



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

PROYECTO TÉCNICO:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DIDÁCTICA
PORTATIL Y DESARROLLO DE APLICACIONES SOBRE
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO UN PLC
MICRO 850 Y HMI**

AUTORES:

Constance Andrea Villacreses Pita
Jorge Ricardo Vargas Chavarria

TUTOR:

Ing. Byron Lima MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020

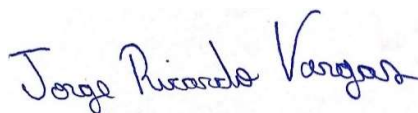
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, Constance Villacreses y Ricardo Vargas autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, se declara que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.



Constance Villacreses Pita
Cédula: 1311430886



Jorge Ricardo Vargas
Cédula: 0923321061

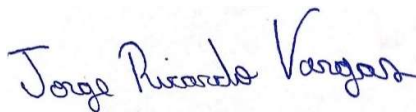
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, **Constance Andrea Villacreses Pita**, con documento de identificación N° 1311430886 y **Jorge Ricardo Vargas Chavarria**, con documento de identificación N° 0923321061, manifestamos nuestra voluntad y ceder a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DIDÁCTICA PORTATIL Y DESARROLLO DE APLICACIONES SOBRE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO UN PLC MICRO 850 Y HMI”** mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

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



Constance Villacreses Pita
Cédula: 1311430886



Jorge Ricardo Vargas
Cédula: 0923321061

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DIDÁCTICA PORTATIL Y DESARROLLO DE APLICACIONES SOBRE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO UN PLC MICRO 850 Y HMI”, que se ajusta a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana, por tanto, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Realizado por los estudiantes Constance Andrea Villacreses Pita, con documento de identificación N° 1311430886 y Jorge Ricardo Vargas Chavarria, con documento de identificación N°0923321061, obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, 12 de febrero del 2021



Ing. Byron Lima MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a María Pita, Lucila Vinces e Ildefonso Pita quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía este proyecto estando presentes física y espiritualmente.

Mi madre María Pita, por ser el pilar más importante de mi vida, mi abuelita Lucila Vinces por creer en mí siempre, mi abuelito Idelfonso Pita que a pesar de la distancia física sé que estaría muy feliz.

A mi hermana María José que me apoyo todo el tiempo incondicionalmente siempre estando presente en las buenas y en las malas, mi hermana Cecilia que me escucho continuamente y me aconsejo varias veces sin importar que es mi hermana menor y a mi hermano Adolfo que me ayudo constantemente a esforzarme cada día más y no tenerle miedo al éxito.

A mi pequeño zoológico que me alentaban con esas miradas de esperanzas, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis profesores quienes jamás desistieron al enseñarme, a ellos que continuaron depositando su confianza en mí.

Para ellos es esta dedicatoria de proyecto de titulación, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Constance Andrea Villacreses Pita

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y las derrotas; por los momentos que me han enseñado a valorarlo todo cada día más.

A mi querida abuelita Leonor, quien desde niño me inculcó valores, principios y la importancia de la perseverancia. Quien ahora, desde el cielo, me sigue guiando y cuidando.

Te dedico este trabajo a ti.

Jorge Ricardo Vargas Chavarría

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación le agradezco a Dios por acompañarme cada día en mis decisiones, por estar presente en los momentos felices y al mismo tiempo en los momentos complicados, por ser mi guía y darme el mejor regalo, que es mi familia y ayudarme para culminar este reto de vida.

Constance Andrea Villacreses Pita

Agradezco a Dios por la familia que me ha dado. Su amor, dedicación y paciencia se refleja en mi vida y han contribuido a mi desarrollo profesional. Gracias también a todos los que hicieron que este proyecto sea posible.

Jorge Ricardo Vargas Chavarria

RESUMEN

Año	Alumnos	Director de proyecto técnico	Tema de proyecto técnico
2021	Constance Villacreses Jorge Ricardo Vargas	Ing. Byron Lima MSc.	Diseño e implementación de maleta didáctica portátil y desarrollo de aplicaciones sobre automatización industrial utilizando un PLC micro 850 y HMI.

El presente trabajo de titulación tiene como propósito la implementación de una maleta portátil didáctica para el desarrollo de aplicaciones sobre automatización industrial utilizando equipos de protección, fuente de alimentación, micro 850, una interfaz HMI, variador de frecuencia, selectores e indicadores leds.

El objetivo principal es beneficiar a los estudiantes de Ingeniería Electrónica y Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, cuya finalidad es incentivar la realización de diseños e implementaciones mediante prácticas en la maleta portátil de manera que el estudiante le permite pulir sus habilidades y consolidar los conocimientos

teóricos adquiridos en las aulas virtuales o aulas físicas, se podrá usar como método de aprendizaje

Palabras Clave- PLC, HMI, VDF.

ABSTRACT

Year	Students	Director of technical project	Technical project theme
2021	Constance Villacreses Jorge Ricardo Vargas	Ing. Byron Lima, MSc.	Design and implementation of a portable educational case and development of industrial automation applications using a micro 850 PLC and HMI.

The purpose of this degree work is to implement a portable didactic suitcase for the development of applications in industrial automation using protection equipment, power supply, micro-850, an HMI interface, frequency variator, selectors and LED indicators.

The main objective is to benefit the students of the Electronic Engineering and Industrial Automation course at the Universidad Politecnica Salesiana of Guayaquil, whose purpose is to promote design and implementation through

practices in the portable suitcase so that the student allows them to polish their skills and Consolidate the theoretical knowledge acquired in virtual classrooms or physical classrooms, can be used as a learning method.

Key words: PLC, HMI, VDF.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS	xviii
INTRODUCCION	1
1. EL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Importancia y Alcances	2
1.3. Delimitación	3
1.3.1. Delimitación temporal.....	3
1.3.2. Delimitación espacial.....	3
1.3.3. Delimitación académica	3

1.4. Innovación	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo General	3
1.5.2. Objetivo Especifico.....	4
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1. Aplicación	5
2.1.1. Definición	5
2.1.2. Características	6
2.1.3. Ventajas	6
2.1.4. Usos de un aplicativo	7
2.2. Automatización industrial.....	7
2.3. Tecnología de automatización.....	9
2.4. Protocolo de comunicación industrial	10
2.5. Comunicación maestro-esclavo.....	11
2.6. Ethernet.....	12
2.7. Redes de comunicación industrial	13
2.8. Clasificación de redes industriales	14
2.9. Maleta didáctica.....	14
2.10. Autómata.....	15
2.11. Entrenador PLCS	16
2.12. Descripción del PLC.....	17
2.13. Panel View	18
2.13.1. Panel View C400.	19
2.14. Micro 850	20
2.14.1. Las características del Micro 850.....	21
2.15. Software de programación.	22
2.16. Power flex serie 525.....	23
2.16.1. Características del Power Flex 525.	24
2.17. Transformador de control	24
2.18. Base de portafusiles.....	25
3. MARCO METODOLOGICO	27
3.1. Diseño de modulo didáctico	27
3.2. El cuerpo del módulo didáctico.	28
3.3. Desarrollo de plano eléctrico	29
3.4. Autómata programable.....	31

3.5. Selectores	34
3.6. Motor	35
3.7. Pulsadores	35
3.3. Luces piloto	36
3.4. Variador de frecuencia	37
3.3. Hmi C400	37
3.10. Relé de sobrecarga.....	38
3.11. Guardamotores.....	39
3.12. Breaker	39
3.13. Contactor	39
3.14. Software de programación.....	40
3.15. Controlador PID	41
4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO	42
4.1 . Practica N.-1.....	42
4.2 . Practica N.-2	43
4.3. Practica N.-3	44
4.4. Practica N.-4	45
4.5. Practica N.-5	47
4.6. Practica N.-6	48
4.7. Practica N.-7	49
4.8. Practica N.-8	50
4.9. Practica N.-9	52
4.10. Practica N.-10	54
5. RESULTADOS	56
5.1. Análisis de Resultados.....	59
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES	69
ANEXOS	70
Anexo 1: Creación de proyecto.....	70
Anexo 2: Práctica uno.....	74
Anexo 2: Práctica dos	75
Anexo 3: Práctica tres.....	76
Anexo 4: Práctica cuatro	78

Anexo 5: Práctica cinco.....	78
Anexo 6. Práctica seis.....	79
Anexo 3: Práctica siete.	80
Anexo 4: Práctica ocho.	81
Anexo 5: Práctica nueve.	82
Anexo 6: Práctica diez.	83
Anexo 10: DATASHEET DEL PLC.....	85
Anexo 11: DATASHEET DEL VDF.	88
Anexo 12: DATASHEET DEL HMI.....	91
Anexo 11: PLANOS ELECTRICOS.....	94
Bibliografía	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Automatización industrial	8
Figura 2. Sistema de Automatización.....	10
Figura 3. Protocolo de comunicación industrial.....	11
Figura 4. Comunicación maestro-esclavo	12
Figura 5. Ethernet.....	13
Figura 6. Redes de comunicación industrial.....	14
Figura 7. Maleta didáctica	15
Figura 8. Autómata.....	16
Figura 9. Entrenador PLCS	16
Figura 10. Descripción del PLC.....	18
Figura 11. Panel View	18

Figura 12. Panel View C400.....	20
Figura 13. Micro 850	21
Figura 14. Ubicación del Micro 850	22
Figura 15. Software que usa el micro 850.....	23
Figura 16. Power flex serie 525.....	23
Figura 17. Trasformador de control.....	25
Figura 18. Base Portafusiles	26
Figura 19. Plano 2d de la maleta.....	27
Figura 20.Plano 3d de la maleta.....	28
Figura 21.Lamina metálica antes del ponchado.	28
Figura 22.Calado, ponchado y pintado de láminas metálicas.	29
Figura 23.Modulo didáctico.	29
Figura 24.Arquitectura de red Global.	30
Figura 25.Planos de potencia.....	30
Figura 26. Protecciones del sistema de control.....	31
Figura 27.Medición amperímetro.....	31
Figura 28. Micro 850 implementado	32
Figura 29. Entradas del PLC embebidas.....	33
Figura 30. Salidas del PLC embebidas	33
Figura 31.Selectores	35
Figura 32.Motor	35
Figura 33.Pulsador paro emergencia	36
Figura 34.Pulsador	36
Figura 35.Luces piloto	37
Figura 36.Variador de frecuencia implementado.....	37
Figura 37.HMI.....	38
Figura 38.Rele.....	38
Figura 39.Guardamotor	39
Figura 40.Breaker.....	39
<i>Figura 41.Contactor C3</i>	<i>40</i>
Figura 42. Connected components Workbench.	40
Figura 43.Ventana principal del programa.	41

Figura 44. Diagrama bloque.....	42
Figura 45. Equipo instalad.....	57
Figura 46. Instalacion de automatización	57
Figura 47. Instalación del panel de control.....	58
Figura 48. Culminación de maleta.....	58
Figura 49. Culminacion tablero.....	59
Figura 50. Resultado de la practica 1	59
Figura 51. Resultado de la practica 2	60
Figura 52. Resultado de la practica 3	60
Figura 53. Resultado de la practica 4	61
Figura 54. Funciones aritméticas	61
Figura 55. Resultado de la practica 5 en el HMI.....	62
Figura 56. Resultado de la practica 5	62
Figura 57. Resultado de la practica 6 en el HMI.....	63
Figura 58. Resultado de la practica 6	63
Figura 59. Resultado de la practica 6, conexión.....	63
Figura 60. Resultado de la practica 7	64
Figura 61. Resultado de la practica 8	65
Figura 62. Resultado de la practica 8	65
Figura 63. Resultado de la practica 8	66
Figura 64. Resultado de la practica	67
Figura 65. Resultado de la practica 9.....	67
Figura 66. Resultado de la practica 10.....	68
Figura 67. Resultado de la practica 1	68
Figura 68. Creación de proyecto	71
Figura 69. Selección de los dispositivos.....	71
Figura 70. Configuración de puertos de comunicación PLC	72
Figura 71. Configuración de puertos de comunicación HMI.....	73
Figura 72. Iniciación de programación	73
Figura 73. Descargar el programa.....	74
Figura 74. Activacion del motor por contacto	74
Figura 75. Activación de motor por set y reset	75

Figura 76.Inicio de arranque.....	75
Figura 77.Arranque delta estrella	75
Figura 78.Activación de paro.....	76
Figura 79.Activación de luz piloto	76
Figura 80. Activación de secuencia.....	76
Figura 81.Activación del segundo generador	77
Figura 82.Activación del tercer generador.....	77
Figura 83.Activación de generadores.....	77
Figura 84. Activación de pulsadores	78
Figura 85.Paro de emergencia	78
Figura 86.Nivel seteado	79
Figura 87.Activación de luces de status	79
Figura 88.Asignación de valores	79
Figura 89. Escalamiento de señal	80
Figura 90.Segundo escalamiento.....	80
Figura 91.Valores de objetos.....	80
Figura 92. Activación y desactivación	81
Figura 93.Realización de bucle	81
Figura 94.Marcha y paro HMI.....	82
Figura 95.Asignación de valores	82
Figura 96.Marcha y paro	82
Figura 97. Protocolo de comunicación	82
Figura 98.Modulación de frecuencia	83
Figura 99.Boque funcional.....	83
Figura 100.Bloque de comunicación	84
Figura 101.Marcha y paro en el HMI.....	84
Figura 102.Funcionamiento correcto.....	84
Figura 103. Desactivado y activado	85
Figura 104.Paro de emergencia con indicador.....	85
Figura 105.Active las bombas	85
Figura 106. Datasheet Plc.....	86
Figura 107. Datasheet Plc.....	88

Figura 108.Datasheet del VDF	89
Figura 109.Datasheet VDF.....	90
Figura 110.Datasheet C400	91
Figura 111.Datasheet C400	93
Figura 112.Arquitectura de red global	94
Figura 113.Entrada de PLC.....	95
Figura 114. Salidas del PLC.....	96
Figura 115.Protecciones del sistema de control.....	97
Figura 116. Plano de potencia del motor.....	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Entradas digitales del PLC.	34
Tabla 2. Salida digitales del PLC.	34
Tabla 3. Variables prácticas 1.	43
Tabla 4. Variables prácticas 2.	44
Tabla 5. Variables prácticas 3.	45
Tabla 6. Variables prácticas 4.	46
Tabla 7. Variables prácticas 5.	48
Tabla 8. Variables prácticas 6.	48
Tabla 9. Variables prácticas 7.	50
Tabla 10. Variables prácticas 8.	51
Tabla 11. Variables prácticas 9.	54
Tabla 12. Variables prácticas 10.	56

INTRODUCCION

Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil se encuentra en una etapa de crecimiento de carreras técnicas como Ingeniería en Electrónica y Automatización por lo tanto se encuentra en una fase de innovación.

El presente trabajo de titulación expone el diseño e implementación de una maleta portátil didáctica, el objetivo primordial de este proyecto es aplicar los conocimientos técnicos además de empíricos adquiridos durante los cursos académicos y paracadémicos.

La maleta didáctica portátil es para el desarrollo de prácticas de electrónica y automatización que permitirá consolidar la teoría, esto proporciona al estudiante introducirse en el mundo de la automatización industrial con diversos conocimientos de diferentes plataformas de automatización a través del módulo, luego de completar las distintas prácticas con varios niveles de complejidad propuesta con la marca Rockwell Automation.

Este proyecto de titulación consta de 5 capítulos, el primer capítulo se sustenta el planteamiento del problema con los antecedentes y los alcances que obtendrá este proyecto de titulación.

En el segundo capítulo se introduce los fundamentos teóricos, del tema de titulación, allí se expondrá las principales estructuras de una maleta didáctica mediante la descripción de las características

En el tercer capítulo se establece el marco metodológico que se implementara en el proyecto y la descripción de los equipos e instrumentos que estarán en la maleta didáctica con sus respectivas imágenes.

En el cuarto capítulo se define las practicas que se realizaran en la maleta didáctica para que los estudiantes puedan realizar ejercicios en las materias primordiales de la carrera.

En el quinto capítulo se abordan los resultados obtenidos y análisis de estos durante todo el proceso del proyecto.

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En la actualidad la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil se encuentra en un ciclo de desarrollo en las carreras técnicas como Ingeniería en Electrónica y Automatización son de las más solicitadas, por lo que la Carrera deberá contar con el soporte e instrumentos respectivo para que de esta manera pueda brindar una mejor experiencia en el aprendizaje a los alumnos, en materias como Automatización Industrial I y II , los Laboratorios de Automatización Industrial están acondicionados con módulos didácticos con un mismo software ,por lo cual el estudiante a lo largo de la Carrera adquiere determinadas limitaciones que se evidencian cuando se integran al ámbito laboral por motivo que se encuentran con una continua evolución tecnológica en el ámbito educativo y profesional en este contexto la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil se ve en la necesidad de adquirir nuevos módulos de trabajo para sus laboratorios debido a que en el ámbito profesional de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización , tiene una variedad de software e implementaciones de otras marcas lo cual sería factible que el estudiante comience a socializar con otras marcas, lo cual este módulo tendrá la oportunidad de reforzar su formación como futuros ingenieros al brindarles un instrumento innovador.

1.2. Importancia y Alcances

La implementación de una maleta didáctica portátil con la marca de Rockwell Automation, actualmente en la Carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana es un cambio positivo por motivo que el estudiante podrá visualizar otro tipo de software y al mismo tiempo por ser una maleta portátil podrá ser usada en las clases virtuales que se están implementando recientemente.

1.3. Delimitación

1.3.1. Delimitación temporal

El proyecto se diseñó e implementó en la ciudad de Guayaquil, Ecuador en el periodo 2020-2021.

1.3.2. Delimitación espacial

El proyecto se desarrolló en la vivienda de los estudiantes Ricardo Vargas y Constance Villacreses en la Ciudadela Montebello.

1.3.3. Delimitación académica

Mediante se implementaba este proyecto de titulación se aplicaron conocimientos técnicos además de empíricos adquiridos durante los cursos regulares y seminarios profesionales dictados en el transcurso de la carrera en las materias como Automatización Industrial, Informática Industrial y Teoría de Control.

1.4. Innovación

Este proyecto de titulación permite generar varias prácticas sin contar las que se están proponiendo, como fue referido todos los elementos y prácticas se presentan en una maleta con características didácticas, lo que hace amigable el entendimiento y asimismo se puede usar en diferentes sitios donde se lo requiera, por esta razón el proyecto de titulación realizara un impacto innovador para los estudiantes.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Diseñar e implementar maleta didáctica portátil utilizando un PLC MICRO 850 e interfaz HMI, que permita a los estudiantes desarrollar aplicaciones focalizada a la automatización industrial.

1.5.2. Objetivo Especifico

- Elaborar un manual de 10 prácticas didácticas sobre aplicaciones de control entre el PLC – HMI - VDF con la maleta de entrenamiento de automatización industrial.
- Programar y configurar el PLC, la interfaz HMI y VDF para la ejecución respectiva de las prácticas planteadas.
- Validar las simulaciones realizadas en las practicas mediante la ejecución de los procesos, utilizando los elementos actuadores de la maleta didáctica.
- Elaborar maleta didáctica portátil para su fácil manipulación.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Aplicación

Las industrias del futuro van a tener muchos retos que resolver en su proceso de transformación digital y todo ellos van a necesitar a un sector que va a ser clave y estratégico, el software será el motor para que las nuevas tecnologías puedan adaptarse y desarrollarse en las industrias. El software permitirá crear ecosistemas que organicen automáticamente toda la información y permitan a las industrias tomar decisiones basadas en los resultados (Moreno, 2020).

Actualmente existen muchas metodologías para el desarrollo de software que son utilizadas dependiendo del sistema a crear, los cuales pueden dividirse en grupos comunes como son: escritorio, móviles y web, siendo este último de los que más impulso han venido acumulando, pues la necesidad del cliente de ser reconocido por medio del internet se ha intensificado (Molina, Zea, Contenido, & García, 2017).

Por su variedad de potencia y tamaño son muy usados en la industria no siendo así un sistema residencial y domestico debido fundamentalmente a que en este sector no llega la corriente trifásica. En la industria se emplea para accionar máquinas-herramienta, bombas, montacargas, ventiladores, extractores, elevadores, grúas eléctricas, etc.

2.1.1. Definición

La aplicación es un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea en un dispositivo. Cabe destacar que, aunque todas las aplicaciones son programas no todos los programas son aplicación. Existen multitud de software en el mercado, pero solo se denomina así a aquel que han sido creado con un fin determinado, para realizar tareas concretas (Rincon, Barrera, & Arango, 2015).

Las aplicaciones nacen de alguna necesidad concreta de los usuarios, y se usan para facilitar o permitir la ejecución de ciertas tareas en las que un analista

o un programador han detectado una cierta necesidad. Están también pueden responder a necesidades lúdicas, además de laborales; se puede decir que para cada problema existe una solución y en el área informática e industrial para cada problema hay una aplicación.

Las aplicaciones de la electrónica, desarrolla en la actualidad una gran variedad de tareas, donde su principal uso de los circuitos electrónicos son el control, el procesado, la distribución de información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica. Estos usos implican la creación o la detección de campos electromagnéticos y corrientes eléctricas (Vega, 2017).

Se dice que la electrónica abarca en general las siguientes áreas de aplicación:

- Electrónica de control
- Telecomunicaciones
- Electrónica de potencia (Parrales & Zavala, 2018).

2.1.2. Características

El uso de aplicaciones debe tener ciertas características para que la misma tenga éxito, a continuación, se detalla:

- Diseño
- Beneficios únicos
- Funciones fuera de línea
- Seguridad y protección de datos
- Actualizaciones (Alcántara, 2017).

2.1.3. Ventajas

La creciente influencia de la tecnología sobre la automatización y la productividad en la industria, comercio, la banca, sin duda en todos los sectores de la economía. Por esta razón se puede asegurar de manera clara que la electrónica constituye un pilar de la moderna sociedad. Existe algunas ventajas de las aplicaciones en el área electrónica:

- Permite una mejor comunicación
- Aumenta la visibilidad
- Mejora las conversiones
- Abre un espacio para la innovación
- Crea experiencias optimizadas (Bravo & Martillo, 2019)

Son incalculable los beneficios que tienen las aplicaciones de la ingeniería electrónica a la humanidad, y es que se vive en mundo que es casi totalmente electrónico, y es que esto tiene que ver con el control de procesos industriales, con las telecomunicaciones y otros.

2.1.4. Usos de un aplicativo

En el campo de la ingeniería electrónica ha sido de bastante provecho es en el control de procesos de las industrias, y es que para que este control se pueda llevar a cabo se necesita un sistema que pueda operarlo todo, y muchos de sus dispositivos utilizan la electrónica como los instrumentos. Muchas de las empresas en la actualidad utilizan la electrónica y su aplicación en la ingeniería para planificar, diseñar, administrar los sistemas de control de instrumentación, así como también de automatización de los procesos, los cuales también son supervisados y explotados por la electrónica (Romero H. , 2018).

2.2. Automatización industrial

La ingeniería electrónica ha sobresalido en las últimas décadas, su progreso acelera el desarrollo industrial y fortalece a la ciencia moderna. La automatización industrial es una gran rama de la ingeniería electrónica que aplica la integración de tecnología en los campos del control automático industrial, los sistemas de control y a la supervisión de datos, la instrumentación industrial, el control de procesos y redes de comunicación industrial (Romero & Romero, 2019).

La utilización de tecnología para automatizar procesos industriales requiere personal capacitado en el diseño, mantenimiento, operación y optimización de

sistemas automáticos. Las instituciones de educación superior forman ingenieros electrónicos con estas capacidades, mediante planes de estudios basados en las tecnologías y dispositivos de punta.

En el estudio de Páez, Zabala, & Zamora (2015), “Se identifican los requisitos del sector industrial y empresarial, en automatización, se analizan las temáticas y metodologías utilizadas en la asignatura en Instituciones de Educación Superior y se hace una propuesta curricular en programas de pregrado en Ingeniería Electrónica. La propuesta está enmarcada en una metodología de enseñanza-aprendizaje mediante el desarrollo de hardware y software para asignaturas teórico-prácticas. La estructura propuesta se ha denominado “Micro áreas de aprendizaje”, y está orientada a la construcción del conocimiento con el estudiante, como eje central, proceso en el cual él escoge una línea de desarrollo en ciclos básicos y electivos. La propuesta diseñada permite abarcar de forma organizada las temáticas y prácticas que requiere el sector industrial y empresarial en la formación de ingenieros electrónicos, en el área de automatización (p. 22).

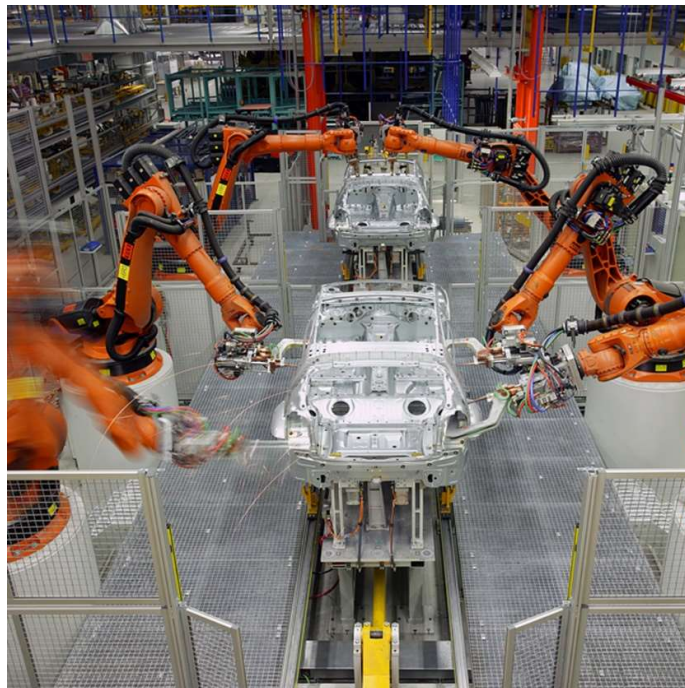


Figura 1. Automatización industrial

2.3. Tecnología de automatización

La descripción tecnológica del automatismo es el conjunto de elementos físicos que lo conforman. Los elementos que conforman son los sensores los actuadores y el sistema de control. Por otra parte, está la descripción funcional, que se refiere a las características de funcionamiento del sistema automatizado.

Los sensores son los elementos que permiten obtener información de lo que sucede en el proceso. Se puedan distinguir en dos tipos de sensores:

- Detectores: son los sensores que proporcionan una salida binaria, utilizados mas en los automatismos secuenciales.
- Captadores: son los sensores que proporcionan una salida continua proporcional a una magnitud física. Esta salida puede ser analógica (en tensión o en corriente), o digital (codificada en binario, o en forma de pulsos). Los captadores se utilizan en los sistemas de control continuo (como los PID), en los que se controla una variable continua. En automatismos secuenciales también son frecuentes, utilizándose el valor continuo para obtener un valor binario mediante comparación con un límite determinado (Triviño, 2018).

Las industrias hoy día, están obligadas a utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones, sin embargo, los sistemas actuales de las empresas carecen de este dinamismo, lo que muchas veces imposibilita la implementación de nuevas funcionalidades a los procesos de producción autónomos, debido a la poca flexibilidad y agilidad de responder a la dinámica de los estilos de producción que se experimentan hoy día (Mejía, Jabba, Carrillo, & Caicedo, 2019).

La evolución de las tecnologías de la información ha incrementado la posibilidad de tener una nueva visión acerca de los procesos de manufactura

en el área de la automatización industrial, cuyo reto se centra en la flexibilidad y reconfiguración de éstos. Muestra cómo se encuentran configurados alguno de los sistemas de automatización en la actualidad.

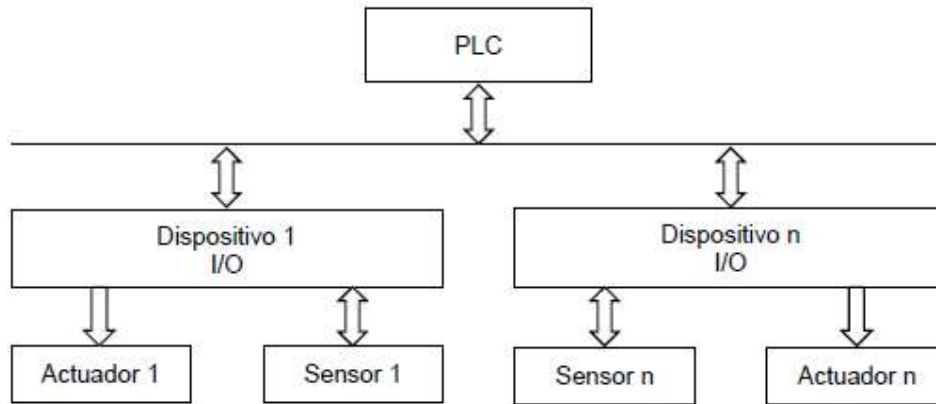


Figura 2. Sistema de Automatización

Fuente: Mejía, Jabba, Carrillo, & Caicedo (2019).

Actualmente, existen algunos paradigmas que ayudan a afrontar los retos que pueden llegar a presentarse en el área de la automatización industrial; uno de estos paradigmas son los sistemas holónicos de manufactura, cuya característica permite que los componentes de fábrica sean modelados como holones, los cuales son entidades de carácter autónomo y que cooperan entre sí, permitiendo desarrollar sistemas de producción más eficiente, con mayor resistencia a perturbaciones que puedan presentarse, con una facilidad de adaptación a los cambios y sobre todo más robustos (Vargas, 2016).

2.4. Protocolo de comunicación industrial

En el campo de la eléctrica al expresar muchas veces la frase protocolos de comunicación industrial, conocemos el termino, pero no queda establecido con claridad a la que se refiere. El 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. A continuación, se muestra los principales protocolos utilizados (Etchart & Martinovic, 2018).

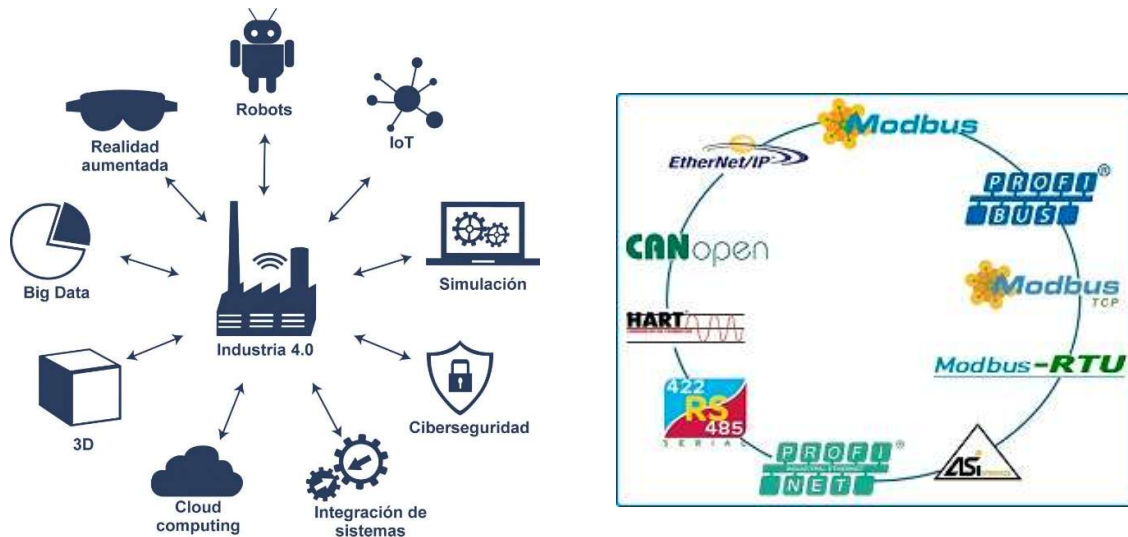


Figura 3. Protocolo de comunicación industrial

Fuente: Etchart & Martinovi (2018)

Con el avance de la tecnología los procesos han tenido niveles en que su característica principal debe responder a las necesidades la intercomunicaron en tiempo real. Los protocolos que se usan actualmente en la industria proceden de las mejoras implantadas de los antiguos protocolos, lo que se fundamentaban en comunicación de tipo serie (Simón, 2016).

Se denomina protocolo de comunicación a un conjunto de normas usada para permitir que dos o más equipos forman parte de un sistema puedan establecer una trasferencia de datos entre sí. Este varía en función a las necesidades de transmisión de información según el caso, este puede ser la distancia, capacidad, velocidad o medio de transmisión. (Chaupis, 2018).

2.5. Comunicación maestro-esclavo

Se basa en la transferencia de datos entre dos o más elementos, siendo los maestros los dispositivos programados para ejercer el control de la comunicación, de los tiempos de ejecución y de inicio de proceso entre otras variables, según la programación establecida. Los elementos configurados como esclavos se limitan únicamente a ejecutar acciones en base a los procesos dictados por los dispositivos maestros (Piundo, 2018).

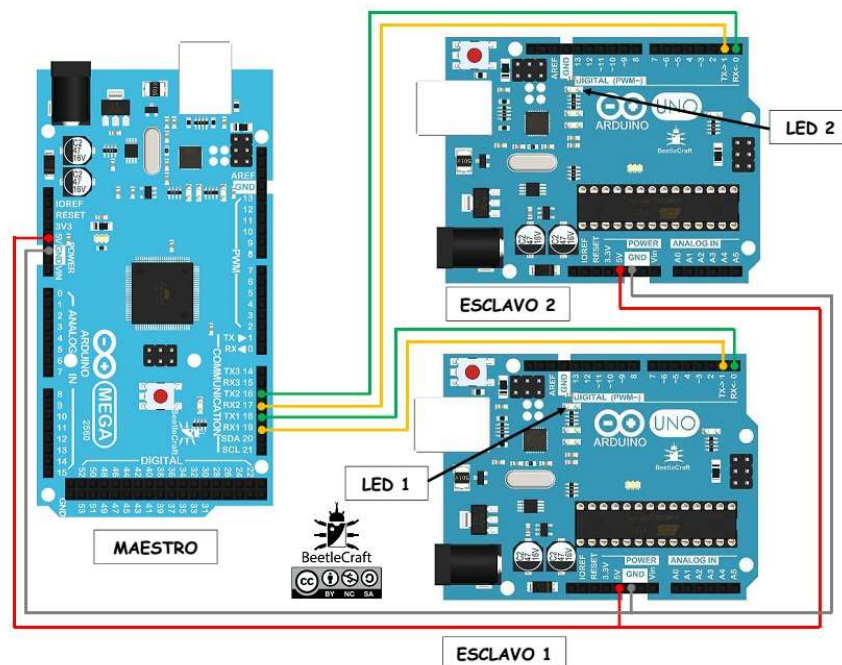


Figura 4. Comunicación maestro-esclavo

Fuente: Programarfacil.com (2020)

2.6. Ethernet

Es un protocolo de red, en novenas 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 (Cruz N. , 2017).

De acuerdo a Dicao & Veliz (2019), indica que el protocolo de red Ethernet/IP está basado en el protocolo de control e información (CIP), utilizando en

DeviceNet™ y ControlNet™. Basados en esos protocolos, En Ethernet/IP ofrece un sistema integrado completo, desde la planta industrial hasta la red central de la empresa, Se muestra una red ethernet aplicado a la automatización industrial.

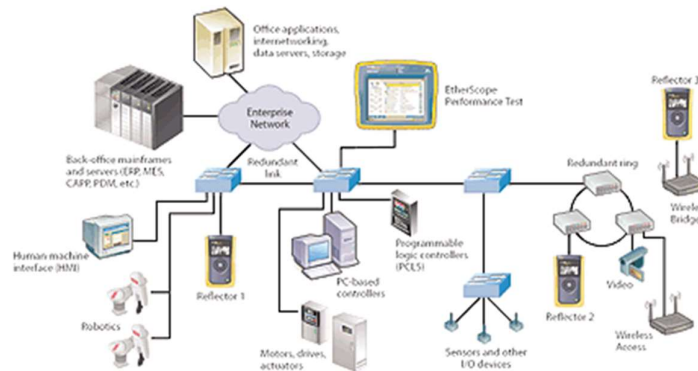


Figura 5. Ethernet

Fuente: Dicao & Veliz, (2019)

2.7. Redes de comunicación industrial

Según el autor Cruz (2018), en su estudio de “Aplicación del sistema de control distribuido en la automatización industrial utilizando plantas didácticas con variables típicas”, donde tratan de un modelo de automatización CIM (Computer Integrated Management) la integración de los diferentes equipos y dispositivos existentes en el sistema de automatización se realiza dividiendo las tareas de forma jerárquica; para ello se definen cuatro niveles que se caracterizan por el tipo de información y procesamiento diferentes; por lo cual, se requieren de interfaces de comunicación que favorezcan la coordinación de todos los elementos.

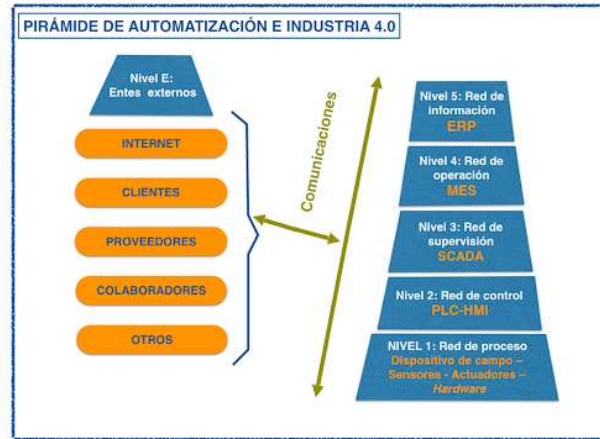


Figura 6. Redes de comunicación industrial

Fuente: Cruz V (2018)

Este modelo de automatización es el más difundido por la ISO (International Standard Organization) en el ambiente de producción continua y especifica cuatro niveles.

2.8. Clasificación de redes industriales

Las redes fueron diseñadas para la necesidad presentada en la industria en particular, por lo cual también para ser incompatible entre ellas. Luego fueron estandarizadas de acuerdo a la norma IEC 6118, estableciendo 8 protocolos principales. La diferencia entre las redes y su utilización radica en algunos puntos como el sector o región, las velocidades de transferencia de datos que a la vez repercute a las distancias máximas de extensión, cantidad de nodos, medios físicos, entre otras. Entre las más reconocidas se tiene a Profinet, Fieldbus Foundation entre otras (Llorenç, 2019).

2.9. Maleta didáctica

La maleta didáctica de servomotores es un módulo portátil que simula a través de controladores y actuadores los movimientos de los procesos industriales que serán visualizados en una pantalla HMI.



Figura 7. Maleta didáctica

Fuente: (Tene & Bravo, 2019)

2.10. Autómata

Un autómata o también conocido como PLC es un dispositivo de control que tiene una memoria reprogramable para guardar instrucciones y poder realizar las funciones de control de entrada y salidas, temporizar, contar, hacer aritmética, manipular datos registros entre otras. Un autómata capta señales provenientes de una maquina o un proceso, las compara contra un programa y activa las salidas pertinentes de acuerdo con el proceso (Rivera, Paucar, & Chafloque, 2019).



Figura 8. Autómata

Fuente: Rivera, Paucar, & Chafloque (2019)

2.11. Entrenador PLCS

Un entrenador es un sistema mediante el cual se aprende o se practica utilizar cierta tecnología. Así pues, lo más comunes son los entrenadores de PLCs, así pues, los más comunes son los entrenadores de PLCs, estos facilitan el aprendizaje en la programación de PLCs, permitiendo simular y tastear ciertas aplicaciones mediante el uso de periféricos como son indicadores Leds conectados a las salidas o interruptores o pulsadores en las entradas (Bustamante, 2018).

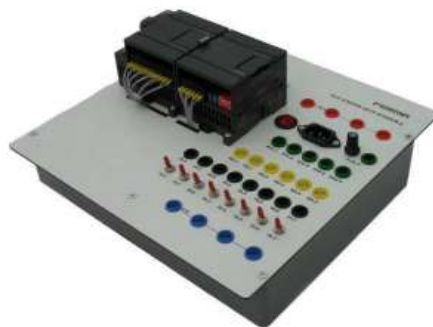


Figura 9. Entrenador PLCS

Fuente: Bustamante (2018).

El estudio de González & Motta (2019), determinar el desempeño de la tecnología de comunicación por líneas de potencia (PLC) para la transmisión de datos a través de las redes eléctricas, específicamente las redes de distribución modernas conocidas como redes inteligentes. Se realizará una selección de las tecnologías más recientes, para su implementación en redes de distribución, para identificar su comportamiento y el aporte que este tipo de tecnología brinda a las nuevas tendencias de redes inteligentes de distribución.

2.12. Descripción del PLC

Es donde se procederá a conectar el maestro, por medio del programa de configuración de la red, el controlador lógico programable PLC reconocerá los esclavos conectados a la red y ejecutará la lógica de lectura y escritura de datos entre las entradas y salidas de los esclavos. El PLC envía señales a través del maestro, que es encargado de la transmisión y recepción de los datos en la red. La siguiente figura y tabla detallan las partes de un PLC (Villamar & Villon, 2015).

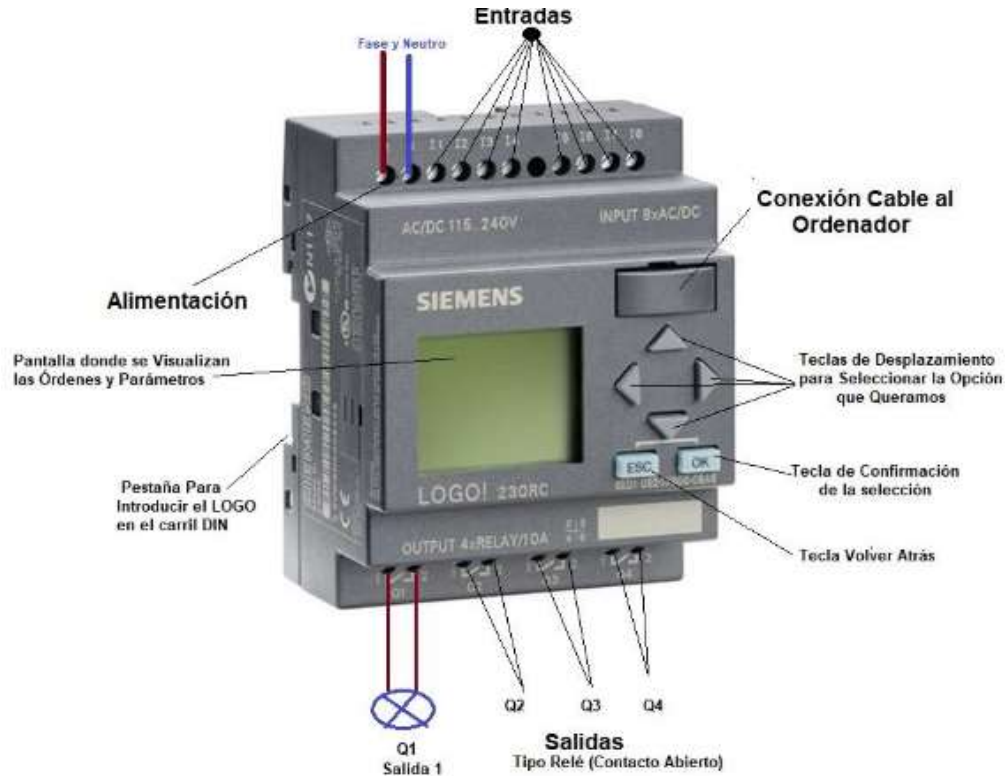


Figura 10. Descripción del PLC

Fuente: Villamar & Villon (2015)

2.13. Panel View

Un PanelView es una pequeña pantalla que contiene una interfaz que se comunica con un PLC y nos permite interactuar con datos, entradas, salidas y procesos de este (Abarca, 2017).



Figura 11. Panel View

Fuente: Abarca (2017)

2.13.1. Panel View C400.

Los terminales PanelView Component son dispositivos de interfaz de operador que permiten monitorear y controlar dispositivos conectados a un controlador. Las aplicaciones HMI se crean mediante una aplicación de web mientras su computadora está conectada directamente al terminal. Es posible ver el resultado directo en la pantalla del terminal sin tener que hacer primero una descarga. Los terminales pueden conectarse a un explorador mediante un puerto USB o una conexión de red Ethernet. Su computadora debe tener por lo menos un procesador Intel Pentium M de 1400 MHz, con 512 MB de RAM. Usted debe introducir la dirección IP del terminal PanelView Component en el campo de dirección de su explorador (Pulley & Flores, 2019).

Puede encontrar la dirección IP en la pantalla de configuración del terminal bajo Communications. La ventana PanelView Explorer Startup tiene un vínculo File Transfer para transferir archivos hacia y desde el medio físico de almacenamiento del terminal. Los nombres de archivos y los nombres de tags deben comenzar con un carácter alfa (Cevallos & Huiracicha, 2015).

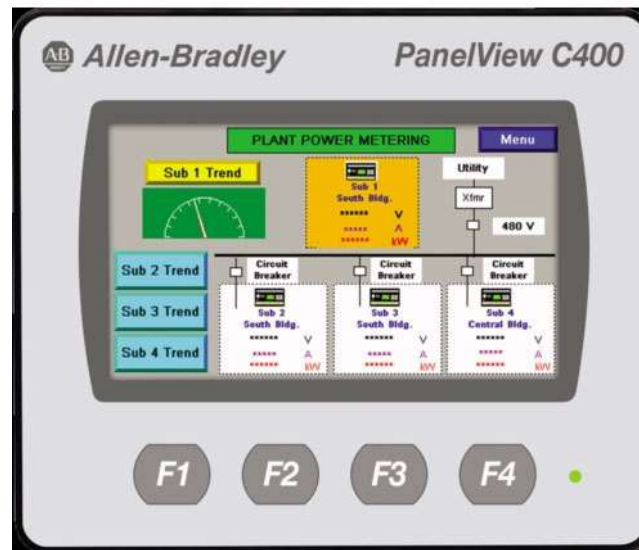


Figura 12. Panel View C400

Fuente: Cevallos & Huiracicha (2015).

2.14. Micro 850

El PLC Micro 850 es un controlador lógico programable que pertenece a la gama media de Allen Bradley, admiten hasta 132 entradas y salidas, tiene un puerto de programación USB, un puerto serie para comunicaciones RS-232 y RS-485 y se comunica a través de EtherNet /IP (Ramos, 2017).

Los sistemas de controladores lógicos programables Micro850 están diseñados para aplicaciones de control de máquinas independientes más grandes que requieren comunicaciones flexibles y mayores capacidades de E/S. Estos controladores admiten hasta 132 puntos de E/S con E/S de alto rendimiento, interrupciones y movimiento de PTO, además de Ethernet incorporado y E/S de expansión 2085 (Siadén, 2016).



Figura 13. Micro 850

Fuente: Elvatron (2020)

2.14.1. Las características del Micro 850.

- Ofrecer controladores de 24 puntos y 48 puntos.
- Incluye entradas de contador de alta velocidad de 100 KHz de velocidad (HSC) en los modelos 24 VCC.
- Brinda comunicaciones integradas mediante el puerto de programación USB, puerto serie no aislado (para las comunicaciones RS-232 y RS-485) y puerto Ethernet.
- Admite hasta cinco módulos enchufables Micro800™.
- Admite hasta cuatro módulos de E/S de expansión Micro850®, hasta 132 puntos de E/S.
- Brinda capacidades de movimiento integradas al aceptar hasta tres ejes con Salidas de tren de impulso (PTO).
- Se comunican a través de EtherNet/IP™.
- Funciona en temperaturas de -20 a 65 °C (de -4 a 149 °F).
- Admite una tarjeta microSD™ para transferencia de programas, registro de datos y administración de recetas mediante un módulo enchufable (Romero C. , 2017). (Allan Bradley, 2013)



Figura 14. Ubicación del Micro 850

Fuente: (Siadén, 2016).

2.15. Software de programación.

El software Connected Components Workbench es usado por toda la familia de controladores Micro800, así como por otros productos tales como HMI PanelView Component y variadores PowerFlex. Basado en la tecnología de eficacia comprobada Visual Studio de Microsoft y Rockwell Automation, el nuevo software proporciona programación de controlador, configuración de dispositivo e intercambio de datos con el editor HMI para productos de operador PanelView Component. Además, el software es compatible con tres lenguajes de programación IEC estándar: diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloques de funciones y texto estructurado. Para mayor seguridad, todos los controladores Micro800 cuentan con protección de contraseña (Reinoso, 2016).

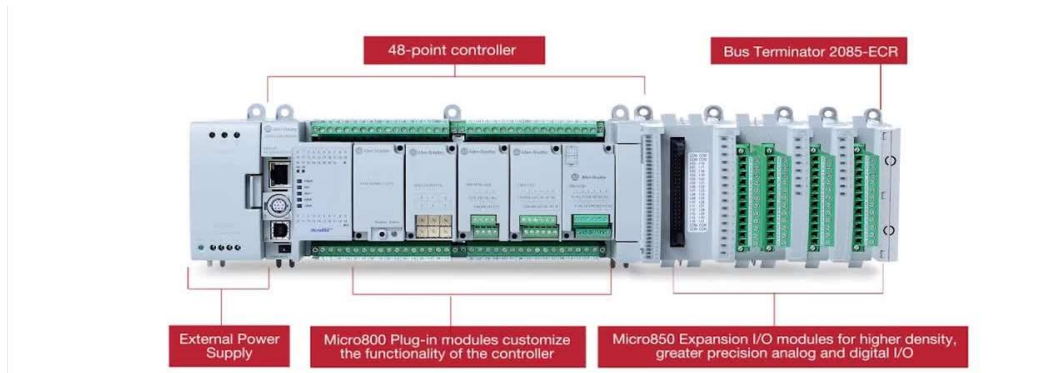


Figura 15. Software que usa el micro 850.
Fuente: Reinoso (2016).

2.16. Power flex serie 525

Los variadores de CA PowerFlex 525 cuentan con un diseño innovador y modular para admitir una rápida y fácil instalación y configuración. La nueva generación de variadores compactos ofrece comunicación EtherNet/IP™, programación USB y características de seguridad estándar incorporadas. Los variadores PowerFlex 525, que ofrecen calificaciones de alimentación eléctrica de 0.4 a 22 kW (0.5 a 30 Hp) con clases de voltaje global de 100 a 600 V, brindan una variedad de opciones de control de motores y montaje flexible. El variador de CA PowerFlex 525 funciona a temperaturas de hasta 70 °C (158 °F) y es ideal para aplicaciones como transportadoras, ventiladores, bombas y mezcladoras (Ascanio & Sandoval, 2018).



Figura 16. Power flex serie 525

2.16.1. Características del Power Flex 525.

- Clasificaciones de potencia de 0.4 a 22 kW / 0.5 a 30 Hp en voltajes globales de 100 a 600 V
- Cuenta con un diseño modular con un núcleo de control desmontable e innovador que permite la instalación y la configuración del software de forma simultánea.
- Ofrece un amplio rango de control de motores, incluidos los volts por Hertz, el control vectorial sin sensores y el control vectorial de velocidad de bucle cerrado
- Admite una integración transparente con el entorno Logix y las redes Ethernet/IP con Ethernet/IP™ incorporada.
- Opera a temperaturas ambiente altas hasta de 70 °C (158 °F) con reducción del régimen nominal de corriente y un juego de ventiladores del módulo de control.
- Ofrece una medida compacta en relación con su rango de potencia y montaje Zero Stacking™ con ranuras de flujo de aire de 50 mm.
- Brinda un control de motores de imanes permanentes para mejorar la eficiencia energética y reducir los costos relacionados.
- Cuenta con desconexión de par segura, la cual tiene certificación PLd/SIL2 Cat 3; desconecta la potencia de rotación al motor sin desconectar la alimentación eléctrica desde el variador para una puesta en marcha más rápida después de una demanda en el sistema de seguridad (Palacios, 2016).

2.17. Transformador de control

Se denomina transformador a un dispositivo electrónico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal, es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un

pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño entre otros factores (Iquise, 2018).

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en tensión alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre si eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. Este es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético (Ccapa, 2019).

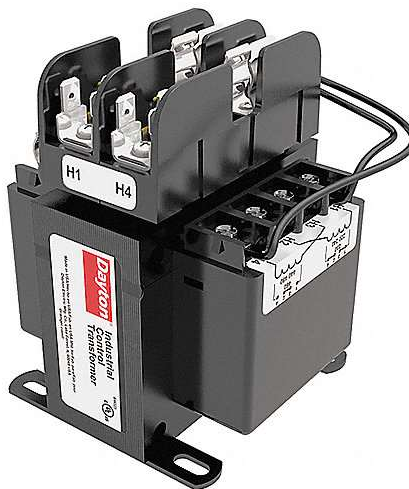


Figura 17. Transformador de control

Fuente: Ccapa (2019)

2.18. Base de portafusibles

Estos pueden utilizarse para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de las líneas eléctricas, para la protección y el mando de los motores, así como para la protección de las instalaciones eléctricas. Estos equipos pueden asegurarse la desconexión, pero no son adecuado para el aislamiento, por lo que no pueden ser utilizados como interruptor seccionador (Hermenegildo & Orellana, 2015).



Figura 18. Base Portafusiles

Fuente: Hermenegildo & Orellana (2015)

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Diseño de modulo didáctico

En el desarrollo de este proyecto de titulación se realizó un plano en AutoCAD para el diseño de la maleta didáctica.

Por dentro del módulo didáctico está colocado un autómata programable de la marca Rockwell Automation, un panel táctil C400, relés, selectores, pulsadores, luces piloto, breaker, fuente de voltaje 2080-PS120-240VAC de Allen Bradley, motor inducción de 50/60Hz y 1300/1550 RPM, variador de frecuencia power flex525, guardamotores.

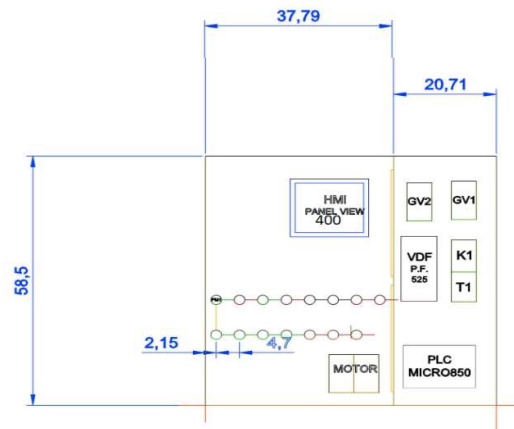
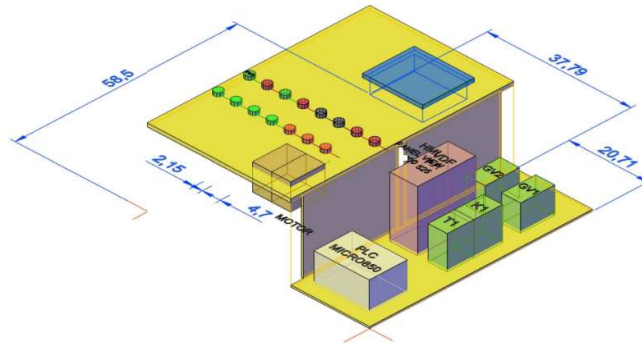


Figura 19. Plano 2d de la maleta.

En la figura (19), se encuentra el plano en 2d, donde se refleja las medidas internas de la maleta didáctica portátil, también se observa cómo se verán los componentes al momento de instalarlo en la maleta.



*Figura 20.*Plano 3d de la maleta.

3.2.El cuerpo del módulo didáctico.

La estructura de la maleta didáctica está elaborada con plástico de polietileno reforzado tiene forma de una maleta con un gancho de esta manera se consigue tener una mejor movilización, internamente tiene una lámina metálica frontal donde irá todos los equipos antes mencionados a la vista de los estudiantes para su fácil manipulación y una lámina metálica en los ángulos laterales para que funcionen como base para los equipos y de esta forma proteger las conexiones.

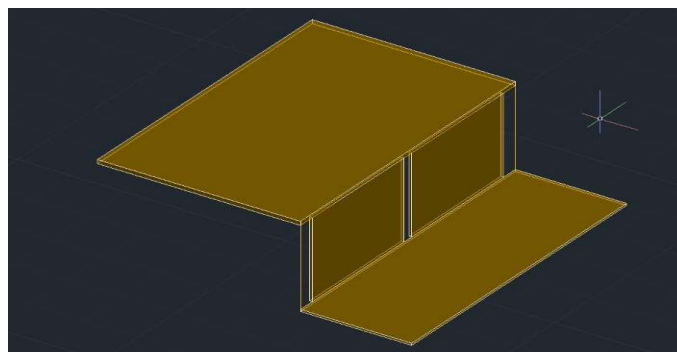


Figura 21.Lamina metálica antes del ponchado.

En la figura (22) se observa el calado de la lámina, este calado se realizó para poner las luces pilotos de un diámetro de 22mm, selectores diámetro de 22mm, este trabajo se hizo de forma casera con un taladro. Antes de poner las luces y

selectores se realiza el calado del HMI que es de forma cuadrada, se realiza antes de la instalación de los otros equipos para no ocasionar un daño con la vibración del taladro.



Figura 22. Calado, ponchado y pintado de láminas metálicas.

En la figura (21) se encuentra el diseño de la lamina metalica de proteccion para los cableados, donde en la figura (22) se refleja la imagen real de la lamina con el ponchado y calado para las luces piloto.

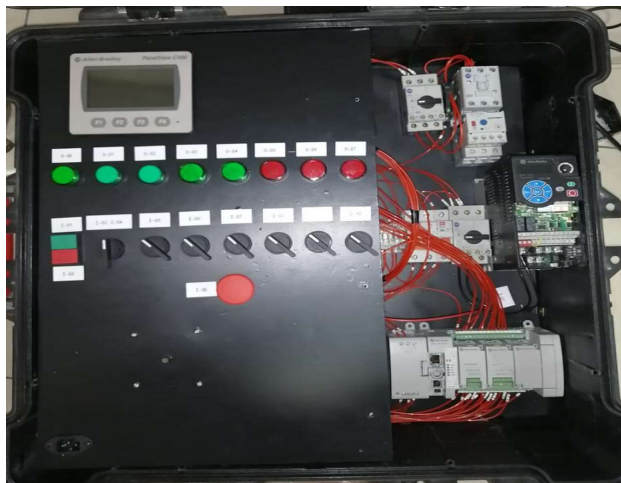


Figura 23. Modulo didáctico.

3.3. Desarrollo de plano eléctrico

Los planos eléctricos se realizaron en el programa de AutoCAD, para dimensionar e implementar las conexiones eléctricas.

En la figura (24) se observa los planos de potencia de la maleta didáctica los cuales es una parte fundamental del proyecto de titulación por motizo que se encuentra el variador de frecuencia.

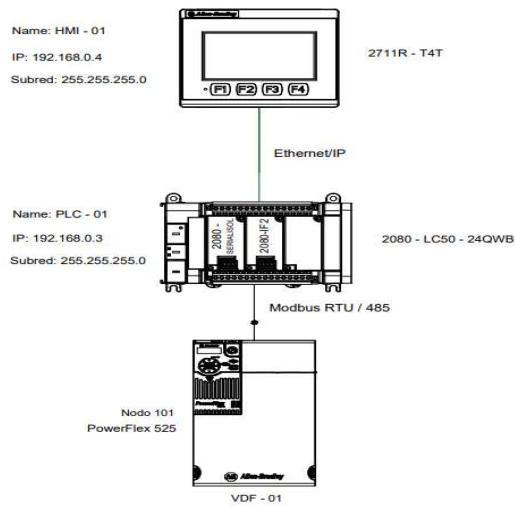


Figura 24.Arquitectura de red Global.

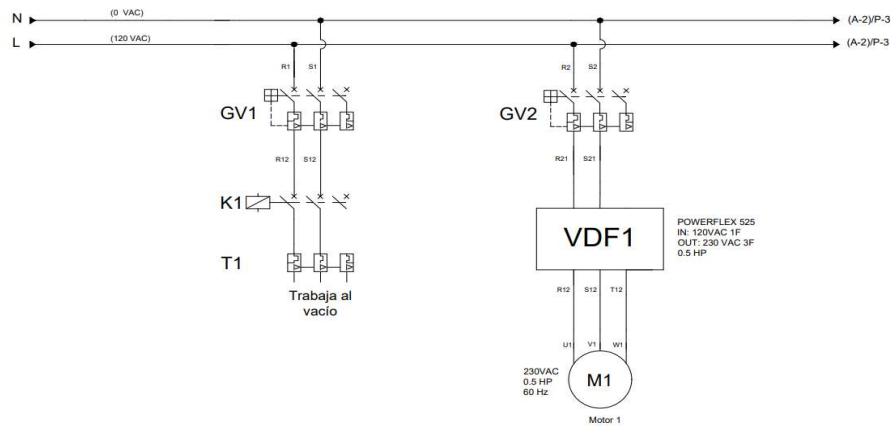


Figura 25.Planos de potencia.

En la figura (25) se encuentra el plano del sistema de control de la maleta didáctica donde se encuentra el micro 850 y el HMI, estos planos se realizaron para dimensionar la maleta didáctica y de esta manera se implemento de forma mas conveniente.

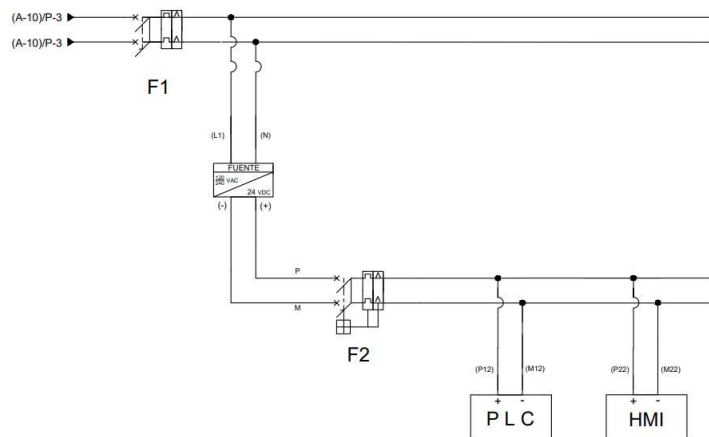


Figura 26. Protecciones del sistema de control

La protección principal de la maleta didáctica es un breaker de 2 polos 20 amperios y el breaker secundario es de 1 polo 4 amperios, la carga nominal del módulo es de 2.8 amperios este valor se sacó mediante una medición con el amperímetro en el cable de alimentación principal como podemos observar en la figura (27), se puso un breaker principal de mayor amperaje por motivo que en la maleta didáctica su función principal es como seccionador, el breaker secundario es dedicado al control.



Figura 27. Medición amperímetro.

3.4. Autómata programable

Este proyecto cuenta con un controlador Micro850 de la marca Allen-Bradley, que se sitúa en la maleta didáctica portátil, admiten hasta 132 puntos de entradas y salidas de alto rendimiento, contiene Ethernet incorporado y este

controlador permite una memoria microSD. En el proyecto se usa la comunicación a través de EtherNet/IP la cual se observa a través del HMI que se encuentra en la maleta didáctica en la parte superior de la placa metálica. En la figura (28) se encuentra el Controlador Micro850 que se implementó en el módulo didáctico, con sus cables de conexión en las entradas y salidas del dispositivo.

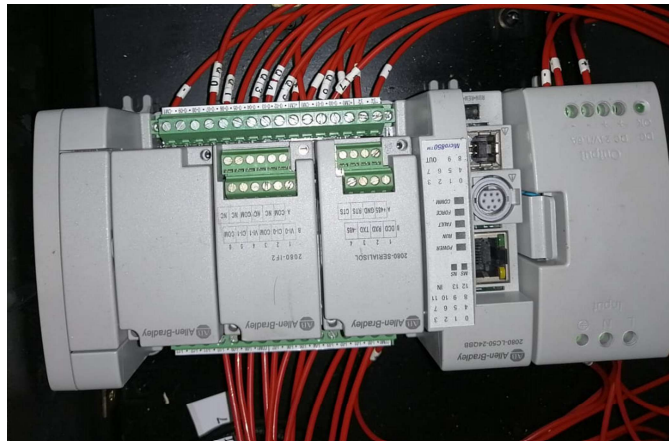


Figura 28. Micro 850 implementado

En la figura (29 y 30) se observa las conexiones que se realizan dentro del PLC con los dispositivos que se implementaron como entradas y salidas en la maleta didáctica portátil, es fundamental realizar estos planos de entradas y salidas por motivo que si en algún instante se desconecta un cable de esta manera se podrá resolver de una forma más fácil y correcta.

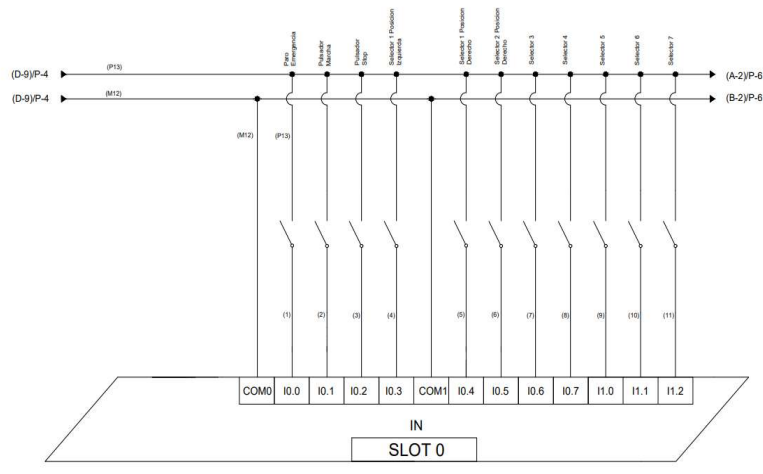


Figura 29. Entradas del PLC embebidas

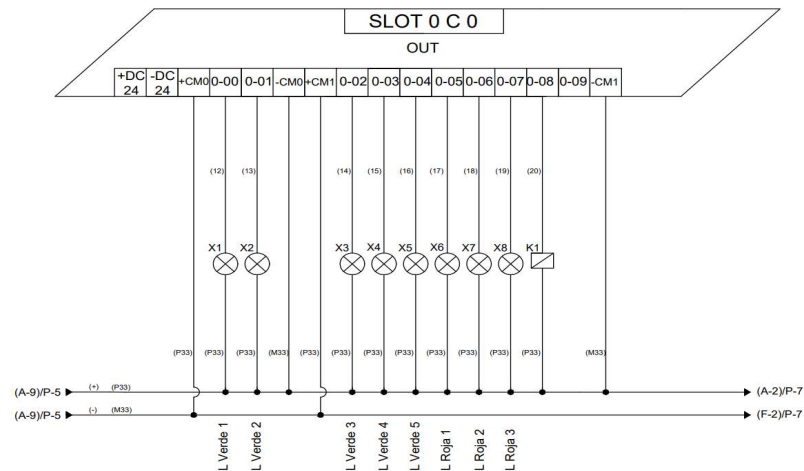


Figura 30. Salidas del PLC embebidas

En las tablas 1 ,2 se observará la aplicación de las entradas y salidas de la maleta didáctica. Las entradas son las condiciones para la ejecución de la maleta didáctica mediante el hardware, utilizando los pulsadores y selectores, como se examina en la tabla (1) podemos ver que se encuentra el paro de emergencia que se usa al momento de que exista alguna falla, selectores se usan para las demás condiciones que se emplearon en las 10 practicas. Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben

del PLC, como las luces pilotos que se colocaron en este proyecto de titulación como se visualiza en la tabla (2).

En la tabla (1 y 2) pertenecen a las varias del micro850 que se encuentra implementado en la maleta didáctica

ENTRADAS

VARIABLE	NOMBRES	TIPOS DE DATOS
I0.0	PARO DE EMERGENCIA	Boolean
I0.1	PULSADOR DOBLE (VERDE)	Boolean
I0.2	PULSADOR DOBLE (ROJO)	Boolean
I0.3	SELECTOR 1.1 IZQUIERDA	Boolean
I0.4	SELECTOR 1.2 DERECHA	Boolean
I0.5	SELECTOR 2	Boolean
I0.6	SELECTOR 3	Boolean
I0.7	SELECTOR 4	Boolean
I0.8	SELECTOR 5	Boolean
I0.9	SELECTOR 6	Boolean
I0.10	SELECTOR 7	Boolean

Tabla 1. Entradas digitales del PLC.

SALIDA

VARIABLE	NOMBRES	TIPOS DE DATOS
Q0.0	LUZ PILOTO (VERDE 1)	Boolean
Q0.1	LUZ PILOTO (VERDE 2)	Boolean
Q0.2	LUZ PILOTO (VERDE 3)	Boolean
Q0.3	LUZ PILOTO (VERDE 4)	Boolean
Q0.4	LUZ PILOTO (VERDE 5)	Boolean
Q0.5	LUZ PILOTO (ROJO 1)	Boolean
Q0.6	LUZ PILOTO (ROJO 2)	Boolean
Q0.7	LUZ PILOTO (ROJO 3)	Boolean
Q0.8	CONTACTOR K1	Boolean

Tabla 2. Salida digitales del PLC

3.5. Selectores

Para la maleta didáctica se usan un selector de tres posiciones y 6 selectores adicionales de dos posiciones, conectados internamente para las entradas digitales del Micro850, también se conecta a una fuente para poder alimentarlos y de esta manera eléctricamente cerrar el circuito. Estos selectores se ubicaron en este proyecto para de esta manera simular varios de los procesos de las practicas que realizamos.



Figura 31.Selectores

3.6. Motor

Este proyecto cuenta con un motor inducción Luyan de 25W con 1300/1550RPM, 50/60Hz con 200/220V. Conectado con el variador de frecuencia y un guardamotor para la protección del motor.

De esta manera el estudiante podrá observar la practica mediante las elipses del motor.

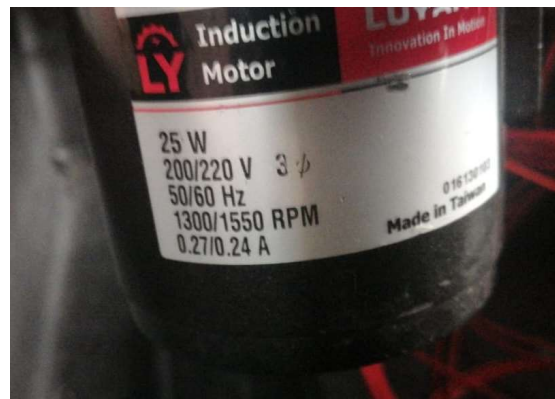


Figura 32.Motor

3.7. Pulsadores

Para la maleta didáctica se usan 3 pulsadores divididos en 2 pulsadores dobles para evitar un enclavamiento simultaneo y un pulsador para el paro de emergencia, conectados con entradas digitales del Micro850.

El pulsador de paro de emergencia es un interruptor de control por si existe alguna falla en el proceso, en las 10 practicas realizadas tiene condiciones de enclavamientos con el pulsador de paro de emergencia.



Figura 33.Pulsador paro emergencia

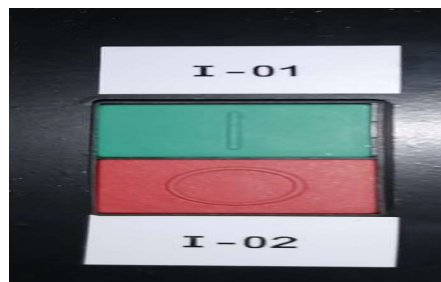


Figura 34.Pulsador

3.3. Luces piloto

Para este proyecto de titulación se usan 8 luces pilotos divididas en 5 luces pilotos color verde y 3 luces piloto color rojo, conectados internamente para trabajar con las salidas digitales del Micro850, las cuales son alimentadas con una fuente. Estas luces piloto representan los procesos que se realizaron en las 10 prácticas de este proyecto de titulación, mediante las luces piloto se podrá observar si se cumplen las condiciones de las practicas, teniendo en cuenta que cada practica tiene un nivel de dificultad diferente y condiciones diferentes.



Figura 35.Luces piloto

3.4. Variador de frecuencia

Este proyecto cuenta con un variador de frecuencia power Flex 525 que tiene una desconexión de par segura, la cual tiene certificación PLd/SIL2 Cat 3, para el motor de inducción que se encuentra en la maleta didáctica. (Villabona, 2015)

El variador de frecuencia es un equipo importante es este proyecto de titulación, porque él tiene su propia parametrización y también ocasiona un ahorro energético. Este equipo se parametrizo sin usar el software, solo usando el menú que tiene integrado, por ser un variador de frecuencia de alta gama tiene la opción de realizar la parametrización sin necesidad de conectarlo a un software, solo se tomó en cuenta la placa del motor que se usó.



Figura 36.Variador de frecuencia implementado

3.3. Hmi C400

Para este módulo didáctico portátil fue usado un panel view C400 de la marca Allen-Bradley el tamaño de la pantalla 4.3 pulgadas contiene una capacidad de

resolución 480 x 272 al momento de realizar la comunicación se tiene en cuenta la resolución para no perder el escalamiento en la pantalla al momento de mostrar la visualización. Este HMI está ubicado en la parte superior de la placa metálica para que el estudiante pueda ver las gráficas, porque es considerado un interfaz humano máquina, la función principal del panel view C400 en este proyecto de titulación es mostrar información.

En este proyecto de titulación, se utilizó el HMI como una herramienta para que el estudiante pueda controlar varias de las prácticas.

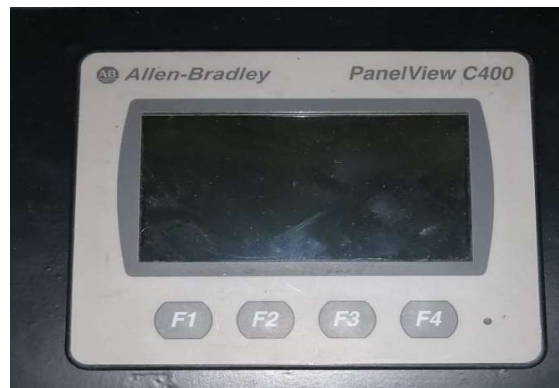


Figura 37.HMI

3.10. Relé de sobrecarga

El relé de sobrecarga electrónico de marca Allen Bradley utilizado en este proyecto de titulación, es autoalimentado y su instalación es de la misma manera que los relés de sobrecarga tradicionales.



Figura 38.Rele

3.11. Guardamotores

En la maleta didáctica portátil se colocaron dos guardamotores de protección termomagnética de la marca Allen Bradley para la protección del motor con un amperaje regulable de 1.6 a 2.5 y contiene liberación térmica ajustable con reajuste mecánica, el amperaje se configuro con las características de la placa del motor. Los guardamotores empleados proporcionan un medio de desconexión para el circuito derivado del motor, contra cortocircuito.



Figura 39. Guardamotor

3.12. Breaker

Para este proyecto de titulación se utilizaron dos breaker, un breaker principal de 2 polos, 20 amperios y un breaker secundario de un polo, 4 amperios. Este dispositivo se colocó en la maleta didáctica portátil como un elemento de protección, para cualquier cortocircuito que tenga la maleta no se dañen los equipos.



Figura 40. Breaker

3.13. Contactor

En este proyecto de titulación se utilizó un contactor para la conexión de arranque directo para las maniobras de apertura y cierre de circuitos. Los motores al realizar un arranque directo absorben una gran punta de corriente,

por ese motivo se coloca el contactor que tiene la capacidad de cortar la corriente eléctrica.

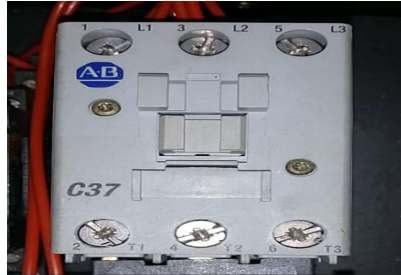


Figura 41. Contactor C3

3.14. Software de programación

El programa que es utilizado en este proyecto en la configuración de los dispositivos es Connected Components Workbench es aplicado por toda la familia de controladores Micro800, así como por otros productos tales como HMI PanelView Component y variadores PowerFlex que pertenece a la marca Allan Bradley.

El software es compatible con tres lenguajes de programación IEC estándar: diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloques de funciones y texto estructurado. (Allan Bradley, 2013)

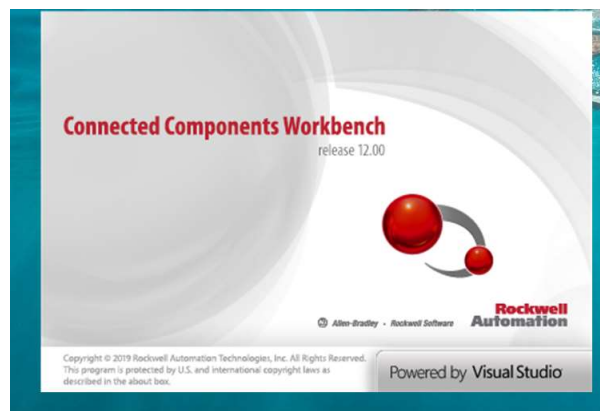


Figura 42. Connected components Workbench.

En la figura (43) se observa la ventana principal del programa donde se encuentra la selección para un nuevo proyecto o para abrir programas anteriores.

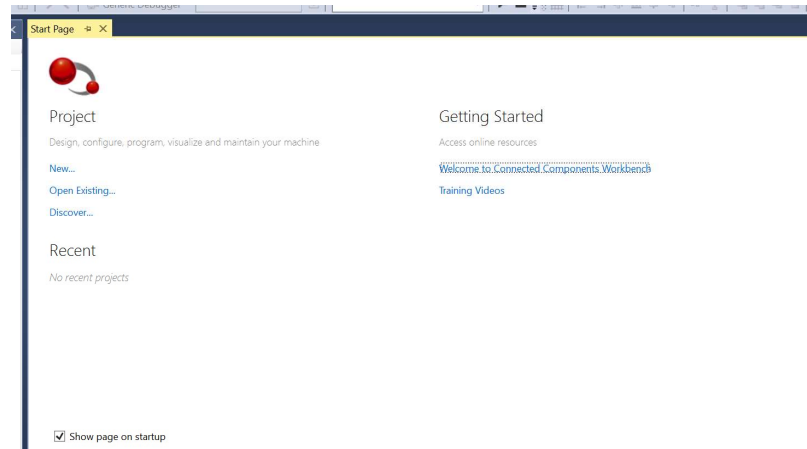


Figura 43. Ventana principal del programa.

3.15. Controlador PID

El controlador usado para 2 de las 10 prácticas en este proyecto de titulación es un controlador PID, en el software Connected Components Workbench.

$$y = Kp[(b * w - x) + \frac{1}{Ti * s} * (w - x) + \frac{Td * S}{a * Td * s + 1} * (c * w - x)]$$

Donde:

y: Valor de salida del algoritmo PID

Kp: Ganancia proporcional

s: Operador laplaciano

b: Ponderación de la acción P

w: Consigna

x: Valor real

Ti: Tiempo de integración

a: Coeficiente para el retardo de la acción derivada

Td: Tiempo derivativo

c: Ponderación de la acción D (García, 2013)

Estos parámetros se encuentran en el diagrama de bloques, que se observa en la siguiente figura.

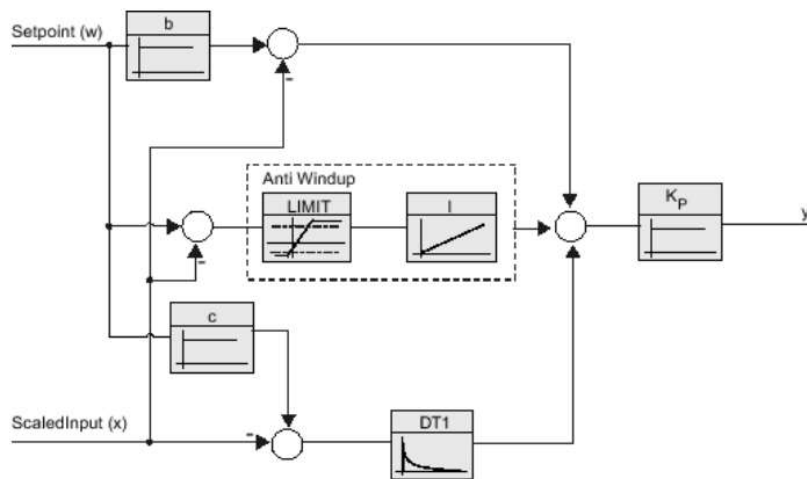


Figura 44. Diagrama bloque.

Fuente: (García, 2013)

4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

4.1. Practica N.-1

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 1	TÍTULO DE PRÁCTICA: Marcha y Paro de un motor mediante enclavamiento.
OBJETIVOS: Efectuar la técnica básica de enclavamiento. Aplicar las herramientas de automatización como set y reset para generar enclavamientos.	

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Realizar una lógica para controlar el arranque directo de dos motores, ambos arranques deben estar compuestos por una señal de marcha y una de paro independiente para cada motor, además colocar un paro de emergencia que deshabilite ambos motores al mismo tiempo.

Para el primer motor se debe utilizar la técnica básica de enclavamiento, utilizar un pulsador de marcha y un pulsador de paro. Para el segundo motor se debe utilizar las herramientas de Set y Reset a través de dos selectores de 2 posiciones.

*Las señales de marcha, paro e indicadores deben ser a través de los pulsadores, selectores, paro de emergencia y luces piloto.

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	RUN_M1	BOOL
_IO_EM_DO_01	RUN_M2	BOOL
_IO_EM_DO_05	FALLA_T_M1	BOOL
_IO_EM_DO_06	FALLA_T_M2	BOOL
_IO_EM_DO_07	P_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_00	P_PARO_EMERG	BOOL
_IO_EM_DI_01	P_MARCHA_M1	BOOL
_IO_EM_DI_02	P_PARO_M1	BOOL
_IO_EM_DI_05	P_FALLA_T_M1	BOOL
_IO_EM_DI_06	P_MARCHA_M2	BOOL
_IO_EM_DI_07	P_PARO_M2	BOOL
_IO_EM_DI_08	P_FALLA_T_M2	BOOL

Tabla 3. Variables prácticas 1.

4.2. Practica N.-2

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 2	TÍTULO DE PRÁCTICA: Arranque Delta Estrella de un Motor.

OBJETIVOS:

Desarrollar un arranque delta estrella, usando los recursos del programa.

Generar un uso correcto de los contactos en la programación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Llevar a cabo un arranque en delta estrella, por medio de los recursos del programa, para esta práctica se debe simular el uso de tres contactores a través de luces piloto mediante los cuales se hará el arreglo eléctrico que compone un arranque de este tipo, para realizar la secuencia debe utilizar un temporizador con retardo a la conexión y si llegase a presionarse el pulsador de paro o el paro de emergencia se debe desactivar todo inmediatamente.

*Las señales de marcha, paro e indicadores deben ser a través de los pulsadores, selectores, paro de emergencia y luces piloto.

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	RUN_K1	BOOL
_IO_EM_DO_01	RUN_K2	BOOL
_IO_EM_DO_02	RUN_K3	BOOL
_IO_EM_DO_05	FALLA_TERMICA	BOOL
_IO_EM_DO_06	P_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_00	P_PARO_EMERG	BOOL
_IO_EM_DI_01	P_MARCHA_M1	BOOL
_IO_EM_DI_02	P_PARO_M1	BOOL
_IO_EM_DI_05	FALLA_T_M1	BOOL

Tabla 4. Variables prácticas 2.

4.3. Practica N.-3

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA:	ASIGNATURA:

Ingeniería Electrónica	AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 3	TITULO DE PRÁCTICA: Secuencia temporizada de arranque de generadores.
OBJETIVOS: Generar una utilización correcta de los temporizadores en la automatización. Realizar el uso idóneo de las salidas de la maleta didáctica.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Simular la falta de energía eléctrica desde el punto de la red eléctrica publica, a través de un selector simular la activación de esta señal, cuando esto ocurra se debe iniciar la secuencia de arranque de tres generadores, debe existir un (X) tiempo de arranque entre generador y generador, la secuencia se detiene si se presión el paro de emergencia y los generadores se desactivan cuando la señal de falta de energía eléctrica en la red pública se desactive, la activación de cada generador debe ser representado por una luz piloto. *Las señales de marcha, paro e indicadores deben ser a través de los pulsadores, selectores, paro de emergencia y luces piloto.	

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	RUN_G1	BOOL
_IO_EM_DO_01	RUN_G2	BOOL
_IO_EM_DO_02	RUN_G3	BOOL
_IO_EM_DO_07	L_P_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_00	P_PARO_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_01	START_GENERADORES	BOOL
_IO_EM_DI_02	STOP_GENERADORES	BOOL

Tabla 5. Variables prácticas 3.

4.4. Practica N.-4

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 4	TITULO DE PRÁCTICA: Control de productos aprobados vs rechazados en línea de producción.
OBJETIVOS: Llevar a cabo las herramientas de simulación en el software workbench. Realizar la correcta utilización de las funciones aritméticas.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Simular el control de producción de una línea de tapas donde se simula el conteo general de tapas fabricadas a través de un selector y otro selector decide si la tapa es considerada como una buena o mala tapa, para esta lógica no se pueden utilizar contadores. En distintas variables se debe mostrar la cantidad de tapas totales procesadas y la cantidad de tapas buenas procesadas. *Las señales de marcha, paro e indicadores deben ser a través de los pulsadores, selectores, paro de emergencia y luces piloto.	

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	OPERANDO	BOOL
_IO_EM_DI_00	P_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_01	P_MARCHA	BOOL
_IO_EM_DI_02	P_PARO	BOOL
_IO_EM_DI_05	S_SIMU_BOTELLA_OK	BOOL
_IO_EM_DI_06	S_SIMU_BOTELLA_MALA	BOOL

Tabla 6. Variables prácticas 4.

4.5. Practica N.-5

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 5	TÍTULO DE PRÁCTICA: Sistema de llenado y vaciado de tanque, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Efectuar una simulación en el HMI teniendo una comunicación con el PLC. Generar bucle controlado para simulación de llenado de tanque.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Realizar un sistema de llenado automático, se debe integrar un Set Point de nivel desde el HMI, y una vez se dé marcha a través de un botón en el HMI se debe activar la bomba para llenar el tanque, el ciclo de llenado debe ser a través de un bucle temporizado, es decir, a través de temporizadores; simultáneamente se puede activar la electroválvula de vaciado para descargar la sustancia del tanque, considerar las protecciones eléctricas mínimas para el sistema.	

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	L_MARCHA	BOOL
_IO_EM_DO_01	M1_ON	BOOL
_IO_EM_DO_02	EV_ACTIVA	BOOL
_IO_EM_DO_05	L_PARADA	BOOL
_IO_EM_DO_06	L_FALLA	BOOL
_IO_EM_DI_00	PARO_EMERGENCIA	BOOL
_IO_EM_DI_01	P_MARCHA	BOLL
_IO_EM_DI_02	P_PARO	BOOL
_IO_EM_DI_05	SEL_ACT_VACEADO	BOOL

Tabla 7. Variables prácticas 5.

4.6. Practica N.-6

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 6	TÍTULO DE PRÁCTICA: Control de seguridad en línea de ciclopentano, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Llevar a cabo la utilización de un potenciómetro, mediante una lógica programada. Escalar apropiadamente el canal de entradas analógicas.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Realizar un sistema de supervisión en tiempo real utilizando un HMI, a través de un potenciómetro se regulará la presión de amoniaco, escalar le señal analógica de voltaje 0-10 a una señal en 0-250PSI, deben existir dos presiones una de presión alta y otra de baja, utilizando el mismo potenciómetro se realizará un arreglo matemático en el PLC para simular las 2 señales. Recordar escalar apropiadamente el canal de entradas analógicas para el potenciómetro.	

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	L_OK	BOOL
_IO_EM_DO_05	L_ALARMA_SUCCION	BOOL
_IO_EM_D0_06	L_ALARMA_DESCARGA	BOOL
_IO_EM_DI_05	SEL_SIMU_FALLA_SUCCION	BOOL
_IO_EM_DI_06	SEL_SIMU_FALLA_DESCARGA	BOOL

Tabla 8. Variables prácticas 6.

4.7. Practica N.-7

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
PRÁCTICA: 7	TÍTULO DE PRÁCTICA: Contador de llenado de botellas en línea de producción modular, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Comunicar el HMI y el PLC, en tiempo real y mostrar las cantidades de las botellas procesadas en el HMI. Aplicar contadores ascendentes para el conteo de botellas llenadas.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Realizar un sistema de llenado de botellas en tiempo real utilizando un HMI, se debe ingresar la cantidad de botellas a llenar desde el HMI y el PLC se encargará de procesar esa cantidad de botellas. Debe existir un botón de marcha para iniciar el programa, un ingreso número para el ingreso de la cantidad de botellas a procesar y un botón reinicio de los contadores, además es posible detener el proceso en cualquier instante.	

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
_IO_EM_DO_00	L_OK	BOOL
_IO_EM_DO_01	L_ALARMA_SUCCION	BOOL
_IO_EM_D0_02	L_ALARMA_DESCARGA	BOOL
STAR_LLENADO	STAR_LLENADO	BOOL
HMI_MARCHA	HMI_MARCHA	BOOL

HMI_PARO	HMI_PARO	BOOL
HMI_BOTELLAS_LLENAR	HMI_BOTELLAS_LLENAR	DINT
HMI_BOTELLAS_LLENADO	HMI_BOTELLAS_LLENAD	DINT
ANI_BOTELLAS	ANI_BOTELLAS	BOOL

Tabla 9. Variables prácticas 7.

4.8. Practica N.-8

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL 2
PRÁCTICA: 8	TÍTULO DE PRÁCTICA: Aplicación de recetas para asignación de tiempos de producción en proceso empaquetado, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Establecer el uso de los temporizadores adecuadamente en el HMI. Realizar un aprendizaje del manejo de recetas en el ámbito de automatización industrial.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Control de línea de producción conformada por 3 etapas, cada etapa tiene sus respectivo ingrediente y mínimo debe ser configurado 3 recetas. Parámetros: • Cada etapa debe tener 3 recetas. • Cada receta debe tener 3 ingredientes. • Las variables de los ingredientes deben ser valores numéricos. Realizar una pantalla en el HMI donde se pueda supervisar y ejecutar el proceso. Parámetros: • El diseño en el HMI debe tener un botón de marcha.	

- El diseño en el HMI debe tener un botón de paro.
- Se debe seleccionar la receta desde el HMI.
- Se debe poder cambiar de receta durante el proceso.

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
HMI_RECETA_3	HMI_RECETA_3	BOOL
INGRED_1_RECT_1	INGRED_1_RECT_1	INT
INGRED_2_RECT_1	INGRED_2_RECT_1	INT
INGRED_3_RECT_1	INGRED_3_RECT_1	INT
INGRED_1_RECT_2	INGRED_1_RECT_2	INT
INGRED_2_RECT_2	INGRED_2_RECT_2	INT
INGRED_3_RECT_2	INGRED_3_RECT_2	INT
INGRED_1_RECT_3	INGRED_1_RECT_3	INT
INGRED_2_RECT_3	INGRED_2_RECT_3	INT
INGRED_3_RECT_3	INGRED_3_RECT_3	INT
HMI_MARCHA	HMI_MARCHA	BOOL
HMI_PARO	HMI_PARO	BOOL
ING_1_ACTUAL	ING_1_ACTUAL	INT
ING_2_ACTUAL	ING_2_ACTUAL	INT
HMI_RECETA_1	HMI_RECETA_1	BOOL
HMI_RECETA_2	HMI_RECETA_2	BOOL
ING_3_ACTUAL	ING_3_ACTUAL	INT

Tabla 10. Variables prácticas 8

4.9. Practica N.-9

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL 2
PRÁCTICA: 9	TITULO DE PRÁCTICA: Control de nivel de cárcamo controlado por VDF mediante frecuencias prefijadas, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Aplicar las herramientas apropiadas para la parametrización de un VDF. Comunicar un HMI con VDF, utilizando la configuración y comunicación correcta.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Realizar un control de nivel de un cárcamo de descarga para ser direccionado a una planta de tratamiento, habilitar el proceso con un botón de marchar que se encuentre en la pantalla del HMI. La simulación de los niveles se ejecutará con 3 selectores donde se elegirá el nivel (bajo, medio, alto). • Selector 1 nivel bajo.	

- Selector 1 y 2 nivel medio.
- Selector 1,2,3 nivel alto.

Asignar en el variador, la frecuencia de cada nivel para realizar una mejor descarga del líquido dentro del cárcamo.

- Nivel bajo 20 Hz.
- Nivel medio 30 Hz.
- Nivel alto 45 Hz.

Observación:

Cuando el sistema se encuentre en funcionamiento se debe activar una luz piloto, además, en el HMI se debe reflejar la frecuencia actual del variador.

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
BORRAR_FALLA_B1	BORRAR_FALLA_B1	BOOL
FRECUENCIA_OUT	FRECUENCIA_OUT	INT
HMI_MARCHA	HMI_MARCHA	BOOL
HMI_PARO	HMI_PARO	BOOL
HZ_B1	HZ_B1	REAL
I_B1	I_B1	REAL
NIVEL_ALTO	NIVEL_ALTO	BOOL
NIVEL_BAJO	NIVEL_BAJO	BOOL
SPEED_B1	SPEED_B1	BOOL
START_B1	START_B1	REAL
STATUS_RUN_B1	STATUS_RUN_B1	BOOL
STOP_B1	STOP_B1	BOOL
VEL_PREF_1	VEL_PREF_1	REAL
VEL_PREF_2	VEL_PREF_2	REAL
VEL_PREF_3	VEL_PREF_3	REAL
VT_B1	VT_B1	BOOL
_IO_EM_DI_00	_IO_EM_DI_00	BOOL
_IO_EM_DI_01	_IO_EM_DI_01	BOOL
_IO_EM_DI_02	_IO_EM_DI_02	BOOL

_IO_EM_DI_03	_IO_EM_DI_03	BOOL
_IO_EM_DI_04	_IO_EM_DI_04	BOOL
_IO_EM_DI_05	SEL_NIV_BAJO	BOOL
_IO_EM_DI_06	SEL_NIV_MEDIO	BOOL
_IO_EM_DI_07	SEL_NIV_ALTO	BOOL
_IO_EM_DI_08	_IO_EM_DI_08	BOOL
_IO_EM_DI_09	_IO_EM_DI_09	BOOL
_IO_EM_DI_10	_IO_EM_DI_10	BOOL
_IO_EM_DI_11	_IO_EM_DI_11	BOOL
_IO_EM_DI_12	_IO_EM_DI_12	BOOL
_IO_EM_DI_14	_IO_EM_DI_14	BOOL
_IO_EM_D0_00	OUT_NIV_BAJO	BOOL
_IO_EM_D0_01	OUTL_NIV_MEDIO	BOOL
_IO_EM_D0_02	OUT_NIV_ALTO	BOOL

Tabla 11. Variables prácticas 9.

4.10. Practica N.-10

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL 2
PRÁCTICA: 10	TÍTULO DE PRÁCTICA: Sistema de presión constante con Lazo cerrado PID controlado por VDF, proceso supervisado y controlado desde HMI.
OBJETIVOS: Aprender sintonizar la PID con el potenciómetro. Aplicar las herramientas adecuadas en la programación para realizar un control de un lazo cerrado PID controlado por VDF.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Realizar un sistema de presión constante para un hospital utilizando un controlador de lazo cerrado. El sistema cuenta con un transductor de presión	

que será simulado a través del potenciómetro, escalar la señal de 0-10VAC a una señal de 0-200PS. La salida de la PID será la consigna de frecuencia del variador de frecuencia quien tiene un motor conectado a su salida.

Para el ejercicio se debe ingresar el set point de presión que necesitamos (0 a 150 psi) y el controlador de PID debe encargarse de regular automáticamente la velocidad del motor para que se mantenga la presión deseada, además, en caso de que el motor conectado al variador no logre compensar la demanda del hospital y su frecuencia supere los 45 Hz por más de 20 segundos se deberá activar el contactor para así ayudar a cubrir la demanda con una segunda bomba de ayuda.

El sistema cuenta con un pulsador de marcha, paro y paro de emergencia.

Observación:

En el HMI se deberá mostrar la presión actual del sistema, el ingreso del set point, y los estatus del variador de frecuencia y contactor.

TABLA DE VARIABLES:

NAME	ALIAS	DATA TYPE
AbsoluteErr	AbsoluteErr	REAL
ATWarning	ATWarning	DINT
AUTO	AUTO	BOOL
AUTO_TUNING	AUTO_TUNING	BOOL
BORRAR_FALLA_B1	BORRAR_FALLA_B1	BOOL
CODE_FAULT_B1	CODE_FAULT_B1	UINT
FAULT_VDF1_B1	FAULT_VDF1_B1	BOOL
FRECUENCIA_OUT	FRECUENCIA_OUT	INT
GAIN_01	GAIN_01	GAIN_PID
HMI_MARCHA	HMI_MARCHA	BOOL
HMI_ON_OFF_AUT	HMI_ON_OFF_AUT	BOOL
HMI_PARO	HMI_PARO	BOOL
HZ_B1	HZ_B1	REAL
I_B1	I_B1	REAL
OutGains	OutGains	GAIN_PID

OUT_VALVUL_AUT	OUT_VALVUL_AUT	REAL
PSI_DIST_HMI	PSI_DIST_HMI	REAL
SETPOIN_01_HMI	SETPOIN_01_HMI	REAL
SPEED_B1	SPEED_B1	REAL
START_B1	START_B1	BOOL
STATUS_READY_B1	STATUS_READY_B1	BOOL
STATUS_RUN_B1	STATUS_RUN_B1	BOOL
STOP_B1	STOP_B1	BOOL

Tabla 12. Variables prácticas 10.

5. RESULTADOS

Uno de los resultados de este proyecto de titulación consistió en la realización de una maleta didáctica portátil para una fácil movilización para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, el cual se utiliza una comunicación del PLC al HMI con ETHERNET /IP y usando un switch se comunica el PLC al VDF a través de comunicación ETHERNET /IP.

Los detalles del diseño e implementación de este se detallan a continuación:

- Se realizó el diseño de la maleta en AutoCAD como se observa en la figura 20 de forma amigable para el estudiante y didáctica.
- Se colocó equipos de última generación como el MICRO850, HMI C400 y un Power flex y se aplicó una comunicación actual que es ETHERNET /IP para la maleta didáctica portátil también se incluyeron estos elementos

como botoneras, selectores, contactores, relés, potenciómetro, botoneras, luces pilotos y borneras.

- Se elaboro un manual de 10 prácticas didácticas sobre aplicaciones de control entre el PLC – HMI - VDF con la maleta de entrenamiento de automatización industrial con aumento de dificultad entre prácticas.
- Programamos y configuramos el PLC, la interfaz HMI y VDF para la ejecución respectiva de las prácticas planteadas.

Y mediante figuras (45,46,47,48,49) se muestra la culminación de la maleta didáctica portátil.



Figura 45. Equipo instalados



Figura 46. Instalacion de automatización



Figura 47. Instalación del panel de control



Figura 48. Culminación de maleta



Figura 49. Culminación tablero

5.1. Análisis de Resultados

En la primera práctica se realizó una lógica para controlar un arranque directo de dos motores, que se visualizarían con luces pilotos (O0.0 y O0.1) ambos arranques están compuestos por una señal de marcha y una de paro independiente, además se colocó un paro de emergencias que deshabilitara ambos motores al mismo tiempo. Para el primer motor (O0.0) se utilizó la técnica básica de enclavamiento, mientras que para el segundo motor (O0.1) se utilizó las herramientas de set y reset. La lógica de enclavamiento funciona cuando el proyecto a automatizar es pequeño, pero la lógica de set y reset es más efectiva en proyectos largos.



Figura 50. Resultado de la práctica 1

En la segunda práctica se llevó a cabo un arranque en delta estrella, para esta práctica se usó tres contactores, dos que realizan la transición y uno que envía la alimentación directa. Cuando se efectuó la secuencia se usó un temporizador con retardo a la conexión y si llegase a presionarse el pulsador de paro o el paro de emergencia se desactiva todo inmediatamente.

En la figura se observa encendido (O0.0 y O0.2), porque está realizando la transición entre el primero y el tercero después de unos segundos se realiza el cambio del primero y el segundo por la secuencia que se efectuó usando la teoría de un arranque delta estrella en su forma de inicializar.



Figura 51.Resultado de la practica 2

En la tercera practica se simulo la falta de energía eléctrica desde el punto de la red eléctrica publica, cuando esta señal se activa empieza la secuencia de arranque de tres generadores por un tiempo de 15 segundos, la secuencia se detiene si se presiona el paro de emergencia y los generadores se desactivan cuando la señal de falta de energía eléctrica en la red pública se desactive. Este tipo de simulaciones con lleva a un uso correcto de los temporizadores en la automatización y uso idóneo de las salidas de la maleta didáctica



Figura 52.Resultado de la practica 3

En la cuarta practica se simulo el control de producción de una línea de tapas donde se simulo el conteo general de tapas fabricadas a través de selectores se decide si la tapa es considerada como una buena o mala tapa, para esta

lógica se usó funciones aritméticas usando (I0.3 Y I0.4) con un selector realizamos la suma y con el otro selector la resta como se observa en la figura 54.

La luz piloto (O0.0) indica que el proceso está funcionando, el manejo correcto de esta práctica se realizó usando las herramientas de simulación en el software workbench.



Figura 53.Resultado de la practica 4

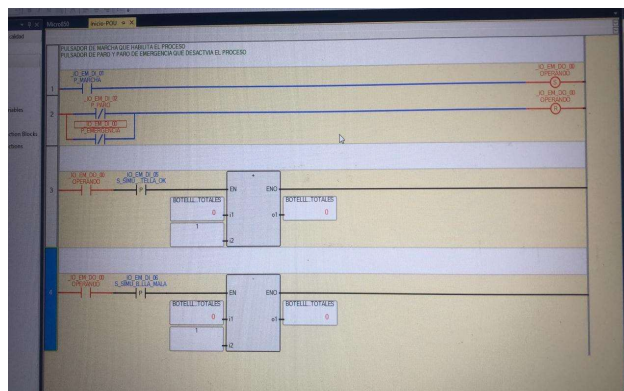


Figura 54.Funciones aritméticas

En la quinta practica se realizó un sistema de llenado automático, se integró un set point de nivel desde el HMI teniendo una comunicación con el PLC, como se observa en la figura 55 y una vez se activa la bomba para llenar el tanque

mediante un contador descendente enciende el ciclo de llenado es a través de un bucle temporizado, simultáneamente se activa la electroválvula de vaciado para descargar la sustancia del tanque mediante un contador ascendente.



Figura 55.Resultado de la practica 5 en el HMI



Figura 56.Resultado de la practica 5

En la sexta practica se llevó a cabo la utilización de un potenciómetro, mediante una lógica programada como se observa en la figura 58. Se Realizo un sistema de supervisión en tiempo real utilizando un HMI como se observa en la figura 57, a través de un potenciómetro se regulo la presión de amoniaco, existen dos presiones una de presión alta y otra de baja, se usó el mismo potenciómetro, pero se realizó un arreglo matemático en el PLC para simular las 2 señales como esta en la figura 59.

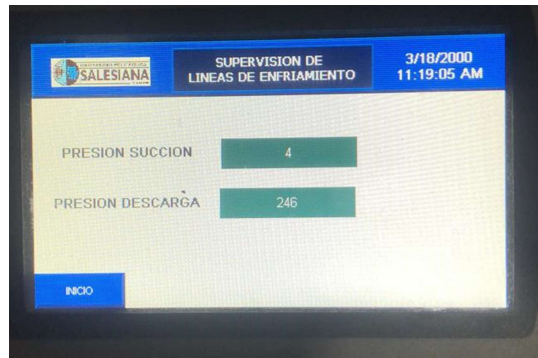


Figura 57.Resultado de la practica 6 en el HMI



Figura 58.Resultado de la practica 6

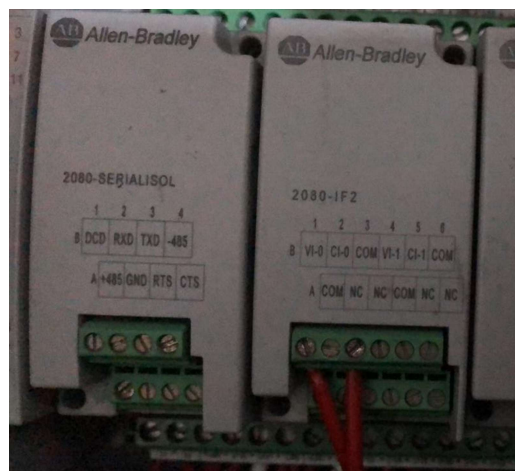


Figura 59. Resultado de la practica 6, conexión

En la séptima practica se realizó un sistema de llenado de botellas utilizando un HMI como se observa en la figura 60, se debe ingresar la cantidad de botellas para esto se usó un contador ascendente en la programación para el conteo de las botellas llenadas desde el HMI y el PLC se encargan de procesar esa cantidad de botellas. Tiene un botón de reinicio de los contadores y además es posible detener el proceso en cualquier instante

La comunicación del HMI y el PLC, es en tiempo real y muestra las cantidades de las botellas procesadas en el HMI.



Figura 60.Resultado de la practica 7

En la octava practica se realizó un control de línea de producción conformada por 3 etapas, cada etapa tiene su respectivo ingrediente y se configuraron 3 recetas, la cual usamos los siguientes parámetros.

Parámetros:

- Cada etapa debe tener 3 recetas.
- Cada receta debe tener 3 ingredientes.
- Las variables de los ingredientes deben ser valores numéricos.

Parámetros:

- El diseño en el HMI debe tener un botón de marcha.
- El diseño en el HMI debe tener un botón de paro.
- Se debe seleccionar la receta desde el HMI.
- Se debe poder cambiar de receta durante el proceso.

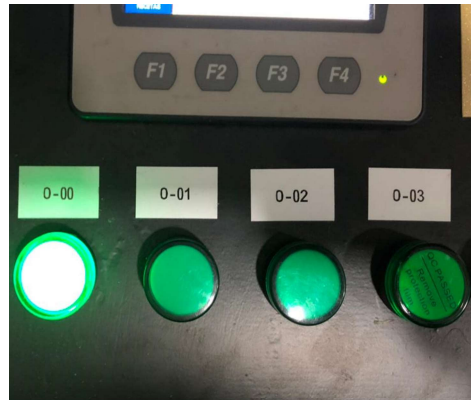


Figura 61.Resultado de la practica 8

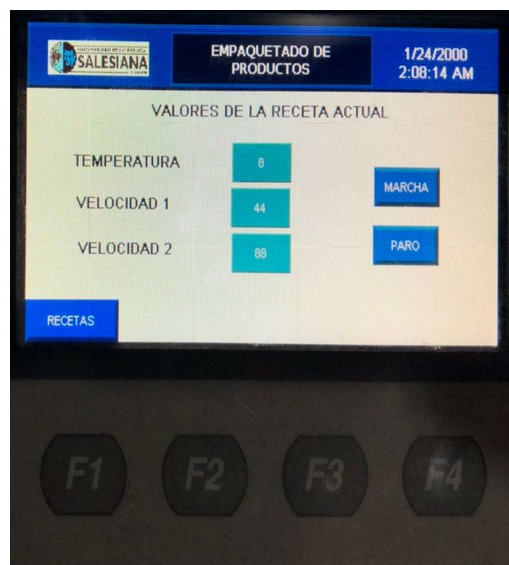


Figura 62.Resultado de la practica 8

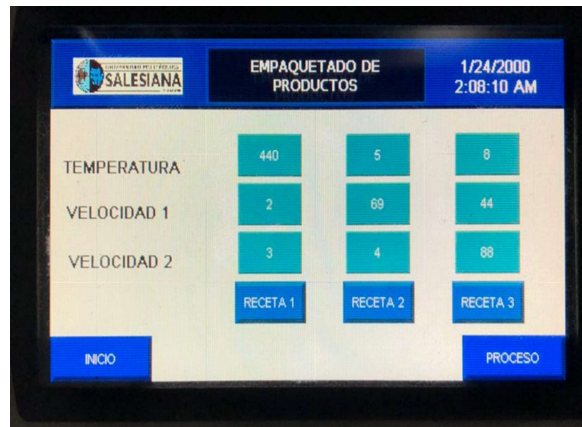


Figura 63.Resultado de la practica 8

En la novena practica se realizó un control de nivel de un cárcamo de descarga para ser direccionado a una planta de tratamiento, se habilito el proceso mediante un botón de marchar en el HMI.

La simulación de los niveles se ejecutó con 3 selectores donde se asignó los niveles (bajo, medio, alto).

- Selector 1 nivel bajo.
- Selector 1 y 2 nivel medio.
- Selector 1,2,3 nivel alto.

Asignamos en el variador, la frecuencia de cada nivel para realizar una mejor descarga del líquido dentro del cárcamo, por motivo que la fuerza que debe ejercer la bomba dependiendo al nivel debe ser superior.

- Nivel bajo 20 Hz.
- Nivel medio 30 Hz.
- Nivel alto 45 Hz.



Figura 64. Resultado de la practica



Figura 65. Resultado de la practica 9

En la décima practica se realizó un sistema de presión constante para un hospital, se usó un controlador de lazo cerrado. El sistema cuenta con un transductor de presión que fue simulado a través de un potenciómetro, se escaló la señal de 0-10VAC a una señal de 0-200PSI.

Para este ejercicio asignamos un set point de (0 a 150 psi) y el controlador de PID se encargará de regular automáticamente la velocidad del motor para que se mantenga la presión deseada.

En caso de que el motor conectado al variador no logre compensar la demanda del hospital y su frecuencia supere los 45 Hz por más de 20 segundos se activará el contactor para así ayudar a cubrir la demanda con una segunda bomba de ayuda.

El sistema cuenta con un pulsador de marcha, paro y paro de emergencia.



Figura 66. Resultado de la practica 10



Figura 67. Resultado de la practica 1

CONCLUSIONES

Se ha llegado a plasmar y efectuar todos los objetivos, tanto generales como específicos planteados para este proyecto de titulación, la maleta portátil didáctica se podrá usar para el desarrollo de futuros proyectos de titulación o estudiantiles que necesiten realizar prácticas de automatización.

Se logro culminar con el diseño e implementación de la maleta didáctica portátil utilizando un PLC MICRO 850 e interfaz HMI, que permitirá que los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, realicen prácticas de automatización. Para llevar a cabo este proyecto, se ha realizado una investigación de módulos anteriores implementados en la Universidad

Politécnica Salesiana y de esta manera poder realizar una mejora en la maleta didáctica propuesta.

Después de conseguir elaborar las 10 prácticas didácticas sobre aplicaciones de control entre el PLC – HMI - VDF con la maleta de entrenamiento, donde podemos acotar que tienen un nivel de dificultad mayor mientras se va realizando cada práctica esta conclusión la llegamos a tener por los resultados obtenidos de las prácticas, mediante la realización de la maleta didáctica portátil se obtuvo la validación de simulaciones realizadas en las practicas por medio de la ejecución de los procesos, utilizando los actuadores de la maleta didáctica las simulaciones obtenidas fueron efectivas, ya que reflejaban lo objetivos de cada práctica, se llegó a concluir que la maleta tiene un nivel de aprendizaje para un estudiante de automatización I hasta automatización II y redes 3.

Podemos concluir que las maletas didácticas son un instrumento muy útil para los entrenamientos de los estudiantes, aparte de realizar prácticas de programación ellos se habitúan con los dispositivos instalados y las respectivas conexiones de esta manera explotan el potencial de la maleta no solo realizando las practicas, sino que también tienen la conveniencia de proponer nuevos requerimientos.

RECOMENDACIONES

- Hay que considerar que la maleta portátil didáctica trabaja con 110V y existen tomas eléctricas de 220V habilitados en los laboratorios de la universidad, lo cual es recomendado verificar las tomas.
- Se sugiere realizar mantenimientos preventivos como limpieza para que los equipos eléctricos tengan mayor tiempo de vida de esta manera no tenga un deterioro.

- Los ajustes eléctricos y mecánicos deben ser revisados una vez al año para evitar las averías.
- Antes de realizar cambios en las conexiones de la maleta portátil didáctica, debe desconectar la fuente de alimentación.
- En caso de tener que remplazar algún equipo o de presentarse algún problema revisar los planos eléctricos.
- Cuando se vaya a actualizar el firmware de cualquier de los equipos que compone la maleta didáctica portátil como HMI, PLC, VDF se recomienda que el docente esté presente porque es un procedimiento delicado que puede dañar los equipos.
- Se recomienda cuando se movilice la maleta didáctica, no poner pesos encima porque tiene un HMI táctil.
- Cuando se vaya a reemplazar luces pilotos o selectores, respetar las especificaciones técnicas, porque la configuración eléctrica fue diseñada para trabajar en ese nivel de tensión.

ANEXOS

Anexo 1: Creación de proyecto

Pasos para realizar para la creación de un proyecto para el uso del PLC, HMI y VDF.

1. Creación de proyecto

Asignamos el nombre del proyecto en el software y la ubicación de la carpeta como en la figura 63.

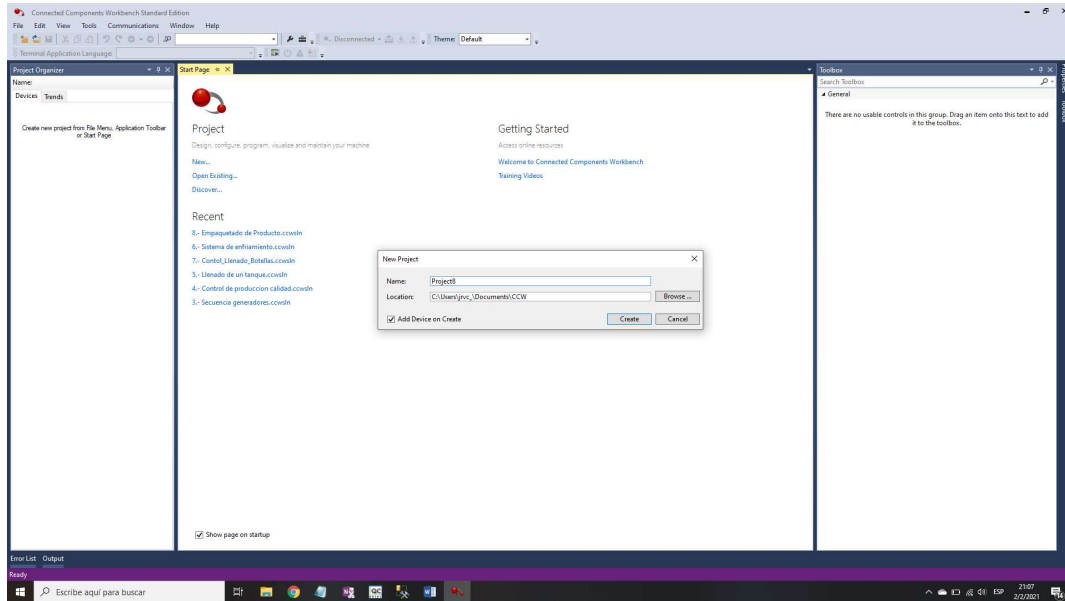


Figura 68.Creación de proyecto

2. Seleccionamos los dispositivos que utilizaremos para el proyecto de automatización, como son PLC, HMI y Variador de frecuencia.

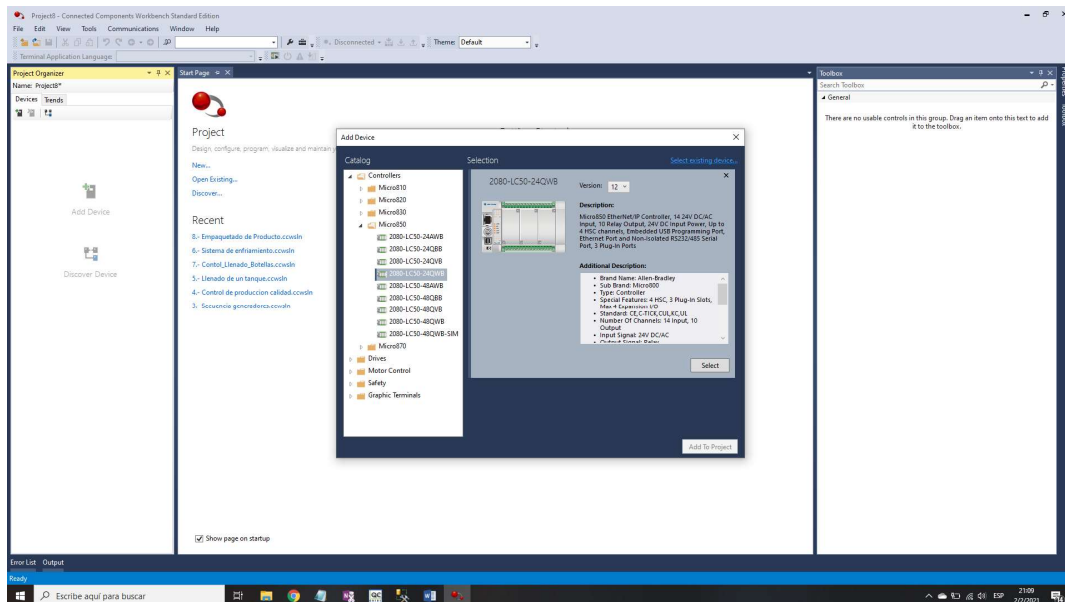


Figura 69.Selección de los dispositivos

3. Configuramos los puertos de comunicación y las i/o del PLC.

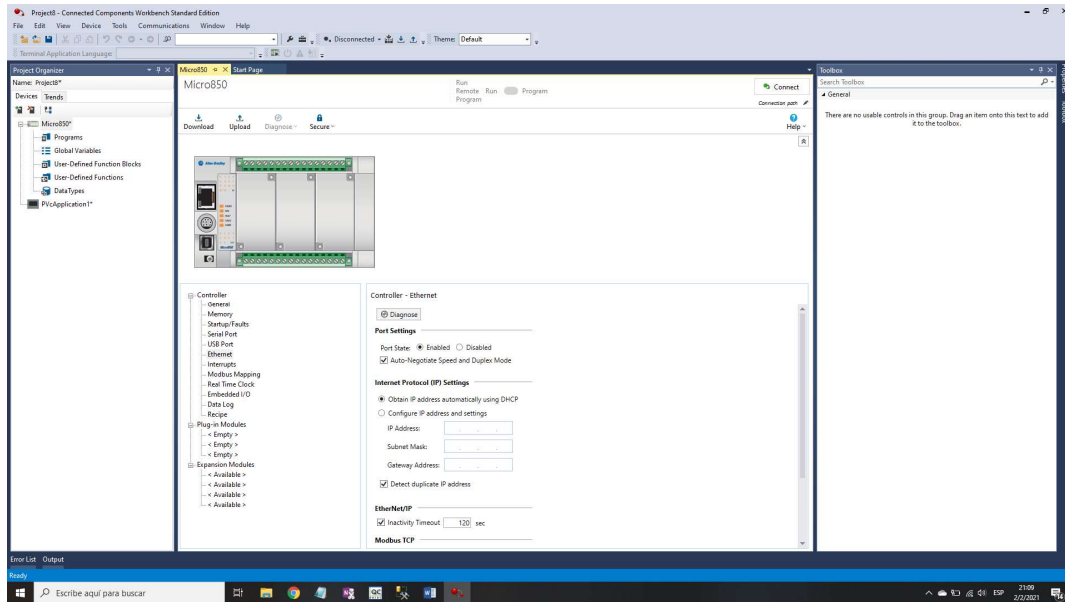


Figura 70. Configuración de puertos de comunicación PLC

4. Configuramos el puerto de comunicación del HMI.

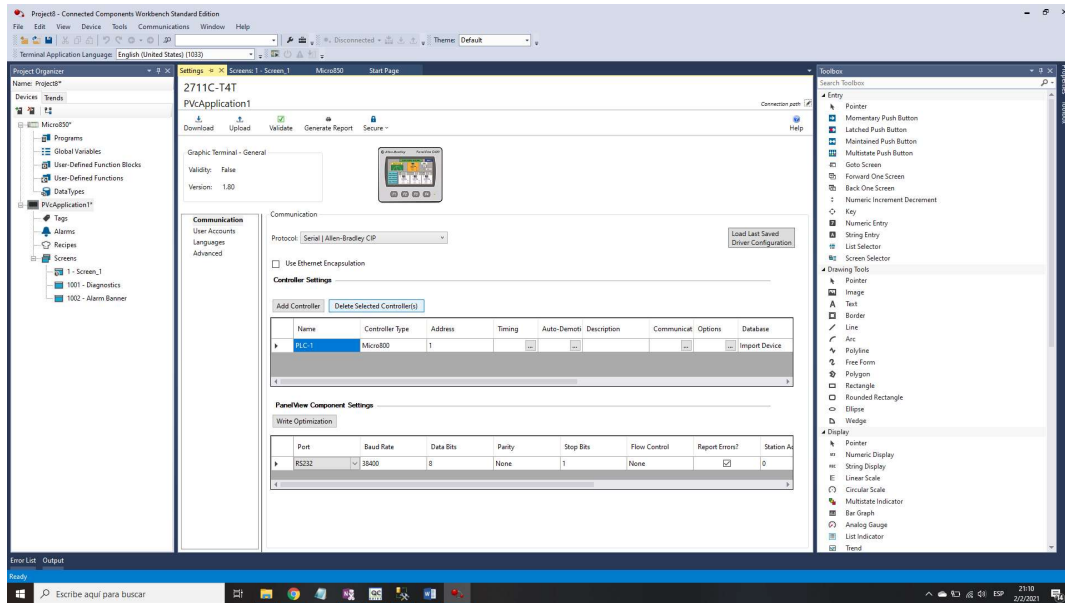


Figura 71. Configuración de puertos de comunicación HMI

5. Iniciamos con la programación.

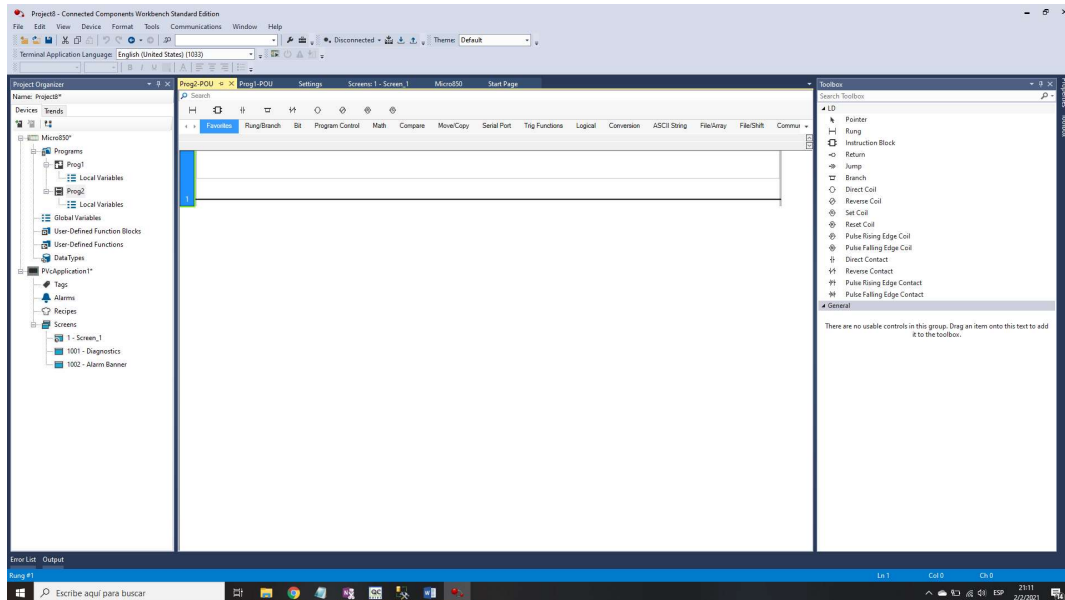


Figura 72. Iniciación de programación

6. Descargamos el programa al PLC.

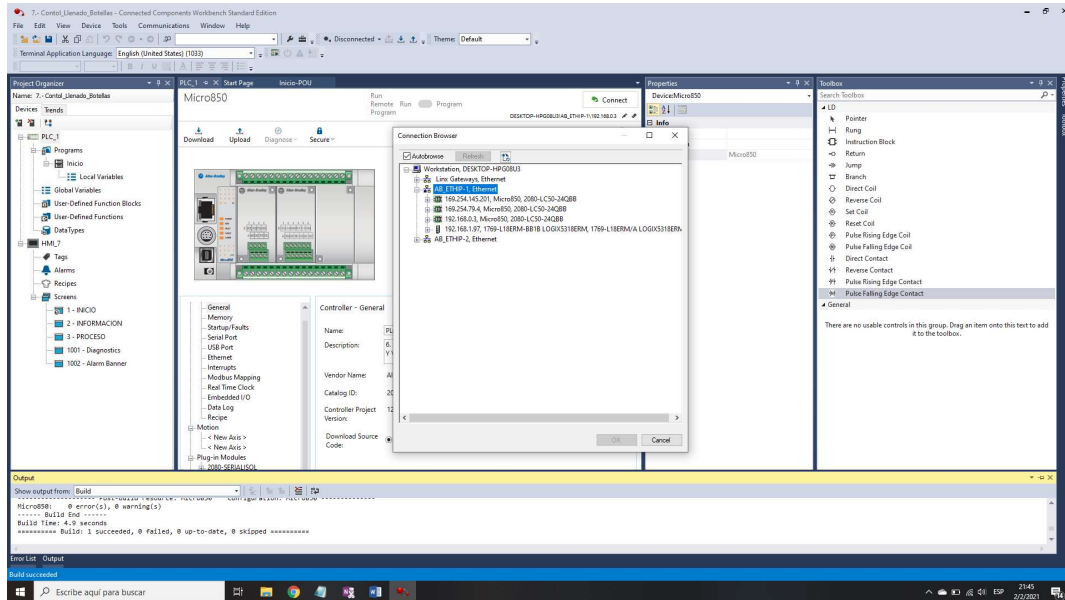


Figura 73. Descargar el programa

Anexo 2: Práctica uno

En este segmento se realiza la activación de un motor utilizando la técnica de enclavamiento a través de un contacto normalmente abierto y desclavamiento con contacto normalmente cerrado, figura 74.



Figura 74. Activación del motor por contacto

En este segmento activamos el motor a través de la técnica set y reset y paro de emergencia que desactiva todos los motores, figura 75.

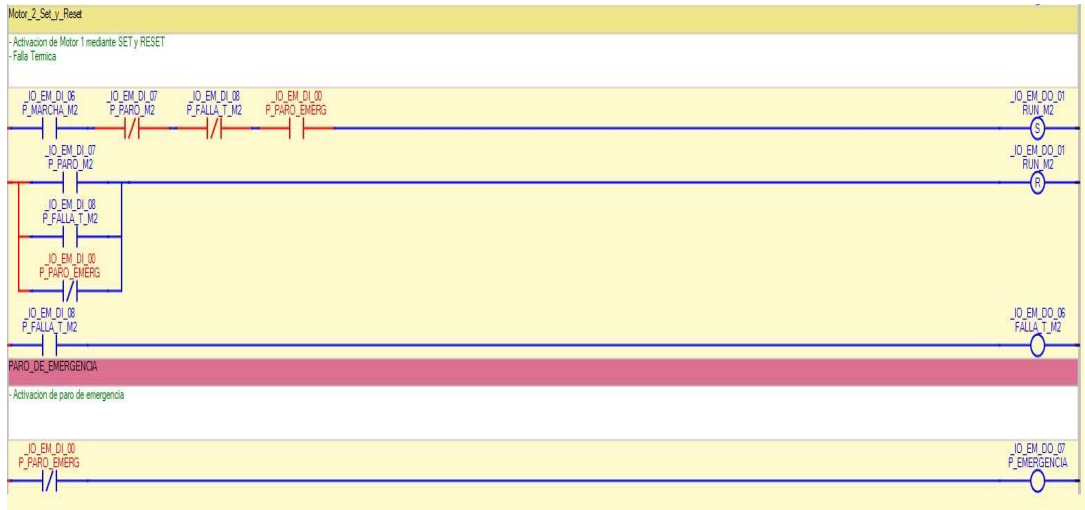


Figura 75. Activación de motor por set y reset

Anexo 2: Práctica dos

En este segmento de la practica dos realizamos la activación del proceso, para iniciar el arranque delta estrella, figura 76.



Figura 76. Inicio de arranque

Luego de que el temporizador cumpla su tiempo hace el juego respectivo de contactores para un arranque delta estrella, figura 77.

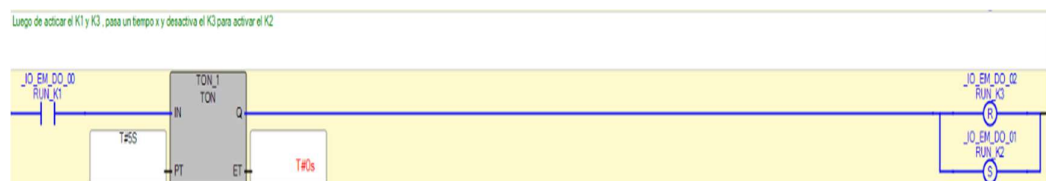


Figura 77. Arranque delta estrella

Si alguno de los térmicos o paro de emergencia se activa, se desactiva el motor inmediatamente, figura 78.

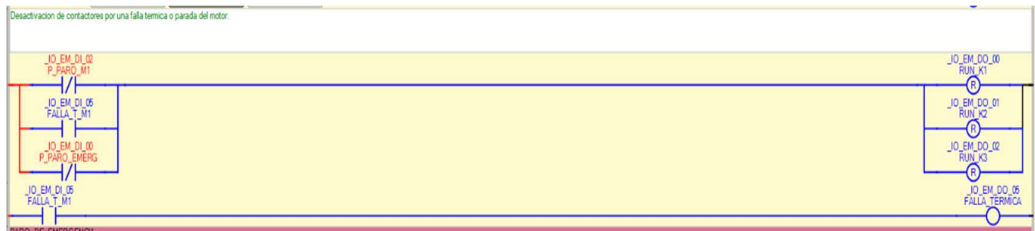


Figura 78. Activación de paro

Cuando el paro de emergencia se activa, se activa una luz piloto para indicar que este pulsador ha sido presionado.

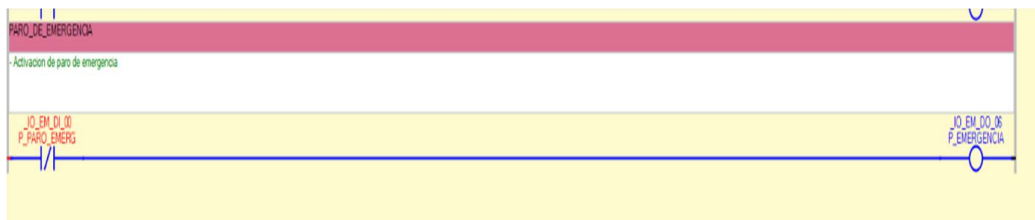


Figura 79. Activación de luz piloto

Anexo 3: Práctica tres.

En este segmento se activa la secuencia de encendido de generadores, y empieza con la activación del primer generador.

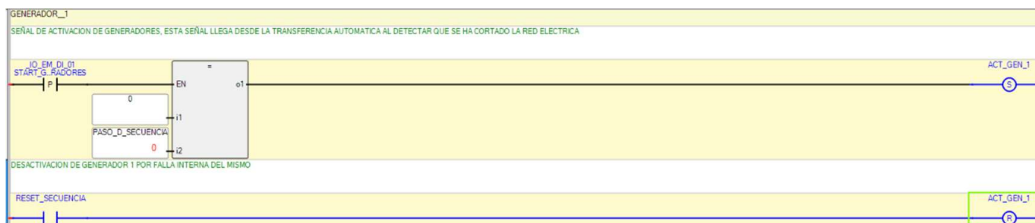


Figura 80. Activación de secuencia

En este segmento se activa el segundo generador, figura 81.

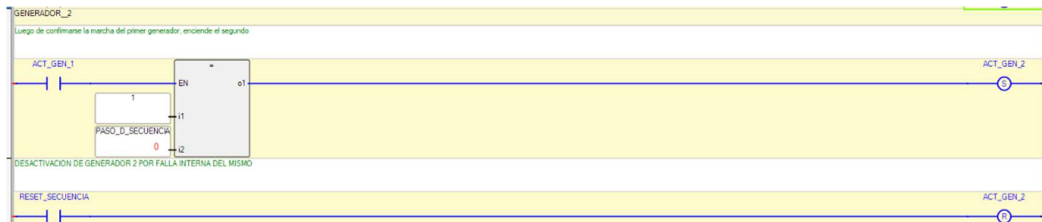


Figura 81.Activación del segundo generador

En este segmento se activa el tercer generador, figura 82.

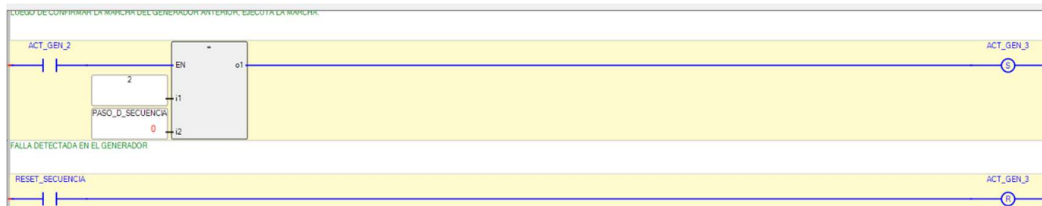


Figura 82.Activación del tercer generador

Luego se activan los 3 generadores, si se presiona el paro se apagan inmediatamente los 3 generadores y estos vuelven a estar listos para arrancar en secuencia.

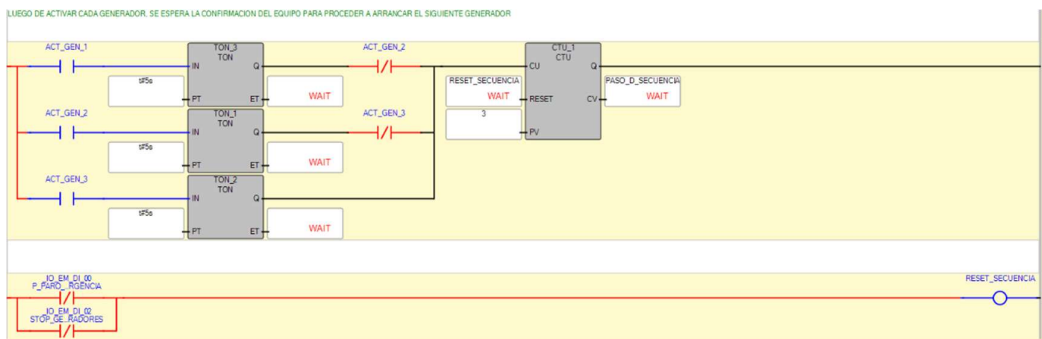


Figura 83.Activación de generadores

Anexo 4: Práctica cuatro

En el segmento de la practica cuatro se realiza la activación con el pulsador de marcha para empezar la lógica de simulación de conteo. Cuando el sensor de botellas da (OK) se activa y cuenta una botella en buen estado mientras que, si no se activa este sensor, pero si se activa el sensor de presencia, la botella es contada para es asignada como una botella en mal estado.

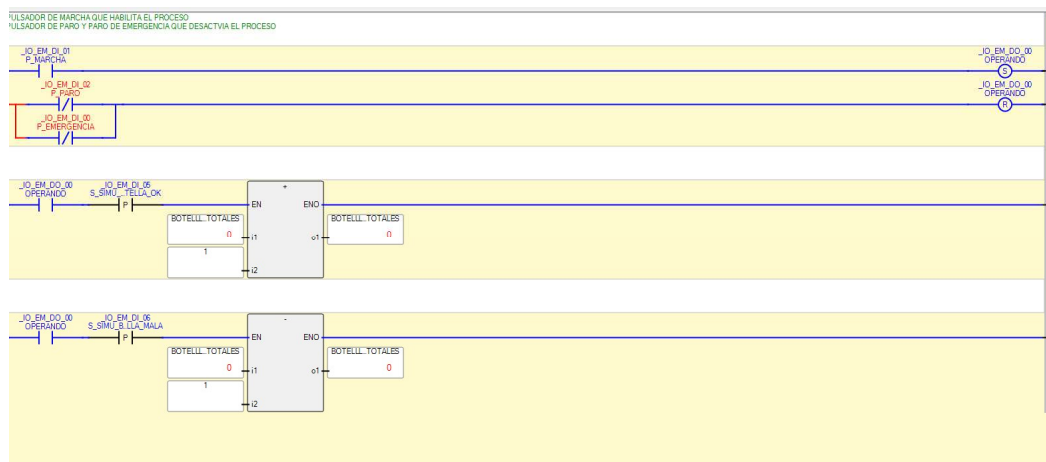


Figura 84. Activación de pulsadores

Anexo 5: Práctica cinco.

En este segmento a través del pulsador de marcha se activa el proceso y con el pulsador de paro se lo desactiva, figura 85.

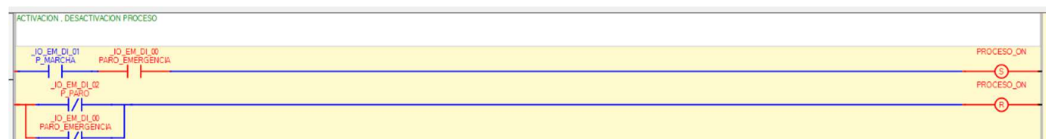


Figura 85. Paro de emergencia

En estos dos segmentos se comparan el nivel seteado a trabajar desde el HMI.

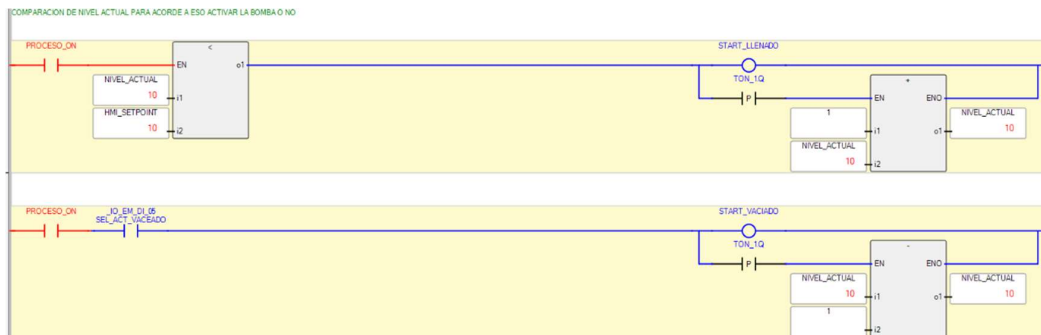


Figura 86. Nivel seteado

Se puede observar en las siguientes líneas la activación de luces piloto acorde al estatus del proceso, figura 87.



Figura 87. Activación de luces de status

En estos segmentos se asigna los valores de animación en los objetos del HMI, figura 88.

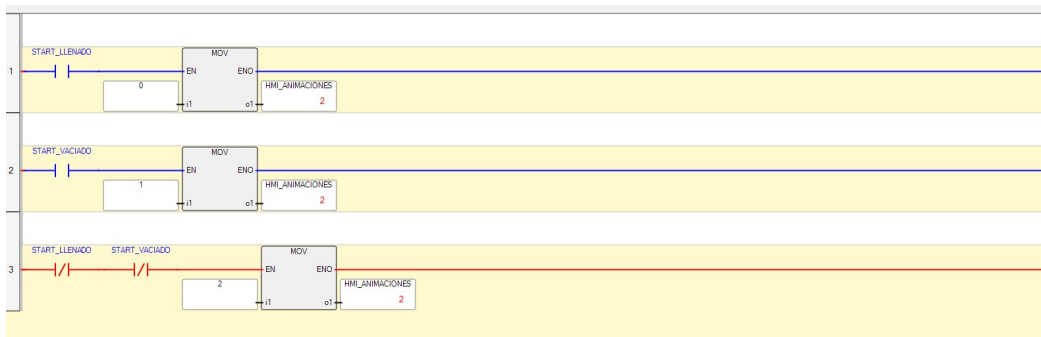


Figura 88. Asignación de valores

Anexo 6. Práctica seis.

Se realiza la lectura del canal de entradas analógicas y se realiza el respectivo escalamiento de la señal.

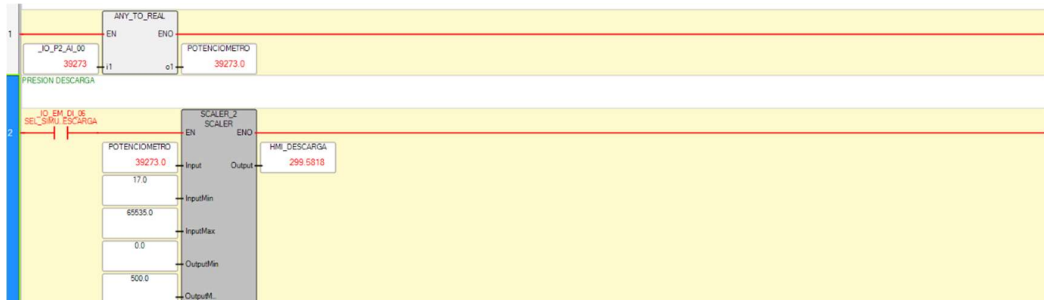


Figura 89. Escalamiento de señal

Se realiza un segundo escalamiento con otros parámetros para así simular 2 señales distintas utilizando un mismo canal analógico.

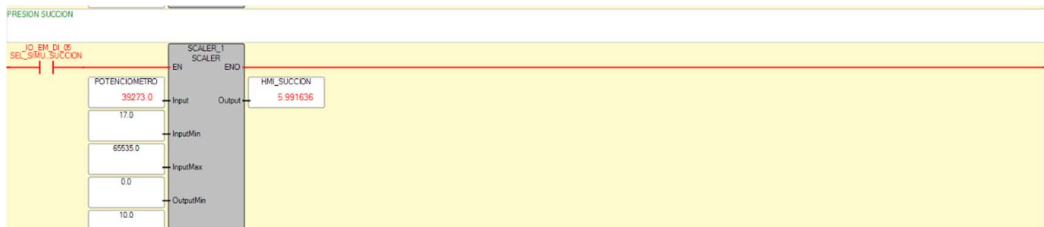


Figura 90. Segundo escalamiento

Se asigna los valores tratados a los objetos de animación en el HMI

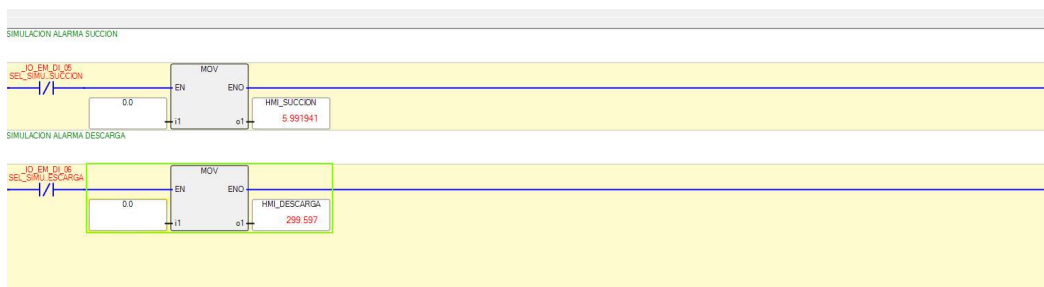


Figura 91. Valores de objetos

Anexo 3: Práctica siete.

En este segmento se activa y desactiva el proceso a través de los botones configurados en el HMI, figura 92.



Figura 92. Activación y desactivación

Este segmento se trata de un bucle controlado donde se simula el llenado de las botellas hasta que se cumpla la cantidad seatada en la pantalla,93.

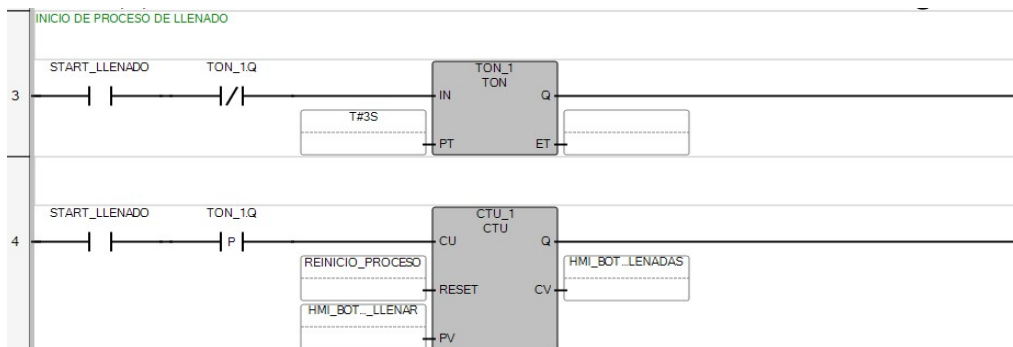


Figura 93.Realización de bucle

Anexo 4: Práctica ocho.

En la figura 94 se observa los segmentos para realizar la marcha y paro del sistema a traves de botones en HMI.

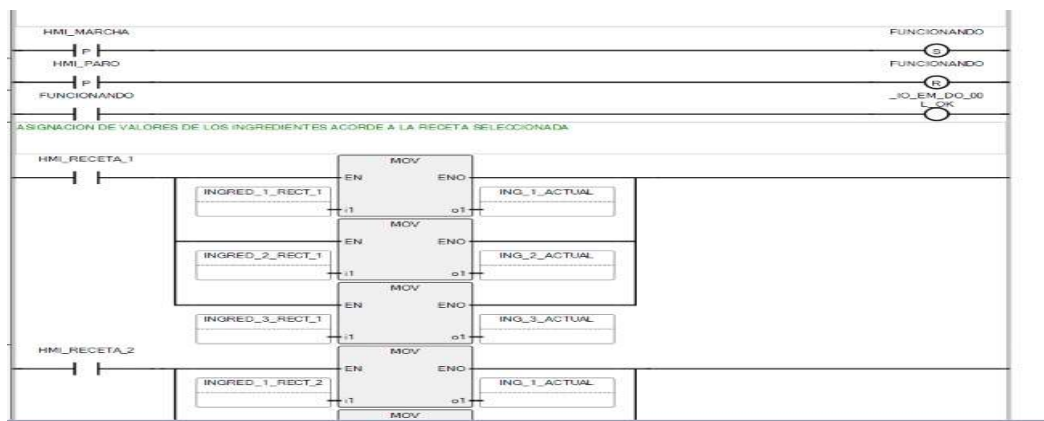


Figura 94. Marcha y paro HMI

En este segmento se realiza la asignación de valores precargados por las recetas presentadas en el HMI

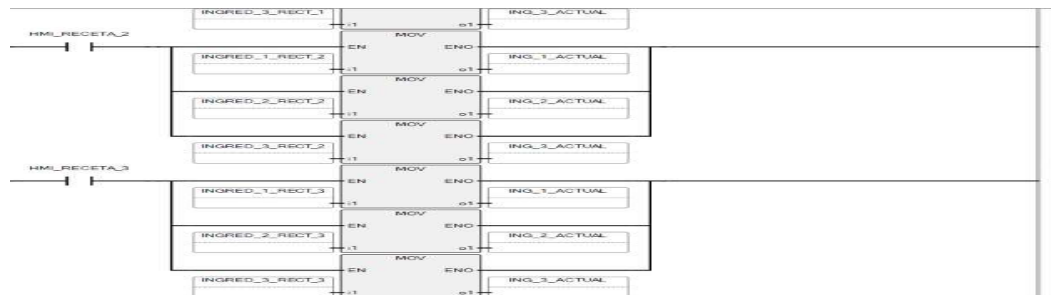


Figura 95. Asignación de valores

Anexo 5: Práctica nueve.

En este segmento realizamos la marcha y paro del sistema en general desde el HMI.

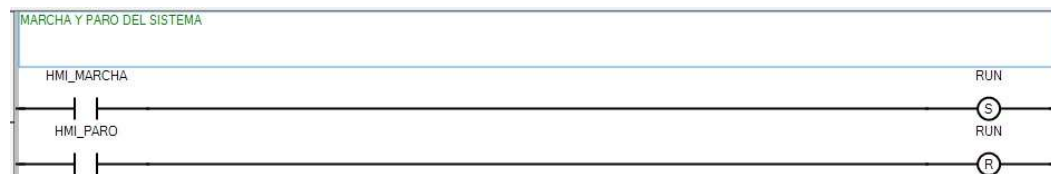


Figura 96. Marcha y paro

En estas dos líneas se encuentra la activación y desactivación de la marcha del variador de frecuencia, estas variables son las variables configuradas para el protocolo de comunicación Ethernet/IP.



Figura 97. Protocolo de comunicación

En este segmento se ejecuta la modulación de frecuencia del variador, una vez dada la marcha la velocidad de este se regula acorde al nivel del cárcamo, mientras más alto sea el nivel mayor será la frecuencia.

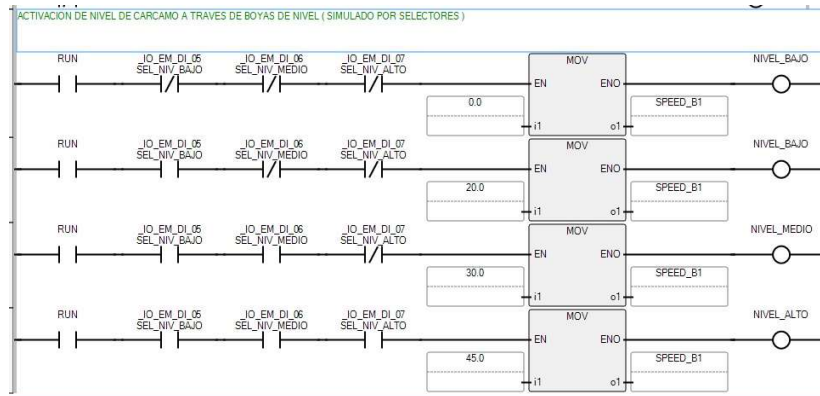


Figura 98.Modulación de frecuencia

Anexo 6: Práctica diez.

En el bloque funcional de control de lazo cerrado tipo PID, le llega una señal escalada que se ejecuta mediante el potenciómetro la cual es simulada a través de un potenciómetro, las salidas son utilizadas para la consigna del variador de frecuencia en cuya velocidad de giro podremos demostrar los resultados de la PID.

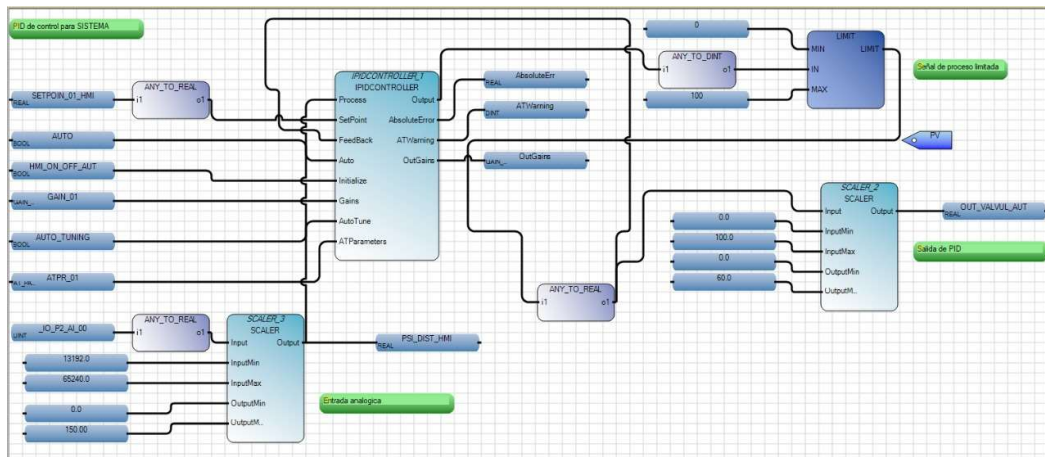


Figura 99.Bloque funcional

El bloque de comunicación que se observa en la figura 100 del variador de frecuencia, este bloque se encuentra configurado para enlazar el variador con el PLC a través de un protocolo de comunicación ethernet/ip en este escribimos y leemos datos en tiempo real de esta manera se obtiene un control eficiente sobre el motor.

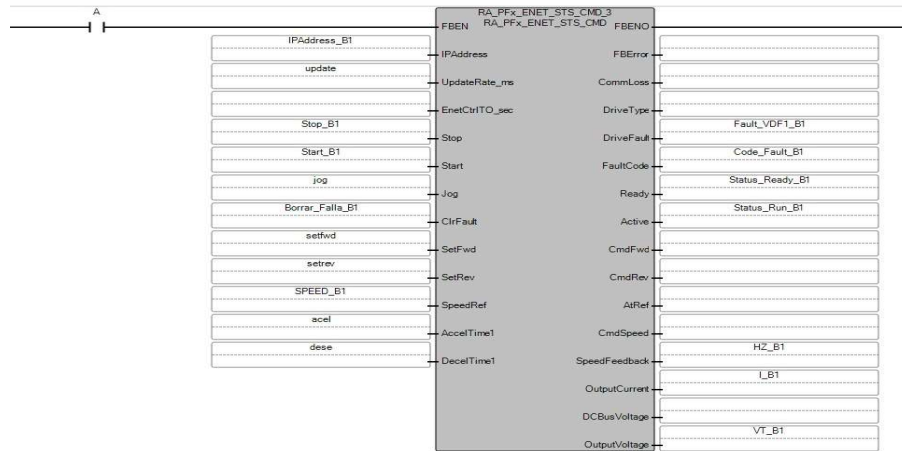


Figura 100.Bloque de comunicación

En este segmento se encuentra la marcha y el paro del sistema, que se encuentran ubicados en el HMI.



Figura 101.Marcha y paro en el HMI.

En este segmento se observa, que cuando el variador se encuentra operando una luz piloto verde se encenderá para indicar el funcionamiento correcto.



Figura 102.Funcionamiento correcto

En esta línea se realizó que cuando el variador se encuentra desactivado, se asigne una frecuencia de 0.0 mientras que cuando se active el variador de

frecuencia su consigna proviene de la salida de la PID para de esta manera lograr regular el sistema hidráulico del sistema de presión constante a través de un lazo cerrado.



Figura 103. Desactivado y activado

Este segmento se realizó para que el paro de emergencia no solo detenga el sistema por completo, sino que también active una luz piloto roja para que indique cuando el sistema se ha detenido.



Figura 104. Paro de emergencia con indicador

Este bloque es para cuando el variador de frecuencia se mantenga superior a 45hz por más de 20 segundos, se active la bomba de ayuda a través del contactor, esto con el objetivo de lograr compensar la demanda de agua.

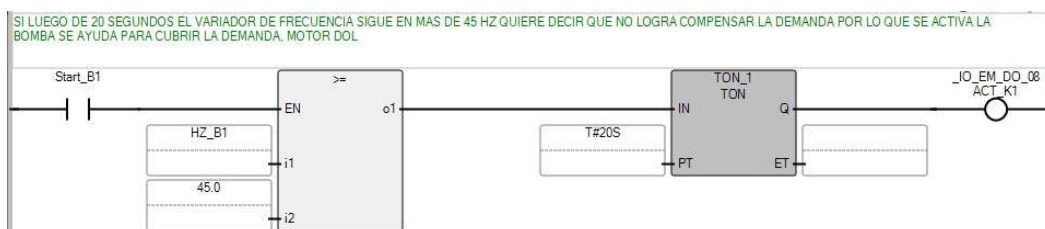
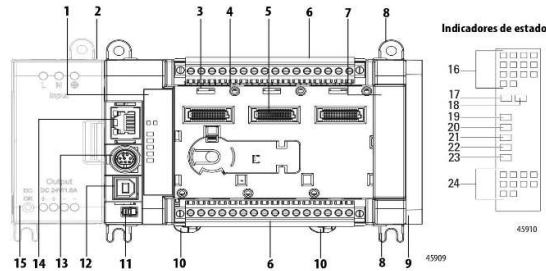


Figura 105. Active las bombas

Anexo 10: DATASHEET DEL PLC.

Controladores Micro850

Controladores Micro850 de 24 puntos e indicadores de estado



Descripción de controlador

Descripción	Descripción
1 Indicadores de estado	9 Cubierta de ranura de E/S de expansión
2 Ranura de fuente de alimentación eléctrica opcional	10 Seguro de montaje en riel DIN
3 Seguro enchufable	11 Mode switch
4 Agujero para tornillo de módulo enchufable	12 Puerto USB de conector tipo B
5 Conector enchufable de alta velocidad de 40 pines	13 Puerto serial combinado no aislado RS232/RS485
6 Bloque de terminales E/S extraíble	14 Conector RJ-45 Ethernet (con indicadores LED verde y amarillo incorporados)
7 Cubierta de lado derecho	15 Fuente de alimentación eléctrica opcional
8 Agujero para tornillo de montaje/pie de montaje	

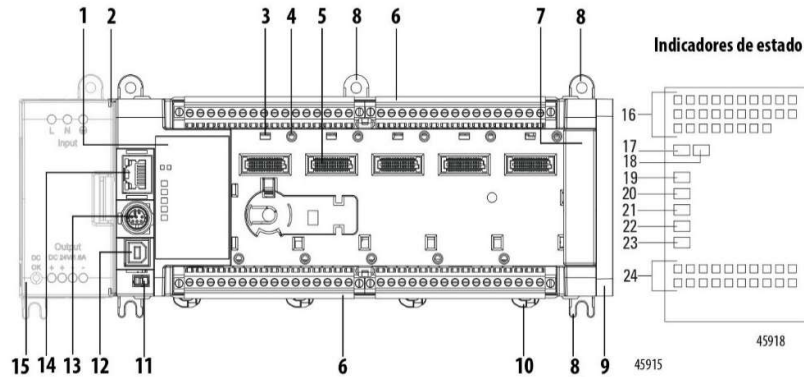
Descripción de indicadores de estado⁽¹⁾

Descripción	Descripción
16 Estado de entrada	21 Estado de fallo
17 Estado de módulo	22 Estado de forzado
18 Estado de red	23 Estado de comunicaciones en serie
19 Estado de alimentación eléctrica	24 Estado de salida
20 Estado de marcha	

(1) Para obtener descripciones detalladas de los diferentes indicadores de estado LED, consulte [Resolución de problemas en la página 257](#).

Figura 106. Datasheet Plc

Controladores Micro850 de 48 puntos e indicadores de estado



Descripción de controlador

	Descripción		Descripción
1	Indicadores de estado	9	Cubierta de ranura de E/S de expansión
2	Ranura de fuente de alimentación eléctrica opcional	10	Seguro de montaje en riel DIN
3	Seguro enchufable	11	Mode switch
4	Agujero para tornillo de módulo enchufable	12	Puerto USB de conector tipo B
5	Conector enchufable de alta velocidad de 40 pines	13	Puerto serial combinado no aislado RS232/RS485
6	Bloque de terminales E/S extraíble	14	Conector RJ-45 EtherNet/IP (con indicadores LED amarillo y verde incorporados)
7	Cubierta de lado derecho	15	Fuente de alimentación eléctrica de CA opcional
8	Agujero para tornillo de montaje/pie de montaje		

Descripción de indicadores de estado⁽¹⁾

	Descripción		Descripción
16	Estado de entrada	21	Estado de fallo
17	Estado de módulo	22	Estado de forzado
18	Estado de red	23	Estado de comunicaciones en serie
19	Estado de alimentación eléctrica	24	Estado de salida
20	Estado de marcha		

(1) Para obtener descripciones detalladas de estos indicadores de estado LED, consulte [Resolución de problemas en la página 257](#).

Nota: puede pedir los siguientes bloques de terminales de repuesto por separado:

- 2080-RPL24RTB para controladores base de 24 puntos
- 2080-RPL48RTB para controladores base de 48 puntos

Figura 107. Datasheet Plc

Anexo 11: DATASHEET DEL VDF.

PowerFlex 520-Series AC Drive Advanced Features

Control Performance

- **Variety of motor control options, including:**
 - Volts per Hertz (V/Hz)
 - Sensorless Vector Control (SVC)
 - Closed loop velocity vector control (PowerFlex 525 drives only)
 - Permanent Magnet motor control (PowerFlex 525 drives only)
- **Variety of Positioning Control, including:**
 - PointStop™ stops motor load in a consistent position without encoder feedback
 - Closed loop feedback with an optional encoder card (PowerFlex 525 drives only)
 - Point-to-point positioning mode (PowerFlex 525 drives only)
- **Integral PID** functionality enhances application flexibility (PowerFlex 523 drives have one PID loop, PowerFlex 525 drives have two PID loops)

I/O Wiring

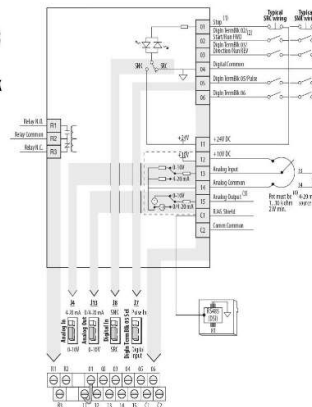
PowerFlex 523

- **One Analog Input** (unipolar voltage or current) independently isolated from the rest of the drive I/O.
- **Five Digital Inputs** (four programmable) provide application versatility.
- **One Analog Output**^(a) which is jumper selectable between either 0...10V or 0...20 mA. This scalable, 10-bit output is suitable for metering or as a speed reference to another device.
- **One Relay Output** (form C) can be used to indicate various drive, motor or logic conditions.

PowerFlex 525

- **Two Analog Inputs** (one unipolar and one bipolar) are independently isolated from the rest of the drive I/O. These inputs can be toggled via a digital input.
- **Seven Digital Inputs** (six programmable) provide application versatility.
- **One Analog Output** which is jumper selectable between either 0...10V or 0...20 mA. This scalable, 10-bit output is suitable for metering or as a speed reference to another drive.
- **Two Opto Outputs and two Relay Outputs** (one form A and one form B) can be used to indicate various drive, motor or logic conditions.

PowerFlex 523 Series B Control I/O Wiring Block Diagram



PowerFlex 525 Control I/O Wiring Block Diagram

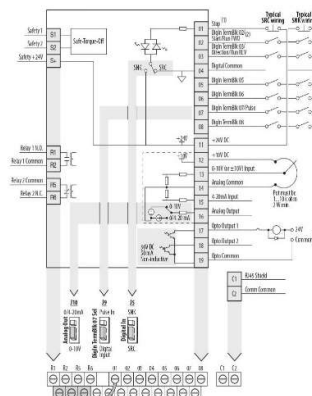


Figura 108.Datasheet del VDF

Communications

- **Embedded EtherNet/IP™ port** allows easy configuration, control, and collection of drive data over the network. (PowerFlex 525 drives only)
- **Dual-port EtherNet/IP option card** supports Device Level Ring (DLR) topologies, providing **fault-tolerant connectivity** for optimum drive availability.
- **Integral RS485/DSI communications** enable the drives to be used in a multi-drop network configuration.
- Optional communication cards such as **DeviceNet™**, and **PROFIBUS DP** can improve machine performance.
- **Online EDS file creation** with RSNetWorx™ providing ease of set-up on a network.

Optimized for Common DC Bus Installations

Enhanced Control of Internal Precharge

Common DC Bus offers additional inherent breaking capabilities by utilizing all the drives/loads on the bus for energy absorption offering higher efficiency and cost savings. The PowerFlex 520-Series drive has been optimized for use in **Common DC Bus** or **Shared DC Bus** installations.

- Configurable precharge control using digital inputs.
- Direct DC Bus connection to power terminal blocks.

Improved Ride-through

Operation Down to 1/2 Line Voltage

The PowerFlex 520-Series drive allows for the selection of **1/2 DC Bus operation**, for use in critical applications where continued drive output is desired even in the event of brown out or low voltage conditions. The PowerFlex 520-Series drive also supports **enhanced inertia ride-through** for additional low voltage mitigation.

- Selectable 1/2 line voltage operation.
- Increased power loss ride-through.

Additional Features of PowerFlex 525 Drives

Closed Loop Feedback

Encoder/Pulse Train Input

The PowerFlex 525 drive allows for configurable closed loop control with an optional encoder card for either speed or position feedback for improved speed regulation, basic position control, or other pulse inputs for motor control.

- Improved speed regulation
- Basic position control

Anexo 12: DATASHEET DEL HMI.

Table 2 - Technical Specifications - PanelView Component C400, C600, and C1000 Terminals

				
Attribute	C400 2711C-T4T	C600 2711C-T6T	C600 2711C-T6M	C1000 2711C-T10C
Display type	Color transmissive TFT active matrix LCD	Color transmissive TFT active matrix LCD	Monochrome transmissive FSTN passive matrix	Color transmissive TFT active matrix LCD
Display size	4.3-in.	5.7-in.		10.4-in.
Display area (WxH)	95 x 53.86 mm (3.74 x 2.12 in.)	115 x 86 mm (4.53 x 3.39 in.)		211 x 158 mm (8.31 x 6.22 in.)
Resolution	480 x 272	320 x 240		640 x 480
Backlight	40,000 hours life, min; not replaceable		50,000 hours life, min; not replaceable	
	White status backlight	White status backlight	CCFL	
Operator input	Analog touch Actuation rating: 1 million presses			
Real-time clock	Battery backup			
Battery life	5-year min at 25 °C (77 °F)			
Programming port	USB device port or Ethernet port			
Communication ports	RS-232 (DH-485), RS-232 (DF1), RS-485, Ethernet Multi-vendor communication available for Modbus, Modbus/TCP, and Siemens MPI devices			
Memory card	USB flash drive	USB flash drive Secure Digital (SD) card: Cat. no. 2711C-RCSD, USB to SD adapter with SD card		
Software	DesignStation software, version 2.0 or later Web-enabled software resident in terminal that is accessed through web browser Browser support: Firefox 3.0, Internet Explorer 7 or 8 Emulator available			
Preferred controller	MicroLogix, SLC, and Micro800 controllers			
Input voltage, DC	18...30V DC (24V DC nom)	18...30V DC (24V DC nom)		
Power consumption, DC	3.5 W max (0.14 A at 24V DC)	10 W max (0.42 A at 24V DC)		18 W max (0.75 A at 24V DC)
Weight, approx	0.35 g (0.76 lb)	0.68 g (1.48 lb)		1.57 kg (3.41 lb)
Dimensions (HxWxD), approx	113 x 138x 43 mm 4.45 x 5.43 x 1.69 in.	154 x 209 x 57 mm 6.0 x 8.23 x 2.25 in.		250 x 308 x 54 mm 9.84 x 12.13 x 2.13 in.
Cutout dimensions (HxWxD), approx	99 x 119 mm 3.9 x 4.69 in.	136 x 190 mm 5.35 x 7.48 in.		232 x 290 mm 9.13 x 11.42 in.

Figura 110.Datasheet C400

Figure 3 - PanelView Component C400 Touch Terminal

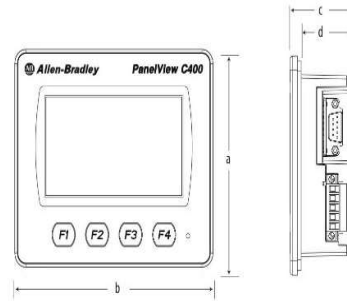


Figure 4 - PanelView Component C600 Touch Terminal

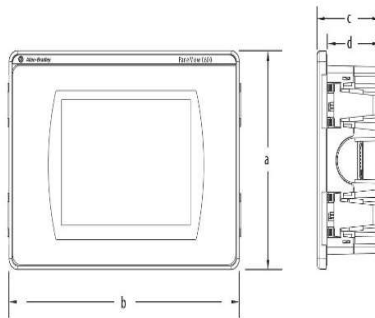


Figure 5 - PanelView Component C1000 Touch Terminal

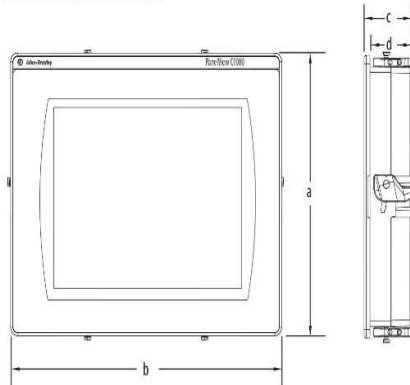


Table 4 - Dimensions - PanelView Component C400, C600, and C1000

PanelView Component	Height, approx	Width, approx	Depth Overall, approx	Mounted Depth, approx	Cutout Height, approx	Cutout Width, approx
	a	b	c	d	mm (in.)	mm (in.)
C400 Touch	113 mm (4.45 in.)	138 mm (5.43 in.)	43 mm (1.69 in.)	38 mm (1.49 in.)	99.0 ± 1.0 (3.90 ± 0.04)	119.0 ± 1.0 (4.69 ± 0.04)
C600 Touch	154 mm (6.0 in.)	209 mm (8.23 in.)	57 mm (2.25 in.)	49 mm (1.93 in.)	135.0 ± 1.0 (5.31 ± 0.04)	189.0 ± 1.0 (7.44 ± 0.04)
C1000 Touch	250 mm (9.84 in.)	308 mm (12.13 in.)	54 mm (2.13 in.)	49 mm (1.93 in.)	231.0 ± 1.0 (9.09 ± 0.04)	289.0 ± 1.0 (11.38 ± 0.04)

Figura 111.Datasheet C400

Anexo 11: PLANOS ELECTRICOS

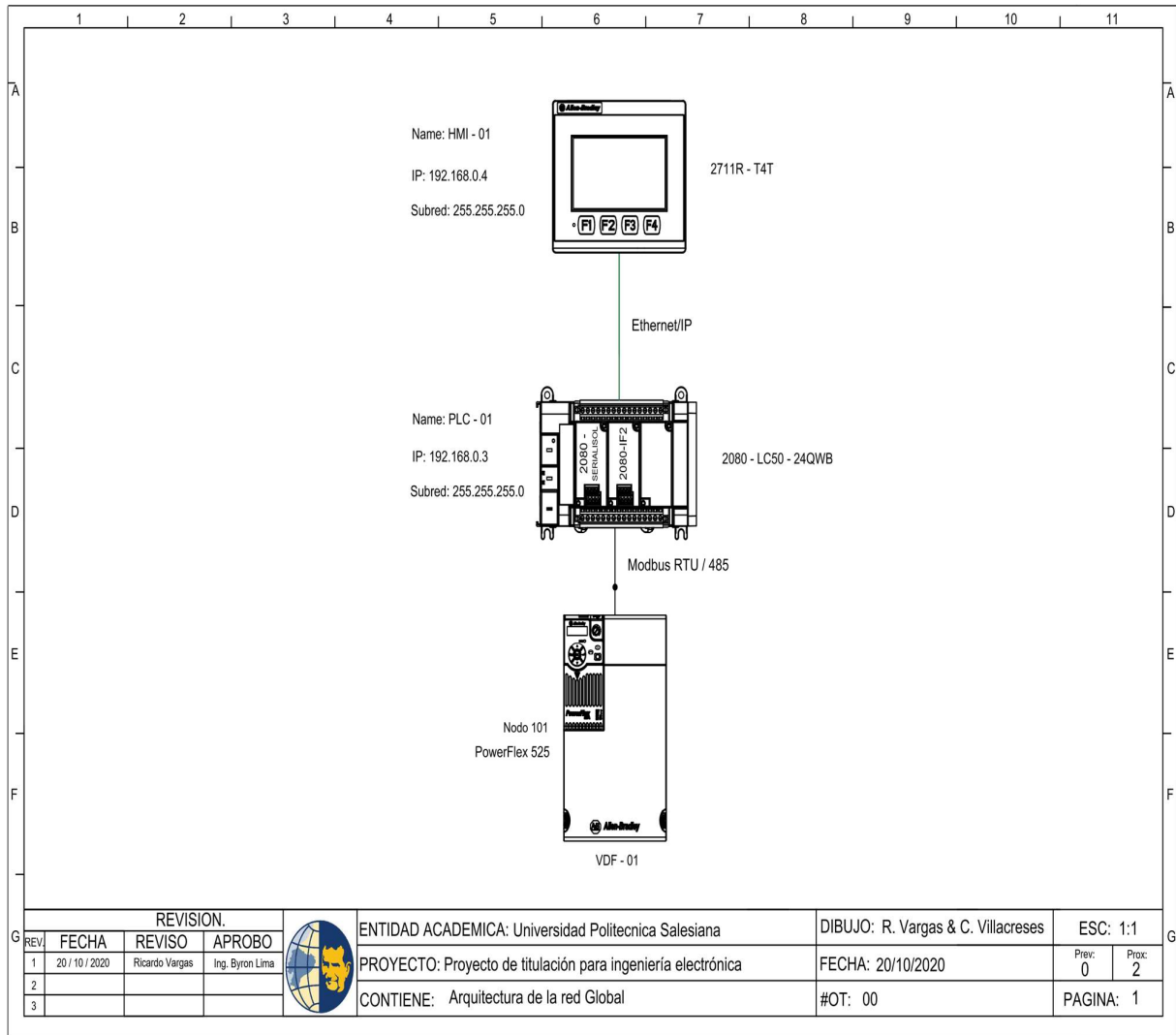


Figura 112.Arquitectura de red global

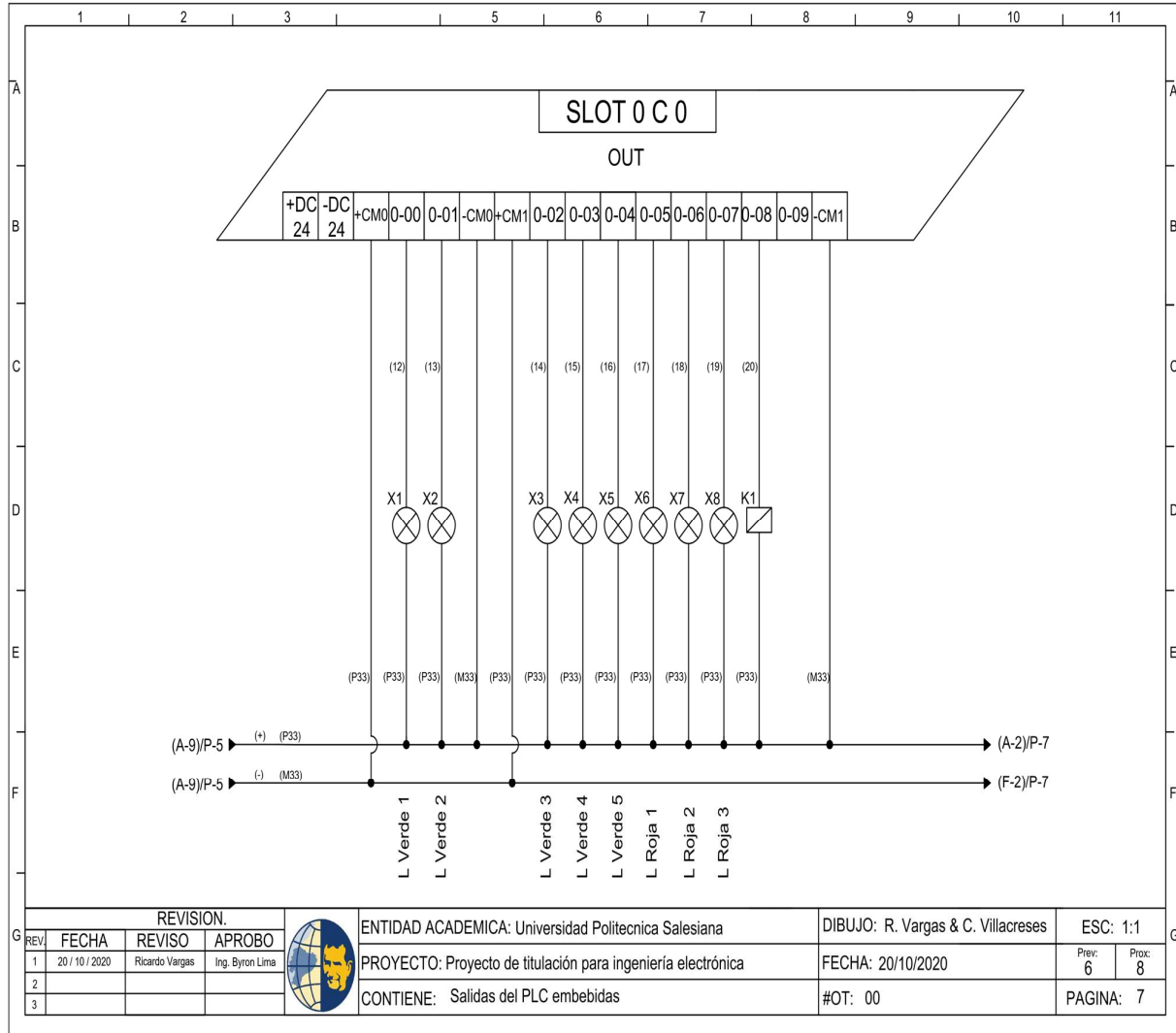


Figura 113.Salidas de PLC

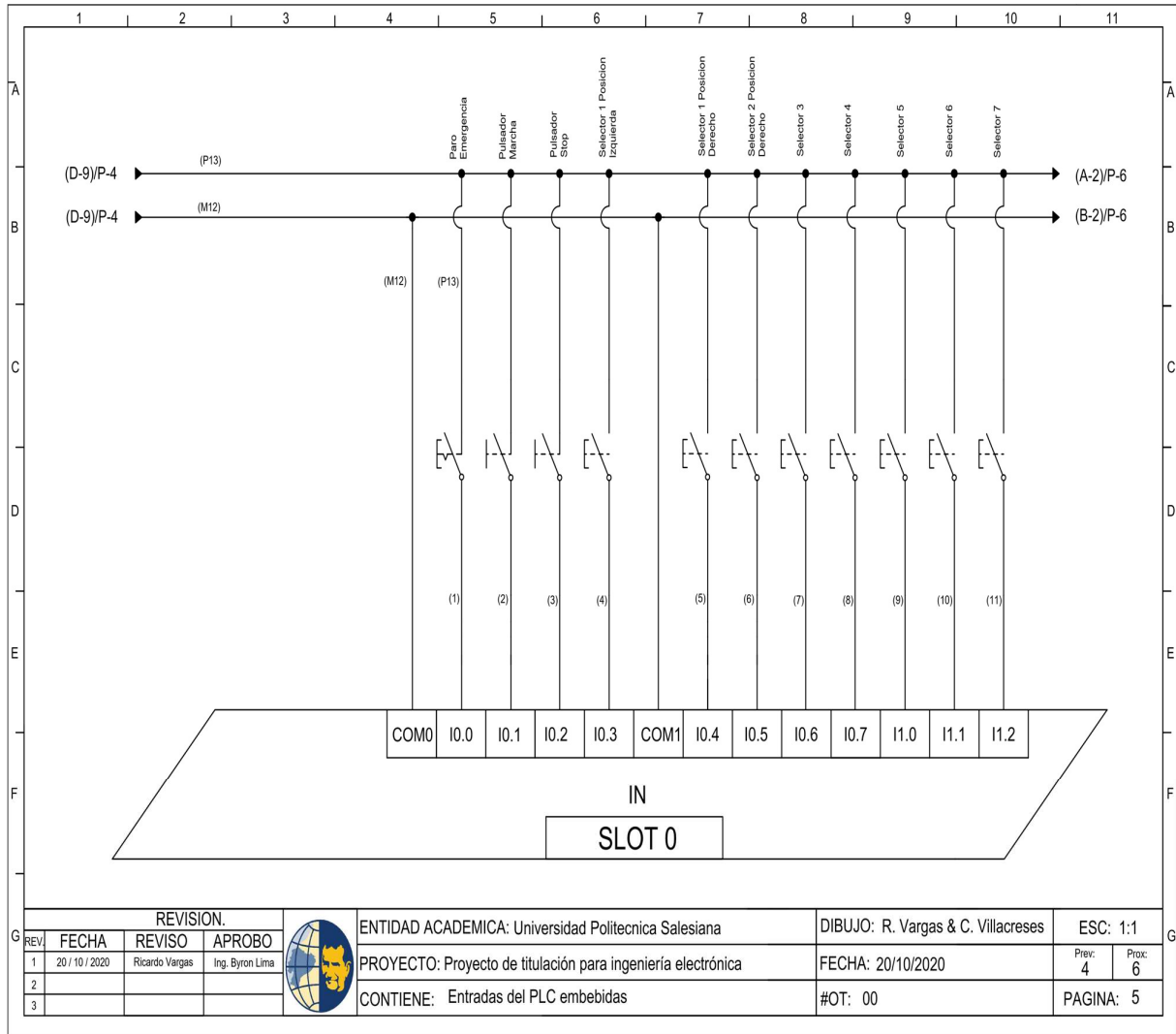


Figura 114. Entradas del PLC

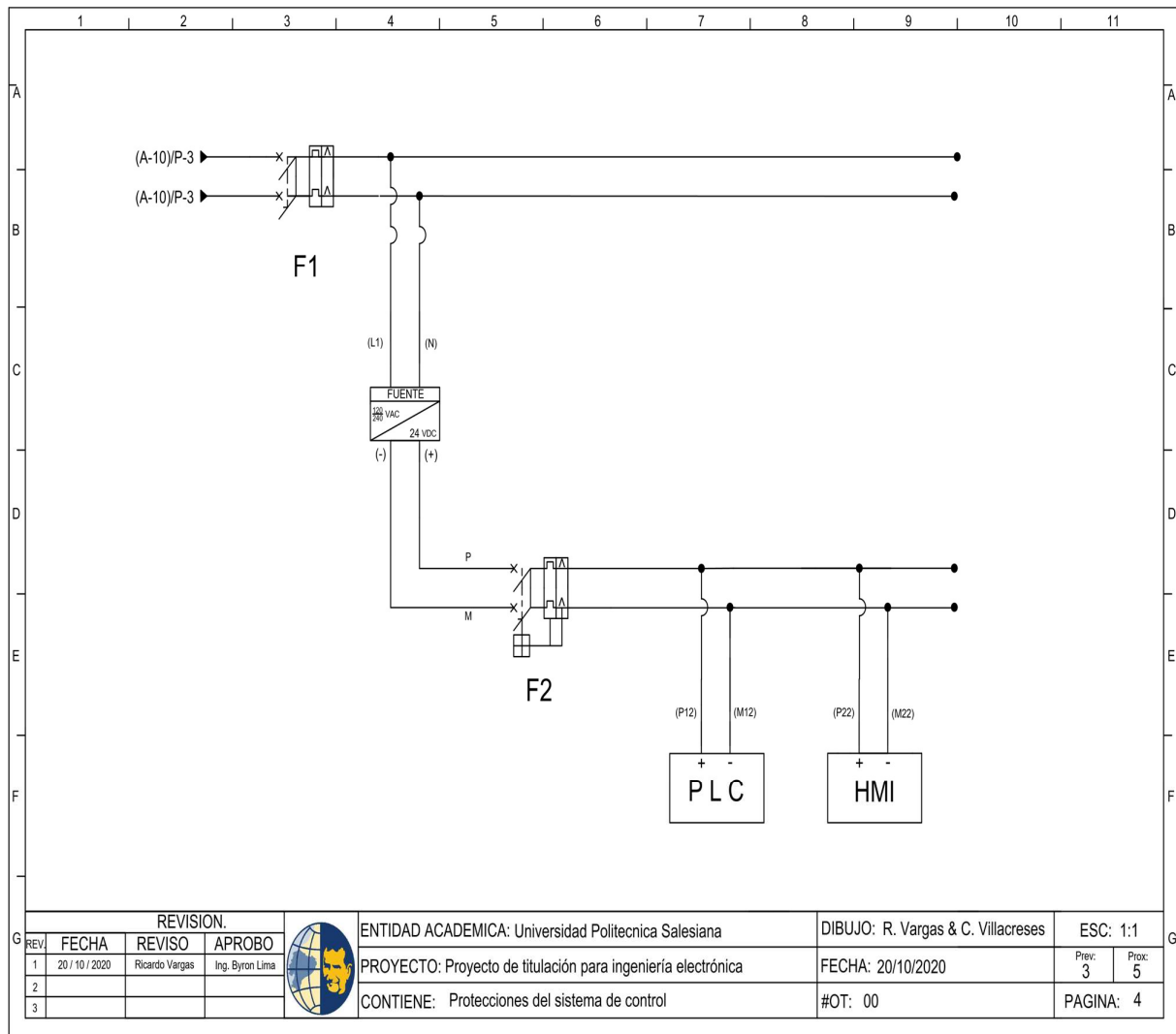


Figura 115. Protecciones del sistema de control.

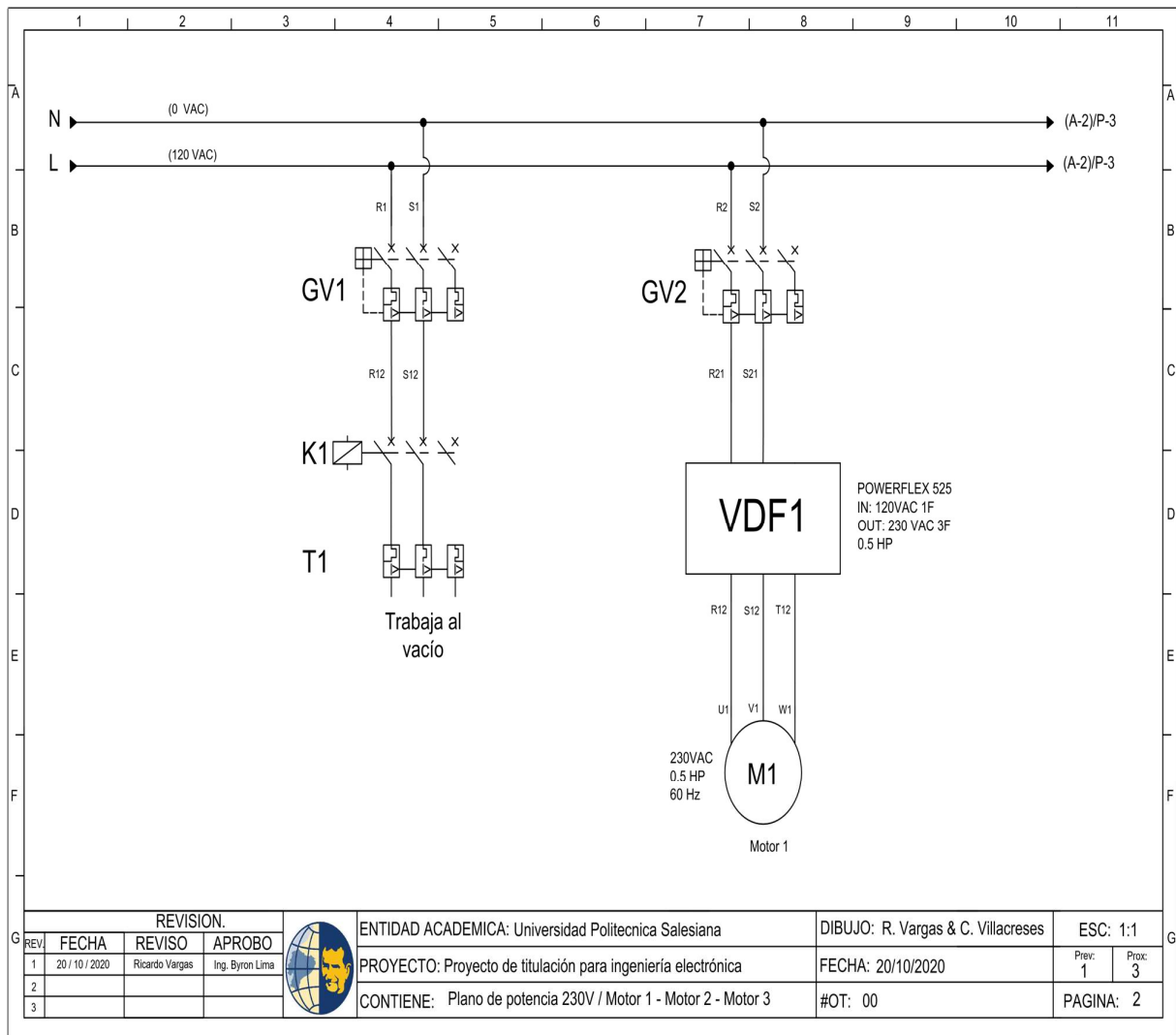


Figura 116. Plano de potencia del motor.

Bibliografía

- Abarca, O. (2017). *Automatización de cambios de flujos de harina planta Chiapas*. CHIAPAS: Tecnológico Nacional de México/campus Tuxtla Gutiérrez, Centro Información.
- Alcántara, J. (2017). *Diseño e implementación de aplicación multiplataforma móvil con funciones de encriptamiento y privacidad de datos orientada a la seguridad estudiantil de la Universidad de Ciencias y Humanidades, distrito - Los Olivos 2014*. Los Olivos : FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA.
- Allan Bradley. (2013). *Sistema de controlador logico Micro 850*. E.E.U.U: Rockwell Automation.
- Ascanio, J., & Sandoval, C. (2018). TECNIFICACIÓN PARA EL CONTROL DE PRESIÓN Y EMULACIÓN DE RIEGO USANDO EL CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE Y SOFTWARE TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION. *Revista Colombiana de Tecnología de Avanzada*, 32.
- Bravo, K., & Martillo, K. (2019). *Economía circular y la industria 4.0 como estrategia del Comercio Internacional en el Ecuador*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas.
- Bustamante, L. (2018). *Diseño de un sistema automatizado en la etapa de ensacado para incrementar la productividad en la empresa Molisam I E.I.R.L*. Peru: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ccapa, P. (2019). *Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9kv (Operación Inicial 10kv) para Suministrar Energía Eléctrica a las Instalaciones de La Empresa MDH-PD S.A.C*. Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Cevallos, M., & Huiracicha, C. (2015). *Diseño e implementación de maletas didáctica para el control de motores utilizando variadores de velocidad para el control de llenado*. Guayaquil : UPS.
- Chaupis, L. (2018). *Redes físicas El modelo de OSI. El modelo TCP/ IP. Protocolos de transmisión. Componentes de la red, tarjetas, cables, conectores. Equipos de red: Modem, hub, NIC, switch, sus diferencias. Cableado estructurado. Fibra óptica, topologías físicas, estructura*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN.
- Cruz, N. (2017). *Diseño de un Sistema Scada para el Monitoreo del Caudal de Aguas en Tuberías utilizando el protocolo de Redes Industriales Modbus de Labview para la Empresa Led Ingenieros*. Puno : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- Cruz, V. (2018). *APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO EN LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO PLANTAS DIDÁCTICAS CON VARIABLES TÍPICAS*. Arequipa : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.
- Dicao, J., & Veliz, E. (2019). *REPOTENCIACIÓN DE TRES MALETAS DIDÁCTICAS, CON MINI PLC LOGO + HMI, PARA REALIZAR APLICACIONES CON MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA*. Guayaquil: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .
- Etchart, W., & Martinovic, A. (2018). *"Sistema de control aplicado a comunas rurales aisladas y su vinculación con Internet de las cosas (IoT)"*. Argentina : Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- García, F. M. (2013). *CONTROLADORES PID*. Madrid: ETSI de Informática, UNED.
- Gonzalez, J., & Motta, L. (2019). *implementación del sistema de comunicación por línea de potencia PLC para su uso en redes inteligente de distribución*. Bogotá: Universidad de La Salle.

- Hermenegildo, B., & Orellana, A. (2015). *Diseño e implementación de maletas didácticas con los mini PLCs logo y Zelio para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores*. Guayaquil : UPS.
- Iquise, F. (2018). *Variación del circuito de alimentación de las protecciones de control del transformador de 4160/480 VAC*. Arequipa : Universidad Continental.
- Llorenç, A. (2019). *La Industria 4.0 en la sociedad digital*. Barcelona : ICG .
- Mejía, A., Jabba, D., Carrillo, G., & Caicedo, J. (2019). *Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial*. Granada : Universidad de Granada, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos.
- Molina, J., Zea, M., Contento, M., & García, F. (2017). Metodologías de desarrollo en aplicaciones web. *Dialnet*, págs. 54-71.
- Moreno, M. (2020). *Guía para identificar los procesos que deben ser automatizados en la transformación digital*. Medellín: Repositorio Institucional Universidad EAFIT .
- Páez, H., Zabala, V., & Zamora, R. (2015). *Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización* . Barranquilla: Universidad de la Costa.
- Palacios, J. (2016). *Automatización del sistema de control de una máquina estuchadora para el proceso de envasado de Avena Quaker en caja*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- Parrales, M., & Zavala, J. (2018). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN MÓDULO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA PARA EL MEJORAMIENTO DE PRÁCTICAS EN LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN Y REDES*. Jipijapa : UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.
- Piundo, L. (2018). *CONTROL PRESUPUESTARIO Y PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO - 2018*. Peru: Universidad Huanuco.
- Programarfacil.com. (2020). *I2C cómo conectar dos Arduino mediante este protocolo*. Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/conectar-dos-arduinos-i2c/>: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/conectar-dos-arduinos-i2c/>
- Pulley, I., & Flores, J. (2019). *Automatización del proceso de generación de vapor mediante un plc y una hmi para el departamento de esterilización del hospital León Becerra de Guayaquil*. Guayaquil : Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Ramos, F. (2017). *Implementación De Una Arquitectura Cliente Servidor A Través Del Software Ignition Para Obtener, Visualizar Y Manipular Los Datos Provenientes De Cuatro Controladores Allen Bradley, Utilizando Una Raspberry Pi 3 Como Cliente Y Un PC Hp Como Servidor En La*. Bogota: Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD .
- Reinoso, J. (2016). *Modernización del sistema de control y visualización de la línea de lavado de botellas en The Tesalia Springs Company S.A*. Quito: Escuela Politecnica Nacional .
- Revista de Robots. (2020). *Empresas de Robótica y Automatización Industrial en Córdoba*. *Revista de Robots*.
- Rincon, D., Barrera, H., & Arango, J. (2015). *Estudio de prefactibilidad para crear Deportiva una aplicación móvil que actualice informe y procese datos de programas de actividad física realizados con recursos de presupuestos participativo en la comuna 80 corregimiento San Antonio de Prado*. San Antonio de Prado: Institución Universitaria Esumer.
- Rivera, J., Paucar, L., & Chafloque, A. (2019). *“CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE DE SALIDA TIPO RELÉ, BASADO EN ARDUINO PARA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE*

ETAPAS DE PROCESOS INDUSTRIALES". Callao-Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

- Romero, C. (2017). *Control de un puente grúa mediante autómatas programables basado en una función genérica de eje*. España : Universidad de Valencia .
- Romero, H. (2018). *Ciberseguridad en sistemas de control industrial o ICSs*. España: Universitat Oberta de Catalunya.
- Romero, J., & Romero, J. (2019). *Lidera tu empresa en la cuarta revolución*. Ex Libris.
- Siadén, D. (2016). *Diseño de un sistema para el ahorro de energía en el edificio Park Office La Molina*. Lima: Universidad Nacional Pedro Ruiz Cuello.
- Siemens. (2015). Parámetros PID V1.
- Siemens. (s.f.). *Siemens*. Obtenido de <https://docs.rs-online.com/d312/0900766b810eeced.pdf>
- Simón, F. (2016). *Extensiones al protocolo Modbus en el ámbito de los sistemas de control de edificios*. España : Universidad de Sevilla. Departamento de Tecnología Electrónica.
- Tene, J., & Bravo, A. (2019). *Diseño e implementación de una maleta didáctica master-esclavo con servo motor industrial, goodrive35, autómatas y pantalla hmi, utilizando protocolo de comunicación rs 485 modbus rtu para la empresa Simalec cía Ltda*. Guayaquil: Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Triviño, R. (2018). *Estudio de un sistema multiagente inteligente basado en microcontroladores de 32 bits aplicado a un sistema contraincendios para un laboratorio universitario*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Vargas, A. (2016). *Propuesta de arquitectura empresarial en el contexto de colaboración jerárquica para el soporte a la toma de decisiones en situaciones de eventos inesperados*. Valencia : Universitat Politècnica de València.
- Vega, A. (2017). *Estudio e implementación de plataformas de desarrollo digitales modernas para ser utilizados en aplicaciones con convertidores Estáticos de Energía*. Quito : Escuela Politécnica Nacional .
- Villabona, J. (2015). *Power Flex-520 Serie AC Drives*. USA: Superredes.
- Villamar, H., & Villon, E. (2015). *Diseño e implementación de una maleta didáctica para el levantamiento de comunicación industrial mediante la red As-Interface en el laboratorio de fabricación flexible*. Guayaquil : PLC MICRO 850 .