

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENÍERIA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN E INTERNET DE LAS COSAS"

Autor:

LUIS ANDRÉS AGUIRRE PARRA

Tutor:

ING. VÍCTOR MANUEL HUILCAPI SUBÍA, PhD.

GUAYAQUIL-ECUADOR

JUNIO 2021

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Aguirre Parra Luis Andrés con documento de identificación Nº.0941477317, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, octubre del 2021

Atentamente,

Nombre: Luis Andrés Aguirre Parra Cédula: 0941477317 Fecha: 29-09-2021

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo Luis Andrés Aguirre Parra, con documento de identificación N° 0941477317, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN E INTERNET DE LAS COSAS", 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 cedidos anteriormente.

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

Nombre: Luis Andrés Aguirre Parra Cédula: 0941477317 Fecha: 29-09-2021

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Huilcapi Subia Víctor Manuel, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN E INTERNET DE LAS COSAS, realizado por Aguirre Parra Luis Andrés con documento de identificación Nº 0941477317, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de trabajo de titulación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, octubre del 2021.

Ing. Víctor Manuel Huilcapi Subia, Ph.D

Tutor

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto de titulación a mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente, a mis abuelitos, a mis hermanos, quienes me apoyaron durante todo el proceso, gracias por todo.

Agradecimiento

Ante todo, a Dios y a la Virgen Santísima, a quienes puse mi Fe y encomendé el presente proyecto, a mi tutor Ing. Víctor Manuel Huilcapi Subía, PhD quien supo guiarme durante el desarrollo del proyecto con paciencia y sabiduría, a mis familiares que también me apoyaron con su tiempo, recursos y apoyo incondicional.

Resumen

La necesidad de que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica cuenten con módulos didácticos que les permitan practicar lo aprendido en las aulas, y que lo realicen en condiciones simuladas seguras, permitiendo de esta manera adquirir experticia con los equipos que encontraran en la industria y en su vida profesional en cuento a la automatización, motivó a que se realice el DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN E INTERNET DE LAS COSAS. El presente proyecto se utilizará para prácticas en el Laboratorio de Automatización Industrial, el cual se lo realizó utilizando componentes de automatización actualizados e innovadores, como utilizar elementos de marcas nuevas y que son completamente compatibles con elementos de marcas tradicionales o posicionadas como SIEMENS, se utilizó como estructura base un maletín metálico, en el cual se colocaron un variador de frecuencia INVT, un controlador lógico programable INVT, un motor eléctrico de ¾, SIEMENS, un HMI de 4.3" INVT, un LOGO SIEMENS 8.3, un módulo de ampliación SIEMENS LOGO, los cuales se los programo de tal manera para que se puedan realizar prácticas acorde al uso industrial de estos y su utilización mediante IOT. Se realizaron cinco prácticas las cuales demostraron que pueden ser perfectamente compatibles los elementos utilizados y estas también se pudieron realizar de manera remota utilizando el IOT o Internet de las cosas, inclusive se demostró que pueden llegar mensajes del status o resultado de los equipos al celular mediante el uso de la aplicación de WhatsApp. Es de suma importancia que los próximos graduados sigan aportando con módulos de este tipo para permitir la actualización y conocimiento de estas tecnologías en beneficio de los futuros ingenieros electrónicos.

Palabras clave: IOT, PLC, Variador, Módulo de Entrenamiento, HMI, Automatización.

Abstract

The need for students of the Electronic Engineering career to have didactic modules that allow them to practice what they have learned in the classroom, and to do it in safe simulated conditions, thus allowing them to acquire expertise with the equipment they will find in the industry and in their professional life regarding automation, he motivated the DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TRAINING MODULE BASED ON AUTOMATION DEVICES AND THE INTERNET OF THINGS. This project will be used for practices in the Industrial Automation Laboratory, which was carried out using updated and innovative automation components, such as elements of new brands that are completely compatible with elements of traditional or positioned brands such as SIEMENS. Five practices were carried out which showed that the elements used can be perfectly compatible and these could also be conducted remotely using the IOT or Internet of things, it was even demonstrated that messages of the status or result of the equipment can reach the cell phone through the use of the WhatsApp application. It is of utmost importance that future graduates continue to contribute with modules of this type to allow the updating and knowledge of these technologies for the benefit of future electronic engineers.

Keywords: IOT, PLC, Drive, Training Module, HMI, Automation.

Tabla de contenido

CAPÍT	ULO I			
1 Ma	Marco Referencial 14			
1.1	Planteamiento del problema	14		
1.2	Delimitación del problema	14		
1.2	2.1 Espacial	14		
1.2	2.2 Temporal	15		
1.2	2.3 Académica	15		
1.3	Objetivos	15		
1.3	3.1 Objetivo General	15		
1.4	Justificación	16		
1.5	Descripción de la propuesta			
1.5	5.1 Prácticas que podrán ser realizadas con el módulo			
1.6	Beneficiarios de la propuesta			
1.7	Métodos			
CAPÍT	ULO II			
2 Ma	Iarco Teórico			
2.1	Variador de Frecuencia GD10			
2.2	Controlador lógico programable serie IVC1L			
2.3	Motor eléctrico de ³ / ₄ HP			
2.4	HMI INVT 4.3" serie VK			
2.5	Logo 8.3 Siemens			
2.6	Módulo de Ampliación Siemens LOGO!			
2.7	Fuente de Alimentación			
2.8	Breaker de 10 Amperios			
2.9	Switch Ethernet de 5 puertos			
2.10	Conectores tipo banana macho y hembra			
2.11	Botonera Paro de Emergencia			
2.12	Internet de las cosas IOT			
2.13	Módulo de entrenamiento			
2.14	INVT Studio			

	2.15	Software de Programación AutoStation	5
	2.16	Programa Node Red	7
	2.17	Programa Wincc	3
	2.18	LOGO!Soft Comfort V8.3	9
	2.19	Industria 4.0)
С	APÍTU	LO III	1
3	Des	arrollo del proyecto	1
	3.1	Diseño y análisis de la propuesta técnica del proyecto 4	1
	3.1.	1 Diseño del panel de conexiones	2
	3.1.	2 Diseño de la estructura del módulo	5
	3.2	Implementación de los controladores y actuadores 40	5
	3.3	Programas que fueron elegidos para el presente proyecto	9
	3.4	Elaboración de los terminales de prueba	2
С	APÍTU	LO IV	3
4	Des	arrollo de las prácticas propuestas	3
	4.1 variad	Práctica # 1 Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con or de frecuencia por señales digitales	3
	4.2 Pr movir	áctica # 2 Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en niento continuo e intermitente64	4
	4.3 INVT	Práctica # 3 Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT industrial .65	
	4.4 frecue	Práctica # 4 Control de movimiento intermitente, comunicación de variador de ncia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunicados por RS 4856	6
	4.5 Pr en fun variab	áctica # 5 Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o KPI del moto cionamiento y su visualización a través de la pantalla del HMI, establecer control de par le mediante comunicación con SCADA.	r 8
С	onclusi	ones	9
R	ecome	ndaciones)
В	ibliogr	afía7	1
A	nexos .		4
	An var	exo 1: Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con iador de frecuencia por señales digitales74	4
	An	exo 2: Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en	
	mo	vimiento continuo e intermitente)

Anexo 3: Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT ind INVT.	lustrial 87
Anexo 4: Control de movimiento intermitente, comunicación de variador	de
frecuencia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunica	dos por RS
485	
Anexo 5: Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o motor en funcionamiento y su visualización a través de la pantalla del HM	KPI del II. establecer
control de par variable mediante comunicación con SCADA.	
Anexo 6: Plano Eléctrico	106
Anexo 7: Diseño de la serigrafia del tablero	107

Índice de Figuras

Figura 1 Propuesta visualizada en diagrama de bloques	17
Figura 2 Maleta didáctica INVT	18
Figura 3 Variador de Frecuencia GD10	21
Figura 4 Controlador Lógico Programable PLC IVC1L	22
Figura 5 Motor Eléctrico	23
Figura 6 HMI INVT serie VK	24
Figura 7 Logo 8.3 Siemens	25
Figura 8 Módulo de Ampliación Siemens LOGO	26
Figura 9 Fuente de alimentación 24Vdc	27
Figura 10 Breaker de 10 Amperios	28
Figura 11 Switch TP-link de 5 puertos	29
Figura 12 Conector tipo banana	30
Figura 13 Botón Paro de Emergencia	31
Figura 14 Internet de las cosas IOT	32
Figura 15 Módulo de Entrenamiento	33
Figura 16 INVT Studio software	34
Figura 17 Software de Programación AutoStation	36
Figura 18 Representación gráfica del programa Node-RED	37
Figura 19 Representación gráfica del programa Wincc	38
Figura 20 Representación gráfica del programa 2.18 LOGO!Soft Comfort V8.3	39
Figura 21 Industria 4.0	40
Figura 22 Diagrama de bloques de la propuesta técnica.	42
Figura 23 Esquema diseñado del panel de conexiones	44
Figura 24 Ilustración gráfica del tablero metálico base para el módulo didáctico.	45
Figura 25 Ilustración gráfica de la colocación de los elementos dentro del módulo didáctico)49
Figura 26 Ilustración gráfica de la elaboración de los terminales de prueba tipo banana	62
Figura 27 Selección de PLC por medio de Auto Station.	74
Figura 28 Conexión vía serial con el PLC por medio de Auto Station.	76
Figura 29 Arranque con un pulso mediante la entrada X0.	77
Figura 30 Rotación del motor hacia adelante y desconexión.	77
Figura 31 Pausa temporizada, giro hacia atrás y desconexión.	78
Figura 32 Pausa temporizada y repite giro hacia adelante	78
Figura 33 Cambios de giro, esta secuencia se va a repetir hasta pulsar X1	79
Figura 34 Creación de un nuevo proyecto seleccionando el PLC.	80
Figura 35 Configuración del puerto 1	80
Figura 36 Registros de comunicación MODBUS con el PLC Serie 2000H.	83
Figura 37 Registros de comunicación MODBUS con el PLC Serie 3000H.	84
Figura 38 Utilización de registro para dar marcha al motor	84
Figura 39 Consigna de velocidad en el registro 2001	85
Figura 40 Detención del motor aplicando valor en el registro 2000.	85

Figura	41 Rotación inversa del motor	86
Figura	42 Creación del control analógico	87
Figura	43 Creación de modos de accionamiento	87
Figura	44 Conexión entre NODE RED y SOFT CONFORT	88
Figura	45 Conexión en NODE RED de los elementos	88
Figura	46 Nodos y elementos de visualización4 del DASHBOARD	89
Figura	47 DASHBOARD	89
Figura	48 Rotación inversa del motor	90
Figura	49 Configuración del puerto 0 con protocolo MODBUS.	90
Figura	50 Configuración del puerto 1con protocolo MODBUS	91
Figura	51 Registros MODBUS para comunicación con el PLC serie 2000H	94
Figura	52 Registros MODBUS para comunicación con el PLC serie 3000H	95
Figura	53 Registro de palabra de mando para dar marcha al motor	95
Figura	54 Registro de la consigna de velocidad.	96
Figura	55 Registro del valor para detener el motor	96
Figura	56 Registro del valor para hacer una rotación inversa.	97
Figura	57 Configuración del HMI a través del programa VT Designer	97
Figura	58 Configuración del puerto de comunicación	98
Figura	59 Validación de parámetros de comunicación de HMI y PLC	99
Figura	60 Ingreso de los objetos de la pantalla	99
Figura	61 Ingreso de las variables del variador1	00
Figura	62 Creación de programa para simulación de presión constante 1	01
Figura	63 Creación de conexión S71	02
Figura	64 Configuración de PC 1	02
Figura	65 Selección de tarjeta de red1	03
Figura	66 Conexión entre PC y LOGO SIEMENS 1	03
Figura	67 Mapeo de señales analógicas1	04
Figura	68 Configuración de variables HMI 1	04
Figura	69 Creación de CONTROL PI 1	05
Figura	70 Diagrama Eléctrico 1	06
Figura	71 Diagrama Eléctrico 1	07

CAPÍTULO I

1 Marco Referencial

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los inconvenientes que ha repercutido en la formación de profesionales de la rama de Ingeniería Electrónica, ha sido la deficiencia de módulos de práctica en el área de automatización industrial, los mismos que permiten desarrollar destrezas en el futuro profesional, acorde a la especialidad que está cursando.

Es por este motivo que se requiere de módulos que permitan las prácticas correspondientes, mismos que permitirán que el estudiante y futuro profesional pueda realizar pruebas de manera simulada y segura, basada en componentes que se usan actualmente en la industria en el Ecuador.

1.2 Delimitación del problema

El presente proyecto tiene como finalidad, aportar técnicamente para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica con mención en automatización, cuenten con un módulo de entrenamiento basado en dispositivos de automatización e internet de las cosas, por lo que se basara en solucionar la necesidad de contar con un equipo para realizar las prácticas en la materia de automatización industrial.

1.2.1 Espacial

El módulo será usado en el laboratorio de automatización de la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Guayaquil, Campus Centenario.

1.2.2 Temporal

La implementación del proyecto está prevista para realizarse desde mayo 2021 hasta octubre 2021.

1.2.3 Académica

El proyecto de investigación que se plantea, cumplirá con lo que exige la Universidad Politécnica Salesiana en torno al grado investigativo, técnico y al esquema de presentación para proyectos de tesis. Lo antes mencionado se sustentará con la correspondiente bibliografía, y pruebas con el módulo que permitirán visualizar y confirmar la implementación planteada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una maleta didáctica que consta de un módulo INVT con PLC, variador de frecuencia y recolector de datos IOT, para prácticas en el Laboratorio de Automatización Industrial

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar los planos de conexiones eléctricas del PLC y actuadores presentes en el sistema.
- Implementar e instalar el panel de control principal.
- Establecer la comunicación entre los componentes mediante Modbus RTU RS485.
- Establecer la comunicación entre el Modbus RTU RS485 y el IOT mediante Ethernet.
- Realizar 5 prácticas para comprobar el correcto funcionamiento del módulo de pruebas.
- Mostrar de manera práctica las ventajas del IOT en la Automatización Industrial.

1.4 Justificación

El desarrollo de la industria nacional merece tener un relevante espacio dentro del proceso de investigación, más aún cuando dentro de este proceso de desarrollo de nueva tecnología el aporte del contingente profesional joven universitario debe ser clave y contundente, este trabajo tiene como puntos importantes el aporte al avance tecnológico y la capacidad de desarrollar soluciones aplicando los conocimientos y nuevas tecnologías existentes en el mercado.

Es por esto que el estudiante y el futuro profesional de ingeniería electrónica debe estar al tanto del uso y el manejo de los diferentes componentes y accesorios en la automatización industrial, debido a que en las diferentes industrias hacen uso de diferentes marcas y tipos de accesorios de automatización, y es importante que el futuro ingeniero pueda desarrollar el conocimiento y las destrezas necesarias para poder combinar y usar diferentes elementos y brindar la solución acorde a la necesidad de dicha empresa o proceso, lo cual se logra mediante el uso de módulos de prueba que le permitan en un ambiente seguro realizar las prácticas estableciendo diferentes escenarios y situaciones simuladas, la propuesta comprende en desarrollar un módulo de prueba, que permitirá realizar diferentes simulaciones en automatización industrial.

1.5 Descripción de la propuesta

La propuesta de solución se basa en el diseño e implementación de una maleta compuesta por un módulo Demo para control y movimiento con PLC modelo IVC1, Variador de frecuencia modelo GD10, contiene luces piloto, elementos de control como pulsadores y selectores, de esta manera el estudiante podrá desarrollar prácticas que facilitarán conocer el software de programación para PLC, así como realizar la configuración básica de un variador de frecuencia permitiendo conocer de manera y de esta manera llegar a conocer a nivel macro las características y funcionalidad de los equipos en cuestión, logrando consolidar y mejorar los conocimientos de los estudiantes para así mejorar sus habilidades en el campo laboral.



Figura 1 Propuesta visualizada en diagrama de bloques Fuente: El Autor



Figura 2 Maleta didáctica INVT Fuente: El Autor

1.5.1 Prácticas que podrán ser realizadas con el módulo

1. Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con variador de frecuencia por señales digitales.

2. Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en movimiento continuo e intermitente.

3. Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT industrial INVT.

4. Control de movimiento intermitente, comunicación de variador de frecuencia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunicados por RS 485.

5. Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o KPI del motor en funcionamiento y su visualización a través de la pantalla del HMI, establecer control de par variable mediante comunicación con SCADA.

1.6 Beneficiarios de la propuesta

El principal grupo objetivo son los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de Universidad Politécnica Salesiana que deseen hacer prácticas de automatización para ganar conocimientos acerca de la materia y así ganar experiencia práctica que les permita demostrar sus conocimientos en el campo laboral de manera técnica y eficiente.

1.7 Métodos

La metodología de investigación utilizada en el presente trabajo es una metodología experimental, pues se utilizara elementos y componentes de uso industrial que cuentan con certificaciones que aportan seguridad para su empleo en las prácticas a ser realizadas con el módulo de pruebas que será elaborado, también se usa una metodología netamente aplicada, pues se basa en demostrar la practicidad en el uso de diferentes marcas de componentes y elementos permitiendo utilizar componentes y elementos de diferentes marcas, mientras sean estas compatibles tecnológicamente, logrando poner en marcha, comunicación y transmisión de datos entre y desde los diferentes elementos.

CAPÍTULO II

2 Marco Teórico

2.1 Variador de Frecuencia GD10

Los variadores de frecuencia GD10 mini económicos están diseñados para aplicaciones comunes del mercado OEM (Original Equipment Manufacturer) de pequeña potencia, con varias funciones de PID, velocidad multietapa, frenado de corriente continua DC, comunicación Modbus y otras. Su tamaño más pequeño puede reducir aún más el espacio de instalación (el tamaño es aproximadamente un 15% más pequeño que el de productos similares) (INVT, 2020).

Características:

1.Control SVPWM

2.Diseño compacto, menos espacio de instalación
3.PID incorporado con control de velocidad de 16 pasos
4.Potenciómetro estándar y teclado LED externo
5.Filtros C3 opcionales y filtros C2

6.Enfriamiento natural (monofásico o trifásico 220V 0.2-0.75kW)

7.Requisitos CE certificados



Figura 3 Variador de Frecuencia GD10 Fuente: (INVT, 2020)

2.2 Controlador lógico programable serie IVC1L

INVT IVC1 PLC es un micro PLC de alto rendimiento con estructura compacta y función potente.

Características principales

- MAX. Puntos IO: 128
- Estándar 3 puertos seriales aislados: 1 RS232 / 2 RS485, Admite 6 entradas de pulsos de alta velocidad Admite salida de pulsos de alta velocidad 3x100kHz
- Capacidad del programa: 16K pasos

Este equipo cuenta con Apagado del programa, Almacenamiento permanente, equipado con batería de litio recargable, reloj en tiempo real guardado para 3 años. Puede tener una extensión máxima de 7 módulos, el módulo principal se divide en dos tipos: fuente de alimentación de corriente continua CC (19-30 V CC) y fuente de alimentación de corriente alterna CA (85-264 V CA) (INVT, 2021).



Figura 4 Controlador Lógico Programable PLC IVC1L Fuente: (INVT, 2021)

2.3 Motor eléctrico de ³/₄ HP

Un motor eléctrico es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos que generan sus bobinas. Normalmente, están compuestos por un rotor y un estator (Sitasa, 2020).



Figura 5 Motor Eléctrico Fuente: (Sitasa, 2020)

2.4 HMI INVT 4.3" serie VK

La HMI de la serie VK es una simple interfaz hombre-máquina operativa con una pantalla rica, gran memoria y una potente función de configuración, que puede lograr fácilmente la función de interacción humano-computadora en varios campos de la automatización industrial.

- Controles de pantalla enriquecidos.
- La pantalla de visualización admite varios idiomas.
- Se soportan múltiples enlaces de comunicación y conexiones secundarias.
- Se pueden establecer áreas de recetas de datos máximas de 16.

• Múltiples métodos de operación de archivos, acceso conveniente a los datos de la aplicación (INVT, 2021).



Figura 6 HMI INVT serie VK Fuente: (INVT, 2021)

2.5 Logo 8.3 Siemens

Logo! Soft Comfort ha realizado una actualización a su LOGO, con la versión 8.3 el cual se conecta directamente a la nube y puede ser activado desde la misma, los usuarios pueden diseñar diferentes modelos y diseños de proyectos de automatización, dándoles la opción de poder operarlo directamente desde la nube utilizando tabletas, teléfonos inteligentes y computadores personales, los usuarios de LOGO 8 tienen la opción de armar tableros de control, maquinarias y aparatos de una manera remota, pues podrá hacerlo desde cualquier lugar, ya que el servidor web se aloja directamente en la nube de ser necesario.

Se utiliza una conexión encriptada desde la nube a Logo! 8.3 mediante protocolo TLS, el cual realiza una transferencia de datos segura en ambas direcciones, es decir escritura y lectura.

Maneja también múltiples opciones de interfaz como Modbus TCP / IP, Konnex bus (KNX) y Ethernet, Logo! 8.3 también se puede utilizar como puerta de enlace en la nube para los sistemas existentes.

Los datos del proyecto se pueden manejar o enviar a la nube a través de plataformas como Amazon Web Services (AWS) o también se lo puede bajar a Excel y grabar en el mismo logo por medio de una tarjeta Micro SD (Info PLC, 2020).



Figura 7 Logo 8.3 Siemens Fuente: (INVT, 2021)

2.6 Módulo de Ampliación Siemens LOGO!

Una de las ventajas que poseen los equipos Siemens como el LOGO 8, es que se le pueden acoplar módulos de expansión los mismos que permiten ampliar el número de entradas y salidas con los que cuenta el PLC, si la capacidad del PLC no cumple con los parámetros o requerimientos de una aplicación de automatización. Entre las características técnicas de los módulos de expansión son: Entradas y salidas digitales (SiemensLogo, 2021).



Figura 8 Módulo de Ampliación Siemens LOGO Fuente: (Soluciones y Servicios, 2021)

2.7 Fuente de Alimentación

Una fuente de alimentación, es un aparato que sirve para poder dotar de energía a un dispositivo electrónico, es decir convierte la corriente alterna (CA) con la que es suministrada o alimentada, en una o más corrientes continuas que necesite cada uno de los elementos o componentes del equipo al que está conectada (ExportersIndia, 2021).



Figura 9 Fuente de alimentación 24Vdc Fuente: (Weschler Instruments, 2021)

2.8Breaker de 10 Amperios

Un breaker es también llamado disyuntor, es mismo que es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se presentan determinadas condiciones o circunstancias, en especial los altibajos de tensión.

A diferencia de los fusibles, que tienen una sola vida útil o un solo uso, un breaker o disyuntor eléctrico se puede reconectar siempre que las causas que lo activaron, se hayan resuelto, de esta manera vuelve a proveer de protección contra las variaciones de tensión.

Para decidir sobre que componentes adquirir se debe tener en cuenta algunas características, como: la tensión a la cual va a trabajar el equipo, el poder de corte, el número de polos, el poder de cierre y la intensidad nominal (Jdelectricos.com, 2020)



Figura 10 Breaker de 10 Amperios Fuente: (AliBaba.com, 2021)

2.9 Switch Ethernet de 5 puertos

Un switch es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar elementos o equipos en red, de esta manera forma lo que se conoce como una red de área local (LAN) y que obedece a especificaciones técnicas bajo el estándar conocido como Ethernet, la función básica que cumple un switch es la de conectar o unir dispositivos en red. Es importante considerar que un switch no proporciona por si solo conectividad con otras redes, y obviamente, tampoco proporciona conectividad con Internet. Para poder conectarse con internet es necesario un router.

Características:

- 5 puertos RJ45 a 10/100 Mbps con detección automática de velocidad, soporte para MDI/MDIX automático
- Tecnología de ahorro de energía para Ethernet que reduce el consumo hasta un 60%
- El control de flujo IEEE 802.3x permite una transmisión fiable de datos
- Carcasa de plástico, diseño de sobremesa
- Plug and Play, sin ninguna configuración adicional (Universidad Nacional de la Plata, 2019)



Figura 11 Switch TP-link de 5 puertos Fuente: (tp-link, 2021)

2.10 Conectores tipo banana macho y hembra

EL conector tipo banana permite un acople rápido del cable con su respectivo conector en el panel de pruebas, también se le puede conectar directamente otra banana de 4mm, es aislada y con funda retráctil de seguridad para garantizar un aislamiento de alta seguridad y muy práctico dentro de la operación (farnell, 2021)



Figura 12 Conector tipo banana Fuente: (CETRONIC, 2021)

2.11 Botonera Paro de Emergencia

Un botón o pulsador de parada de emergencia es un interruptor de control a prueba de fallos que proporciona seguridad para la maquinaria y para la persona que maneja o utiliza la maquinaria, el propósito del botón pulsador de emergencia es detener la maquinaria rápidamente cuando hay un riesgo de lesiones o cuando es necesario detener el flujo de trabajo.

Se recomienda que toda la maquinaria debería tener un botón de parada de emergencia, salvo que esta no represente peligro para el operador o que su riesgo sea reducido, o que la máquina sea de accionamiento manual. Los botones siempre son de color rojo como estándar, y puede tener un fondo amarillo.

Las tres paradas de emergencia más comunes son:

- Empuje-Tracción: el botón se pulsa para detener y se suelta tirando del botón hacia atrás.
- Liberación por giro: el botón se pulsa para detener y se suelta girando el botón.
- Liberación con llave: el botón se pulsa para detener y solo se libera con una llave (ABB, 2021)



Figura 13 Botón Paro de Emergencia Fuente: (RS, 2020)

2.12 Internet de las cosas IOT

A raíz de la evolución de la tecnología y la necesidad de las personas de estar conectadas al internet, promoviendo de esta manera estar interconectadas con otras personas o equipos o dispositivos, surge la interconexión mediante el internet de manera digital, esto permite que se pueda obtener información clave sobre el rendimiento de dichos equipos para poder detectar parámetros que permiten medir su rendimiento y eficiencia, para de esta manera se puedan generar mejoras.

Por lo tanto, el internet de las cosas se puede definir como la conexión o relación que hay con el smartphone que posee una persona y los dispositivos Smart que este tenga, como por ejemplo los tomacorrientes programables, la aspiradora robot, los equipos de automatismo en las industrias etc., etc. (Alonso, 2020).



Figura 14 Internet de las cosas IOT Fuente: (Alonso, 2020)

2.13 Módulo de entrenamiento

Los cambios constantes en la industria de la automatización, demandan que los profesionales o futuros profesionales, tengan acceso a capacitarse sobre el uso y aplicación de diferentes componentes, equipos y dispositivos que se utilizan en la industria, es por este motivo que se han creado con fines educativos o de capacitación, los módulos de entrenamiento o prácticas, los cuales dependiendo de su configuración o componentes que lo integren, permitirán a las personas que requieran entrenamiento o capacitación sean estudiantes o profesionales, pudiendo realizar prácticas de un modo seguro y controlado.

El módulo de entrenamiento consta de dos partes elementales, el maletín o cubierta y los elementos o componentes, siendo estos empotrados o adaptados y sostenidos por una base interior que permitirá trabajar con ellos de manera segura y ordenada (FESTO, 2021).



Figura 15 Módulo de Entrenamiento Fuente: (FESTO, 2021)

2.14 INVT Studio

Es un software desarrollado para permitir las comunicaciones de ordenadores con el sistema

Windows ® y los convertidores de frecuencia INVT quienes son uno de los principales fabricantes

de variadores de frecuencia en China.

El software de comunicaciones INVT Studio le permitirá entre otras cosas:

- Monitorea múltiples convertidores con un solo PC de manera simultánea.
- Diagnosis de fallos y sus respectivas causas.
- Editar los parámetros que se requieran.
- La carga y descarga de parámetros, exportando e importando ficheros de parámetros.
- Permite comunicación Serie y Ethernet.
- Otras necesidades o requerimientos que tenga de acuerdo al proyecto o proceso.
- Solicitar ayuda Online (INVTEK, 2021).

INVT Studio V1.1.9.20170616									×
File(F) View(V) Operate(O) (Connection(C) Help(H)								
B. B. 99 99 1 - 18 18									
Projectujew a X		DD V4 02 1Eunction codes	Control panol						Þ
n S Demo	Osatest alte	PD-V1.02- iFunction codes	Contror paner						
Demo Demo Demo Demo Function codes Function codes Select parameters Arautrecords Inverter state Fult records History fault records Gontrol panel	Control site	Communication reference value Image: Communication reference value Image: Communication reference value Operation control Image: Communication control Forw-jogging Forw-running Revelopging Reverunning Coast to stop Decele stop Revefault Pre-excitation				Traffic operation Connecting Disconnecting Inverter operation Export functio Modify-commu Communication configuration information Communication: COM-1 Slave address: 1 Data port: 19200 1 e 8			<
	Statistical view								ąх
	Name	/alue		1	Jnit				
	Time C	ffline time:16:43:10							
	Fault	Inknown							
	Current fault running frequency	Inknown		F	Z				
	Ramp reference frequency at c L	Inknown		- F	Z				
	Output voltage at the current fa L	Inknown		V					
	Output current at the current fault L	Inknown		A					
	Current bus voltage at the curr U	Inknown		V					
	Max. temperature at the current L	Inknown		•	C				
	Input terminals state at the curr L	Inknown		-					
	Output terminals state at the c L	Inknown		-					
	Possible fault causes L	Inknown							
	Fault solution	Inknown							
< >	Fault records Sele	ect parameters 🖌 Inverter state 📈 H	listory operation parar	meters 🖌 History faul	trecords /				
		/\/\			/				

Figura 16 INVT Studio software Fuente: (INVTEK, 2021)

2.15 Software de Programación AutoStation

AutoStation es un software de programación especializado para los PLC de las series IVC1 y IVC2, el proveedor lo permite descargar de un link de su marca, de hecho, puede ser descargado de www.invt.com.cn.

El software AutoStation es una herramienta de programación de diagramas, basada en la plataforma Windows que es operada a través del teclado y el mouse. Hay tres lenguajes de programación disponibles:

- Lista de instrucciones (IL)
- Diagrama de funciones secuenciales (SFC)
- Diagrama de contactos (KOP).

El fabricante también facilita un manual del usuario del software de programación AutoStation para la programación Modbus y el monitoreo remoto.

El fabricante también facilita un manual del usuario del software de programación AutoStation para la programación Modbus y el monitoreo remoto.

Para conectar la plataforma de programación AutoStation a un PLC, se puede utilizar directamente el cable de programación del puerto serie, o la red Modbus a través de la conversión de puerto serie, o Internet a través de un módem (INVT, 2020)



Figura 17 Software de Programación AutoStation Fuente: (INVT, 2020)
2.16 Programa Node Red

Node-RED es una herramienta de programación visual, pues muestra visualmente las funciones y relaciones, y permite que el usuario pueda programar sin necesidad de escribir una sola línea. Node-RED es un editor de flujo basado en el navegador donde se puede eliminar o añadir nodos y que estos puedan conectarse entre sí con el fin de hacer que se comuniquen entre ellos.

Node-Red es tan practico que hace que el conectar los dispositivos de hardware, servicios y APIs en línea, pueda realizarse de la manera más fácil y sencilla, sin necesidad de entrar en engorrosos procesos de programación o codificación.

Los nodos son la estructura mínima, se arrastran a través de la interfaz gráfica y permiten hacer una tarea concreta como recibir una llamada HTTP, la activación de un pulsador. O recibir un mensaje MQTT (Arduino, 2020)



Figura 18 Representación gráfica del programa Node-RED Fuente: (Gonzales, 2017)

2.17 Programa Wincc

Wincc (Windows Control Center) por sus siglas en inglés, es un método de supervisión para PC que se ejecuta bajo el ambiente de Microsoft Windows y se centra en el manejo de instalaciones, máquinas, procesos y líneas de fabricación.

Este programa es una herramienta de tipo IHMI (Integrated Human Machine Interface) la misma que se integra armónicamente al software del PLC para la automatización efectiva de casi cualquier planta. Con este sistema se puede innovar aplicaciones o desarrollar las que ya existen a nivel de programación. El operador tiene la ventaja de interactuar con la aplicación desde la máquina o desde el controlador.

La seguridad que este programa posee para resguardar los archivos de datos, lo convierte en un aliado perfecto para manejar y mejorar los procesos automatizados de alto nivel en las industrias (Muñoz, 2021)



Figura 19 Representación gráfica del programa Wincc Fuente: (Siemens, 2021)

2.18 LOGO!Soft Comfort V8.3

Los nano-PLCs Logo! 8 de Siemens son módulos lógicos inteligentes para proyectos de automatización a pequeña escala.

El LOGO! 8 incluye una pantalla más grande, un servidor web integrado y salidas adicionales en los módulos digitales y analógicos completas opciones de comunicación a través de Ethernet. La pantalla de 6 líneas con 16 caracteres por línea, admite el doble de caracteres en cada mensaje de texto ofreciendo mensajes de texto más detallados.

La interfaz Ethernet y el servidor web integrados son características excepcionales en esta clase de dispositivos. La interfaz Ethernet amplía las capacidades de comunicación, al tiempo que simplifica la instalación al eliminar la necesidad de cables adicionales de programación o los cables del display de texto Logo! TDE (Interempresas, 2021)



Figura 20 Representación gráfica del programa 2.18 LOGO!Soft Comfort V8.3 Fuente: (Educatia, 2021)

2.19 Industria 4.0

La industria 4.0 surge en Alemania como un concepto, haciendo referencia a los populares términos como pueden ser cuarta revolución industrial, ciber industria, industria inteligente etc. La industria 4.0 simplemente consiste en interconectar todas las partes de una empresa dando lugar a una automatización efectiva y una empresa inteligente. Todo empresario busca que su empresa sea mucho más inteligente y eficiente, debe procurar organizar todos los medios productivos y toda la empresa en sí para conseguir una mayor eficiencia.

Es decir, intentar que la empresa sea capaz de adaptarse a los medios de producción y a los recursos de los que dispone para intentar aprovecharlos al máximo. Por lo tanto, podemos decir que, la industria 4.0, consiste en la digitalización de la industria y todos los servicios relacionados con la empresa. Cuando se busca este concepto de industria se produce una unión entre el mundo virtual y el real, es decir, se utilizan las nuevas tecnologías en todas las partes de la empresa, incluyendo los procesos productivos. De esta forma, las instalaciones son capaces de autogestionarse de forma más autónoma adaptándose a los requisitos del mercado, utilizando tecnología de punta y de fácil actualización (ISOTools, 2018).



Figura 21 Industria 4.0 Fuente: (ISOTools, 2018)

CAPÍTULO III

3 Desarrollo del proyecto

3.1 Diseño y análisis de la propuesta técnica del proyecto

El proyecto propone la implementación de un módulo didáctico, la propuesta de solución se basa en el diseño e implementación de una maleta compuesta por un módulo Demo para control y movimiento con PLC modelo IVC1, Variador de frecuencia modelo GD10, contiene luces piloto, elementos de control como pulsadores y selectores.

De esta manera el estudiante podrá desarrollar prácticas que facilitarán conocer el software de programación para PLC, así como realizar la configuración básica de un variador de frecuencia permitiendo conocer de esta manera a nivel macro las características y funcionalidad de los equipos en cuestión, logrando consolidar y mejorar los conocimientos de los estudiantes para así mejorar sus habilidades en el campo laboral.

En las prácticas se simularán diferentes situaciones que se presentan en la vida laboral diaria, y también permitirán que se use y combine los diferentes elementos que componen el maletín didáctico, adicional con la ayuda de los diferentes programas que se usan en el desarrollo de las prácticas, se demuestra la ventaja del IOT de las cosas, es decir la comunicación en tiempo real, el almacenamiento remoto de información y el envío de señales a plataformas como WhatsApp que permitirán conocer al responsable cual es el estatus de los equipos o si se presenta alguna variación en su funcionamiento frente a lo programado.

En la figura 14 se puede observar el diagrama de bloques de la propuesta técnica, en el mismo se puede observar los elementos electrónicos, como el HMI, PLC, el variador de frecuencia.



Figura 22 Diagrama de bloques de la propuesta técnica. Elaborado por: El Autor

3.1.1 Diseño del panel de conexiones

El diseño del panel de conexiones fue realizado utilizando la herramienta de diseño AutoCAD, pues permite plantear la distribución de manera práctica y con las medidas reales de todos los elementos que en este se encontrarán.

Este panel también se rotula de acuerdo a la funcionalidad que tendrán cada uno de los grupos de conectores y demás elementos como luces piloto, botón de paro de emergencia, fue elaborado el lamina metálica de 1.44 mm pintado al horno con pintura electrostática del tipo RAL7032 y fue serigrafiado para efectos de señalización.

Se opto por utilizar conectores de tipo banana, para realizar diferentes conexiones con cables tipo plug aislados. Esto le agrega al módulo versatilidad y la posibilidad al estudiante de realizar sus propias conexiones según la necesidad de la práctica o aplicación de laboratorio.

Los cables tipo plug banana utilizados en el proyecto son de tipo especial, pues tienen un sistema retráctil de protección en la punta, adicional que pueden ser interconectados varios de ellos debido a su diseño.

Se diseño y elaboró el número se cables suficientes como para que no haya la necesidad de esperar que haya disponibilidad cables desocupados, sino que cada una de las practicas cuenta con los cables suficientes para las mismas, de esta manera también se prolonga la vida útil de los cables de conexión tipo banana.

Las conexiones se encuentran en el contra fondo interior de la puerta del módulo, juntamente con la pantalla HMI, para de esa manera al momento de reubicarlo en otro lugar, estos elementos no estén expuestos y son menos propensos a sufrir golpes.

	PANEL	HMI VK2043						
PARADA DE EMERGENCIA	2 <u>.</u>				FUENTE DE ALIMENTACIÓN DO			
0.01						0500140	20.20	
()				24 V	0	\cap	\cap	
11 12 13 1				v	\sim	\sim	\sim	
0000				0	0	0	0	
	LUCES PIL	OTO 24 VDC						
\cap		\cap	\cap	C	7			
\bigcirc \bigcirc		\bigcirc	\bigcirc	6	/			
00 0	000	00	00	0	0			
X1 X2 X1	X2 X1 X2	X1 X2	X1 X2	X1	X2			
PLC INV	T IVC-1006 MAT							
ENTRAL	DAS DIGITALES			VA	RIAD	ORDE	<u>.</u>	
SS CM CM CM CM	см см см	CM CM	CM	FR	CUE	ENCIA		
00000	000	00	0					
	X4 X5 X6	0 0	X11	AN	ALOC	ICA	IDA	
00000	000	\sim \circ	\bigcirc		10V	AI		
SALIDAS DIGITAL	ES				0	0		
24 V CM CM0 CM1	CM2 P	PORT 1 RS 485 GND A0			A0			
0000	O GN	D + -			\smile	\circ		
Y0 Y1 Y2 Y3 O O O O	Y4 Y5 C	000	E	ENTRA	DAS	DIGIT	ALES	
			SS	24V	24V	24V	24V	
ALIME	NTACION		0	0	0	0	0	
11 12	13		GNE) S1	S2	S3	S4	
	ÕÕ		0	0	0	0	0	
	TDIEASICA			SALI	DA D	IGITAI		
SALIDA	TRIFASICA			2		00		
U V	w ÷			E C	D (5		
0 0	00				~ >			

Figura 23 Esquema diseñado del panel de conexiones. Elaborado por: El Autor

3.1.2 Diseño de la estructura del módulo

Se diseño un módulo con estructura metálica, Tablero tipo caja, medidas: (Alto: 60cm. X Ancho: 40cm. X Profundidad: 30cm.) elaborado en plancha galvanizada 1.4mm de espesor, tratamiento químico de limpieza por inmersión en caliente (fosfatizado y desengrasado) aplicación de pintura electrostática epoxi-poliéster horneable color RAL7032 (BEIGE), y cerradura con llave, fabricado bajo el proceso de certificación ISO 9001-2015.

Se incluyo en el diseño:

- Doble fondo
- Soporte para ubicar el motor
- Rotulado frontal de la caja con el nombre de la tesis



Figura 24 Ilustración gráfica del tablero metálico base para el módulo didáctico. Elaborado por: El Autor

3.2 Implementación de los controladores y actuadores

Una vez elaborada la caja metálica y la contratapa con la respectiva serigrafia, se procede a implementar dentro de esta, los elementos que conformaran el módulo didáctico, es necesario tener en consideración que para colocar los diferentes elementos deben ir estos en el siguiente orden:

- 1. Alimentación
- 2. Protección
- 3. Control
- 4. Actuadores

Los mismos que serán colocados sobre riel metálica DIN, la misma que facilita ir agregando componentes a medida que se requiera, también se utilizada canaleta DEXON de 40x40 plástica, que servirá para alojar los cables de los diferentes elementos a través del módulo.

El calibre de cable seleccionado para el circuito de control fue 18 AWG, con dos colores diferentes, para poder establecer una diferencia de polaridad.

Para cada conexión se seleccionó un tipo de terminal:

- Tipo puntera para bornes del PLC INVT y LOGO Siemens garantizando un buen contacto eléctrico, ya que el calibre utilizado es 18 AWG.
- Tipo ojo para las conexiones de los conectores de tipo banana y así evitar que estos puedan desconectarse internamente.

Cada conexión cuenta con una identificación, con números seleccionados, estas marquillas son de tipo anillo, para evitar que estas puedan soltarse del conductor.

El controlador seleccionado fue el INVT IVC1, PLC fácil de instalar y de programación bastante amigable, este cuenta con dos puertos de programación: un RS232 el cual será configurado como esclavo para que se comunique vía Modbus con el dispositivo HMI y un RS 485, el cual será configurado como maestro para comunicarse con el variador de frecuencia. El mismo puerto RS 232 se utiliza como puerto de programación.

El PLC INVT IVC1 es un PLC de tipo compacto, que cuenta con entradas y salidas de tipo transistor, para poder utilizar controles con señales de alta frecuencia, aplicaciones de tipo PWM.

Esto último le da mucha versatilidad al dispositivo PLC y no lo limita como a otros dispositivos de otros fabricantes que al utilizar salidas de tipo relé, no pueden tener disponibles salidas rápidas de alta frecuencia.

Existen varias versiones de este PLC: El IVC1 y el IVC1L, la diferencia entre estos es el número de puertos de comunicación serial con los que cuentan.

Al crear las diferentes conexiones seriales, se puede tener como resultante diferentes conexiones de red, en cascada como maestro – esclavo. El intercambio de datos se realiza mediante registros Modbus con la instrucción MODRW donde se debe definir si estos son de lectura o de escritura.

El PLC INVT maneja un hardware muy robusto con un rango de voltaje de alimentación desde 100 hasta 250 VAC, esto lo hace completamente funcional en lugares donde las variaciones de voltaje son constantes, siempre y cuando, no se encuentre fuera de los limites mencionados.

En el módulo se incorporó un equipo que permite conexión con un sistema IOT y con la nube, este equipo es LOGO Siemens versión 8.3. Esta versión de LOGO es reciente, lanzada el 21 de julio del año 2021. LOGO es el equipo más robusto dentro de su gama con rango de temperatura ampliado hasta 55 grados Celsius, permite 8 conexiones ethernet de cualquier fabricante, dentro de este puerto ethernet se incorporó el protocolo de comunicación Modbus TCP IP.

LOGO hasta su versión 8.2 contaba con un servidor web personalizado, el cual era creado en el software Logo Web Editor, en la versión seleccionada para el módulo didáctico se cuenta con conexión directa con la nube y registro de datos, es decir se convierte en una pasarela incorporando tecnologías de industria 4.0, abriendo otra puerta de aplicaciones.

Otro punto importante de la utilización de LOGO en el módulo didáctico, fue poder crear un DASHBOARD para que este pueda controlar un variador de frecuencia desde un navegador web y visualizar datos de velocidad y de estado de funcionamiento en tiempo real.

El panel HMI INVT VK2043 fue el dispositivo de visualización ideal, este cuenta con varios puertos de comunicación:

- RS232
- RS485
- Ethernet

Esto permite al panel HMI, crear diferentes conexiones completamente independientes una de la otra y en protocolos de comunicación distintos.

El panel HMI INVT puede configurarse como maestro y controlar directamente un variador de frecuencia sin necesidad de tener un PLC, es decir puede acceder directamente a los registros de lectura y escritura.

Esto nos permite simplificar las cosas, en un proyecto donde comúnmente usaríamos un HMI conectado con un PLC y este por medio de otro puerto con el variador de frecuencia. En lugar de aquello tendremos solo un HMI y un variador de frecuencia comunicados por el protocolo Modbus RTU.

En el cual la arquitectura es maestro – esclavo, donde el panel HMI se convierte en el maestro del variador de frecuencia.



Figura 25 Ilustración gráfica de la colocación de los elementos dentro del módulo didáctico. Elaborado por: El Autor

3.3 Programas que fueron elegidos para el presente proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto, fue necesario elegir entre las diferentes opciones de software que existen en el mercado, de las cuales fueron elegidos los siguientes:

Auto Station

INVT nos ofrece una interfaz de programación simple y ligera, es decir que sus programas no van a consumir muchos recursos de disco y de memoria RAM durante su ejecución.

El Software de programación Auto Station permitió realizar programación en lenguaje Ladder, con instrucciones que ya vienen de cierta manera simplificada, comparando otras marcas de la misma gama, con esto último se hace referencia a la comunicación Modbus RTU.

Para comunicar varios dispositivos en red serial Modbus RTU, basta con crear la conexión y utilizar una instrucción que sirve para lectura y escritura de registros. Auto Station, permite programar toda la familia de dispositivos autómatas de la marca INVT. Los drivers disponibles para carga de programa pueden ser USB, Ethernet, dependiendo del dispositivo físico con el que se cuente.

Las instrucciones con las que cuenta este programa son:

- Instrucciones básicas
- Instrucciones de control de programa
- Instrucciones SFC
- Instrucciones de transmisión de datos
- Instrucciones matemáticas
- Instrucciones de acumulación
- Instrucciones lógicas WORD
- Instrucciones de rotación
- Instrucciones de bit mejoradas
- Instrucciones I/O de alta velocidad

- Instrucciones de cálculo de control
- Instrucciones de equipamiento externo
- Instrucciones de reloj y tiempo real
- Instrucciones de comparación
- Instrucciones de conversión de datos
- Instrucciones de comunicación
- Instrucciones MDI
- Instrucciones de verificación de datos
- Instrucciones de localización

• VT Designer

VT designer es el software de programación de paneles HMI de la marca INVT, cuenta con una amplia librería de herramientas que permite realizar gráficos de alto nivel. Al contar físicamente con HMI, con varios puertos de comunicación, se tiene a disposición diferentes drivers de distintos fabricantes ya instalados para realizar directamente la comunicación sin necesidad de archivos GSD. Estos drivers de dispositivos son:

- Addle
- Aigo
- Allen Bradley
- Arico
- Asea Brown
- Astraada HMI
- Automation Tecnology CO Ltda

- Banner engineering
- Cangnan instrument factor
- Capac
- Chino Corporation
- CMZ Sistemi
- Crouzet Ltd
- CTB Tecnologies Corporation
- Danfoss
- DCBOx
- Deif A/S
- Delta
- Dirise Electric
- Emerson Network
- Epson Corporate
- Epson
- Eura
- Festo
- Frecon
- Fuji
- FVK Automation
- GE Corporation
- Gigarise Technology
- GOFAST Corporation

- GTAKE
- Haiwell
- Hanbell
- Hitachi
- Hitech
- HOLIP Electronic
- Holly Sys
- Honeywell
- Hunjoen Electronic
- HUST Automation
- Idec Corporation
- IECCO
- IMO
- Inovance Control technology
- Integrated Flow Systems
- INVT
- JETTER
- Joint Peer
- Keyence
- Kinco
- Klockner
- Koyo Electric
- Lenze

- LG
- LiteON Industry Automation
- Liyan Electric
- LSIS
- Lust Antriebstechnik GmbH
- Matsushita
- Maxtech
- Macthermo
- Mean Well Enterprise
- Megmeet
- Micro Trend Corporation
- MIKOM Electrical
- Minimotor
- Mirle Automation
- Mitsubishi
- Mitutoyo
- Modicon Corp
- MOTEC
- MTC
- Muscle Corporation
- Myiter Control
- My Tech
- Newtop Co. Ltd

- Omrom
- Panasonic
- Panel Master
- Pan-Globe- Corp
- Parker
- PORIS
- POWTECH
- Raytek Corporation
- Resson Technologies CO. Ltd
- RICH Electric CO. Ltd
- RVC Instrument Inc.
- Saia Burgess
- Samwon Technology
- Schneider Electric
- Sharp Corporation
- Shenzhen Sine
- Shenzhen Servo
- Shenzhen V&T
- Shenzhen Xilin
- Shihilin Electric
- Shimax CO. LTD
- Shinko
- Siemens AG

- Taian Automation
- Taiwan Instrument & Control
- Teco Electric
- TESHOW Electronic
- Texas Instrument
- Thinget Elctronic CO. Ltd
- Tieon Electronics
- TOHO Electronics
- TOKY Electrical
- Tokyo Keiso
- Toshiba
- Unitronics
- USAT Technologies
- Vertex Technology
- Vigor Corporation
- VIPA
- Vware

Como se puede apreciar, en este software se cuenta con una amplia posibilidad de conexiones hacia el dispositivo HMI, lo cual lo hace muy fiable tanto desde el punto de vista técnico, como desde el punto de vista económico.

VT Designer a pesar de ser un software que trabaja con gráficos no requiere de un computador de una gama tan alta, esto permite a personas que trabajen con ordenadores de gama

intermedia, puedan contar con este programa de manera gratuita y sin tener que perder rendimiento en dicho computador.

De esta manera también se reduce el tiempo de ingeniería ya que otros programas de automatización al ser pesados, hacen que el tiempo de ejecución y programación sea mucho más extendido.

La idea es siempre agilizar este tiempo y de ofrecer al mercado una solución económica y accesible, pero sobre todo segura y funcional.

• Node-Red

Node red es una aplicación gratuita creada en el año 2013 por la empresa IBM, es un editor de flujo basado en el navegador donde se puede agregar o eliminar nodos he de aquí su nombre Node-Red; y conectarlos de tal manera entre si a fin de que haya una comunicación entre ellos. La idea de Node-Red es que esto sea un "low-code" es decir crear software de aplicación a través de una interfaz gráfica.

El principal objetivo de Node-Red es ser una herramienta de programación para hacer de enlace entre hardware, APIs y servicio de internet. Se usa principalmente para los equipos dedicados al internet de las cosas (IOT) ya que en su mayoría son compatibles con las bibliotecas de dicho software y posibilitan realizar un programa de control con la herramienta Node-Red.

Según el dispositivo que se esté usando para la conexión IOT son diferentes tipos de herramientas de solución que este ofrece, según la biblioteca de la marca como por ejemplo Siemens, Raspberry-pi, ABB, Arduino y muchas más. (Crespo, 2020)

Node RED en el proyecto de tesis fue elegido luego realizar investigación y pruebas con diferentes plataformas de sistemas IOT, este cuenta con mayor cantidad de nodos o herramientas, para crear accionamientos y elementos de visualización de una manera muy sencilla.

Node Red dispone de una librería llamada "*node-red-contrib-s7*" la cual permite agregar cada una de las variables de un controlador Siemens con el mismo formato de direcciones que se utilizan en Logo Soft Comfort y en TIA Portal, solo creando la conexión S7 entre Node Red y el dispositivo PLC.

El accionamiento de marcas y salidas se puede realizar directamente en Node Red como si se hiciera desde un HMI. Adicionalmente se puede hacer uso de una librería de "*WhatsApp*" para que cada vez que se realice un accionamiento del motor, el dispositivo LOGO envíe un mensaje a un número celular configurado dentro de dicho nodo agregado.

El mundo IOT ya no es opcional, es una necesidad para incorporar los sistemas de automatización que se manejen a nivel de industria 4.0. Node Red es completamente gratuito y luego de las pruebas realizadas, se llegó a la conclusión de que este es muy estable y seguro.

Node red también dispone de herramientas de DASHBOARD o interfaz gráfica como:

- Botones
- Switch
- Visor de curvas
- Medidor gauge
- Cuadro numérico de visualización
- Cuadro numérico de ingreso de datos
- Cuadro de texto

- Imágenes
- Barras

Las herramientas de programación utilizadas también son importantes de mencionar tales como:

- Conexión entre el elemento de DASHBOARD y la variable del PLC
- Funciones matemáticas
- Escalado de visualizadores de DASHBOARD
- Crear notificaciones según el evento de accionamiento generado para que el DASHBOARD sea más informativo
- Habilitar y deshabilitar elementos de accionamiento de DASHBOARD si se requiere
- Crear mensajes predeterminados de WhatsApp
- Editor de interfaz gráfica, para darle una apariencia y distribución de los diferentes elementos, para que este tenga un alto nivel de representación gráfica. Podemos seleccionar dos temas predeterminados o crear uno con los colores que consideremos ideales.

Node red es un sistema liviano que no satura la memoria RAM, disco y procesador, esto lo hace mucho más ideal para sistemas PC que no cuentan con características de una gama muy alta.

Node Red también puede funcionar sin internet hasta cierto punto, ya que hay herramientas que requieren de la conexión a internet como por ejemplo el nodo de WhatsApp utilizado, ya que este sin internet no es capaz de transportar mensajes a un número celular.

WinCC V16 Professional

En la industria 4.0 los usuarios pueden encontrarse con algo nuevo para comprender de mejor manera los medios de producción. La automatización es un punto clave para la industria actual por lo cual Siemens presenta a esta industria siempre cambiante, el sistema SCADA WinCC, que va evolucionando cada día de la mano de la industria y con ello ofrece unas características muy competitivas para la industria.

Un sistema de tipo SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) se dedica al control y a la supervisión procesos, secuencia de fabricación de máquinas y plantas en todos los sectores disponibles, toda aplicación que recopile datos operativos de un sistema con el objetivo de controlar y optimizar ese sistema, es una aplicación SCADA.

Características principales de SCADA WinCC:

• Funciones HMI

El HMI es donde el hombre toma el control de la máquina y en ella presenta varias funciones de la máquina como la visualización del proceso, alarmas, historial, informes de producción, entre otros.

• Standares abiertos

SCADA WinCC tiene agregado un cliente estándar OPC UA el cual le permite poder intercambiar datos fácilmente con sistemas tipo MES (Manufacturing Execution System) o con sistemas SAP, también puede ser incluso con una interfaz basada en archivos XML.

• IOT (Internet de las cosas)

En los nuevos rumbos que está tomando la industria, los procesos de producción industrial trabajan unos con otros y así optimizan los tiempos de producción. Para esto presenta la opción WinCC WebUX esta es la opción que Siemens presenta para poder manejar y

visualizar vía web el sistema de automatización, perfecta para dispositivos móviles y tabletas, ya que utiliza HTML5.

Escalabilidad

La escalabilidad es una de las propiedades importantes de un sistema SCADA la cual puede ampliarse sin perder la calidad en los servicios que son ofrecidos.

• Ciberseguridad

La ciberseguridad cubre todos los conceptos que rigen la seguridad a través del internet y cubre la mayor parte de posibilidades de protección a nivel del acceso, seguridad IT y seguridad de planta. WinCC incorpora usuarios locales, donde se registran todas las acciones del usuario, también encriptación SSL para la comunicación entre servidor y cliente. (Berdin, 2017)

A través de WinCC se realizó un sistema SCADA simulando un proceso de sistema de presión constante, un control de tipo proporcional integral (PI).

Las herramientas gráficas de WinCC poseen una apariencia de un nivel bastante alto, que permiten apreciar el proceso de una manera mucho más real, incorporando animaciones, faceplate, scripts, etc.

WinCC posee el driver de comunicación para conectarse en red ethernet con LOGO Siemens y así poder intercambiar datos en tiempo real y a una gran velocidad. En este caso se hace referencia a una conexión de cliente – servidor.

3.4 Elaboración de los terminales de prueba

Los terminales de prueba fueron realizados con cable # 18 en color negro y rojo, se adquirió componentes para elaborar cables comprobadores con conectores tipo banana, el tipo de conector adquirido tiene la ventaja de que es un conector tipo banana retráctil con funda protectora y también posee la característica de poder unir dos o más terminales entre sí en caso de requerirse.



Figura 26 Ilustración gráfica de la elaboración de los terminales de prueba tipo banana. Elaborado por: El Autor

CAPÍTULO IV

4 Desarrollo de las prácticas propuestas

4.1 Práctica # 1 Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con variador de frecuencia por señales digitales.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO		
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial		
N° DE PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con variador de frecuencia por señales digitales.		
OD IDDING		·		

OBJETIVOS: **OBJETIVO GENERAL.**

Simular aplicación de movimiento intermitente para poder parametrizar interrupciones cíclicas entre cada cambio de sentido de giro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comprobar la dinámica de movimiento rotativo y verificar que no existan contra torques cuando se hace el cambio de sentido de giro.
- Definir el tiempo de espera entre cada cambio de giro, considerando la velocidad.
- Seleccionar el método de parada, ya sea parada por rampa de desaceleración o parada rápida.

INSTRUCCIONES:	2 Realizar conexiones del circuito de control
	2 Configurationes de encluto de control.
	3 Configurar parametros de variador de frecuencia y programación

1 Parametrización y puesta en marcha del variador de frecuencia INVT para control por señales digitales.

2 Realizar diagrama Ladder y configurar los tiempos de interrupción según la dinámica de movimiento observada físicamente a una velocidad determinada.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

Verificación de funcionamiento, prueba a varias velocidades, en las cuales se determinó que la rampa de aceleración no puede ser menor a 5 segundos al igual que la rampa de desaceleración.

CONCLUSIONES:

Los variadores de frecuencia de la marca INVT básicos, permiten realizar control de movimiento continuo, movimiento intermitente, par constante y par variable.

RECOMENDACIONES:

- Si el variador de frecuencia va a ser alimentado con una red de 220V monofásica se debe considerar un factor de seguridad de 1.5 de la potencia del motor.
- La protección del variador de frecuencia debe ser un elemento fusible o un interruptor • termomagnético de tipo C, ya que el variador de frecuencia protege al motor.

4.2 Práctica # 2 Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en movimiento continuo e intermitente.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO		
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial		
N° DE PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en movimiento continuo e intermitente.		
OBJETIVOS: OBJETIVO GENERA Utilizar el PLC INVT protocolo de comunicaci OBJETIVOS ESPECÍH • Controlar el accio mando	L. con un sistem ión RS-485 M0 FICOS: onamiento y di	na maestro del variador de frecuencia por medio del DDBUS RTU. rección del motor por medio del registro de la palabra de		
Establecer la con	signa de veloc	idad por medio de registro.		
	1 Alimentar e	el variador de frecuencia y PLC con 220V		
INSTRUCCIONES:	2 Realizar conexiones del circuito de control y conexión de red MODBUS RTU de dos hilos entre el puerto 1 del PLC y el puerto del variador de frecuencia			
	3 Configurar parámetros de variador de frecuencia y programación			
	de PLC.			
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR				
1 Configurar el puerto considerando que la frecuencia, configurar	 de comunic velocidad y la direcciones M 	ación 1 del PLC como protocolo MODBUS RTU a paridad deben ser iguales que las del variador de ODBUS en ambos dispositivos.		
2 Escribir en los registro el sentido de giro del r lectura para confirmar	s de palabra de notor y su frect el correcto fur	mando y consigna de velocidad los valores para definir uencia de funcionamiento (Se puede utilizar registros de ncionamiento).		
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):				
Control por medio de MC y mando se realiza por r eléctricas del motor dura caso de fallas reconocer puesta a tierra, rotor bloc	DDBUS RTU re medio de la re nte su funciona r específicame queado, perdida	educe el cableado físico ya que todo el sistema de control d y además se puede obtener las diferentes magnitudes amiento para que el control sea más seguro y robusto, en nte cual es la falla (sobrecarga, cortocircuito, falla de a de fase, alta temperatura.		
CONCLUSIONES:				
La comunicación MODBUS RTU se realiza de una manera sencilla sin necesidad de usar				
DECOMENDACIONE	$\frac{15D}{2S}$, auti si ios	dispositivos son de distintos fabricantes.		
 Para evitar pérdida: Si el variador de fra considerar un facto 	s y problemas e ecuencia va a s r de seguridad	en la red, se debe utilizar cable apantallado. er alimentado con una red de 220V monofásica se debe de 1.5 de la potencia del motor.		
• La protección del variador de frecuencia debe ser un elemento fusible o un interrupto termomagnético de tipo C, ya que el variador de frecuencia protege al motor.				

4.3Práctica # 3 Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT industrial INVT.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO			
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial			
N° DE PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT industrial INVT.			
OBJETIVOS: OBJETIVO GENERAL. Realizar control analógico po herramienta de flujo IOT NO OBJETIVOS ESPECÍFICO	or medio d DE RED)S:	e LOGO SIEMENS, estableciendo conexión con la de la empresa IBM.			
 Configuración de NO ejecutado en Google (Desarrollar elementos 	DOS para Chrome. s gráficos	leer y escribir variables desde un DASHBOARD de control y visualización.			
INSTRUCCIONES:	 Alimentar variador de frecuencia con 220V y logo siemens con 24V DC Conectar y realizar cableado de control entre variador y dispositivo LOGO. Conectar el dispositivo LOGO a internet. 				
AC	ΓIVIDAD	DES POR DESARROLLAR			
1 Instalar NODE.JS en el c IOT en un navegador.	omputado	r del operador o usuario para poder ejecutar el sistema			
 Controlar y monitorea controlador y GATE V Configurar NODOS de Crear conexión de clie RESULTADO(S) OBTENI Se logro realizar el control an flujo IOT NODE RED. 	r el variad VAY. e escritura ente-servid DO(S): alógico de	lor de frecuencia utilizando al LOGO SIEMENS como y lectura S7 (Nodos especiales de la marca SIEMENS). lor entre el LOGO SIEMENS y NODE RED. el variador de frecuencia por medio de la herramienta de			
CONCLUSIONES : NODE RED es una herramic	enta de flu	ujo IOT multiplataforma y gratuita que cuenta con una			
RECOMENDACIONES : Instalar NODE.JS versión 14	.17.5 LTS	ya que la versión actual esta aun en periodo de prueba.			

4.4 Práctica # 4 Control de movimiento intermitente, comunicación de variador de frecuencia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunicados por RS 485.

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO				
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial				
N° DE PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: Control de movimiento intermitente, comunicación de variador de frecuencia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunicados por RS 485.				
OB IETIVOS:						
ODJETIVOS. ORIETIVO CENERA	т					
Simular v controlar dag	L. do ol r	anal táctil la aplicación da maximianta intermitanta para padar				
parametrizar interruncio	nes cí	alicas entre cada cambio de sentido de giro				
OR IFTIVOS FSPECÍ		cheas entre cada cambio de sentido de gilo.				
• Utilizar el nanel		o. como un sistema maestro del dispositivo PI C				
 Otimizar er paner Comprobar la diu 	námic	a de movimiento rotativo y verificar que no existan contra torques				
cuando se hace e	l cam	vio de sentido de giro.				
 Definir el tiempo 	de es	pera entre cada cambio de giro, considerando la velocidad.				
• Seleccionar el m	étodo	de parada, ya sea parada por rampa de desaceleración o parada				
rápida.						
 Visualizar parám 	netros	de funcionamiento del motor en panel HMI				
	1 A	limentar el variador de frecuencia y PLC con 220V.				
	2 A	Alimentar panel HMI con 24V DC				
INSTRUCCIONES:	3 Ar	vrmar conector DB9 identificando los pines para protocolo de				
	C	omunicación RS-232				
	3 P	rogramación de PLC y HML parametrización de variador de				
	frecu	encia				
	ACT	IVIDADES POR DESARROLLAR				
1 Crear imágenes para	visuali	zar los parámetros de funcionamiento del motor.				
2 Crear conexión M MODBUSMAESTR	ODB O par	JS ESCLAVO para el puerto 0 del PLC y conexión a el puerto 1 del PLC.				
3 Configurar registros	de lect	ura y escritura para control desde el panel HMI				
RESULTADO(S) OBT	ENIE	O(S):				
Establecer conexión MC	DBU	S entre el HMI y PLC, entre el PLC y el variador, para realizar un				
control por medio de est	e prote	ocolo de comunicación.				
CONCLUSIONES:	•					
Los practicantes al utilizar un panel HMI tienen la posibilidad de visualizar el estado del						
funcionamiento y crear a	alguno	os avisos de alarma como canal de diagnóstico.				

RECOMENDACIONES:

Utilizar fuente de tipo switching para alimentación del panel HMI. La conexión rs232 debe ser de 3 hilos para poder aterrizar el conector db9 y evitar ruidos en la red.

Utilizar el tamaño adecuado para cada uno de los botones en las imágenes y que su accionamiento no se dificulte por ser muy pequeños.

4.5 Práctica # 5 Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o KPI del motor en funcionamiento y su visualización a través de la pantalla del HMI, establecer control de par variable mediante comunicación con SCADA.

SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO		
CARRERA: Ingeniería Electrónica.		ASIGNATURA: Automatización Industrial		
N° DE PRÁCTICA:	5	TÍTULO PRÁCTICA: Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o KPI del motor en funcionamiento y su visualización a través de la pantalla del HMI, establecer control de par variable mediante comunicación con SCADA.		
OBJETIVOS :				
OBJETIVO GENER	AL.			
Visualización de parán	netros de n	notor o KPI en HMI INVT y control desde WinCC SCADA		
OBJEIIVUS ESPEC	IFICOS: 1 do momento	richle decide le enligención en WinCC SCADA de SIEMENS		
 Realizar contro Visualización d 	l de par va	matrix de motor en HMLINVT		
	• Visualizacion de los parametros de motor en Hivit INVI.			
	2 Alimentar papel HMLy LOCO SIEMENS con 24V DC			
INSTRUCCIONES:	2 Anniental panel HWI y LOGO SIEWENS con 24 v DC.			
	3 Progr	3 Programación de PLC y HMI, parametrización de variador de		
trecuencia.				
1 Conactor on red ETU	IEDNET of	LI OGO SIEMENS y al Computador		
2 Conactor on red MO	DRUG DT	I al veriador de fracuencie y el papel HMI		
2 Collectal ell fed MO	la funcion	o el valiador de frecuencia y el pañel finni.		
4 Desarrollar pantalla	le control	de par variable en sistema SCADA		
RESULTADO(S) OB	TENIDO	(S).		
Se utilizo el panel HM	I como inte	erfaz de visualización y el SCADA para realizar el control del		
PAR variable.				
CONCLUSIONES :				
En aplicaciones puntu	ales se pi	iede realizar una conexión entre el HMI y el variador de		

En aplicaciones puntuales se puede realizar una conexión entre el HMI y el variador de frecuencia sin un PLC de por medio.

RECOMENDACIONES:

- La distancia del cable de red ETHERNET no debe ser mayor a 100 metros.
- Tanto para red ETEHRNET como para red MODBUS se recomienda utilizar cables apantallados y el caso de MODBUS puede ser hasta 1200 metros la distancia del cable.

Conclusiones

La conclusión del presente proyecto, es que se pudo cumplir con los objetivos establecidos, en este proyecto el objetivo general se cumplió diseñando e implementando una maleta didáctica que consta de un módulo INVT con PLC, variador de frecuencia y recolector de datos IOT, para prácticas en el Laboratorio de Automatización Industrial de la carrera de Ingeniería Electrónica,

Referente a los objetivos específicos que se plantearon se puede indicar lo siguiente:

- Se pudo realizar los planos de las conexiones eléctricas del PLC y actuadores presentes en el sistema, los mismos que fueron realizados en AutoCAD Electrical.
- Se implementó e instaló el panel de control principal para cada una de las prácticas que fueron desarrolladas, para esto fueron utilizados programas como el software Auto Station, SIMATIC WinCC, NODE RED, LOGO! Soft Comfort V8.3, VT Designer.
- Se pudo establecer la comunicación entre los componentes mediante Modbus RTU RS485 y también mediante el IOT por medio de Ethernet, para reforzar la comunicación se colocó en el maletín didáctico un switch de 5 puertos, con lo cual permite tener capacidad para colocar más elementos a fututo a fin de poder utilizar IOT.
- Fueron realizadas las 5 prácticas propuestas para comprobar el correcto funcionamiento del módulo de pruebas, cabe mencionar que deberá ser configurado el mismo, en cada una de las prácticas.
- Mediante las prácticas #3 y #5 se pudo mostrar las ventajas del IOT en la Automatización Industrial, pues mediante el DASBOARD creado permitió evidenciar la comunicación mediante IOT, la ventaja de poder almacenar la información, e inclusive se puede recibir notificaciones mediante la plataforma WhatsApp.

Recomendaciones

- Implementar en el futuro un router para que el módulo didáctico tenga la capacidad de conectarse sin necesidad de una computadora a la nube.
- Se recomienda que en el futuro se compre un módulo de IOT en la marca INVT que utiliza comunicación Modbus RTU RS485 y permite la comunicación con los otros componentes del módulo, y se comunica con la computadora por medio de Ethernet.
- Es aconsejable que para los módulos didácticos deben ser instalados motores con carcasa de aluminio para que así sea más liviano y fácil de transportar.
- Si el variador de frecuencia es de alimentación trifásica y se va a alimentar solo con dos fases, habría que aumentar ¹/₃ de potencia.

Bibliografía

- ABB. (2021). *Paros de emergencia*. Obtenido de https://new.abb.com/lowvoltage/es/productos/dispositivos-de-seguridad/paros-de-emergencia-y-pulsadores
- AliBaba.com. (2021). Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/EBS6BN-electricbreaker-220V-mcb_60766803246.html
- Alonso, R. (01 de diciembre de 2020). ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT) y por qué se le llama así? Obtenido de https://hardzone.es/reportajes/que-es/internet-cosas-iot/
- Arduino. (2020). *Qué es Node-RED*. Obtenido de https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2020/03/05/que-es-node-red/
- Berdin. (25 de Octubre de 2017). *Berdin*. Obtenido de Berdin: http://www.berdin.com/noticias/el-sistema-scada-en-la-industria-4-0/
- CETRONIC. (2021). 1089R BANANA MACHO QUICK AISLADA ROJA 4mm 36A 70V. Obtenido de https://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProduct o.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999208116&cPath=1305
- Crespo, E. (5 de Marzo de 2020). *Aprendiendo arduino*. Obtenido de https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2020/03/05/que-es-node-red/
- Educatia. (mayo de 2021). *Instalación LOGO SOFT V8.3*. Obtenido de https://educatia.com.co/instalacion-logo-soft-v8-3/
- ExportersIndia. (2021). *Instrumentos Rish Flex e 6024A Rishabh*. Obtenido de https://www.exportersindia.com/product-detail/rish-flex-e-6024a-rishabh-instruments-3237338.htm
- farnell. (2021). *Conectores de tipo banana*. Obtenido de https://es.farnell.com/c/pruebamedida/conectores-de-prueba-clips-para-circuitos-integrados/conectores-de-tipo-banana
- FESTO. (2021). Sistema de aprendizaje PLC avanzado: Rockwell Automation. Obtenido de https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/tecnica-deautomatizacion-plc/plc-suitcase-solution/sistema-de-aprendizaje-plc-avanzado-rockwellautomation.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC4xMzU3LjgzMDU
- FESTO. (2021). Sistema de aprendizaje PLC avanzado: Rockwell Automation. Obtenido de https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/tecnica-deautomatizacion-plc/plc-suitcase-solution/sistema-de-aprendizaje-plc-avanzado-rockwellautomation.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC4xMzU3LjgzMDU
- Gonzales, O. (2017). *Tutorial de Node-RED con Raspberry Pi y ESP8266*. Obtenido de https://blog.bricogeek.com/noticias/raspberry-pi/tutorial-de-node-red-con-raspberry-pi-yesp8266/

- Info PLC. (marzo de 2020). *Nuevo Logo! 8.3 de Siemens conecta directamente con la Nube*. Obtenido de https://www.infoplc.net/noticias/item/107569-siemens-logo-8-3-conectadirectamente-con-la-nube
- Interempresas. (2021). Controladores lógicos inteligentes: para proyectos de automatización a pequeña escala. Obtenido de https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicosinteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html
- INVT. (2020). Mini variadores de frecuencia de frecuencia variable de la serie GD10. Obtenido de https://www.invt.com/products/gd10-series-vfd-drive-13?gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKEzlPrGlXbmL_Ln1h0t_4uoo0tHsuu12Ebr3H-Gv568VCO3HnDt6RoCI7IQAvD_BwE
- INVT. (noviembre de 2020). *Software de programación AutoStation*. Obtenido de https://www.invt.su/assets/files/IVC-Series-Small-PLC-Programming-Manual.pdf
- INVT. (2021). *Controlador Micro Programable IVC1L*. Obtenido de https://www.invt.com/es/products/ivc1-micro-plc-73
- INVT. (2021). *HMI de la serie VK*. Obtenido de https://www.invt.com/es/products/vk-serieshmi-68
- INVTEK. (2021). *INVT Studio*. Madrid, España. Obtenido de https://invtek.es/producto/invtstudio/
- ISOTools. (12 de julio de 2018). *Industria 4.0*. Obtenido de https://www.isotools.org/2018/07/12/industria-4-0-que-debemos-saber/
- Jdelectricos.com. (2020). ¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA UN BREAKER ELÉCTRICO O DISYUNTOR? Obtenido de https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breakerelectrico/
- Muñoz, L. (junio de 2021). *Wincc*. Obtenido de https://www.industriasgsl.com/blog/post/winccsiemens
- RS. (2020). *Botones Pulsadores de Parada de Emergencia*. Obtenido de https://es.rsonline.com/web/c/interruptores/pulsadores-pilotos-luminosos-y-botonerasindustriales/botones-pulsadores-de-parada-de-emergencia/
- Siemens. (2021). Software de ingeniería SIMATIC WinCC (TIA Portal). Obtenido de https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Products/10360572
- SiemensLogo. (2021). *Ampliación Siemens LOGO! AM2 AQ 6ED1055-1MM00-0BA2*. Obtenido de https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siemens-logo-8-entradassalidas/42-ampliacion-siemens-logo-am2-aq-6ed1055-1mm00-0ba2-4034106029531.html#description
- Sitasa. (2020). *Motores Electricos*. Obtenido de http://www.catalogo.sitasa.com/familias/motores_reductores/02_1.pdf
- Soluciones y Servicios. (2021). Sistemas de Control SIMATIC Relé programable Logo 8 LOGO! AM2 AQ. Obtenido de https://www.solucionesyservicios.biz/epages/64466233.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/64 466233/Products/6ED1055-1MM00-0BA2
- tp-link. (2021). *TL-SF1005D Switch de sobremesa con 5 puertos a 10/100 Mbps*. Obtenido de https://www.tp-link.com/ec/home-networking/soho-switch/tl-sf1005d/
- Universidad Nacional de la Plata. (2019). *Switch, Routers y Acces Point*. Obtenido de http://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/switch_routers_y_acces_point_conc eptos_generales.pdf
- Weschler Instruments. (2021). FUENTES DE ALIMENTACIÓN SIFAM TINSLEY. Obtenido de https://www.weschler.com/product/sifam-tinsley-power-supplies/

Anexos

Anexo 1: Programación de PLC INVT y control de movimiento intermitente con variador de frecuencia por señales digitales.

Se procede abrir el software Auto Station y crear un nuevo Proyecto, seleccionando el PLC que se encuentra en el maletín físicamente, en este caso el IVC1.

Auto Station	- 8 ×
엔틸니★★☆ ☆╀큐뷰 →↓☆구 바뀌 밖╟(約10] ○단約 =┃★/[m]	
Project Manager a X	Instruction Tree 4 :
New project X	
Program name	
Location c. para product of personal international contraction of the second personal international contraction of the second personal contraction of the se	
PLC type IVC1	
Default editor IVC1L	
Project IVC2	
OK Cancel	
Output Window	
	1
(I(1))) Compile & Communication & Convertion & Find /	>
For help, press F1	OVR

Figura 27 Selección de PLC por medio de Auto Station. Elaborado por: El Autor

Se procede a configurar parámetros en el variador de frecuencia, para arranque por medio de sus terminales de control (modo remoto).

Datos del motor:	
Voltaje: 220 v (Conexión YY)	
Corriente: 2,9 A	
Potencia: 0,75 HP	
Frecuencia: 60 Hz	
Velocidad: 1650 rpm	

Parámetro	Valor	Especificación
P00.00 Modo de control de velocidad	2	Control SVPWM (adecuado para motores asíncronos). Adecuado en casos donde no se necesita un control de alta precisión, como las cargas tipo ventilador o bombas.

P00.02 Canal de comando de operación (modo RUN/STOP)	1	1: Canal de comando de operación mediante terminal de control ("LOCAL/REMOT" parpadeando) Llevar a cabo el control de comando de operación mediante los terminales multifunción: comando de marcha con rotación adelante, con rotación inversa, con velocidad JOG adelante y con velocidad JOG inversa	
P00.03 Frecuencia máxima de salida	60	Este parámetro se utiliza para ajustar la frecuencia máxima de salida del variador. Los usuarios deben prestar atención a este parámetro porque es la base del ajuste de frecuencia y de la velocidad de la aceleración y la desaceleración. Rango de ajuste: P00.04~400.00Hz	
P00.04 Límite superior de frecuencia	60	El límite superior de la frecuencia de operación es el límite superior de la frecuencia de salida del variador, que es menor o igual a la frecuencia máxima.	
P00.05 Límite inferior de frecuencia		El límite inferior de la frecuencia de operación es la frecuencia mínima de salida del variador. El variador opera a la frecuencia límite si la frecuencia ajustada es menor que la del límite inferior.	
P00.06 Modo de frecuencia A	0	Ajuste mediante consola (20 Hz)	
P00.11 Tiempo de Aceleración	10	El tiempo de aceleración es el tiempo requerido en el caso de que el variador acelere de OHz hasta la Frecuencia máxima de salida	
P00.12 Tiempo de Desaceleración	10	El tiempo de desaceleración es el tiempo requerido en el caso de que el variador desacelere desde la Frecuencia máxima de salida (P00.03) hasta 0Hz.	
P02.01 Potencia nominal del motor (kw)	0,55	Según datos de placa	
P02.02 Frecuencia nominal del motor (Hz)	60	Según datos de placa	
P02.03 Velocidad nominal del motor (rpm)	1650	Según datos de placa	
P02.04 Tensión nominal del motor (V)	220	Según datos de placa	
P02.05 Intensidad nominal del motor (A)	2,9	Según datos de placa	
P04.00 Selección de curva V/F	0	Curva V/F lineal, generalmente aplicada a cargas de par constante	

P05.01 Selección de función del terminal S1	1	Rotación hacia adelante
P05.02 Selección de función del terminal S2	2	Rotación hacia atrás

Programación de PLC

Se inicia con un pulso mediante la entrada x0, el motor gira hacia adelante, cuenta un tiempo, se desconecta, hace una pausa temporizada y gira hacia atrás, cuenta otro tiempo, se desconecta y hace otra pausa temporizada, las pausas se realizan entre cambio de giro para evitar estrés mecánico en el motor, esta secuencia se va a repetir hasta pulsar X1.

Conectarse vía serial con el PLC

<u>File Edit View Ladder PLC Debug T</u> ool	<u>V</u> ndow <u>H</u> ep	
] 🗋 😂 🗔 🎒 🐰 🗅 🛍 🖌 🗠 🛣	N Q 4 ■ ■ ✓ ✓ ▶ ■ A 1 1 0 / A 1 1 1	
	→ [→] ++ ++ ++ +SHCH +O +D +F → → → ₀	
Project Manager # ×		Instruction Tree 🛛 🔍 🛪
Practica 1(IVC1) Program block Program block SBR_1 SBR_1 Bold variable table Data block System block Softer and table Softer and table SBR_1 SBR_1	Variable addr. Variable Type Data Type Comments TEMP BOOL TEMP BOOL TEMP BOOL TEMP BOOL TEMP BOOL TEMP BOOL Connect PLC using: @Serial O Ethernet O USB Serial Serial Serial Serial Serial Ort: Serial O Ethernet O USB Serial Serial Serial Serial O Ethernet O USB Serial O Ethernet O USB Serial Serial O Ethernet O USB Serial O E O E O E O E O E O E O E O E O E O	Basic Instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Deta transmission instructions Integer math instructions Accumulator instruction Second to the second s
Output Window		± ×
		~ ~
Compile Communication Convertion	/ [<	>
For help, press F1		OVR Row: 17, Col: 1

Figura 28 Conexión vía serial con el PLC por medio de Auto Station. Elaborado por: El Autor

File Edit View Ladder PLC Debug Tool Window Help	
	Instruction Tree 7 ×
Protice 1(VC) Process 1(VC) Provide 1(VC) Warlable addr. Variable Name Variable Type Data Type Comments MAIN Status <th>Basic Instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Data transmission instructions Integer math instructions Integer math instructions Control totale instruction Shift order instruction Shift order instruction Control calculation instruction Control calculation instruction Compare date and time instruction Date check instruction Word longic instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Word contactor instruction Data check instruction Locating Instruction</th>	Basic Instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Data transmission instructions Integer math instructions Integer math instructions Control totale instruction Shift order instruction Shift order instruction Control calculation instruction Control calculation instruction Compare date and time instruction Date check instruction Word longic instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Compare contactor instruction Word contactor instruction Word contactor instruction Data check instruction Locating Instruction
Output Window	4 ×
	^
	~
Al (1) D Complex Commandation Convenient Arms /	OVR Row: 17. Col: 1



File Edit View Ladder PLC Debug Tool	<u>Window H</u> elp						
🗋 🗅 🗃 🖉 🐰 🗅 🛍 🖃 🗠 🔺 🚳 🤋	a g g F ∎ ⊒ 🗸 🖌	Þ = 🕒 😭 🗉		1 20			
		-O	≁ loel				
Project Manager 🛛 🗛 🗙	MAIN				4 Þ 🗙	Instruction Tree	ąΧ
Practica 1(WC1) MAIN MAIN SBR_1 MAIN SBR_1 Data block Global variable table Gross reference table Element monitoring table PLC Communication S PLC Communication S Connect	Variable addr. Variable Name	Variable Type TEMP TEMP TEMP TEMP 2000] 2000] Mn]	Data Type BOOL BOOL BOOL	Comments		Basic Instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Data transmission instructions Integer math instructions Floating point number math instruction Accumulator instruction Shift/rotate instruction Shift/rotate instruction Control calculation instruction Control calculation instruction Control calculation instruction Compare date and time instruction Word concator instruction Word concator instruction Communication instruction Moll Instruction Compare contactor instruction Moll Instruction Data check instruction Locating Instruction	n
Output Window							ųΧ
							< >
Compile Communication Convertion	<u>'</u> /						>
For help, press F1						OVR Row: 17, Col: 1	

Figura 30 Rotación del motor hacia adelante y desconexión. Elaborado por: El Autor

<u>File Edit View Ladder PLC Debug Tool</u>	<u>W</u> indow <u>H</u> elp						
) 🗅 😂 🗐 🏈 🐰 🗅 🛍 🖉 🗠 🗎 [ሕ 🖪 🖪 🗖 🗖 🖌 🖌 🖌	🕨 🔳 🗟 😭 🛛] / A A	1 °21			
	¬₊ - ≏	-0 🗗 (F) 🗕 🕇	≁ loel				
Project Manager 🛛 📮 🗙	🚡 MAIN				4 Þ 🗙	Instruction Tree	ņх
Practice 1(WC1) MAIN MAIN SBR_1 MAIN SBR_1 Global variable table Go tab block SC cross reference table Generative block Generative block SC cross reference table Generative block Generative block SC cross reference table Generative block Generative block SC cross reference table Generative block SC cross reference table Generative block Gen	Variable addr. Variable Name	Variable Type TEMP TEMP TEMP TEMP IEMP IEMP IEMP IEMP I A TEMP	Data Type BOOL BOOL BOOL	Comments	~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	Basic Instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Data transmission instructions Integer math instructions Integer math instructions Word logic instruction Word logic instruction More dollar instruction Enthance doll togic instruction Enthance doll togic instruction Control calculation instruction Extense lequipment instruction Data Converting Instruction Word Instruction Word Instruction Data Converting Instruction Data Context instruction	1
Output Window							ůΧ
							< >
Compile Communication Convertion	4						>
For help, press F1						OVR Row: 17, Col: 1	

Figura 31 Pausa temporizada, giro hacia atrás y desconexión. Elaborado por: El Autor



Figura 32 Pausa temporizada y repite giro hacia adelante. Elaborado por: El Autor

Ele Edit View Ladder <u>PLC</u> Debug <u>Tool Wi</u> ndow Help								
Project Manager	MAIN *					4 Þ 🗙	Instruction Tree 4	x
Project Manager 4 × Practica ((VC1) Program block Image: SRR_1 Image: SRR_1 Image: SRR_1 <	MAIN*	Variable Name Variable Name R5T Y0 Marcha har ia adelant e R5T M1 FAUSA 1 R5T Y1 MABCHA HAC IA ATRAS R5T M2 PAUSA 2	Variable Type TEMP TEMP PAUSA 2	Data Type BOOL BOOL BOOL	Comments		Instruction Tree A Basic Instruction Program control instruction Program control instruction Program control instruction SFC instruction Data transmission instructions Integer math instruction Word logic instruction Shift/rotate instruction External equipment instruction External equipment instruction Real-time clock instruction Compare date and time instruction Word contactor instruction Data check instruction Locating Instruction	×
	<					v >		
Output Window							J	¥
							*	Â
Vialative Commission Commission	./							~
KIT FIN Compile Communication Convertion A Find	<u>'</u>				(() () () () () () () () () (>	
For help, press F1							OVR Row: 19, Col: 11	



Nota: Estos tiempos son variables según la frecuencia que se elija, en este caso 10 Hz, para trabajar a la frecuencia máxima se deben considerar los tiempos de rampa de aceleración y desaceleración, e incorporar una resistencia de frenado.

Anexo 2: Comunicación Modbus RTU entre PLC - variador INVT y arranque en movimiento continuo e intermitente.

Se procede a abrir el software Auto Station y crear un nuevo Proyecto, seleccionando el PLC que tenemos físicamente, en este caso el IVC1.

File View PLC Tool Help		
◙ □ - + + ☆ ↓ ∓ + + → ↓ - ↓ + ↓ + + + + + + + + + + + + + + +		
Project Manager a x	Instruction Tree	ą×
New project X Program name Location Location C:Upers/Ricardo/Desktop(SERVOL) PC type VC1 Default edtar VC1 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC2 VC3 VC2 VC3 VC2		
Output Window		
Id [1] [2] Compile Communication Convertion Find /		>
For help, press F1	OVR	

Figura 34 Creación de un nuevo proyecto seleccionando el PLC. Elaborado por: El Autor

Configurar el puerto 1 con protocolo Modbus, este será el maestro del variador de frecuencia.

Ele Edit View Ladder PLC Debug Tool Window Help		
│ <u> </u>		
+ ★ ◇ 뉴끈 뉴 분 → ↓ → ↓ ↓ / / / / / / / / / / / / / / /		
Project Manager # × 🕞 MAIN		↓ Instruction Tree
Comm Comm	PLC communication port (0) setting Program port protocol Presport protocol Presport protocol PLC communication port (1) setting PLC communication port (1) setting PLC communication port (1) setting O No protocol Moduus retiring NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN exting PLC communication port (2) setting NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN setting No protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Protocol NN Protocol NN setting NN Setting NN Protocol NN Setting NN Setting NN Setting NN Protocol NN Setting NN Setting	Basic instruction Program control instruction Program control instruction Program control instruction Government instruction Government instruction Government Governmen
Output Window		ů ×
		^
		× .
Kit Compile Communication Convertion Find		>
For help, press F1		OVR Row: 1, Col: 1



Configurar parámetros en el variador de frecuencia, para arranque por medio de comunicación Modbus RTU.

Datos del motor:
Voltaje: 220 v (Conexión YY)
Corriente: 2,9 A
Potencia: 0,75 HP
Frecuencia: 60 Hz
Velocidad: 1650 rpm

Parámetro	Valor	Especificación
P00.00 Modo de control de velocidad	2	Control SVPWM (adecuado para motores asíncronos). Adecuado en casos donde no se necesita un control de alta precisión, como las cargas tipo ventilador o bombas.
P00.01 Canal de comando de operación (modo RUN/STOP)	2	Canal de comando de operación mediante comunicación ("LOCAL/REMOT" encendido) ; El comando de operación es controlado por un elemento supervisor (PLC, sistema Scada, etc.) vía comunicación
P00.03 Frecuencia máxima de salida	60	Este parámetro se utiliza para ajustar la frecuencia máxima de salida del variador. Los usuarios deben prestar atención a este parámetro porque es la base del ajuste de frecuencia y de la velocidad de la aceleración y la desaceleración. Rango de ajuste: P00.04~400.00Hz
P00.04 Límite superior de frecuencia	60	El límite superior de la frecuencia de operación es el límite superior de la frecuencia de salida del variador, que es menor o igual a la frecuencia máxima.
P00.05 Límite inferior de frecuencia	0	El límite inferior de la frecuencia de operación es la frecuencia mínima de salida del variador. El variador opera a la frecuencia límite si la frecuencia ajustada es menor que la del límite inferior.
P00.06 Modo de frecuencia A	0	Ajuste mediante consola (20 Hz)
P00.11 Tiempo de Aceleración	10	El tiempo de aceleración es el tiempo requerido en el caso de que el variador acelere de OHz hasta la Frecuencia máxima de salida

P14.02 Ajuste de la comprobación de bit digital	1	El formato de datos entre el supervisor y el variador debe ser el mismo. De no ser así, la comunicación no se puede establecer. 0: Sin comprobación (N,8,1) para RTU 1: Comprobación par (E,8,1) para RTU 2: Comprobación impar (O,8,1) para RTU 3: Sin comprobación (N,8,2) para RTU 4: Comprobación par (E,8,2) para RTU 5: Comprobación impar (O,8,2) para RTU 6: Sin comprobación (N,7,1) para ASCII 7: Comprobación par (E,7,1) para ASCII 8: Comprobación impar (O,7,1) para ASCII 9: Sin comprobación (N,7,2) para ASCII 10: Comprobación par (E,7,2) para ASCII 11:Comprobación impar (O,7,2) para ASCII 12: Sin comprobación (N,8,1) para ASCII 13: Comprobación par (E,8,1) para ASCII 14: Comprobación impar (O,8,1) para ASCII
		15: Sin comprobación (N,8,2) para ASCII 16: Comprobación par (E,8,2) para ASCII
		17: Comprobación impar (0,8,2) para ASCII

Registros Modbus para leer y escribir en el variador de frecuencia al comunicarse con el PLC.

Instrucción de	Definición	Significado do dotos	Característica	
función	dirección	Significado de datos	W/R	
		0001H: Operación hacia adelante		
		0002H: Operación en sentido inverso		
		0003H: Operación JOG hacia adelante		
Comando de		0004H: Operación JOG en sentido inverso		
control de	2000H	0005H: Detención	W/R	
comunicación		0006H: Detención por inercia (paro de emergencia)		
		0007H: Reinicio de fallos		
		0008H: Detención de velocidad JOG		
	2001	Consigna de frecuencia por comunicación		
	200111	(0~Fmax(unidad: 0.01Hz))	W/D	
	2002H	Consigna PID (setpoint), rango (0~1000, 1000	W/R	
	200211	corresponde a100.0%)		
	2003H	Retroalimentación PID, rango (0~1000, 1000	W/P	
		corresponde a100.0%)	· · · · ·	
	2004H	Consigna de par (-3000~3000), 1000 corresponde al	W/R	
		100% de la intensidad nominal del motor		
La dirección del	2005H	Ajuste del límite superior de frecuencia durante la	W/R	
valor de ajuste de		rotación hacia adelante (0~Fmax). Unidad: 0.01Hz		
comunicación	2006H	Ajuste del límite superior de frecuencia durante la	W/R	
		rotación en sentido inverso (0~Fmax). Unidad: 0.01Hz		
		El límite superior del par de electromoción (0~3000).		
	2007H	1000 corresponde al 100% de la intensidad nominal	W/R	
		del motor		
	2008H	El límite superior del par de frenado (0~3000). 1000		
		corresponde al 100% de la intensidad nominal del	W/R	
		motor		
	2009H	Palabra de comando del control especial		

Figura 36 Registros de comunicación MODBUS con el PLC Serie 2000H. Elaborado por: El Autor

Instrucción de función	Definición dirección	Significado de datos	Característica W/R
identificación del variador			
Frecuencia de operación	3000H	Rango: 0.00Hz~P00.03	R
Consigna de frecuencia	3001H	Rango: 0.00Hz~P00.03	R
Tensión bus DC	3002H	Rango: 0~2000V	R
Tensión de salida	3003H	Rango: 0~1200V	R
Intensidad de salida	3004H	Rango: 0.0~3000.0 A	R
Velocidad de operación	3005H	Rango: 0~65535 RPM	R
Potencia de salida	3006H	Rango: -300.0~300.0%	R

Figura 37 Registros de comunicación MODBUS con el PLC Serie 3000H. Elaborado por: El Autor

Se utiliza el registro 2000 que es la palabra de mando para dar marcha al motor enviando un valor de 1 para que gire hacia adelante.

	g <u>T</u> ool <u>W</u> indow <u>H</u> elp				
🗠 🖓 📓 🔏 🗳 🛍 [× A 🖗 🗅 🗗 🔲 🖵 🖌 🖌 🕨 🖬 🐼 😭 💷 🖉 A 😘 😭				
]圆□□++◇ 뉴부뉴⊬	→ ↓ ¬, ^ ++ ++ ++ ++ ++ ++ ++ +++ +++ ++				
Project Manager # ×		Instruction Tree 4 ×			
Comunication Modbus(WC1) Main Main Main Compara block Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication Comunication	Veriable addr. Veriable Type Data Type Comments A TEMP BOOL	Basic Instruction Program control instruction Program control instruction Program control instruction Program control instruction Deta transmission instruction Deta transmission instruction Accumulator instruction Accumulator instruction More logic instruction Enhanced bit logic instruction Enhanced bit logic instruction Enternal equipment instruction Enternal equipment instruction Enternal equipment instruction Ecompare date and time instruction Data Converting Instruction Compare contactor instruction Mol Instruction Data check instruction Locating Instruction			
Output Window		# ×			
H Compile Communication Conve	rtion / Find / [] <	>			
For help, press F1		OVR Row: 1, Col: 1			

Figura 38 Utilización de registro para dar marcha al motor. Elaborado por: El Autor



Se va a necesitar una consigna de velocidad que se la escribe en el registro 2001.

Figura 39 Consigna de velocidad en el registro 2001. Elaborado por: El Autor

Para detener el motor se escribe el valor 5 en el registro 2000 de palabra de mando.

<u>File Edit View Ladder PLC Debug</u>	Tool Window Help		
🗠 🗠 📓 👗 🖺 🛍 🗠 🗠	× A 9A Q. 4 1 1 1 2 J × ¥ J Þ ■ Q. 1 1 1 2 A 1 1 1		
₩□□++↓ ↓ # # #	\rightarrow \downarrow \neg_{+} \downarrow		
Project Manager # ×	MAIN d	Þ x	Instruction Tree # ×
Comunicacion Modbus(IVC1) MAIN SRR,1 Global variable table System block System bl	Variable Name Variable Type Data Type Comments TEMP BOOL TEMP BOOL V*TALABBA DE MANDO (Farada): Pagina 130 del manual del variador. En el registro 1652000 escribo el valor 5 para deteser el motor*/ NO NE [MOV S D0] IL (MODENT a e 1652000 O D0] V*TALABBA DE MANDO (Inversion de giro): Fagina 130 del manual del variador. En el registro 1652000 le escribo el valor de 5 para */ /*dar marcha hacia aveza*/		Basic Instruction Program control instruction Program control instruction Program control instruction Data transmission instructions Integer math instructions Hore math instructions Substruction Substruction Substruction Substruction Data Control calculation instruction Compare date and time instructions Compare date and time instructions Compare date and time instructions Compare contactor instruction Compare date and time instructions Compare contactor instruction Compare date and time instruction Compare contactor instruction Compare contactor instruction Compare contactor instruction Compare contactor instruction Worl contactor instruction Data Converting Instruction
Output Window			4 ×
			~ ~
Compile Communication Conve	tion / Find / [] <		>
For help, press F1			OVR Row: 1, Col: 1

Figura 40 Detención del motor aplicando valor en el registro 2000. Elaborado por: El Autor

Luego de esto haremos una rotación inversa escribiendo el valor 2 en el registro de palabra de mando.



Figura 41 Rotación inversa del motor. Elaborado por: El Autor

Anexo 3: Detección de equipos y recolección de datos por sistema IOT industrial INVT.

Se procede a crear el control analógico por medio de marcas digitales para poder realizar



operaciones remotas desde NODE RED

Figura 42 Creación del control analógico. Elaborado por: El Autor

Se crean modos de accionamiento continuo e intermitente



Figura 43 Creación de modos de accionamiento. Elaborado por: El Autor Debe crearse la conexión S7 para poderse comunicar con NODE RED, las direcciones deben coincidir tanto en logo SOFT COMFORT, como en NODE RED.

Configuración offine Configuración offine Configuración de diagrams Configuración de los Nume Configuración de los Nume Configuración de los Nume Metricade common de voncond Dirección IP Metricade common de voncond Espacio dir. Modus Metricade common de voncond Dirección IP Metricade common de voncond Configuración de voncond Metricade common de voncond Dirección IP Resultado de los Nume Espacio dir. Modus Metricade common de voncond Consciones Ethernet Metricade remoins (Clene) Dirección Revenois (Clene) Metricade remoins (Clene) Toxing concelar on nu panel de operator (OP) Metricade remoins (Clene) Consciones Ethernet Metricade remoins (Clene) Toxing concelar on nu panel de operator (OP) Metricade remoins (Clene) Consciones Ethernet Metricade remoins (Clene) Toxing concelar on nu panel de operator (OP) Metricade r	LOGO!Soft Comfort Archivo Edición Formato Ver Herramientas Ventana Avuda	The configuración de LOGO!) ø ×
Under de diagramm Proyecto de red Image: State of the s	[월 ± 💁 🖶 📮 🗶 X 🏨 🏨 이 여 🗒 라 🗉 🌚	Configuración offline Configuración online	
	Voido de diagrama Proyecto de red Editor de diagramas Image: Contract of the second s	Configuración de nombre Configuración de nombre Tipo de hardware Nombre de dispositino: Nombre de E/S Nombre de dispositino: Nombre de Jograma Encendido Texto del menaje Dirección IP. Información aldional Estadistas Estadistas Configuración IP. Comentario Pasarela predeterminads Espacio dir. Modbus Personalizar el senidor DNS Propiedades locales (Servidor) Conexiones Ethernet Dirección de senidor DNS Conexiones Ethernet Permitir acceso 57 Remitir acceso 57 Remitir acceso 57 Remitir acceso 57 Remitir acceso Modbus Foliades renotas (Cliente) ToAP 10.00 Aceptar Cancelar Ayuda Image: Conexiones Ethernet ToAP 10.00 Aceptar Cancelar Ayuda Aceptar Cancelar Ayuda	
Lectura finalizada correctamente	Lectura finalizada correctamente	LOG01	8.3 75%

Figura 44 Conexión entre NODE RED y SOFT CONFORT. Elaborado por: El Autor

Se crea la conexión en NODE RED para que puedan operar e interactuar los diferentes elementos

Node-RED X	< +		o – o ×
← → C ③ 127.0.0.1:1880/	/#flow/7a88f7f5.94823		🖈 🕚 🗯 🍈 En pausa 🗄
🐲 Sensor de nivel de 💿 04 - Dont	t Speak 🔹 (1) Creep - Vin	age 🏧 temperatura 📓 fotos volcanes 💿 simpsons 🕕 futurama 😝 Inicio 👍 Frases de amor pa	ir » 🛛 📰 Lista de lectura
■< Bode-RED			🛹 Deploy 👻 🚍
Q filter nodes	Flow 1 Ø Flo	Edit s7 out node > Edit s7 endpoint node	i info i 📓 🚊 👻 👻
~ common	Pulsador de march	Delete Cancel Update	Q Search flows
inject		Properties	Flows
debug	Deulsador de parad		> E Flow 2
		Connection Variables	> 🛃 S7-LOGO8 O
complete		✓ Transport Ethernet (ISO-on-TCP)	> [] Flow 3 Ø
catch			> Subflows
		V Address 192.168.0.3 Pon 102 Q V	> Global Configuration Nodes
s link in	media	≢ Mode TSAP ✓	S7-LOGO8
link out			Node "ab1b0b4c.23e"
comment	MARCHA HACIA A		Type s7 endpoint
	ar and		show more 👻
 function 	offline	O Timeout 10000 ♀ ms	
f function		Name S7-LOGO8	
-C switch			Search for nodes using ctrl-f
¢ ⁷ ² , change ↓	Valor de RPM a ingresar		
127.0.0.1:1880/#editor-tab-cproperties		O Enabled 0 10 nodes use this config On all flows	

Figura 45 Conexión en NODE RED de los elementos. Elaborado por: El Autor



Se crean los nodos y elementos de visualización en el DASHBOARD

Figura 46 Nodos y elementos de visualización4 del DASHBOARD. Elaborado por: El Autor

A través de Google Chrome se puede visualizar el DASHBOARD, el mismo que es el tablero

de control y de visualización de las variaciones de velocidad del motor, cambios de sentido,

Node-RED X 🔀 Node-RED Da	shboard × +		• – • ×
← → C ③ 127.0.0.1:1880/ui/#!/0?socketid=YE	SVjhtS6rQofr2yAAAA		🖈 🕐 🌻 🎆 En pausa 🕴
🦇 Sensor de nivel de 🕨 04 - Dont Speak 🕑 (1) Cr	eep - Vintage 🚾 temperatura fotos volcanes 🧃	🔊 simpsons 🕕 futurama 😝 Inicio 👍 Frases de a	mor par » 🔲 Lista de lectura
CONTROL IOT DE VARIADOR DE FR	ECUENCIA INVT GOODRIVE 10		
INGENIERÍA ELECTRÓNICA	TUTOR	AUTOR DEL PROYECTO	CONTROL EN MODO CONTINUO
	Ing. Víctor Manuel Huilcapi Subia, PhD	Luis Andrés Aguirre Parra	Velocidad configurada
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA	MAGNITUDES ELÉCTRICAS DRIVE	VISOR DE CURVA DE VELOCIDAD	
SALESIANA	Frecuencia Voltaje		
431		velocidad real/tiempo	RPM
CONTROL MODO INTERMITENTE	0 0 V	{{value}}	MARCHA HACIA ADELANTE
MARCHA	ERROR DE VELOCIDAD		MARCHA HACIA ATRÁS
PARADA		Velocidad real	PARADA
CONSIGNA DE VELOCIDAD	DASHBOARD IBM -		
Ingrese velocidad (rpm) max 1650		ORPM	

frecuencia y voltaje.

Figura 47 DASHBOARD. **Elaborado por:** El Autor

Anexo 4: Control de movimiento intermitente, comunicación de variador de frecuencia con PLC y operación desde panel HMI. Dispositivos comunicados por RS 485.

Se procede a abrir el software Auto Station y crear un nuevo Proyecto, seleccionando el PLC que tenemos físicamente, en este caso el IVC1.

Auto Station		- 0 ×
Ele View PLC Iool Help		
│図□□++↓◇│돠끈듶쓷│→↓→↓→↓ / 바까│쌍/☆│◇□/む│──│/ha		
Project Manager a x	Instruction Tree	# ×
New project X		
Program name		
Location C:\Users\Ricardo\Desktop\SERVO\		
PLC type IVC1 V		
Default editor TVC1L		
Project IVC15		
description IVC2.		
OK Cancel		
Uutuut Window		4 ×
		^
		~
(()) Compile Communication Convertion / Find / (<		>
For help, press F1	OVR	

Figura 48 Rotación inversa del motor. Elaborado por: El Autor

Configurar el puerto 0 con protocolo Modbus, este será esclavo del panel HMI.

<u>Ele Edit View Ladder PLC Debug Tool Window Help</u>							
図□□+★◇ 坛荘寺寺 →↓ -→↓ -→↓ -→↓ -→↓ - + + + 15 10 - ○ 口 / 1 ≠ ba							
Project Manager # × 🕞 MAIN		d ▶ × Instruction Tree					
Violec Manager 0 × < MAIN	PLC communication port (0) setting PLC communication port (0) setting Preport protocol Preport protocol NN Protocol NN Protocol PLC communication port (1) setting No protocol PLC communication port (2) setting NN Protocol NN Protocol NN Setting NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Setting NN Protocol NN Protocol NN Protocol NN Setting NN Protocol NN	4 >X Instruction Tree 0 x • Basic Instruction • Program control instruction • Program control instruction • FC instruction • Program control instructions • Integer math instructions • Production instructions • Production instructions • Production instructions • Productions • Productinstructions					
Dutput Window		# ×					
() Compile Communication Convertion Find	[] <	>					
For help, press F1		OVR Row: 1, Col: 1					

Figura 49 Configuración del puerto 0 con protocolo MODBUS. Elaborado por: El Autor

Configurar el puerto 1 con protocolo Modbus, este será el maestro del variador de frecuencia.

Ele Edit View Ladder PLC Debug Tool Window Help							
□ □ + + ◇ \z + + + → ↓ ¬ → + + + 13 \C ○ □ (1) - → → a							
Project Manager a × 🕞 MAIN		4 D X Instruction Tree 4 X					
Luis aguirre P4(IVC1)	X	Basic Instruction					
Program block	PLC communication port (0) setting	Program control instruction					
Skell Saving Range	O Program port protocol	Program control instruction					
INT_1	Freeport protocol Free port setting	Data transmission instructions					
😰 Global variable table 🕒 Input Filter	Medius entresi	 Integer math instructions 					
Data block	Modbus protocol Modbus setting	Floating point number math instruction					
	N:N Protocol N:N setting	Word logic instructions					
Default Value cial Module	PLC communication port (1) setting	General Shift/rotate instructions					
Set Tim PLC serial port setting prity Level Of		Enhanced bit logic instruction					
mmunication		Gentrol calculation instruction					
Advance Data bit 8 V Stop bit 1 V	Pree port setting	External equipment instruction					
Serial P	Modbus Protocol Modbus setting	Real-time clock instruction					
	N:N Protocol N:N setting	Compare date and time instructions					
Comm DTI Mode		Data Converting Instruction					
MDI Col Iransmission mode	PLC communication port (2) setting	Word contactor instruction					
Cross refer Timeout time of the main mode Toto Toto Timeout time of the main mode Toto Toto		Communication instruction					
Retry times	Freeport protocol Free port setting	Data check instruction					
B-J PLC Comn OK Cancel	Modbus Protocol Modbus setting	Locating Instruction					
	N:N Protocol N:N setting						
	OK Cancel Help	~					
<		>					
Output Window		ά×					
		^					
		~					
II I FIN Compile Communication Convertion] <	>					
For help, press F1		OVR Row: 1, Col: 1					

Figura 50 Configuración del puerto 1con protocolo MODBUS. Elaborado por: El Autor

Acto seguido se procede a configurar parámetros en el variador de frecuencia, para arranque por medio de comunicación Modbus RTU.

Datos del motor:
Voltaje: 220 v (Conexión YY)
Corriente: 2,9 A
Potencia: 0,75 HP
Frecuencia: 60 Hz
Velocidad: 1650 rpm

Parámetro	Valor	Especificación
P00.00 Modo de control de velocidad	2	Control SVPWM (adecuado para motores asíncronos). Adecuado en casos donde no se necesita un control de alta precisión, como las cargas tipo
		ventilador o bombas.
P00.01 Canal de comando de operación (modo PUN/STOP)	2	Canal de comando de operación mediante comunicación ("LOCAL/REMOT" encendido) ;
		elemento

		supervisor (PLC, sistema Scada, etc.) vía comunicación
P00.03 Frecuencia máxima de salida	60	Este parámetro se utiliza para ajustar la frecuencia máxima de salida del variador. Los usuarios deben prestar atención a este parámetro porque es la base del ajuste de frecuencia y de la velocidad de la aceleración y la desaceleración. Rango de ajuste: P00.04~400.00Hz
P00.04 Límite superior de frecuencia	60	El límite superior de la frecuencia de operación es el límite superior de la frecuencia de salida del variador, que es menor o igual a la frecuencia máxima.
P00.05 Límite inferior de frecuencia	0	El límite inferior de la frecuencia de operación es la frecuencia mínima de salida del variador. El variador opera a la frecuencia límite si la frecuencia ajustada es menor que la del límite inferior.
P00.06 Modo de frecuencia A	0	Ajuste mediante consola (20 Hz)
P00.11 Tiempo de Aceleración	10	El tiempo de aceleración es el tiempo requerido en el caso de que el variador acelere de 0Hz hasta la Frecuencia máxima de salida
P00.12 Tiempo de Desaceleración	10	El tiempo de desaceleración es el tiempo requerido en el caso de que el variador desacelere desde la Frecuencia máxima de salida (P00.03) hasta 0Hz.
P02.01 Potencia nominal del motor (kw)	0,55	Según datos de placa
P02.02 Frecuencia nominal del motor (Hz)	60	Según datos de placa
P02.03 Velocidad nominal del motor (rpm)	1650	Según datos de placa
P02.04 Tensión nominal del motor (V)	220	Según datos de placa
P02.05 Intensidad nominal del motor (A)	2,9	Según datos de placa
P04.00 Selección de curva V/F	0	Curva V/F lineal, generalmente aplicada a cargas de par constante
P05.01 Selección de función del terminal S1	1	rotación hacia adelante

P05.02 Selección de función del terminal S2	2	rotación hacia atrás
P14.00 Dirección Modbus	3	Dirección local de comunicación
P14.01 Velocidad de transmisión	3	Ajusta la velocidad de transmisión digital entre el supervisor y el variador. 0: 1200BPS 1: 2400BPS 2: 4800BPS 3: 9600BPS 4: 19200BPS 5: 38400BPS Nota: La velocidad de transmisión entre el supervisor y el variador debe ser la misma. De no ser así, la comunicación no se puede establecer. Cuanto mayor sea la velocidad de transmisión, mayor será la velocidad de la comunicación.
P14.02 Ajuste de la comprobación de bit digital	1	El formato de datos entre el supervisor y el variador debe ser el mismo. De no ser así, la comunicación no se puede establecer. 0: Sin comprobación (N,8,1) para RTU 1: Comprobación par (E,8,1) para RTU 2: Comprobación impar (O,8,1) para RTU 3: Sin comprobación (N,8,2) para RTU 4: Comprobación par (E,8,2) para RTU 5: Comprobación impar (O,8,2) para RTU 6: Sin comprobación (N,7,1) para ASCII 7: Comprobación par (E,7,1) para ASCII 8: Comprobación impar (O,7,1) para ASCII 9: Sin comprobación (N,7,2) para ASCII 10: Comprobación par (E,7,2) para ASCII 11:Comprobación impar (O,7,2) para ASCII 12: Sin comprobación (N,8,1) para ASCII 13: Comprobación par (E,8,1) para ASCII 14: Comprobación impar (O,8,1) para ASCII 15: Sin comprobación (N,8,2) para ASCII 16: Comprobación par (E,8,2) para ASCII 17: Comprobación par (E,8,2) para ASCII 17: Comprobación par (E,8,2) para ASCII

Registros Modbus para leer y escribir en el variador de frecuencia al comunicarse con el PLC

Instrucción de	Definición	Similar de de dese	Característica		
función	dirección	Significado de datos	W/R		
		0001H: Operación hacia adelante			
		0002H: Operación en sentido inverso			
		0003H: Operación JOG hacia adelante			
Comando de		0004H: Operación JOG en sentido inverso			
control de	2000H	0005H: Detención	W/R		
comunicación		0006H: Detención por inercia (paro de emergencia)			
		0007H: Reinicio de fallos			
		0008H: Detención de velocidad JOG			
	2001H	Consigna de frecuencia por comunicación			
	200111	(0~Fmax(unidad: 0.01Hz))	W//D		
	2002H	Consigna PID (setpoint), rango (0~1000, 1000	W/R		
	200211	corresponde a100.0%)			
2003H		Retroalimentación PID, rango (0~1000, 1000	W/R		
	200311	corresponde a100.0%)			
	2004H	Consigna de par (-3000~3000), 1000 corresponde al	W/R		
	200111	100% de la intensidad nominal del motor			
La dirección del	2005H	Ajuste del límite superior de frecuencia durante la	W/R		
valor de ajuste de		rotación hacia adelante (0~Fmax). Unidad: 0.01Hz			
comunicación	2006H	Ajuste del límite superior de frecuencia durante la	W/R		
		rotación en sentido inverso (0~Fmax). Unidad: 0.01Hz			
		El límite superior del par de electromoción (0~3000).			
	2007H	1000 corresponde al 100% de la intensidad nominal	W/R		
		del motor			
	200011	El limite superior del par de frenado (0~3000). 1000			
	2008H	corresponde al 100% de la intensidad nominal del	W/R		
		motor			
	2009H	Palabra de comando del control especial			

Figura 51 Registros MODBUS para comunicación con el PLC serie 2000H. Elaborado por: El Autor

	I		
Instrucción de	Definición	Cincifica da da datas	Característica
función	dirección	Significado de datos	W/R
identificación del			
variador			
Frecuencia de operación	3000H	Rango: 0.00Hz~P00.03	R
Consigna de frecuencia	3001H	Rango: 0.00Hz~P00.03	R
Tensión bus DC	3002H	Rango: 0~2000V	R
Tensión de salida	3003H	Rango: 0~1200V	R
Intensidad de salida	3004H	Rango: 0.0~3000.0 A	R
Velocidad de operación	3005H	Rango: 0~65535 RPM	R
Potencia de salida	3006H	Rango: -300.0~300.0%	R

Figura 52 Registros MODBUS para comunicación con el PLC serie 3000H. Elaborado por: El Autor

Se debe utilizar el registro 2000 que es la palabra de mando para dar marcha al motor enviándole un valor de 1 para que gire hacia adelante.

<u>File Edit View Ladder PLC Debug</u>	Iool <u>W</u> indow <u>H</u> elp		
ା 😋 🗐 🕷 👗 🛍 🗋 ଦ ଦା :	× A & C 3 FFFF × * > = C 2 G 2 G 3 G		
₩□□++↓↓₩₩₩			
Project Manager 📮 🗙		4 Þ x	Instruction Tree A ×
Project Wanager 0. x Communication Modbus(VC1) Program block MAIN BR_1 Block Bl	WAIN Image: Constant of the second secon		Instruction Tree 0 × × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1
	/*trahajar mi motor*/ <	, ~	
Output Window			4 ×
			^
H H H Compile Communication Conve	tion / Find / [] <		>
For help, press F1			OVR Row: 1, Col: 1

Figura 53 Registro de palabra de mando para dar marcha al motor. Elaborado por: El Autor



Posteriormente se registra una consigna de velocidad que la escribe en el registro 2001

Figura 54 Registro de la consigna de velocidad. Elaborado por: El Autor

Para detener el motor se escribe el valor 5 en el registro 2000 de palabra de mando.

<u>File Edit View Ladder PLC Debug</u>	<u>, T</u> ool <u>W</u> indow <u>H</u> elp					
	→ ⊥ ¬_ → +F +	4 + H+ + H+ + ISE+ (C) + C) + C) + C) + C)	$-1 \neq$	he		
Project Manager A ×	MATN				م الا الا	Instruction Tree 4 ×
Grand Comunicacion Modbus(IVC1)			D	2		Basic Instruction
Program block	Variable addr. Var	TEMD	Data Type	Comments	^	Program control instruction
MAIN		TEMP	BOOL			Image: Imag
		TEMP	BOOL			JE SFC instruction
		A 444 A 4	2002		¥	Data transmission instructions
Global variable table					^	Integer math instructions
						Floating point number math instruction
System block	/*PALABRA DE MANDO) (Parada): Pagina 120 del manua	l del variado	r. En el registro 16\$2000 escribo el valor 5 para deter	ser el motor*/	Accumulator instruction
Cross reference table						Word logic instructions
Bellement Monitoring table	M0 M2					Shirt/Totale Instructions
PIC Communication	N2 1	[MOV 5 D0]			High-speed I/O instruction
S-2 Tee communication						Control calculation instruction
						External equipment instruction
						Real-time clock instruction
		MODRW 1 3	6	16#2000 0 D0]		Generation Compare date and time instructions
		-		-		Compare contactor instructions
						Data Converting Instruction
						. Word contactor instruction
						. Communication instruction
						MDI Instruction
	/*PALABRA DE MANDO) (Inversion de giro): Pagina 12	0 del manual	del variador. En el registro 16\$2000 le escribo el val	or de 5 para */	Data check instruction
						Locating Instruction
	/*dar marcha hacia	atras*/				
					¥	
	<				>	
Output Window						ů ×
						^
UUDCompile Communication Conve	rtion / Find /					>
For help, press F1						OVR Row: 1. Col: 1



Luego de esto se hace una rotación inversa escribiendo el valor 2 en el registro de palabra de mando.

<u>File Edit View Ladder PLC Debug</u>	⊥ool Window Help	
ା 🗠 🖉 🗶 🕼 🗋 🗠 🗠		
Project Manager # ×		× Instruction Tree 4 ×
Grand Comunicacion Modbus(IVC1)	Unrishle adda Unrishle Name Unrishle Tune Data Tune Comments	Basic Instruction
Program block	Valiable addi. Valiable name valiable type baca type comments /	Program control instruction
MAIN	TEMP BOOL	Program control instruction
	TEMP BOOL	SFC instruction
Global variable table		Data transmission instructions
Data block		Floating point number math instruction
🗈 🐻 System block	/*PAL&BRA DE MANDO (Inversion de giro): Pagina 120 del manual del variador. En el registro 16#2000 le escribo el valor de 5 para */	Accumulator instruction
🗈 👼 Cross reference table		Word logic instructions
Element monitoring table		Shift/rotate instructions
Instruction Wizard		Enhanced bit logic instruction
	/*dar marcha hacia atras*/	Gentral calculation instruction
		External equipment instruction
	M0 M2	Real-time clock instruction
		Compare date and time instructions
		Compare contactor instructions
		Uata Converting Instruction
		Communication instruction
	[MODRW 1 3 € 16#2000 0 D0]	MDI Instruction
		Data check instruction
		i Locating Instruction
		·
	C	
Output Window		Ф ×
		^
		~
Compile Communication Conve	tion / Find /	>
For help, press F1		OVR Row: 1, Col: 1

Figura 56 Registro del valor para hacer una rotación inversa. Elaborado por: El Autor

Abrir el programa VT Designer para configurar el HMI

Eile Edit View Screen Draw Object Project Par	el <u>T</u> ools <u>W</u> indo	w <u>H</u> elp			
		. 🔐 j. 🔹 🖆 🖆 🗳			
, n w 🗗 🖸 🕅 🖬 🔛 😫 🔹 👯	🥌 🦉 🛏 (e e e e e e e e e e e e e e e e e e e) 🕒 🛅 🔜 🔥 🔍	a 🗐 🖪 🔠 🐴 🔊	31 🕺 O 🖄 💿 📑 🚜 🚝 💆 🖉 🛸
	~ ~	0 🔺 🔺 💼 🚍 🗖			
	New Project			×	
·[[本日 〒 本山 尊 回 王 雲 景					
	Project Name:				
Project Manager Object Library Screen I (+ P ×	Location:	C:\Users\Ricardo\Documents\VT Designer\	Browse		×
	1				
Build List			< Back Next >	Cancel Help	a x
	1				
<					>
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·)	▋▋■゚ヹヹ゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚			
326, 236	100%				

Figura 57 Configuración del HMI a través del programa VT Designer. Elaborado por: El Autor

Configurar el puerto de comunicación a utilizar, este es RS-232 ya que el puerto serial del PLC al que se va a conectar es RS-232. Se debe tomar en cuenta que en la marca INVT el panel HMI es maestro y el PLC es esclavo del HMI.

	Project Pgnel Jools Window Help	
	S I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	
јв w 🗗 🕤 🛅 🗄 ин 🛱	i · · :: • ; • ; • ; • ; • ; • ; • ; • ; • ;	» •
• 		
<u>, E + 4 0 4 ± 4 H</u> 2	Link Properties X	
	General Parameter	
Project Manager Object Library Screen I	Link Number:	
🖃 🏭 Luis Aguirre P4 HMI	Link Name:	9 X
Global	Link Type: Direct Link (COM)	
	Device/Server: PaneMaster V Modbus Device/Slave (RTU)	
	Link Port: COM3 (Link 1) V Sub-Inks	
Native Script		
Link 1	Record communication status in operation log	
E-Setup	The duration of showing a communication error message: 5 v second(s)	
General Setup		
Build List		×
	OK Cancel Help	
		>
<u>. • \ - \$ 000</u>		
326, 236	100%	

Figura 58 Configuración del puerto de comunicación. Elaborado por: El Autor

Los parámetros de comunicación del HMI deben coincidir con los configurados en el dispositivo

PLC

	2roject P <u>a</u> nel Jools <u>Wi</u> ndow <u>H</u> elp	
, B W 🗗 🔂 🖬 🖽 🛤 🚦		?
× ×		
, 🖉 🖬 🖬 🖬 🖬		
; E 후 리 파 ㅎ 止 中 H 3	Link Properties X	
- 直日 月	General Parameter	
Project Manager Object Library Screen I < >	Transmission Others	
🖃 🟭 Luis Aguirre P4 HMI	Baud Rate: 9600 ∨ Panel Address: 1 🔹 Retry Count: 0 🔹	в×
😑 😒 Global	Data Bits: 8 V PLC Address: 3 🗘	
Font Templates	Parify: Even V Treeout Time: 0 🖨 (x 0.1 Sec.)	
Picture Database	Even Bite: 1 Command Delay: 0 🖨 (x 1 ms)	
	Supplis. 1 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Text Database		
Global Tags		
Native Script	Fetching Data In Blocks To Optimize The Screen Data Reading	
	Ware Adjurant Bite To Ecom Bit Blocke	
🖶 🚚 Links		
Internal Memory	Maximal Gap Of Two Mergeable Bits: (default) 🗸	
	rege Adjacent Words To Form Word Blocks	
Sound Table	Maximal Gap Of Two Mergeable Words: (default) ~	
🗉 💫 Setup		
General Setup		
Build List		÷Χ
	OK Cancel Help	_
L		
<		>
· • \ - < □ 0 0 A		-
* lase are		_
J] 320, 230	100%	



Se agregan los diferentes objetos de la pantalla

<u>File Edit View Screen Draw</u>	<u>O</u> bj	ect <u>P</u> roject P <u>a</u> nel <u>T</u> oo	ls <u>V</u>	indow <u>H</u> elp					
; C 🔒 🖩 🗡 🖿 🖻 🤊	в	Bit Button	^	A A	~ ‡ 🕻	2 🖻 🖆 🖄			
. B W 🗗 🔁 🖂 🖽 🖽		Toggle Switch		- 🖬 🛋 📑	💡 🤬 😐	a 🔤 🐖 🧉	D 🕒 🛅	SUN	永 🗔 🚡 🛢 🖺 🐴 🔊 💀 🛪 O 🖾 O 📑 🖉 🖉 🗒 🚍 义
•	Ð	Screen Button							
	P1	Function Button				- <u></u>	* = =	-=	
	0	Slide Switch		a tana tana tana da		an terrier.			
	Ð	Combo Button			<u> </u>	الدادارد	55 55 <mark>.T</mark> .		
<u>n</u> × <u></u>		More buttons	•	<u> </u>					
Project Manager Object Library Scr	-								
🖃 🏭 Luis Aguirre P4 HMI	<u>12</u>	Numeric Entry							_ Ø X
Global	123	Numeric Display		FIGURACIO					
Font Templates	ц.	Advanced Numeric Displ	ay	Fraguencia da					
Picture Database	20) 20)	Character Entry		operacion	99.99	Potencia de	999.9		
	abc	Character Display		.(HZ)		salicia (70)			
Global Tags				Tension de	9999	Codigo de	9999		
🖃 🗸 Global Macros	0	Bit Lamp		salida (V)		Tallo			
Native Script	2	Multistate Lamp		Corriente de	99.99				
E	Ģ	Message Display		Salida (A)					
Internal Memory		Time/Date	•	operacion	9999				
Link 1		Meter		(RPM)					
Sound Table	-	Dynamic Graphic							
🖃 🎝 Setup		Pipeline							
General Setup	•	Graph/Chart							
Build List		Desire Calenter	· _						4 X
		Recipe Selector							
	a.	Recipe lable							
		Historic Display	•						
<	4	Sublink Table							>
•• \> - < □ 0		Alarm Display							
	.	Schedule Setting Table	~			لد السابحات			
15, 5			100	1%					

Figura 60 Ingreso de los objetos de la pantalla. Elaborado por: El Autor



Se agregan cada una de las variables del variador de frecuencia que quieran visualizar

Figura 61 Ingreso de las variables del variador. Elaborado por: El Autor

Anexo 5: Identificar mediante Modbus RTU los principales indicadores o KPI del motor en funcionamiento y su visualización a través de la pantalla del HMI, establecer control de par variable mediante comunicación con SCADA.

Crear programa en LOGO! Soft Comfort con control PI a fin de ejecutar la simulación de presión constante, la salida analógica del variador se conecta físicamente a la entrada analógica del logo.



Figura 62 Creación de programa para simulación de presión constante. Elaborado por: El Autor

🔐 LOGO!Soft Comfort Archivo: Edición: Formato: Ver Herramientas: Ventana: Avuda	📓 Configuración de LOGO!	o x
① ± 🖻 🔤 🔲 🕹 🗙 🗶 🎟 💼 🔊 (ペー酸 🖬 🔍 🖭 🗌	Configuración offline Configuración online	
Modo de diagrama Proyecto de red Editor de diagramas Image: Comparison of the second	General Configuración de nombre Configuración de edispositivo: Configuración de de dispositivo: Configuración de de dispositivo: <td></td>	
	Aceptar Cancelar Ayuda	
Pari 40. Lectura finalizada correctamente	a loo	× ! 8.3 75%

Se crea la conexión S7 para comunicación con WinCC Advanced

Figura 63 Creación de conexión S7. Elaborado por: El Autor

Se agrega el tipo del sistema PC que se va a utilizar para poder manejar y visualizar la

información.



Figura 64 Configuración de PC. Elaborado por: El Autor



Se procede a seleccionar la tarjeta de red del pc local

Figura 65 Selección de tarjeta de red. Elaborado por: El Autor

Se crear conexión entre sistema PC y LOGO SIEMENS

JA Siemens - C:\Users\Ricardo\Docume	ents\LUIS AGUIRRE\SCADA\	SCADA						_ # ×
Proyecto Edición Ver Insertar On	line Opciones Herramier	ntas Ventana Ayuda				т	otally Integrate	d Automation
📑 🔄 Guardar proyecto 📑 🔏 .	≝ 1≣ X ")± ("± 4	i 🖻 😃 🖬 😫 🙀 🎽	Establecer conexión online 🖉 Des	hacer conexión onli	ne 🐴 🖪 🔚 🗶	<u>- Ш</u>		PORTAL
Arbol del proyecto	SCADA → PC-System_	1 [SIMATIC PC station]	HMI_RT_1 [WinCC RT Advanc	ed] > Conexion	es			X
Dispositivos								
🖬 🔲 📑	A Conexiones con control	ladores S7 en Dispositivos y r	edes					_ _
	Conexiones							eas
🗄 🔻 🗋 SCADA 🖉	Nombre	Driver de comunicación	Modo sincronización horaria HMI	Estación	Interlocutor	Nodo	Online Cor	mentario
S Agregar dispositivo	2 LOGO	LOGO!	-					U.
🔄 📩 Dispositivos y redes	<agregar></agregar>							E:
PC-System_1 [SIMAT								reri
Y Configuración de d								as
Online y diagnostico								
Conferración d								
Configuración d								
► Imágenes	Parámetros Pun	tero de área						ler
Administración								ner
Variables HM	SIMATIC PC station	- WinCC RT Advanced						Estación
💫 Conexiones	WinCC							
🖂 Avisos HMI	RT Adv							
📑 Recetas	ETHER	NET						
Ficheros								
Em Scripts								
5 Planificador de t	Dispositivo HMI					PLC		
Ciclos	Dispositivo riivi					120		
Le Informes	Dirección:	192 . 168 . 0 . 20				Di	rección: 192 .	168.0.3
e administración	Punto de acceso:	S7ONLINE				Slot de am	pliación: 0	
Módulos locales							Rack: 0	
Dispositivos no agru						Operación	n cíclica : 🖂	
Configuración de segu								
Funciones para varios								
Datos comunes								
Configuración del doc	4							
Vista detallada					Rropiedades	Información	🗓 🎖 Diagnósti	ico 📑 🖬 📥
🔹 Vista del portal 🔛 Vista ge	eneral 🔁 Conexiones					🔝 😪 Proyecto SCA	DA abierto.	

Figura 66 Conexión entre PC y LOGO SIEMENS. Elaborado por: El Autor

Se procede a mapear las señales analógicas



Figura 67 Mapeo de señales analógicas. Elaborado por: El Autor

Posteriormente se procede a agregarlas en WINCC ADVANCED como variables HMI con las direcciones correspondientes.

Siemer	ns - C:\Users	s\Ricardo\Documents	SILUIS AGUIRREISCADAISCAD	A						
ecto	Edición Ve	er Insertar Online	Opciones Herramientas	Ventana Ayuda					Tot	ally Integrated Automation
<u></u>	Guardar pro	oyecto 昌 🐰 💷	🗈 🗙 ነን ± (P ± 🖓 🖥	ı 🛄 🛍 🛄 📮 🔎	Establecer conexió	n online 🖉 Deshacer (conexión online 🛔		3 🛄 M	PORT
SCAD	A 🕨 PC-Sys	tem_1 [SIMATIC PC	station] > HMI_RT_1 [Wir	CC RT Advanced]	Variables HMI					_ • •
									🔩 Variables HMI	🔩 Variables de sistema
ø =	→ + 23									
Va	riables HMI									
	Nombre 🔺		Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Va	riable PLC	Dirección	Modo de acc
-00	Ganancia	Proporcional	Tabla de variables estándar	Vord	E LOGO		⊲∧	lo definido>	VW 8	Acceso abs
-0	HZ		Tabla de variables estándar	Word	LOGO		⊲∿	lo definido>	VW 2	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-00	Marcha_N	Movimiento_Intermite	Tabla de variables estándar	Bool	LOGO		<∧	lo definido>	M 0.0	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-00	PRESION		Tabla de variables estándar	Word	LOGO		<n< td=""><td>lo definido></td><td>VW 8</td><td><acceso abs<="" td=""></acceso></td></n<>	lo definido>	VW 8	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-00	RPM		Tabla de variables estándar	Word	LOGO		<n< td=""><td>lo definido></td><td>VW 0</td><td><acceso abs<="" td=""></acceso></td></n<>	lo definido>	VW 0	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-	SETPOINT	г	Tabla de variables estándar	Word	LOGO		<n< td=""><td>lo definido></td><td>VW 4</td><td><acceso abs<="" td=""></acceso></td></n<>	lo definido>	VW 4	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-00	Tiempo In	ntegral	Tabla de variables estándar	Word	LOGO		⊲∿	lo definido>	VW 10	<acceso abs<="" td=""></acceso>
-00	VOLTIOS		Tabla de variables estándar	Word	LOGO		4	lo definido>	VW 6	<acceso abs<="" td=""></acceso>
	<agregar></agregar>									
<										
			1							
Avis	sos de bit	Avisos analogico	variables de ficher							
	ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di I	Bit de Dirección de	Variable de ac Bit d	e Dirección de	e Informe	
	<agregar></agregar>									
	_							_		
							🔍 P	ropiedades	🗓 Información 🔒	🗓 Diagnóstico 👘 🗖 🚍

Figura 68 Configuración de variables HMI. Elaborado por: El Autor

Crear imagen con todos los elementos de proceso, iniciar run time en PC y verificar el funcionamiento del CONTROL PI



Figura 69 Creación de CONTROL PI. Elaborado por: El Autor



Figura 70 Diagrama Eléctrico. Elaborado por: El Autor

Anexo 7: Diseño de la serigrafia del tablero

	340
	PARADA DE EMERGENCIA
	OO OO OO OO OO X1 X2 X1 X2 X1 X2 X1 X2 X1 X2 X1 X2
	PLC INVT IVC-1006 MAT
	ENTRADAS DIGITALES
540	SS CM CM <td< th=""></td<>
	PORT 1 RS 485 GND A0
	24 V CM CM0 CM1 CM2 O O O O Y0 Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 O O O O O O O ENTRADAS DIGITALES
	ALIMENTACIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA SS 24V 24V 24V 24V 24V O O O O GND S1 S2 S3 S4
	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
	SALIDA TRIFASICA SALIDA DIGITAL
	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

Figura 71 Diseño serigrafia del tablero Elaborado por: El Autor