destinará a cada paquete de datos dentro de una red informática. Puede ser beneficioso en la interconexión de computadoras, en la conexión de los equipos a Internet o para el desarrollo interno de quienes proveen servicios de Internet [6].

Los Router que se emplean en viviendas particulares y se conocen como **SOHO**. Estos dispositivos permiten que varios equipos tengan acceso a banda ancha por medio de una red virtual privada.

Los routers residenciales se encargan de traducir las direcciones de red en vez de llevar a cabo el enrutamiento (es decir, no conecta a todos los ordenadores locales a la red de manera directa, sino que hace que los distintos ordenadores funcionen como un único equipo) [6], la figura 13 muestra el enrutador utilizados en los módulos.



Figura 13. Router TpLink TL-WR840N [6].

Existen routers inalámbricos, que funcionan como una interfaz entre redes fijas y redes móviles (**Wifi**, **WiMAX**). Los routers inalámbricos comparten similitudes con los routers tradicionales, aunque admiten la conexión sin cables a la red en cuestión [6], la figura 14 muestra el despliegue de la señal del enrutador.



Figura 14. Router, despliegue de conexión inalámbrica [7].

Y todo ello sin olvidar la existencia de los llamados routers ADSL que se caracterizan por ser aquellos que permiten tanto el poder conectar al mismo tiempo una o varias redes de tipo local como también uno o varios equipos [6].

Eso viene a dejar patente que este dispositivo tiene varias misiones y cumple más de una función, actúa como módem ADSL, como una puerta de enlace de una red local a lo que es el exterior y también como encaminador [6].

## 2.6 Motor Eléctrico.

El motor es una máquina giratoria, la cual transforman energía eléctrica en energía mecánica de rotación. Este efecto de giro, es producido por la acción de campos magnéticos, que son generados cuando energizamos las bobinas del motor. Este elemento presenta múltiples ventajas, son económicos, limpios, robustos, el motor eléctrico ha reemplazado a otras fuentes de energía y son muy utilizados en la industria [8], la figura 15 muestra el motor eléctrico utilizado para el presente proyecto técnico.



Figura 15. Motor eléctrico ABB utilizado en el proyecto.

Su funcionamiento se basa en las fuerzas de atracción y repulsión electromagnéticas, la energía eléctrica genera los polos de un imán y por su posición física estos polos se atraerán o se repelerán. Estos polos se generan en el bobinado, al hacer circular una corriente eléctrica por sus espirales [8].

### 2.6.1 Partes de un motor Eléctrico.

Los motores eléctricos están conformados mínimos por seis partes básicas:

- **Estator.** Es la parte fija del motor, donde se encuentran montadas las bobinas de alambre, entre bobinas se encuentran láminas de ferrita, las que minimizan las pérdidas del campo magnético. Además, los extremos de las bobinas van conectadas directamente a las terminales o bornes de conexión del motor [8].

- **Rotor.** Es la parte móvil de la maquina eléctrica, está compuesta por un eje, el que se soporta sobre rodaduras, este rotor también lo conforma un bobinado, el cual forma los polos por la inducción del campo magnético del estator [8].

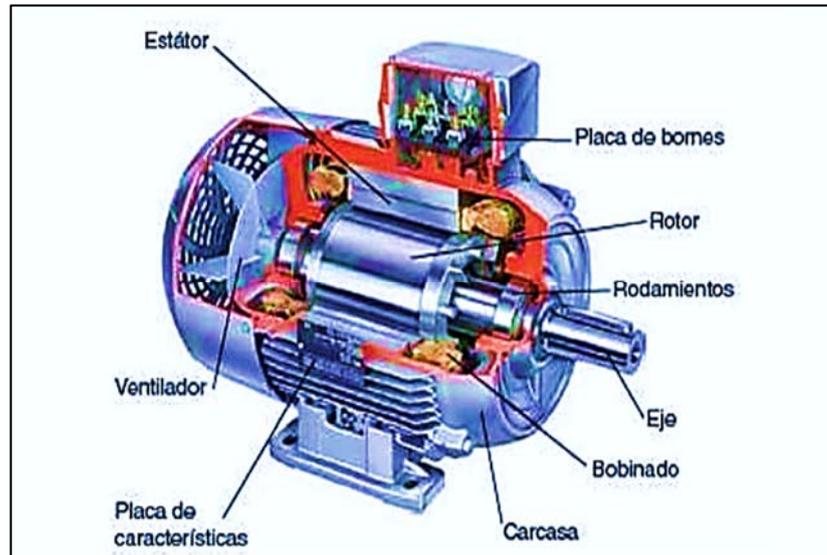


Figura 16. Despiece de un motor eléctrico [9].

- **Rodamientos.** Es un elemento mecánico, el cual acopla al eje y la base que soporta al sistema giratorio, permite que el eje pueda rotar sin que exista resistencia mecánica (fricción), garantizando siempre la misma posición del eje [8], la figura 16 grafica las partes internas comprendidas en un motor.
- **Escobillas.** Se trata de dos piezas de carbón, los que acoplan la maquina con las bobinas del motor, los carbones provocan el contacto eléctrico para que la energía eléctrica, alimente al bobinado del rotor [8].
- **Colector de delgas.** Se trata de un sistema conmutador, el cargado de cambiar el sentido de la corriente entre el rotor y el circuito externo [8].
- **Eje.** Es el elemento encargado de transmitir la energía mecánica resultante, hacia el exterior del motor [8].

## 2.7 Supervisor de voltaje.

Es un elemento eléctrico de protección, el cual monitorea constantemente, la energía eléctrica que alimenta a un circuito eléctrico. Existen supervisores de diversos fabricantes, diferentes niveles de voltaje de monitoreo, inclusive cada vez más compactos.

Su principio de funcionamiento se basa en censar la magnitud del voltaje y que se mantenga siempre constante, si el dispositivo detecta una pérdida del nivel de voltaje en magnitud, el dispositivo expresa este defecto, abriendo o cerrando un contacto eléctrico de libre potencial, generalmente este elemento interactúa directamente a las cargas monofásicas y trifásica cortando la alimentación del contactor de fuerza.

El dispositivo empleado para este trabajo tiene diversos niveles de censado. Protege por pérdida de fase, inversión de fase, desbalance en las líneas de alimentación, sobre y bajo voltaje. Puede seleccionarse entre 8 niveles de voltaje que puede supervisar, umbral de sobre voltaje, umbral de bajo voltaje, configuración de tiempo de retardo de disparo y tiene indicadores de estado de alimentación y desconexión, la figura 17 muestra nuestro supervisor empleado en el proyecto.



Figura 17. Supervisor de voltaje AVTek.

## 2.8 Variador de frecuencia.

Un variador de frecuencia, es un dispositivo electrónico el cual tiene la capacidad de poder establecer una magnitud de frecuencia variable, aprovechando esta característica, podemos variar la velocidad rotacional de un motor eléctrico de corriente alterna. La física establece que la frecuencia es directamente proporcional a la velocidad rotacional, tomando en consideración la figura 18 muestra la ecuación.

$$\omega = 2\pi f$$

Figura 18. Ecuación de velocidad angular.

Para que el variador pueda generar diferentes frecuencias, debe cumplir 3 etapas principales:

- **Rectificación.** Esta etapa cuenta con un puente rectificador de corriente alterna, toma el voltaje alterno de alimentación de onda sinusoidal y lo transforma a corriente continua, para poder manejarla en las etapas siguientes.
- **Filtrado.** Esta etapa toma la resultante rectificadora, y llena los espacios que existen dentro de esta corriente, al finalizar esta etapa tenemos, una corriente continua a plenitud.
- **Inversor.** Aquí utilizando un circuito electrónico de disparos, con ayuda de transistores de potencia, invertimos la corriente continua, resultando una corriente alterna de onda cuadrada. En esta etapa con el manejo de las señales de disparo adecuadamente, controlamos el periodo de la onda e implícitamente variamos la frecuencia de salida, a continuación, la figura 19 muestra las etapas de funcionamiento de un variador.

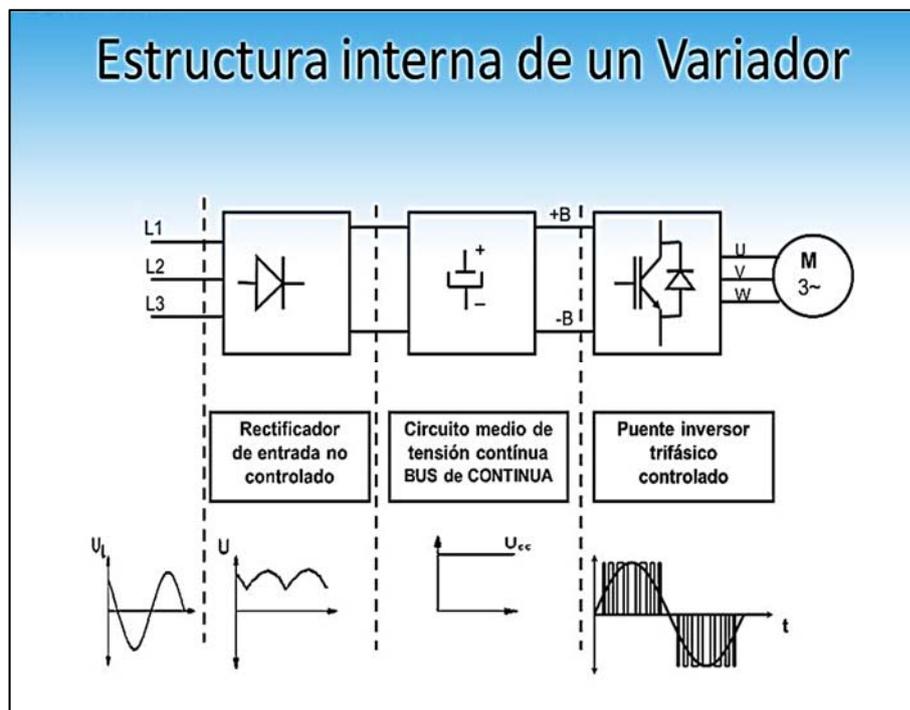


Figura 19. Estructura de bloque de un variador de frecuencia [10].

En específico para el presente proyecto se utilizará el variador de frecuencia siemens G110, se trata de un equipo que puede ser alimentado monofásicamente con voltaje de 220 Vac, y puede controlar una carga trifásica de 220 Vac, la potencia máxima de la carga que puede alimentar es 1 hp.

Este variador de frecuencia es de gama baja, entre sus accesorios destacamos el módulo de programación BOP, que es la herramienta que permite parametrizar el variador, la figura 20 muestra el variador utilizado.



Figura 20. Variador de frecuencia siemens G110.

Existe un listado de parámetros básicos obligatorios, utilizados para la puesta en marcha del variador, a continuación, presentamos la tabla 1 con los parámetros y una breve descripción.

Tabla 1. Parámetros básicos variador de frecuencia G110 [11].

Parámetro	Nombre	Set. Aplicación
100	Europa/ Norte América	1
304	Tensión nominal del motor	220
305	Corriente nominal del motor	1.3
307	Potencia nominal del motor	0.4
308	Factor de potencia del motor	0.85
310	Frecuencia nominal del motor	60
311	Velocidad nominal del motor	1674
700	Selección de la fuente de ordenes	2
1000	selección de la consigna de frecuencia	2
1080	Velocidad mínima	0
1082	Velocidad máxima	60
1120	Tiempo de aceleración	10
1121	tiempo desaceleración	10
3900	Fin de puesta en servicio	0

## 2.9 Guarda motor Ebasee egv2-m10 4-6.3 A.

Es un elemento electromecánico de protección de sobrecarga. Cuando en el circuito eléctrico se presenta una subida anormal en el consumo de corriente de una carga, internamente en el guardamotor un mecanismo dispara los contactos que alimenta a la carga. Cuenta con un regulador de corriente de disparo, contactos abiertos y cerrados para enviar señales alarmas y un mecanismo estándar para el montaje sobre riel DIN, la figura 21 modela al elemento del proyecto.



Figura 21. Guardamotor (protección por sobrecarga).

## 2-10 Fusible Camsco r 14-20-2 AMP.

Es un elemento eléctrico de protección de corto circuito, fabricado con cerámica. Cuando en el circuito eléctrico se presenta el aterrizado de una de las líneas de alimentación, se genera una elevación de la corriente, esto es detectado por el fusible (internamente se funde un filamento, el cual esta dimensionado para resistir una determinada corriente, provocando que en el circuito se corte la alimentación), protegiendo nuestros equipos, la figura 22 muestra los fusibles usados en el proyecto.



Figura 22. Fusible (protección de disparo rápido).

## 2.11 Transformador de mando.

El Transformador es un elemento eléctrico que nos permite manejar los niveles de voltaje para alimentar nuestros circuitos eléctricos, existen transformadores elevadores y reductores.

Está constituido por dos devanados un primario, un secundario y por un núcleo, al alimentar el primario se produce un campo magnético, el cual interactúa en el secundario induciendo un voltaje, que dependerá de la relación del número de espiras de cobre entre la bobina primaria y secundaria, la figura 23 grafica al transformador.



Figura 23. Transformador de mando que se utilizada en cada Maleta Didáctica.

## 2.12 Pulsador.

Es un elemento eléctrico de accionamiento manual, el cual, al accionarse cierra o abre internamente contactos eléctricos, y al soltar el elemento, este regresara a su posición inicial. Si conectamos correctamente un pulsador, podremos accionar cargas eléctricas, la figura 24 presenta los pulsadores utilizados.



Figura 24. Pulsadores.

### 2.13 Luces piloto.

Se conocen así, a los indicadores luminosos que se utilizan en los circuitos eléctricos, para representar las activaciones de las cargas, o también para indicar alarmas, fallos y disparos de protecciones, la figura 25 muestra las luces piloto.

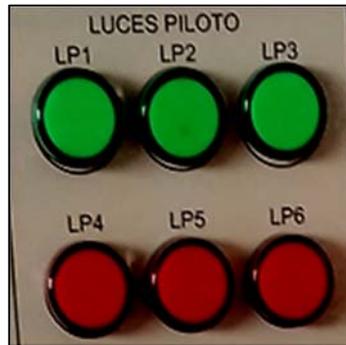


Figura 25. Luces Piloto

### 2.14 Selector.

Es un elemento eléctrico de accionamiento manual con retención el cual, al accionarse cierra o abre internamente contactos eléctricos, para que este regrese a su posición inicial, se debe accionar manualmente.

También tenemos selectores con retorno al centro los que al accionar manda una señal y al soltar retornan a su estado inicial, existen selectores de 2 y 3 posiciones, la figura 26 muestra al selector.



Figura 26. Selector.

### 2.15 Temporizador.

El temporizador es un dispositivo electromecánico de activación y desactivación (on delay-off delay), en el cual podemos regular el periodo de tiempo de espera para realizar la conexión o desconexión de un circuito eléctrico, este elemento cuenta con un contador interno fundamental para su funcionamiento, al girar la perilla frontal

podemos controlar el tiempo de activación, además cuenta con 2 mini interruptores los cuales se utilizan para cambiar la base del tiempo programado con la perilla, podemos cambiar a segundos, minutos y horas, la figura 27 muestra un temporizador.



Figura 27. Temporizador Camsco AH3.

## 2.16 Breaker.

Un breaker o disyuntor es un elemento de protección eléctrica con la capacidad de abrir o interrumpir un circuito después de cualquier falla por sobrecarga o cortocircuito, que a diferencia de un fusible cuya función es la misma, pero al dispararse el fusible este debe ser reemplazado por un elemento nuevo, la figura 28 muestra los tipos de breakers.



Figura 28. Breaker Camsco de 1, 2 y 3 Polos.

La ventaja que tiene el breaker es que puede ser reactivado en el caso de existir algún disparo, existen una gama de elementos de diferente nivel o intensidad de corriente, se utilizan para protección de circuitos de control y de fuerza, generalmente se instala un breaker por cada línea de voltaje de nuestro circuito, por lo cual pueden ser de 1, 2 o 3 polos (un breaker por línea o polo de voltaje).

## 2.17 Baliza Luminosa.

Son elementos indicadores visuales, que permiten expresar un suceso o alerta en un circuito eléctrico, posee unacrílico protector de colores, un bombillo incandescente y en muchos casos una base adaptable.

Al recibir una señal eléctrica se activa el bombillo y elacrílico cambia su matiz de oscuro a claro, estos elementos vienen en varias presentaciones rojo, verde, amarillo azul y naranja son los más utilizados, generalmente cada color identifica un evento en nuestro circuito, la figura 29 presenta las balizad utilizadas.



Figura 29. Baliza Schneider Electric XVB C33, XVB C34 y XVB C21.

## 2.18 Fuente Industrial.

Las fuentes AC-DC son utilizadas para alimentar dispositivos dentro de un entorno industrial, esto con el fin de evitar utilizar transformadores reductores, nuestro elemento en nuestro caso tiene la característica de trabajar con una tensión de entrada de 100-240VAC y entrega una salida de 24VDC (voltaje de control), su función es polarizar a nuestra pantalla HMI y al módulo de entradas análogas integrado al Logo, la figura 30 muestra la fuente rectificadora.



Figura 30. Fuente Industrial DR 60 – 24.

## 2.19 Relé.

Es un elemento electromagnético de accionamiento eléctrico, estimulado por una corriente eléctrica pequeña cuya acción abre o cierra un contacto libre potencial, y activan o desactivan circuitos eléctricos, la figura 31 muestra un relé.

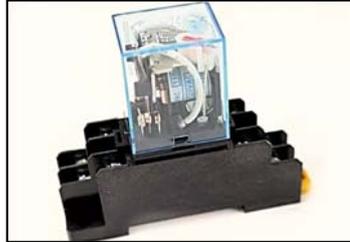


Figura 31. Relé Camsco MY2.

## 2.20 Amperímetro.

El amperímetro para panel es un elemento usado para medir la cantidad de intensidad de corriente eléctrica que consume una carga al ser accionada, en la figura 32 apreciar la forma física del amperímetro.



Figura 32. Amperímetro de Panel Camsco CP – 72.

## 2.21 Potenciómetro.

Este elemento es una resistencia, pero con magnitud variable que al manipularse se obtiene entre el terminal central y uno de los extremos un valor Óhmico diferente en la resistencia, la figura 33 muestra el potenciómetro usado en el proyecto.

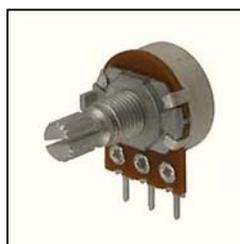


Figura 33. Potenciómetro.

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Antecedentes.

Se propone repotenciar 3 módulos didácticos, que se utilizan en el Laboratorio de Redes Industriales & Scada, los cuales se desarrollaron en una tesis de grado anterior, por los compañeros Miguel Cevallos Tixi y Carlos Huiracocha Salavarría, las maletas fueron nombradas con las abreviaciones C-H 1, C-H 2 y C-H 3, como se observa en la Figura 34.



Figura 34. Vista Interna (Banco de pruebas), antes de la repotenciación.

En esta oportunidad de mejorar estos módulos inicialmente mantendrán sus nombres, se busca actualizar la maleta con componentes nuevos, con tecnología suficiente para establecer una red básica de comunicación Ethernet, los elementos permitirán desarrollar prácticas experimentales, que elevarán el nivel de conocimiento de los estudiantes de ingeniería.

Culminado el montaje de la maleta repotenciada se formulará un material, el cual describe 9 prácticas técnicas operativas, que servirán como un material de apoyo para la puesta en marcha de proyectos más complejos, como resultado la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, contará con más herramienta experimentales para ampliar los laboratorios de Scada.

### **3.2 Diseño del módulo didáctico.**

ANTECEDENTES: El paso inicial para la puesta en marcha de este proyecto se consideraron los siguientes aspectos:

- Elaboración digital del diseño estructurado en formato CAD 2018, referente a la posición de los elementos eléctricos al interior del módulo didáctico, tomando en cuenta la estandarización de los equipos en los módulos.
- Aprobación del diseño físico de disposición y elementos al interior del módulo por parte del tutor.
- Considerando el aumento de los elementos eléctricos (implica que las terminales en la lámina de conectores rápidos también se incrementen), en este caso se toma las medidas de los módulos en cuestión, se optimiza los espacios en la lámina de conectores, y se ordena los conectores de cada elemento de tal forma que la distribución sea estética y acorde a la estandarización de los módulos repotenciados en el laboratorio.

Para ello debemos recordar que se reutilizarán los componentes existentes, detallamos los dispositivos industriales que se añadirán:

- 1 pantalla HMI KTP 400 SIEMENS
- 1 módulo de Expansión de entradas analógicas marca SIEMENS para el LOGO
- 1 Router Multi modo marca TPLINK
- 1 motor trifásico de 12 terminales marca ABB
- 1 baliza Harmony desmontable marca Schneider Electric
- 1 linterna estroboscópica Led.
- 1 galvanómetro para la detección de los picos de corriente de arranque
- 1 temporizador eléctrico.
- 1 supervisor de voltaje AVtek.
- 1 variador de frecuencia SIEMENS G110.

Para obtener el modelo final que presentamos en este proyecto, se diseñaron cuatro alternativas diferentes, con la distribución de los elementos a continuación, se expone el modelo aprobado por consejo de carrera de la Universidad Politécnica Salesiana, en la Figura 35 se muestra la distribución de la lámina de conectores rápidos y en la figura 36 se muestra la distribución de los elementos.

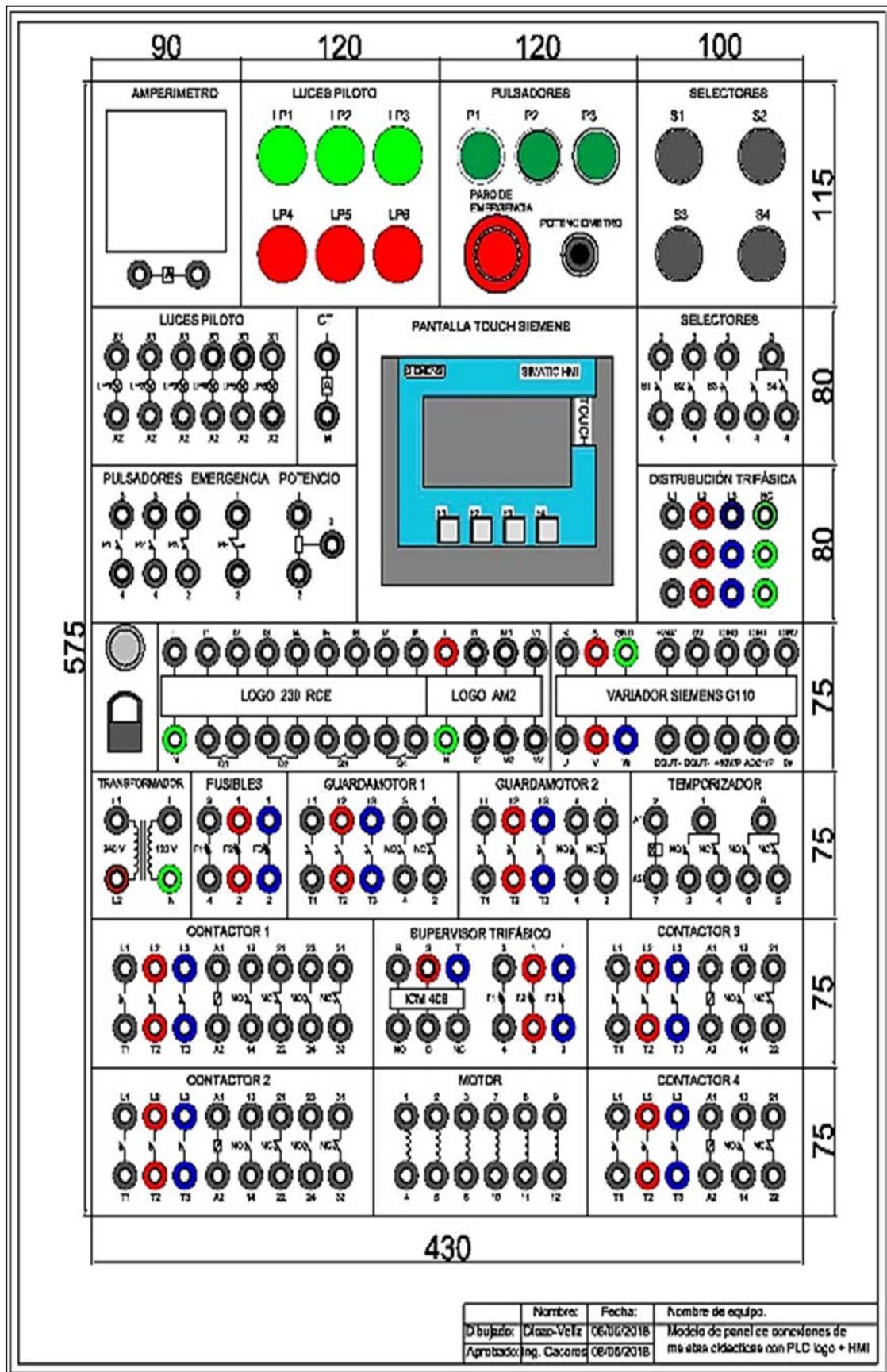


Figura 35. Esquema propuesto, lámina de conectores rápidos.

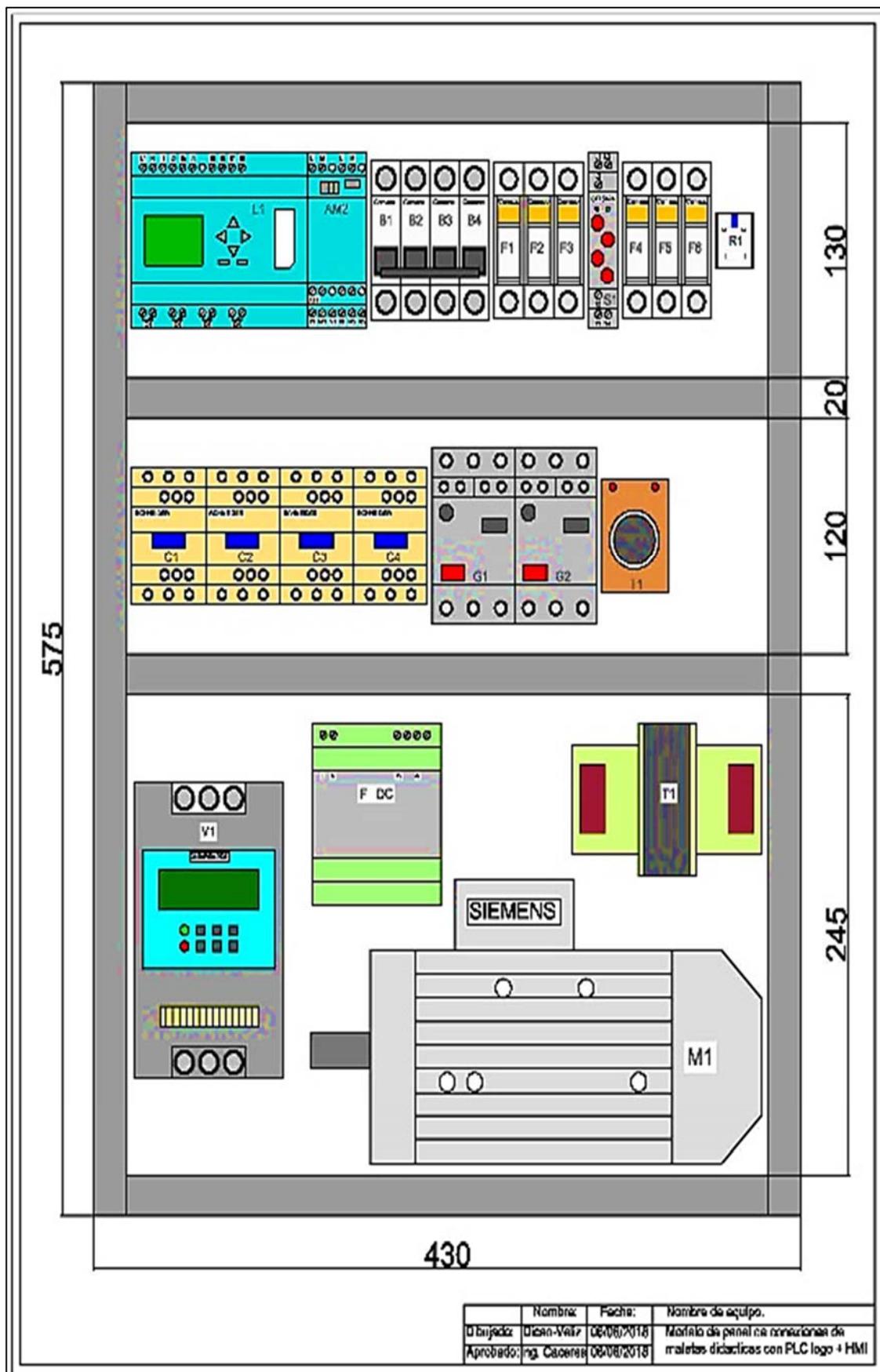


Figura 36. Esquema propuesto, distribución de elementos.

### 3.3 Diseño del Panel de Conexiones.

El cuerpo del módulo está protegido por una estructura metálica la cual, en su interior se distribuye en dos partes, una placa de conectores rápidos, adaptada con bisagras y cerradura metálica, en donde se ubican todos los conectores hembra de los elementos (banana hembra) Figura 37 muestra los conectores rápidos.

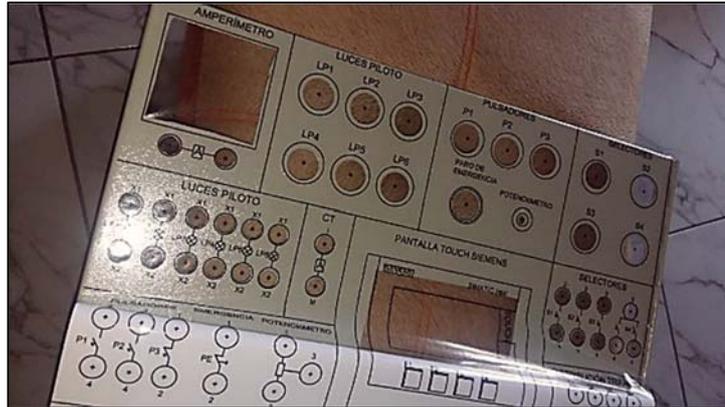


Figura 37. Diseño de Conexiones en CAD.

Desmontar la placa de conectores rápidos utilizando un taladro, removemos los remaches que sujetan la placa al cuerpo del módulo, se retiran cada uno de los elementos y bananas hembra montados en el antiguo diseño, y con la placa nueva, pegamos la serigrafía de los elementos y perforamos los orificios para el montaje del nuevo diseño (Cabe mencionar que la distribución de los elementos, se repartieron de forma simétrica), la figura 38 muestra la lámina con terminales rápidos montados.

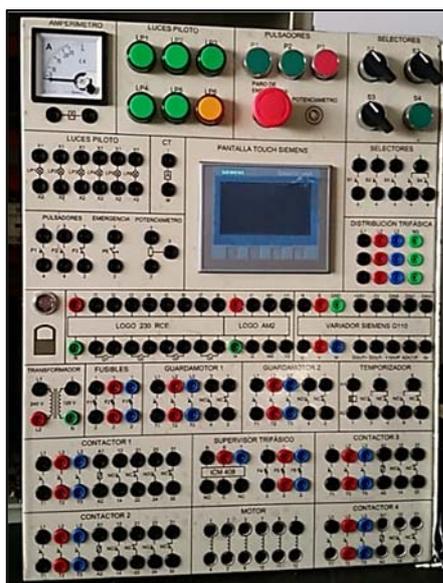


Figura 38. Lámina de conectores rápidos nueva.

### 3.4 Diseño de distribución de elementos eléctricos.

Tomamos la segunda parte del módulo (plafón de elementos eléctricos), retiramos las tapas de las canaletas plásticas y con ayuda de un rache con dado de 13 mm, retiramos las tuercas que sujetan esta sección. Con ayuda de un destornillador plano (bornero), retiramos cada uno de los elementos montados sobre los rieles DIN, la figura 39 muestra el plafón de elementos eléctricos.



Figura 39. Plafón de elementos eléctricos.

Procedemos a instalar canaletas nuevas, riel DIN a la nueva medida, colocamos los elementos siguiendo el esquema modelado en la figura 36, montamos el plafón nuevamente sobre los pernos soportes de la maleta, tomando las precauciones para no lastimar el vinil de la serigrafía ni tampoco producir rayones en la pintura de la placa, colocamos las tuercas de ajuste, la figura 40 muestra el plafón de elementos.



Figura 40. Plafón de elementos eléctricos y motor nuevo.

En la base donde reposa el motor, se toma las medidas adecuadas para anclar el motor, se realizan las perforaciones sobre el plafón y se instala el motor eléctrico.

Adicional se instala una caja sobrepuesta, con tres funciones diferentes, sus prestaciones serán: tomacorriente de energía eléctrica (disponible con 110 Vac, para alimentar computador portátil). Jack RJ-45 Cat 5e (para conexión de red Ethernet, en caso de utilizar computador sin conexión Wireless) y un interruptor de un polo (Acciona el encendido de la pantalla HMI), la Figura 41 muestra los elementos.



Figura 41. Elementos de la caja sobrepuesta.

### 3.5 Cableado de elementos y plafón de terminales.

Se realiza la medición de la longitud de cada cable y se conecta a las terminales eléctricas de cada elemento, se utilizó un conductor calibre #18 tipo THHN super-flex, como accesorios del cableado, se utiliza terminales de ojo, terminales punteras hueca, marquillas plásticas para cables, espiral plástica para proteger los conductores, amarras plásticas para agrupamiento de conductores, tubo termo retraible, para los terminales eléctricos esto lo podemos observar en la Figura 42.



Figura 42. Cableado de elementos de Control y Fuerza.

Esta secuencia de conexiones, se realiza utilizando el diagrama de conexiones eléctricas adjuntado en la sección de anexos. Cada conductor tiene una numeración única en sus extremos, para la identificación rápida, y seguimiento de líneas eléctricas en caso de problemas de desconexión, cada línea se extiende desde la terminal eléctrica hacia la terminal del conector banana en el plafón, culminados los enlaces eléctricos, se agrupa y ordena los cables estéticamente, lo apreciamos en la figura 43.



Figura 43. Cableado de tablero de conectores rápidos.

### 3.6 Instalación de accesorios.

Para mejorar el funcionamiento del módulo didáctico, se instala una baliza tipo torre Schneider Electric como vemos en la Figura 44, la que consta de una base de conexiones, y dos luminarias color rojo y verde.



Figura 44. Baliza tipo torre.

Cuando se conecta el módulo a la red trifásica, inmediatamente la baliza de color rojo se encenderá, lo cual nos indica que la maleta está conectada a la red, pero aún se encuentra desenergizado los elementos eléctricos internos.

Cuando accionamos el breaker principal, se energiza la distribución interna del módulo, e inmediatamente la baliza roja, se apaga y se enciende la baliza verde, lo cual nos indica que podemos desarrollar nuestras prácticas, pero con cuidado ya que tenemos energía eléctrica activa en el módulo, la conexión sugerencia de la Columna la presentamos en la Figura 45.

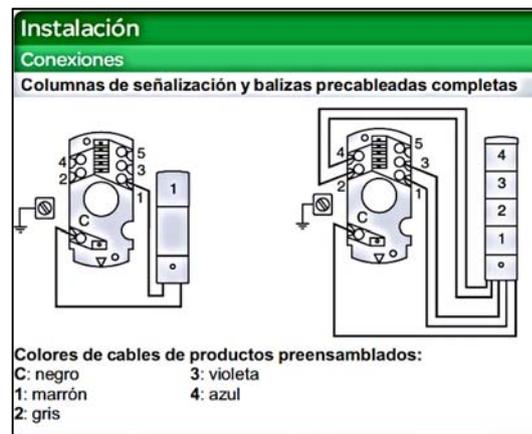


Figura 45. Diagrama de Conexiones de la Columna de Señalización.

### 3.7 Módulo terminado.

Al final el proceso de montaje tenemos el producto terminado, en la figura 46 se observa el módulo con las mejoras y sugerencias materializadas, para descartar problemas en las conexiones se realiza comprobación de continuidad con el multímetro (Fluke), entre la terminal de cada elemento y la terminal de la bornera banana.

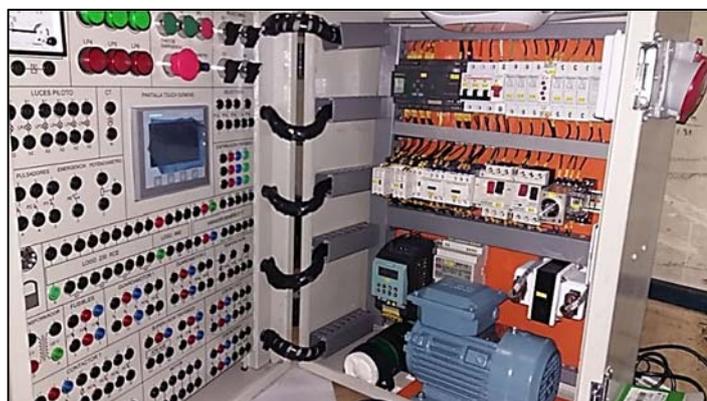


Figura 46. Módulo finalizado – Elementos de Control y Fuerza.

### 3.8 Configuración de dirección IP

Establecemos por medio de un diagrama de bloques, las direcciones IP, de cada dispositivo, con sus direcciones MAC, y su correspondiente mascara esto lo apreciamos en la Figura 47. El objetivo es definir que cada dispositivo tenga una dirección IP propia, sin que exista posibilidad de repetirse las direcciones en la RED.

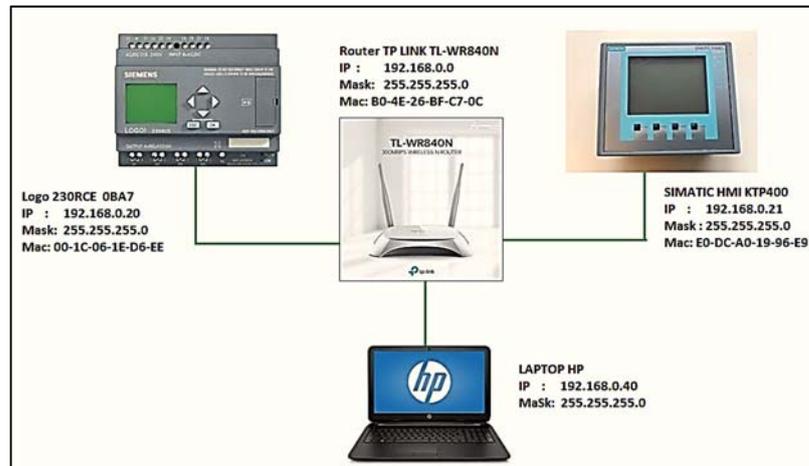


Figura 47. Diagrama en bloque de direccionamiento IP de los dispositivos.

En caso de presentarse una repetición de direcciones IP en la red, eso generaría un conflicto y los dispositivos que tengan las IP repetidas no entrarían en comunicación.

#### 3.8.1 Configuración IP de Laptop.

Encendemos nuestro computador portátil, y mientras se carga el sistema operativo, utilizando un cable de RED Categoría 5e con terminales tipo RJ-45, conectamos el computador con el Router como observamos en la Figura 48, por medio de un punto de red que se ubica dentro de nuestros **Módulos de Trabajo**.



Figura 48. Conexión del cable RJ45 en el puerto P1.

Damos clic al botón de **Inicio** del sistema operativo, buscamos **Panel de Control** y damos clic sobre su icono, en la ventana abierta nos dirigimos al menú **Redes e Internet**, y damos clic sobre **Centro de Redes y Recursos Compartidos**, aparece una ventana como se muestra en la Figura 49.

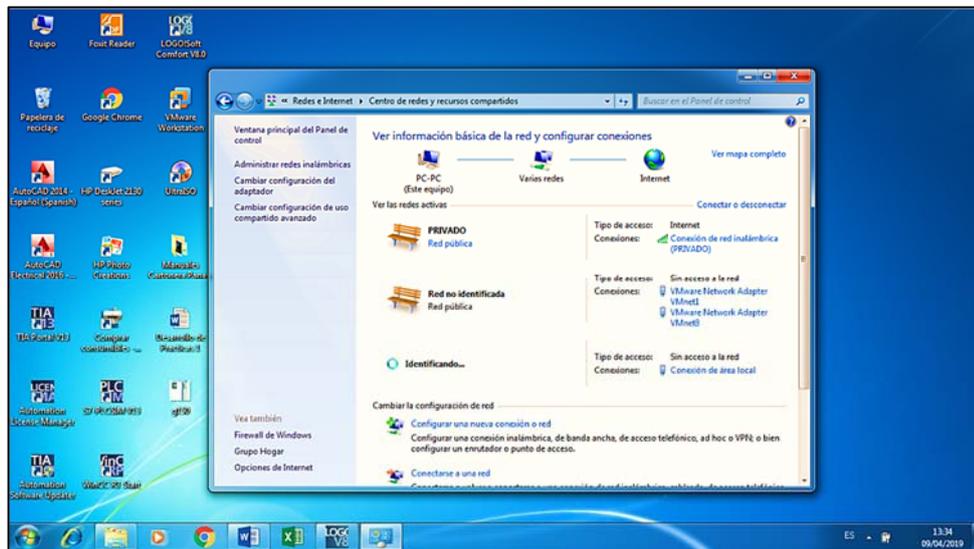


Figura 49. Ventana de centro de redes y recursos.

En el desplegable, buscamos **Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)**, damos doble clic, y se abre la venta para establecer la dirección IP del computador como vemos en la Figura 50, habilitamos **Usar la siguiente dirección IP:** y escribimos 192.168.0.40, en la máscara colocamos 255.255.255.0 y en la puerta de acceso 192.168.0.1, y damos clic en aceptar, en todas las ventanas abiertas.

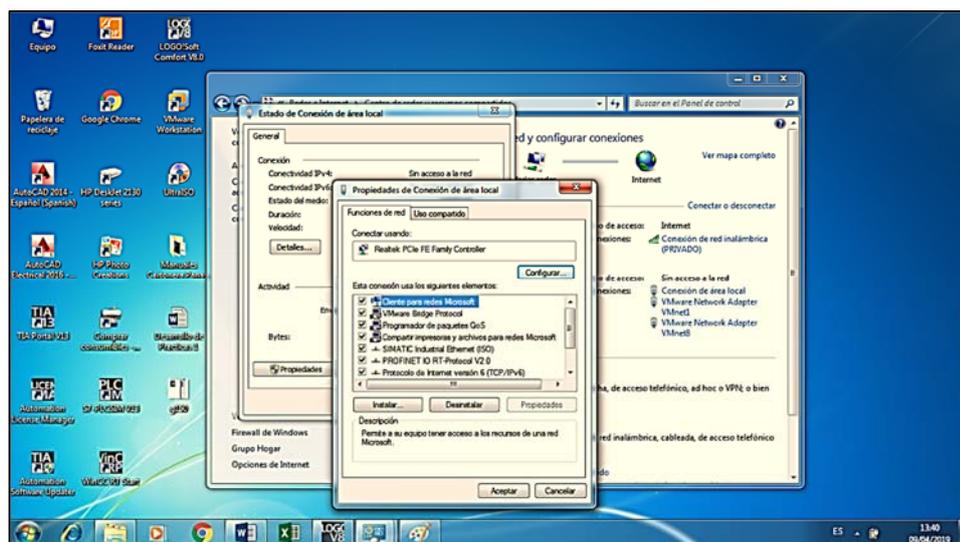


Figura 50. Ventana de configuración dirección IP de computador.

En la ventana abierta damos clic sobre **Conexiones de Área Local**, lo mostramos en la Figura 51, ocasionará que una nueva venta aparezca (estado de conexión de área local), aquí damos clic al botón de **Propiedades** y abriremos otra venta, **propiedades de conexión de área local**.

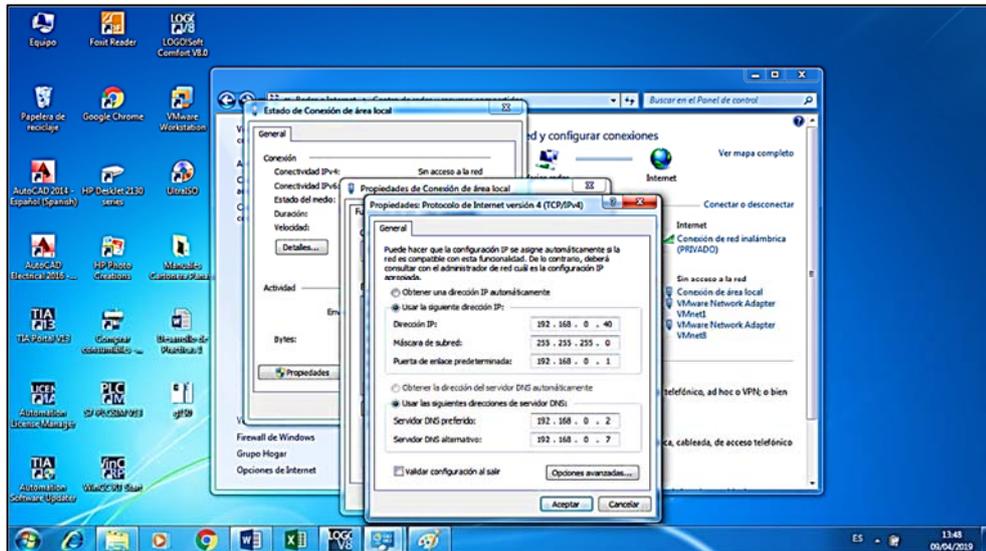


Figura 51. Ventana de propiedades de conexión de área local.

Notaremos que el icono de red de nuestro computador sale con una señal de advertencia, Figura 52 muestra la imagen de la conexión, esto indica que tendremos conexión desde nuestro equipo con el router pero sin servicio de internet, en estas condiciones nuestro router nos entregara una dirección **IP automática** la cual nos ayudara a conectarnos.

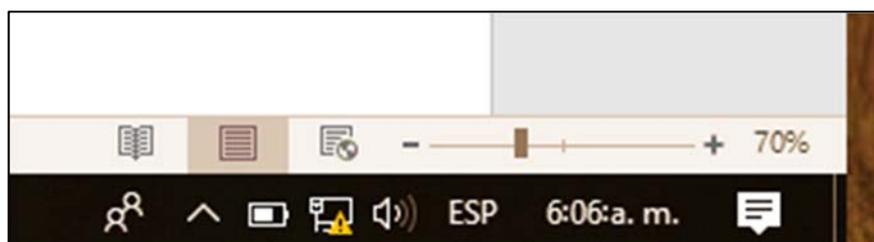


Figura 52. Estado de la conexión PC – Router.

### 3.8.2 Configuración de Router TP Link.

Según la marca y el modelo este tipo de dispositivos tiene por defecto de fabrica la dirección **IP = 192.168.0.1**, para acceder a las configuraciones del enrutador, abrimos nuestro navegador web y digitamos la dirección IP antes mencionada, donde el usuario

y la contraseña son: **Usuario:** admin, **Contraseña:** admin, se abrirá una ventana nueva como observamos en la Figura 53.



Figura 53. Pantalla de acceso a la configuración del Router.

Dentro del ambiente de configuración del Router, entre las opciones de la ventana en la parte izquierda nos dirigimos a la opción de **Modo de Operación**, seleccionar si no lo está la opción de **Router Inalámbrico** y guardamos los cambios realizados, la Figura 54 muestra la ventana de configuración.

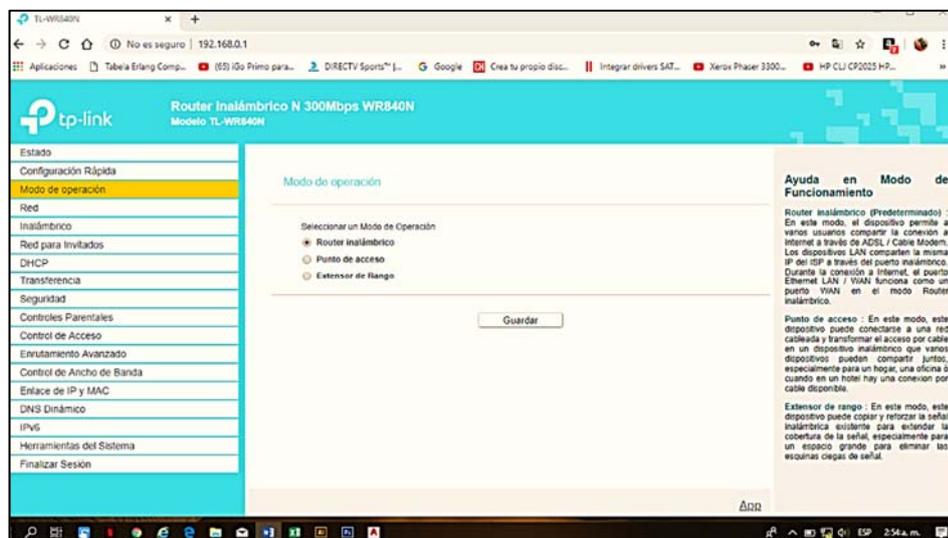


Figura 54. Pantalla de Modo de configuración.

Luego nos dirigimos nuevamente al menú de opciones que está del lado izquierdo de la pantalla y elegimos la opción **Inalámbrico**, dentro de esta opción podremos colocar un nombre para nuestra red inalámbrica, así como la contraseña de acceso a dicho equipo, para la aplicación de nuestro modulo, tomara como nombre de la red **Modulo**

CH – DV 1, seguido a esto seleccionamos la opción guardar para que los parámetros queden registrados. La Figura 55 muestra la ventana de la configuración de la red.

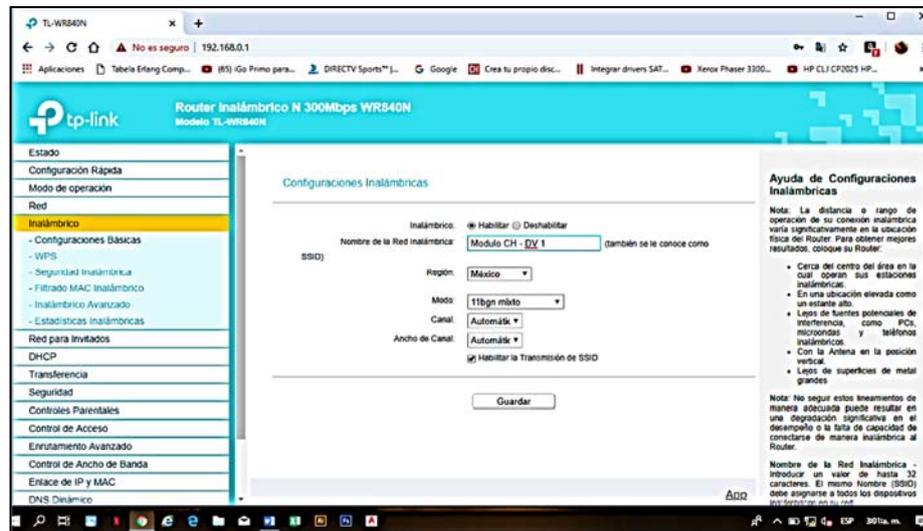


Figura 55. Acceso y cambio del nombre de la Red Wi-Fi.

El siguiente paso es colocar una contraseña a nuestro Router para el acceso inalámbrico, nos dirigimos dentro de la opción **Inalámbrico (Seguridad Inalámbrica)**, y dejamos colocado la opción **WPA/WPA2 – Personal (Recomendado)**.

En **Versión** queda la misma opción señalada que es **WPA2 – PSK**, y en **Contraseña Inalámbrica** colocamos una palabra alfanumérica a nuestra elección, en este caso elegimos **LabScada1**, nuevamente guardamos los cambios realizados lo apreciamos en la Figura 56 la ventana con los cambios descritos.

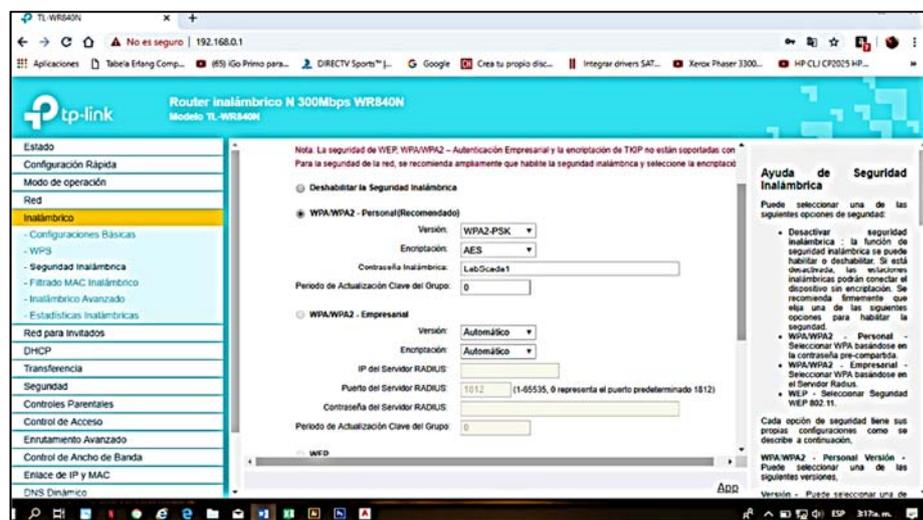


Figura 56. Configuración de nombre y contraseña del modo inalámbrico de nuestro Router.

Una vez realizados todos estos pasos podemos desconectar el cable de red que nos sirvió para configurar el Router y su red inalámbrica, a continuación, activamos la antena WI-Fi de nuestra portátil para ubicar nuestro dispositivo, recordando el nombre y autenticación anteriormente configuradas, Figura 57 muestra la conexión WI-Fi.

Nombre SSID: **Modulo CH – DV 1**  
 Contraseña: **LabScada1**

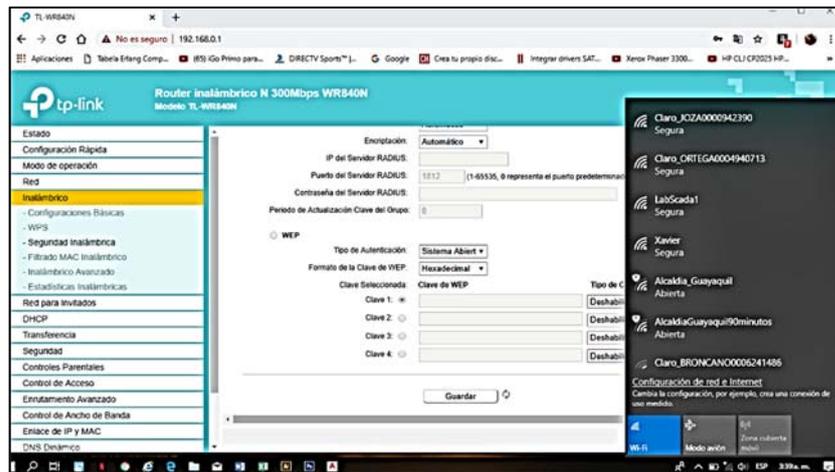


Figura 57. Reconocimiento y Conexión este la portátil vía inalámbrica con el Router.

Para testear las configuraciones nos disponemos a realizar una prueba para observar si todos nuestros equipos están en red, para eso abrimos el comando **CMD** de Windows, presionamos **+ R** a continuación, presionamos **CMD** y damos **Enter**, de esa ventana digitamos el comando **Ping** con referencia a la **IP** del equipo que se desea revisar, en este caso es el **Router** y el **LOGO**, la figura 58 presentamos la ventana para pruebas de conexión **CMD**.

**Router:192.168.0.1**  
**LOGO:192.168.0.20**

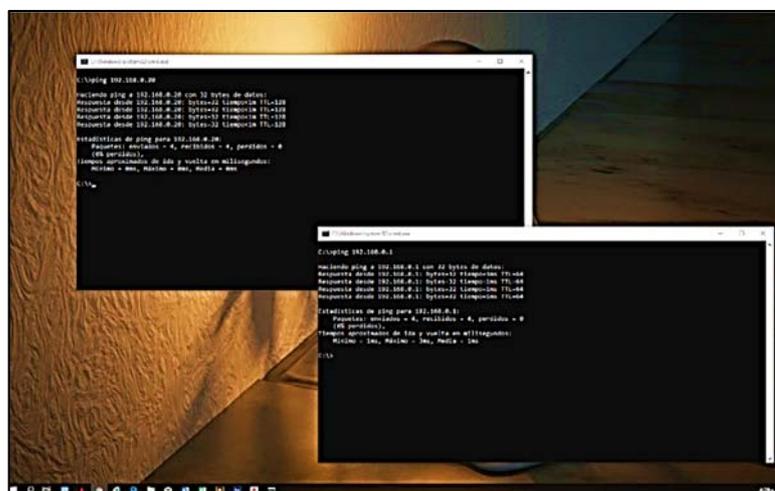


Figura 58. Verificación del enlace inalámbrico entre dispositivos.

### 3.8.3 Configuración IP en LOGO 0BA7.

Cableamos y polarizamos los bornes de alimentación del Logo, aplicando 220 Vac monofásicos, mientras el dispositivo arranca en su totalidad, desde el computador abrimos el software LOGOSoft Comfort 8, la figura 59 muestra la aplicación LOGOSoft.

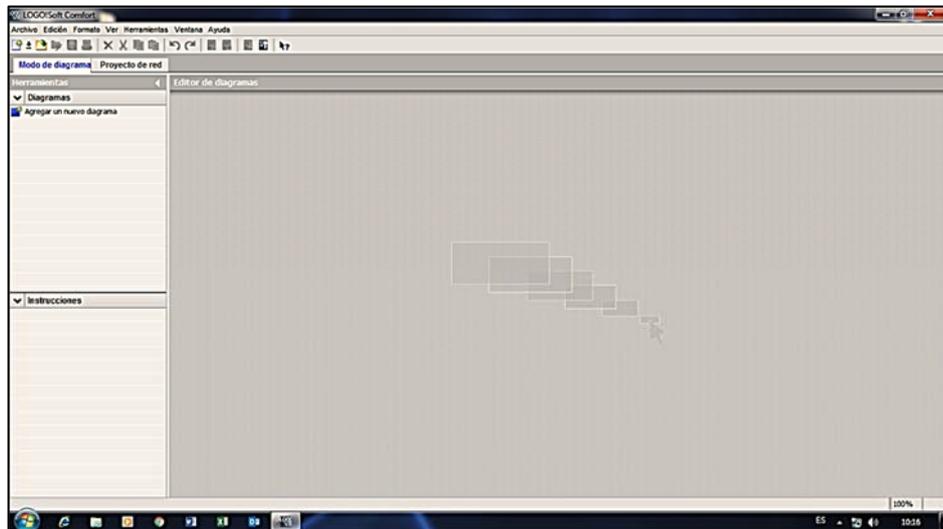


Figura 59. Aplicación LOGOSoft Comfort 8.

Con la aplicación cargada en la parte izquierda de la ventana, se encuentra la barra de **Herramientas**, nos dirigimos a la sección de **Diagramas**, y le damos doble clic en el icono de **Agregar un nuevo Diagrama**, se cargará una nueva pantalla como observamos en la Figura 60, en donde se podrá realizar las configuraciones básicas del logo.

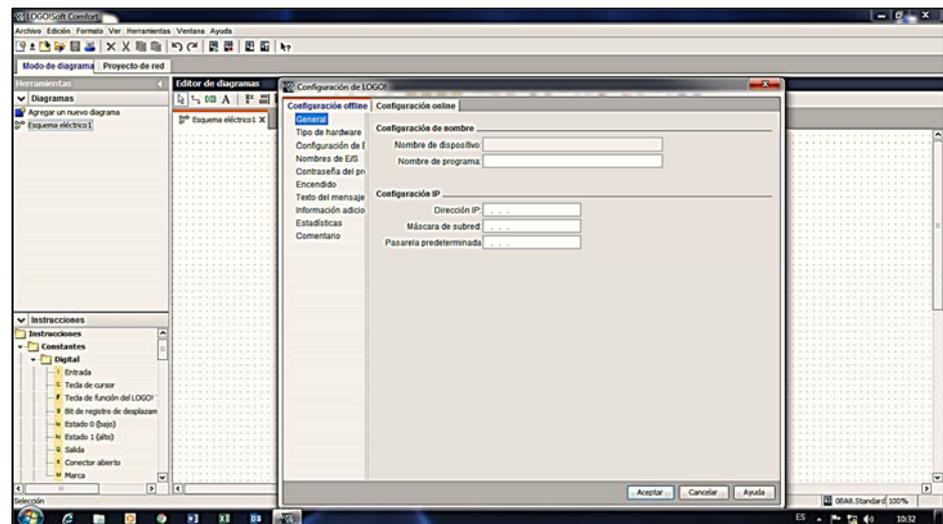


Figura 60. Ventana de configuración LOGOSoft Comfort 8.

Ahora en la sección **General**, le asignaremos un nombre al proyecto que vamos a desarrollar en nuestro caso **Practica 1**, luego configuramos la dirección IP que tendrá el dispositivo **192.168.0.20**, configuramos la dirección de la máscara **255.255.255.0**, como ultima configuración en esta sección, establecemos la dirección de la puerta de acceso **192.168.0.1**, esto lo apreciamos en la siguiente imagen Figura 61.

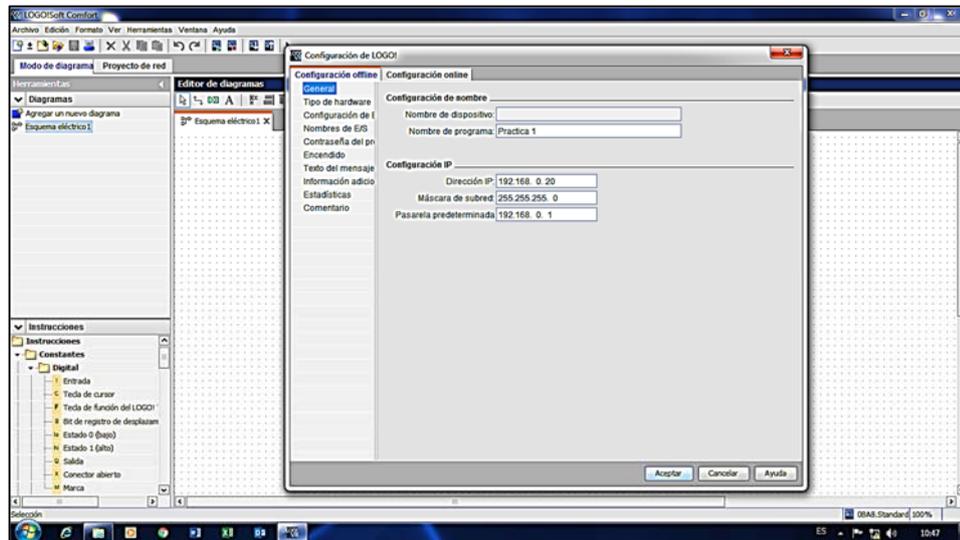


Figura 61. Ventana de configuración General LOGOSoft Comfort 8.

Bajamos a la sección **Tipo de Hardware**, aquí vamos a establecer el hardware con el que vamos a trabajar, para ello primero tomamos el dato de placa de nuestro logo físico **OBA7.ES4**, y en la venta de configuración damos clic al desplegable de **Tipo**, y escogemos el tipo que se iguale al número de placa de nuestro logo físico, la figura 62 presenta las instrucciones descritas.

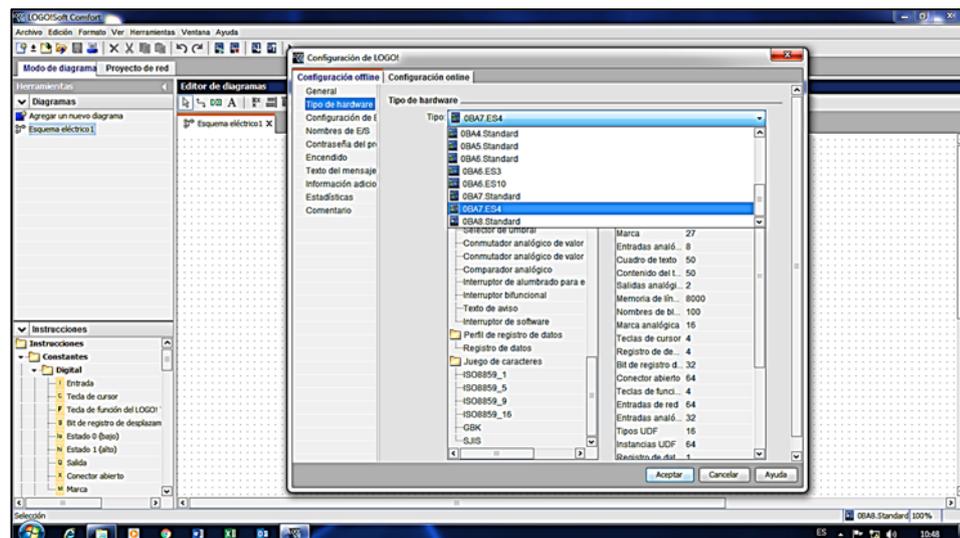


Figura 62. Ventana de configuración Tipo de Hardware, LOGOSoft Comfort 8.

Las siguientes sub-ventas de parametrización, son de menor relevancia para el funcionamiento del logo, se puede navegar y entre ellas tenemos, **configuración de entradas y salidas**, esta ventana se utiliza para indicarle al dispositivo que 2 de sus entradas digitales las utilizaremos como entradas analógicas de voltaje.

En **Nombre de E/S**, aquí podemos asignar un nombre con lo cual, al revisar la lógica de bloques nos ayudaría a identificar que función realiza cada elemento. En **Contraseña del Programa**, nos permite establecer una contraseña con hasta 10 dígitos, lo cual permitiría bloquear que personas ajenas intenten acceder al Logo.

En **Encendido**, modificamos el mensaje que queremos visualizar cuando encendemos el logo, pueden ser Fecha/Hora, Entradas/Salidas y Menú. Luego tendremos **Texto de mensajes, Información Adicional, Estadísticas y Comentarios**, finalizamos damos clic en el botón **Aceptar**.

### 3.8.4 Configuración IP HMI KTP 400.

Primero activamos el interruptor que se encuentra a lado del conector RJ-45, con este interruptor energizaremos la pantalla táctil. Cuando el HMI muestra gráficamente la primera pantalla, encontraremos tres botones; **Transfer, Start, Settings** como se observa en la Figura 63.

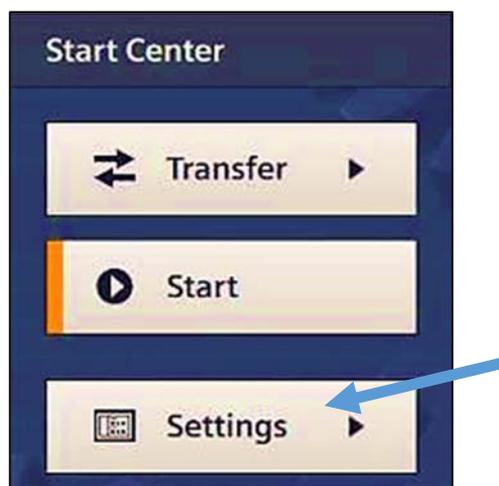


Figura 63. Primera Pantalla HMI visualizada.

Si ingresamos a la pantalla **transfer**, aquí podremos establecer el método de transferencia de datos entre la pantalla y el controlador. Si presionamos el botón **Start**, y si dentro del HMI existe un programa, se abrirá la pantalla de la aplicación diseñada, con sus animaciones. Si presionamos el botón **Settings**, accederemos a la pantalla de

configuraciones básicas de comunicación, vemos en la Figura 64 la pantalla de configuraciones.

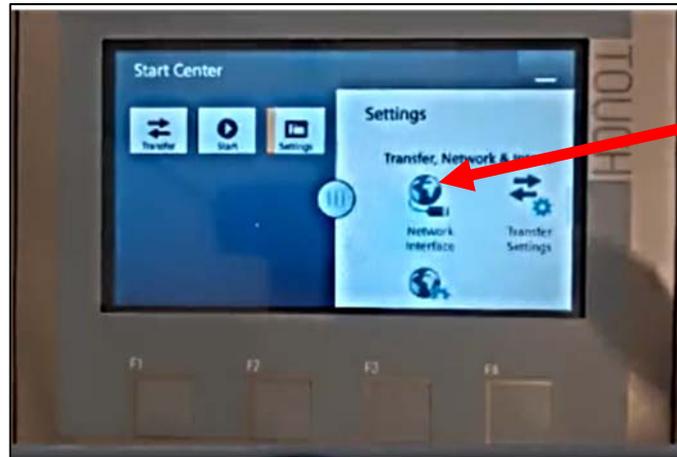


Figura 64. Pantalla Settings en el HMI.

Luego ingresamos en el icono **Network Interface**, del submenú **Transfer, Network & Internet**, se abrirá una nueva ventana, en donde ingresaremos la dirección IP **192.168.0.21**, la máscara **255.255.255.0** y la puerta de acceso **192.168.0.1**, y aceptamos los cambios al final de la ventana.

### 3.9 Configuración interfaz LOGO.

Una vez abierta la ventana de programación, nos dirigimos a la barra de Herramientas, en donde encontraremos varios iconos. Abrir **Nuevo**, crea un nuevo archivo, además aquí definimos el tipo de programación a desarrollar **FUP**, **KOP**, **UDF**.

El botón **Iniciar Logo** nos sirve para cambiar el estado del logo y ponerlo en modo **Run**, arrancando la lectura de las líneas de código. **Detener Logo**, este icono permite cambiar el estado del logo y **Stop** para la ejecución de las líneas de código programadas.

**PC-Logo**, este icono nos permite realizar la **Descarga** del programa desarrollado en el PC hacia el dispositivo. **Logo-PC**, con este icono activamos la **Descarga** del programa que se encuentra ejecutándose en el dispositivo hacia cualquier computador que tenga el LOGOSoft Comfort.

Con la hoja del **Esquema Eléctrico** en blanco, le damos un clic al icono PC-Logo, se abrirá una ventana **Interfaz**, en la cual configuraremos el tipo de comunicación que usaremos para conectar al Logo con el PC, en el desplegable de la interfaz,

escogeremos Ethernet y en el desplegable de alado, escogeremos la tarjeta de red que tengamos en nuestra Laptop, en mi caso **Realtek PCIe FE Family Controller**, en el campo IP de destino, colocamos **192.168.0.20**, y damos clic al botón de **Probar**, la figura 65 muestra la ventana de interfaz.

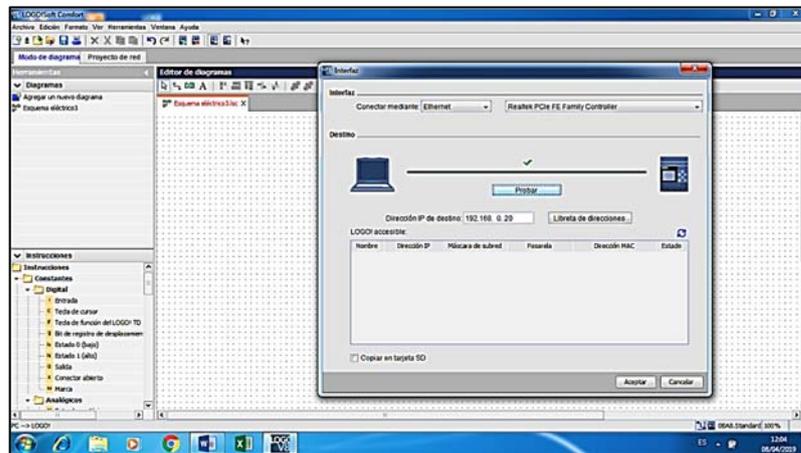


Figura 65. Ventana de configuración Interfaz de comunicación.

Si la línea de conexión se pone en verde, significa que todas las configuraciones de conexión realizadas son correctas, en el caso de que la línea se ponga en rojo, indica que tenemos un error en la configuración de comunicación, debemos revisar las configuraciones anteriores.

Tomando el caso de una comunicación satisfactoria, le damos al botón de **Aceptar** de inmediato aparecerá una nueva ventana, la cual nos indicará que, para cargar en el logo debemos cambiar el estado a Stop, aceptamos y comenzará la descarga, lo mostramos en la Figura 66, al finalizar la carga aparecerá nuevamente una ventana, que nos indicará si queremos cambiar el estado del logo a Run y Aceptamos.

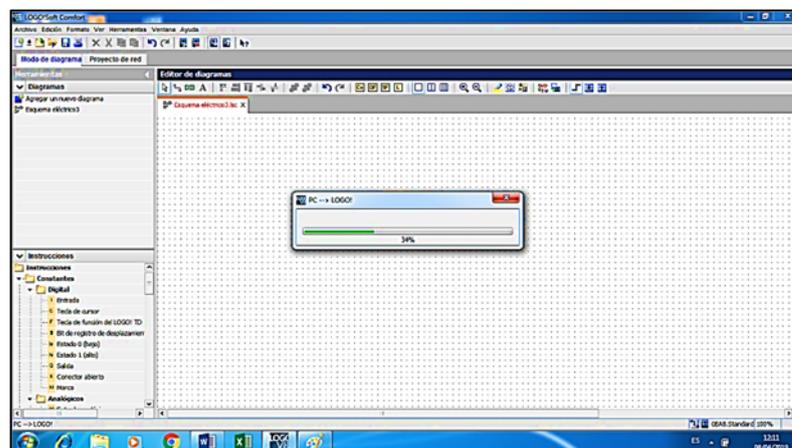


Figura 66. Ventana de cargar configuración en Logo.

### 3.10 Uso básico LOGOSoft Comfort 8.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, como observamos en la siguiente imagen Figura 67.

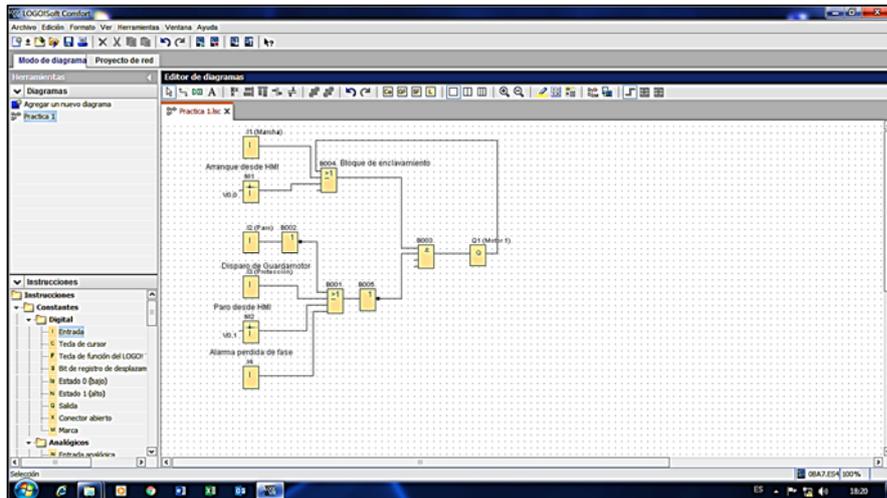


Figura 67. Lógica de control cargada al Logo.

#### 3.10.1 Configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort.

En la barra de opciones de LOGOSoft Comfort 8 damos clic al botón **Herramientas**, y entre las opciones que aparecen seleccionamos **Conexiones Ethernet**. Se abre la ventana donde configuramos la conexión con el HMI, la figura 68 presenta la ventana de las conexiones.

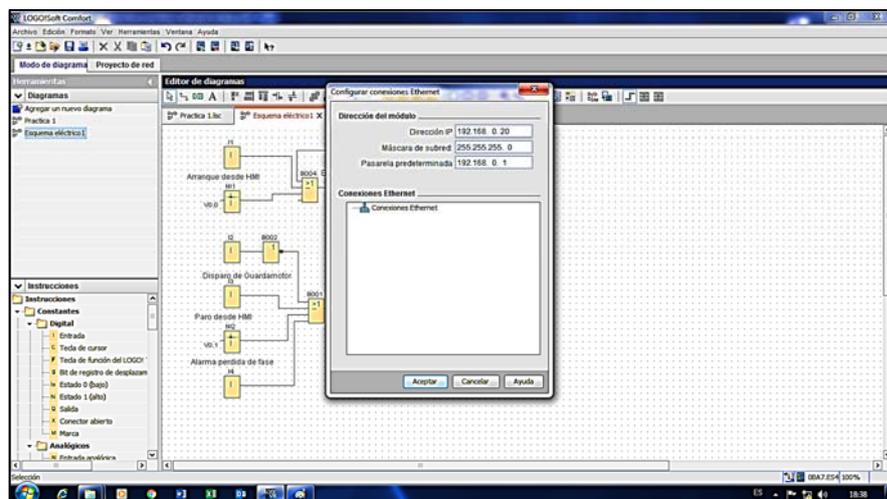


Figura 68. Ventana conexiones Ethernet.

Damos clic derecho en el botón de conexiones de Ethernet y se visualizaran dos opciones y escogemos **Agregar conexión de servidor**, la figura 69 muestra la selección de conexión tipo servidor.

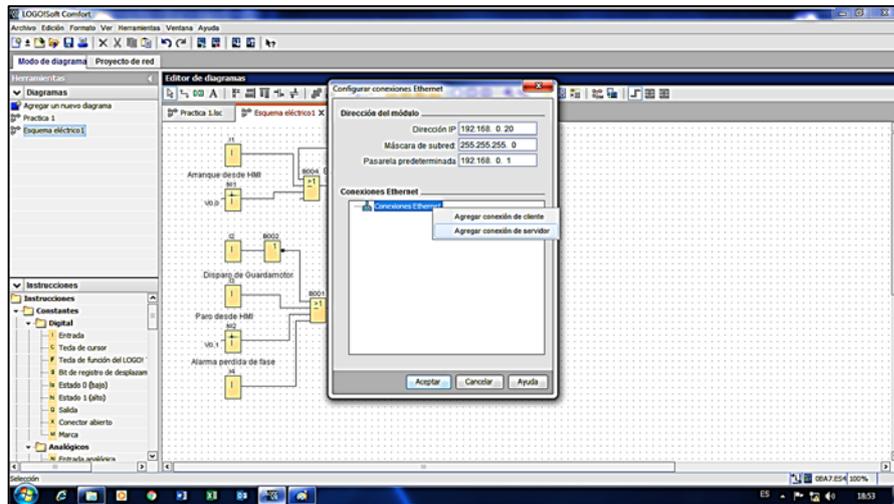


Figura 69. Ventana conexiones Ethernet tipo servidor.

En esta nueva ventana en las propiedades locales, modificamos el valor de **TSAP** a **02.00** y seleccionamos a las dos cuadrículas de **Conectar con un panel de operador** y **Aceptar todas las solicitudes de conexión**.

En las propiedades remotas modificamos también el **TSAP** a **02.00**. y en el área del **Keep alive**, damos vistosa a **Activar la función Keep Alive para esta conexión**, y en el intervalo Keet alive le colocamos **5 segundos** y aceptamos los cambios realizados. Con esta configuración ya se puede transmitir y recibir datos desde el Logo la figura 70 muestra las configuraciones.

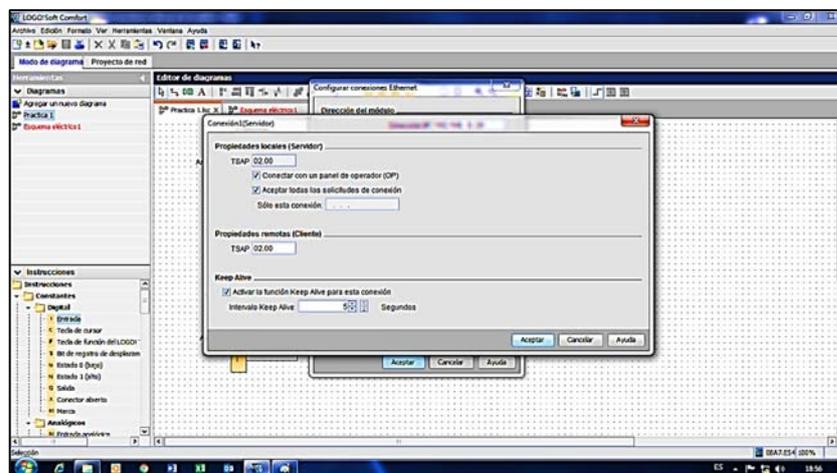


Figura 70 Ventana configuración conexiones Ethernet.

### 3.11 Uso básico WinCC TIA Portal 13.

#### 3.11.1 Insertar una pantalla en TIA Portal 13.

Abrimos el software TIA Portal V13, cuando carga la aplicación en la ventana inicial, seleccionamos **crear proyecto**, visualizaremos en la parte derecha de la venta, campos básicos del proyecto como son: **Nombre del proyecto**, **Ruta** (el sitio donde se guardará), **Autor** (persona responsable de crear el proyecto), y **Comentarios** (generalmente describe en pocas palabras que función realiza este proyecto), llenamos los campos y le damos clic al botón **crear**, Figura 71 muestra la ventana inicial TIA.

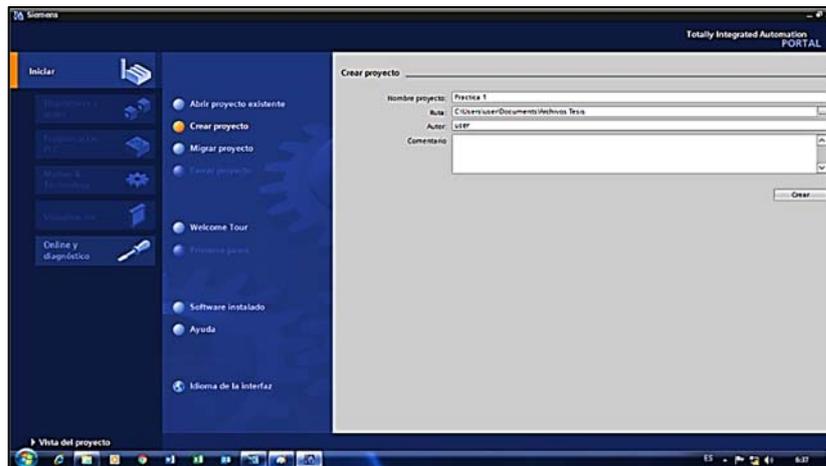


Figura 71. Ventana crear proyecto, TIA Portal V13.

Creado el proyecto se abre una ventana nueva, en donde le daremos doble clic al botón **Agregar un dispositivo**, ahora en la parte derecha de la aplicación, tenemos una nueva ventana de navegación. Tendremos dos posibilidades de dispositivos, controladores PLC y pantallas HMI, escogemos pantallas como muestra la figura 72.

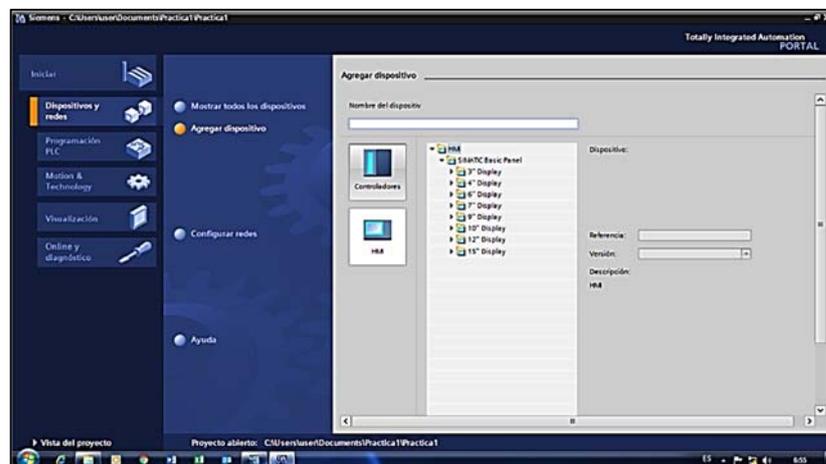


Figura 72. Ventana agregar un dispositivo, TIA Portal V13.

En la carpeta **Simatic Basic Panel** abrimos el desplegable de la carpeta **4" Display**, se visualizarán tres opciones diferentes de HMI. Para conocer el correcto, tomamos el dato de placa del HMI con el que estamos trabajando, 6AV2 123-2DB03-0AX0 y buscamos el que se asemeja en las opciones presentadas, en la parte inferior de la pantalla le damos clic al botón aceptar, como observamos en la Figura 73.

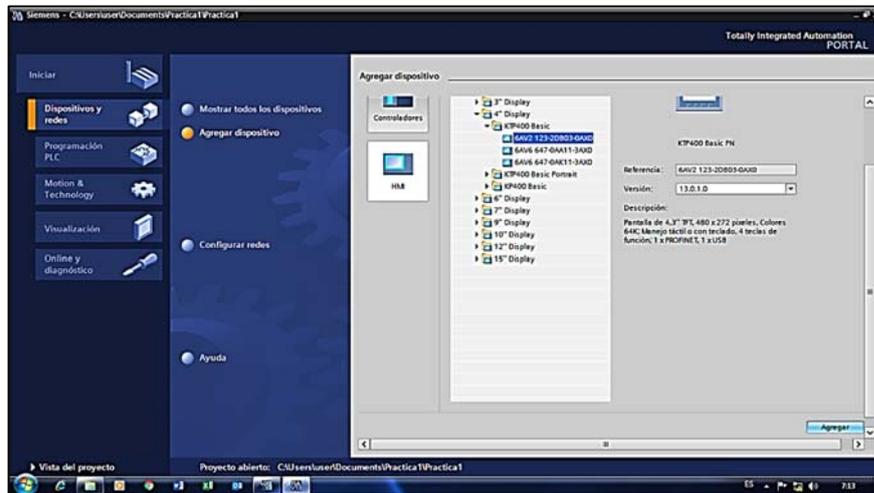


Figura 73. Ventana selección de HMI, TIA Portal V13.

Se abre una ventana de configuración básica del HMI encontraremos **conexión de PLC**, permite vincular la pantalla a un PLC, no escogemos nada, luego aparece **Formato de imagen**, aquí podemos seleccionar si queremos visualizar adicionales (Encabezado, fecha/hora, logotipo) no escogemos nada, **Avisos** es para visualizar aviso, no seleccionamos nada, **Imagen** nos permite ingresar botones, nosotros no seleccionamos nada, **Imágenes de sistema**, aquí no hacemos nada y finalizamos con **Botones** y damos clic al botón **Finalizar**, guardamos el proyecto, igual a la figura 74.



Figura 74. Ventana configuración básica de pantalla, TIA Portal V13.

### 3.11.2 Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal.

En la parte izquierda de la pantalla se observa un navegador de nuestro proyecto, aquí buscamos el icono de conexiones, representado por un cable con dos conectores, y le damos doble clic, la Figura 75 muestra el procedimiento de selección, inmediatamente en la parte central de la pantalla aparece la ventana de las conexiones.

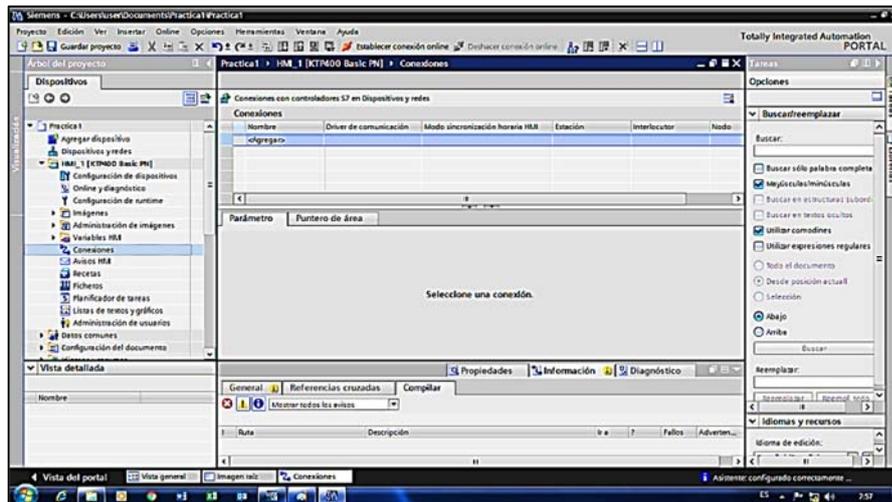


Figura 75. Ventana de conexiones, TIA Portal V13.

Damos un clic en **agregar conexión** luego definimos un nombre o por defecto te asigna un nombre **Conexión\_1**, utilizamos el nombre por defecto, en drive de **comunicación**, le damos al desplegable y buscamos la **conexión Logo** y damos clic sobre ella, Figura 76 presenta la selección de la comunicación.

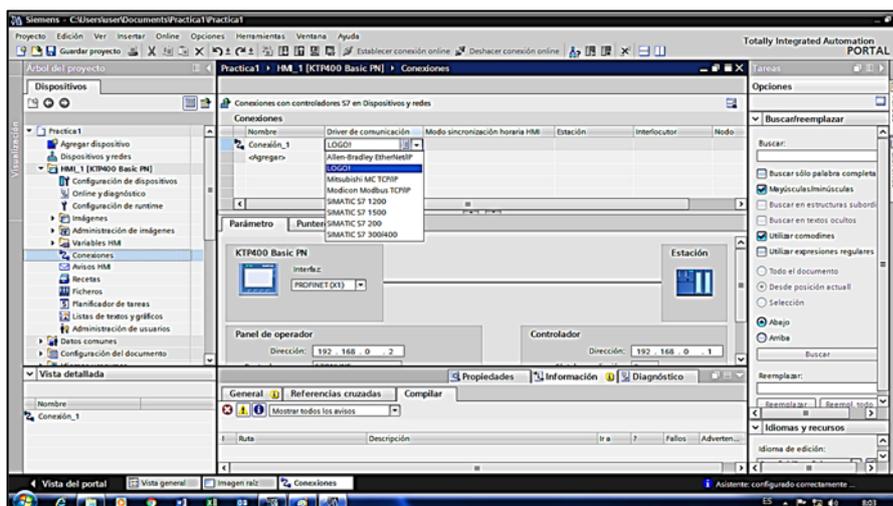


Figura 76. Ventana selección de conexión, TIA Portal V13.

En la ventana de **Parámetros** se pueden ver cómo están conectados el HMI y el controlador, ahora debemos indicar la dirección IP de la pantalla **192.168.0.21**, además colocamos la IP del controlador con el que vamos a transmitir datos **192.168.0.20**, en este caso el Logo, culminado las modificaciones le damos al icono de **guardar** los cambios realizados en el proyecto, Figura 77 muestra las modificaciones.

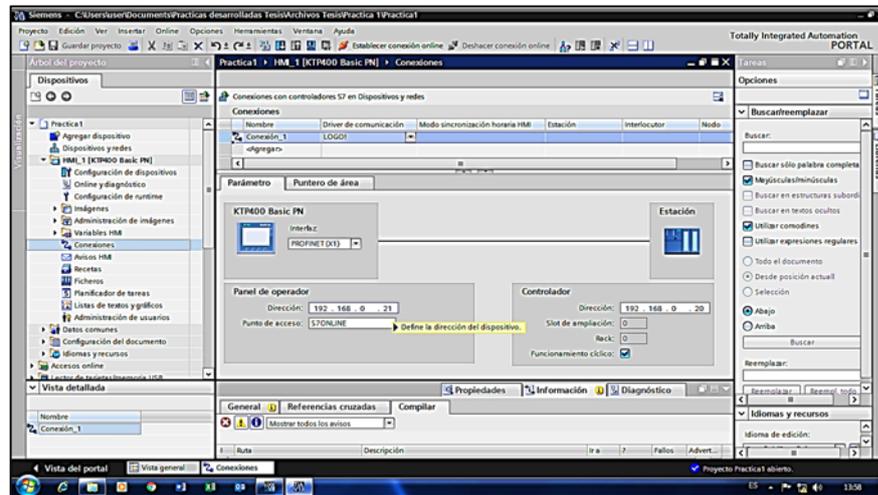


Figura 77. Ventana de conexión, establecer IP en equipos.

### 53.11.3 Configuración de variables HMI y LOGO.

Nos desplazamos a la parte izquierda de la pantalla, buscamos la carpeta **Variables HMI**, al abrirla le damos doble clic sobre el icono **Mostrar todas las variables**, con lo que se abrirá una nueva ventana en el centro de la pantalla donde registraremos los espacios de memoria que se transmitirán entre la pantalla y el controlador, la figura 78 muestra la ventana de variables.

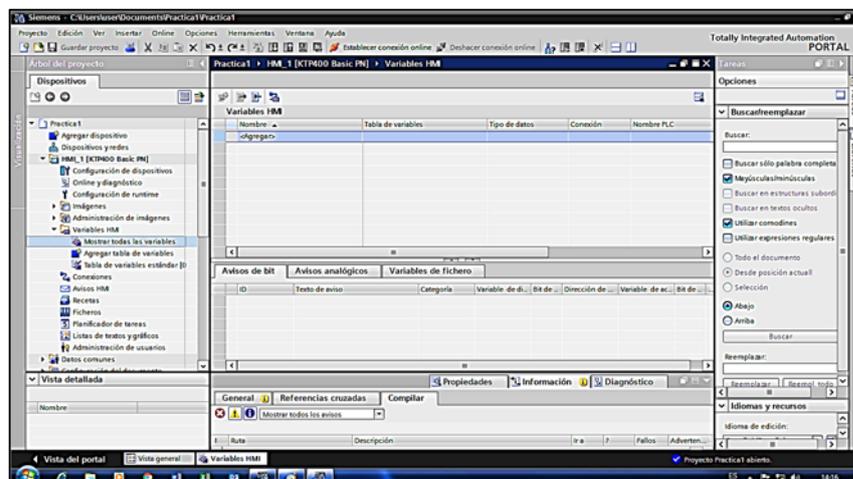


Figura 78. Ventana de variables del HMI.

En esta pantalla le damos clic en **Agregar**, inmediatamente se suma una nueva variable la cual tendremos que configurar, primero le asignamos un nombre que identificara a cada espacio de memoria vinculado, en nuestro proyecto el nombre asignado es **Marcha**, la figura 79 muestra la configuración básica de las variables.

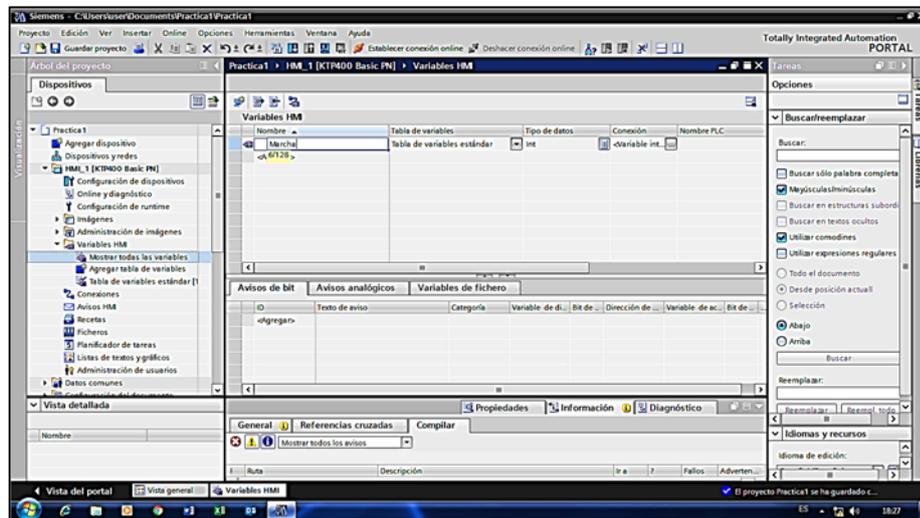


Figura 79. Ventana de variable Marcha del HMI.

En el desplegable **Tabla de variables**, no le modificamos nada. En **Tipo de datos** damos clic al desplegable y escogemos **Bool**, debido a que el dato que transmitimos desde el HMI hacia el Logo es un Bit que genera un pulso de arranque del motor, la figura 80 muestra la configuración específica del tipo de dato.

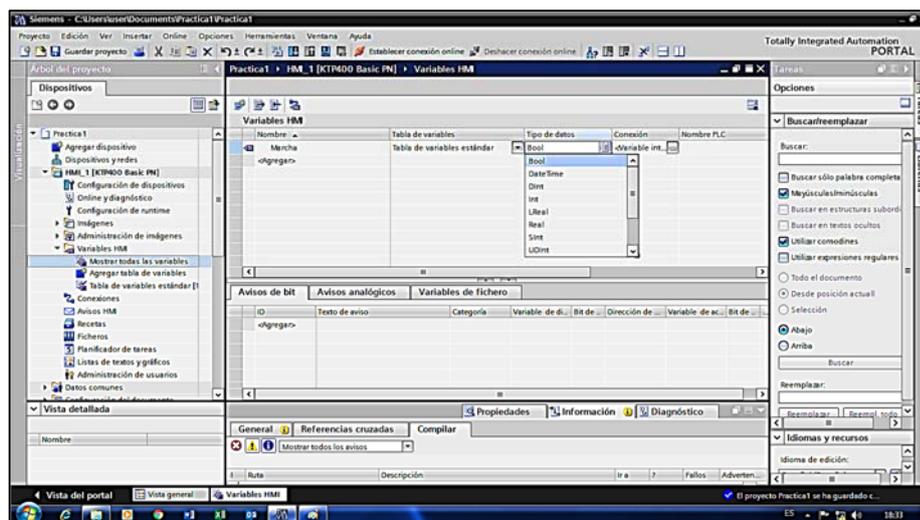


Figura 80. Ventana de tipo de datos del HMI.

En el área de **Conexión** le damos clic al desplegable, y escogemos la conexión que generamos en la sección 3.11.2, es decir **Conexión 1**. En **Nombre del PLC** no se coloca ninguna descripción, y en **Variable del PLC**, dejamos por defecto el valor configurado, como vemos en la Figura 81.

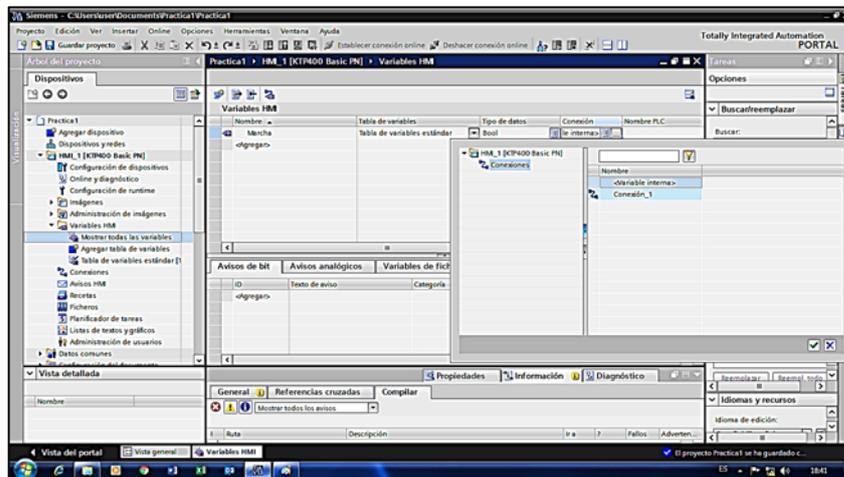


Figura 81. Ventana selección tipo de conexión, del HMI.

En el tipo de **Dirección** le damos clic al desplegable, y se abre una ventana auxiliar, aquí tenemos tres campos importantes, **Identificador del operando**, este campo se refiere al tipo de dato que se envía o recibe, este puede ser entrada **I**, salida **Q**, marca **M** y variables de red **V**. nosotros escogeremos **V**. En **Tipo de operando**, no se realiza ninguna modificación.

En **Dirección**, colocamos el número de Byte al que corresponda el dato a transmitir Byte **0**, como observamos en la Figura 82. Y en **Número de bit**, especificamos con precisión, el bit con el que se va a trabajar, es decir **0**. La dirección queda **V 0.0**.

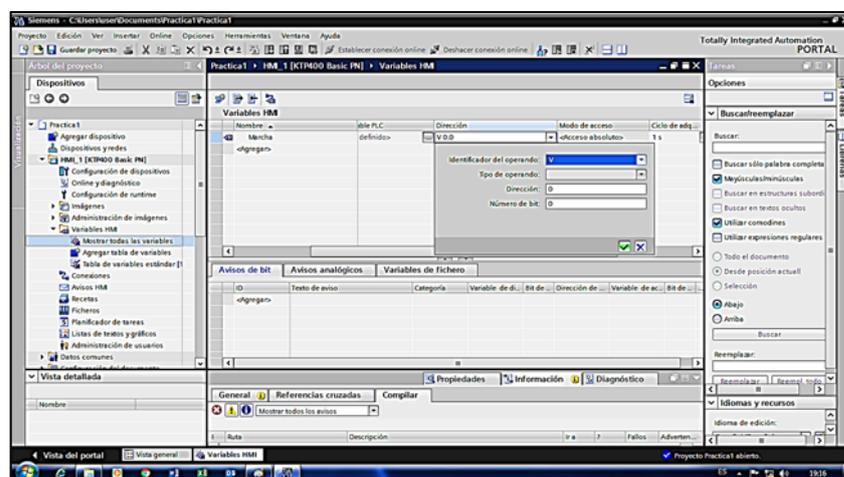


Figura 82. Ventana selección dirección del HMI.

## 4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### 4.1 Práctica #1

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	1	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque directo de un motor trifásico, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI, con sus protecciones correspondientes.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Aprender las configuraciones, para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p>Familiarizarse con los software de programación LOGO!Soft 8 y TIA portal 13.  Realizar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.  Pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 1, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Cablear los circuitos y antes de energizar, verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
1. Diseñar y cablear los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito.		
<b>Resultados:</b> La experiencia para configurar un LOGO y que interactúe con un HMI KTP 400. / Se fortalece los conocimientos, del comportamiento de los elementos eléctricos de protección. / Nuevas destrezas con las aplicaciones LOGOSoft Comfort y TIA Portal.		
<b>Conclusiones:</b> Se obtuvo una experiencia para arrancar un motor eléctrico, utilizando botoneras físicas y virtuales, reafirmando conocimientos de automatización industrial.		
<b>Recomendaciones:</b> Prestar toda la atención posible al momento de configurar las direcciones IP, de los elementos, para evitar errores de conflictos de red. / Revisar que la alimentación de la red trifásica, se encuentra en 220 Vac. / Antes de arrancar el motor, verificar con un multímetro, que no exista conexiones eléctricas erróneas, para evitar cortocircuitos.		

## 4.2 Práctica #2

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	2	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque directo de un motor trifásico con Inversión de Giro, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Afianzar los conocimientos de configuraciones para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400, elevando la complejidad de la práctica.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p>Fortalecer el conocimiento de programación de LOGO!Soft 8 y TIA portal 13.  Realizar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.  Pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 2, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Cablear los circuitos y antes de energizar, verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
1. Diseñar y cablear los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito. 4. Desarrollar el bloqueo eléctrico de los contactores de inversión de giro.		
<b>Resultados:</b> Refuerzo de conocimientos para configurar un LOGO y un HMI KTP 400. / Aplicar bloqueos eléctricos para circuitos de inversión de giro. / Destreza para configurar la transmisión de datos entre LOGOSoft Comfort y TIA Portal.		
<b>Conclusiones:</b> Se obtuvo una experiencia para arrancar un motor eléctrico, aplicando la selección de giro, y el bloqueo eléctrico de protección, comandado desde botoneras y desde el HMI.		
<b>Recomendaciones:</b> Prestar toda la atención posible al momento de configurar las direcciones IP, de los elementos, para evitar errores de conflictos de red. / Revisar que la alimentación de la red trifásica, se encuentra en 220 Vac. / Desarrollar el bloqueo eléctrico de los contactores de inversión de giro, para evitar cortocircuitos. / Antes de arrancar el motor, verificar con un multímetro, que no exista conexiones eléctricas erróneas, para evitar cortocircuitos.		

### 4.3 Práctica #3

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	3	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque por devanados parciales, de un motor trifásico, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b> Poner en marcha un motor eléctrico trifásico, se realizará el arranque parcial de los devanados, practica de configuración para comunicar un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la separación de sus devanados, en dos motores. / Diseñar las animaciones que distingan los devanados del motor en dos y cargar, en la pantalla KTP 400. / Pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 3, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha de un motor trifásico de doce terminales.
		4. Cablear los circuitos y antes de energizar, verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito. 4. Verificar conexiones eléctricas de los devanados.		
<b>Resultados:</b> Refuerzo de conocimientos para configurar un LOGO y un HMI KTP 400. / Aplicar arranque de motores eléctricos utilizando devanados parciales. / Destreza para configurar la transmisión de datos entre LOGOSoft Comfort y TIA Portal.		
<b>Conclusiones:</b> Se controla el pico de arranque del motor con el método por devanados parciales.		
<b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos. / Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac. / Verificar que los devanados Z1 y Z4, Z2 y Z5, Z3 y Z6, queden en paralelo, caso contrario provocaremos un disparo de las protecciones del motor		

## 4.4 Práctica #4

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	4	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque por devanados parciales, de un motor trifásico, con inversión de giro, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b> Poner en marcha un motor eléctrico trifásico, seleccionando el sentido de giro, se realizará el arranque parcial de los devanados. Configurar aplicaciones para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la separación de sus devanados en dos motores y el sentido de giro. / Diseñar las animaciones que distingan los devanados del motor en dos y cargar, en la pantalla KTP 400. / Pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 4, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha de un motor trifásico de doce terminales.
		4. Cablear los circuitos y antes de energizar, verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito. 4. Verificar conexiones eléctricas de los devanados.		
<p><b>Resultados:</b></p> <p>Refuerzo de conocimientos para configurar un LOGO y un HMI KTP 400. / Aplicar arranque de motores eléctricos utilizando devanados parciales. / Destreza para configurar la transmisión de datos entre LOGOSoft Comfort y TIA Portal.</p>		
<b>Conclusiones:</b> Se controla el pico de arranque del motor con el método por devanados parciales.		
<p><b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos. / Verificar que los devanados Z1 y Z4, Z2 y Z5, Z3 y Z6, queden en paralelo, caso contrario provocaremos un disparo de las protecciones del motor</p>		

## 4.5 Práctica #5

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	5	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico, utilizando pulsadores y botones virtuales desde un HMI.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b> Arrancar un motor eléctrico trifásico en configuración Estrella y luego pasarlo a Delta, comandado desde pulsadores y botones virtuales de una pantalla HMI KTP 400.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para la puesta en marcha de un motor, considerando el arranque en estrella a delta. Diseñar animaciones graficas que permitan arrancar un motor, utilizando la aplicación TIA Portal.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 5, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha en Estrella-Delta de un motor.
		4. Cablear los circuitos y antes de energizar, verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
<p>1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito. 4. Verificar conexiones eléctricas de los contactores de conmutación.</p>		
<p><b>Resultados:</b> Refuerzo de conocimientos para configurar un LOGO y un HMI KTP 400. / Puesta en marcha de un motor utilizando el método de arranque Estrella -Delta. / Destreza para configurar la transmisión de datos entre LOGOSoft Comfort y TIA Portal.</p>		
<p><b>Conclusiones:</b> Se controla el pico de arranque del motor con la puesta en marcha en configuración Estrella, y al salir del estado de reposo el motor se configura a su máxima carga en configuración Delta.</p>		
<p><b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos. / Verificar que en los contactores de conmutación no exista posibilidad de cortocircuito.</p>		

## 4.6 Práctica #6

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	6	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico con inversión de giro, utilizando pulsadores y botones virtuales desde un HMI.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Arrancar un motor eléctrico trifásico en configuración Estrella y luego pasarlo a Delta, seleccionando previamente el sentido de giro, comandado desde pulsadores y botones virtuales de una pantalla HMI KTP 400.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p>Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor en estrella- delta seleccionando un sentido de giro.</p> <p>Diseñar animaciones graficas con la aplicación TIA Portal para arrancar un motor en estrella-delta.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 5, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha en Estrella-Delta de un motor con inversión de giro.
		4. Cablear los circuitos y verificar con un multímetro que no exista posibilidades de corto circuito.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
<p>1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Diseñar y cargar la lógica en LOGO!Soft 8 y TIA portal 13. 3. Verificar conexiones eléctricas de los contactores de conmutación</p>		
<p><b>Resultados:</b> Aplicación de métodos de bloqueo eléctrico para conmutaciones estrella –delta con inversión de giro. / Puesta en marcha de un motor utilizando el método de arranque Estrella – Delta con inversión de giro. / Minimizar el pico de arranque del motor, utilizando el método estrella-delta.</p>		
<p><b>Conclusiones:</b> Se controla el pico de arranque del motor con la puesta en marcha en configuración Estrella- Delta, aplicamos complejidad a la práctica con la inversión de giro.</p>		
<p><b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos. / Verificar que en los contactores de conmutación no exista posibilidad de cortocircuito.</p>		

## 4.7 Práctica #7

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	7	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque de un motor trifásico con variador de frecuencia utilizando pulsadores, selectores y botones virtuales desde un HMI.”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Arrancar un motor eléctrico utilizando un variador de frecuencia, un controlador Logo y botones virtuales de un HMI.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p style="padding-left: 40px;">Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor utilizando un variador de frecuencia.</p> <p style="padding-left: 40px;">Interactuar un variador de frecuencia con un Logo y una pantalla HMI, simulando una aplicación industrial.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 6, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha de un motor utilizando variador de frecuencia, Logo y HMI.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
<p>1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Configurar el juego de parámetros de un variador de frecuencia. 3. Verificar conexiones eléctricas de las señales de control del variador y del Logo.</p>		
<p><b>Resultados:</b> Se simula una aplicación cotidiana de la industria utilizando un controlador una pantalla táctil un variador de frecuencia y un motor trifásico. / Controlar el arranque de un motor utilizando los elementos complejos del módulo de prácticas.</p>		
<p><b>Conclusiones:</b> Se experimenta el arranque de un motor con un variador de frecuencia un mini PLC Logo y un HMI, representando un circuito cerrado de una puesta en marcha desde una estación remota.</p>		
<p><b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar las correctas configuraciones de las señales de habilitación de un variador de frecuencia. / Verificar que los parámetros básicos correspondan con los datos de placa del motor eléctrico. / Verificar con un multímetro que no existan posibilidades de corto circuito.</p>		

## 4.8 Práctica #8

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	8	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Control de nivel utilizando el módulo MINI PLC LOGO y un módulo PCS (Sistema de Control de Proceso)”
<p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Desarrollar un sistema de control de nivel, utilizando el módulo mini PLC LOGO como arrancador remoto, y el módulo PCS como actuadores de campo.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p>Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para un control de nivel. Interactuar con un módulo que puede emular procesos industriales reales, utilizando señal de retroalimentación asemejando un PID.</p>		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		1. Seguir el paso a paso de la practica 8, incluido en la sección anexo.
		2. Verificar la alimentación trifásica general.
		3. Diseñar el circuito de control, para la puesta en marcha el llenado de un tanque, utilizando un módulo PCS y el módulo Logo.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
<p>1. Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. 2. Configurar el protocolo de comunicación entre el Logo y el PLC. 3. Desarrollar lógica de control de nivel en PLC, utilizando TIA Portal. 4. Configurar los valores de nivel deseados y poner en marcha el llenado del tanque para observar el comportamiento.</p>		
<p><b>Resultados:</b> Se simula una aplicación de un control de nivel utilizando una bomba de agua, la cual llena un tanque que contiene un transmisor de nivel, por medio de una variable de entrada (set point) establecemos el nivel que necesitamos se mantenga en el tanque.</p>		
<p><b>Conclusiones:</b> Se experimenta con un control de nivel, estableciendo la conexión entre un Logo y un PLC S7 300, demostrando que el mini PLC Logo, puede participar de procesos de control complejos, se utiliza el HMI como interfaz para ingreso de variables de control.</p>		
<p><b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar las correctas configuraciones de las señales del control de nivel. / Verificar que los parámetros configurados en el protocolo de configuración sean correctos. / Conectar ambos módulos a la red Ethernet utilizando un cable de red UTP categoría 5.</p>		

## 4.9 Práctica #9

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	9	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Marcha de las 3 Maletas Didácticas en secuencia programada, para el Arranque de los motores trifásicos, utilizando pulsadores, selectores y botones virtuales desde un HMI.”
<b>OBJETIVOS.</b> <b>Objetivo general.</b> Arrancar en secuencia programada los 3 motores eléctricos de las Maletas didácticas utilizando un controlador Logo y botones virtuales de un HMI. <b>Objetivos específicos.</b> Diseñar e implementar un sistema de conexiones montados en las 3 maletas, para arrancar los mismos en secuencia programada desde cualquiera de ellos y así dar marcha a los motores utilizando una red inalámbrica entre ellos. Interactuar entre cada uno de los Logo y pantallas HMI, simulando una aplicación industrial.		
<b>INSTRUCCIONES:</b>		<b>1.</b> Seguir el paso a paso de la practica 8, incluido en la sección anexo.
		<b>2.</b> Verificar la alimentación trifásica general.
		<b>3.</b> Diseñar el circuito de fuerza y control, para realizar la programación necesaria para el arranque de las 3 Maletas didácticas en Secuencia programada por el Usuario utilizando Logo y HMI.
<b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR</b>		
<b>1.</b> Implementar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control. <b>2.</b> Crear una matriz para elegir la secuencia deseada. <b>3.</b> Verificar conexiones eléctricas de las señales de control del HMI y del Logo.		
<b>Resultados:</b> Realizamos un esquema en el cual se puede realizar una secuencia de arranque programado desde el HMI, tanto conexión como desconexión de los motores trifásicos. / Controlar el arranque de un motor utilizando los elementos complejos del módulo de prácticas.		
<b>Conclusiones:</b> Se experimenta el arranque de los 3 motores con una secuencia programada antes de la marcha general con un mini PLC Logo y un HMI, representando un circuito cerrado de una puesta en marcha desde 3 estaciones remotas.		
<b>Recomendaciones:</b> Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED. / Verificar que los parámetros básicos correspondan con los datos de placa del motor eléctrico. / Verificar con un multímetro que no existan posibilidades de corto circuito.		

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 2. Cronograma de Actividades.

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adquirir los materiales eléctricos, electrónicos, y demás materiales para repotenciar los módulos de prácticas.	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas																				
Reconectar los paneles eléctricos tales como el controlador, elementos eléctricos e instrumentos, puesta en servicio.	5 horas																							
Probar la comunicación y configuraciones entre dispositivos y desarrollar las prácticas demostrativas.									5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	6 horas	5 horas	6 horas	6 horas	6 horas	5 horas	6 horas	6 horas	6 horas	6 horas	5 horas	5 horas
Desarrollar la documentación escrita, referente al proyecto técnico, corregida y mejora, tomando en consideración las sugerencias del tutor.									2 horas	4 horas	4 horas	4 horas												
Realizar pruebas finales de funcionamiento del banco repotenciado, entrega de proyecto físico a la Universidad Politécnica Salesiana.																								
Desarrollar documentación final, correcciones sugeridas por revisores, culminación de documento escrito.																					5 horas	5 horas		

## PRESUPUESTO.

Tabla 3. Presupuesto del Proyecto.

<b>Presupuesto de costos Proyecto técnico.</b>			
Descripción de Elementos	Cantidad	P.V.P.	Total
Pantalla táctil	3	\$ 550.00	\$ 1,650.00
Base porta fusible	12	\$ 2.00	\$ 24.00
Fusibles 2 AMP.	24	\$ 0.40	\$ 9.60
Temporizador Camsco ON DELAY	3	\$ 26.50	\$ 79.50
Amperímetro Camsco	3	\$ 11.35	\$ 34.05
Breakers 3P + GND	3	\$ 13.00	\$ 39.00
Guardamotor EBASEE	3	\$ 22.18	\$ 66.54
Bloque EBASEE para guardamotor	3	\$ 6.00	\$ 18.00
Selector de 2 Posiciones	3	\$ 2.85	\$ 8.55
Contacto NO-NC	10	\$ 0.75	\$ 7.50
Luz piloto Camsco 220 Vac	9	\$ 1.50	\$ 13.50
Base adhesiva	4	\$ 7.00	\$ 28.00
Amarra plástica	5	\$ 0.65	\$ 3.25
Cable de control	6	\$ 25.00	\$ 150.00
Terminal Puntera Hueca machinable # 14	8	\$ 2.80	\$ 22.40
Terminales machinable de OJO # 14	6	\$ 4.50	\$ 27.00
Contactores	12	\$ 30.00	\$ 360.00
Bloque de contactos Contactador	6	\$ 15.00	\$ 90.00
Conector rápido Legrand Macho	6	\$ 30.00	\$ 180.00
Conector rápido Legrand Hembra	3	\$ 20.00	\$ 60.00
Plugs tipo Bananas y Borneras aisladas, Cable concéntrico 14 flex.	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Toma semi-empotrada Legris IP 44	3	\$ 15.00	\$ 45.00
Enchufe Legris	3	\$ 9.45	\$ 28.35
Marquillas Plásticas 0-9	10	\$ 3.75	\$ 37.50
Reconstrucción de maleta de Aluminio.	3	\$ 300.00	\$ 900.00
Horas de trabajo estudiantiles	172	\$ 5.00	\$ 860.00
		<b>Subtotal</b>	\$ 5,241.74
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,241.74</b>

## CONCLUSIONES.

Repotenciados los tres módulos didácticos del laboratorio de Redes Industriales y Scada de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, se ha logrado en base a una serie metas propuestas:

- Se logra cumplir con el primer objetivo al realizar el diseño en formato CAD de los elementos, para conocer su distribución física real dentro de los módulos y además de estar al tanto de los elementos eléctricos existentes al iniciar el proyecto.
- Se alcanza el diseñar varias opciones en formato CAD, de la distribución de los elementos en el plafón de conectores rápidos, estas opciones fueron analizadas y se escogió el diseño que coloca al HMI en el centro del tablero, el diseño fue aprobado por consejo de carrera.
- Se cumple el objetivo al diseñar en formato CAD la ubicación interna de los equipos en el módulo didáctico, considerando sus dimensiones físicas y de manera que adopte una estandarización con otros módulos repotenciados, el diseño fue aprobado en consejo de carrera.
- Se consigue realizar el levantamiento detallado de materiales, lo que se tiene versus lo que al final quedara y se trabaja con los proveedores para adquirir los equipos al mejor costo.
- Se obtiene al rediseño físico del panel de conectores rápidos, utilizando el formato CAD aprobado en el tercer objetivo, se fabrica un panel nuevo que cumple con normas de paneles eléctricos.
- Se concreta el objetivo al montar los elementos eléctricos en los módulos didácticos, utilizando el diseño CAD aprobado en el segundo objetivo, garantizando estética y direccionamiento (marquillas), de las conexiones eléctricas.
- Se concreta el objetivo al generar un breve manual de las configuraciones de los protocolos de comunicación, para enlazar la transmisión de datos entre dispositivos, en el capítulo 3 en la sección 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11 se detalla los procedimientos para el desarrollo exitoso de las comunicaciones.
- Se logra el objetivo al elaborar el presente manual y en la sección de anexos detallamos paso a paso las prácticas industriales propuestas, complementadas por sus diagramas de fuerza y control.

- Se cumple con el objetivo al ejecutar las prácticas industriales propuestas utilizando los diferentes elementos del módulo didáctico, y sus datos y resultados obtenidos se reportan en este manual.

## RECOMENDACIONES.

- Al querer actualizar o repotenciar los módulos que han sido utilizados en el laboratorio es recomendable desarmar la maleta por completo, para realizar una restauración del cuerpo metálico y mejorar la estética e integridad del equipo.
- Es necesario efectuar una lista de los elementos que se dispone, debido a que se debe devolver los sobrantes una vez terminado el trabajo técnico.
- Se debe considerar que una parte de la lista de componentes son de origen externo (fuera del país) lo que tomara días de espera, esto es podría influir en la planificación de montaje y tiempo de entrega del proyecto.
- Cabe indicar que los diseños en CAD, se los realizara tomando las mediciones reales de los elementos dentro de cada módulo didáctica, tomando en cuenta futuras readecuaciones o sugerencias planteadas por los revisores y utilizar las herramientas adecuadas para el montaje de los equipos.
- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP de cada elemento, que se encuentren dentro de la misma RED, que la máscara y la puerta de acceso estén configurada adecuadamente.
- Verificar la correcta configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Implementar el bloqueo eléctrico para las practicas donde se deba aplicar ambos sentidos de giro, como seguridad para evitar que se produzca cortocircuitos en los diagramas de fuerza.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. L. Y. L. M. Vicente Guerrero, *Comunicaciones Industriales*, Alfaomega, Marcombo, 2009, p. 412.
- [2] J. M. A. C. F. S. J. I. A. Q. Enrique Mandado Pérez, *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización*, 2 ed., Marcombo, 2009, p. 1120.
- [3] Centro Integrado Politécnico ETI, «redesfpm201011 Comunicaciones Industriales,» 17 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/redesfpm201011.pdf>. [Último acceso: 3 Abril 2017].
- [4] Universidad de Oviedo, «tema4 Redes Locales,» 27 Septiembre 2006. [En línea]. Available: <http://www.isa.uniovi.es/docencia/redes/Apuntes/tema4.pdf>. [Último acceso: 3 Abril 2017].
- [5] J. Á. G. C. Javier Gámiz Caro, «Ethernet como soporte de sistemas de control en red,» *Técnica Industrial*, nº 294, pp. 26-35, Agosto 2011.
- [6] L. A. T. S. Jeison Gabriel Martinez Bustos, «comunicaciones-industriales-55c0992c49db3 EL PLC Y LAS COMUNICACIONES INDUSTRIALES,» 19 10 2012. [En línea]. Available: <http://documentslide.com/documents/comunicaciones-industriales-55c0992c49db3.html#>. [Último acceso: 19 06 2017].
- [7] C. Medina León, «comunicaciones-industriales-52653027 Integración de Comunicaciones Industriales,» 11 09 2015. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/ssuser03261e/comunicaciones-industriales-52653027>. [Último acceso: 20 06 2017].
- [8] infoPLC, «74-informe-ethernet-industrial Informe Ethernet Industrial: Profinet,» 18 05 2013. [En línea]. Available: <http://www.infopl.net/documentacion/7-comunicaciones-industriales/74-informe-ethernet-industrial>. [Último acceso: 21 06 2017].

- [9] A. Gorenberg, «Profinet: El nuevo estándar de comunicación en la automatización de plantas industriales,» 01 2005. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=216&edi=25&xit=profinet-el-nuevo-estandar-de-comunicacion-en-la-automatizacion-de-plantas-industriales>. [Último acceso: 26 06 2017].
- [10] O. Américo Fata, «SEDECI,» 18 05 2011. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4196>. [Último acceso: 27 06 2017].

# **ANEXOS.**

## Practica#1.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>NRO. PRÁCTICA:</b>	1	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque directo de un motor trifásico, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI, con sus protecciones correspondientes.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Partiendo de una práctica de un arranque directo, se pretende, aprender las configuraciones básicas necesarias, para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400, a través de una red Ethernet y utilizando elementos de protección eléctricos.		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control.</li><li>• Cablear los elementos eléctricos del módulo, para arrancar nuestro motor.</li><li>• Familiarizarse con los software de programación LOGO!Soft 8 y TIA portal 13.</li><li>• Diseñar la lógica de control que se instalara en el MINI PLC LOGO.</li><li>• Diseñar las animaciones que se instalara, en la pantalla KTP 400.</li><li>• Realizar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.</li><li>• Descargar los programas en el controlador y la pantalla.</li><li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li></ul> Hacer pruebas de los elementos de protección del circuito.		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<b>FUSIBLE CAMSCO R 14-20-2A.</b>		
Es un elemento eléctrico de protección de corto circuito cilíndrico, fabricado con cerámica. Cuando en el circuito eléctrico se presenta el aterrizado de una de las líneas de alimentación, se genera una elevación de la corriente de consumo de la carga, esto es detectado por el fusible		

(internamente se funde un filamento, provocando que en el circuito se corte la circulación de corriente), protegiendo nuestros equipos, la figura 83 muestra los fusibles.



Figura 8383. Fusibles Camsco.

### **SUPERVISOR DE VOLTAJE TRIFASICO AVTEK STI-5424.**

Es un elemento eléctrico que monitorea constantemente el suministro de energía eléctrica, controlando de forma automática la conexión y desconexión de cargas monofásicas y trifásicas conectadas a través de un contactor de fuerza o relé, la figura 84 presenta el supervisor de voltaje.



Figura 8484. Supervisor de voltaje.

Este dispositivo protege por pérdida de fase, inversión de fase, desbalance en las líneas de alimentación, sobre voltaje, bajo voltaje. Tiene 8 niveles de voltaje que puede supervisar, umbral de sobre voltaje, umbral de bajo voltaje, configuración de tiempo de retardo de activación y tiene indicadores de estado de alimentación y desconexión. Cuando se presenta una anomalía en los niveles de voltaje, se abre o cierra un contacto el cual desconecta la carga.

### **GUARDAMOTOR EBASEE EGV2-M10 4-6.3 AMP.**

Es un elemento electromecánico de protección de sobrecarga. Cuando en el circuito eléctrico se presenta una subida anormal en el consumo de corriente de una carga de potencia, internamente en el guardamotor un mecanismo dispara los contactos que alimenta a la carga. Cuenta con un regulador de la corriente de disparo, contactos abiertos y cerrados para enviar señales de alarmas y puede montarse sobre riel din, la figura 85 muestra un guardamotor.



Figura 85. Guardamotor Ebasee.

### **CONTACTOR SCHNEIDER LC1D12.**

Es un elemento electromecánico para el accionamiento de cargas eléctricas (motores eléctricos). Está formado con una bobina interna, un núcleo de ferrita, contactos eléctricos y una carcasa aislante para su manipulación. Cuando se alimenta la bobina se genera un campo electromagnético, el cual cierra contactos eléctricos lo que podría alimentar directamente a una carga eléctrica y su puesta en marcha, su carcasa es plástica aislante y cuenta con un mecanismo estándar para el montaje sobre riel, la figura 86 presenta un contactor.



Figura 8686. Contactor Schneider.

## **PULSADORES.**

Es un elemento eléctrico de accionamiento manual el cual, al maniobrarlo cierra o abre internamente contactos eléctricos y al soltar el elemento este regresara a su posición inicial. Si conectamos correctamente un pulsador, podremos accionar cargas eléctricas, lo vemos en la figura 87.



Figura 87. Pulsadores.

## **LUCES PILOTO.**

Se conocen así a los indicadores luminosos que se utilizan en los circuitos eléctricos, para representar las activaciones de las cargas, o también para indicar alarmas, fallos y disparos de protecciones, la figura 88 muestra los pilotos utilizados.



Figura 88. Luces Piloto.

## **ROUTER TP-LINK.**

Es un elemento electrónico encargado de enrutar o interconectar, redes de ordenadores y ahora en nuestros casos controladores, son muy utilizados para establecer acceso a internet. Este

elemento será el que nos permitirá establecer la red de comunicación de nuestro controlador con el HMI y el ordenador, la figura 89 presenta el Router utilizado en él proyecto.



Figura 89. Router inalámbrico TP link TL-WR840N.

### **PANTALLA HMI KTP-400.**

Es una interfaz gráfica que permite la interacción, entre un controlador programable y los seres humanos, la pantalla se programa con el software WinCC (integrado en el paquete de TIA Portal V13), cuenta con una amplia gama de animaciones graficas prediseñadas, para usar directamente en nuestros diseños de control, su pantalla es de 4 pulgadas de dimensión, full color y 4 botones físicos programables, la figura 90 enseña la pantalla usada.

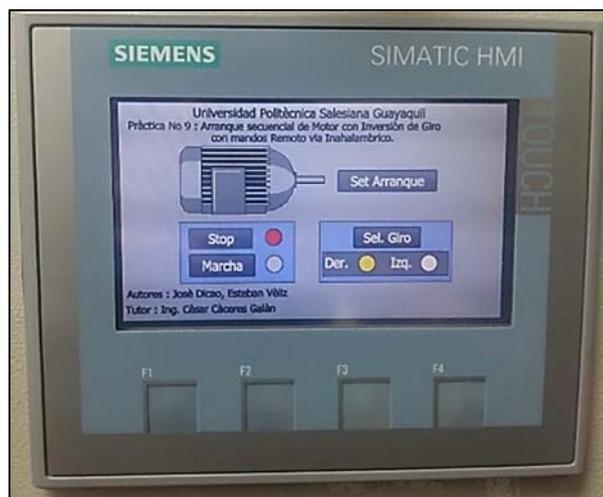


Figura 90. Pantalla HMI.

## LOGO 0BA7.ES4.

Los módulos LOGO 0BA7 es un controlador programable de baja gama, tienen integrado conector RJ-45 para establecer comunicación de red. La interfaz Ethernet permite la comunicación con otros dispositivos LOGO, CPU SIMATIC S7, paneles HMI y PC, con un máximo de hasta ocho dispositivos LOGO. Cuenta con 8 entradas y 4 salidas digitales, la figura 91 muestra el logo implementado.



Figura 91. LOGO 0BA7.

### INSTRUCCIONES:

1. Diseñar el circuito de control necesario, para la activación de un motor trifásico.
2. Diseñar el circuito de fuerza, con sus respectivas protecciones para la puesta en marcha de un motor trifásico.
3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
4. Alimentar al módulo de pruebas, con su respectiva clavija rápida trifásica.
5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante en el LOGO.
7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Para obtener un resultado satisfactorio en la práctica a desarrollar, necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y Tia Portal V13.

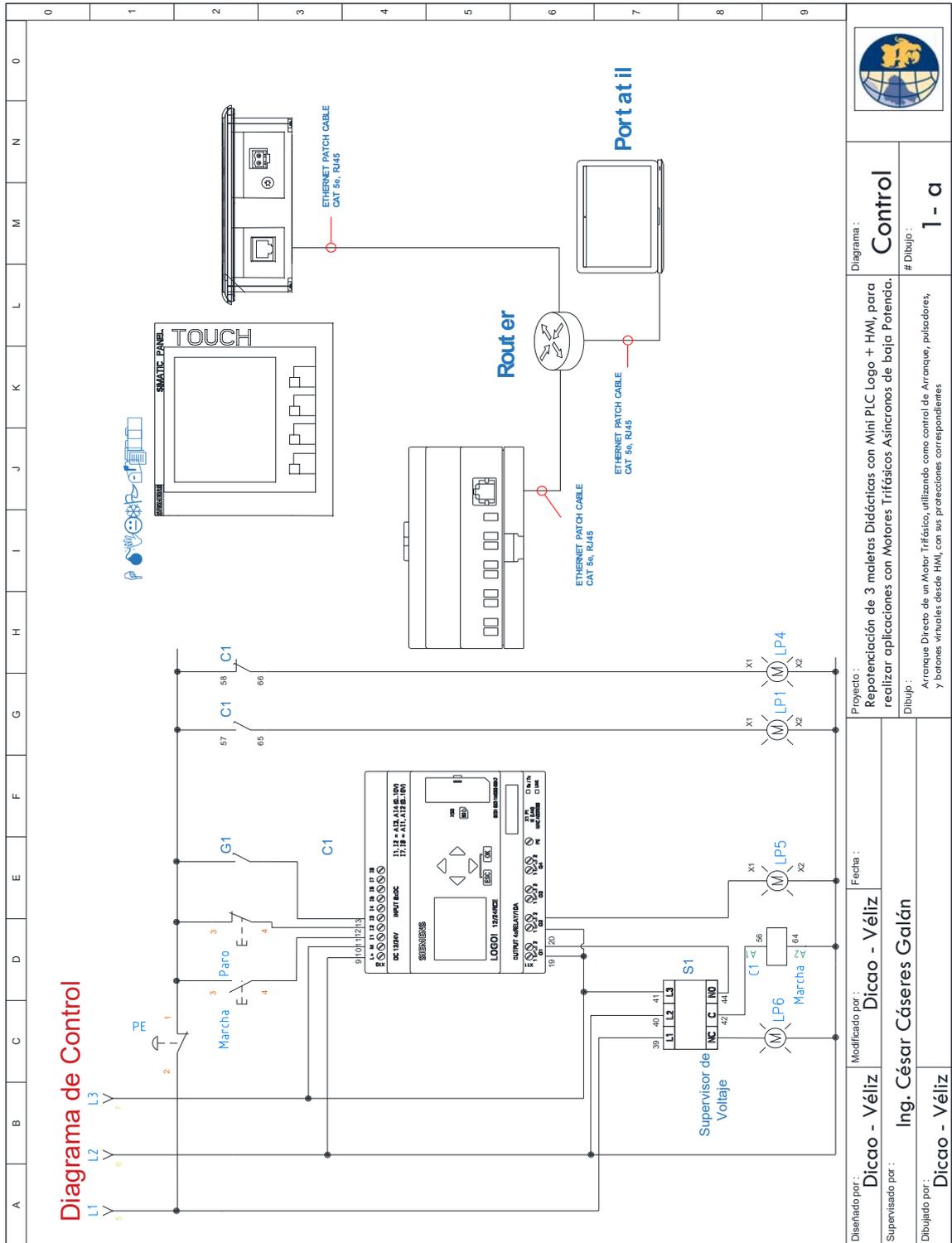
### Descripción de la práctica.

Al activar el pulsador **P1**, la entrada digital **I1**, recibe una señal, que activara **Q1**, esta salida polarizara al contactor **C1** y arrancaremos directamente al motor trifásico **M1** y se enciende el piloto **LP1**, si presionamos al pulsador **P3**, la entrada digital **I2**, conmuta y se desactiva la salida **Q1**, parando al motor trifásico, apagando el piloto **LP1**, y se enciende **LP4**. El circuito cuenta con un pulsador de emergencia **PE**, el cual corta el voltaje de control y para al motor, si existe un disparo del guardamotor

**G1**, la entrada **I3**, recibe una señal, y **Q2** se activa encendiendo el piloto **LP5**, además en caso de existir un fallo de voltaje en alguna de las líneas, no permitirá arrancar el motor o parar el motor en caso de estar en marcha, y se encenderá el piloto **LP6**. Además, en la pantalla **KTP 400**, se diseña una pantalla con 2 botones, 1 para arrancar y 1 para parar al motor, además cuenta con un indicador luminoso virtual, que se activa cuando el motor está en marcha.

En la siguiente figura 84 y figura 85, se ilustra el diagrama de conexiones a implementar.

# DIAGRAMA DE CONTROL.



Diseñado por: <b>Diccao - Véliz</b>	Fecha :
Supervisado por: <b>Ing. César Cáseres Galán</b>	Proyecto : Repotenciación de 3 maletas Didácticas con Mini PLC Logo + HMI, para realizar aplicaciones con Motores Trifásicos Asíncronos de baja Potencia.
Dibujado por: <b>Diccao - Véliz</b>	Dibujo : Arranque Directo de un Motor Trifásico, utilizando como control de Arranque, pulsadores, y botones Virtuales desde HMI, con sus protecciones correspondientes
Diagrama : <b>Control</b>	
# Dibujo : <b>1 - a</b>	

Figura 92. Diagrama de conexiones de control, Practica 1.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

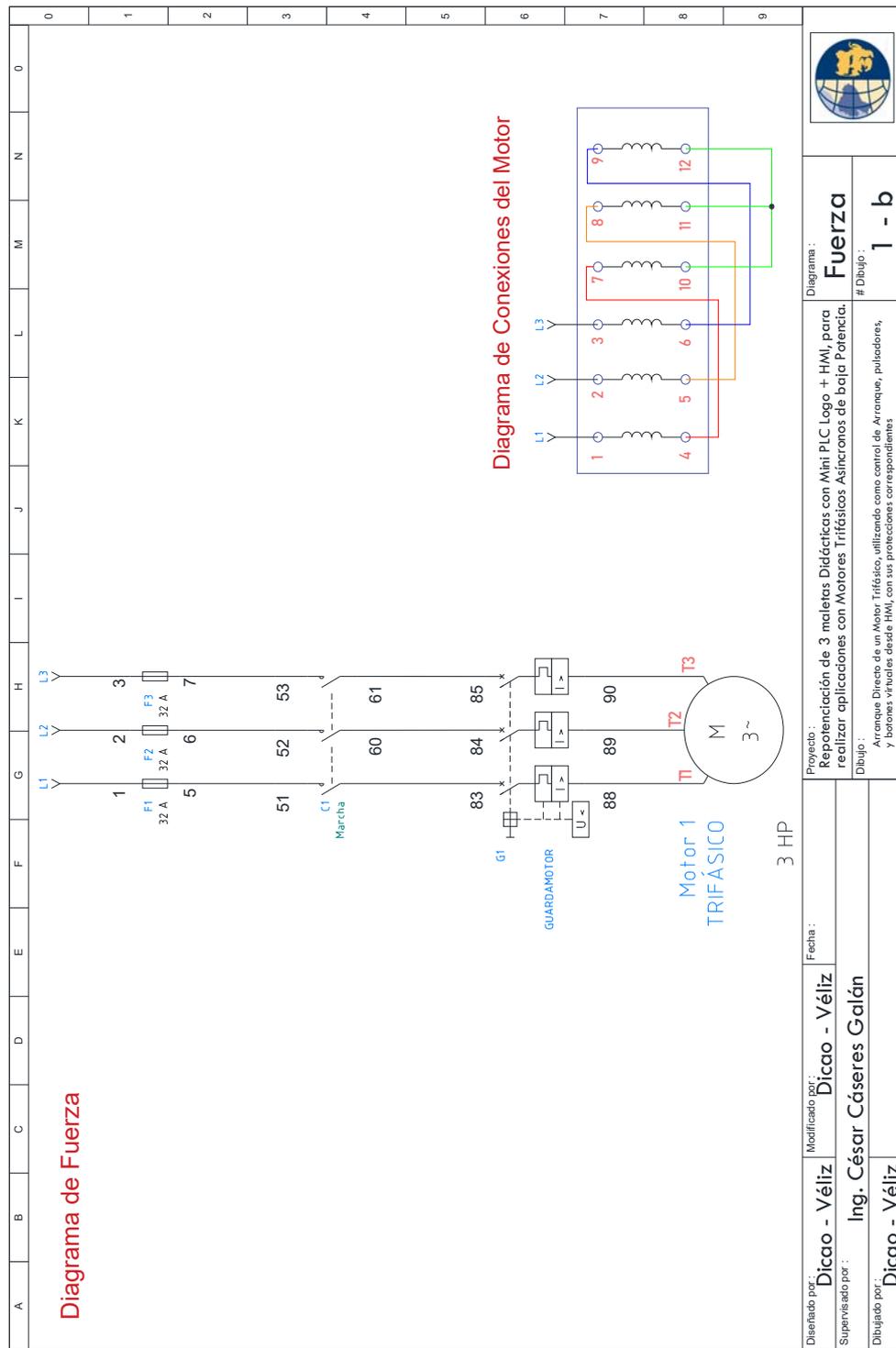


Figura 93. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 1.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 94 presenta el módulo de trabajo.



Figura 94. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 1, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 95 muestra la práctica.

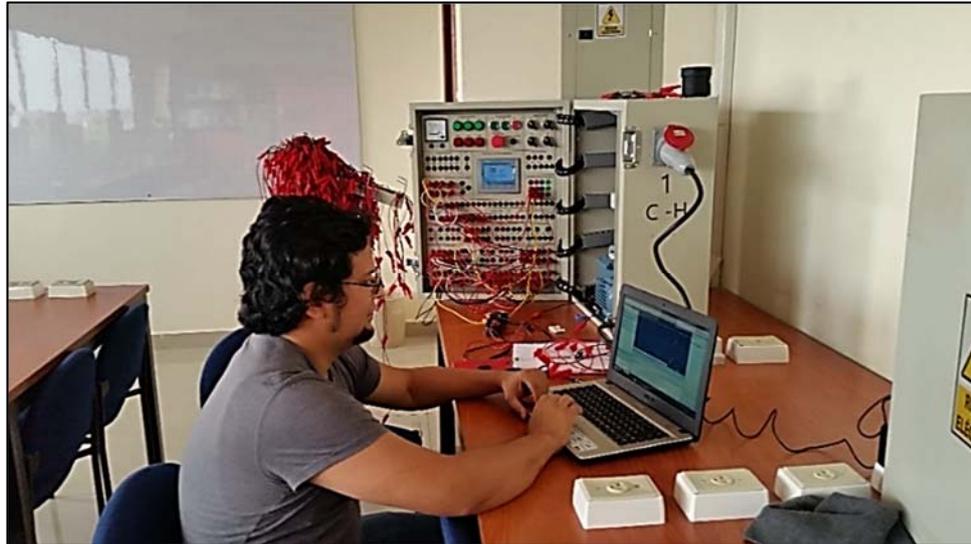


Figura 95. Cableado del circuito de fuerza y control practica 1.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8 desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores bits, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red, que responderá al accionamiento de las señales del circuito, la figura 96 presenta la lógica programada.

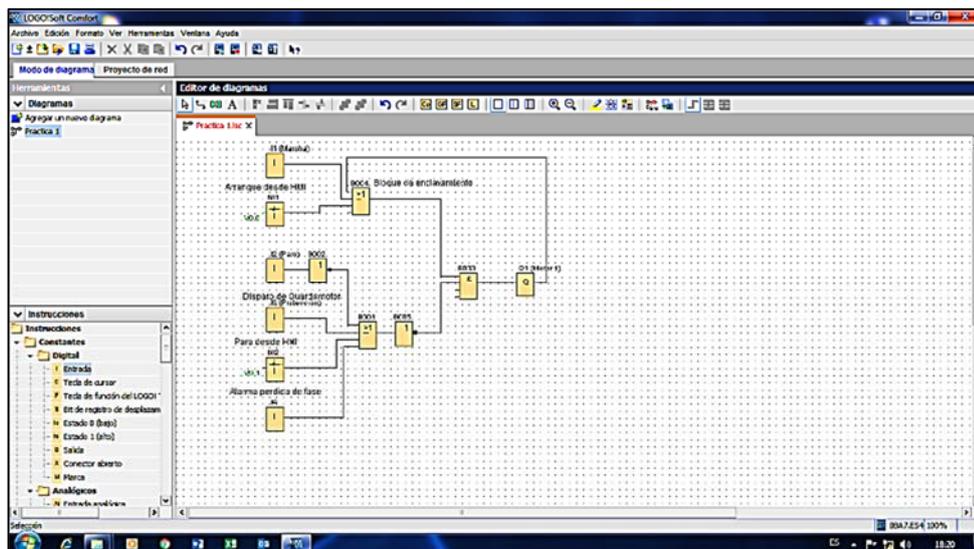


Figura 96. Lógica de control cargada al Logo, practica 1.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 97 muestra el circuito de control en modo simulación.

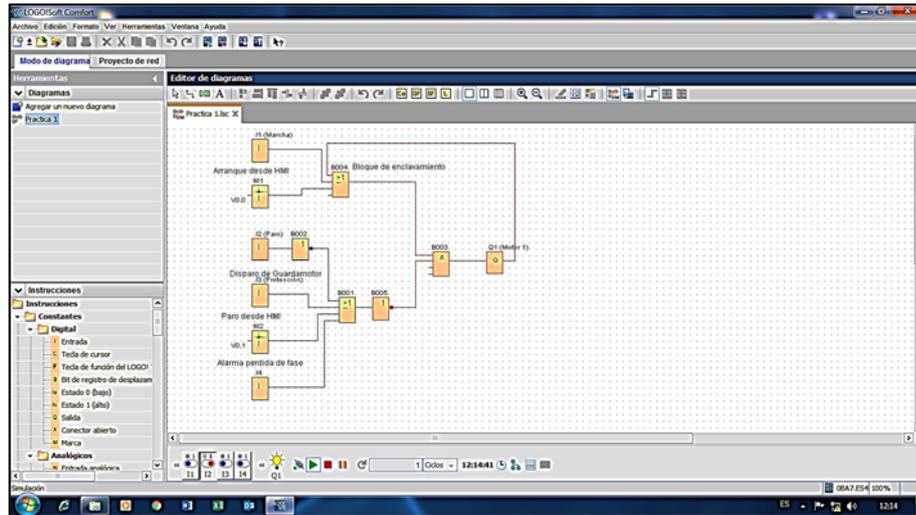


Figura 97. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Configuramos al HMI con las señales (TAG) que compartirá con el Logo, para su respectiva interpretación, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO** que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**.

Finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha**, **Paro** y **Motor**. Marcha arranca el motor desde la pantalla HMI. Paro genera el pulso que quita la energía al contactor. Motor es la confirmación del arranque del motor, esta señal habilita el encendido de un indicador en el HMI. Sus direcciones asignadas son **V0.0**, **V0.1** y **Q0.0**.

### Paso 10.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas damos clic a la carpeta de **Imágenes**, en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, como son botones, interruptores, entre otros elementos, desplazamos los botones para marcha y paro, insertamos un indicador el cual cambia de color cuando el motor arranca, insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados y cargamos el programa en el HMI quedando como en la figura 98.

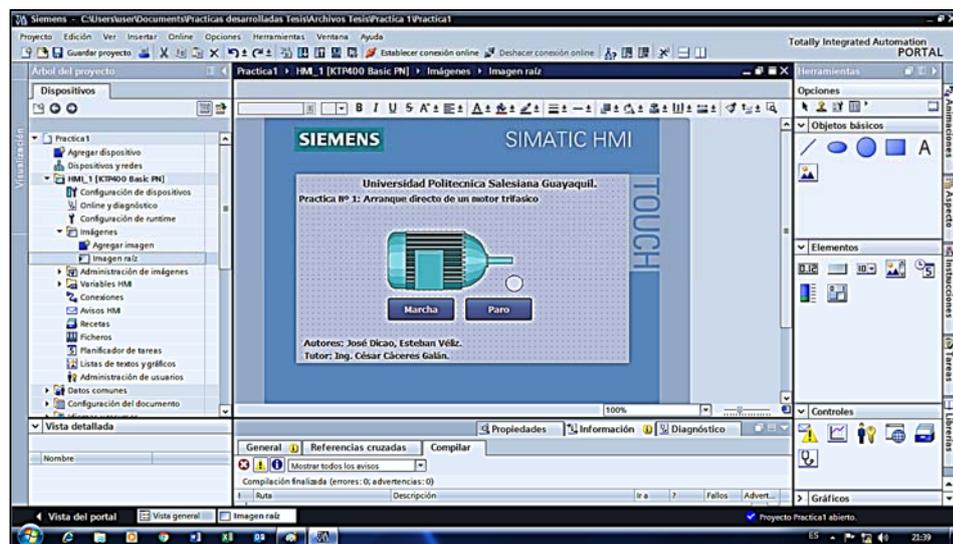


Figura 98. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

### Paso 11.

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, significando que la práctica ha sido exitosa.

**CONCLUSIONES:**

Partiendo de los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control, se desarrolla el cableado de los elementos eléctricos del módulo, con sus respectivos dispositivos de protección eléctrica. Utilizando los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, hemos aprendido a vincular el MINI PLC LOGO con la pantalla KTP 400, desarrollando las configuraciones para transmitir datos, en un protocolo de comunicación Ethernet, se realizan las pruebas de arranque directa de un motor, utilizando los botones físicos y los botones virtuales diseñados en la pantalla, se realizan pruebas de disparo de los elementos de protección.

**RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de cada elemento, que se encuentren dentro de la misma RED, que la máscara está configurada adecuadamente al igual que la puerta de acceso.
- Verificar la correcta configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.

## Practica#2.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	2	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque directo de un motor trifásico con Inversión de Giro, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Eleva el nivel de la complejidad de la práctica utilizando como punto de partida la primera experiencia y afianzar los conocimientos de configuraciones para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.		
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control.</li><li>• Implementar los circuitos eléctricos para arrancar un motor, considerando el sentido de giro.</li><li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li><li>• Diseñar las animaciones que distingan el sentido de giro y cargar en la pantalla KTP 400.</li><li>• Afianzar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y un MHI.</li><li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li></ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
Para comprender como trabaja el circuito eléctrico de control, es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito.		
<b>INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO</b>		
Al energizar las terminales de alimentación de un motor trifásico inicia su marcha y se mantendrá girando hasta el momento en que cortemos la energía eléctrica. Ocurre que el motor puede ser puesto en marcha, pero en sentido contrario, ¿pero de que nos sirve, el sentido de giro? Lo utilizamos en los elevadores de los edificios, en las escaleras eléctricas, en bandas transportadoras, esto es tan cotidiano en el día a día. En la industria la inversión de giro es ideal para el control de procesos, según la necesidad.		

Para poder poner en marcha un motor eléctrico en sentido contrario, basta con conectar dos de sus tres terminales de forma cruzada o invirtiendo dos de sus fases de entrada, mirar figura 99.

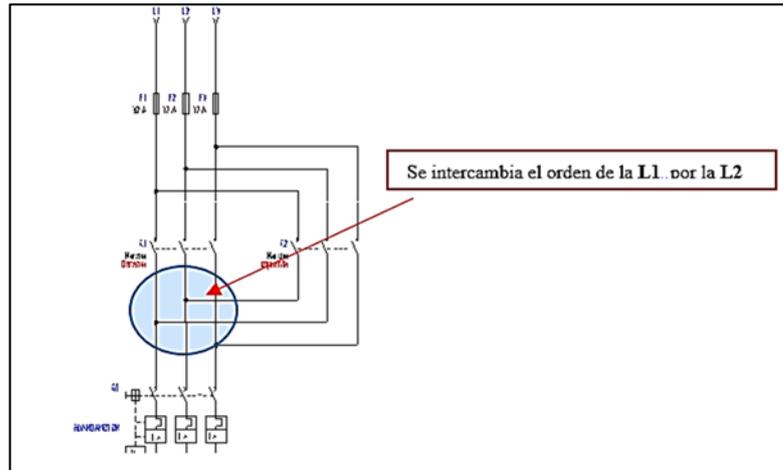


Figura 99. Conexión cambio de líneas, para inversión de giro.

Al interior del motor al cambiar las fases cambian los polos del electroimán que se genera internamente, produciendo una fuerza de atracción en sentido contrario a la inicial. A estos sentidos de rotación se los conoce como sentido horario y sentido anti horario.

En el **anexo de la practica 1** en el **marco teórico**, detallamos cómo funcionan el resto de los elementos que se utilizan en esta práctica, aquí se puede realizar las consultas teóricas correspondientes.

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de control necesario, para la activación de un motor trifásico.
	2. Diseñar el circuito de fuerza, con sus respectivas protecciones para la puesta en marcha de un motor trifásico.
	3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	4. Alimentar al módulo de pruebas, con su respectiva clavija rápida trifásica.
	5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
	6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.

Para el desarrollo de la práctica necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

### Descripción de la práctica.

Primero seleccionamos en qué sentido deseamos arrancar el motor al accionar **P1**, se seleccionara el sentido de giro hacia el lado **derecho** (giro horario), si presionamos **P2** se habrá seleccionado el giro del motor al lado **izquierdo** (giro anti horario), la señal **P1** la detecta el LOGO en la entrada digital **I1** y el controlador activa la salida digital **Q1**, provocando que el contactor 1 (**C1**) se energice y que el motor **M1** arranque en sentido horario y el indicador **LP1**.

Si presionamos el pulsador **P2** la entrada digital del logo **I2**, recibe el pulso y se activa a la salida digital **Q2** que polariza al contactor 2 (**C2**), haciendo que el motor gire en sentido anti horario y se encienda el piloto **LP2**, vale mencionar que el contactor 2 cruza las líneas en su salida para provocar que el Motor **M1** gire en sentido contrario.

Arranca el motor no se puede realizar la inversión de giro, para arrancar en sentido inverso, primero se debe apagar el sistema y esto se logra al accionar el pulsador **P3**, que es el que da la orden de paro en la entrada digital **I3** o también si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

El circuito cuenta con sistemas de bloqueo eléctrico (contactos auxiliares), para evitar que arranquen los contactores **C1** y **C2** simultáneamente. Entre las protecciones existe un guardamotor **G1** de disparo por sobrecarga, la entrada digital **I4** del LOGO, recibe una señal y **Q3** se activa encendiendo el piloto **LP5**, además un supervisor de voltaje en caso de existir un fallo de voltaje en alguna de las líneas, no permitirá arrancar el motor o parará el motor en caso de estar en marcha se activará **Q4** y encenderá el piloto **LP6**.

Además, en la pantalla **KTP 400**, se diseña una pantalla con 3 botones, 1 para arrancar, 1 para parar al motor y 1 para seleccionar el giro, además cuenta con un indicador luminoso virtual, que se activa cuando el motor está en marcha, las figuras 100 y 101 muestran los diagramas.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

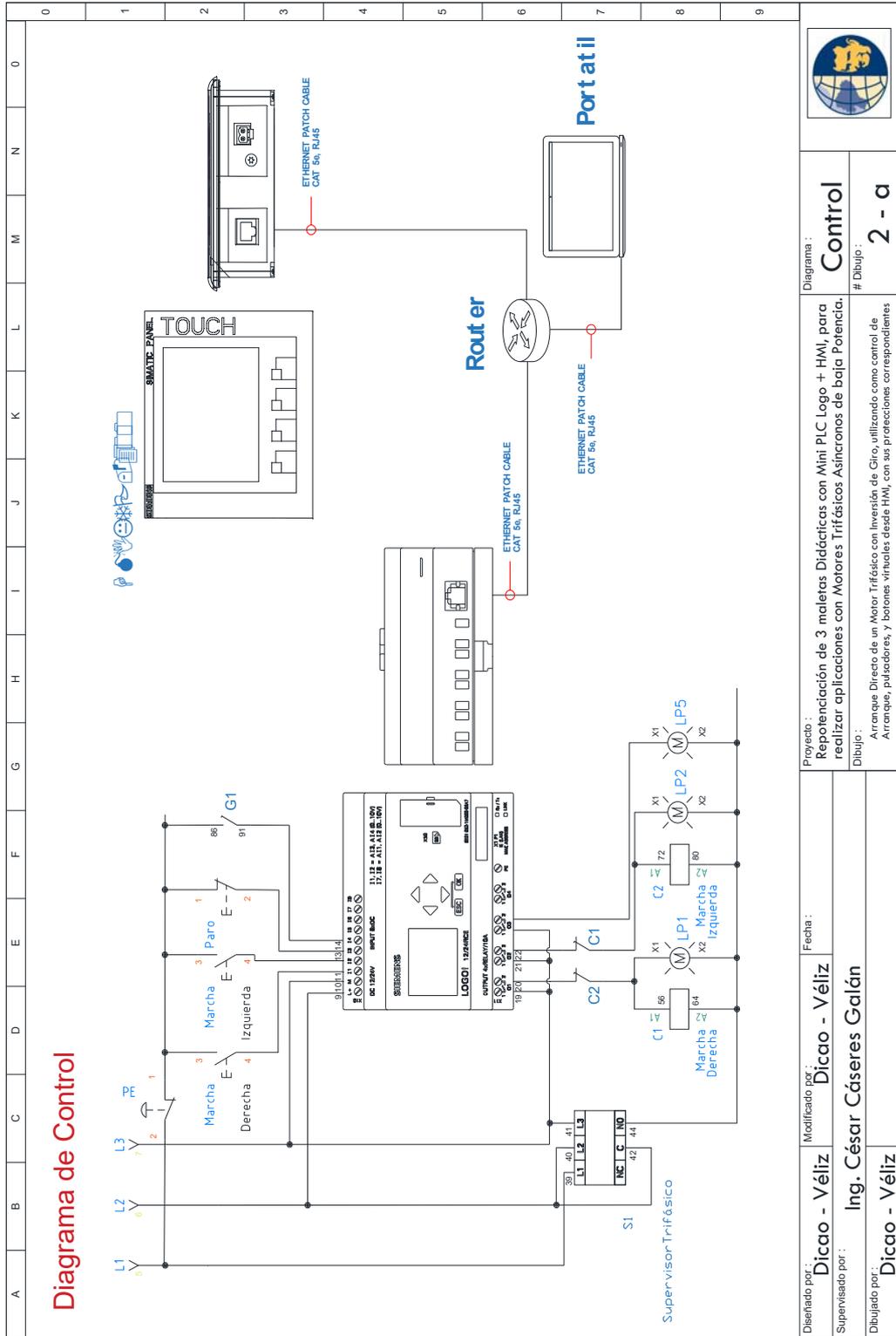


Figura 100. Diagrama de conexiones de control, Practica 2.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

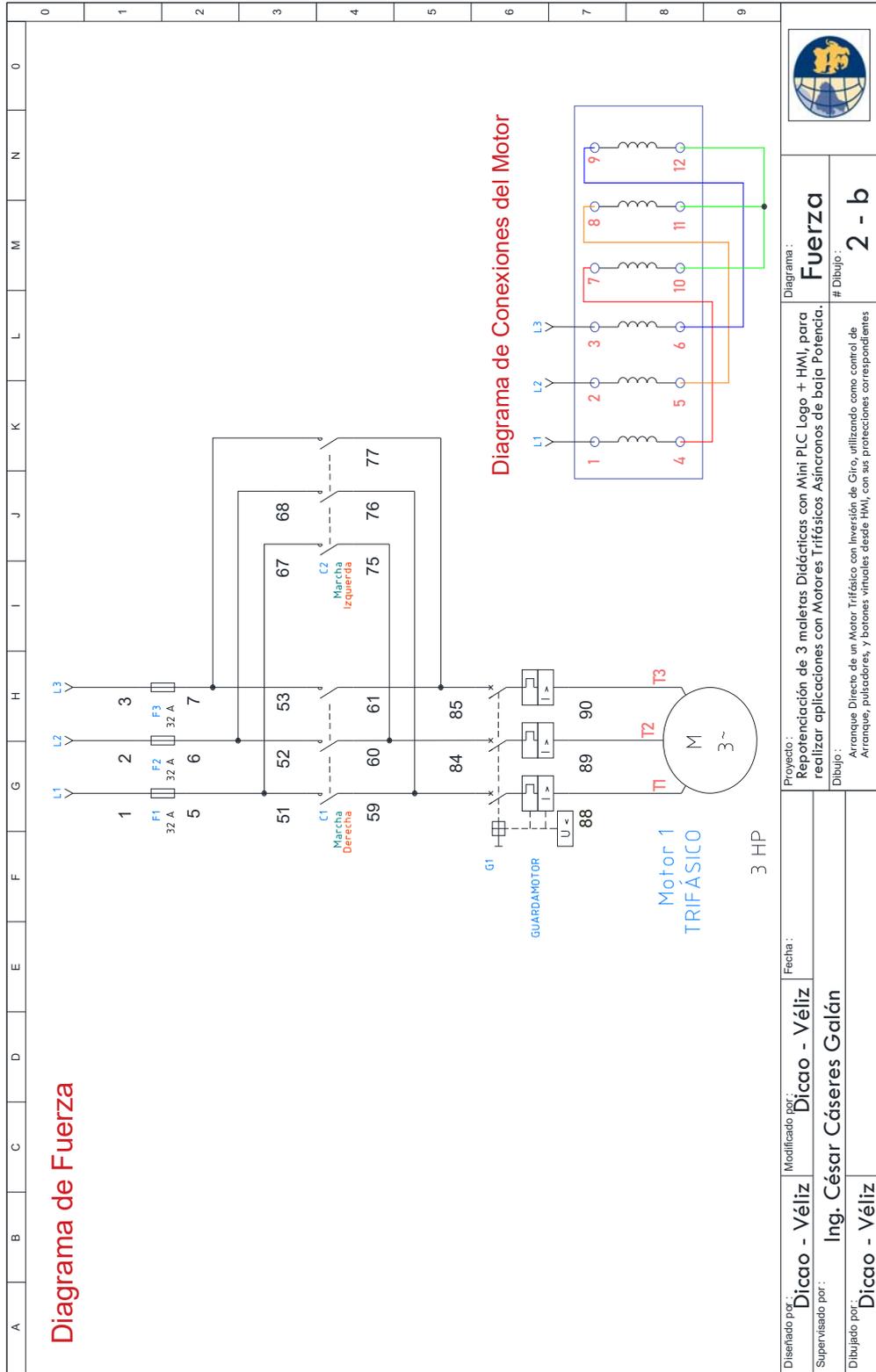


Figura 101. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 2.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 102 presenta el módulo de trabajo.



Figura 102. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 2, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 103 muestra la práctica.

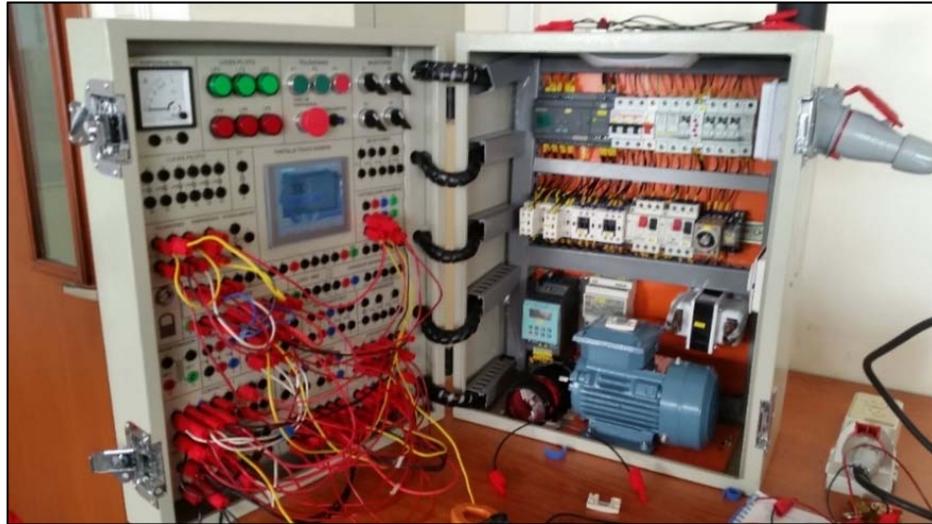


Figura 103. Cableado del circuito de fuerza y control practica 2.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 104 presenta la lógica programada.

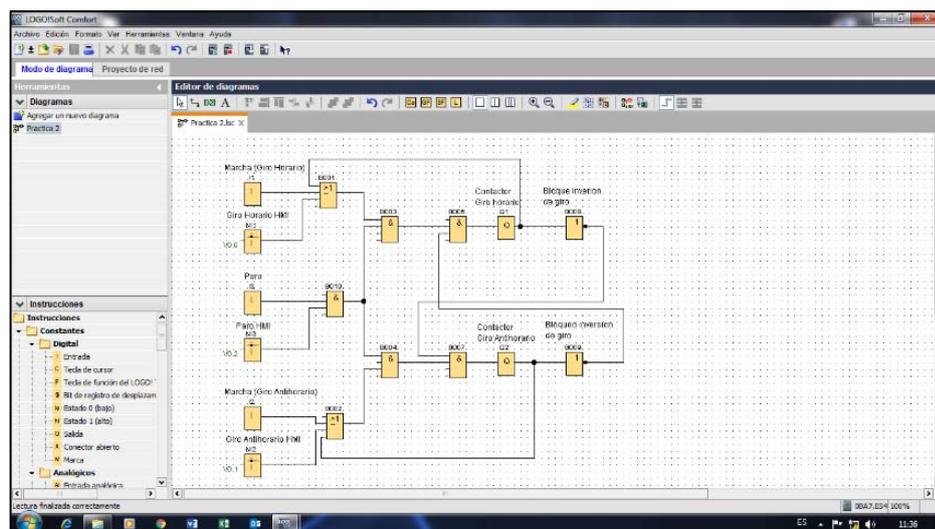


Figura 104. Lógica de control cargada al Logo, practica 2.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 105 muestra el circuito de control en modo simulación.

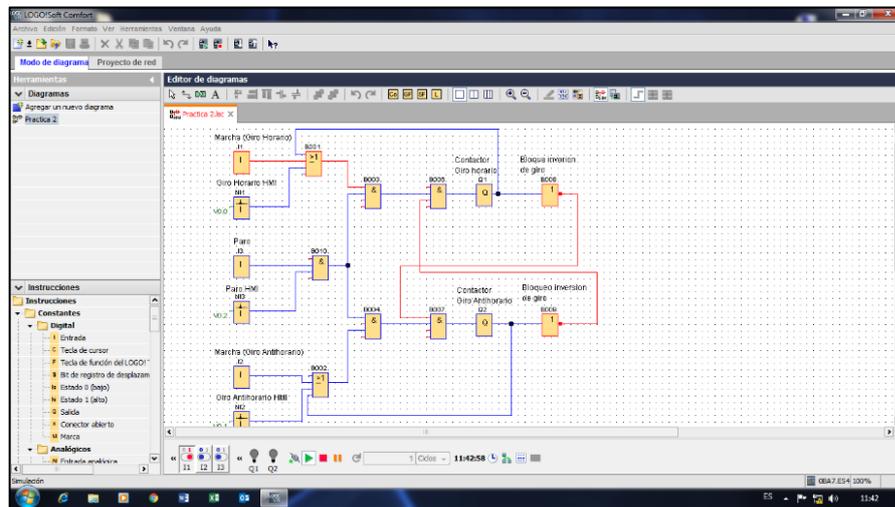


Figura 105. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Creamos en el HMI las señales (TAG) que interactúan con el Logo, usando el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la sección **Desarrollo del**

**proyecto.** Finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha Derecha, Marcha izquierda, Derecha, Izquierda y Paro.**

Derecha arranca el motor desde la pantalla HMI en sentido horario. Izquierda arranca el motor desde la pantalla HMI en sentido anti horario. Marcha derecha, es la confirmación de activación del giro derecha, y enciende el indicador Giro DER. en el HMI. Marcha izquierda, es la confirmación de activación del giro izquierda y enciende el indicador Giro IZQ. en el HMI.

Paro, genera el pulso que quita la energía del Motor en cualquiera de los sentidos de giro. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1 y V0.2.**

### **Paso 10.**

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas, damos clic a la carpeta de **Imágenes** en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, desplazamos los botones para marcha derecha izquierda y stop, insertamos dos indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca en uno o el otro sentido, insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados y cargamos el programa en la pantalla, quedando como en la figura 106.

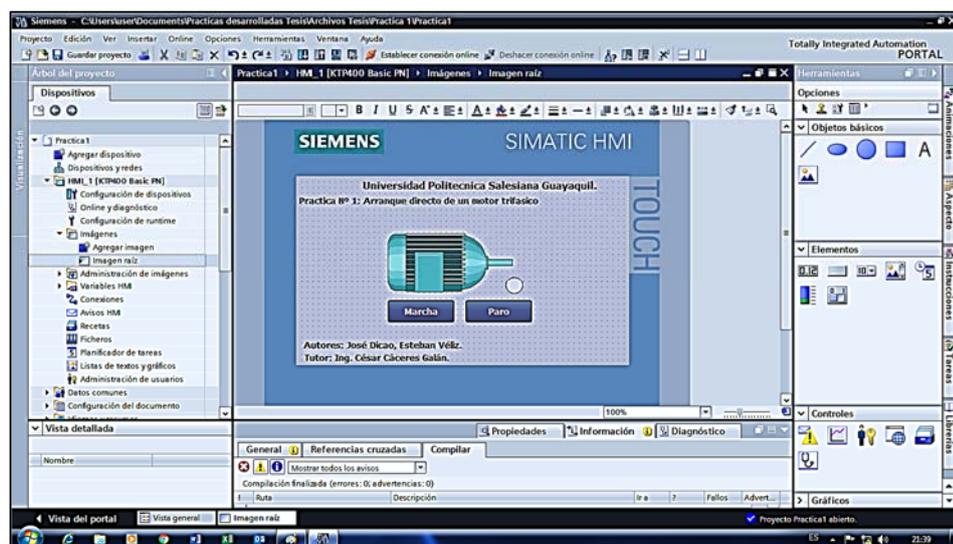


Figura 106. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

**Paso 11.**

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

**CONCLUSIONES:**

Utilizando los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control, se desarrolla el cableado de los elementos eléctricos del módulo, con sus respectivos dispositivos de protección eléctrica. Utilizando los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, hemos fortalecido los conocimientos de configuración para vincular el MINI PLC LOGO con la pantalla KTP 400, para que exista transmisión de datos, se realizan las pruebas de arranque de un motor, en ambos sentidos de giro, utilizando las botoneras y botones virtuales diseñados en la pantalla, se toman las precauciones para el bloqueo de activación de ambos sentidos en paralelo, se realizan pruebas de disparo de los elementos de protección.

**RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Implementar el bloqueo eléctrico, para la activación simultánea de ambos sentidos de giro.

### Practica#3

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	3	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque por devanados parciales, de un motor trifásico, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
<p>Poner en marcha un motor eléctrico trifásico, se realizará el arranque parcial de los devanados, practica de las configuraciones para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.</p>		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control.</li> <li>• Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la separación de sus devanados, en dos motores.</li> <li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar las animaciones que distingan los devanados del motor en dos y cargar, en la pantalla KTP 400.</li> <li>• Afianzar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.</li> <li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<p>Para comprender como trabaja el circuito eléctrico de control, es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito.</p> <p><b>ARRANQUE POR DEVANADOS PARCIALES.</b></p> <p>Entre los diferentes métodos que existen para arrancar un motor eléctrico, tenemos el arranque por devanados parciales, esta técnica permite energizar al 50 %, del bobinado del estator del motor, pasado un tiempo energizamos el 50 % del bobinado restante.</p>		

La ventaja del uso de esta técnica es arrancar el motor partiendo desde su estado de reposo, con un pico de arranque a la mitad y cuando el motor se encuentre en movimiento, entra la mitad del bobinado restante para que el motor este a su capacidad máxima. Es importante conocer que para poner en práctica este tipo de procedimiento, el motor eléctrico tiene que estar dotado con 6 bobinas internas y 12 terminales de conexión, como en la figura 107.

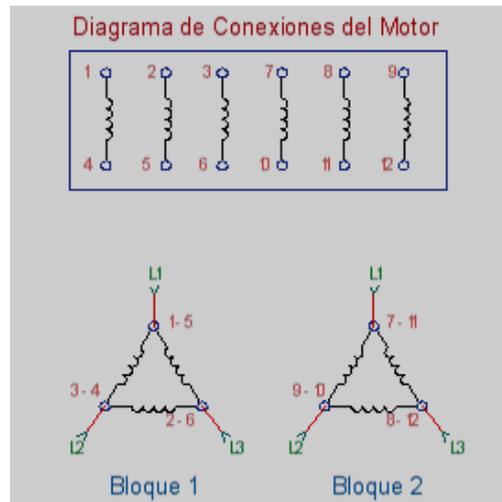


Figura 107. Estructura interna de un motor de seis bobinas.

Lo que ocurre internamente en el motor, inicialmente se polariza la bobina Z1, Z2 y Z3. Luego de un periodo polarizamos la mitad faltante del motor Z4, Z5 y Z6. Al finalizar el procedimiento, se energizan en paralelo a las bobinas, quedando Z1 y Z4, en paralelo. Z2 y Z5, en paralelo y Z3 y Z6 en paralelo.

### **TEMPORIZADOR ELECTRICO CAMSCO.**

Un temporizador es un elemento eléctrico de control para el accionamiento de cargas eléctricas. Existen temporizadores con retardo a la conexión y retardo a la desconexión, está formado por una tarjeta electrónica que, al ser polarizada un contador de reloj, inicia su marcha y al llegar al tiempo deseado, se realiza el cierre o apertura de contactos eléctricos, la figura 108 se aprecia un temporizador.



Figura 108. Temporizador CamSCO.

En el **anexo de la practica 1** en el **marco teórico**, detallamos cómo funcionan el resto de los elementos que se utilizan en esta práctica y se puede realizar las consultas teóricas necesarias.

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de control, para la activación de un motor trifásico, utilizando el método de arranque por devanados parciales.
	2. Diseñar el circuito de fuerza, para la puesta en marcha de un motor trifásico de doce terminales.
	3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	4. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica.
	5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
	6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

### **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Los siguientes elementos son la base para el desarrollo de la práctica:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

### **Descripción de la práctica.**

El pulsador **P1** al accionarlo la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1**, el controlador activa la salida digital **Q1**, accionando el contactor 1 (**C1**) se energice el motor en el **Bobinado 1**, un contacto auxiliar del contactor 1 activan al temporizador **T1**, pasados 2 segundos un contacto del temporizador envía una señal a la entrada digital **I2** del controlador y se activa la salida digital **Q2** que polariza al contactor 2 (**C2**) energizando al motor en el **Bobinado 2** y el indicador **LP1** también se energiza como señal que el motor está en marcha.

Entre las protecciones existe dos guardamotors **G1** y **G2** de disparo por sobrecarga, cada guardamotor alimenta al contactor 1 y contactor 2, si se dispara una de las protecciones, la entrada digital **I4 del LOGO**, recibe una señal y **Q3** se activa encendiendo el piloto **LP5**. Al accionar el pulsador **P3** envía señal de paro a la entrada digital **I3** y para todo el sistema, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

En la HMI **KTP 400** se diseña una pantalla con 2 botones, 1 para arrancar y 1 para parar al motor, además cuenta con dos indicadores luminosos virtuales, que se activa cuando se energiza el bobinado 1 y el bobinado 2, en las figuras 109 y 110 encontraremos los diagramas de fuerza y control de la práctica.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

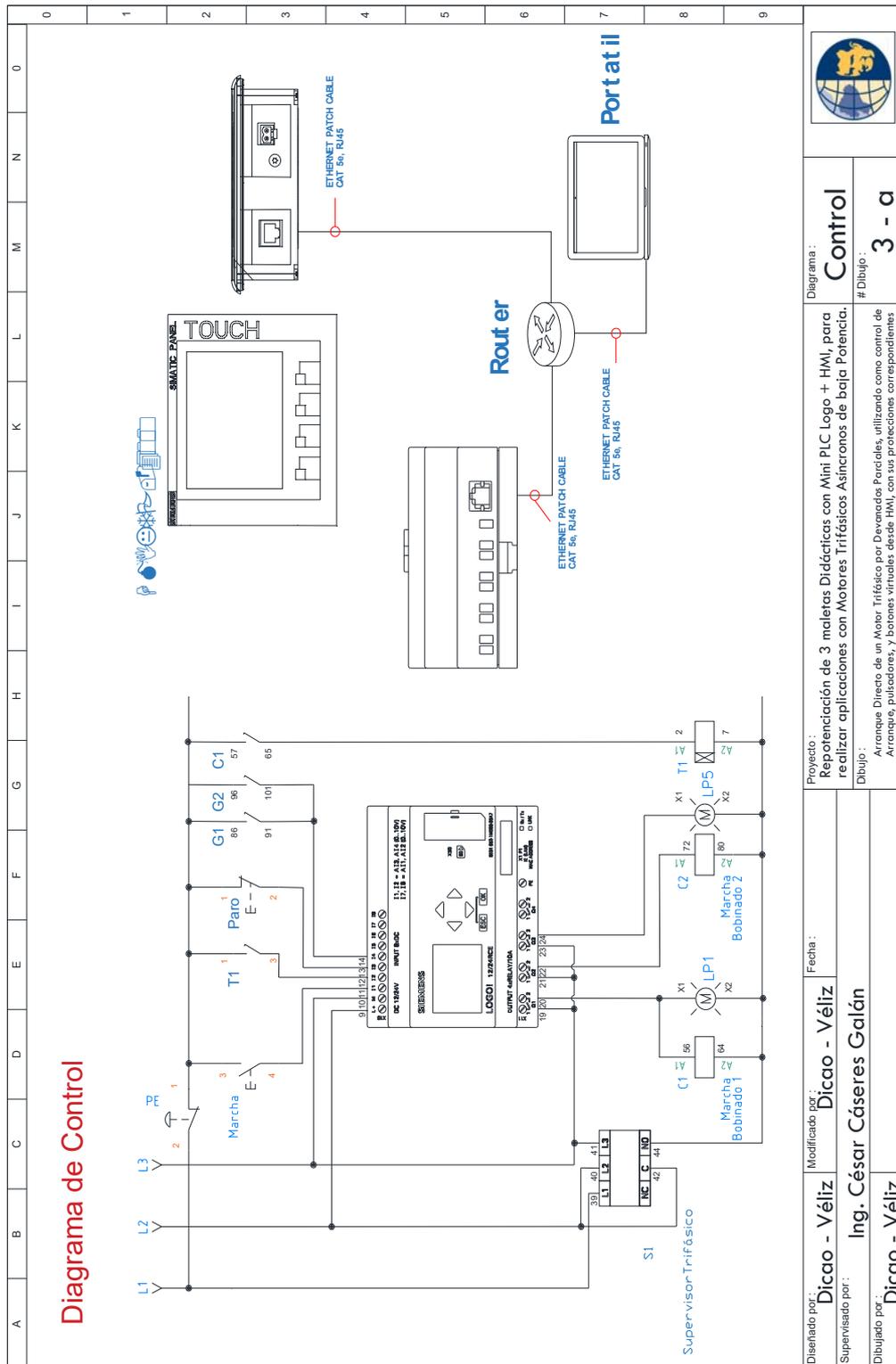


Figura 109. Diagrama de conexiones de control, Practica 3.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

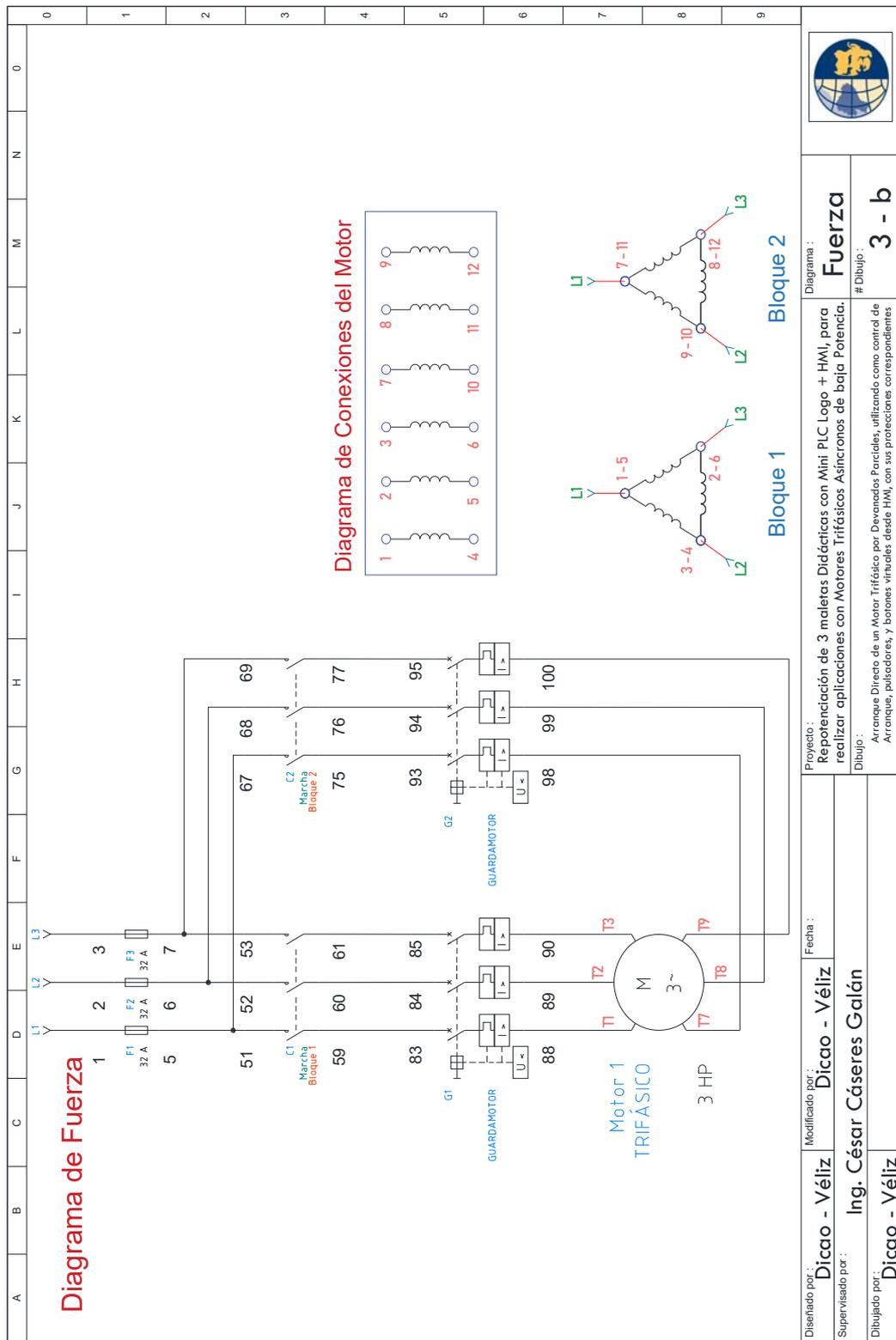


Figura 110. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 3.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 111 presenta el módulo de trabajo.



Figura 111. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 2, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 112 muestra la práctica.

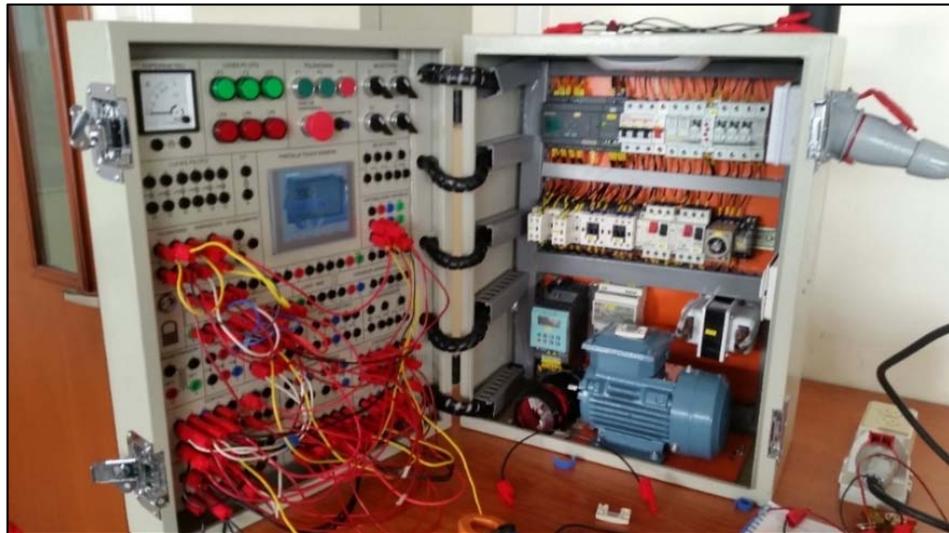


Figura 112. Cableado del circuito de fuerza y control practica 3.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 113 presenta la lógica programada.

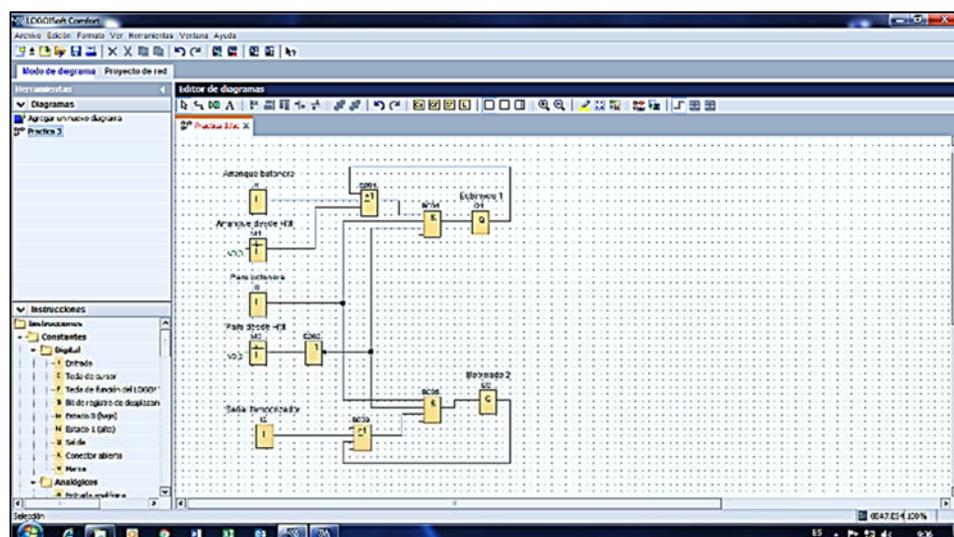


Figura 113. Lógica de control cargada al Logo, practica 3.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 114 muestra el circuito de control en modo simulación.

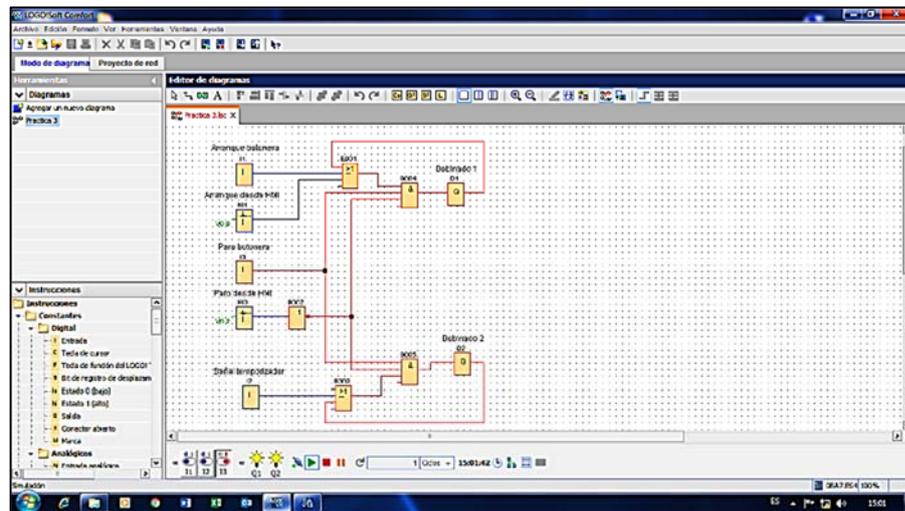


Figura 114. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOsoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Establecida la conexión, ahora creamos en el HMI las señales (TAG) interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**.

Finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha, Paro, Devanado 1, Devanado 2**. Marcha arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el devanado 1, pasado dos segundos arranca el devanado 2. Los devanados al activarse activan dos indicadores en la pantalla del HMI. Paro, genera el pulso que quita la energía del Motor sin importar que no estén activados ambos devanados. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1 y V0.2**.

### Paso 10.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas damos clic a la carpeta de **Imágenes** en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz, se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla, tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, desplazamos los botones para marcha bobinado 1, bobinado 2 y stop, insertamos dos indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca el bobinado 1 y el bobinado 2, insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG configurados y cargamos el programa en la pantalla., quedando como en la figura 115.

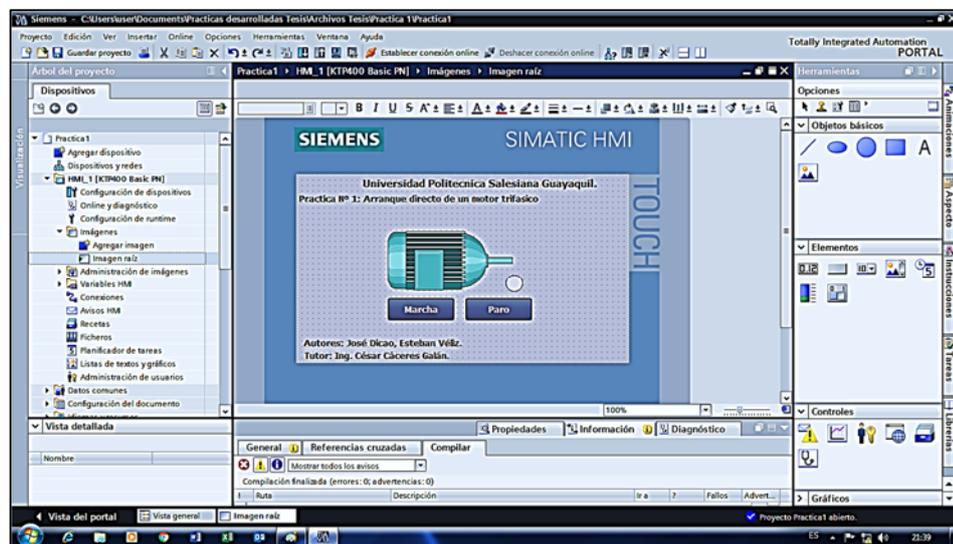


Figura 115. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

### Paso 11.

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas,

luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

#### **CONCLUSIONES:**

Utilizando los diagramas eléctricos de conexión de fuerza y control, se desarrolla el cableado de los elementos eléctricos del módulo. Utilizando los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13 hemos fortalecido los conocimientos de configuración para vincular el MINI PLC LOGO con la pantalla KTP 400, se realizan las pruebas de arranque de un motor parcialmente separando sus bobinados, se controla el pico de arranque del motor, utilizando las botoneras y botones virtuales diseñados en la pantalla, se realizan pruebas de disparo de los elementos de protección

#### **RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar que los devanados Z1 y Z4, Z2 y Z5, Z3 y Z6, queden en paralelo, caso contrario provocaremos un disparo de las protecciones del motor.

## Practica#4

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	4	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque por devanados parciales, de un motor trifásico, con inversión de giro, utilizando como control de arranque, pulsadores y botones virtuales desde HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
<p>Poner en marcha un motor eléctrico trifásico, seleccionando el sentido de giro, se realizará el arranque parcial de los devanados. Configurar aplicaciones para comunicar y transmitir datos entre un MINI PLC LOGO y un HMI KTP 400.</p>		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control.</li> <li>• Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la separación de sus devanados en dos motores y el sentido de giro.</li> <li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar las animaciones que distingan los devanados del motor en dos y cargar, en la pantalla KTP 400.</li> <li>• Afianzar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.</li> <li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<p>Para comprender como trabaja el circuito eléctrico de control, es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito.</p> <p>En el <b>anexo de la practica 1, practica 2 y practica 3</b> en el <b>marco teórico</b>, detallamos cómo funcionan los elementos que se utilizan en esta práctica, para poder puede realizar las consultas teóricas correspondientes.</p>		

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de control, para la activación de un motor trifásico, utilizando el método de arranque por devanados parciales con inversión de giro.
	2. Diseñar el circuito de fuerza, para la puesta en marcha de un motor trifásico de doce terminales.
	3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	4. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica.
	5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
	6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

### **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Detallamos el listado de materiales necesarios para el desarrollo de la práctica:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

#### **Descripción de la práctica.**

El pulsador **P1** al accionarlo la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1**, el controlador activa la salida digital **Q1**, accionando el contactor 1 (**C1**) y se energiza el **Bobinado 1** en sentido horario, un temporizador virtual **T1** pasados 2 segundos envía una señal a la salida digital **Q2** que polariza al contactor 2 (**C2**) energizando al motor en el **Bobinado 2** y el indicador **LP1** también se energiza, como señal que el motor está en marcha.

Al accionar el pulsador **P2**, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I2**, el controlador activa la salida digital **Q3**, accionando el contactor 3 (**C3**) y se energiza el **Bobinado 1** en sentido antihorario, un temporizador virtual **T2** pasados 2 segundos envía una señal a la salida digital **Q4** que polariza al contactor 4 (**C4**) energizando al motor en el **Bobinado 2** en sentido

antihorario y el indicador **LP2** también se energiza, como señal que el motor está en marcha.

Al presionar **P3** envía señal de paro a la entrada digital **I3** y para todo el sistema, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para, sin importar el sentido de giro en que se encuentre operando el motor, existe dos guardamotors **G1** y **G2** de disparo por sobrecarga, cada guardamotor alimenta al contactor 1 y contactor 3, si se dispara una de las protecciones se enciende el piloto **LP5**.

Una vez que arranca el motor, no puede realizar la inversión de giro, para arrancar en sentido invertido, primero se debe apagar el sistema y esto se logra al accionar el pulsador **P3**.

En el HMI **KTP 400** se diseña una pantalla con 3 botones, 1 para arrancar en sentido horario 1 para arrancar en sentido antihorario y 1 para parar al motor, además cuenta con cuatro indicadores luminosos virtuales, que se activa cuando se energiza el bobinado 1 y el bobinado 2 en sentido horario o cuando se energiza el bobinado 1 y el bobinado 2 en sentido antihorario.

El circuito cuenta con sistemas de bloqueo eléctrico para evitar que arranquen el motor en ambos sentidos simultáneamente, en la figura 116 podemos observar el diagrama de control y en la figura 117 observamos el manual de fuerza.

# DIAGRAMA DE CONTROL

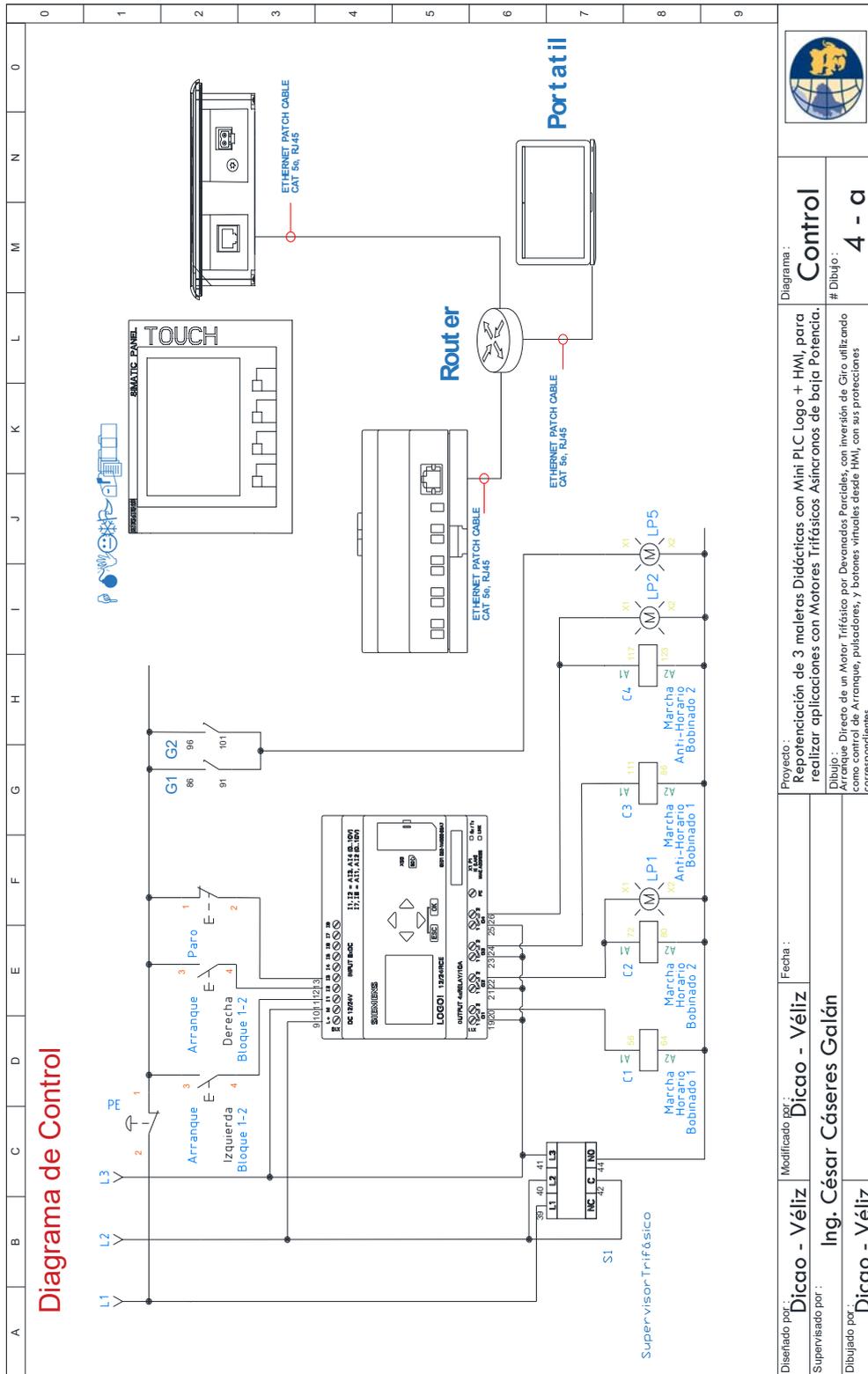


Figura 116. Diagrama de conexiones de control, Practica 4.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

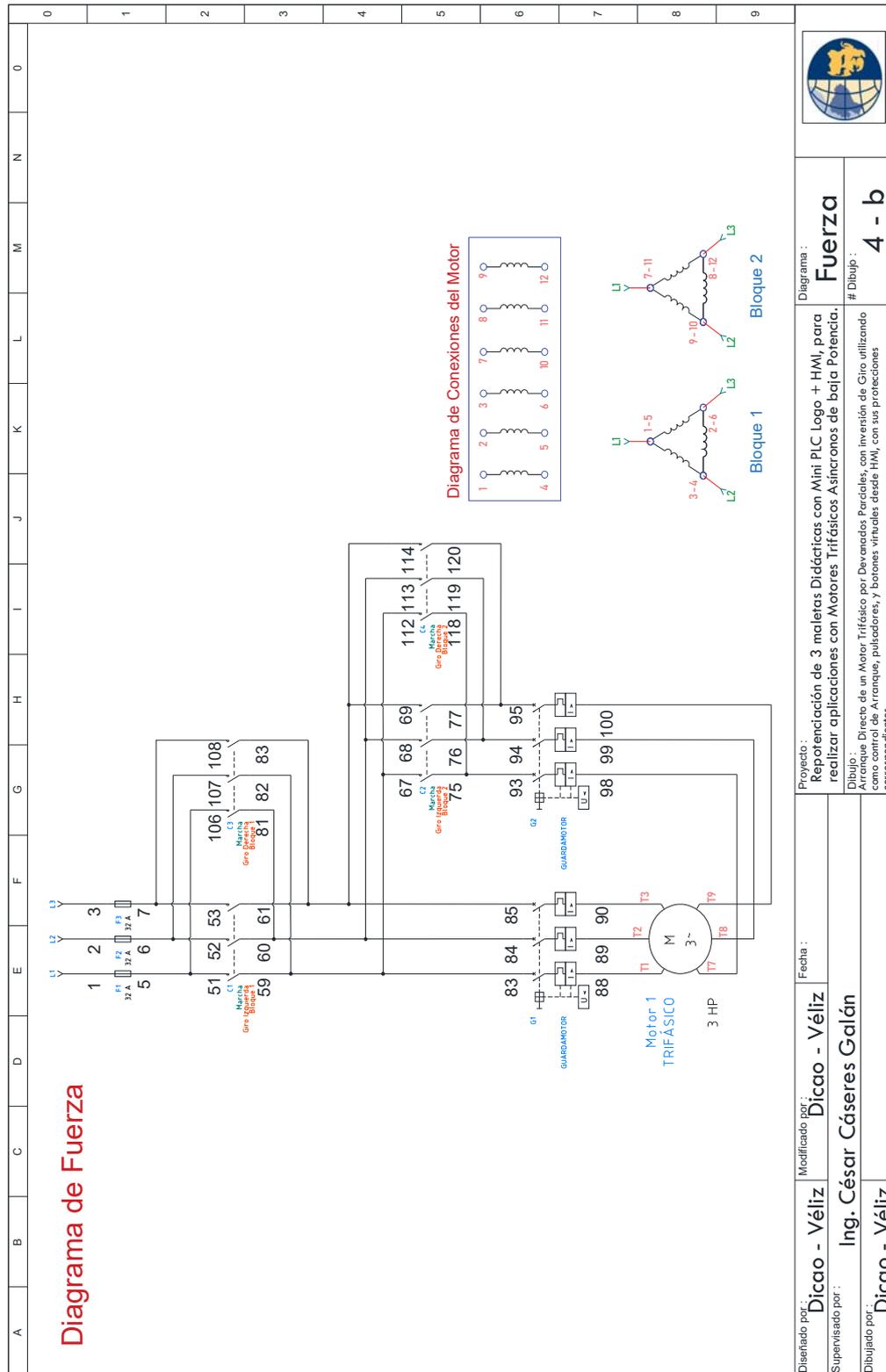


Figura 117. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 4.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 118 presenta el módulo de trabajo.



Figura 118. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 2, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 119 muestra la práctica.

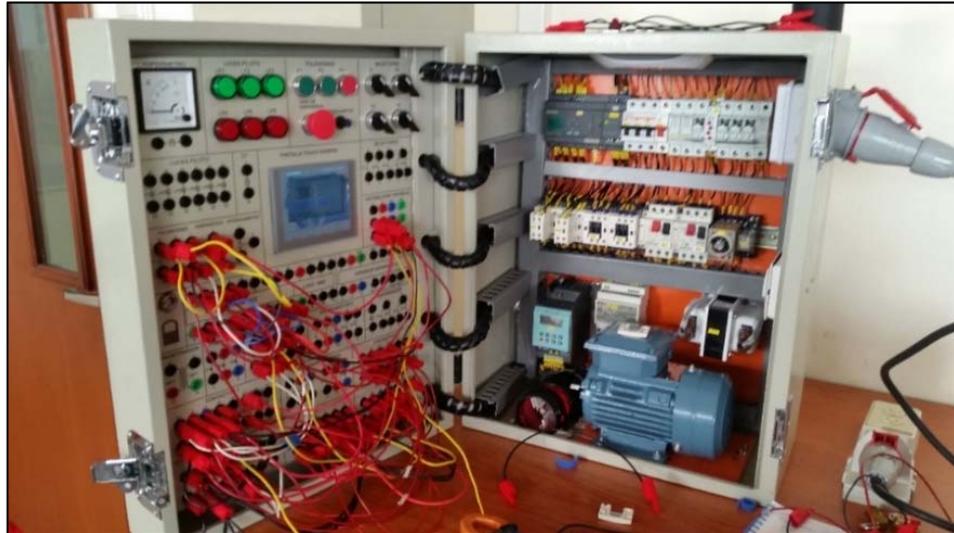


Figura 119. Cableado del circuito de fuerza y control practica 4.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 120 presenta la lógica programada.

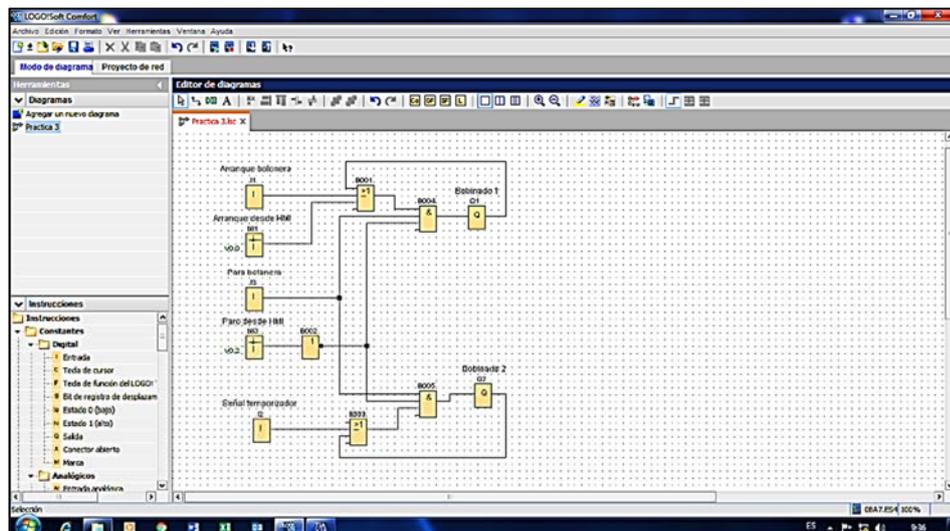


Figura 120. Lógica de control cargada al Logo, practica 4.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 121 muestra el circuito de control en modo simulación.

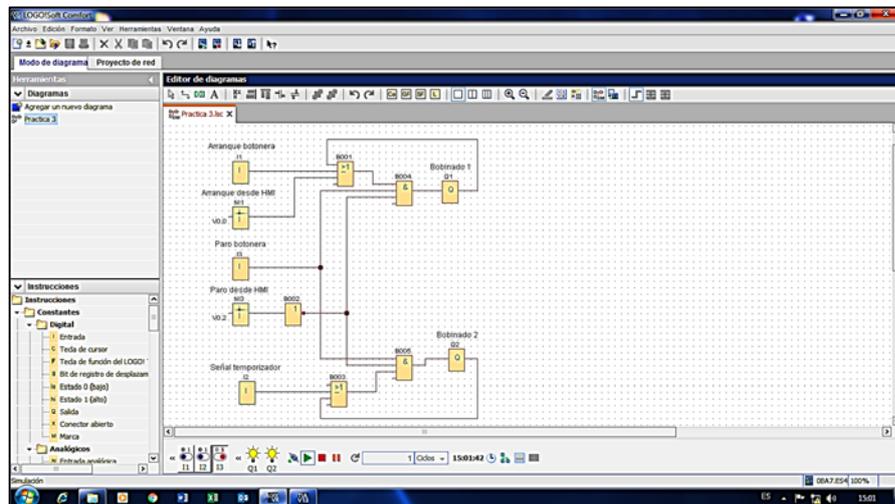


Figura 121. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Establecida la conexión creamos en el HMI las señales (TAG) interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**.

Finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha, Paro, Devanado 1, Devanado 2**. Marcha arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el devanado 1, pasado dos segundos arranca el devanado 2. Los devanados al activarse activan dos indicadores en la pantalla del HMI. Paro, genera el pulso que quita la energía del Motor sin importar que no estén activados ambos devanados. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1 y V0.2**.

### Paso 10.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas dando clic a la carpeta de **Imágenes**, en el árbol de proyecto dándole doble clic al icono de imagen raíz, se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos desplazamos los botones para marcha derecha izquierda y stop, insertamos cuatro indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca en uno o el otro sentido y sea el devanado 1 y devanado 2, insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos los elemento con los TAG y cargamos el programa en la pantalla, quedando como en la figura 122.

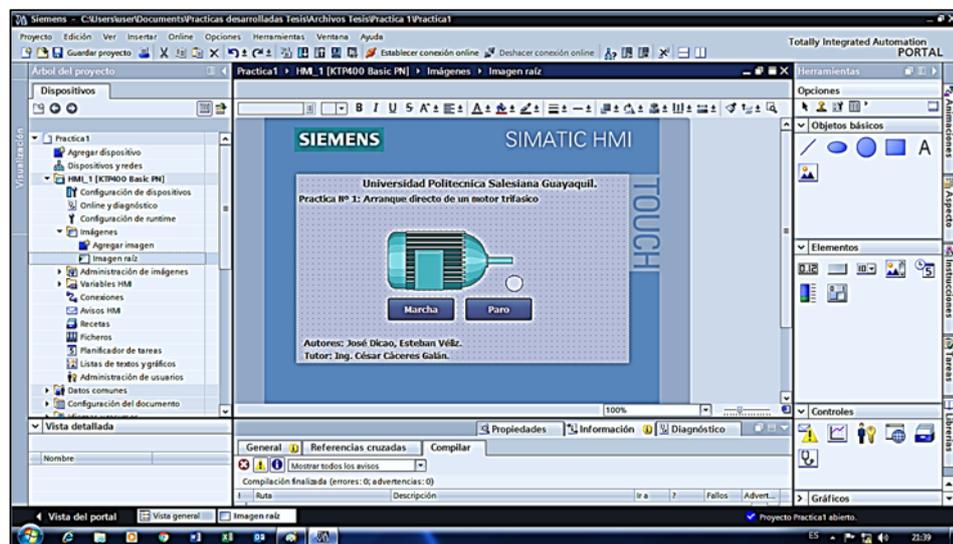


Figura 122. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

### Paso 11.

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas,

luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

#### **CONCLUSIONES:**

Utilizando los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control, se desarrolla el cableado. Utilizando los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para la programación de la lógica de control, se realizan las pruebas de arranque de un motor parcialmente separando sus bobinados, seleccionando previamente el sentido de giro, controlando el pico de arranque del motor. Utilizando las botoneras y botones virtuales diseñados en la pantalla, se realizan pruebas de arranque.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar que los devanados Z1 y Z4, Z2 y Z5, Z3 y Z6, queden en paralelo, caso contrario provocaremos un disparo de las protecciones del motor.
- Implementar el bloqueo eléctrico, para la activación simultánea de ambos sentidos de giro.

## Practica#5.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	5	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico, utilizando pulsadores y botones virtuales desde un HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Arrancar un motor eléctrico trifásico en configuración Estrella y luego pasarlo a Delta, comandado desde pulsadores y botones virtuales de una pantalla HMI KTP 400.		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar los diagramas eléctricos de conexión, de fuerza y control.</li> <li>• Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la conmutación Estrella-Delta en el motor.</li> <li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar animaciones graficas que permitan arrancar un motor, utilizando la aplicación TIA Portal.</li> <li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<b>ARRANQUE ESTRELLA-DELTA.</b>		
<p>Entre los diferentes tipos de arranques de un motor eléctrico tenemos el arranque Estrella-Delta, este método permite configurar las conexiones del bobinado del motor y mediante un switch de contactos, permite el cambio de conexiones de estrella a delta.</p> <p>La ventaja del uso de esta técnica es arrancar el motor partiendo desde su estado de reposo, polarizando los bobinados con dos tercias partes del voltaje nominal de la bobina, en la práctica si cada bobina de nuestro motor se alimenta con 220 Vac nominal, en la configuración estrella cada bobina recibirá 128 VAC, lo que provoca un pico de arranque menor, que el que se generaría si cada bobina recibiera el voltaje a plenitud 220Vac.</p> <p>Es importante conocer que para poner en práctica este tipo de procedimiento, las bobinas internas del motor tienen que cambiar físicamente su conexión eléctrica, para ello se utiliza contactores que realizaran el cambio de configuración.</p>		

En primera instancia el motor se pondrá en marcha con un voltaje menor que provoca el giro en bajas revoluciones, cuando el motor sale de la inercia un contactor desactiva la configuración estrella, y un contactor adicional activa la configuración de terminales en delta, en este estado cada bobina del motor recibe el voltaje nominal de polarización 220 Vac, lo que provoca un aumento en las revoluciones de giro del motor eléctrico, la figura 123 muestra el esquema de conexión.

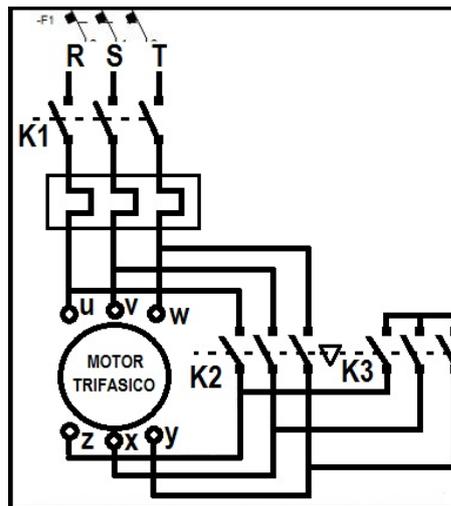


Figura 123. Diagrama para cambio de configuración Estrella-Delta.

En el **anexo de la practica 1** en el **marco teórico**, detallamos cómo funcionan el resto de los elementos que se utilizan en esta práctica para las consultas teóricas.

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de control, para la activación de un motor trifásico, utilizando el método de arranque estrella-delta.
	2. Diseñar el circuito de fuerza, para la puesta en marcha de un motor trifásico.
	3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	4. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica.
	5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
	6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.

Para obtener los resultados deseados en la práctica necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

### Descripción de la práctica.

Contamos con un pulsador **P1** al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1**, el controlador activa la salida digital **Q1** y **Q2** accionando el contactor 1 (**C1**) se energice el motor, además se energiza el contactor 2 (**C2**) que configura la conexión en estrella, colocamos un temporizador **T1** pasados 3 segundos desactiva al contactor 2 (**C2**) y activa la salida digital **Q3** energizando al contactor 3 el cual configura la conexión delta de las bobinas.

Al accionar el pulsador **P3** envía señal de paro a la entrada digital **I2** y para todo el sistema, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

Entre las protecciones existe dos guardamotores **G1** de disparo por sobrecarga, el guardamotor alimenta al contactor 1, si se dispara las proteccion, la entrada digital **I4** del LOGO, recibe la señal y **Q4** se activa, encendiendo el piloto **LP5**.

En la pantalla **KTP 400**, se diseña una pantalla con 2 botones, 1 para arrancar y 1 para parar al motor, además cuenta con tres indicadores luminosos virtuales, que se activa cuando el motor está en marcha, cuando el contactor de estrella está activo y cuando el contactor de delta está activo, las figura 124 muestra el diagrama de control y la figura 125 muestra el diagrama de fuerza de la práctica.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

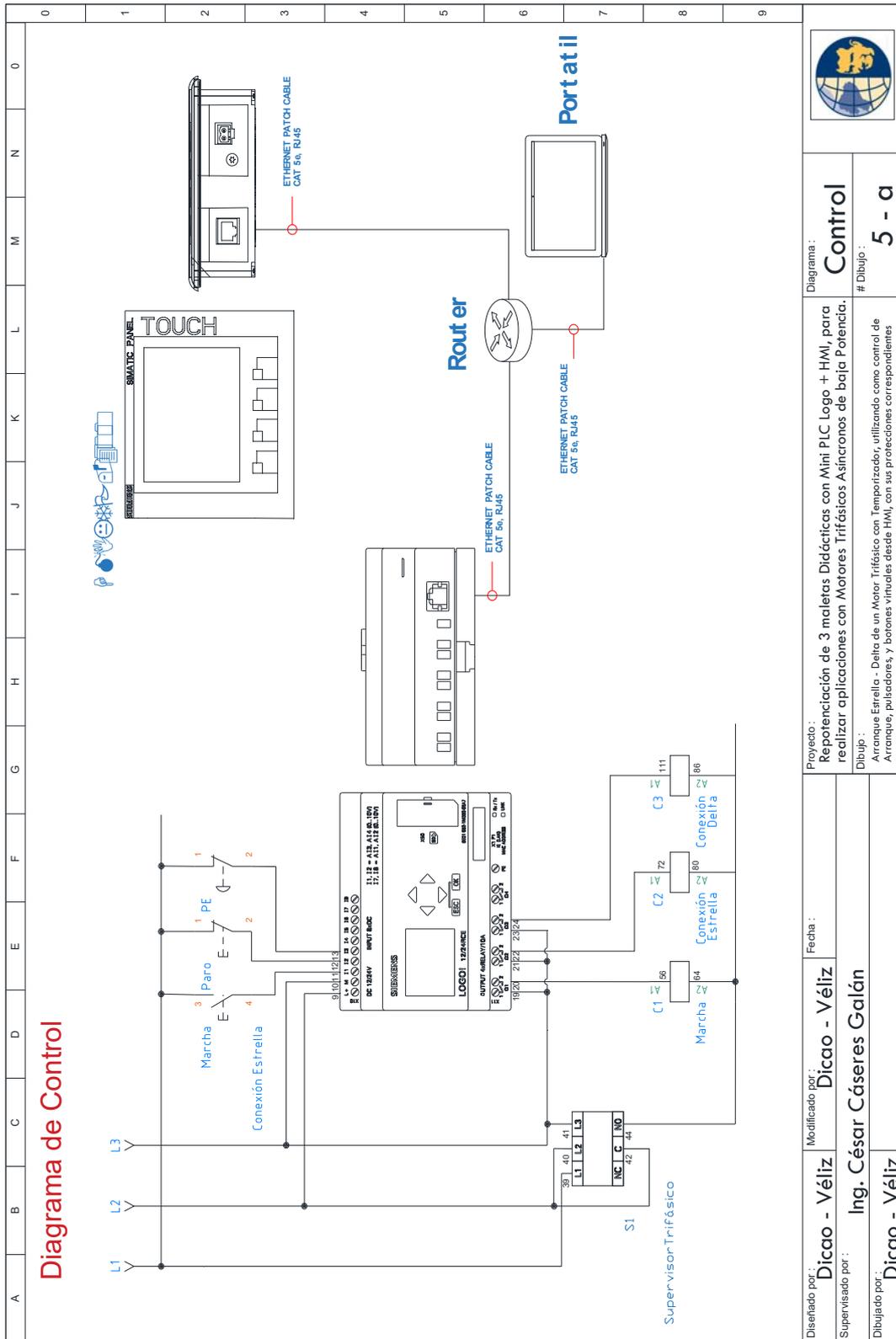


Figura 124. Diagrama de conexiones de control, Practica 5.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

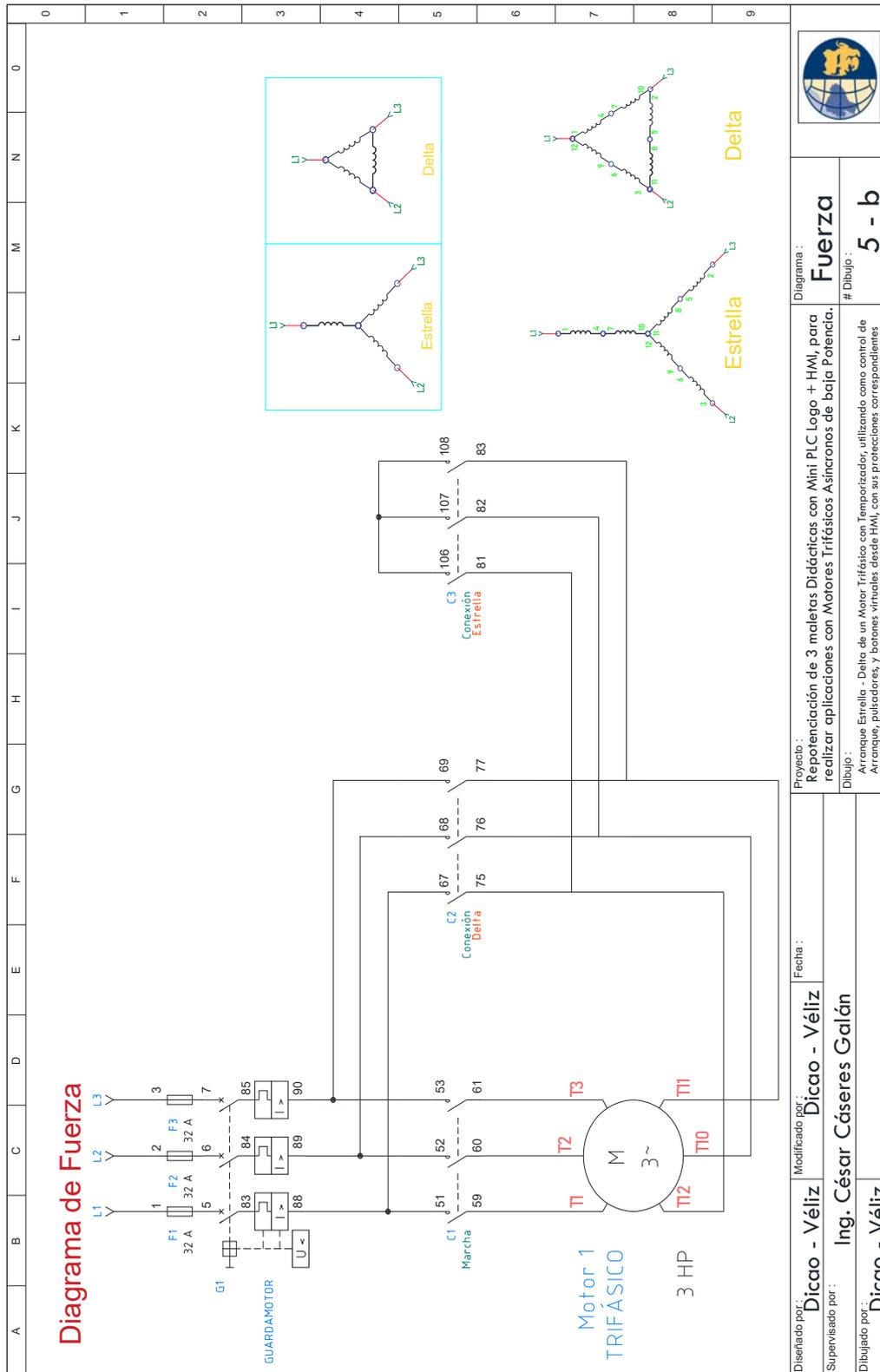


Figura 125. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 5.

### **Paso 1.**

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 126 presenta el módulo de trabajo.



Figura 126. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### **Paso 2.**

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### **Paso 3.**

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### **Paso 4.**

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 2, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 127 muestra la práctica.

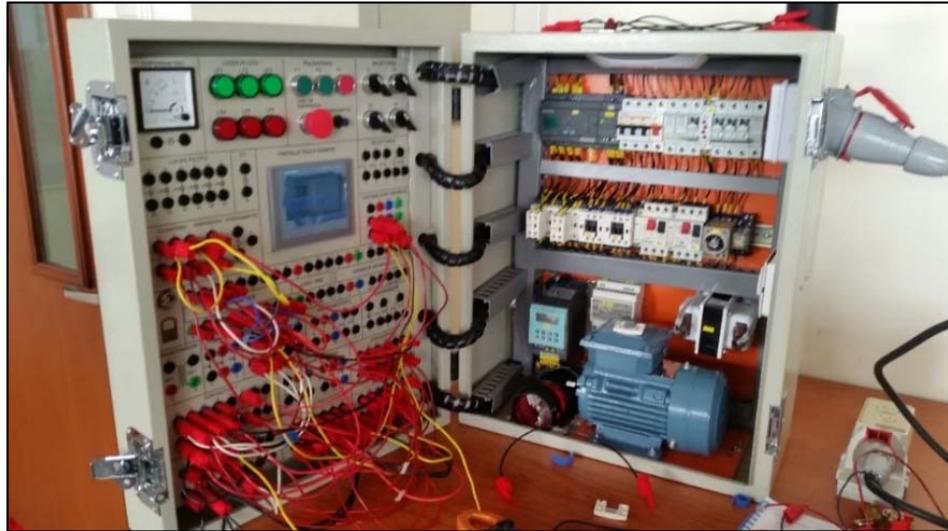


Figura 127. Cableado del circuito de fuerza y control practica 5.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 128 presenta la lógica programada.

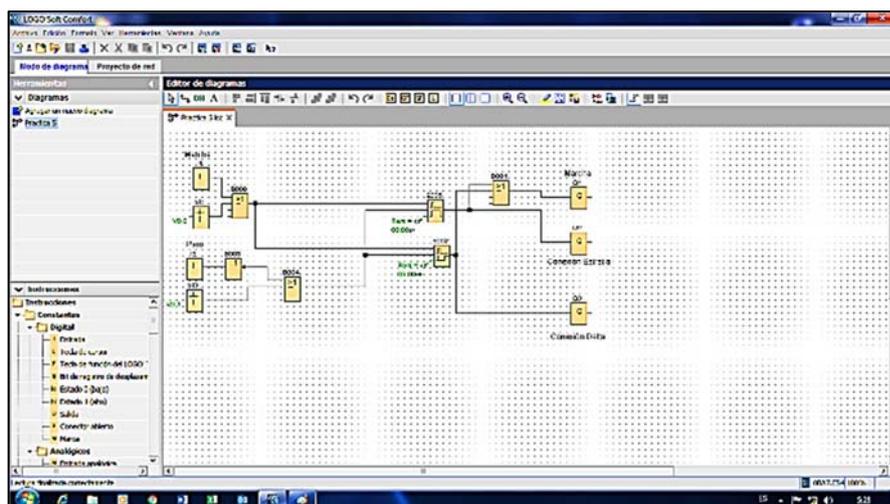


Figura 128. Lógica de control cargada al Logo, practica 5.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 129 muestra el circuito de control en modo simulación.

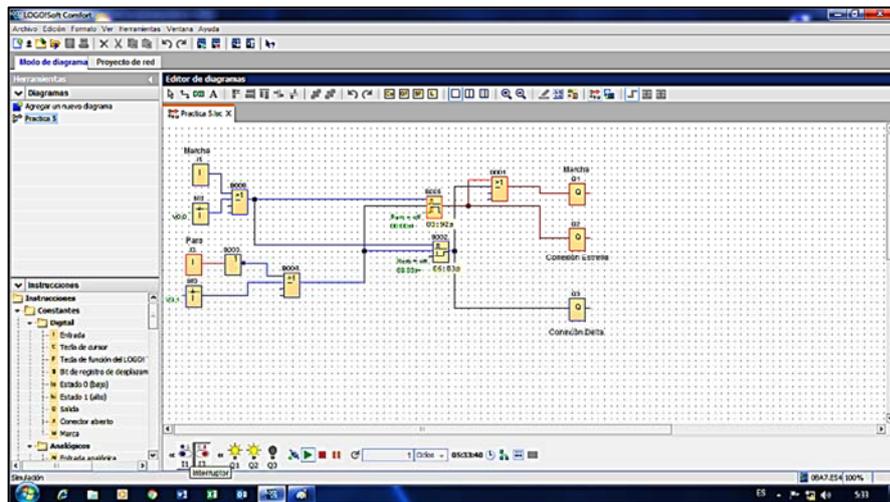


Figura 129. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Creamos en el HMI las señales (TAG) que interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO** que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**, la designación de las variables que utilizamos se establece de la siguiente manera: **Marcha, Paro, Run, Estrella, Delta**.

Marcha arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el motor y conmutando en configuración estrella, pasado tres segundos el contactor que arma la configuración estrella se desactiva y se acciona el contactor que configura el motor a delta.

Los devanados al activarse activan dos indicadores en la pantalla del HMI, Paro genera el pulso que quita la energía del Motor sin importar en que configuración nos encontremos. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1 y Q0.2.**

### Paso 10.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas, damos clic a la carpeta de **Imágenes** en el árbol de proyecto, dando doble clic al icono de imagen raíz se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, como son botones, interruptores, entre otros elementos, desplazamos los botones para marcha y stop, insertamos dos indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca en uno o en estrella y cuando cambia a delta.

Insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados y cargamos el programa en la pantalla, quedando como en la figura 130.

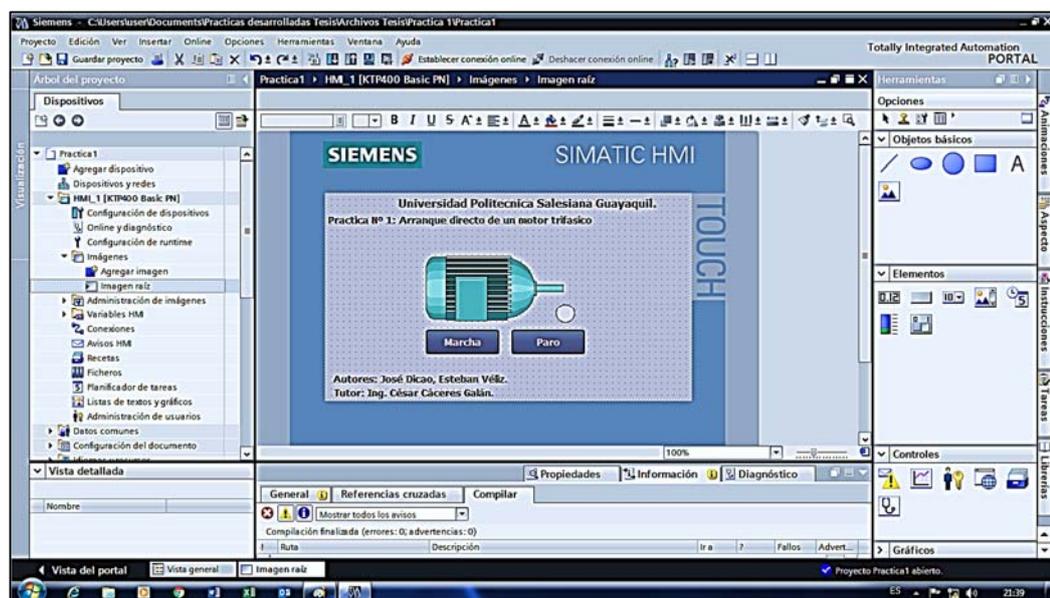


Figura 130. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

**Paso 11.**

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

**CONCLUSIONES:**

Se controla el pico de arranque del motor con la puesta en marcha en configuración Estrella, y al salir del estado de reposo el motor se configura a su máxima carga en configuración Delta.

**RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar que en los contactores de conmutación no exista posibilidad de cortocircuito.

Practica#6.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	6	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico con inversión de giro, utilizando pulsadores y botones virtuales desde un HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Arrancar un motor eléctrico trifásico en configuración Estrella y luego pasarlo a Delta, seleccionando previamente el sentido de giro, comandado desde pulsadores y botones virtuales de una pantalla HMI KTP 400.		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor en estrella- delta seleccionando un sentido de giro.</li> <li>• Implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor, considerando la conmutación Estrella-Delta en el motor.</li> <li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar animaciones graficas que permitan arrancar un motor, utilizando la aplicación TIA Portal.</li> <li>• Afianzar las configuraciones de comunicación entre el MINI PLC LOGO y la KTP 400.</li> <li>• Hacer pruebas de funcionamiento desde las botoneras físicas y virtuales.</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<p>Para comprender como trabaja el circuito eléctrico de control, es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito.</p> <p>En el <b>anexo de la practica 1</b> en el <b>marco teórico</b>, detallamos cómo funcionan el resto de los elementos que se utilizan en esta práctica, aquí se puede realizar las consultas teóricas correspondientes.</p>		

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de control, para la activación de un motor trifásico, utilizando el método de arranque estrella-delta con selección de giro.
	2. Diseñar el circuito de fuerza, para la puesta en marcha de un motor trifásico.
	3. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	4. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica.
	5. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO.
	6. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	7. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

### **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Para obtener los resultados deseados en la práctica necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

#### **Descripción de la práctica.**

Contamos con un pulsador **P1** al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1**, el controlador activa la salida digital **Q1** y **Q2**, accionando el contactor 1 (**C1**) y se energice el motor, además se energiza el contactor 2 (**C2**), que configura la conexión en estrella, colocamos un temporizador **T1** pasados 3 segundos, desactiva al contactor 2 y activa la salida digital **Q3** la cual configura la conexión delta de las bobinas.

Con un pulsador **P2** al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I2**, el controlador activa la salida digital **Q4** y **Q2**, accionando el contactor 4 (**C4**) y se energice el motor pero con giro antihorario, además se energiza el contactor C2, que configura la conexión en estrella, colocamos un temporizador **T2** pasados 3 segundos desactiva al contactor 2 y activa

la salida digital **Q3**, la cual configura la conexión delta de las bobinas.

Al accionar el pulsador **P3** envía señal de paro a la entrada digital **I3** y para todo el sistema, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

Entre las protecciones existe un guardamotor **G1** de disparo por sobrecarga, el guardamotor alimenta al contactor 1 y contactor 4, si se dispara la protección la entrada digital **I4** del LOGO recibe una señal y **Q4** se activa encendiendo el piloto **LP5**.

En el HMI **KTP 400** se diseña una pantalla con 3 botones, 1 para arrancar estrella delta sentido horario, uno para arrancar estrella delta sentido antihorario y 1 para parar al motor, además cuenta con dos indicadores luminosos virtuales, que se activa cuando el motor está en marcha horario, para marcha sentido antihorario cuando el contactor de estrella está activo, en la figura 131 mostramos el diagrama de control y en la figura 132 mostramos el diagrama de control implementados.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

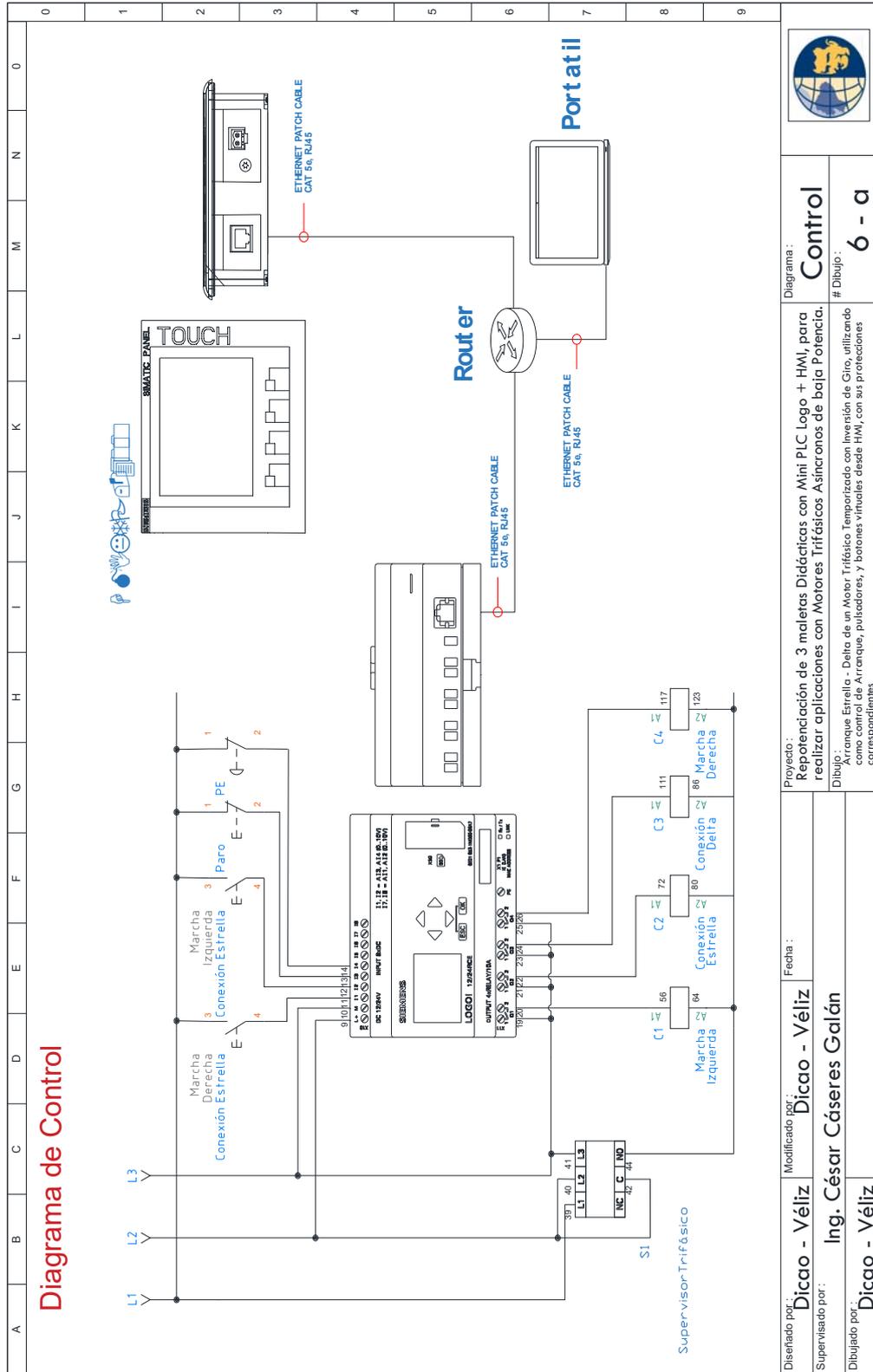


Figura 131. Diagrama de conexiones de control, Practica 6.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

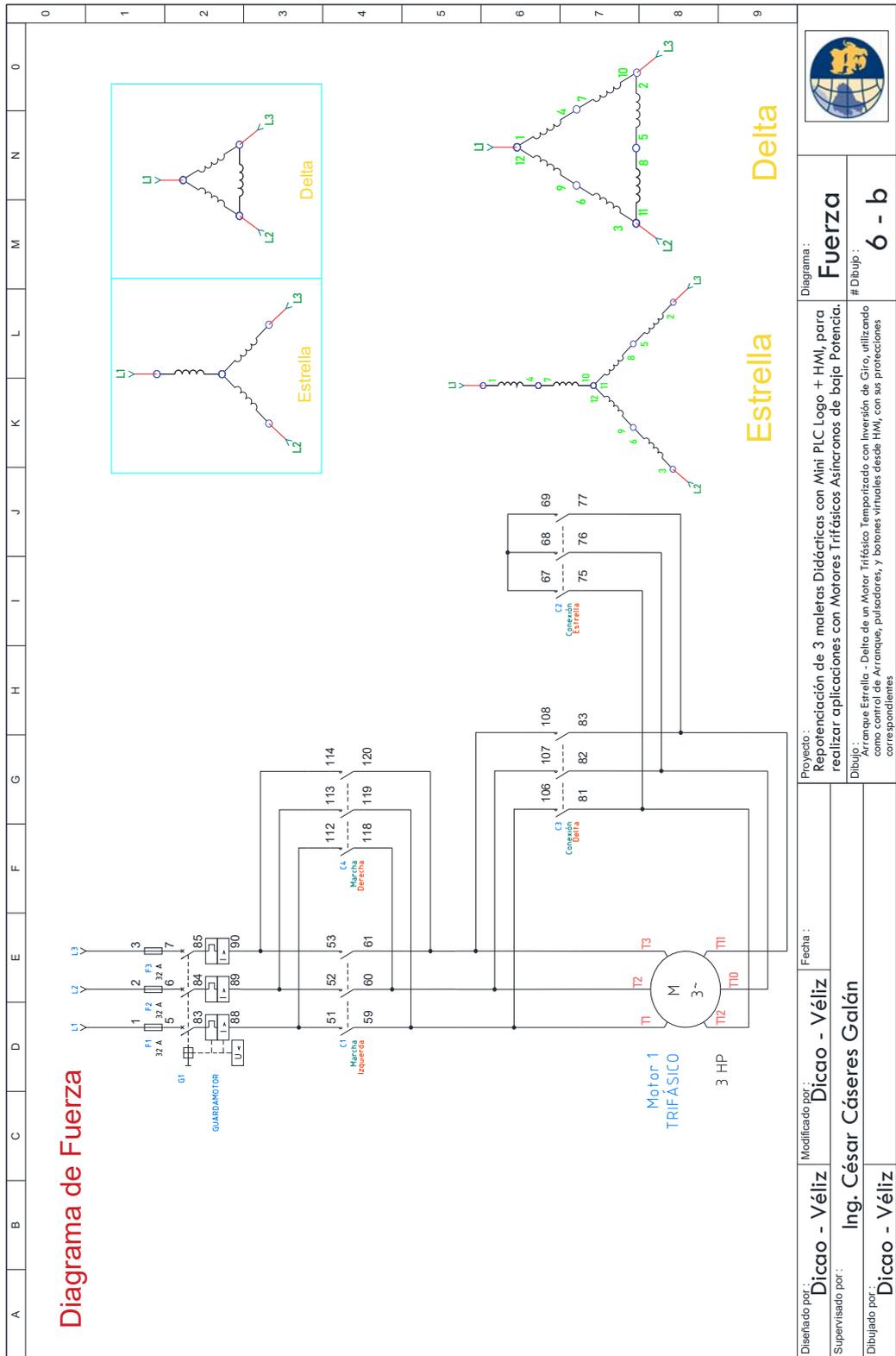


Figura 132. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 6.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 133 presenta el módulo de trabajo.



Figura 133. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 2, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, al finalizar con un

multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 134 muestra la práctica.

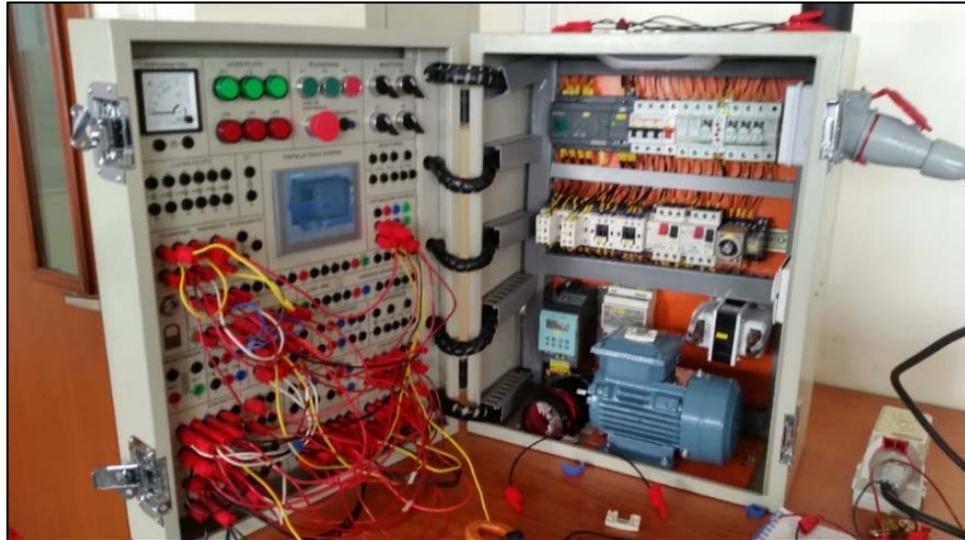


Figura 134. P Cableado del circuito de fuerza y control practica 6.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 135 presenta la lógica programada.

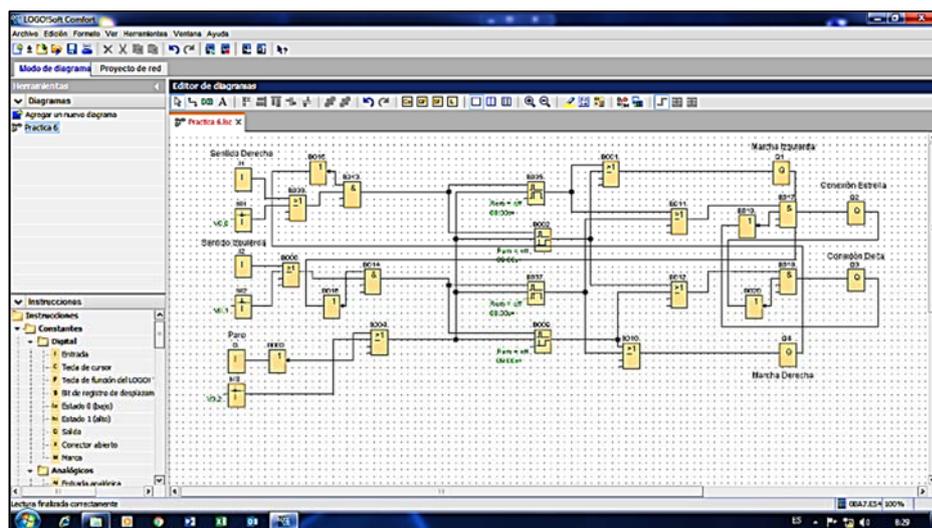


Figura 135. Lógica de control cargada al Logo, practica 6.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 136 muestra el circuito de control en modo simulación.

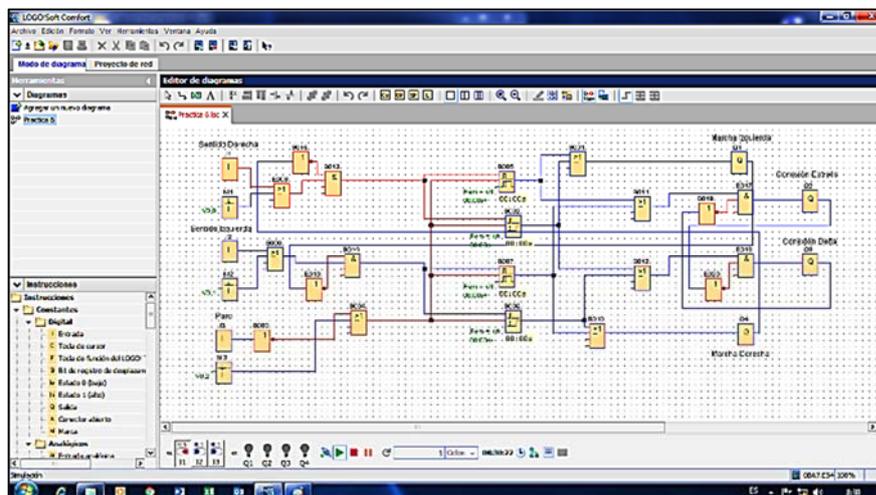


Figura 136. Simulación de lógica de control.

#### **Paso 6.**

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 7.**

Ahora trabajamos en la pantalla táctil, seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal** que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 8.**

Trabajamos en establecer la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### **Paso 9.**

Establecida la conexión, ahora creamos en el HMI las señales (TAG) interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la

sección **Desarrollo del proyecto**, finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha Derecha, Marcha Izquierda, Paro, Estrella, Delta**.

Marcha derecha arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el motor en estrella pasado tres segundos pasa a delta. Marcha izquierda arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el motor en estrella pasado tres segundos pasa a delta.

Paro genera el pulso que quita la energía del Motor sin importar que no estén activados ambos devanados. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1 Q0.2 Q0.3 y V0.2**.

### **Paso 10.**

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas damos clic a la carpeta de **Imágenes** en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, como son botones, interruptores, entre otros elementos, desplazamos los botones para marcha derecha izquierda y stop, insertamos dos indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca en uno o el otro sentido.

Insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados y cargamos el programa en la pantalla, quedando como en la figura 137.

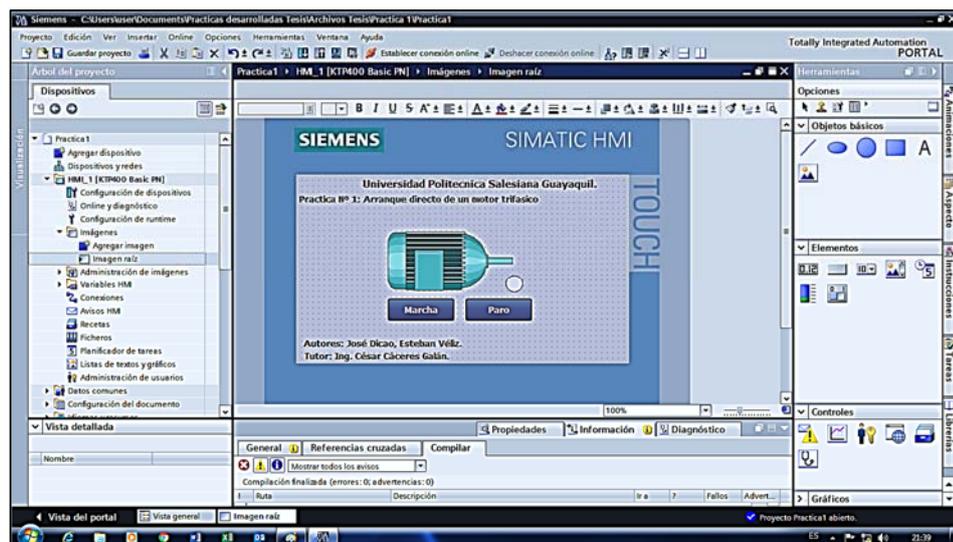


Figura 137. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

**Paso 11.**

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

**CONCLUSIONES:**

Se controla el pico de arranque del motor con la puesta en marcha en configuración Estrella-Delta, aplicamos complejidad a la práctica con la inversión de giro.

**RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar que en los contactores de conmutación no exista posibilidad de cortocircuito.

## Practica#7.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	7	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Arranque de un motor trifásico con variador de frecuencia utilizando pulsadores, botones y selectores.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Familiarizarse, cablear y parametrizar un variador de frecuencia para arrancar un motor eléctrico trifásico.		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para arrancar un motor utilizando un variador de frecuencia.</li><li>• Conocer las ventajas de arrancar un motor con un variador de frecuencia, controlar sus rampas de aceleración y desaceleración, observar el consumo de corriente al variar la velocidad.</li><li>• Conocer las señales que se necesitan para arrancar un motor con un variador de frecuencia.</li></ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<b>VARIADOR DE FRECUENCIA.</b> Un variador de frecuencia es un dispositivo electrónico el cual tiene la capacidad de poder establecer una magnitud de frecuencia variable, la figura 138 muestra al variador.		
		
Figura 138. Variador de frecuencia siemens G110.		

Aprovechando esta característica podemos variar la velocidad rotacional de un motor eléctrico de corriente alterna, la física establece que la frecuencia es directamente proporcional a la velocidad rotacional, tomando en consideración la siguiente ecuación, para que el variador pueda generar diferentes frecuencias, debe cumplir 3 etapas principales:

- **Rectificación.** Esta etapa cuenta con un puente rectificador de corriente alterna, toma el voltaje alterno de alimentación de onda sinusoidal y lo transforma a corriente continua, para poder manejarla en las etapas siguientes.
- **Filtrado.** Esta etapa toma la resultante rectificadora, y llena los espacios que existen dentro de esta corriente, al finalizar esta etapa tenemos, una corriente continua a plenitud.
- **Inversor.** Aquí utilizando un circuito electrónico de disparos, con ayuda de transistores de potencia, invertimos la corriente continua, resultando una corriente alterna de onda cuadrada. En esta etapa con el manejo de las señales de disparo adecuadamente, controlamos el periodo de la onda e implícitamente variamos la frecuencia de salida.

El listado de parámetros para configurar la marcha rápida lo detallamos en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros básicos variador de frecuencia G110 [11].

Parámetro	Nombre	Set. Aplicación
100	Europa/ Norte América	1
304	Tensión nominal del motor	220
305	Corriente nominal del motor	1.3
307	Potencia nominal del motor	0.4
308	Factor de potencia del motor	0.85
310	Frecuencia nominal del motor	60
311	Velocidad nominal del motor	1674
700	Selección de la fuente de ordenes	2
1000	selección de la consigna de frecuencia	2
1080	Velocidad mínima	0
1082	Velocidad máxima	60
1120	Tiempo de aceleración	10
1121	tiempo desaceleración	10
3900	Fin de puesta en servicio	0

En la figura 139, podemos observar la estructura de las conexiones de control y fuerza del variador de frecuencia.

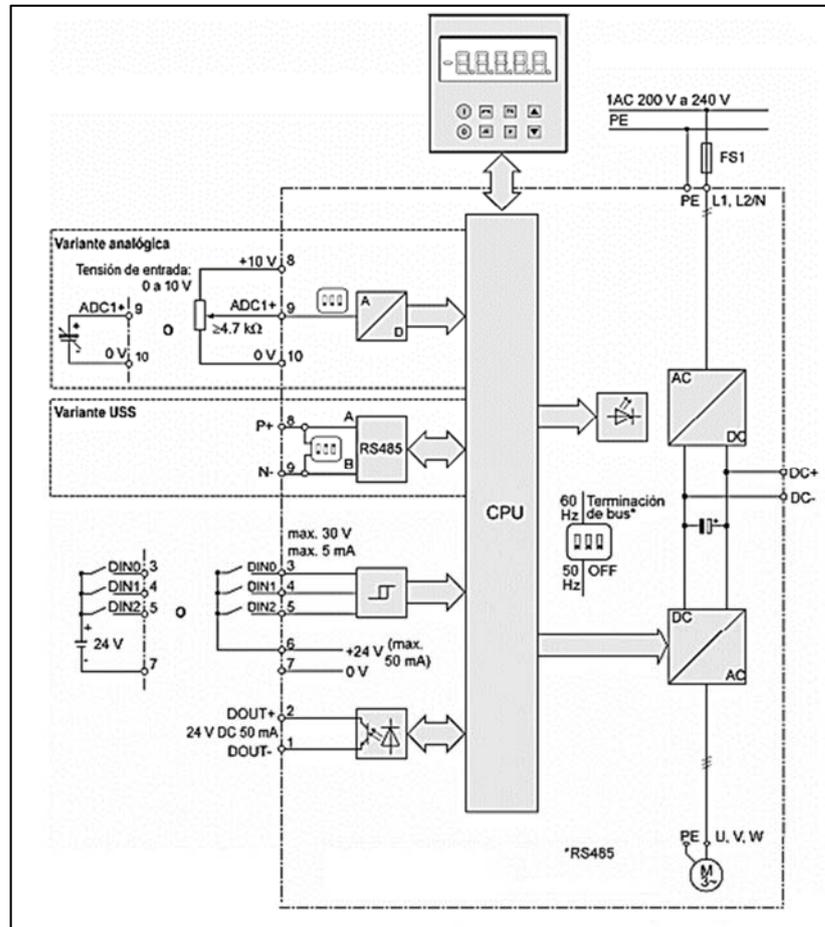


Figura 139. Estructura en bloque de conexiones eléctricas de control.

En el **anexo de las practicas 1, 2, 3 y 4** en el **marco teórico**, detallamos cómo funcionan el resto de los elementos que se utilizan en esta práctica, aquí se puede realizar las consultas teóricas correspondientes.

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha de un motor utilizando variador de frecuencia.
	2. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	3. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica comprobando los niveles de voltaje respectivos.
	4. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

## **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Para obtener los resultados deseados en la práctica a desarrollar, necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

### **Descripción de la práctica.**

Contamos con un pulsador **P1** al accionarlo, la señal provoca un enclavamiento del contactor 1 (**C1**) y con dos contactos auxiliares del contactor, polarizamos la entrada **IN0** (Marcha/Paro) e **IN1** (sentido de giro) del variador, además al piloto **LP1** el circuito del controlador, se alimenta monofásicamente con 220 Vac, al accionar el pulsador **P3**, corta el enclavamiento del contactor **C1** parando al motor, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

Entre las protecciones existe un guardamotor **G1**, de disparo por sobrecarga, el guardamotor alimenta al variador, si se dispara la protección, se enciende el piloto **LP6**, en la figura 140 podemos apreciar el diagrama de control y en la figura 141 observamos el diagrama de fuerza.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

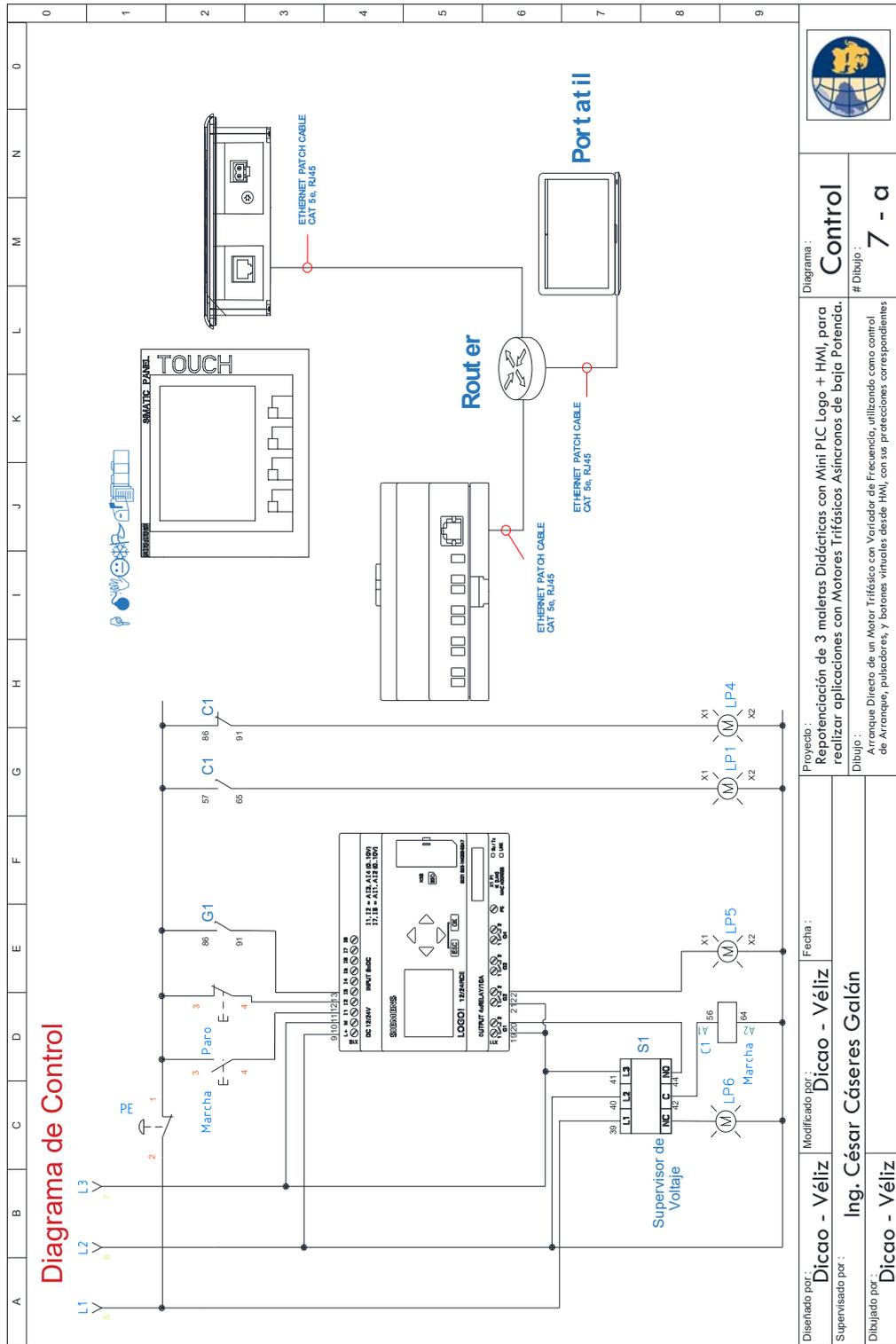


Figura 140. Diagrama de conexiones de control, Practica #7.

# DIAGRAMA DE FUERZA.

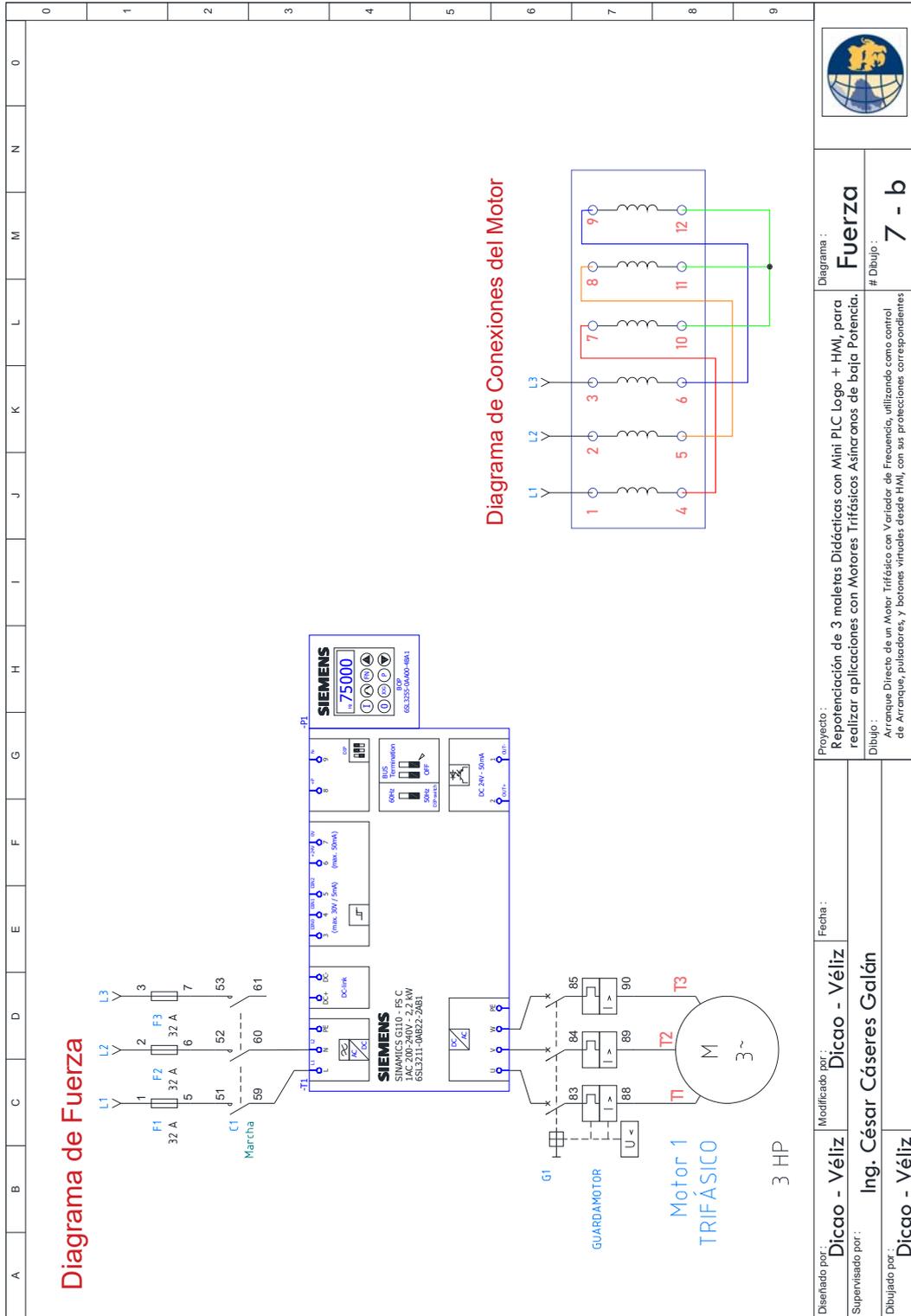


Figura 141. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 7.

### **Paso 1.**

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 142 presenta el módulo de trabajo.



Figura 142. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### **Paso 2.**

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 7, cableamos los elementos involucrados utilizando los cables con conectores rápidos, con un multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito y descartar alguna conexión con tierra, la figura 143 muestra al módulo con sus conexiones.

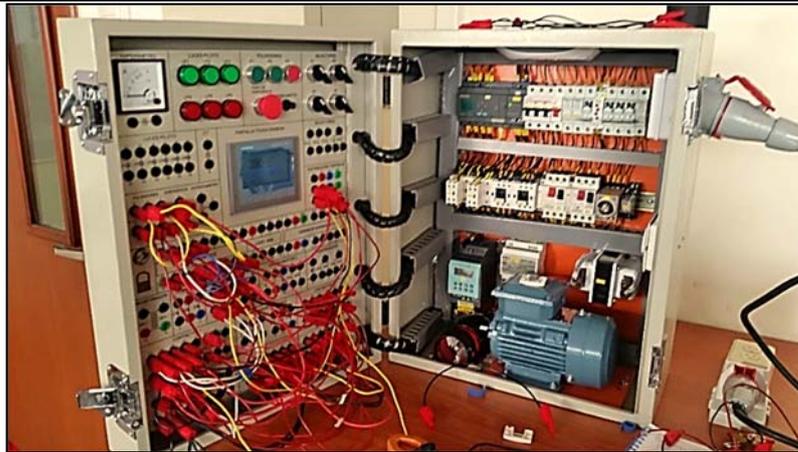


Figura 143. Cableado del circuito de fuerza y control practica #7.

### **Paso 3.**

Accionamos el pulsador **marcha**, se enclava del contactor 1 y cerramos el circuito de arranque en el variador de frecuencia, el motor iniciará su marcha durante un periodo de 10 segundos hasta alcanzar su velocidad máxima, además al piloto **LP1** el circuito se encenderá indicando la marcha del motor.

Al accionar el pulsador **P3** corta el enclavamiento del contactor **C1** parando al motor desde el momento en que damos la orden de paro el motor disminuirá su velocidad un periodo de 10 segundos hasta parar en su totalidad.

### **CONCLUSIONES:**

Se experimenta el arranque de un motor con un variador de frecuencia, nos familiarizamos con los beneficios de contar con un controlador de arranque y limitar el pico de arranque, además de la habilidad para configurar parámetros del variador de frecuencia.

### **RECOMENDACIONES:**

- Verificar las configuraciones de las señales de habilitación del variador de frecuencia
- Verificar los parámetros básicos correspondan con los datos de placa del motor eléctrico.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.

## Practica#8.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	8	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Control de nivel utilizando el módulo MINI PLC LOGO y un módulo PCS (Sistema de Control de Proceso).”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
Desarrollar un sistema de control de nivel, utilizando el módulo mini PLC LOGO como arrancador remoto, y el módulo PCS como actuadores de campo.		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar los circuitos eléctricos, para un control de nivel.</li> <li>• Interactuar con un módulo que puede emular procesos industriales reales, utilizando señal de retroalimentación asemejando un PID.</li> <li>• Diseñar la lógica de control para el ingreso de datos en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar la lógica de control de nivel de llenado en el PLC S7.</li> <li>• Diseñar animaciones graficas que permitan visualizar el llenado de un tanque utilizando la aplicación TIA Portal.</li> <li>• Conocer la estructura, configuración, y diseño de red para comunicar un LOGO con un PLC S7 siemens.</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
Es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito, en el <b>anexo de las practicas 1, 2, 3, 4 y 7</b> en el <b>marco teórico</b> , detallamos cómo funcionan los elementos que se utilizan en esta práctica, aquí se puede realizar las consultas teóricas correspondientes.		
<b>INSTRUCCIONES:</b>	<b>1.</b> Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha de un control de llenado de un tanque utilizando un Logo una pantalla HMI y un PLC S7.	
	<b>2.</b> Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.	
	<b>3.</b> Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica.	

	4. Desarrollar las líneas de código, que control continuo de nivel, que se cargaran en el LOGO y el PLC.
	5. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con los controladores.
	6. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

### **ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Para obtener los resultados deseados en la práctica a desarrollar, necesitamos los siguientes elementos:

- Un módulo didáctico de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.
- Un módulo didáctico PCS (Sistema de Control de Proceso).

#### **Descripción de la práctica.**

Contamos con un pulsador **P1** al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1** y activa la marcha del control de nivel, con un pulsador **P2** al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I2** y activamos una pausa en el proceso, un pulsador **P3**, que se conecta en la entrada digital **I3** y Para el llenado, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

En el HMI tendremos un recuadro para ingresar el set point de nivel, un botón de Marcha un botón de Paro y un botón de Pausa.

En el PLC programamos y direccionamos la bomba para el llenado y un sensor ultrasónico para la retroalimentación de nivel, en la figura 144 presentamos el diagrama de control de la práctica y en la figura 145 mostramos el circuito de fuerza.

# DIAGRAMA DE CONTROL.

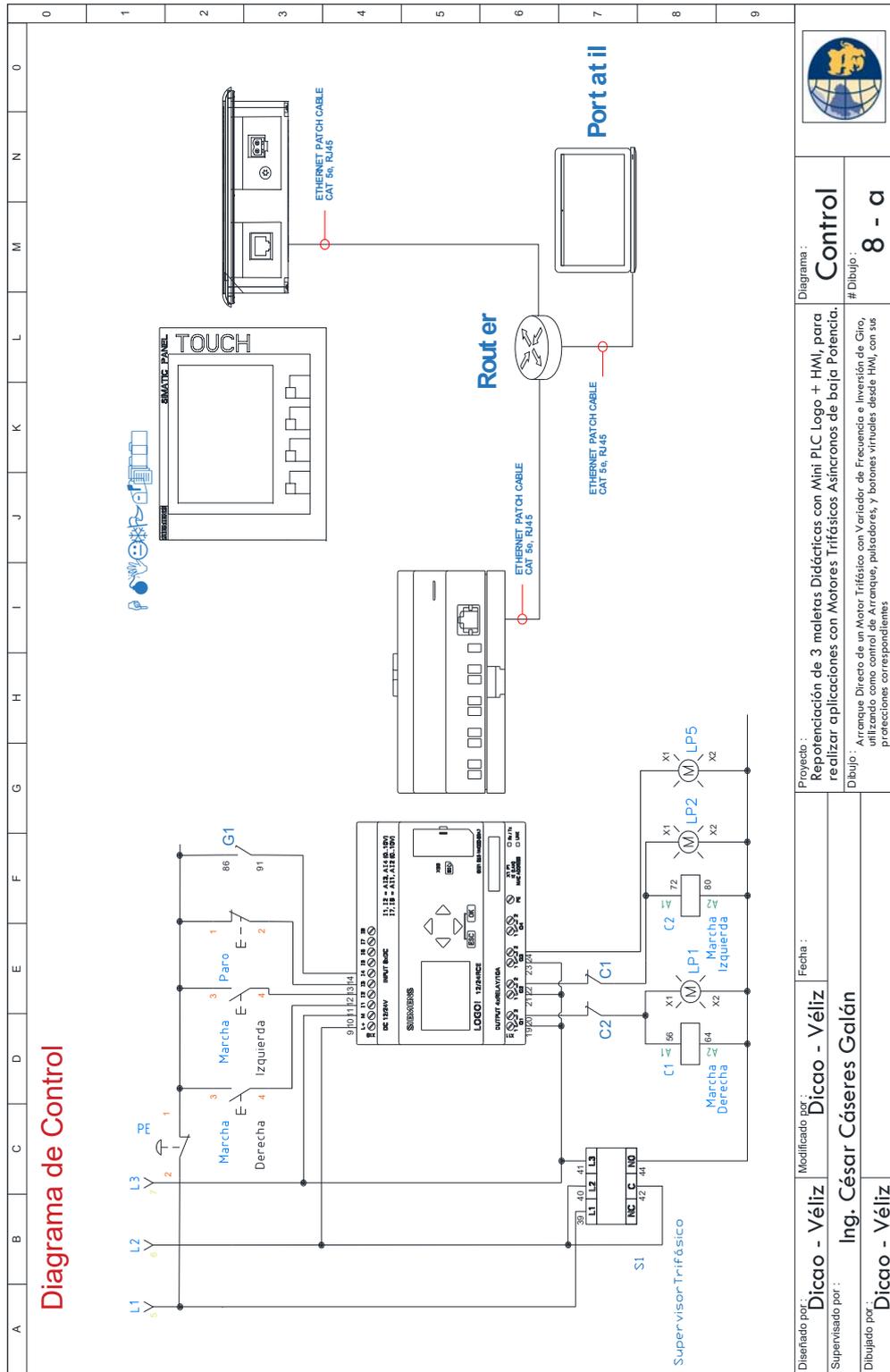
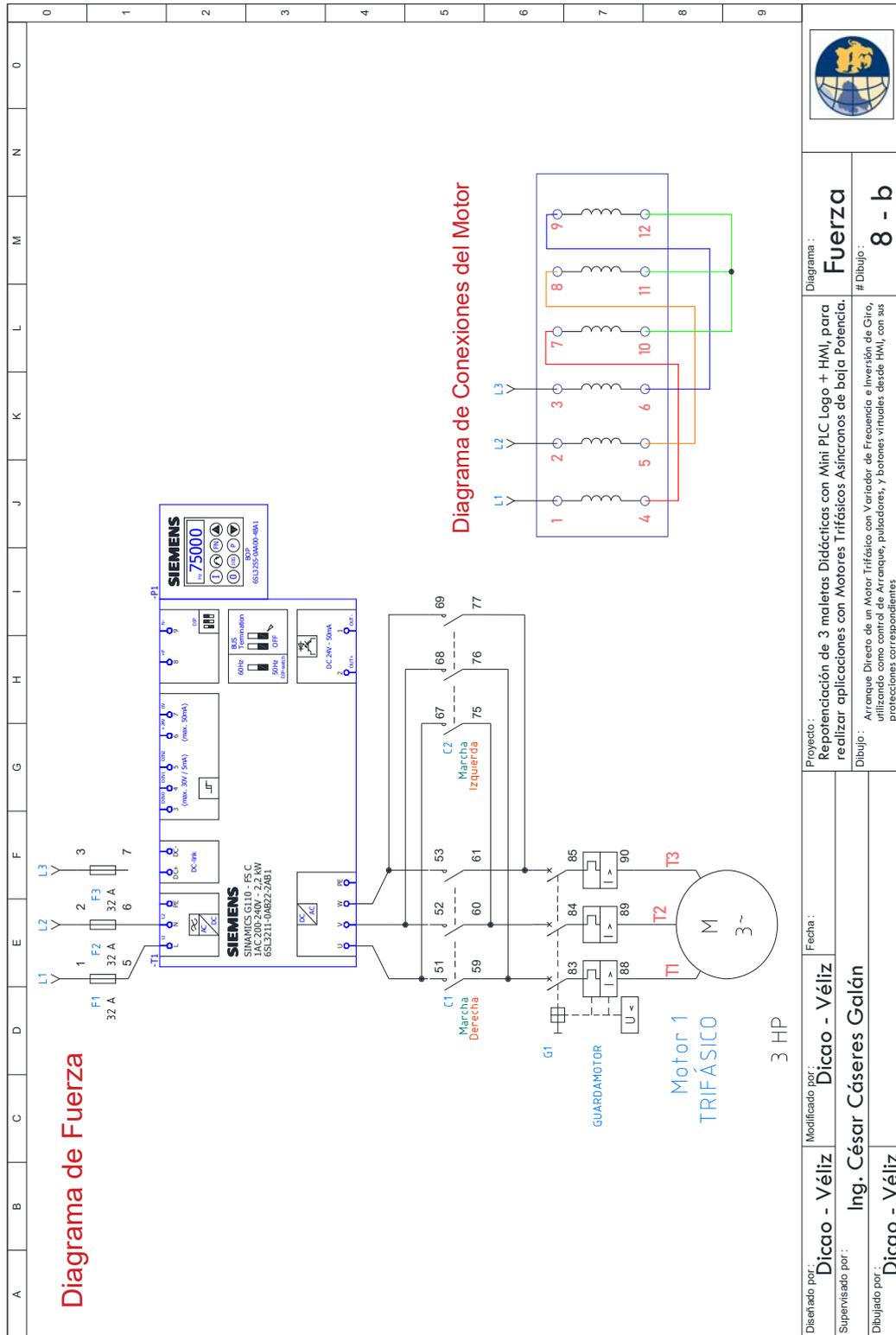


Figura 144. Diagrama de conexiones de control Practica 8.

# DIAGRAMA DE FUERZA.



Diseñado por:	Modificado por:	Fecha:
Dicao - Véliz	Dicao - Véliz	
Supervisado por:	Ing. César Cáseres Galán	
Dibujado por:	Dicao - Véliz	
Diagrama:	Fuerza	
# Dibujo:	8 - b	

Figura 145. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 8.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 146 presenta el módulo de trabajo.

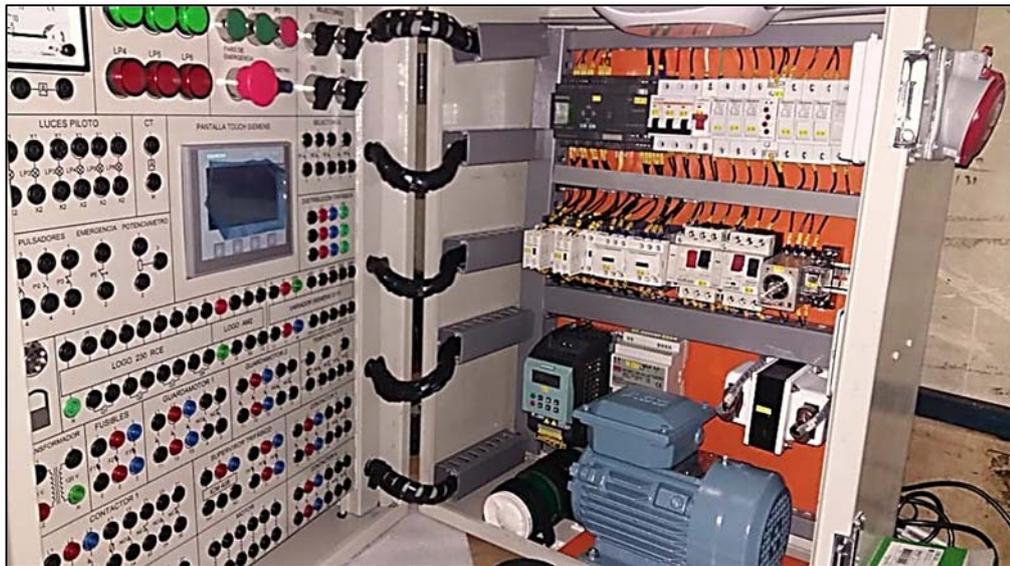


Figura 146. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 3.

Seguimos paso a paso, la **configuración interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

#### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza, diseñados para la práctica 8, cableamos los elementos involucrados, utilizando los cables con conectores rápidos, con un multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito, la figura 147 muestra la práctica.



Figura 147. Cableado del circuito de fuerza y control practica #8.

#### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, desarrollamos la lógica de control, se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red señales analogicas. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 148 presenta la lógica programada.

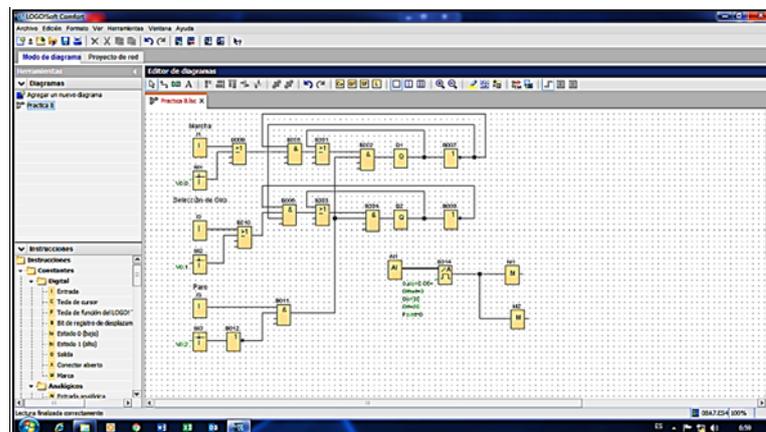


Figura 148. Lógica de control cargada al Logo, practica 8.

Dentro de la aplicación existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento, en la figura 149 muestra el circuito de control en modo simulación.

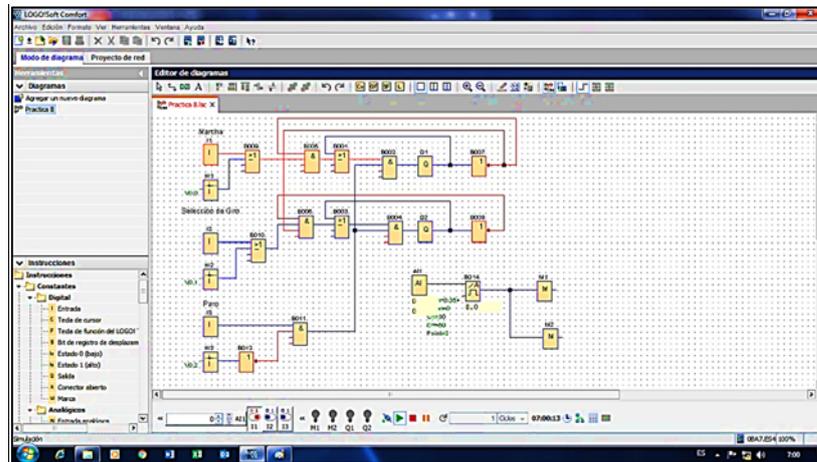


Figura 149. Simulación de lógica de control.

### Paso 6.

Para establecer la transmisión de datos del Logo y el HMI, seguimos paso a paso, la **configuración conexión LOGO y HMI en LOGOSoft Comfort**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 7.

Configuramos el protocolo de comunicación para la **transmisión** de datos entre el Logo y el PLC S7, abrimos la aplicación **LOGOSoft Comfort** y le damos al botón proyecto de red, la figura 150 muestra la aplicación LOGOSoft.

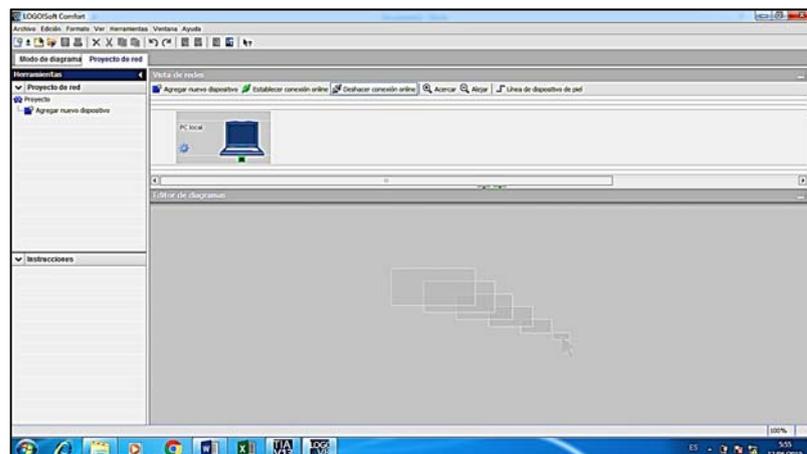


Figura 150. Ventana proyecto de red en LOGOSoft Comfort.

Agregamos un dispositivo logo V7 nuevo, configuramos la dirección IP 192.168.0.20, colocamos la máscara 255.255.255.0 pero no le colocamos puerta de acceso y aceptamos, la figura 151 muestra las configuraciones.

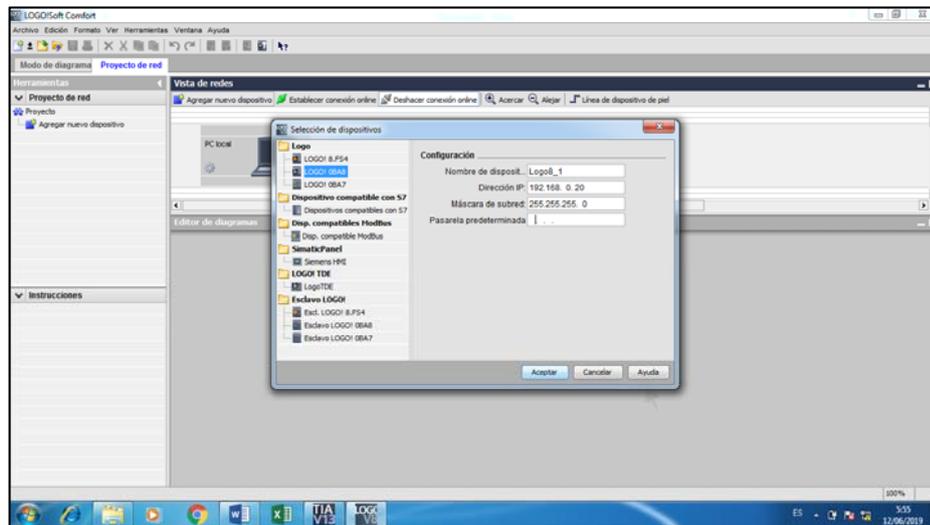


Figura 151. Agregar y configurar un dispositivo Logo.

Luego agregamos un dispositivo S7 (el logo identifica al PLC sin importar su modelo como dispositivo S7 y con su IP de destino), configuramos la IP 192.168.0.2 le asignamos su máscara 255.255.255.0 y no le colocamos puerta de acceso y aceptamos, la figura 152 muestra las configuraciones descritas.

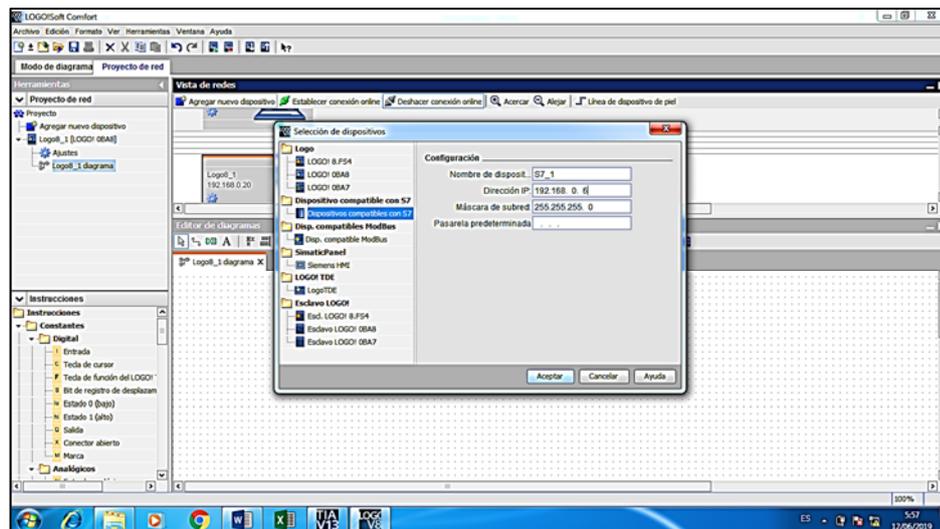


Figura 152. Agregamos y configuramos un dispositivo S7.

Entrelazamos los 2 dispositivos en una red, damos clic en uno de los recuadros inferiores del logo y manteniendo el clic arrastramos hasta conectarlo con el recuadro de conexión del PLC, la figura 153 presenta la conexión.

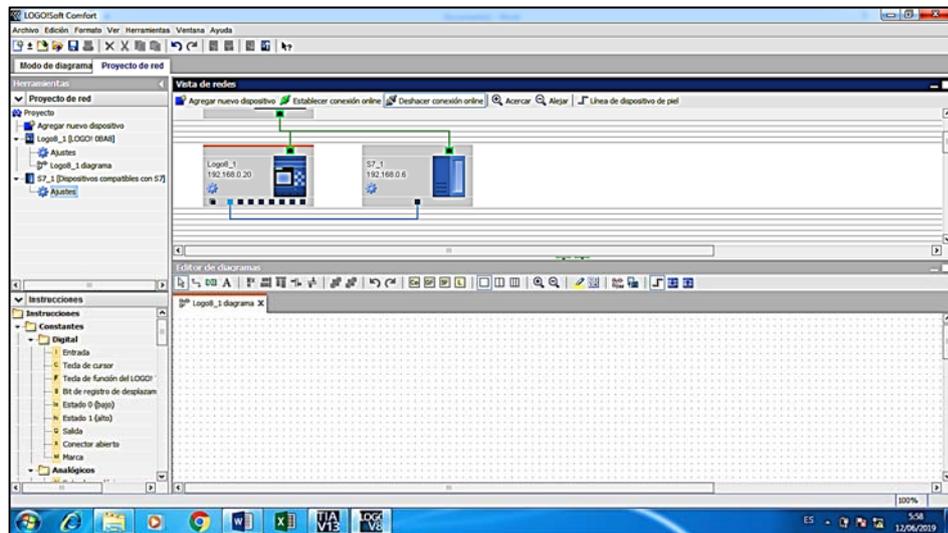


Figura 153. Vinculación de la red de datos de transmisión.

Le damos doble clic a la línea de conexión y se abre la ventana de configuración de la conexión. Aquí modificamos la dirección TSAP del PLC y colocamos el mismo parámetro que configuramos en TIA portal, la figura 154 muestra las modificaciones de transmisión de datos.

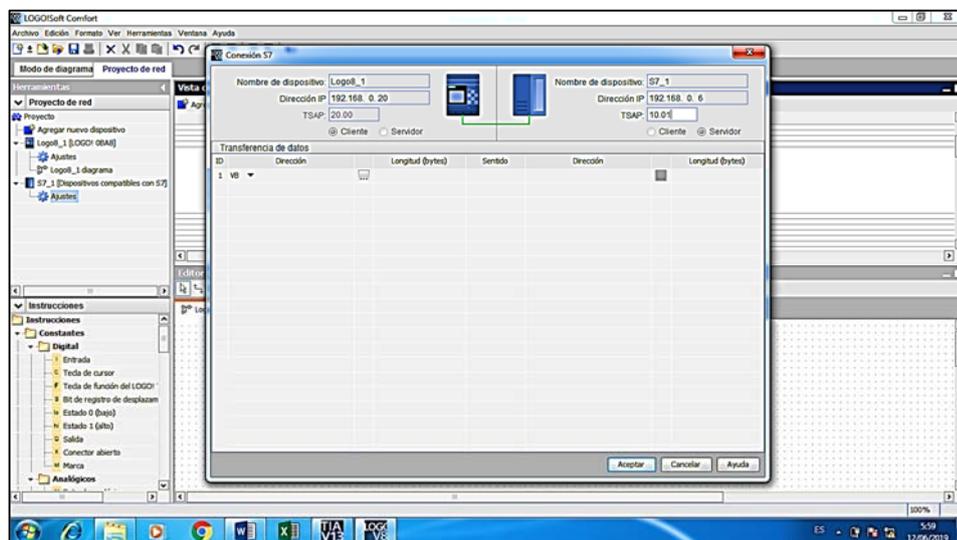


Figura 154. Configuraciones básicas de transmisión de datos.

Configuramos la transferencia de datos colocando la dirección del espacio de memoria que será transmitido desde el logo al PLC y el dato que se transmitirá desde el PLC al LOGO con su respectiva dirección, se debe colocar el sentido en que transmite el dato y por último

colocamos la cantidad de byte que se transmiten y le damos al botón aceptar, la figura 155 muestra la tabla de transferencia de datos.



Figura 155. Ventana de mapeo de datos.

Desarrollamos la lógica de control se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, señales de red. Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 156 presenta la lógica programada.

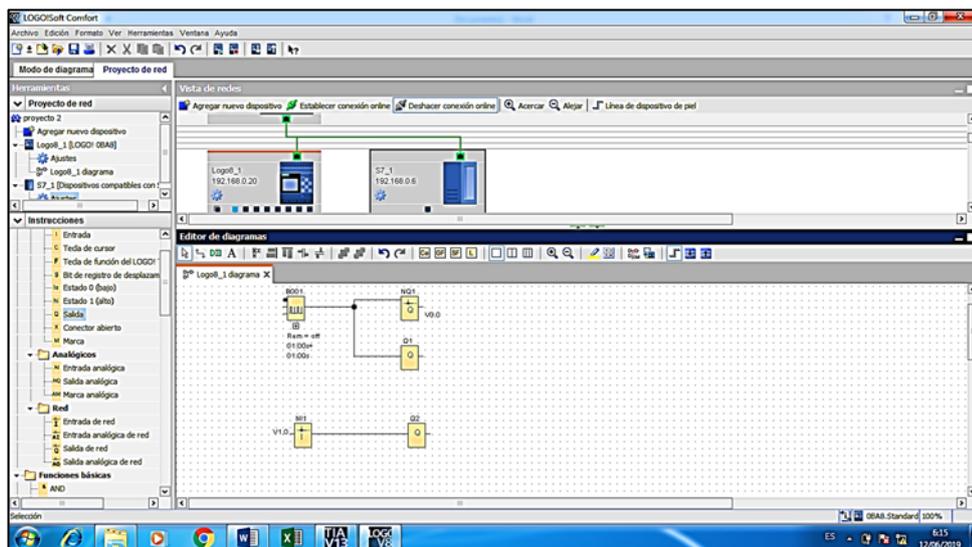


Figura 156. Cargar de lógica de control con configuraciones de comunicación.

## Paso 8.

Abrimos la aplicación TIA portal v13 y creamos un nuevo proyecto, colocando el nombre correspondiente y una breve descripción detallada del proyecto, la figura 157 muestra la aplicación TIA portal.

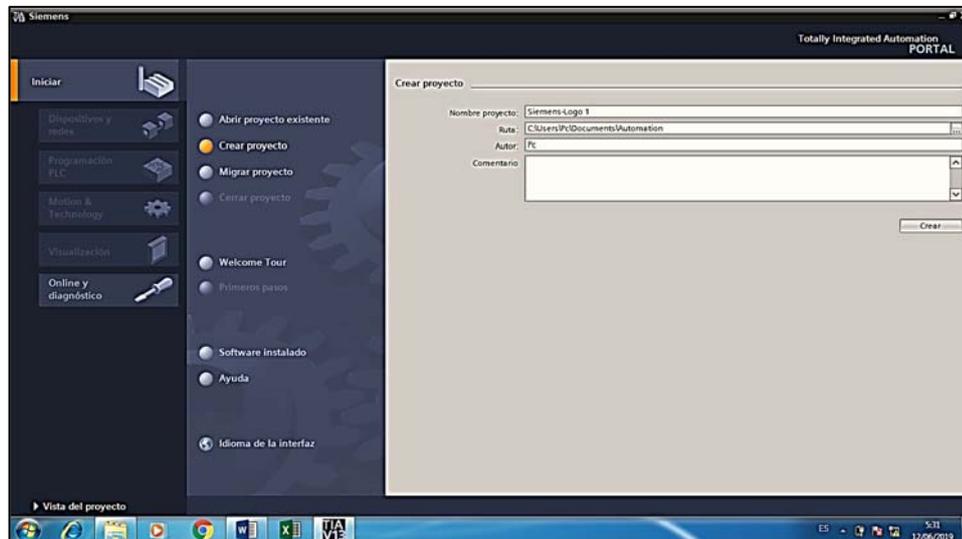


Figura 157. Proyecto nuevo en aplicativo TIA Portal.

En la ventana de agregar dispositivos, escogemos la sección de controladores para añadir el PLC y la pantalla HMI que se comunicaran con el logo, en la selección del PLC escogemos un dispositivo nuevo sin especificaciones y con la versión de firmware más baja, como se observa en la figura 158.

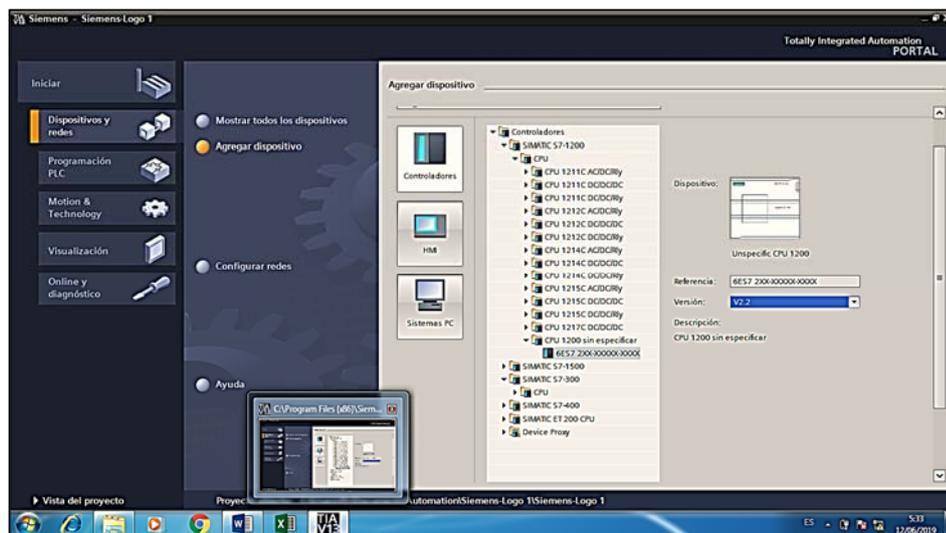


Figura 158. Selección de dispositivo S7.

En la ventana principal del proyecto, damos clic al vínculo de determinar el tipo de hardware con el que está conectado, el propósito es que la aplicación determine automáticamente el modelo del PLC y la versión del firmware, la figura 159 presenta este procedimiento.

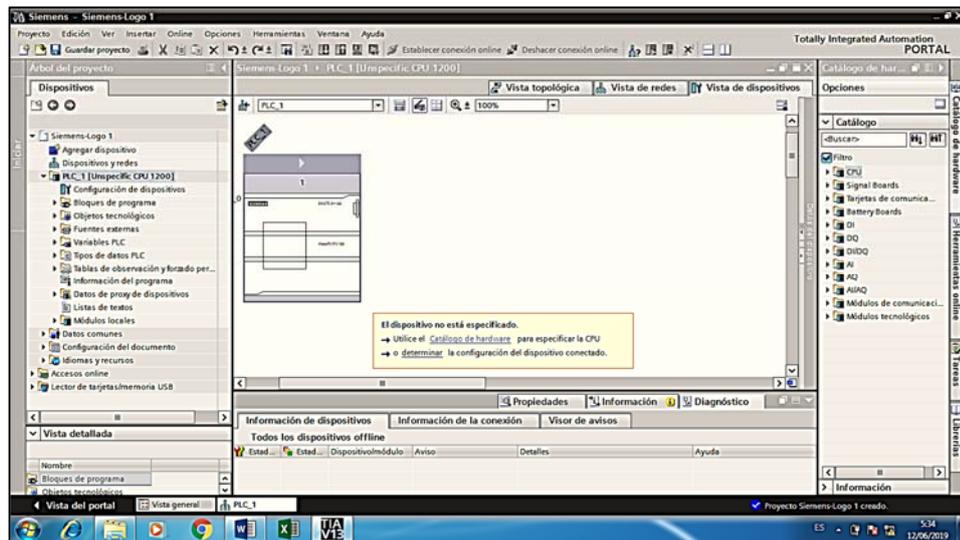


Figura 159. Búsqueda del tipo de dispositivo en TIA Portal.

Detectado el PLC, realizamos las configuraciones principales del dispositivo, primero configuramos la IP del PLC 192.168.0.2 luego verificamos la dirección de la máscara, mostramos en figura 160 las modificaciones realizadas.

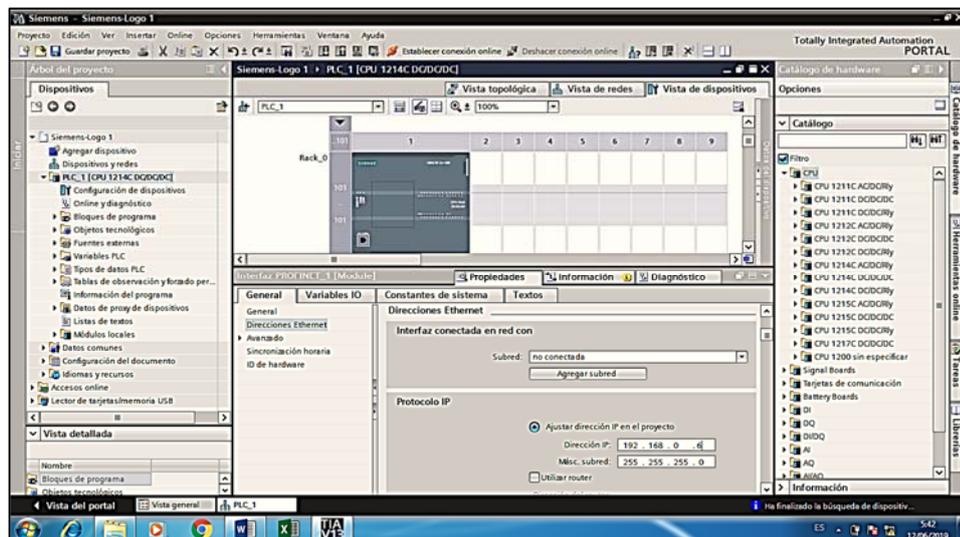


Figura 160. Configuración de IP del PLC en TIA Portal.

Le damos clic al botón vista de redes en la parte superior derecha de la pantalla, para proceder con las modificaciones referentes a la red de comunicación entre el LOGO y el PLC, la figura 161 presenta la ubicación del botón vista de red.

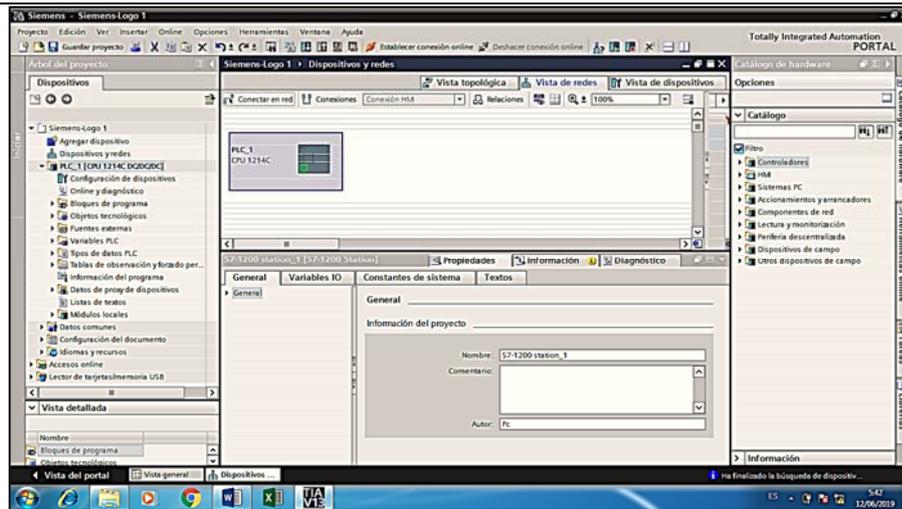


Figura 161. Ventana vista de redes en TIA Portal.

Dentro de la imagen del PLC en el botón que representa al puerto Ethernet, le damos clic derecho y en la ventana que se visualiza agregamos una nueva subred, inmediatamente notaremos que en el puerto de comunicación del PLC aparecerá un cable de conexión con una leyenda PN/IE, que indica que se creó una red profinet, la figura 162 presenta la creación de la subred.



Figura 162. Procedimiento para agregar sub red.

En la parte superior izquierda de la ventana activamos el botón de conexiones, y notaremos que la imagen del PLC se enciende, lo que indica que el controlador esta activado para configurarle una nueva conexión, la figura 163 visualiza el estado del PLC.



Figura 1633. Activación de las conexiones.

Sobre la figura del PLC le damos clic derecho inmediatamente se abrirá una nueva ventana en donde buscamos la opción agregamos nueva conexión y damos clic sobre ella, la figura 164 presenta la selección de una nueva conexión.

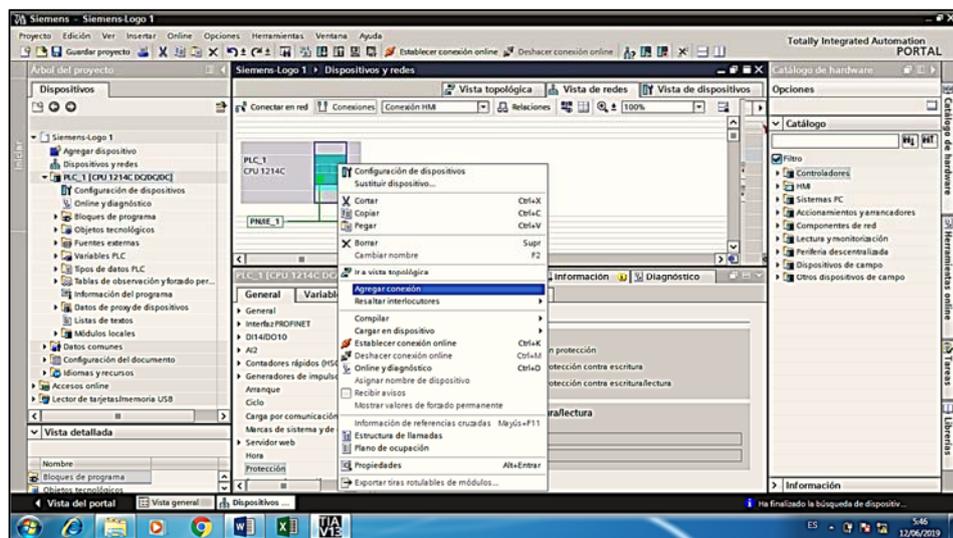


Figura 164. Agregar una nueva conexión.

En la venta nueva que se abre buscamos el desplegable en la parte superior derecha y escogemos la conexión S7, que es el mismo protocolo de comunicación que configuramos anteriormente en el logo, le damos clic al botón agregar y en la parte inferior de la ventana aparecerá un mensaje confirmando la creación de la nueva conexión luego cerramos la venta, la figura 165 muestra el procedimiento.

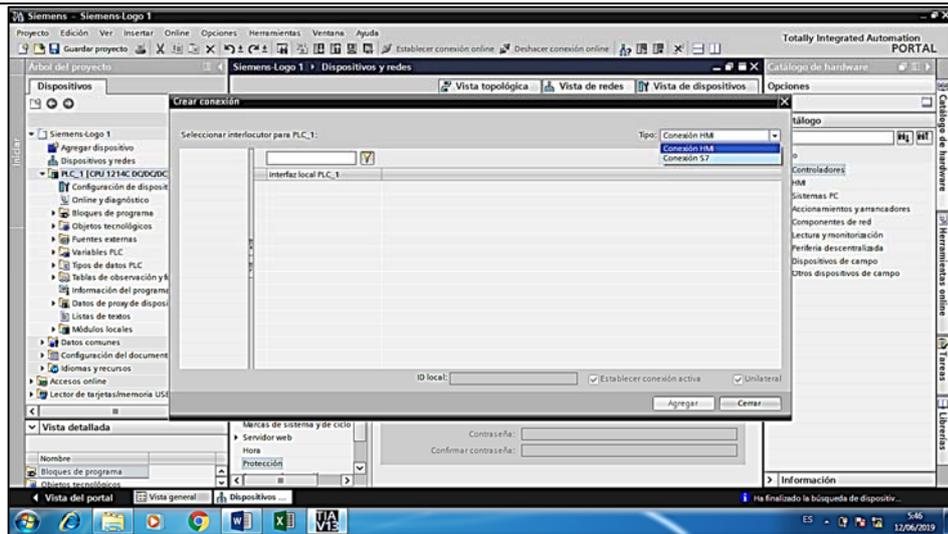


Figura 165. Agregar y configurar conexión S7 en TIA Portal.

En la parte superior central de la pantalla, junto al botón de conexiones damos clic al desplegable del tipo de conexiones y cambiamos de conexión escogiendo la conexión S7, la figura 166 presenta la búsqueda del tipo de conexión.

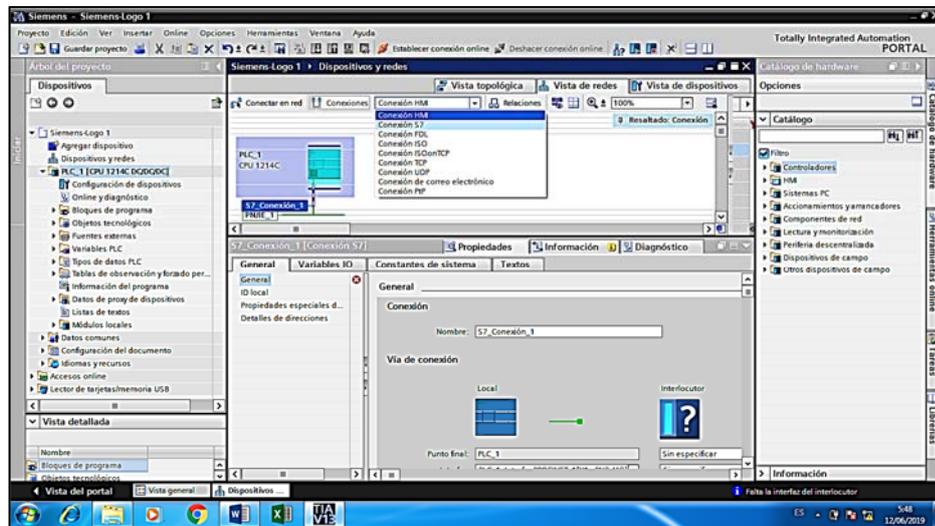


Figura 166. Selección de conexión S7 en Vista de redes.

En la parte central inferior de la aplicación se abre la pantalla para configurar la conexión recientemente creada, damos clic al botón propiedades de la conexión s7 observaremos dos dispositivos conectados, colocamos las IP de los dispositivos 192.168.0.5 y 192.168.0.20, la figura 167 muestra las configuraciones en las IP de los controladores.

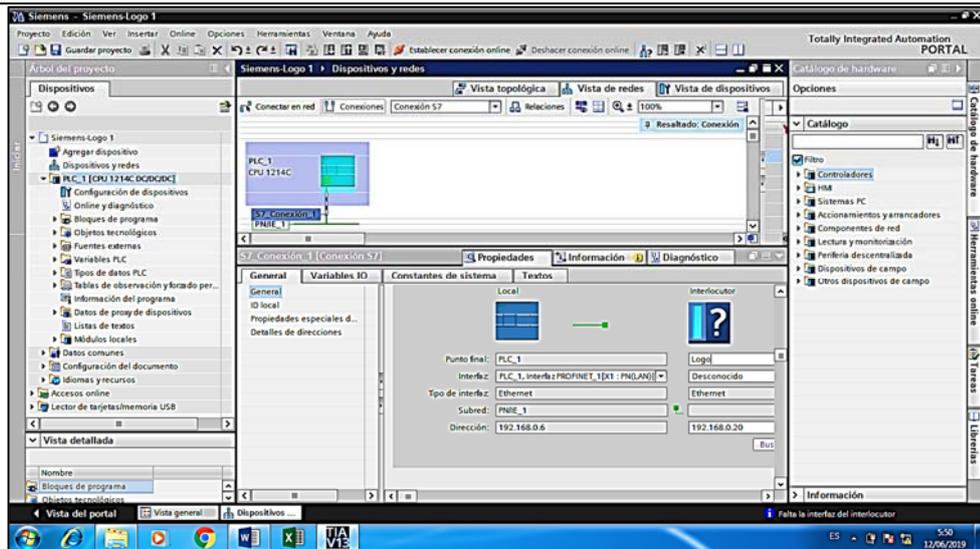


Figura 167. Configuración de conexión S7 y los dispositivos.

Abrimos detalles de dirección y desactivamos el TSAP local del PLC, modificamos la dirección descrita y colocamos el 10, en el TSAP del interlocutor, modificamos y colocamos el TSAP que nos indica el logo en la pantalla de configuración de comunicación, la figura 168 muestra las modificaciones realizadas.

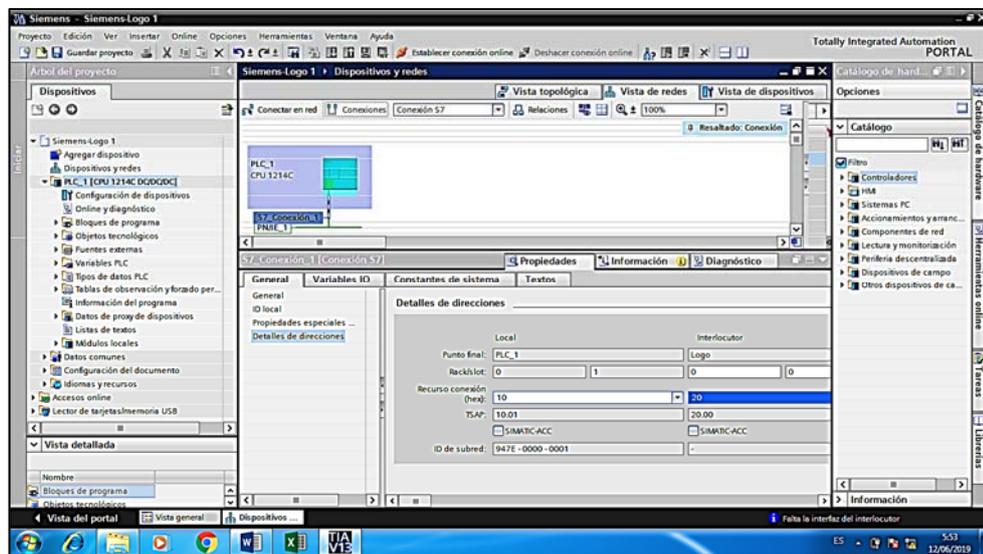


Figura 168. Ventana detalles de dirección.

En la opción de propiedades especiales, desactivamos la pestaña de establecimiento activo de la conexión y guardamos todos los cambios realizados con el botón guardar, la figura 169 muestra el cambio realizado en la ventana de propiedades especiales.

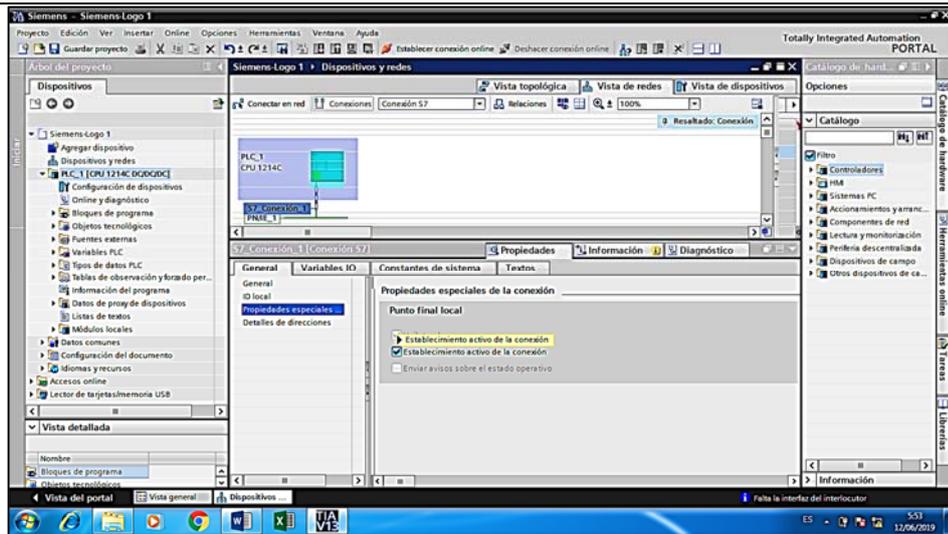


Figura 169. Ventana propiedades especiales.

Establecidas las comunicaciones, podemos establecer las variables que transmitiremos entre los dispositivos, en la aplicación TIA portal en la parte izquierda buscamos la tabla de variables del PLC ingresamos y creamos los espacios de memoria que se compartirán, pero desactivamos las casillas de visualización y escritura de HMI de cada variable, la figura 170 muestra la tabla de variables creada.

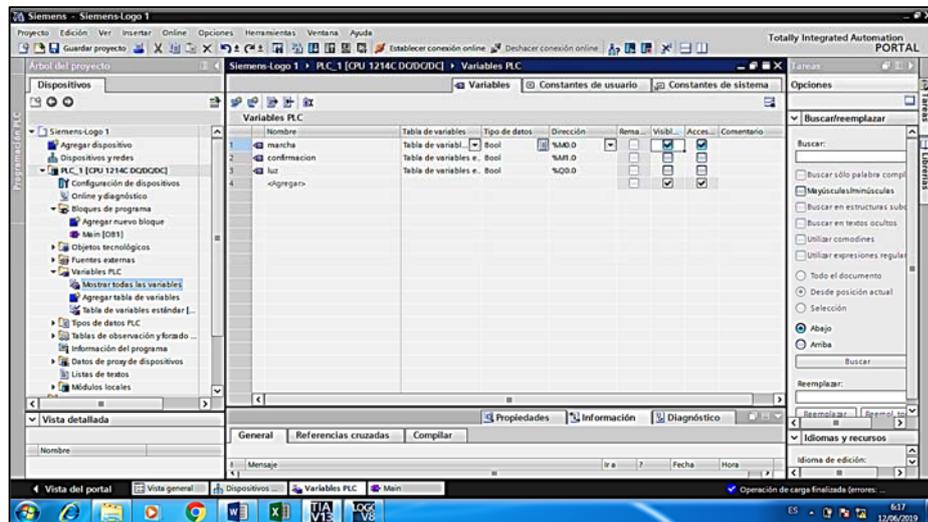


Figura 170. Configuración de variables en TIA portal.

Abrimos el programa principal OB1 y creamos nuestra lógica para el control de nivel de los tanques y la cargamos en el PLC, la figura 171 muestra la ventana de creación de la lógica de control.

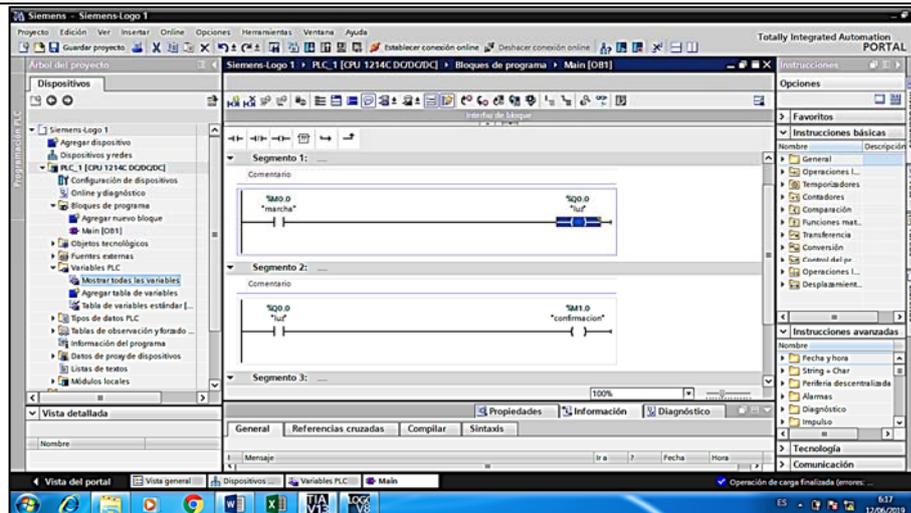


Figura 171. Ventana principal de lógica de control en TIA Portal.

### Paso 9.

Seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal**, que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**. Para crear el proyecto de la práctica.

### Paso 10.

Configuramos la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 11.

Establecida la conexión, ahora creamos en el HMI las señales (TAG) interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**.

Finalizamos la designación de las variables que utilizamos, de la siguiente manera: **Marcha, Paro, Derecha, Izquierda**. Marcha arranca el motor desde la pantalla HMI energizando el motor. Paro genera el pulso que quita la energía del. Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, Q0.0, Q0.1**.

## Paso 12.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas, damos clic a la carpeta de **Imágenes**, en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz, se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica. En la parte derecha de la pantalla, tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, desplazamos los botones para marcha, stop set point de nivel.

Insertamos un indicador el cual cambian de color cuando bomba de llenado arranca, insertamos los grafico del sistema de tuberías y una bomba para representa lo que tenemos en nuestro circuito, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados y cargamos el programa en la pantalla, la figura 172 muestra las animaciones de la práctica.

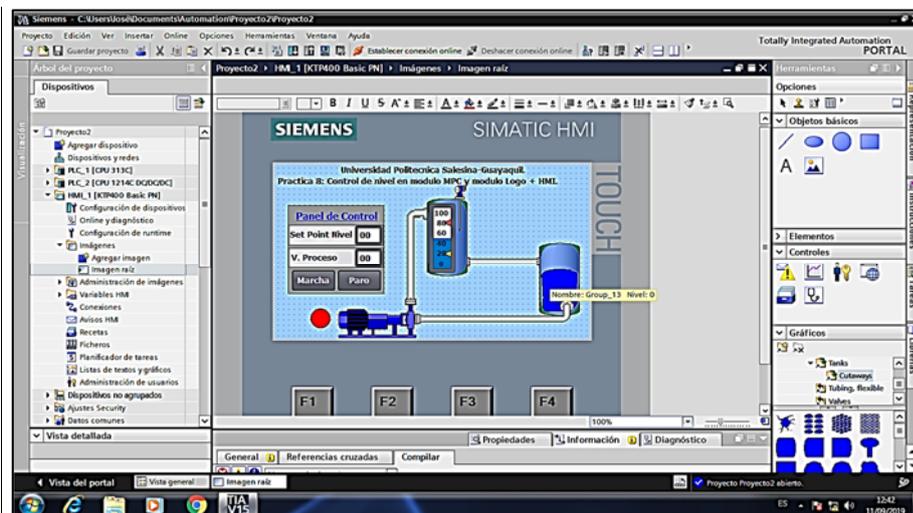


Figura 172. Ventana elementos gráficos utilizados en HMI.

## Paso 13.

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

## CONCLUSIONES:

Se experimenta el arranque de un motor con un variador de frecuencia un mini PLC Logo y un HMI, representando un circuito cerrado de una puesta en marcha desde una estación remota.

**RECOMENDACIONES:**

- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo, suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar las correctas configuraciones de las señales de habilitación de un variador de frecuencia.
- Verificar que los parámetros básicos correspondan con los datos de placa del motor eléctrico

Práctica#9.

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Electrónica		<b>LABORATORIO:</b> Redes Industriales y SCADA
<b>PRÁCTICA NRO:</b>	9	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> “Puesta en Marcha de 3 Maletas Didácticas en secuencia programada, para el Arranque de los motores trifásicos, utilizando pulsadores, selectores y botones virtuales desde un HMI.”
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>		
<p>Arrancar en secuencia programada los 3 motores eléctricos de las Maletas didácticas utilizando un controlador Logo y botones virtuales de un HMI.</p>		
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar un sistema de conexiones montadas en las 3 maletas para arrancar los motores en secuencia programada desde cualquiera de ellos.</li> <li>• Interactuar entre cada uno de los Logo y pantallas HMI, simulando una aplicación industrial.</li> <li>• Diseñar la lógica de control que se cargara en el MINI PLC LOGO.</li> <li>• Diseñar animaciones graficas que permitan arrancar un motor, utilizando la aplicación TIA Portal.</li> <li>• Conocer las ventajas de arrancar estos módulos didácticos en secuencia, creando una simulación industrial entre sus motores, teniendo en cuenta que todos están conectados de manera inalámbrica (WI-FI).</li> </ul>		
<b>MARCO TEORICO:</b>		
<p>Para comprender como trabaja el circuito eléctrico de control, es necesario conocer cómo funcionan los elementos eléctricos que interactúan en el circuito.</p> <p>La red de comunicación que utilizamos en esta práctica, es la vinculación de varios controladores los cuales se encuentran transmitiendo datos entre ellos con la única finalidad de hacer funcionar los equipos con mandos a distancia.</p>		

En el **anexo de las practicas 1, 2, 3, 4 y 7** en el **marco teórico**, detallamos cómo funcionan los elementos que se utilizan en esta práctica, aquí se puede realizar las consultas teóricas correspondientes.

<b>INSTRUCCIONES:</b>	1. Diseñar el circuito de fuerza y control, para la puesta en marcha desde cada una de las Maletas Didácticas creando una secuencia programada utilizando Logo y las pantallas HMI.
	2. Cablear los circuitos diseñados en el módulo de pruebas, con los conectores rápidos tipo banana.
	3. Alimentar al módulo de pruebas, con su clavija trifásica correspondiente, en cada uno de las Maletas Didácticas.
	4. Desarrollar las líneas de código, que controlaran el arranque del motor, que se cargaran en el LOGO en cada una de las Maletas.
	5. Desarrollar las animaciones, que serán cargadas en la pantalla táctil y permitirán interactuar al estudiante con el LOGO.
	6. Seguir las instrucciones paso a paso, del desarrollo de la práctica.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR.**

Para obtener los resultados deseados en la práctica a desarrollar, necesitamos los siguientes elementos:

- Tres módulos didácticos de MINI PLC LOGO + HMI.
- Un computador portátil con los programas LOGO!Soft y TIA Portal V13.
- Múltiples cables con conectores banana.

**Descripción de la práctica.**

Contamos con 3 pantallas HMI ubicadas remotamente por conexión inalámbrica en las cuales se muestra una matriz de 3 x 3, donde tenemos la opción para programar la secuencia ON/OFF que deseamos, arrancamos al presionar el pulsador **P1** desde cualquiera de las Maletas y al accionarlo, la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I1** y activa la salida digital **Q1** que acciona la marcha, comenzando la secuencia de

arranque entre los 3 puestos de trabajo según el orden que se eligió previo a la marcha.

El paro se lo puede accionar desde cualquier puesto y en cualquier momento, con un pulsador **P3** al accionarlo la señal la detecta el LOGO en la entrada digital **I3**, podemos también seleccionar el sentido de giro al accionar el pulsador **P2**, activa la salida digital **Q2**, si presionamos **PE (Pulsante de Emergencia)** el sistema también se para.

Entre las protecciones existe un guardamotor **G1**, de disparo por sobrecarga, el guardamotor alimenta a los contactores de giro horario y giro antihorario, si se dispara la protección se encendiendo el piloto **LP6** en la estación local y en las estaciones remotas se encenderá LP5.



# DIAGRAMA DE FUERZA.

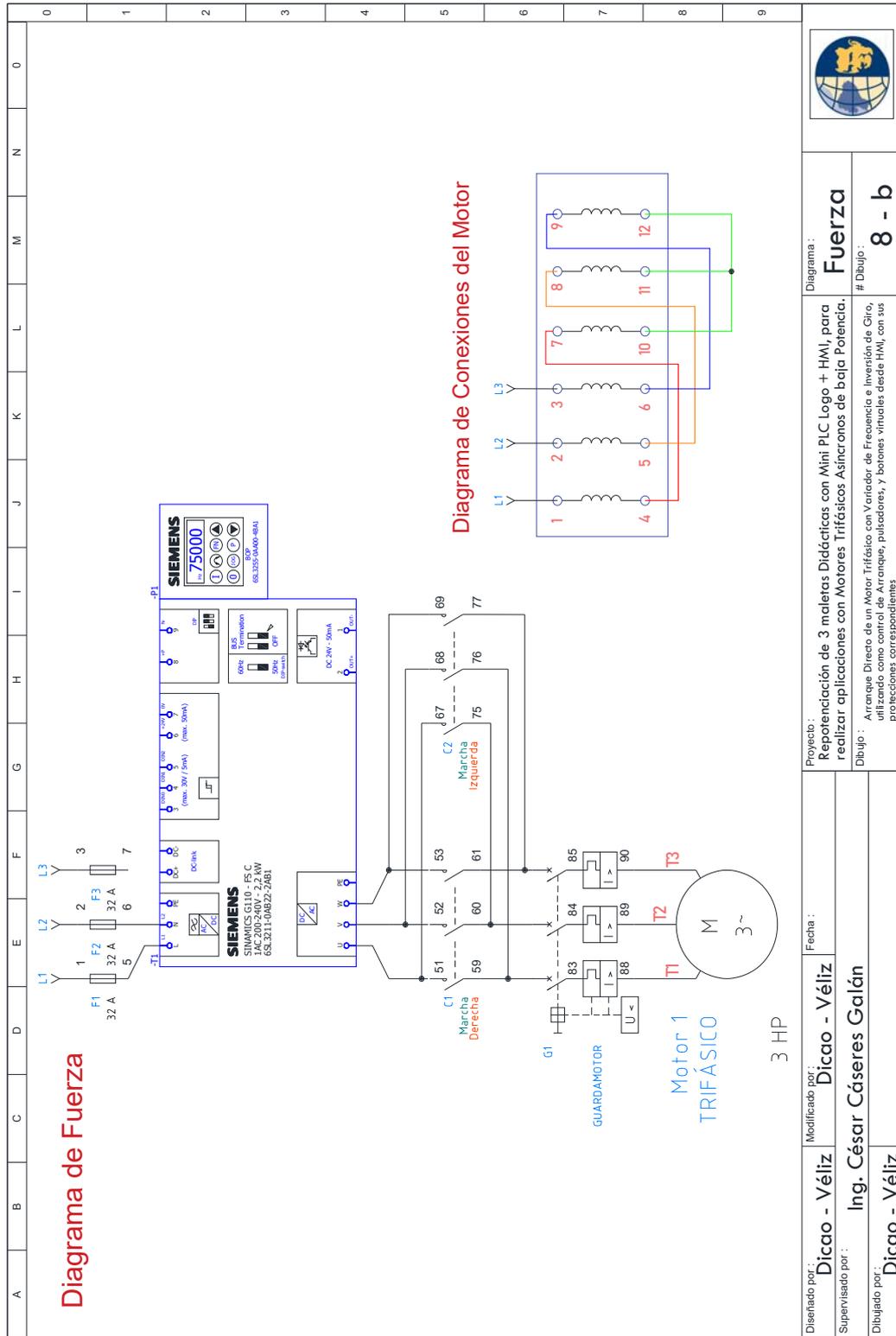


Figura 174. Diagrama de conexiones de fuerza, Practica 9.

### Paso 1.

Iniciamos alimentando el módulo utilizando la clavija trifásica que se encuentra dentro de la maleta, un extremo se enlaza al conector rápido de la maleta y el otro extremo se conecta a las tomas trifásicas, que se encuentran instaladas en las mesas de trabajo (notaremos que se enciende una luminaria de color rojo, lo que nos indica que ya tenemos energía eléctrica en la maleta, pero aún no está alimentada), la figura 175 presenta el módulo de trabajo.

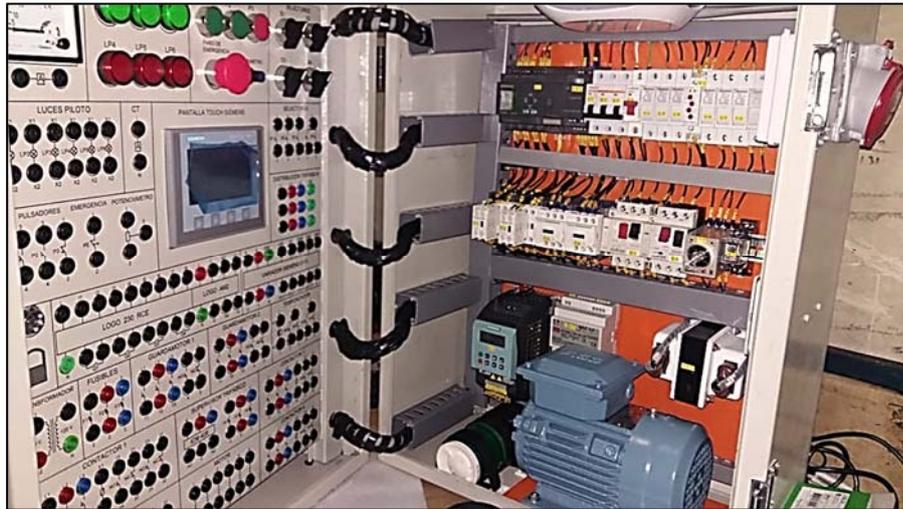


Figura 175. Conexión eléctrica de módulo a red trifásica 220 Vac.

Al subir los breakers principales **B1, B2, B3, B4** (se puede observar que la luminaria roja, se apaga y se enciende una luminaria verde, lo cual nos indica que ya tenemos energía eléctrica en los bornes rápidos), ya podemos energizar cualquier elemento dentro de la maleta, es importante conocer que la alimentación es trifásica de 220VAC.

### Paso 2.

Seguimos paso a paso, la **configuración de dirección IP**, descrita en el **Desarrollo del proyecto** comenzando con los **Router**, donde aprovechando que son de tecnología Multimodo vamos a crear una Intranet o Red privada entre las 3 maletas didácticas, la red constara de un equipo en modo maestro y los dos restantes en modo esclavo, es decir que uno de ellos será configurado como Router principal y los demás como puntos de acceso o **Access Point**.

Como primera parte para realizar debemos tomar el orden de los equipos a configurar, nos guiaremos por la numeración que tiene cada maleta didáctica, es decir que la Maleta

# 1 será nuestro **Router** o dispositivo principal desde los demás va a conectarse para crear la red Privada, y las Maletas # 2 y # 3 serán Repetidores de Señal o trabajaran en el modo **Extensor de Rango**.

Nos conectaremos por medio de cable Ethernet entre el Modulo # 1 y nuestra portatil para configurar en modo **Router** nuestro equipo, la figura 176 muestra el puerto RJ45.



Figura 176. Conexión Ethernet entre portátil y Modulo Didáctico.

Desconectamos nuestra señal Wi-Fi de nuestra portatil de ser el caso que este habilitada, luego de esto abrimos el navegador que deseamos y en el buscador digitamos la siguiente dirección, <http://192.168.0.1/> para acceder a la ventana de configuración de los routers. Dentro de esta ventana nos pedira las credenciales de acceso las cuales son:

*Usuario : admin*

*Password: admin*

En este caso para esta práctica, en donde utilizamos las 3 maletas didácticas, el modo de trabajo de los equipos de comunicación es el siguiente para poder tener una red intranet inalámbrica.

**Maleta 1 :** Modo Router.

**Maleta 2 :** Modo Repetidor o Extensor de Rango.

**Maleta 3 :** Modo Repetidor o Extensor de Rango.

De esta forma podremos tener una conexión entre todos los dispositivos y tener una enlace capaz de tener una comunicación de manera inmediata, entre las maletas didácticas.

A continuación se muestra la pantalla en donde se ingresan los datos de acceso a la configuración del Router Multimodo, la figura 177 nos muestra la ventana de acceso a las configuraciones de los router.

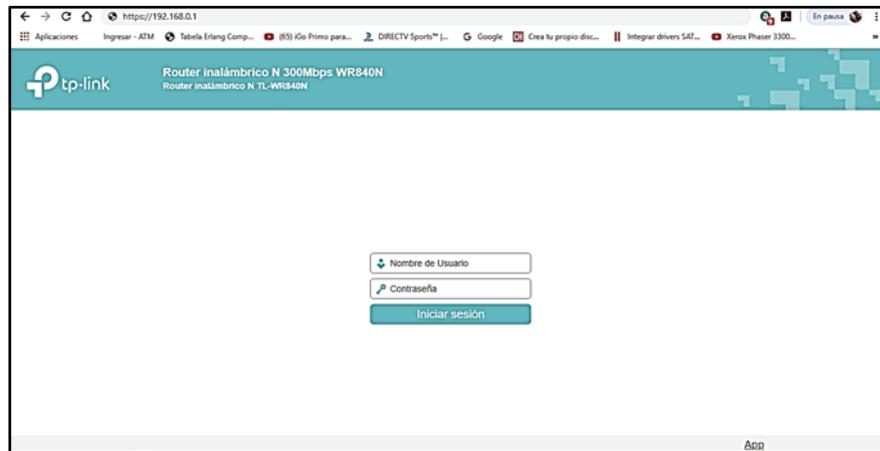


Figura 177. Página Web de acceso a la configuración del Router Multimodo.

Dentro observamos las opciones y prestaciones que posee al lado izquierdo de la pantalla a manera de un menú desplegable, la opción a elegir es **Modo de Operación**, tal como se muestra en la siguiente imagen figura 178.

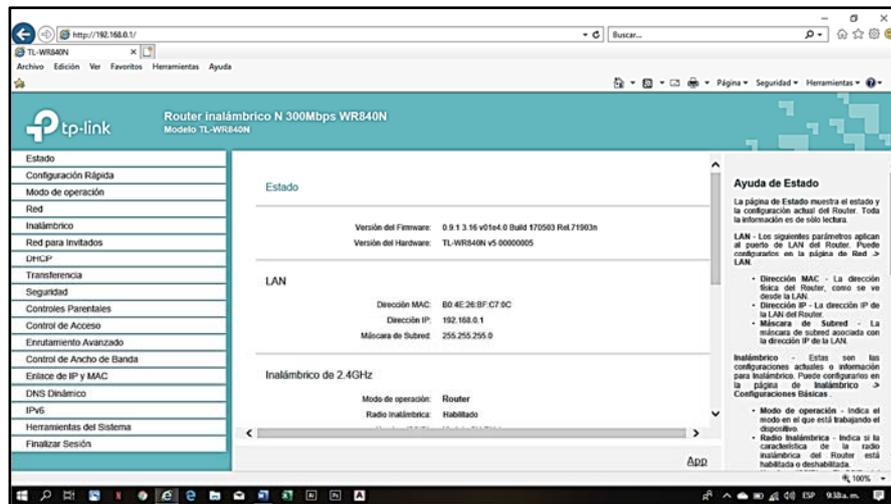


Figura 178. Ambiente en donde se observa el menú del equipo.

Aquí la opción a elegir es el modo **Extensor de Rango**, esto nos permitiría reconocer una red ya disponible dentro del ambiente de trabajo y unirse de manera inalámbrica, logrando con esto adherir o acoplar dispositivos entre sí dentro un segmento de direcciones IP ya establecidas, es decir unir las maletas didácticas como si fuera una

sola pero con mas dispositivos instalados, la figura 179 presenta el modo exsor de rango a configurar.

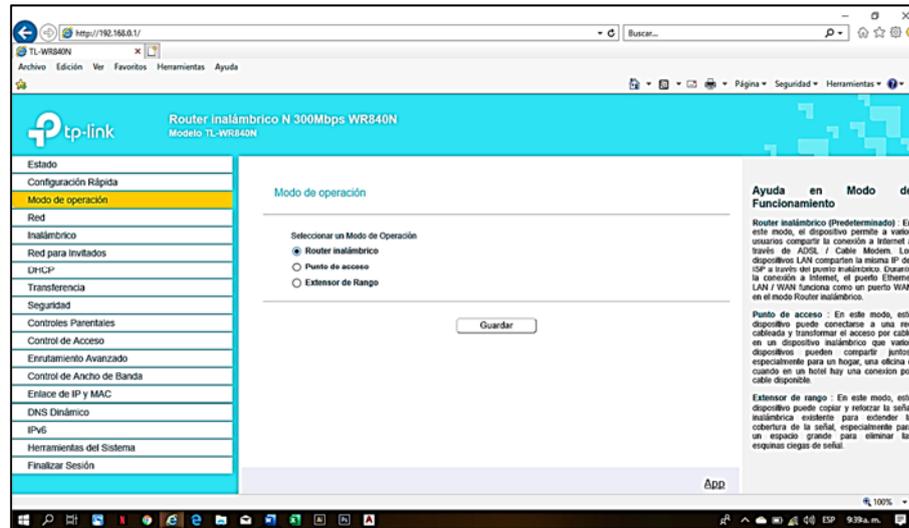


Figura 179. Elección del modo **Extensor de Rango**.

Al elegir la opción podemos observar que se nos muestra una leyenda debajo de la opción que nos indica que a continuación se debiera elegir una red inalámbrica existente, la cual es parte de una red alámbrica montada previamente, pero en nuestro caso solo es inalámbrica sin acceso a internet debido a que los módulos están distanciados dentro de un laboratorio de trabajo, la figura 180 presenta el mensaje de advertencia mencionado.

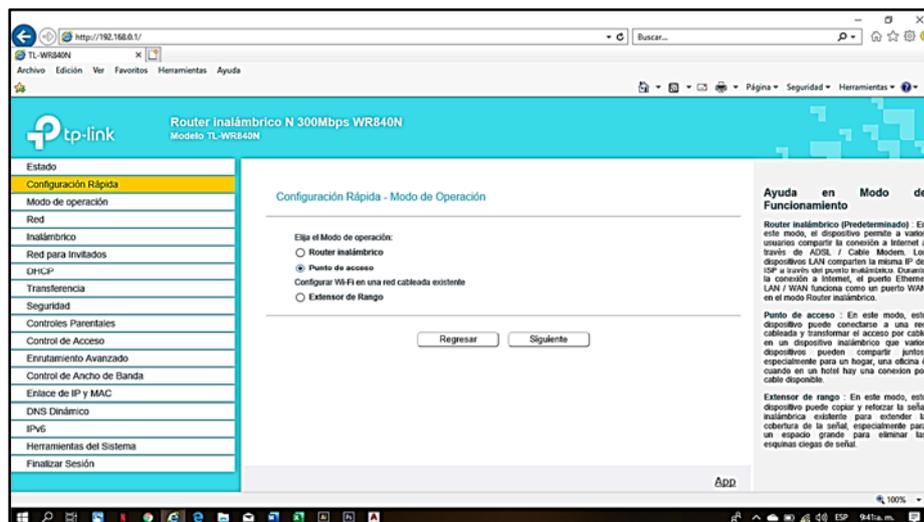


Figura 180. Elección del modo de trabajo.

Al dar en siguiente se nos muestra una tabla en la cual detalla las redes disponibles dentro del alcance de trabajo del equipo, elegimos la red cuya leyenda es **Modulo CH-DV 1**, que hace referencia al módulo 1 de los tres que tenemos a continuación se muestra la imagen con la tabla presente en la figura 181.

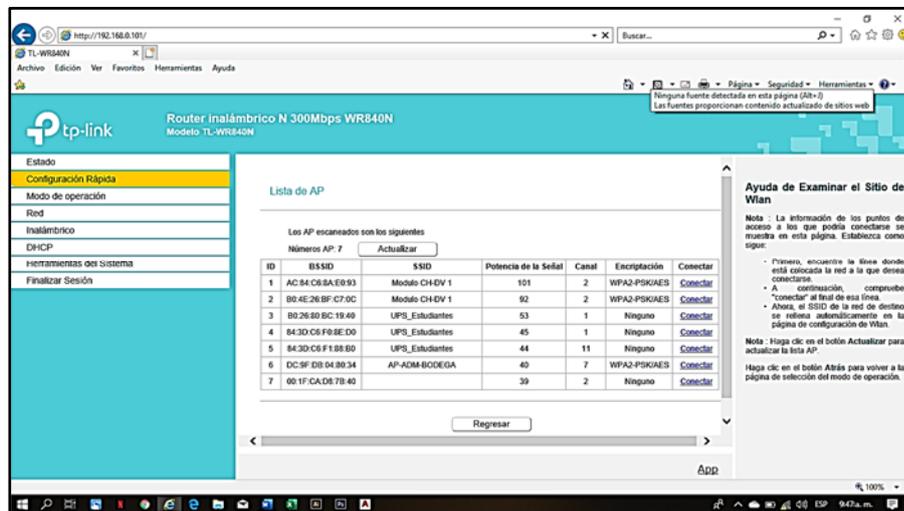


Figura 181. Lista de redes inalámbricas disponibles.

Eligiendo la red que necesitamos a continuación se muestran los parámetros que la misma posee y adicional una opción para digitar la contraseña de dicha red que hemos elegido, como es de nuestro conocimiento la clave de acceso es **labscada** configurado anteriormente, la figura 182 visualiza el acceso con la clave al Router del módulo 1.

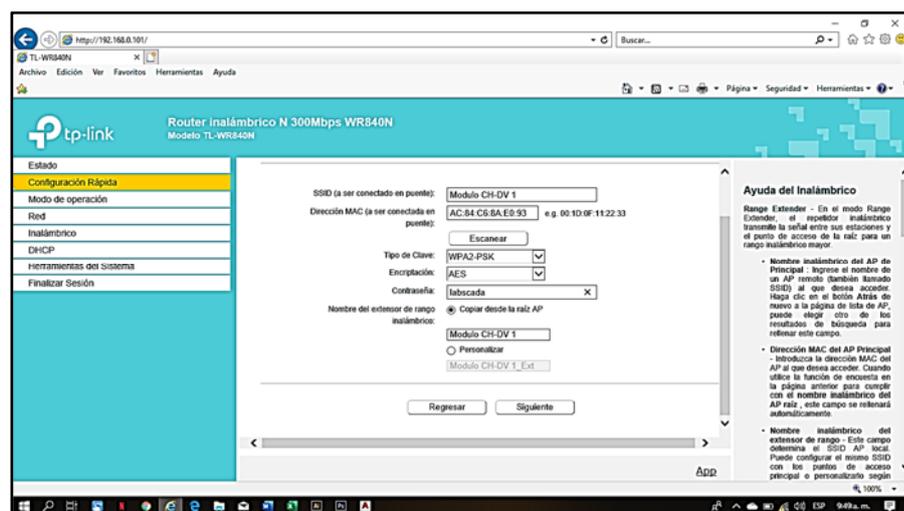


Figura 182. Ingreso de la clave de acceso.

Accediendo de manera correcta la pantalla de configuración nos ubicara en otro ambiente indicándonos que todos los parámetros están correctamente ingresados y que

la conexión en este modo de operación fue satisfactoria, lo notaremos también por el mensaje que arroja esta configuración una vez finalizada, la figura 183 muestra la configuración exitosa del Router como extensor.

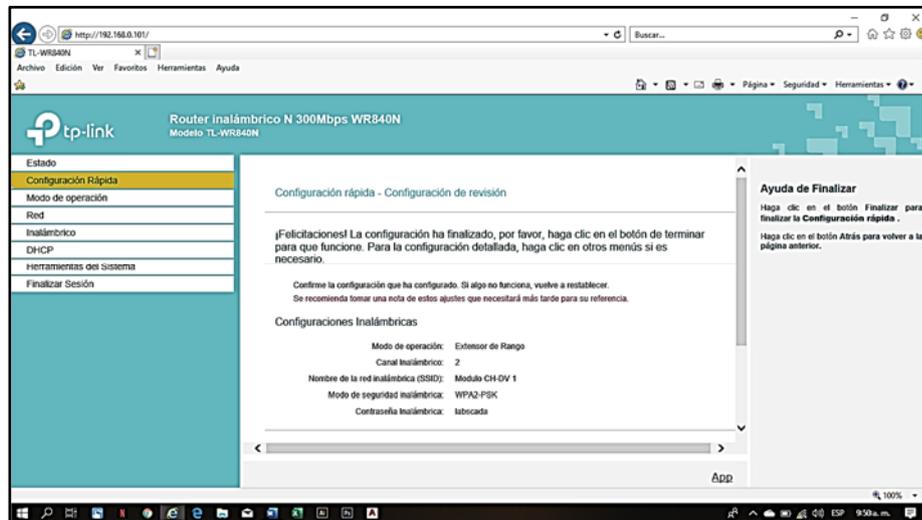


Figura 183. Conexión satisfactoria.

Damos clic al botón aceptar, para guardar los cambios realizados dentro del enrutador la figura 184 muestra la ventana de confirmación de la configuración correcta de los encaminadores.

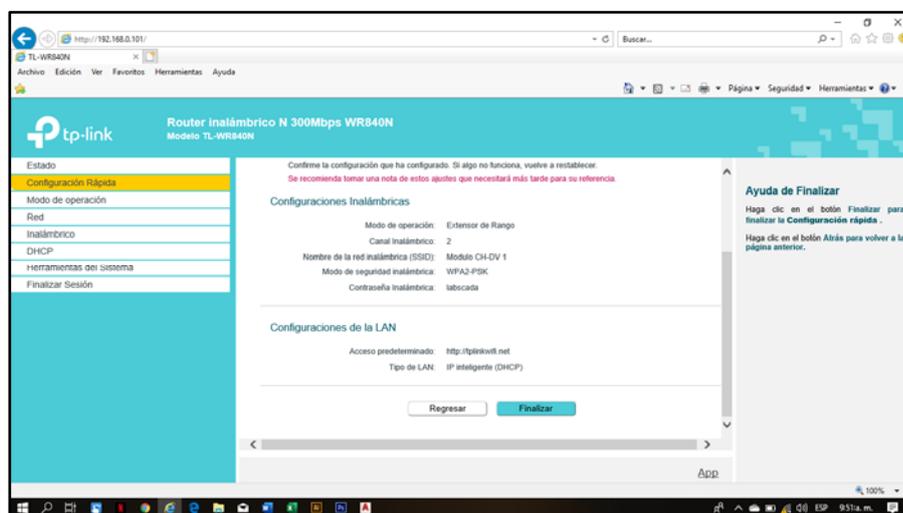


Figura 184. Finalización de la configuración del dispositivo.

Para verificar, de otra manera y estar seguro de que se guardaron todos los parámetros correctamente en el dispositivo, no dirigimos al menú en parte izquierda de la pantalla para seleccionar la opción **Estado**, donde nos mostrara como está trabajando el equipo, detallando tanto el modo de operación, la red que hemos seleccionado y los valores

para el funcionamiento simultaneo con el equipo principal o **Router**, la figura 185 muestra la ventana de comprobación de la red.

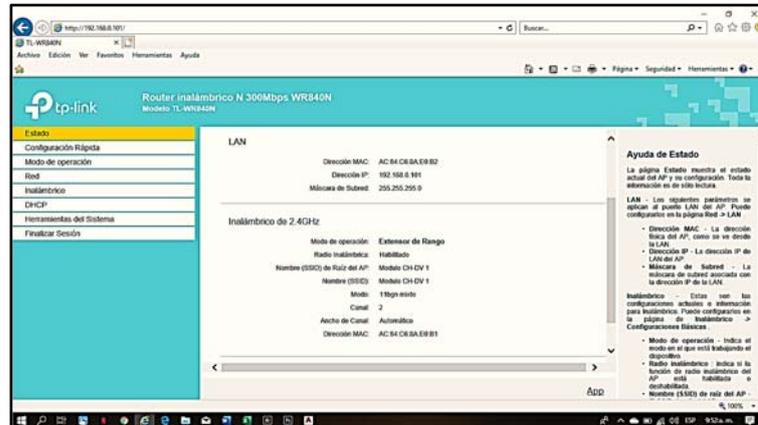


Figura 185. Estado final de nuestro equipo configurado.

La tercera maleta se acople de igual manera como se indicó con el segundo modulo, se deberá seguir los pasos explicados anteriormente. Con esto lograremos tener una red intranet inalámbrica, con dispositivo y equipos dentro de un rango de IP, que nosotros configuramos pudiendo hacer que los equipos se integren de manera inmediata.

### Paso 3.

Seguimos la configuración **interfaz LOGO**, descrita en el **Desarrollo del proyecto**.

### Paso 4.

Utilizando los diagramas de control y fuerza diseñados para la práctica 9, cableamos los elementos involucrados, utilizando los cables con conectores rápidos en cada maleta, implementamos el circuito de fuerza y control mostrado en la figura 186.

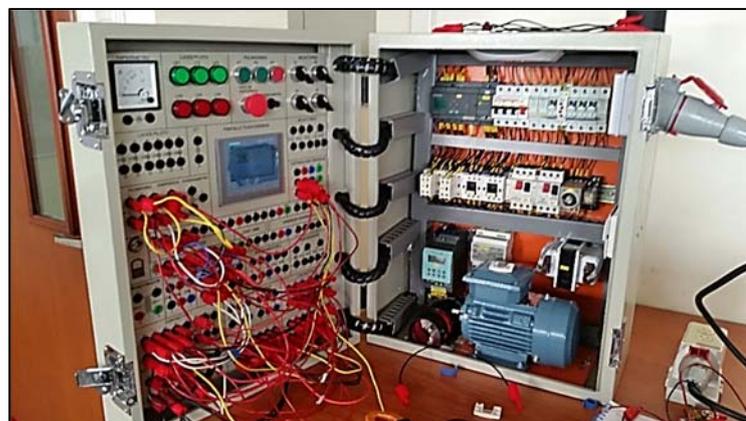


Figura 186. Cableado del circuito de fuerza y control practica 9.

Al finalizar, con un multímetro realizamos mediciones de continuidad de los elementos cableados con tierra, el objetivo será evitar el disparo de las protecciones por cortocircuito.

### Paso 5.

Utilizando el software LOGOSoft Comfort 8, iniciaremos la configuración para un proyecto de red, abrimos la aplicación y clickeamos en el botón **Proyecto de Red**, inmediatamente iniciamos agregando 3 dispositivos Logos y 3 pantallas HMI, en la figura 187 mostramos el ambiente de red.

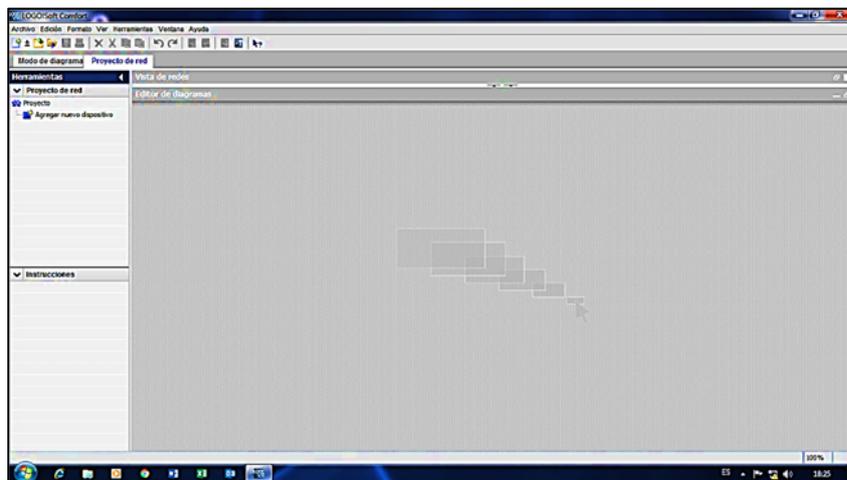


Figura 187. Inicio de proyecto de red.

A medida que agregamos un dispositivo, se observa que se establece una red entre el computador y el dispositivo nuevo, la figura 188 muestra el estado de los dispositivos en la red.

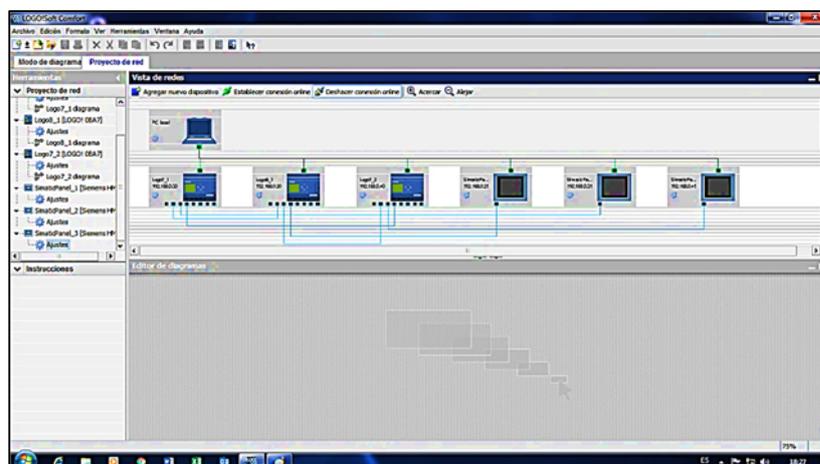


Figura 188. Red de dispositivos para proyecto inalámbrico.

Sobre el botón de configuración de cada logo damos doble clic y se abre una ventana en donde configuramos la IP que corresponde la máscara y la puerta de enlace de cada controlador, la figura 189 presenta la ventana de configuración.

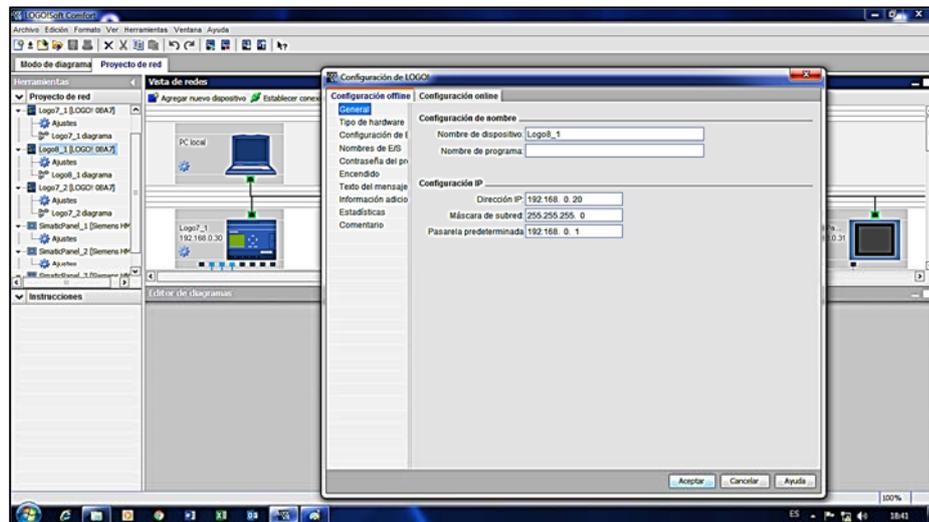


Figura 189. Configuración básica de cada dispositivo.

Los dispositivos quedarían configurados así:

LOGO 1 IP: 192.168.0.20 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1  
LOGO 2 IP: 192.168.0.30 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1  
LOGO 3 IP: 192.168.0.40 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1  
HMI 1 IP: 192.168.0.21 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.21  
HMI 2 IP: 192.168.0.31 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.31  
MHI 3 IP: 192.168.0.41 Mascara: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.41

En la parte inferior de cada dispositivo existe un recuadro el cual se utiliza para vincular los dispositivos de la red y establecer los canales de datos que se transmitirán entre ellos, se une líneas entre los dispositivos, considerando que podemos establecer una red de hasta 8 logos y que cada logo puede conectarse con una sola pantalla HMI.

Con esta premisa podemos establecer que una pantalla HMI no puede conectarse a dos logos simultáneamente, si necesita transmitir algún dato a mas de un controlador, la pantalla usara al logo con el que este conectado como un puente para acceder a otro logo dentro de una red, la figura 190 muestra el detalle de la red.

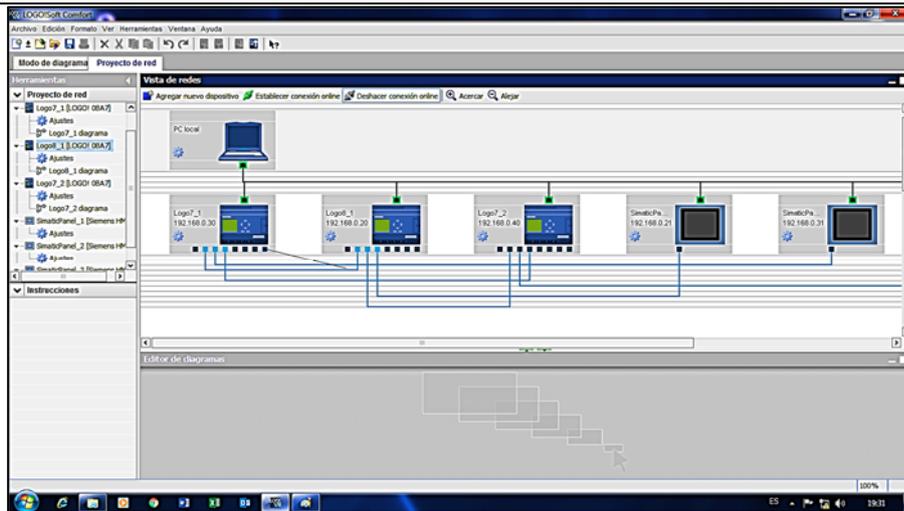


Figura 190. Red para la transmisión de datos.

Sobre la red de datos damos doble clic apareciendo una nueva ventana la cual nos permite ingresar las direcciones de datos que vamos a compartir entre los Logo-Logo y Logo-HMI, aquí ingresamos las direcciones del espacio de memoria a compartir, el sentido en que viajara el dato (el emisor y el receptor) y por último la longitud del ancho del byte, la figura 191 presenta la tabla de mapeo de datos entre 2 logos.

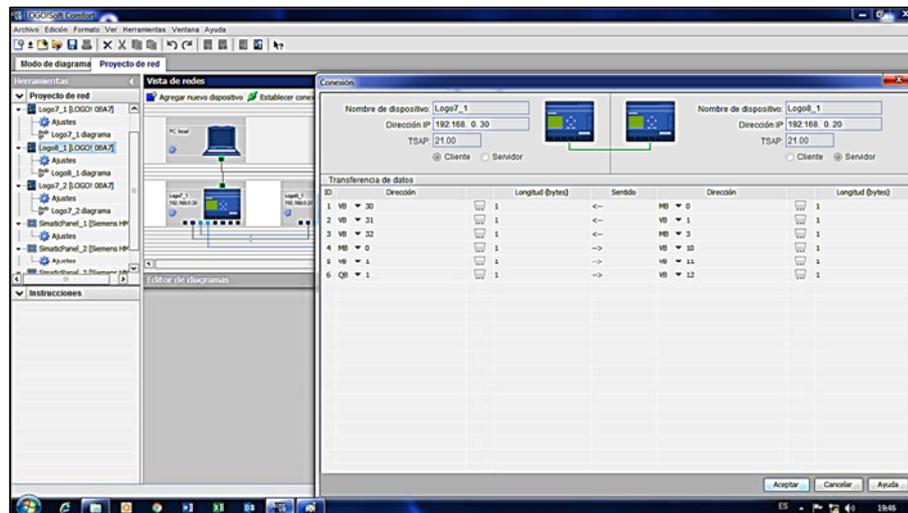


Figura 191. Tabla de mapeo de datos.

Desarrollamos la lógica de control y se programa con el lenguaje de bloques, son necesarios bloques de entradas, salidas, sumadores de bit, multiplicadores de bit, inversores de bit, señales de red, temporizadores y bloques Set/Reset.

Que responderá al accionamiento de las señales de arranque, paro y alarmas de disparos de protecciones, la figura 192 muestra el programa desarrollado para el control en una de las estaciones.

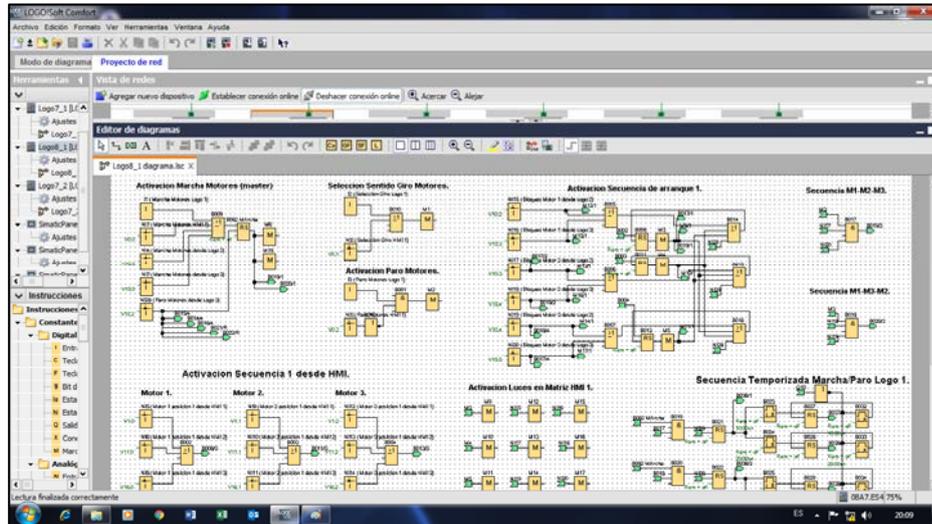


Figura 192. Lógica de control cargada al Logo, practica 9.

Desarrollamos la lógica de control en cada Logo, al finalizar tendremos 3 pantallas en paralelo, es importante conocer que por la extensión del programa se ha seccionado el control en los tres logos, el control de arranque esta en el primer logo, la selección de giro está en el segundo logo y la secuencia de paro en la tercera estación, visualizando los programas como mostramos a continuación en la figura 193.

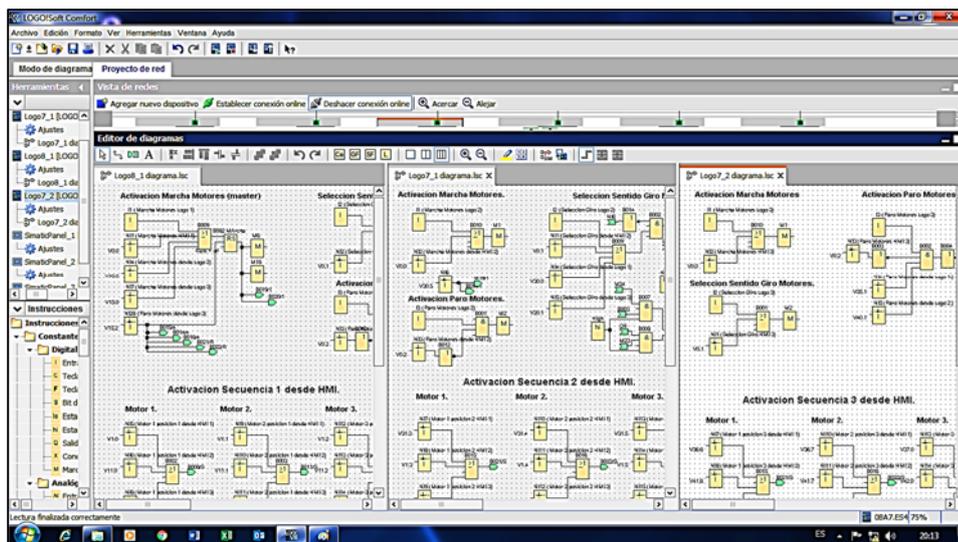


Figura 193. Lógica de control en paralelo, de los dispositivos.

Dentro de la aplicación, existe un icono que se utiliza para simulación, lo activamos y verificamos, que la lógica de control, cumple con los requisitos iniciales de funcionamiento y de transmisión de datos de red, la figura 194 muestra la simulación del programa.

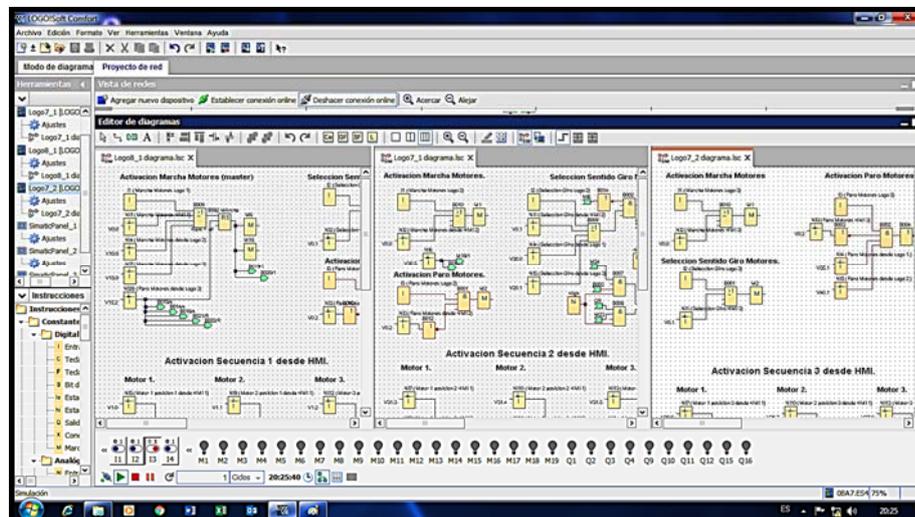


Figura 194. Simulación de lógica de control.

#### Paso 6.

Seguimos las instrucciones **Insertar una pantalla en TIA Portal**, que lo explicamos en la sección **Desarrollo del proyecto**. Para crear el proyecto de la práctica.

#### Paso 7.

Configuramos la transmisión de datos entre el HMI y el LOGO, tomamos como guía la **Configuración conexión HMI y LOGO en TIA Portal**, que lo expusimos en la sección **Desarrollo del proyecto**.

#### Paso 8.

Establecida la conexión, ahora creamos en el HMI las señales (TAG) que interactúan con el Logo, tomamos el instructivo **Configuración de variables HMI y LOGO**, que se incluye en la sección **Desarrollo del proyecto**, la figura 195 muestra la tabla de variables asignada en cada pantalla HMI.

Nombre	Tipo de datos	Conexión	Nombre PLC	Variable PLC	Dirección
Luz_Giro_Horario	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M2.2	
Luz_Marcha_Motor	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M2.1	
Luz_Motor1_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.0	
Luz_Motor1_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.3	
Luz_Motor1_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.6	
Luz_Motor2_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.1	
Luz_Motor2_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.4	
Luz_Motor2_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.7	
Luz_Motor3_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.2	
Luz_Motor3_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M1.5	
Luz_Motor3_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	M2.0	
Marcha_HMI	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V0.0	
Mtor1_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.0	
Mtor1_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.3	
Mtor1_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.6	
Mtor2_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.1	
Mtor2_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.4	
Mtor2_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.7	
Mtor3_Posicion1_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.2	
Mtor3_Posicion2_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V1.5	
Mtor3_Posicion3_HM_1	Bool	Conexión_1	<no defnido>	V2.0	

Figura 195. Tabla de TAGS de HMI.

Finalizamos la designación de las variables que utilizamos de la siguiente manera: **Marcha HMI, Selección de giro HMI, Paro HMI, Motor 1 Posición 1, Motor 2 Posición 1, Motor 3 Posición 1, Motor 1 Posición 2, Motor 2 Posición 2, Motor 3 Posición 2, Motor 1 Posición 3, Motor 2 Posición 3, Motor 3 Posición 3, Luz moto 1 posición 1, Luz moto 2 posición 1, Luz moto 3 posición 1, Luz moto 1 posición 2, Luz moto 2 posición 2, Luz moto 3 posición 2, Luz moto 1 posición 3, Luz moto 2 posición 3, Luz moto 3 posición 3.**

Marcha HMI arranca la secuencia de motores desde la pantalla HMI. Paro HMI genera el pulso que inicia la secuencia de parada de los motores. Selección giro HMI este pulso me permite seleccionar el giro horario o antihorario de los motores.

Motor 1 posición 1 hasta motor 3 posición 3, con ellos seleccionamos la secuencia de arranque y paro de los motores. Luz motor 1 posición 1 hasta Luz motor 3 posición 3 encienden indicadores cuando seleccionamos el arranque de un motor en una posición específica., Sus direcciones asignadas son **V0.0, V0.1, V0.2, M1.0 – M2.0, V1.0 – V2.0.**

### Paso 9.

Desarrollamos el diseño de las animaciones gráficas, damos clic a la carpeta de **Imágenes**, en el árbol de proyecto, dándole doble clic al icono de imagen raíz, se abre la ventana donde desarrollamos la interfaz gráfica.

En la parte derecha de la pantalla, tenemos una ventana de **Herramientas**, en donde encontramos elementos gráficos básicos, como son botones, interruptores, entre otros elementos, desplazamos los botones para marcha, paro, selección de giro, insertamos cuatro indicadores los cuales cambian de color cuando el motor arranca y para, y en cada sentido de giro, insertamos el grafico de un motor para representa lo que tenemos como carga, configuramos cada elemento de la pantalla y lo asociamos con los TAG antes configurados, en la figura 196 mostramos la pantalla de la práctica.

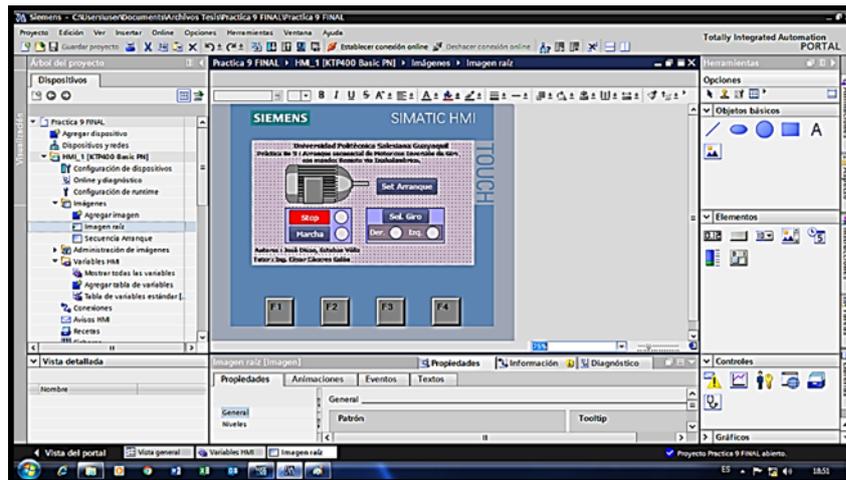


Figura 1966. Pantalla Principal en HMI.

Insertamos una nueva imagen la que contendrá una matriz para para configurar la secuencia en que arrancaran los motores, considerando que la misma secuencia de entrada se aplica en el apagado de los motores, la figura 197 muestra la pantalla de la matriz de selección de arranque.

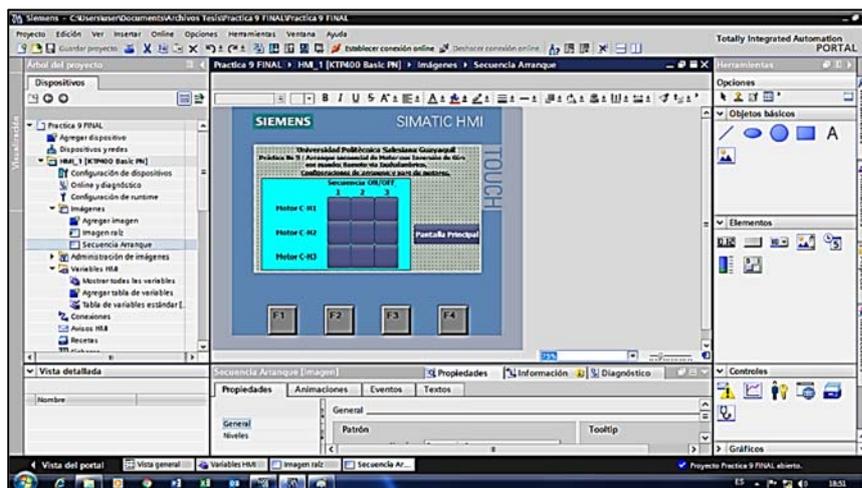


Figura 197. Pantalla secuencia de giro.

**Paso 10.**

Realizamos las pruebas de arranque, paro y activación de alarmas con el disparo de las protecciones en el módulo, esta prueba la realizamos desde las botoneras del banco de pruebas, luego lo realizamos desde la pantalla HMI, todo funciona bajo los parámetros esperados, resultando una práctica exitosa.

**CONCLUSIONES:**

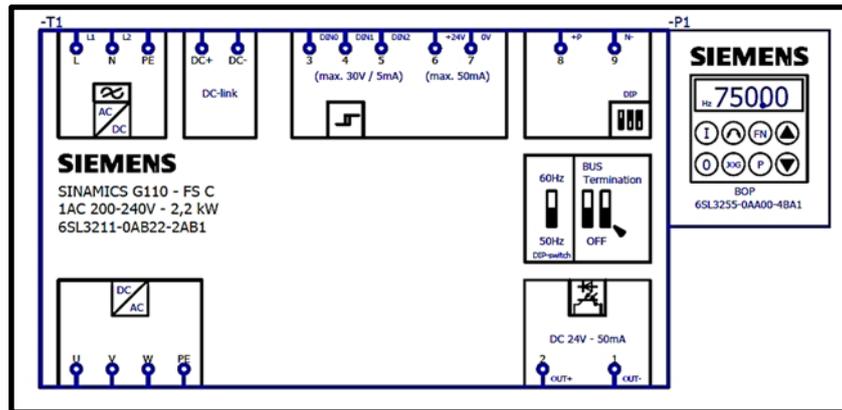
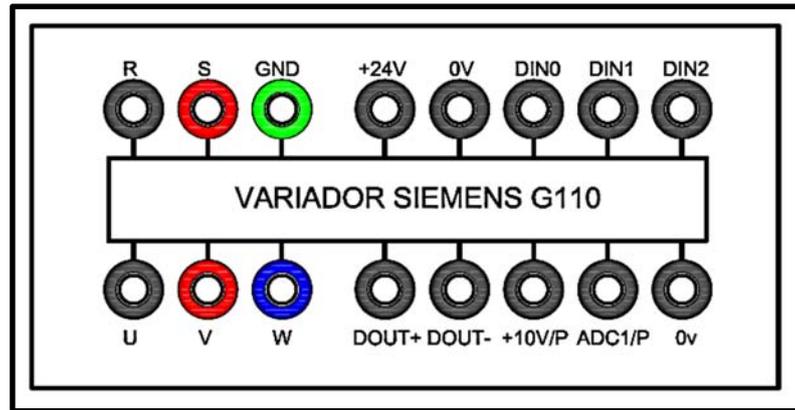
Se experimenta el arranque directo en secuencia de los motores utilizando los 3 módulos comunicados inalámbricamente, el paro se realiza también en secuencia, también podemos seleccionar el sentido de giro que queremos, los mandos pueden accionarse desde botoneras en el mini PLC Logo y desde el HMI, si existe el disparo de una de las protecciones, en el módulo local se enciende una luz de alarma, la que se reproduce en los módulos remotos.

**RECOMENDACIONES:**

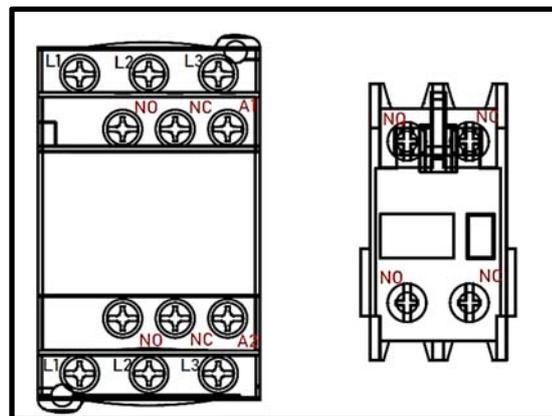
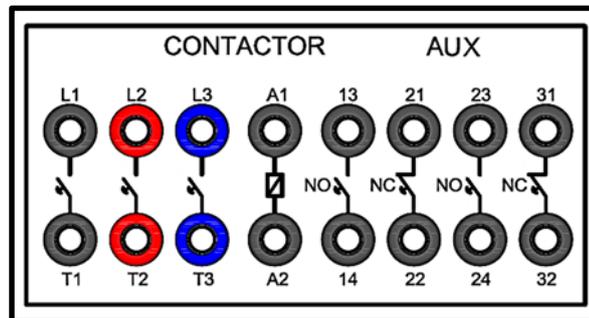
- Verificar las correctas configuraciones del direccionamiento IP, de la máscara y la puerta de acceso, que se encuentren dentro de la misma RED.
- Verificar la configuración en los programas LOGO!Soft 8 y TIA portal 13, para que pueda existir la transmisión de datos entre los elementos.
- Verificar que las tomas eléctricas de la mesa de trabajo suministren voltaje trifásico de 220 Vac.
- Verificar las correctas configuraciones de las señales de habilitación de un variador de frecuencia.
- Verificar que los parámetros básicos correspondan con los datos de placa del motor eléctrico.

# **DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS.**

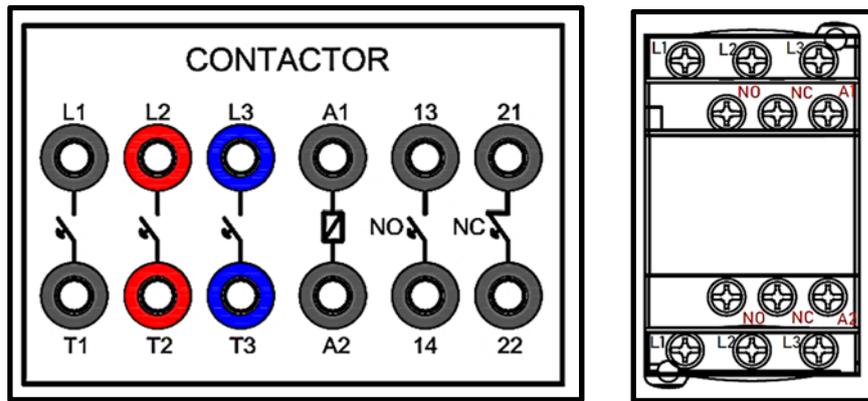
✓ Variador de Frecuencia SIEMENS G110.



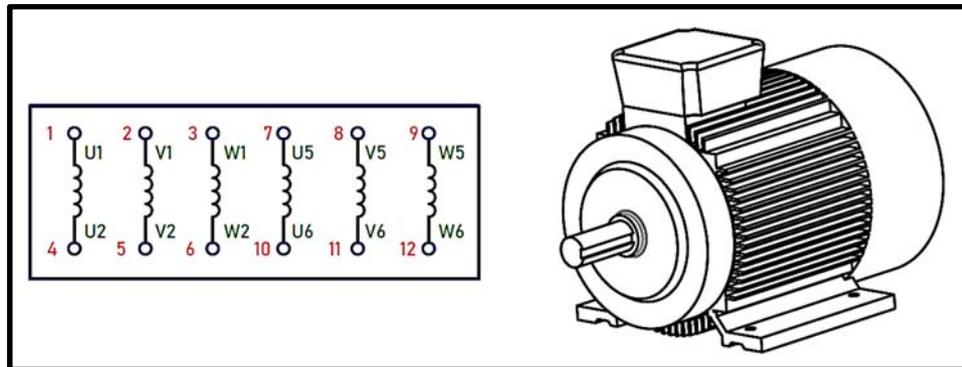
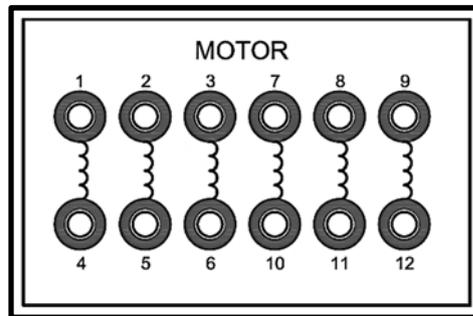
✓ Contactor Schneider Electric LC1D12 / Contactor Auxiliar LADN11.



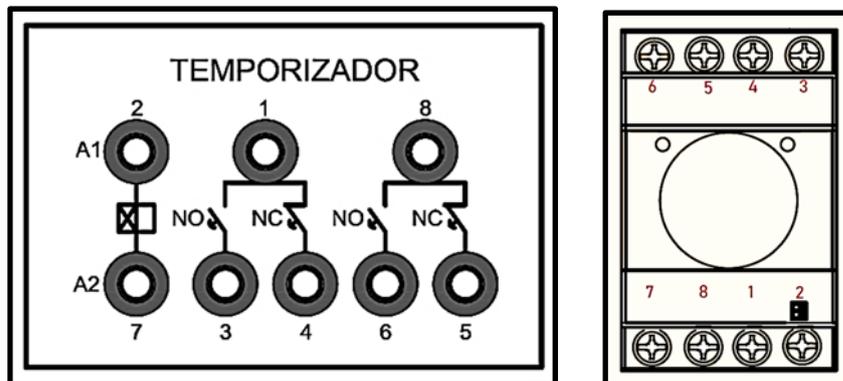
✓ **Contactor Schneider Electric LC1D12.**



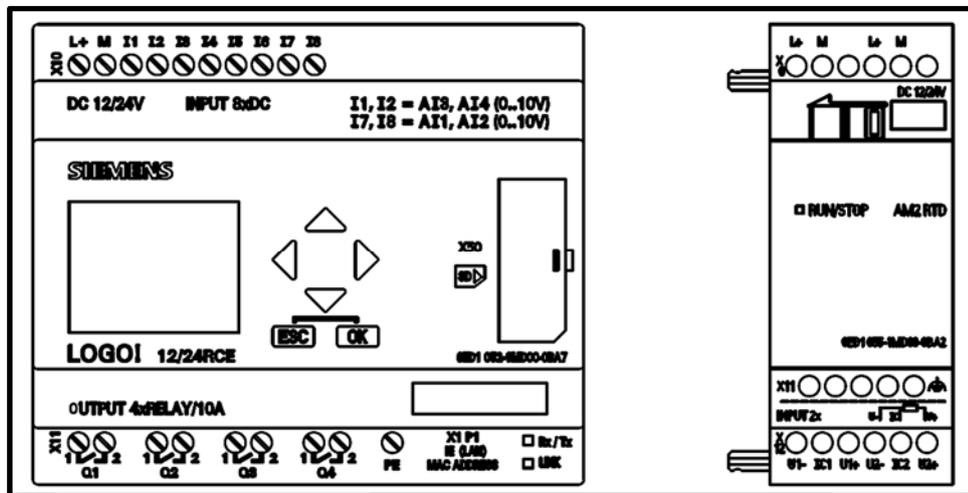
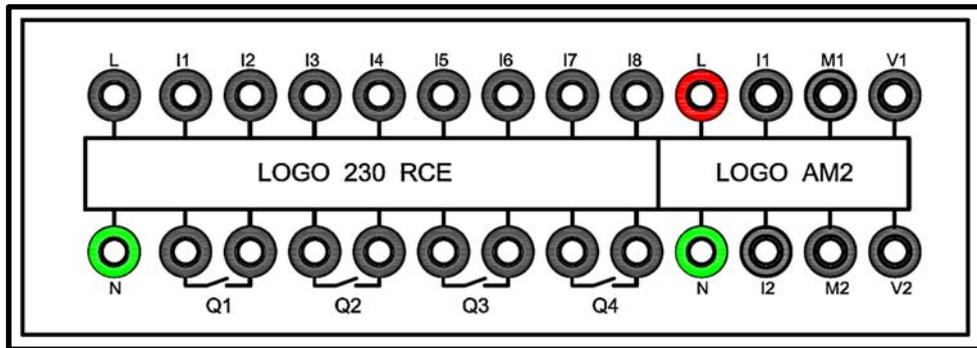
✓ **Motor ABB Motors IEC60034-1.**



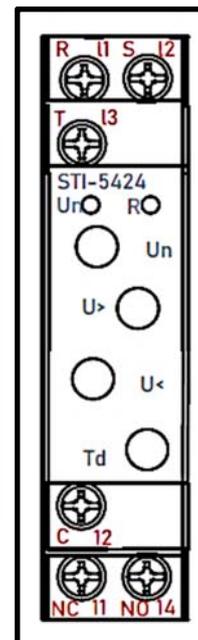
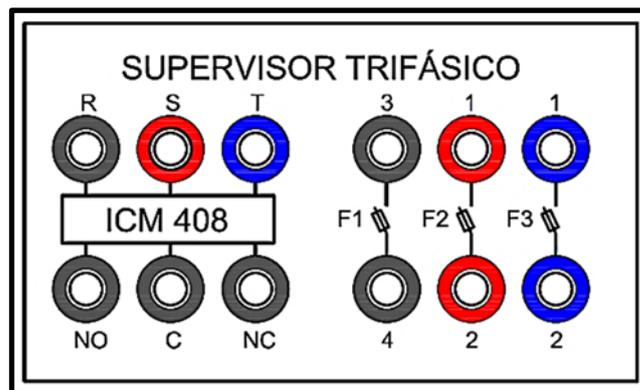
✓ **Temporizador CAMSCO AH3**



✓ LOGO SIEMENS 230RCE / Bloque Auxiliar AM2



✓ Supervisor de voltaje.



✓ Guarda motor EBASEE egv2-m10 4-6.3 A.

