



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Diseño de un módulo de entrenamiento PLC para la mejora del
aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC,**

Huacho 2023

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor

Omar Alexander Bazán Chávez

Asesor

Ing. Ulises Robert Martínez Chafalote

Huacho – Peru

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL SISTEMAS E INFORMATICA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA ELECTRONICA

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Omar Alexander Bazan Chavez	71504073	20/11/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Ulises Robert Martínez Chafalote	15616588	0000-0002-9523-308X
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
José Antonio Garrido Oyola	15725918	0000-0002-8191-8600
Ernesto Diaz Ronceros	46943961	0000-0002-2841-7014

DISEÑO DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO PLC PARA LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA - UNJFSC, HUACHO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe	7%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
3	revistas.pucp.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
5	repositorio.uan.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uc.cl	1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	1%
	Trabajo del estudiante	
8	cdmx.southsummit.co	

**DISEÑO DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO PLC PARA LA
MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA – UNJFSC, HUACHO 2023**

Bach. OMAR ALEXANDER BAZÁN CHÁVEZ

TESIS DE PREGRADO

ASESOR:

Ing. ULISES ROBERT MARTINEZ CHAFALOTE

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

2023

DEDICATORIA

“La presente tesis la dedico principalmente a mi familia, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante”

Omar Alexander Bazán Chávez

AGRADECIMIENTO

A los docentes

“Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Su semilla de conocimientos, germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia”.

A mis padres

“Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Gracias por ser quienes son y por creer en mí”.

“Agradezco también a nuestra alma mater, la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por ser nuestra casa formadora, en especial a la Escuela de Ingeniera Electrónica”.

De igual manera agradecer a mi asesor con su apoyo, compromiso y dedicación se logró culminar este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
------------------	---

AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación	18
1.5. Delimitación	18
1.6. Viabilidad	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes del estudio	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	24

2.2	Bases Teóricas	28
2.2.1	Controlador lógico programable (PLC)	28
2.2.2	Tipos de PLC	38
2.2.3	Redes, nodos y topologías	39
2.2.4	Modbus TCP/IP	39
2.2.5	Sensor de proximidad.....	40
2.2.6	Sensor capacitivo	41
2.2.7	Sensor óptico	41
2.2.8	Plataforma IoT	42
2.2.9	PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0	43
2.2.10	Módulo Siemens IoT 2040	43
2.2.11	Programación de PLC.....	44
2.2.12	Sistema de control, supervisión y adquisición de datos (SCADA).....	47
2.2.13	Módulo de entrenamiento PLC.....	48
2.3.	Hipótesis e investigación.....	51
2.3.1.	Hipótesis general	51
2.3.2.	Hipótesis específicas	51
2.4.	Operacionalización de las variables.....	52
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		54
3.1	Diseño metodológico	55
3.1.1	Tipo de investigación.....	55
3.1.2	Nivel de Investigación.....	55
3.1.3	Diseño	55

3.1.4	Enfoque	56
3.2	Población y muestra	56
3.2.1	Población	56
3.2.2	Muestra.....	56
3.3	Técnica para la recolección de datos.....	56
3.4	Matriz de consistencia.....	57
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		59
4.1	Análisis de resultados.....	60
4.2	Contrastación de hipótesis.....	61
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		66
5.1	Discusión de los resultados	67
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		69
6.1	Conclusiones.....	70
6.2	Recomendaciones	71
REFERENCIAS.....		72
7.1	Referencias bibliográficas	73
7.2	Referencias electrónicas	74
ANEXOS.....		76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ARQUITECTURA PLC'S	29
FIGURA 2. MODBUS TCP/IP	40
FIGURA 3. SENSOR CAPACITIVO.....	41
FIGURA 4. SENSOR ÓPTICO.....	42
FIGURA 5. PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0	43
FIGURA 6. MÓDULO SIEMENS IOT 2040	44
FIGURA 7. LENGUAJE FBD	45
FIGURA 8. LENGUAJE LADDER	46
FIGURA 9. LENGUAJE LISTA DE INSTRUCCIONES.....	46
FIGURA 10. LENGUAJE TEXTO ESTRUCCTURADO	47
FIGURA 11. EJEMPLO DE UN SISTEMA SCADA.....	47
FIGURA 12. DIAGRAMA DE MÓDULO PLC	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROPUESTO DE PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE MONITOREO	61
TABLA 2. CORRELACIÓN HIPÓTESIS GENERAL	62
TABLA 3. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	63
TABLA 4. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	64
TABLA 5. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	65

RESUMEN

Título de la investigación: “Diseño de un módulo de entrenamiento PLC para la mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica – UNJFSC, huacho 2023”. **Objetivo:** Determinar si el módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica. **Metodología:** El tipo de investigación fue básica y el nivel de investigación fue correlacional. **Hipótesis:** El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica. **Población:** Todos los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. **Muestra:** Como muestra se seleccionó 25 estudiantes que están matriculados en el curso de Instrumentación Industrial porque está relacionado a temas sobre PLC. **Instrumento:** Cuestionario: “Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe de tener relación con el planteamiento del problema e hipótesis” (Hernández, p. 250). **Resultados:** Mediante el software SPSS se obtuvo que la correlación de Rho Spearman entre las variables devuelve un valor de 0.852, representando una correlación de magnitud positiva considerable. **Conclusión:** El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, 2023.

Palabras Claves: Módulo PLC, S7-1200, aprendizaje de estudiantes.

ABSTRACT

Research title: "Design of a PLC training module for improving the learning of electronic engineering students - UNJFSC, huacho 2023". **Objective:** To determine if the PLC training module is significantly related to the improvement of the learning of Electronic Engineering students. **Methodology:** The type of research was basic and the level of research was correlative. **Hypothesis:** The PLC training module is significantly related to improving the learning of Electronic Engineering students. **Population:** All students of the professional school of electronic engineering of the National University José Faustino Sánchez Carrión. **Sample:** As a sample, 25 students enrolled in the Industrial Instrumentation course were selected because it is related to PLC issues. **Instrument:** Questionnaire: "It consists of a set of questions regarding one or more variables to be measured. It must be related to the problem and hypothesis" (Hernández, p. 250). **Results:** Using the SPSS software we obtained that the Rho Spearman correlation between the variables returns a value of 0.852, representing a correlation of considerable positive magnitude. **Conclusion:** The PLC training module is significantly related to improving the learning of Electronic Engineering students - UNJFSC, 2023.

Keywords: PLC module, S7-1200, student learning.

INTRODUCCIÓN

“En la era actual la producción industrial se ha caracterizado primordialmente por la actualización de los procesos empleando adelantos tecnológicos de la comunicación y el control a fin de conseguir productos a bajo valor, alta definición con la capacidad de realizar los estándares exigidos por el mercado. Las distintas maneras de hacer de manera automática los procesos y servicios se hacen por medio del uso de sensores, controladores y actuadores, ósea sistemas de control automáticos sintonizados, lo cual dejará un óptimo control del desarrollo de producción, achicando los elementos humanos. La tecnología de hoy facilita supervisar y vigilar distintas industrias del tipo productivo o manufacturero en el mismo instante. En nuestro estado el control y la automatización por medio de la electrónica experimentaron un cambio considerable en la mayor parte de las industrias, para agrandar y sostener su posición en los propios campos de acción” (Sánchez, 2017, p. 19).

“El control electrónico de máquinas rotativas (motores), requiere de dispositivos capaces de realizar acciones de control basado en una arquitectura capaz de adaptar, procesar y dar respuestas a las necesidades del proceso a controlar de una manera flexible y dinámica. Estos controladores programables utilizados en los procesos de automatización, son ampliamente instalados por su simplicidad y fácil adaptación a las necesidades de los actuadores a controlar. La pequeña y mediana industria requiere que estos dispositivos se adapten a las necesidades del proceso de manera masiva y con alto grado de confiabilidad. Aquí se propone realizar el diseño, la implementación y operación de elementos de conexión y dispositivos de control que conformarán de módulos de entrenamiento empleados para el control electrónico de máquinas eléctricas utilizando autómatas programables denominados PLC (programador Lógico

Controlable), los que serán instalados en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica” (Hoyos y Ortiz, 2018, p. 15).

La investigación se ha estructurado de la siguiente manera: “En el I capítulo se tiene en cuenta el planteamiento del problema donde se hace la descripción de la realidad problemática, luego la formulación del problema con su respectivos objetivos de la investigación, tiene en cuenta Justificación de la investigación ,delimitaciones del estudio, viabilidad del estudio y las estrategias metodológicas en el II capítulo el marco teórico, que comprende los antecedentes del estudio, el cual tiene en cuenta las Investigaciones relacionadas con el estudio y tras publicaciones , en las bases teóricas hacemos el tratado de las Teorías sobre la variable independiente y dependiente , definiciones de términos básicos, Sistema de hipótesis y la operacionalización de variables en el III capítulo el marco metodológico que contiene el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información, el IV capítulo que contiene los resultados y su respectiva contrastación de hipótesis, en el V capítulo tiene en cuenta la discusión de los resultados, en el VI capítulo contiene las Conclusiones, recomendaciones y finalmente las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos”.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

“La universidad en lo que concierne a carreras de ingeniería, debería tener como objetivo impartir conocimiento y habilidades que les permitan a los futuros profesionales dar solución de forma eficiente a los problemas que se presentan en la industria, combinando la formación teoría con la capacidad de aplicarla en diferentes situaciones, de forma eficaz y con destreza. Para afianzar el conocimiento y el desarrollo de habilidades, es necesario contar con equipamiento que permita desarrollar de forma practica la teoría impartida en clase, interactuando con herramientas, equipos y situaciones que le permitan estar preparados cuando se inserten en el mundo laboral” (Gil, 2020, p. 18).

“Cuando se lleva la aplicación de los automatismos a ámbitos industriales un tema muy importante a tomar en cuenta es la forma como las partes principales de estos se comunican unos con otros, esto debido al ambiente de trabajo (ruido, vibración, contacto con químicos, polvo, etc.) y los distintos fabricantes en la actualidad, esto hace que la comunicación industrial sea un tema muy importante para tomarse en cuenta” (Alvarez y Castro, 2021, p. 31).

Un módulo de entrenamiento PLC es una herramienta educativa esencial en la formación de ingenieros, técnicos y profesionales en el campo de la automatización industrial y el control de procesos. Estos módulos proporcionan un entorno controlado donde los estudiantes pueden aprender y practicar la programación y operación de Controladores Lógicos Programables (PLCs) de una manera práctica y segura.

En la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión se tiene dos cursos directamente relacionados a la programación de PLC, como son: Instrumentación Industrial y Industrial Automation Control System. Analizando la cantidad de alumnos den promedio de ambos cursos resultado un aproximado de 60 estudiantes y en la facultad solo se cuenta con 2 PLC de la serie S7 – 1200 que pertenecen al taller de electrónica y un PLC S7 – 300 que se encuentra en el laboratorio de Operaciones Unitarias; por lo tanto, como se puede verificar resulta insuficiente para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas de laboratorio, debiendo los estudiantes esperar varios turnos para que recién puedan practicar. Es por ello que la presente investigación se centra en el diseño de un módulo de entrenamiento plc y de esta manera buscar mejorar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica relacionado a la parte práctica o de laboratorio. Así mismo estos módulos podrán ser fácilmente replicables.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se relaciona el módulo de entrenamiento PLC y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se relaciona el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?
- ¿Cómo se relaciona las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?
- ¿Cómo se relaciona las prácticas industriales de automatización y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?

1.3. Objetivos de la investigación

13.1. Objetivo general

- Determinar si el módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica

13.2. Objetivos específicos

- Determinar si el tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica

- Determinar si las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica
- Determinar si las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica

1.4. Justificación

La principal razón por la cual se propone el diseño del módulo de entrenamiento para los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión es la falta de equipamiento relacionado al tema de programación de PLC importante para el desarrollo en la automatización industrial. Si bien taller de electrónica cuenta con 2 módulos de PLC S7 1200 y el laboratorio de operaciones unitarias 1 módulo de PLC S7 300, esto resulta insuficiente por la gran cantidad de estudiantes matriculados en asignaturas relacionadas a control y automatización, así como instrumentación industrial.

Por lo tanto, mediante el diseño de un módulo de entrenamiento PLC se busca mejorar la instrucción y aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica.

1.5. Delimitación

Delimitación temporal:

La investigación estará comprendida entre los meses de diciembre del 2022 y marzo

del 2023.

Delimitación espacial:

Esta investigación está comprendida en la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Delimitación social:

El presente trabajo de investigación permitirá plantea un diseño para el módulo de entrenamiento PLC para contribuir en el aprendizaje de los estudiantes.

1.6. Viabilidad

La presente investigación resulta viable porque es de relevancia para los estudiantes que cursos asignaturas relacionadas a la automatización industrial. Así mismo se cuenta con los conocimientos para llevar a cabo el diseño de ingeniería. Finalmente, se cuenta con los recursos propias para afrontar la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Aguirre (2021) en su tesis planteo como objetivo “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” (p. 15). La metodología de investigación fue “experimental, pues se utilizará elementos y componentes de uso industrial que cuentan con certificaciones que aportan seguridad para su empleo en las prácticas ser realizadas con el módulo de pruebas que será elaborado” (p. 19). Los resultados muestran que se diseñó e implementó “una maleta compuesta por un módulo demo para control y movimiento con PLC modelo IVC1, variador de frecuencia modelo GD10, contiene luces polito, elementos de control como pulsadores y selectores” (p. 41). Finalmente, el autor concluye que “se cumplió diseñando e implementando una maleta didáctica para prácticas en el laboratorio de automatización industrial de la carrera de Ingeniería Electrónica” (p. 69).

Guzmán y Sánchez (2020) desarrolló un proyecto de investigación que tuvo por objetivo “Diseñar y construir cinco módulos con sensores de proximidad para la adquisición de datos e interacción con los cinco maletines con PLC marca PANASONIC y HMI MT4414TE marca KINCO, para prácticas de laboratorio en

la facultad FIMEB de la Universidad Antonio Nariño” (p. 32). Su metodología se basó en recolección de datos, análisis de información, propuesta y definición, construcción de módulo y análisis de resultados. Como resultado se obtuvo “un pre-diseño del módulo, para determinar la ubicación de los elementos, a medida que se construía, se realizaron los cambios pertinentes, hasta llegar al modelo final, del cual se realizaron 5 módulos los cuales se probaron y se demostró que son compatibles con los maletines PLC” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 6). Finalmente, el autor concluye que “se construyeron cinco módulos funcionales que se acoplan perfectamente con los maletines PLC marca PANASONIC, estos módulos son de gran ayuda, un complemento y un aporte didáctico para la enseñanza de materias propias de las ingenierías donde se trabaja con sensores, motores y control” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 66).

Quintero-Rojas, Bermúdez y Coronel (2020) en su investigación planteó como objetivo “describir el diseño e implementación de un módulo de control basado en controladores de tipo adelanto-atraso como herramienta física en la enseñanza los principios teóricos del control automático” (p. 1). La metodología estaba conformada por el diseño del módulo de control LCBox, diseño de controlador adelanto-atrasado, selección de componentes para la implementación, protección de las entradas, construcción del módulo de control LCBox y el rango de funcionamiento del módulo LCBox. Los resultados presentan “cuatro sub-módulos independientes: dos controladores y dos sistemas eléctricos a controlar, que pueden conectarse entre sí. Los resultados obtenidos con el módulo de control

difieren muy poco de las simulaciones” (Quintero-Rojas, Bermúdez y Coronel, 2020, p. 1). Finalmente, el autor concluye que “El LCBox es una plataforma de gran potencial diseñada para ser usada en la enseñanza de la teoría de control, por su sencillez en la elaboración, uso y manejo. Permite al usuario implementar compensadores de tipo adelanto, atraso o adelanto-atraso diseñados en teoría y puestos en marcha con elementos básicos de electrónica para controlar sistemas eléctricos, evitando así errores en el cableado y configuraciones erróneas en los amplificadores” (Quintero-Rojas, Bermúdez y Coronel, 2020, p. 13).

Velasteguí y Fernández (2020) en su tesis plantearon desarrollar “una comunicación entre un proceso industrial de manufactura simulado por un banco didáctico perteneciente a la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay y una plataforma IoT, mediante una interfaz web que identifica gráficas de datos interactivos acerca de las métricas del proceso en complemento con sistemas y equipos del banco didáctico” (p. 16). Los resultados demuestran que “se logra visualizar datos de sensores en tiempo real y controlar remotamente a los actuadores existentes mediante la plataforma desarrollada” (p. 16). Finalmente, el autor concluye que “el proceso de manufactura establecido en el banco didáctico permitió la simulación de un proceso industrial con el que se pudo implementar una arquitectura IIoT. Este contiene componentes como sensores industriales y actuadores conectados al PLC que permiten la recopilación de datos, además sus componentes cuentan con conexiones independientes para que se puedan realizar varios tipos de circuitos de control. Este banco es de gran utilidad

para que los estudiantes realicen prácticas y proyectos relacionados con IIoT y la Industria 4.0.” (p. 152).

De Castro, Canchila y Anaya (2017) en su tesis plantearon como objetivo “desarrollar e implementar de un nuevo módulo de entrenamiento de automatización y control. Utilizando el controlador lógico programable (Controllino) programado en lenguaje c, para prácticas en los laboratorios de electrónica de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Santa Marta” (p. 10). En sus resultados se visualiza el desarrollo del software y hardware para el módulo, en cual fue desarrollado en lenguaje C++ y un tablero electrónico respectivamente. El autor concluye que “un entrenamiento con PLC Controllino Mini, nos enseña la importancia del control sobre las plataformas físicas y virtuales que disponen de usos adversos. Teniendo gran recopilación de sentencias centradas a indagar sobre los nuevos lenguajes compatibles como: diagramas de flujo, Códigos fuente en C++, o textos estructurados que no son fáciles de entender o asociar; además de poder descartar el uso ambiguo de PLCs que no tiene otra alternativa en la programación con diagramas de bloques o solo están elaborados para cumplir con un estándar definido por el fabricante” (p. 102).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Alvarez y Castro (2021) en su tesis de investigación plantearon como objetivo “diseñar e implementar un módulo de automatización por redes de

comunicación industrial, el cual permita capacitar de manera didáctica a los alumnos de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María” (p. 5). Los resultados demuestran que “el Módulo didáctico de automatización por redes de comunicación Industrial permite: 1) integrar los protocolos de comunicación PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP, 2) simular señales de entrada y salida digitales y analógicas, 3) poder implementar otros periféricos de entrada y salida análogas y digitales; cuenta con la flexibilidad y versatilidad suficiente para poder ser usado en el desarrollo y simulación de otras soluciones de automatización industrial” (p. 269). Finalmente, los autores concluyen que “se diseñó e implementó un Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial que permite establecer comunicación Maestro – Esclavo utilizando los protocolos de comunicación industrial más usados en la actualidad como son: el PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP; que permite a los estudiantes configurar, programar e integrar los tres protocolos a una aplicación de automatización de la industria minera utilizando el software TIA Portal v16” (p. 268).

Gil (2020) en su tesis planteó como objetivo “Diseñar e implementar un módulo para la simulación practica de un proceso tipo Bath para la enseñanza de prácticas de laboratorio en la escuela de Ingeniería Electrónica de la UNP” (p. 20). Los resultados muestran el diseño electrónico del hardware basado en un microcontrolador PIC16F1829 y el diagrama eléctrico del tablero de control con

un PLC LOGO. También se adjuntan las guías prácticas para el trabajo con el módulo propuesto. Finalmente, el autor concluye que: “Se logro diseñar un módulo para la enseñanza de prácticas de laboratorio en el área de control de procesos, el cual consiste en la integración de un PLC LOGO del fabricante Siemens, una tarjeta de adquisición que permitió la medición de nivel de líquido utilizando un microcontrolador PIC, un sensor de presión, un amplificador de instrumentación y tres relés para el envío de señales” (p. 71).

Guerrero (2019) en su tesis planteó como objetivo “Modernizar el módulo de control de nivel del Laboratorio de Control de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma, haciendo uso de equipos e instrumentos de campo recientemente adquiridos” (p. 16). El tipo de investigación fue tecnológico y aplicativo. Se aplicó el método de investigación empírico y experimental. El diseño de investigación fue experimental y correlacional. Como instrumento de recolección de datos se empleó el software Step 7 Basic V14. Los resultados indican que “la mejor respuesta del proceso se obtuvo con un procedimiento de prueba y error, comenzando con el lazo primario y continuando con el lazo secundario, y partiendo de la proporción de ganancias proporcionales de 1:4.” (p. 12). Finalmente, el autor concluye que: “Se logró modernizar el módulo de control de procesos el cual ayudará a los estudiantes a realizar prácticas de automatización e instrumentación con la tecnología actual que encontrarán en un ambiente laboral en las áreas de instrumentación y automatización industrial” (p. 77).

Portugal y Vargas (2019) en su tesis plantearon como objetivo “Diseñar e implementar un módulo educativo de control neumático secuencial” (p. 17). “La metodología empleada es Investigación científico-tecnológica” (p. 17). Según los resultados se muestra que “el porcentaje de error de pruebas en modo semiautomático tuvo un valor más elevado con respecto a las pruebas en modo automático, el valor asciende a 50%. El porcentaje de piezas que fallaron las pruebas asciende a un 10%. Analizando el comportamiento del módulo se puede concluir que la frecuencia de alimentación de piezas hacia la faja principal es el principal motivo de los errores” (p. 99). Finalmente, el autor concluye que: “Se logró cumplir el objetivo principal que dictaba el diseño e implementación de un módulo de control neumático secuencial, así mismo este módulo impactará positivamente en la formación universitaria de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Católica de Santa María pues éste cumple con las especificaciones técnicas planteadas en esta tesis” (p. 103).

Hoyos y Ortiz (2018) en su investigación plantearon como objetivo “Desarrollar módulos de control electrónico por medio de PLC LOGO SIEMENS para el control de máquinas rotativas (motores) eléctricas en el laboratorio de Automatización y Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Privada de Tacna” (p. 18). El tipo de investigación según su propósito fue tecnológico, de nivel explicativo, de naturaleza teórica-experimental y tipo de información cualitativa. El diseño de la investigación fue teórico y

experimental. Los resultados demuestran que “los módulos son funcionales y están a disposición de la imaginación del estudiante y/o docente ya que dependiendo de la aplicación que quieran darle solo es necesario cambiar la programación y adecuar las conexiones” (p. 78). Finalmente, los autores concluyen que: “Se concretó el diseño e implementación de los módulos con PLC LOGO! Siemens, de acuerdo al objetivo propuesto” (p. 79).

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Controlador lógico programable (PLC)

Guzmán y Sánchez (2020) “El Controlador Lógico Programable o PLC, es un mecanismo electrónico empleado para ejecutar acciones automáticamente a un sistema o un equipo, activando funciones según la necesidad de control, registro y monitoreo con acceso remoto” (p. 18).

El PLC es un dispositivo electrónico utilizado para controlar de manera automática señales de una máquina, sistema o procesos industriales, por lo general se emplea para activar componentes que se encarguen de desarrollar actividades que son peligrosas para los seres humanos. (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 18).



Figura 1. Arquitectura PLC's

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico utilizado en la automatización industrial para controlar y supervisar máquinas, procesos y sistemas. Funciona como el "cerebro" de una variedad de aplicaciones industriales, desde líneas de producción en fábricas hasta sistemas de control en edificios. El PLC recibe información de sensores y entradas, procesa esta información mediante programación y toma decisiones basadas en la lógica programada, enviando señales de salida a actuadores y dispositivos para lograr el control deseado. Su flexibilidad para ser programado y reprogramado permite adaptarse a diferentes necesidades y cambios en la producción, lo que lo convierte en una herramienta esencial en la automatización moderna (Mellano, 2020, p. 26).

Módulo fuente de alimentación

“La fuente de alimentación suministra energía a todos los módulos, convierte el voltaje de la línea AC en varios voltajes DC para que los circuitos electrónicos puedan

operar. Además, filtra y regula los voltajes DC para asegurar el funcionamiento adecuado del PLC” (Mellano, 2020, p. 27).

Un módulo de fuente de alimentación en el contexto de un PLC (Controlador Lógico Programable) se refiere a un componente que proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del PLC y otros dispositivos asociados en un sistema de automatización industrial. La fuente de alimentación es esencial para garantizar que el PLC y sus componentes tengan el voltaje y la corriente adecuados para operar de manera confiable. Aquí hay algunos puntos clave sobre los módulos de fuente de alimentación en los PLCs:

Suministro de Energía: La fuente de alimentación toma la energía eléctrica de la red eléctrica principal y la convierte en el voltaje y la corriente necesarios para alimentar el PLC y sus componentes, como módulos de entrada y salida, sensores, actuadores y otros dispositivos.

Estabilidad y Fiabilidad: La fuente de alimentación debe proporcionar un suministro de energía estable y confiable para evitar fallos en el PLC y prevenir situaciones peligrosas en los sistemas de control.

Cumplimiento de Especificaciones: Las especificaciones de voltaje y corriente requeridas por el PLC y los dispositivos conectados deben cumplirse para asegurar un funcionamiento correcto. Las fuentes de alimentación a menudo tienen opciones para ajustar y configurar estos valores según las necesidades.

Protección contra Sobretensiones y Cortocircuitos: Las fuentes de alimentación suelen incluir circuitos de protección para prevenir daños al PLC y otros componentes en caso de sobretensiones, picos de corriente o cortocircuitos.

Capacidad de Carga: La capacidad de carga de la fuente de alimentación debe ser suficiente para soportar la carga total de todos los dispositivos conectados al PLC, incluyendo módulos de expansión y otros accesorios.

Diseño Modular: Algunos PLCs tienen fuentes de alimentación modulares que pueden ser intercambiadas o agregadas según sea necesario para expandir el sistema.

Indicadores de Estado: Algunas fuentes de alimentación pueden incluir indicadores LED u otros medios para mostrar el estado de la alimentación, lo que facilita la detección de problemas.

Instalación y Montaje: Las fuentes de alimentación suelen diseñarse para ser montadas en carriles DIN estándar, lo que facilita su instalación en paneles de control y gabinetes eléctricos.

En resumen, el módulo de fuente de alimentación en un PLC es un componente crucial para asegurar el suministro de energía adecuado y confiable para el PLC y los dispositivos conectados, lo que garantiza el funcionamiento correcto y seguro de los sistemas de automatización industrial.

Módulo de señales de entrada y salida

Mellano (2020) “Los módulos de señales de entrada y salida (I/O) establecen la interfaz entre los dispositivos físicos en el mundo real fuera del PLC y el plano digital dentro del PLC. El módulo de entrada tiene un banco de terminales para conectar

físicamente los dispositivos de entrada, como pulsadores e interruptores a un PLC. La función de un módulo de entrada es traducir las señales de los dispositivos de entrada a una forma que la CPU del PLC pueda entender” (p. 27).

Un módulo de señales de entrada y salida en el contexto de un PLC (Controlador Lógico Programable) es un componente esencial que permite la interacción entre el PLC y el mundo exterior. Estos módulos facilitan la comunicación entre el PLC y los dispositivos y sensores del proceso industrial que se está controlando. Las señales de entrada representan la información que el PLC recibe del entorno, mientras que las señales de salida son las instrucciones que el PLC envía a los dispositivos actuadores. Aquí hay algunos aspectos clave sobre los módulos de señales de entrada y salida en un PLC:

Señales de Entrada (E/S Digitales y Analógicas):

- E/S Digitales: Las señales digitales son aquellas que tienen dos estados posibles: ON (encendido) o OFF (apagado). Estas pueden provenir de interruptores, sensores de proximidad, botones, finales de carrera, etc.
- E/S Analógicas: Las señales analógicas son variables continuas que pueden tomar una gama de valores. Estas pueden provenir de sensores de temperatura, presión, nivel, entre otros.

Señales de Salida (E/S Digitales y Analógicas):

- E/S Digitales: Las señales de salida digitales son las instrucciones enviadas por el PLC para activar o desactivar dispositivos como relés, solenoides, motores y lámparas.
- E/S Analógicas: Las señales de salida analógicas se utilizan para enviar valores continuos de control a dispositivos como válvulas proporcionales o variadores de velocidad.

Módulos de Expansión:

Los PLCs pueden tener una cantidad limitada de E/S en su configuración básica. Los módulos de expansión permiten aumentar la capacidad de E/S del PLC según las necesidades del proceso.

Configuración y Programación:

Los módulos de E/S se configuran y se asignan en el software de programación del PLC. Cada entrada o salida se asocia a una dirección específica en el programa.

Interfaz con el Proceso:

Los módulos de E/S actúan como intermediarios entre el PLC y los dispositivos del proceso industrial. Las señales de entrada permiten al PLC conocer el estado del proceso, mientras que las señales de salida permiten al PLC controlar y ajustar dicho proceso.

Diagnóstico y Monitoreo:

Muchos módulos de E/S tienen características de diagnóstico que permiten detectar problemas en las señales, como cortocircuitos o conexiones sueltas. Esto facilita la detección y resolución de problemas en el sistema.

Carriles DIN y Montaje en Panel:

Los módulos de E/S suelen montarse en carriles DIN estándar en gabinetes eléctricos o paneles de control. Esto facilita su instalación y mantenimiento.

En resumen, los módulos de señales de entrada y salida son componentes esenciales en un sistema de automatización basado en PLCs, ya que permiten la interacción del PLC con el mundo exterior y el control de dispositivos en procesos industriales.

Módulo Unidad Central de Procesamiento (CPU)

“La CPU supervisa todas las operaciones del sistema y realiza todas las tareas necesarias para cumplir con las funciones del PLC” (Mellano, 2020, p. 28).

Unidad de Memoria

Mellano (2020) “La unidad de memoria es el área de la CPU en la que se almacenan y recuperan los datos y la información. Esta unidad puede subdividirse en las siguientes cuatro partes” (p. 28):

- “Memoria de imagen de I/O: La memoria de imagen de entrada consiste en las ubicaciones de memoria utilizadas para mantener los estados de

cada dispositivo de campo de entrada. Mientras, que la memoria de imagen de salida consiste en ubicaciones de memoria que almacenan los estados de los dispositivos de salida. Como resultado de la resolución del programa del usuario los datos se almacenan en el archivo de estado de salida y quedan a la espera de ser transferidos al módulo de salida” (Mellano, 2020, p. 28).

- Memoria de datos: Se utiliza para almacenar los datos numéricos necesarios para el cálculo matemático.
- Memoria de usuario: Contiene el programa cargado por el usuario.

Dispositivo de programación

“El dispositivo de programación se utiliza para comunicarse con los circuitos del PLC. Este dispositivo permite al usuario o programador entrar en la edición del programa a ejecutar, lo que permite escribir, ver y editar el programa y descargarlo en el PLC. También, permite al usuario monitorizar el PLC mientras está ejecutando el programa, con este sistema de monitoreo, cosas como las bobinas internas, registros, temporizadores y otros elementos no visibles externamente pueden ser monitoreados para determinar el funcionamiento adecuado. También, los datos de los registros internos pueden ser alterados, si es necesario para afinar el funcionamiento del programa mientras se depura” (Mellano, 2020, p. 29).

Módulo de comunicación

“Los PLCs tienen módulos de comunicación que pueden incorporar conectividad Ethernet, Modbus, DeviceNet, Profibus, entre otros. Por medio de este módulo la mayoría de los PLCs modernos pueden comunicarse a través de una red con algún otro sistema, como un dispositivo que ejecute un sistema SCADA o un navegador web” (Mellano, 2020, p. 30).

“Los PLCs utilizados en sistemas de I/O más grandes pueden tener comunicación peerto-peer (P2P) entre CPUs. Esto permite que las partes separadas de un proceso complejo tengan un control individual, mientras que permite que los subsistemas se coordinen a través de un enlace de comunicación, estos enlaces de comunicación también se utilizan a menudo para conectar con dispositivos de interfaz hombre-máquina (HMI), empleadas para interactuar con las personas con el fin de configurar, informar sobre alarmas o controlar el funcionamiento de los sistemas, o estaciones de trabajo en un computador” (Mellano, 2020, p. 30).

PLC en la Industria 4.0

“El PLC con las características presentadas podría tener dificultades en su inclusión en un sistema de la Industria 4.0, porque las funciones de control sobre dispositivos de campo que se le asignan pueden cambiar rápidamente y deben interactuar con diversos tipos de equipos. En esto el PLC actual tiene falencias, ya que depende del dispositivo de programación para reprogramar sus funciones de control y tiene problemas de interoperabilidad entre fabricantes en el intercambio de información entre otros PLCs y dispositivos de capas superiores, tales como SCADAs o estaciones de ingeniería” (Mellano, 2020, p. 31).

Aplicaciones

Guzmán y Sánchez (2020) “Las aplicaciones de los PLC en la industria son innumerables, ya que, hacen parte importante en la automatización, dentro de sus usos se pueden encontrar en:

- Maniobras en máquinas (Cemento, plástico, ensamble)
- Maniobras en instalaciones (Seguridad, calefacción y aire acondicionado, transporte y almacenamiento)
- Industria automotriz (Soldaduras, ensambles, fresadoras, torno) entre otras” (p. 18).

Ventajas

Guzmán y Sánchez (2020) “Como es tendencia la automatización en la industria y otros procesos de control los PLC aportan un numero enorme de ventajas, por citar algunas:

- Reducción en costos de la mano de obra, esto al realizar automáticamente las tareas con mayor precisión que una persona.
- Su instalación es sencilla, ocupa poco espacio y puede controlar varios equipos a la vez, de acuerdo a su programación.
- Monitorea los procesos, detectando fallas y generando alertas visuales y auditivas.
- Ahorro en los costos de operación, mantenimiento y en ocasiones de energía” (p. 18)

2.2.2 Tipos de PLC

Alvarez y Castro (2021) “En la actualidad podemos encontrar en el mercado una diversidad de modelos de PLC, los cuales varían según el fabricante y los cuales podemos agruparlo en tres grupos” (p. 44):

Nano PLC

“Es un PLC de tipo compacto el cual integra: la fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas (digitales y análogas); dependiendo del modelo y fabricante puede incluir algunos módulos especiales, las características principales de estos modelos son su tamaño y el número de entradas y salidas es inferior a 100” (Alvarez y Castro, 2021, p. 44)

PLC Compacto

“Los PLC compactos son dispositivos de un solo módulo el cual incluye: fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas del tipo análoga y digital; soportan varios módulos especiales como: contadores rápidos, PID, interfaces de operador, posibilidad de expandir módulos de entrada y salida. Este tipo de PLC permite manejar entradas y salidas hasta 500” (Alvarez y Castro, 2021, p. 44)

PLC Modular

“Es un PLC más potente y tiene más funciones que los anteriores, La fuente, CPU, módulos de entradas y salidas se encuentran en paquetes separados, la

característica de estos equipos es la gran cantidad de entradas y salidas que soportan, cuentan con mayor memoria lo que les permite soportar programas más grandes y guardar más datos” (Alvarez y Castro, 2021, p. 44)

2.2.3 Redes, nodos y topologías

Alvarez y Castro (2021) “En aplicaciones industriales, un cable no es suficiente para conectar todos los dispositivos necesarios para que una red cumpla su función, dependiendo de la aplicación será necesario definir como estos distintos dispositivos se conectarán unos con otros” (p. 46).

2.2.4 Modbus TCP/IP

Alvarez y Castro (2021) Un módulo TCP/IP en el contexto de la automatización industrial y los PLCs se refiere a un componente que habilita la comunicación y conectividad de un Controlador Lógico Programable (PLC) con redes basadas en el protocolo TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet). TCP/IP es el conjunto de protocolos que forma la base de Internet y muchas redes locales, y permite la transferencia de datos entre dispositivos en una red. Los módulos TCP/IP en los PLCs desempeñan un papel importante en la integración de la automatización industrial con sistemas de control y monitoreo basados en redes.

Conexión RJ45 Normas T568A y T568B				
Pin	Cable	Color, T568A	Color, T568B	RJ45 pines
1	positivo	 blanco/verde rayado	 blanco/naranja rayado	
2	negativo	 verde entero	 naranja entero	
3	positivo	 blanco/naranja rayado	 blanco/verde rayado	
4	negativo	 azul entero	 azul entero	
5	positivo	 blanco/azul rayado	 blanco/azul rayado	
6	negativo	 naranja entero	 verde entero	
7	positivo	 blanco/marrón rayado	 blanco/marrón rayado	
8	negativo	 marrón entero	 marrón entero	

Figura 2. Modbus TCP/IP

2.2.5 Sensor de proximidad

Guzmán y Sánchez (2020) “Es un dispositivo electrónico que es capaz de detectar la variación de una magnitud física, objetos u obstáculos, que no pueden ser percibidas directamente por los sentidos, sin la necesidad que exista contacto, toma, percibe o censa una señal proveniente del medio ambiente y la convierte en una señal de naturaleza transductible, es decir, en la variación de una magnitud eléctrica o magnética. Existen sensores de indicación directa los cuales se conectan y cuando detectan una presencia cercana se activa indicando a través de una luz led su estado, estos son los sensores que se utilizan en los módulos.” (p. 19).

2.2.6 Sensor capacitivo

“Los sensores capacitivos reaccionan ante la variación en la capacidad de un condensador, esta variación provoca un cambio en la tensión y la corriente del circuito, produciendo un campo electrostático. Su funcionamiento es básicamente detectar el cambio en la capacitancia a causa de la distancia entre el sensor y el objeto a detectar. El sensor de tipo es capaz de detectar diferentes tipos de materiales conductivos y no conductivos.” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 20).



Figura 3. Sensor capacitivo

2.2.7 Sensor óptico

“Los sensores ópticos, réflex o fotoeléctricos, tienen la característica de detectar objetos a largas distancias, por el haz de luz que emite y refleja en la superficie de los objetos que se interponen, este tipo de sensores puede detectar metales y casi todos los materiales no metálicos” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 25).



Figura 4. Sensor óptico

2.2.8 Plataforma IoT

“Una plataforma IoT es el software de soporte que conecta hardware, puntos de acceso y redes de datos a otras partes de la cadena de valor (generalmente aplicaciones de usuario final). Las plataformas IoT manejan tareas de administración continua y visualización de datos, lo que permite a los usuarios automatizar su entorno.” (Verasteguí y De Cordova, 2020, p. 53).

Elección de la plataforma IoT

“La plataforma ThingsBoard, que, a diferencia de varios servicios IoT que ofrecen distintos proveedores en la nube, como AWS IoT y Google Cloud IoT, tiene un interfaz web de fácil manejo y entendimiento. ThingsBoard incluye varios módulos y servicios que se instalan en un solo paquete en el servidor, desde los módulos para recepción de información, servidor MQTT y servidor Web, hasta los módulos que se encargan de organizar la información y ofrecer las distintas funcionalidades en el interfaz web, como la visualización y control de los datos” (Verasteguí y De Cordova, 2020, p. 55).

2.2.9 PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0

Siemens (2021) “SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, compact CPU, AC/DC/relay, onboard I/O: 14 DI 24 V DC; 10 DO relay 2 A; 2 AI 0-10 V DC, Power supply: AC 85-264 V AC at 47-63 Hz, Program/data memory 100 KB” (p. 1).



Figura 5. PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0

2.2.10 Módulo Siemens IoT 2040

“Un módulo IoT es un dispositivo electrónico que se puede integrar en objetos y máquinas brindando la capacidad de conectarse a redes alámbricas y/o inalámbricas para transportar datos bidireccionalmente a cualquier otro dispositivo inteligente que se encuentre conectado a internet, estos datos se pueden utilizar para fines de visualización o como órdenes para sistemas de control. Posee las capacidades y funcionalidades de los protocolos de comunicación utilizados en IoT y proporciona conectividad siempre activa, esto se debe a que las aplicaciones de IoT necesitan enviar datos automáticamente, en tiempo real, sin que alguien presione un botón de envío.” (Verasteguí y De Cordova, 2020, p. 43).

Siemens (2021) “El SIMATIC IOT2040 es una plataforma fiable y abierta para la recopilación, procesamiento y transmisión de datos directamente en un entorno de fabricación. Es ideal para ejercer como gateway entre la nube, o el nivel TI corporativo, y la producción. El carácter abierto del sistema, que permite soportar variados protocolos de comunicación, y la posibilidad de programar en lenguajes de alto nivel posibilitan soluciones a la medida” (p. 6)



Figura 6. Módulo Siemens IoT 2040

2.2.11 Programación de PLC

Alvarez y Castro (2021) “La programación de un PLC comprende crear un conjunto de instrucciones las cuales al ser ejecutadas realizan una tarea determinada. Los algoritmos se ejecutan en forma secuencial (una después del otro) por lo que deberá de cumplir ciertas reglas” (p. 69):

- Debe definir las siguientes partes: Entrada, Proceso y Salida.
- Debe ser preciso: indicando el orden de realización de cada paso.

- Debe estar definido: en las mismas condiciones de entrada, debe obtenerse siempre el mismo resultado.
- Debe ser finito: el algoritmo debe terminar en algún momento, en ninguna situación puede quedarse en un ciclo infinito.

Lenguajes gráficos

- **Diagrama de bloques funcionales (FBD, Function Block Diagram)**

Es un lenguaje gráfico que utiliza bloques de símbolo lógico.

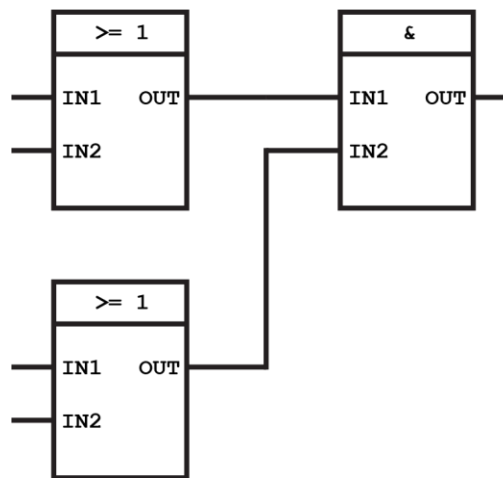


Figura 7. Lenguaje FBD

- **Diagrama de contactos (LD, Ladder diagram)**

Este lenguaje de programación es también conocido como diagrama escalera, las entradas se colocan al lado izquierdo y las salidas al lado derecho.

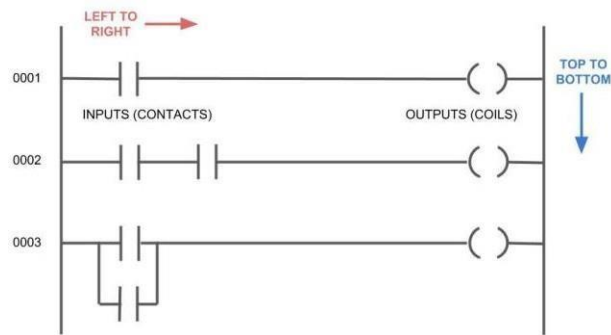


Figura 8. Lenguaje ladder

Lenguajes literales o lineales

- **Lista de instrucciones (IL, Instruction List)**

Este lenguaje de programación es de tipo texto basado en los principios del lenguaje ensamblador

000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehiculo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

Figura 9. Lenguaje lista de instrucciones

- **Texto estructurado**

Es un lenguaje de alto nivel (lenguaje C y otros), se compone de una serie de instrucciones que pueden ejecutarse de manera condicionada

```

1
2 (* infoPLC.net TEMPORIZADOR *)
3
4 (*Instruccion TIMX ( Bit de activacion, Nombre del temporizador, Valor de temporizacion) *)
5 TIMX(Marcha,Temporizador1,Valor_Tim);
6
7 (* infoPLC.net ACTIVACION DE TEMPORIZADOR y PUESTA A ON DE MOTOR *)
8 IF Temporizador1.CF = TRUE THEN
9     Motor:= TRUE;
10 END_IF;
11
12

```

Figura 10. Lenguaje texto estructurado

2.2.12 Sistema de control, supervisión y adquisición de datos (SCADA)

Alvarez y Castro (2021) “Un SCADA nos permite Supervisar y Controlar procesos industriales mediante una interfaz en el cual el operador puede visualizar en una pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman la planta, alarmas, estados en tiempo real, tendencias, etc.” (p. 76).

“Un software SCADA por lo general consta de dos entornos, uno donde se desarrolla la aplicación (gráficos, programación, animaciones, etc.) todo lo que permita representar el proceso a supervisar; y otro entorno donde se ejecuta la aplicación creada” (Alvarez y Castro, 2021, p. 77)

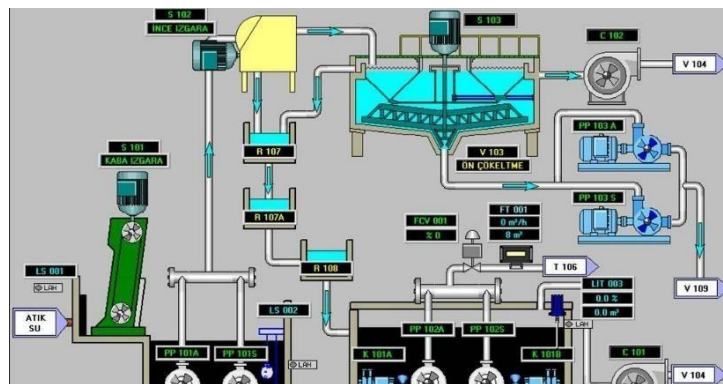


Figura 11. Ejemplo de un sistema SCADA.

2.2.13 Módulo de entrenamiento PLC

Aprendizaje Práctico: Los módulos de entrenamiento PLC permiten a los estudiantes experimentar de primera mano cómo funciona un PLC en un entorno de laboratorio. Pueden crear y probar programas, simular procesos y ver los resultados en tiempo real, lo que ayuda a solidificar los conceptos teóricos.

Simulación de Escenarios Reales: Estos módulos pueden simular situaciones y procesos industriales reales. Los estudiantes pueden trabajar en proyectos que reflejan desafíos y tareas comunes en la industria, lo que les prepara para enfrentar situaciones similares en el campo laboral.

Seguridad: Los módulos de entrenamiento proporcionan un ambiente seguro para experimentar con la programación de PLCs. Los errores no tienen consecuencias en el mundo real, lo que permite a los estudiantes aprender de sus errores sin riesgos para la seguridad o daños a equipos costosos.

Familiarización con Hardware y Software: Los módulos suelen incluir PLCs reales y software de programación, lo que ayuda a los estudiantes a familiarizarse con los componentes físicos y el software que utilizarán en la industria.

Experimentación y Prototipado Rápido: Los módulos de entrenamiento permiten a los estudiantes realizar experimentos y prototipado de forma rápida y eficiente. Pueden probar diferentes enfoques de programación y soluciones para ver cómo afectan al control del proceso.

Desarrollo de Habilidades de Resolución de Problemas: Al trabajar con módulos de entrenamiento PLC, los estudiantes pueden enfrentarse a desafíos y problemas que

deben resolver utilizando sus conocimientos de programación y control. Esto desarrolla sus habilidades de resolución de problemas y pensamiento lógico.

Preparación para el Trabajo: La experiencia adquirida mediante el uso de módulos de entrenamiento PLC ayuda a los estudiantes a estar mejor preparados para roles en automatización industrial. Muchas empresas buscan profesionales que tengan experiencia práctica en la programación y operación de PLCs.

Pruebas y Validación: Antes de implementar programas de control en un entorno de producción real, los ingenieros pueden utilizar módulos de entrenamiento para probar y validar sus programas, asegurando que funcionen correctamente y sin errores.

2.3. Definición de términos básicos:

- ✓ Dispositivo de parada de emergencia: “La función de dicho dispositivo es que ante una situación adversa ya sea que pueda poner en peligro la integridad de las personas o dañar las maquinas con las cuales estaremos trabajando, reduzca el daño o los riesgos latentes” (Hoyos y Ortiz, 2018, p. 47).
- ✓ IEC 61131: “IEC 61131 es un conjunto de normas e informes técnicos publicados con el objetivo de estandarizar a los PLCs y él es en el que actualmente se basan los fabricantes de PLCs para el desarrollo de sus dispositivos” (Mellano, 2020, p. 34).
- ✓ ISA-95: “La norma ISA-95 de Integración de Empresas/Sistemas de Control define los niveles de actividades en una organización” (Mellano, 2020, p. 31).

- ✓ Modbus: “Modbus es un protocolo de comunicaciones serial publicado originalmente para su uso con sus controladores lógicos programables (PLCs) y es ahora un medio comúnmente disponible para conectar dispositivos electrónicos industriales” (Mellano, 2020, p. 44).

- ✓ PROFIBUS: “PROFIBUS (Process Field Bus) es un estándar para la comunicación por bus de campo en la tecnología de automatización. PROFIBUS se publica abiertamente como parte de la norma IEC 61158, es un estándar de red independiente del fabricante, cuya interfaz permite una amplia aplicación en la automatización de procesos, fabricación y construcción.” (Mellano, 2020, p. 42).

- ✓ PROFINET: “Los controladores programables como los PLC y los PC se comunican entre sí y por lo tanto requieren que se transfiera una gran cantidad de paquetes de datos en varias y poderosas funciones de comunicación” (Mellano, 2020, p. 45).

- ✓ Pulsadores: “Los pulsadores son dispositivos de accionamiento que sirven para cerrar o abrir un circuito” (Hoyos y Ortiz, 2018, p. 47).

- ✓ Regulador de voltaje: “Es un circuito que independientemente de lo que esté conectado a su salida el voltaje es constante, los hay de diseños diferentes y con aplicaciones diferentes” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 30)

- ✓ Sensor Óptico de barrera: “Se colocan de frente el emisor y el receptor, se activa cuando el haz de luz es bloqueado por un objeto” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 26)

- ✓ Sensor Óptico Difuso-reflectivo: “En este caso el emisor y el receptor están en el mismo lugar, se activa cuando el haz de luz se refleja en el objeto” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 26)

- ✓ Sensor Óptico de Reconocimiento de brillo: “Es similar al difuso, solo que dependiendo de la intensidad de luz reflejada diferencia si es producida por el u otro objeto” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 26)

- ✓ Sensor Óptico Retro reflectivo o réflex: “El emisor y el receptor están ubicados en el mismo cuerpo de sensor, se necesita de una superficie refractiva que haga que retorne el haz de luz y su detección es igual a la del sensor tipo barrera” (Guzmán y Sánchez, 2020, p. 26)

2.3. Hipótesis e investigación

2.3.1. Hipótesis general

- El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

2.3.2. Hipótesis específicas

- El tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

- Las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.
- Las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

2.4. Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable 1:** Módulo de entrenamiento PLC
- **Variable 2:** Mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica

2.4.1 Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Módulo de entrenamiento PLC	Es un tablero electrónico que tiene conexiones de periféricos; y sirve para realizar prácticas industriales de automatización	Será medido a través del nivel de confiabilidad y su relación con la mejora del aprendizaje de los estudiantes	X.1.- Tablero electrónico	X.1.1 Controlador lógico programable X.1.2 Dispositivos industriales X.1.2 Estructura de soporte	Cuestionario para registrar información sobre la variables independiente y dependiente
			X.2.- Conexiones de periféricos	X.2.1 Conexiones de entradas X.2.2 Conexiones de salidas X.2.3 Conexiones de HMI	
			X.3.- Prácticas industriales de automatización	X.3.1 Sistemas de control X.3.2 Programación de PLC	
Mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica	El mejoramiento de los aprendizajes es un proceso secuencial. Inicia reflexionando respecto a las evidencias de aprendizaje	Será medido a través de la percepción que presenten los alumnos con respecto al módulo propuesto	Y.1.- Conceptual	Y.1.1 Conocimiento teórico del PLC Y.1.2 Reconocimiento de componentes industriales	
			Y.2.- Procedimental	Y.2.1 Proceso de conexión eléctrica	
			Y.3.- Actitudinal	Y.3.1 Disposición para usar el módulo	

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación, pertenece al tipo de investigación básica - descriptiva. “La investigación descriptiva es de lejos el tipo de investigación más usado. A menudo, las organizaciones la usan como una forma de revelar y medir la firmeza de las opiniones, actitudes o comportamientos de un grupo objetivo respecto a un tema específico” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 183).

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de la presente investigación es correlacional, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “es un tipo de estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.126)

3.1.3 Diseño

La investigación será no experimental, dado que lo se busca es, “(...) establecer el grado de correlación o de asociación entre una variable (X) y otra variable (Y) que no sean dependientes una de la otra” (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, p. 343).

3.1.4 Enfoque

Este trabajo de investigación tendrá un enfoque mixto, debido a que se adapta mejor con las definiciones y necesidades de la problemática.

Al respecto el enfoque mixto, “pretende conjugar los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa, en el convencimiento de que el reduccionismo, el extremismo en la investigación no conducen a nada bueno” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 99)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Todos los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

3.2.2 Muestra

Como muestra se seleccionó 25 estudiantes que están matriculados en el curso de Instrumentación Industrial porque está relacionado a temas sobre PLC.

3.3 Técnica para la recolección de datos

Corrección y tabulación de datos en el software SPSS: Luego de la aplicación del cuestionario se procede a registrar la información obtenida en el software SPSS.

Elaboración de cuadros y gráficos estadísticos: Aplicando las herramientas del software que relación bivariado se obtendrán los resultados mediante gráficas y cuadros estadísticos.

Análisis e interpretación de datos: De los resultados obtenidos se realiza el análisis e interpretación acorde a las hipótesis planteadas.

3.4 Matriz de consistencia

Cuadro 2.

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO PLC PARA LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA – UNJFSC, HUACHO 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo se relaciona el módulo de entrenamiento PLC y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo se relaciona el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica? ¿Cómo se relaciona las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica? ¿Cómo se relaciona las prácticas industriales de automatización y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?</p>	<p>Objetivo general Determinar si el módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p> <p>Objetivos específicos Determinar si el tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Determinar si las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Determinar si las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p>	<p>Justificación metodológica Mediante el diseño de un módulo de entrenamiento PLC se busca mejorar la instrucción y aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica.</p>	<p>Hipótesis general El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p> <p>Hipótesis específicas El tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.</p>	<p>Variable 1: Módulo de entrenamiento PLC</p> <p>Variable 2: Mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica</p>	<p>Cuestionario de Likert para relacionar las variables independiente y dependiente.</p>

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Se presente el diseño del diagrama para el módulo PLC

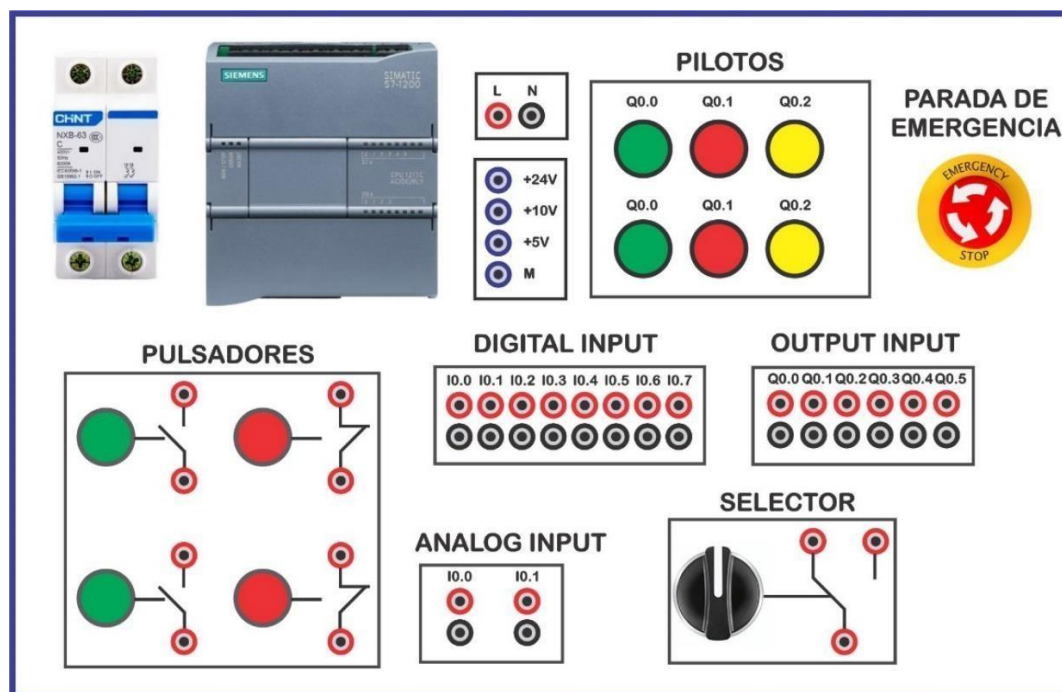


Figura 12. Diagrama de módulo PLC

El módulo que se visualiza en la figura 12 cuenta con un PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0, un disyuntor de 220V, conectores de alimentación externas para línea y neutro, 2 pulsadores normalmente abierto (N.O) y 2 pulsadores normalmente cerrador (N.C), 8 entradas digitales y 6 salidas digitales 2 entradas analógicas, un selector y una parada de emergencia.

Tabla 1.

Propuesto de presupuesto para el sistema automatizado

Materiales	Costo (Nuevos Soles)
Dispositivos electrónicos	
PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0	2185.00
Disyuntor 220	45.00
Pulsadores	30.00
Pilotos	50.00
Conectores banana	30.00
Cables	50.00
Infraestructura mecánica	
Chasis de soporte	200.00
Sub Total	2590.00
Imprevistos (10% del subtotal)	259.00
TOTAL: (S/.)	2850.00

4.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Hipótesis nula: El módulo de entrenamiento PLC no se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Tabla 2.

Correlación hipótesis general

Correlación entre el diseño de un módulo de entrenamiento PLC y la mejora del aprendizaje de los estudiantes				
			Módulo de entrenamiento PLC	Mejora del aprendizaje
Rho de Spearman	Módulo de entrenamiento	Coefficiente de correlación	1,000	,852**
		Sig. (bilateral)	.	,000
	PLC	N	25	25
	Mejora del aprendizaje	Coefficiente de correlación	,852**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	25	25

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.852$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”

Por lo tanto, “se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el diseño de un módulo de entrenamiento PLC y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, Huacho 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva considerable”

Hipótesis específica 1

Hipótesis Alternativa: El tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Hipótesis nula: El tablero electrónico no se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Tabla 3.

Correlación hipótesis específica 1

Correlación entre el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes			Tablero electrónico	Mejora del aprendizaje
Rho de Spearman	Tablero electrónico	Coefficiente de correlación	1,000	,783**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	25	25
	Mejora del aprendizaje	Coefficiente de correlación	,783**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	25	25

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.783$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”

Por lo tanto, “se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, Huacho 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva considerable”

Hipótesis específica 2

Hipótesis Alternativa: Las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Hipótesis nula: Las conexiones de periféricos no se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Tabla 4.

Correlación hipótesis específica 2

Correlación entre las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes			Conexiones de periféricos	Mejora del aprendizaje
Rho de Spearman	Conexiones de periféricos	Coefficiente de correlación	1,000	,794**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	25	25
	Mejora del aprendizaje	Coefficiente de correlación	,794**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	25	25

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.794$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”

Por lo tanto, “se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, Huacho 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva considerable”

Hipótesis específica 3

Hipótesis Alternativa: Las prácticas industriales se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Hipótesis nula: Las prácticas industriales no se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Tabla 5.

Correlación hipótesis específica 3

Correlación entre las prácticas industriales y la mejora del aprendizaje de los estudiantes			Prácticas industriales	Mejora del aprendizaje
Rho de Spearman	Prácticas industriales	Coefficiente de correlación	1,000	,805**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	25	25
	Mejora del aprendizaje	Coefficiente de correlación	,805**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	25	25

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.805$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”

Por lo tanto, “se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre las prácticas industriales y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, Huacho 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva considerable”

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de los resultados

Los resultados estadísticos demuestran que existe una relación directa y significativamente entre: El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.; debido a la prueba de Rho de Spearman tiene un coeficiente de correlación igual a 0,852; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

En la primera dimensión se tiene una relación directa entre: el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes; obteniendo mediante la prueba de Rho de Spearman un coeficiente de correlación igual a 0,783; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

En la segunda dimensión se tiene una relación directa entre: las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes; obteniendo mediante la prueba de Rho de Spearman un coeficiente de correlación igual a 0,794; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

En la tercera dimensión se tiene una relación directa entre: las prácticas industriales y la mejora del aprendizaje de los estudiantes; obteniendo mediante la prueba de Rho de Spearman un coeficiente de correlación igual a 0,805; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

De los resultados obtenidos se coinciden con los mencionados por Aguirre (2021) quien afirma que “se cumplió diseñando e implementando una maleta didáctica para prácticas en el laboratorio de automatización industrial de la carrera de Ingeniería Electrónica” (p. 69). “El proceso de manufactura establecido en el banco didáctico permitió la simulación de un proceso industrial con el que se pudo implementar una arquitectura

IIoT. Este contiene componentes como sensores industriales y actuadores conectados al PLC que permiten la recopilación de datos, además sus componentes cuentan con conexiones independientes para que se puedan realizar varios tipos de circuitos de control. Este banco es de gran utilidad para que los estudiantes realicen prácticas y proyectos relacionados con IoT y la Industria 4.0.” (p. 152). Alvarez y Castro “se diseñó e implementó un Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial que permite establecer comunicación Maestro – Esclavo utilizando los protocolos de comunicación industrial más usados en la actualidad como son: el PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP; que permite a los estudiantes configurar, programar e integrar los tres protocolos a una aplicación de automatización de la industria minera utilizando el software TIA Portal v16” (p. 268).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Podemos concluir:

- El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, HUACHO 2023.
- El tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, HUACHO 2023.
- Las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, HUACHO 2023.
- Las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica – UNJFSC, HUACHO 2023.

6.2 Recomendaciones

- Analizar las dimensiones del módulo PLC para que pueda ser fácilmente transportable.
- Estandarizar la estructura para que se compatible con cualquier otro controlador lógico programable (PLC).
- Agregar mas componentes industriales complementarios como contactores, temporizadores, señales analógicas, etc.

REFERENCIAS

7.1 Referencias bibliográficas

- Alvarez, J. J. (2021). *Diseño e implementación de un módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial profinet, profibus, modbus mediante plc y periféricos maestro y esclavo*. (Tesis pre grado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Aguirre, L. A. (2021). *Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento basado en dispositivos de automatización e internet de las cosas*. (Tesis pre grado). Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador.
- De Castro, A., Canchila, F. y Anaya, A. (2017). *Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento de automatización y control utilizando PLC controllino, programado en lenguaje c, para actividades prácticas en los laboratorios de electrónica de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Santa Marta*. (Tesis pre grado) Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta, Colombia.
- Gil, C. A. (2020). *Diseño e implementación de un módulo para la simulación practica de un proceso tipo batch para la enseñanza de prácticas de control en laboratorio en la escuela de ingeniería electrónica de la UNP*. (Tesis pre grado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú
- Guzmán, E. R. y Sánchez, J. D. (2020). *Diseño de módulos para la adquisición de datos y caracterización de sensores de proximidad con PLC y HMI*. (Tesis pre grado). Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Mellano, J. E. (2020). *El IoT-PLC: una nueva generación de controladores lógicos programables para la industria 4.0*. (Tesis pre grado). Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile.

Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagomez-Páucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Velasteguí, I. F. (2020). *Diseño de módulos para la adquisición de datos y caracterización de sensores de proximidad con PLC y HMI*. (Tesis pre grado). Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia.

7.2 Referencias electrónicas

Guerrero, B. D. (2019). Modernización del módulo de control de nivel, con transmisor de nivel ultrasónico, PLC S7 1200 y pantalla HMI, para el control de las variables: nivel y flujo. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2293>

Hoyos, V. F. y Ortiz, G. A. (2018). *Desarrollo de módulos de control electrónico para máquinas rotativas eléctricas, utilizando el PLC Micrologix logo siemens, en el laboratorio de automatización y control de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Privada de Tacna*. (Tesis pre grado). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/607>

Portugal, S. P. y Vargas, E. L. (2019). *Diseño e implementación de un módulo educativo de control neumático secuencial*. (Tesis pre grado). Universidad

Católica Santa María, Arequipa, Perú. Recuperado de:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9783>

Quintero Rojas, J., Bermúdez, C., y Coronel, M. (2020). Diseño y construcción de un módulo de control analógico tipo adelanto-atraso como herramienta de aprendizaje en la teoría de control. *Revista Técnica De La Facultad De Ingeniería. Universidad Del Zulia*, 43(3), 150-158. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/33753>

Siemens (2021) *Hoja de datos del Controlador lógico programable 6ES7214-1BG40-0XB0*. Recuperado de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7214-1BG40-0XB0>

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO PLC PARA LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo se relaciona el módulo de entrenamiento PLC y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo se relaciona el tablero electrónico y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica? ¿Cómo se relaciona las conexiones de periféricos y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica? ¿Cómo se relaciona las prácticas industriales de automatización y la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica?</p>	<p>Objetivo general Determinar si el módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p> <p>Objetivos específicos Determinar si el tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Determinar si las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Determinar si las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p>	<p>Justificación metodológica Mediante el diseño de un módulo de entrenamiento PLC se busca mejorar la instrucción y aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica.</p>	<p>Hipótesis general El módulo de entrenamiento PLC se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica</p> <p>Hipótesis específicas El tablero electrónico se relaciona significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Las conexiones de periféricos se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica Las prácticas industriales de automatización se relacionan significativamente con la mejora del aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.</p>	<p>Variable 1: Módulo de entrenamiento PLC</p> <p>Variable 2: Mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica</p>	<p>Cuestionario de Likert para relacionar las variables independiente y dependiente.</p>

ANEXO N°2

**ENCUESTA PARA MEDIR LAS VARIABLES MÓDULO DE ENTRENAMIENTO
PLC Y MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Cuestionario para medir las variables: “Diseño de un módulo de entrenamiento PLC para la mejora del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería electrónica – UNJFSC, Huacho 2023

Instrucciones: Le agradeceremos leer correctamente las preguntas y marcar con un aspa (X) la opción que más considere. Esta es una encuesta de carácter anónimo, de alta confidencialidad y de uso exclusivo para esta investigación.

Nº	ITEM	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	Dimensión: Tablero electrónico					
1	El tablero electrónico cumplirá las expectativas del estudiante.					
2	El tablero electrónico cumple las dimensiones de trabajo.					
	Dimensión: Conexiones de periféricos					
3	Las conexiones de entrada se ubicaron correctamente en el módulo.					
4	Las conexiones de salida se ubicaron correctamente en el módulo.					
	Dimensión: Prácticas industriales de automatización					
5	El sistema de control estará basado en un PLC					
6	Los protocolos de comunicación son adecuados para el PLC					
	Dimensión: Conceptual					
7	El módulo permitirá aprender los conceptos sobre PLC					
8	El módulo permitirá conocer la estructura del PLC					
	Dimensión: Procedimental					
9	El módulo permitirá implementar procesos de automatización					

10	El módulo permitirá código en lenguaje Ladder.					
	Dimensión: Actitudinal					
11	El módulo mejorará la actitud del estudiante frente al curso.					
12	El módulo permitirá desarrollar mejores habilidades al estudiante.					

ANEXO N°03
DATASHEET PLC S7 – 1200 CPU 1214C 6ES7214-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta AC/DC/relé, E/S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10V DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, Memoria de programas/datos 100 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C AC/DC/Relay
Versión de firmware	V4.4
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación 	STEP 7 V16 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
<ul style="list-style-type: none"> 120 V AC 230 V AC 	<ul style="list-style-type: none"> Si Si
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
<ul style="list-style-type: none"> Rango admisible, límite inferior Rango admisible, límite superior 	<ul style="list-style-type: none"> 47 Hz 63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
I ² t	0,8 A ² s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> integrada ampliable 	<ul style="list-style-type: none"> 100 kbyte No
Memoria de carga	
<ul style="list-style-type: none"> integrada 	4 Mbyte
Respaldo	
<ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila 	<ul style="list-style-type: none"> Si Si Si
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs
CPU-bloques	

Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Número, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	Si
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Si
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	

• Tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Si
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Si
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Si
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	Si
Detección automática de la velocidad de transferencia	Si
Autonegociación	Si
Autocrossing	Si
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	Si
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	Si
• PROFINET IO-Device	Si
• Comunicación SIMATIC	Si
• Comunicación IE abierta	Si; También disponible cifrada
• Servidores web	Si
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	Si
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Si
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Si
— Shared Device	Si
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	

Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
PROFIBUS	Si; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
AS-Interface	Si; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	No
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
— MRPD	No
Comunicación SIMATIC	
• S7-Routing	Si
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Si
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Si
• Páginas web definidas por el usuario	Si
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Si
• OPC UA Server	Si; Acceso a datos (Read, Write, Subscribe), requiere licencia runtime
— Número de sesiones, máx.	5
— Número de variables accesibles, máx.	1 000
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx.	500
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	1 000
Otros protocolos	
• MODBUS	Si
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
• Soporta	Si
• como servidor	Si
• Como cliente	Si
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Nº de conexiones	
• total	16; dinámica
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Si
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Si
Búfer de diagnóstico	
• existente	Si
Traces	
• Número de Traces configurables	2

• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Si
• LED ERROR	Si
• LED MAINT	Si
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Regulador PID	Si
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales entre los canales, en grupos de	500 V AC durante 1 minuto 1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales entre los canales	Relé No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Si
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Si
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Si
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Si
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Si
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Si
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Si
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación UL	Si
cULus	Si
Homologación FM	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C

• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	2 000 m
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s ²); perfil DIN 1 g (m/s ²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Si
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Si
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
— KOP	Si
— FUP	Si
— SCL	Si
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si
• Protección contra copia	Si
• Protección de bloques	Si
Protección de acceso	
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Si
• Nivel de protección: Protección completa	Si
Vigilancia de tiempo de ciclo	
• Configurable	Si
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	455 g
Última modificación:	16/01/2021 