

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

*Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Mecatrónico*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DESARROLLO DE UN LABORATORIO REMOTO DE UN BANCO PLC EN LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CON IoT”**

AUTORES:

JONNATHAN BERNARDO JARRO PATIÑO
FRANCISCO XAVIER PESÁNTEZ ZÚÑIGA

TUTOR:

ING. PAÚL ANDRÉS CHASI PESÁNTEZ, MSc.

CUENCA – ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jonnathan Bernardo Jarro Patiño con documento de identificación N° 0105598536 y Francisco Xavier Pesántez Zúñiga con documento de identificación N° 0105820443, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UN LABORATORIO REMOTO DE UN BANCO PLC EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CON IoT”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecatrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2021.



Jonnathan Bernardo Jarro Patiño

C.I. 0105598536



Francisco Xavier Pesántez Zúñiga

C.I. 0105820443

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UN LABORATORIO REMOTO DE UN BANCO PLC EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CON IoT”**, realizado por Jonnathan Bernardo Jarro Patiño y Francisco Xavier Pesántez Zúñiga, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2021.



Ing. Paúl Andrés Chasi Pesántez, MSc.

C.I. 0103652095

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Jonnathan Bernardo Jarro Patiño con documento de identificación N° 0105598536 y Francisco Xavier Pesántez Zúñiga con documento de identificación N° 0105820443, autores del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UN LABORATORIO REMOTO DE UN BANCO PLC EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CON IoT”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2021.



Jonnathan Bernardo Jarro Patiño

C.I. 0105598536



Francisco Xavier Pesántez Zúñiga

C.I. 0105820443

Dedicatoria

Me gustaría dedicar este trabajo de titulación principalmente a Dios quién estuvo acompañándome y bendiciéndome durante todo mi camino hasta lograr cumplir esta meta profesional. A mis padres Isaias y Teresa, por su amor, sacrificio, compañía y apoyo que me han brindado durante todos estos años, gracias a ustedes he podido cumplir un logro mas en mi vida.

A mis hermanos Hermel y Cristian, quienes me brindaron su apoyo, compañía y cariño incondicional, además de sus consejos para nunca darme por vencido durante este importante camino de mi vida.

Finalmente a mis amigos, compañeros y todas las personas que directa e indirectamente estuvieron apoyándome en los buenos y malos momentos de este difícil objetivo.

Jonnathan Bernardo Jarro Patiño

Agradecimientos

Quiero expresar un sincero agradecimiento, a mi familia por el apoyo fundamento y todo lo que ha hecho por mi durante mi tiempo de estudio, a mi Tutor el Ing. Paúl Chasi por brindarme su amistad, orientación y guía en el desarrollo de este trabajo de titulación, a la Universidad Politécnica Salesiana con todos los profesores, autoridades y personal educativo que he conocido durante mi transcurso de estudio. A la empresa DataLights por brindarnos su ayuda con equipos, conocimientos y un espacio para el desarrollo de este trabajo de titulación. A mis amigos y compañeros con los que compartí momentos inolvidables y su ayuda de manera desinteresada. No puedo dejar de agradecer a mi amigo Xavier Pesántez por la calidad de persona que representa, mi compañero fiel de Universidad, de proyecto de titulación y ahora de vida.

Jonnathan Bernardo Jarro Patiño

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación esta dedicado a mis padres, ya que ellos en cada paso que dado en mi vida han estado ahí para apoyarme, guiarme y nunca dejarme solo ante las adversidades, siempre con una sonrisa y mucho amor, todo lo que logrado y la persona que soy hoy en día todo se lo debo a ellos.

A toda mi familia que siempre me han motivado a ser mejor y creer siempre en mi pero con un especial énfasis a mi abuelita Ines Lopez o como yo le digo tiita, por haberme apoyado y encaminado en la vida, siempre sera de mis mas grandes ejemplos a seguir.

A mi Angieh por apoyarme siempre, aun cuando yo ya no creía en mi, ella siempre lo hacia, por ser incondicional en todo momento, por brindarme su amor y cariño para seguir adelante siempre, ha sido un pilar fundamental en este logro.

A todos mis amigos, amigas, mejor amiga, mejor amigo, compañeros, gracias por siempre motivarme a lograr cada meta que me propongo, pero sobre todo gracias por su amistad y cariño.

Francisco Xavier Pesántez Zúñiga

Agradecimientos

A Dios por permitirme cumplir esta meta, a mis padres por darme esta gran oportunidad de superación profesional, a la Universidad por la formación y conocimientos que me han brindado, al igual que a todos mis profesores, a mi tutor del trabajo de titulación Ing. Paúl Chasi, a la empresa DataLights por brindarnos un espacio y equipo para culminar este trabajo de titulación, También quiero agradecer a mi compañero Jonnathan Jarro por ser un gran compañero pero sobre todo una gran persona y amigo.

Francisco Xavier Pesántez Zúñiga

Resumen

En el presente trabajo de titulación se propone el desarrollo de un laboratorio remoto de un banco PLC en la Universidad Politécnica Salesiana con IoT, que servirá como soporte para el desarrollo de diferentes prácticas relacionadas con el manejo y manipulación de equipos industriales de forma remota, es decir controlando y obteniendo información de los dispositivos que conforman el banco en tiempo real, sin la necesidad de estar presente físicamente en el laboratorio.

En primer lugar el proyecto se centra en la determinación de parámetros generales para el funcionamiento del sistema embebido, la plataforma IoT, el software de ingeniería y el PLC, mediante la caracterización de su funcionamiento permitiendo definir sus condiciones de operación para establecer una red de comunicación para el envío y recepción de datos entre el banco de trabajo PLC y el dispositivo electrónico que controlará su funcionamiento de forma remota.

Seguidamente se realiza el enlace del software de ingeniería (LabVIEW) con el banco de trabajo mediante el sistema embebido (ELVIS III) que permite la compatibilidad directa del software mediante el uso de bibliotecas definidas, para posteriormente establecer una comunicación con el dispositivo remoto a través de una plataforma IoT (SystemLink Cloud) mediante un Dashboard diseñado con toda la información del banco, adicionalmente, para la manipulación de programas del PLC se implementa el uso de una plataforma de control remoto en tiempo real (TeamViewer) en el PC conectado al PLC del banco de trabajo.

Finalmente, el trabajo concluye con un planteamiento de aplicabilidad donde se implementa una cámara inteligente para la visualización en tiempo real como además de la realización de guías de prácticas desarrolladas mediante el uso del proyecto técnico planteado, implementando un enfoque mecatrónico.

Índice

Cesión de Derechos de Autor	I
Certificación	II
Declaratoria de Responsabilidad	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	IV
Dedicatoria	V
Agradecimientos	V
Resumen	VI
1. Introducción	1
2. Problema	1
2.1. Antecedentes	1
2.2. Importancia y alcances	2
2.3. Delimitación	2
2.4. Problema General	3
2.5. Problemas Específicos	3
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos Específicos	4
4. Matriz de consistencia lógica	4
5. Hipótesis	6
5.1. Hipótesis General	6
5.2. Hipótesis Específicas	6
6. Marco Teórico	6
6.1. Laboratorios	6

6.1.1.	Laboratorios Virtuales	6
6.1.2.	Laboratorios Remotos	7
6.2.	Internet de las Cosas (IoT)	7
6.3.	Software de Ingeniería	8
6.4.	Sistemas Embebidos	9
6.4.1.	Sistema Embebido Integrado	10
6.4.2.	Componentes de un Sistema Embebido	10
6.4.3.	Hardware de Sistemas Embebidos	10
6.5.	Plataformas IoT	10
6.6.	Controlador Lógico Programable (PLC)	12
6.6.1.	Características	12
6.6.2.	Lenguajes en PLCs	13
6.7.	Laboratorios mecatrónicos	13
6.8.	Gemelos Digitales	14
6.8.1.	Ventajas y barreras de los gemelos digitales	15
7.	Marco Metodológico	16
7.1.	Estudio de los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	16
7.1.1.	Banco de PLC	17
7.1.2.	Hardware Embebido	18
7.1.3.	Software de Ingeniería	19
7.1.4.	Plataforma IoT	20
7.1.5.	Escritorio remoto	20
7.2.	Enlace del software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT.	21
7.3.	Conexión de un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.	26
7.3.1.	Dashboard SystemLinkCloud.	27
7.3.2.	Etiquetas(tags) SystemLink cloud	28
7.3.3.	Lazo de comunicación LabVIEW-Systemlink Cloud	30
7.4.	Comunicación de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	32
7.5.	Planteamiento de la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	35

7.5.1.	Implementación de una cámara que transmita en tiempo real el funcionamiento del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC . . .	36
7.5.2.	Desarrollo de prácticas para la prueba del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC	38
8.	Resultados	41
8.1.	Estudio de los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	41
8.2.	Enlace del software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT	43
8.3.	Conexión de un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.	45
8.4.	Comunicación de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	49
8.5.	Planteamiento de la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	51
9.	Conclusiones	53
10.	Recomendaciones	55
	Referencias	58
	ANEXOS	59

Lista de Tablas

1.	Delimitación Temporal	3
2.	Matriz de consistencia lógica.	5
3.	Parámetros Banco PLC	18
4.	Actividades de aplicabilidad Mecatrónica	36
5.	Posibles riesgos basados a una degradación para el sistema IoT	40
6.	Entradas y salidas digitales de los dispositivos	42
7.	Entradas y salidas digitales de los dispositivos	42
8.	Salidas digitales del PLC	43
9.	Entradas digitales ELVIS III y su conexión a los actuadores	43

Lista de Figuras

1.	Proceso de desarrollo	9
2.	Plataforma IoT en un sistema de internet de las cosas	11
3.	Representación esquemática de un gemelo digital	14
4.	Conexión para el banco remoto con un sistema IoT	17
5.	Partes ELVIS III	19
6.	Plataforma TeamViewer	20
7.	Descripción del Enlace LabVIEW-PLC-ELVIS III	21
8.	Diseño del panel para el enlace con el banco PLC	22
9.	Enlace LabVIEW-PLC-ELVIS III	23
10.	Resistencia PULL DOWN	24
11.	Enlace PLC-ELVIS III con módulos relés y reguladores de voltajes	25
12.	Regulador de voltaje LM2596	25
13.	Módulo de relés	26
14.	Conexión SystemLink cloud	27
15.	Dashboard Systemlink cloud	28
16.	Etiquetas tags SystemLink cloud	29
17.	Panel Frontal Lazo de LabVIEW-SystemLink cloud	31
18.	Esquema de conexión ordenador con el PLC	32
19.	Selección de PLC Siemens S7 1200 EN Tia Portal	33
20.	Desarrollo de un programa en Tia Portal	34
21.	Carga de Programa de TIA PORTAL por medio de TeamViewer	35
22.	Cámara inteligente v380	37
23.	Sistema de implementación de la cámara inteligente	38
24.	Bloqueo de programas en el ordenador establecido en el laboratorio remoto .	41
25.	Enlace software de ingeniería	44
26.	Conexión de la plataforma IoT al banco PLC	46
27.	Conexión de la plataforma IoT al banco PLC	48
28.	Funcionamiento de la conexión de la plataforma IoT	49
29.	Comunicación remota entre dos ordenadores	50
30.	Comunicación remota desde un ordenador hacia el banco PLC	51
31.	Aplicabilidad de una cámara para la visualización del banco PLC	52
32.	Funcionamiento del banco remoto con IoT	53

1. Introducción

En el desarrollo de las nuevas tecnologías surge un nuevo concepto que es el Internet de las cosas (IoT), que su principal objetivo es el de lograr la conexión de objetos del mundo real hacia el internet y lograr interactuar entre sí. Existen muchos tipos de comunicaciones en el mundo del IoT pero la que se utilizara es el modelo de comunicación “dispositivo a la nube”, el cual el dispositivo se conecta de manera directa o indirecta hacia un servidor de nube en internet que le permita el intercambio de datos y el control de trafico de información (Rose y colaboradores, 2015)

Una de las aplicaciones donde se puede implementar el uso de redes IoT, es el control y visualización de equipos industriales de manera remota permitiendo al operador la manipulación y obtención de información del proceso sin tener la necesidad de estar presente de manera física dentro del proceso; orientado este concepto hacia el área de educación dentro del campo de la ingeniería se pueden implementar redes IoT para la realización de prácticas de forma remota dando un soporte adicional a los conocimientos relacionados con el manejo de equipos industriales.

En el presente proyecto de titulación se realiza la implementación de una red IoT en un banco PLC de la Universidad Politécnica Salesiana, mediante la determinación de los parámetros generales del sistema embebido, el software de ingeniería, la red IoT y el PLC que se han de utilizar dentro del proyecto, para continuar con el enlace, la comunicación y conexión de la red IoT conformada por el dispositivo remoto, el banco de trabajo, el PLC y su respectivo ordenador, para finalmente terminar con propuestas de aplicabilidad del proyecto, con un enfoque mecatrónico, determinando la realización de prácticas de automatización industrial donde se refuerzan conceptos para el manejo, control y supervisión de equipos industriales que se encuentran comunmente dentro del área de acción de un ingeniero mecatrónico.

2. Problema

2.1. Antecedentes

En 1989 William Wulf dio el término de colaboratorio para describir un lugar sin paredes en donde su intención era realizar investigaciones sin importar el lugar físico donde se encuentre, y en esta se tiene acceso a diferentes instrumentos, datos, información de otros investigadores y recursos de computacionales. Luego en 1996 se decía que en otros centros habría mucha telepresencial, trabajo en ciber espacios, laboratorios virtuales y que la educación debería de

adaptarse a las nuevas tecnologías (Vargas y colaboradores, 2020).

Desde ese entonces han nacido muchas y diversas aplicaciones para los laboratorios remotos, sobre todo en el campo de la ingeniería y la física. En el 2004 se encontraban 70 laboratorios remotos, y en el 2006 ya existían 120 laboratorios remotos, todos estos proyectos por lo general se llevaban a cabo en universidades para de esta manera promover el aprendizaje como una opción en la educación. Un laboratorio que se puede tomar como ejemplo es el laboratorio VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) en electrónica analógica que se usa para el desarrollo de prácticas con circuitos eléctricos usando componentes pasivos y amplificadores operacionales para el diseño y análisis de osciladores y filtros. En otras disciplinas también se usan los laboratorios remotos y una de ella es en el campo de las energías renovables está es una herramienta educativa para los estudiantes en los cursos de ingeniería en turbomáquinas que permite la determinación de pérdidas de perfil a través de una fila de palas de turbina de baja presión en condiciones de flujo subsónico bajo, igualmente se presenta una tesis doctoral que desarrolló un laboratorio remoto para la medición de la eficiencia energética en redes de generación distribuida (Vargas y colaboradores, 2020).

2.2. Importancia y alcances

- Reducción de costos: por medio de gemelos digitales el estudiante reduce los costos de transporte que necesita para traslado del domicilio a la institución.
- Aumento de prácticas desarrolladas: por la reducción de tiempos para la ejecución de prácticas planteadas aumenta la cantidad de prácticas que se pueda realizar ya que existe la facilidad de planteamiento de forma remota.
- Innovación tecnológica: el manejo de laboratorios remotos mejora el aprendizaje de los estudiantes puesto que manejan un sistema tecnológico innovador puesto que la mayoría de las instituciones nos disponen de estos laboratorios.

2.3. Delimitación

- a.- **Delimitación Espacial:** El trabajo de titulación de un laboratorio remoto con IoT se realizó en el Laboratorio de PLC de los laboratorios de Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, ubicada en la provincia del Azuay en la dirección Calle Vieja y Elia Liut.

- b.- **Delimitación Temporal:** El proyecto de titulación se realizó en un tiempo de seis meses de acuerdo con el cronograma de la Tabla 1.
- c.- **Delimitación Institucional:** Partiendo del aval de la Universidad Politécnica Salesiana el proyecto de titulación se realizó en el laboratorio de PLC del área de Electricidad.

Tabla 1: Delimitación Temporal

Objetivos Específicos	Tiempo
Estudiar los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	1/2 meses
Enlazar el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT.	1.5 meses
Conectar un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.	1.5 meses
Comunicar de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	1.5 meses
Plantear la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	1 mes

Fuente: Autor

2.4. Problema General

- ¿Es posible desarrollar un laboratorio remoto para un banco de trabajo de PLC con IoT?

2.5. Problemas Específicos

- ¿Se podrá estudiar los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?
- ¿Se podrá enlazar el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT?

- ¿Es posible conectar un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT?
- ¿Es posible comunicar de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?
- ¿Se podrá plantear la propuesta de aplicabilidad con un enfoque Mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Desarrollar un laboratorio remoto para un banco de trabajo de PLC con IoT.

3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Enlazar el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT.
- Conectar un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.
- Comunicar de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Plantear la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

4. Matriz de consistencia lógica

Tabla 2: Matriz de consistencia lógica.

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS		INDICADORES	MARCO TEORICO
GENERAL	GENERAL	GENERAL			
¿Es posible desarrollar un laboratorio remoto para un banco de trabajo de PLC con IoT?	Desarrollar un laboratorio remoto para un banco de trabajo de PLC con IoT.	Se desarrollará un laboratorio remoto para el banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-Laboratorio Remoto -Internet de las Cosas (IoT)
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS			
¿Se podrá estudiar los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?	Estudiar los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	Se estudiará los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-Parámetros Generales de Laboratorios Remotos
¿Se podrá enlazar el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT?	Enlazar el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT.	Se enlazará el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-Software de Ingeniería -Hardware Embebido
¿Es posible conectar un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT?	Conectar un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.	Se conectará un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-Plataformas IoT
¿Es posible comunicar de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?	Comunicar de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	Se comunicará de forma remota desde un dispositivo a un PLC para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-PLC
¿Se podrá plantear la propuesta de aplicabilidad con un enfoque Mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT?	Plantear la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.	Se planteará la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.		-VD:Laboratorio Remoto -VI:Desarrollo	-Laboratorios Mecatrónicos

Fuente: Autor

5. Hipótesis

5.1. Hipótesis General

- Se desarrollará un laboratorio remoto para el banco de trabajo de PLC con IoT.

5.2. Hipótesis Específicas

- Se estudiará los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Se enlazará el software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Se conectará un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Se comunicará de forma remota desde un dispositivo a un PLC para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.
- Se planteará la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

6. Marco Teórico

6.1. Laboratorios

6.1.1. Laboratorios Virtuales

Para establecer el contexto correcto de este trabajo de titulación se debe conocer distintos conceptos, por ejemplo el término laboratorio virtual en general se usa para referirse a soluciones de hardware y software que permiten realizar experimentos matemáticos de la realidad (Duarte V, 2018, p. 195).

Los laboratorios virtuales son desarrollados con un sistema computacional accesible vía internet, por este medio se puede simular un laboratorio convencional, estos ofrecen visualización de instrumentos, actuadores y fenómenos mediante objetos dinámicos programados (Lorandi Medina y colaboradores, 2011). También se los pueden identificar como simuladores virtuales. Se consideran Simuladores virtuales porque físicamente no existen los equipos, los dispositivos

ni los materiales para realizar el experimento o práctica pero los simuladores permiten repetir múltiples veces los experimentos, con diversos parámetros, características, para que se logre comprender los principios de funcionamiento del sistema a simular (Aguilar Juárez y Heredia Alonso, 2003, p. 4)

6.1.2. Laboratorios Remotos

Los laboratorios remotos se pueden considerar una evolución de los laboratorios virtuales, debido a la mínima realización de prácticas en un simulador, dando como resultado prácticas de forma remota a través de internet, permitiendo de esta manera un intercambio de información entre un proceso real y los estudiantes de una manera bidireccional (Lorandi Medina y colaboradores, 2011, p. 26).

Los laboratorios remotos es un recurso muy superior en la formación y adquisición de competencias, ofreciendo los resultados de la experimentación casi en tiempo real, solo estando limitados por la latencia propia de la red (Lorandi Medina y colaboradores, 2011, p. 4).

6.2. Internet de las Cosas (IoT)

A lo largo de los años el internet a evolucionado a lo que se conoce como el internet de las cosas IoT; “el IoT es un conjunto de dispositivos o cosas interrelacionadas entre sí y, a su vez, conectadas a Internet, a través del cual envían o reciben datos” (Acevedo García y Ruiz García, 2018). El IoT se puede estructurar para su estudio en los diferentes componentes o áreas fundamentales. de este modo según (Vega Cruz y colaboradores, 2015):

- Objetos conectados
- Tecnologías de red
- Protocolos de comunicación
- Plataforma para el tratamiento inteligente de datos
- Aplicaciones de usuario (2015)

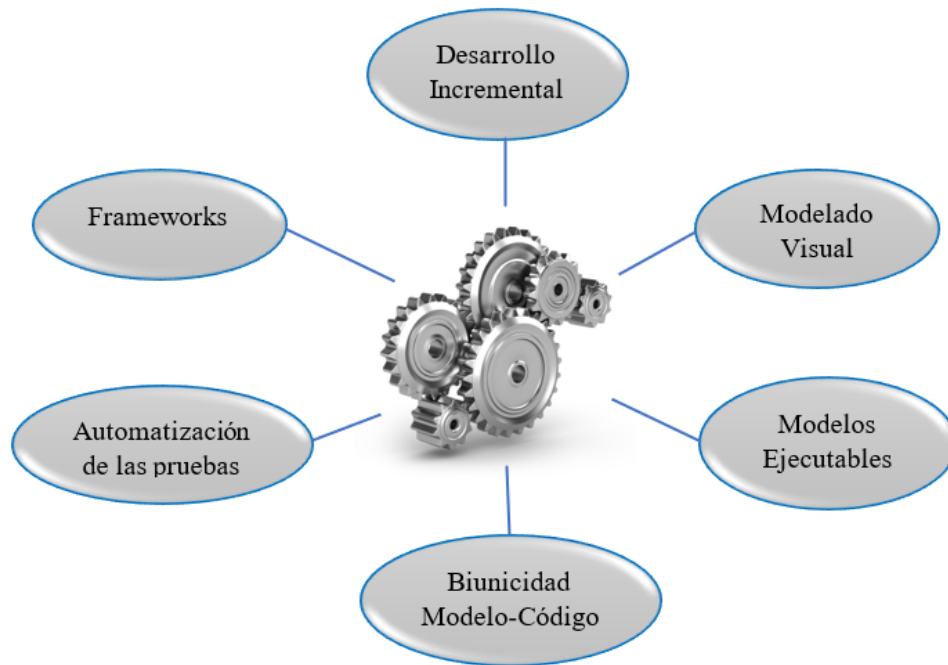
El IoT es un ámbito multidisciplinar en el área tecnológica que crea soluciones, es un proceso complejo que involucra distintos componentes y fases siempre en función del tipo de producto, solución que se quiere buscar. Dentro del IoT hablamos de objetos conectados, tecnologías de red, cloud, o plataforma IoT y aplicaciones que cada uno se subdividirá en distintas fases que

requieren de conocimientos y experiencias específicas. La unión de todos estos componentes conformará la solución IoT (Vega Cruz y colaboradores, 2015, p. 17). La creación de un objeto o cosas conectadas es una combinación de diseño, fabricación de hardware, desarrollo de software y diseño industrial.

6.3. Software de Ingeniería

El término de Ingeniería de Software nace en 1968 en la conferencia de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) realizada en Alemania, para mentalizar una solución a la problemática creada por la producción de software, varios del software existentes en este tiempo no cumplían con las necesidades del usuario perdiendo así su fiabilidad (García, 2018). En este ámbito se agrupan a los sistemas informáticos que apoyan a la ingeniería de manera de herramientas de última generación, por medio de los ordenadores como los instrumentos de ayuda en las actividades humanas, los software deben cumplir con los requisitos que satisfagan necesidades específicas con estructuras estáticas de almacenamiento y aprovechamiento de las características de programación avanzada. Para la ingeniería existe diversos procesos, uno de ellos se presenta en la figura 1 donde se describe el desarrollo de software, este proceso convierte de manera predecible el conocimiento del costo, mantener un nivel de calidad y conocer los tiempos de trabajo. El desarrollo de software se define como la “secuencia de actividades que siguen los trabajadores para la generación de un conjunto de productos”. Cada software se adapta a las necesidades de la empresa como del producto. Por medio de ello se busca mejorar la seguridad de trabajo eliminando los riesgos innecesarios y la obtención de un sistema de alta calidad (Drake, 2008).

Figura 1: Proceso de desarrollo



Fuente: Drake (2008)

En la vida profesional visualizada en la industria se han desarrollado software con diversas aplicaciones con mayor facilidad de programación ya que incorpora lenguajes de programación visuales intuitivos, este tipo de programación crea la sinergia de lenguajes de programación convencionales permitiendo al usuario desconocer sintaxis básicas de programación. Los lenguajes visuales permiten la falta de conocimientos informáticos profundos o una falta de autenticidad para crear así una facilidad en el desarrollo de programas (Benavides y colaboradores, sf)

6.4. Sistemas Embebidos

Se define un sistema embebido como cualquier dispositivo que incluye un ordenador programable, pero sin ser un computador general, se le agrega un sistema electrónico como microcontrolador que se convierte en el cerebro del sistema. Incluye interfaces de salida/entrada como también externa para el monitoreo del estado y diagnosticar el sistema. El software que controla las distintas operaciones se presenta en módulos en el entorno físico, por lo que existirá una notación científica para los algoritmos que controlaran los dispositivos. El sistema embebido estará conformado por módulos de: responsables de registro de los cambios de estado del sistema, recuperación y presentación de los cambios y la interacción con el

operador (Ramos María Agustina, 2015),

6.4.1. Sistema Embebido Integrado

Es una combinación entre hardware y software de la computadora, se le suma piezas mecánicas o sistemas diseñados para una función específica. Se utiliza estos dispositivos con un procesador y un programa que se ejecutan a la par para su funcionamiento. Estos sistemas integrados en la actualidad se los reemplaza por circuitos integrados para mayor flexibilidad en el código de la programación (Ramos María Agustina, 2015).

6.4.2. Componentes de un Sistema Embebido

Al ser un sistema computacional enfocado para las aplicaciones se presenta los siguientes componentes principales:

- Hardware.
- Software primario o principal.
- Sistema operativo para la supervisión de la aplicación.

Este sistema puede ser independiente o conformar un sistema general, para ello se utiliza un perfil ROM, para poseer una memoria única y no necesitar memoria secundaria.

6.4.3. Hardware de Sistemas Embebidos

En el apartado de hardware se enfoca en los componentes físicos que constituyen el sistema para la ejecución de tareas en el programa, por lo tanto, lo que conformara en esta sección será: un procesador general o microprocesador, microcontrolador y memoria (Ramos María Agustina, 2015). Permitiendo así crear un dispositivo programable adaptable a distintas aplicaciones.

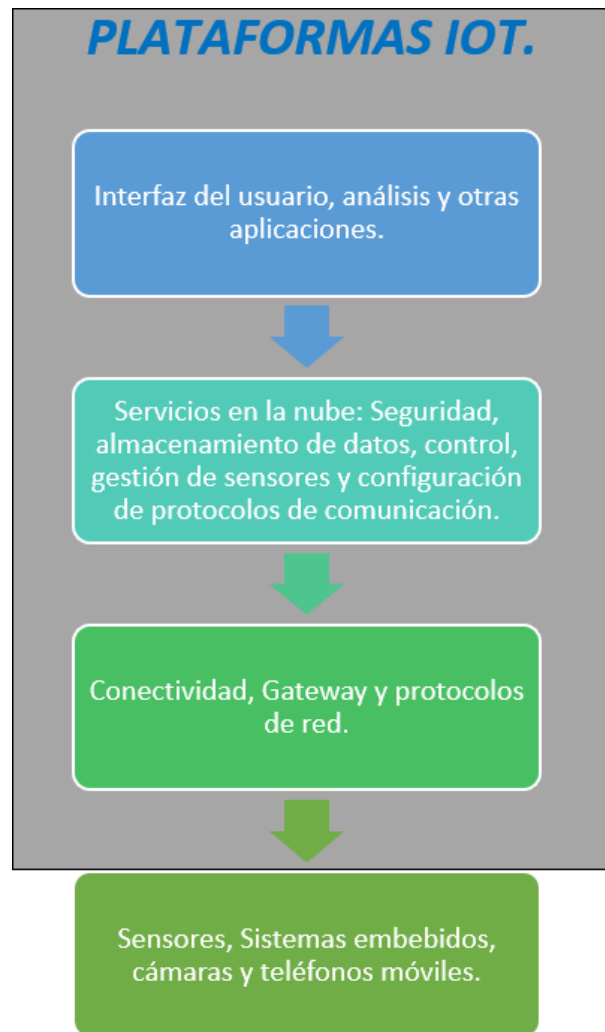
6.5. Plataformas IoT

Al igual que el IoT, una plataforma IoT contiene un concepto muy amplio debido a que se trata de plataformas recolectora de datos y con interfaces para el usuario, hasta sistemas más complejos (Martínez, 2017). En la figura 2 se presenta en forma de cadena el proceso de funcionamiento de una plataforma IoT.

Actualmente, han surgido una diversidad de plataformas en respuesta al rápido incremento de

dispositivos inalámbricos aplicados a la medición y automatización de procesos industriales y residenciales. Las plataformas IoT permiten el registro de datos adquiridos por sensores, el enrutamiento de datos en tiempo real y el control remoto de dispositivos electrónicos. Además, proveen una interfaz como punto de acceso a sus recursos a través de protocolos de Internet; que permiten interactuar con lenguajes de alto nivel como LabView, Matlab y Python, para realizar procesamiento de datos y accionar remotamente un dispositivo (Quiñones-Cuenca y colaboradores, 2017, p.334)

Figura 2: Plataforma IoT en un sistema de internet de las cosas



Fuente: Duarte V (2018)

Para la conectividad de las plataformas IoT tiene que haber una correcta adaptación de los diferentes protocolos de comunicación en la parte de los servicios de la nube, puesto que

en el apartado de conectividad existirá la configuración propia del protocolo que se use para la comunicación de internet como, por ejemplo: HTTP, TCP, UDP, etc (Manotas Campos y Martinez Marín, 2018).

Una plataforma IoT debe estar constituida por los siguientes módulos o bloques (Manotas Campos y Martinez Marín, 2018):

- **Conectividad y normalización:** Permitir la conexión mediante protocolos, y la recepción de diferentes formatos de datos en una interfaz que garantice la transmisión de datos y la interacción con los dispositivos.
- **Almacenamiento de datos:** Los datos deben ser almacenados para un posterior análisis, representación o integración con una herramienta propia o de terceros.
- **Procesamiento y gestión de la acción:** Los datos deben ser procesados para, según un conjunto de normas reglas o disparadores, ejecutar acciones dependiendo del valor resultante.
- **Analítica y Visualización:** Los datos deben de poder ser analizados y transformados, para luego poder ser visualizados mediante gráficos o expuestos en APIs para aplicaciones externas a la plataforma

6.6. Controlador Lógico Programable (PLC)

PLC por sus siglas Programmable Logic Controller que en español es Programador Lógico Programable es un dispositivo electrónico de operación digital que usa una memoria para almacenamiento interno hardware de instrucciones que realizan funciones específicas software tales como: secuencias lógicas, temporización, conteo, operaciones aritméticas; y ejecuta el proceso de control de varios tipos de máquinas o procesos, mediante módulos de entrada/salida analógicas o digitales (Borreiro y Paguay, 2010, p.45).El uso de PLCs para la industria en tareas de automatización son las más utilizadas a nivel industrial por su gran versatilidad en sus usos.

6.6.1. Características

Según Borreiro y Paguay (2010) las características del PLC son:

- **Entradas y salidas:**La cantidad E/S es la suma de cuantas entradas y salidas tiene el PLC esto nos muestra cuantos actuadores, sensores, se pueden conectar en el controlador pudiendo ser de tipo analógico o digital.

- **Físicos:** entre las características físicas del PLC se puede tener las siguientes opciones:
 - Los PLCs Compactos que contienen la CPU, la fuente de alimentación y las entradas y salidas.
 - Los PLCs modulares que contienen la CPU, la fuente de alimentación, la interface de entradas y salidas constituyendo cada una un módulo independiente que se monta en un rack para conformar el PLC.

6.6.2. Lenguajes en PLCs

Un PLC trabaja con un lenguaje binario es decir con estados lógicos como ALTO, BAJO, unos y ceros, por lo cual se requiere lenguajes de programación como Codesys o Siemens para poder traducir nuestra programación a un programa binario para guardarlo en nuestro PLC (Borreiro y Paguay, 2010, p.45).

6.7. Laboratorios mecatrónicos

Puesto que la tecnología en la actualidad innova con el uso de la Mecatrónica algunas acciones permiten elevar niveles de eficiencia en la industria puesto así los laboratorios Mecatrónicos están mentalizados para la necesidad del sector productivo industrial como investigativo debido a que trabajan en el área de automatización de procesos, estos laboratorios permiten a los usuarios manipular distintos equipos industriales para dar como respuesta la experiencia del control y monitoreo de procesos creados o visualizados con procesos de calidad como también de la reducción de tiempos de producción pero siempre pensando en el producto final. Además, sin permitir la elevación de costos en la producción (Torres y colaboradores, 2016). En los sistemas complejos existe la combinación de circuitos eléctricos, controladores, subsistemas mecánicos que permitirán adquirir el conocimiento de las áreas separadas de la Mecatrónica, esto permitirá resolver problemas complejos por medio de la experimentación y con descubrimiento práctico. Los laboratorios Mecatrónicos tienen temas de aplicación como:

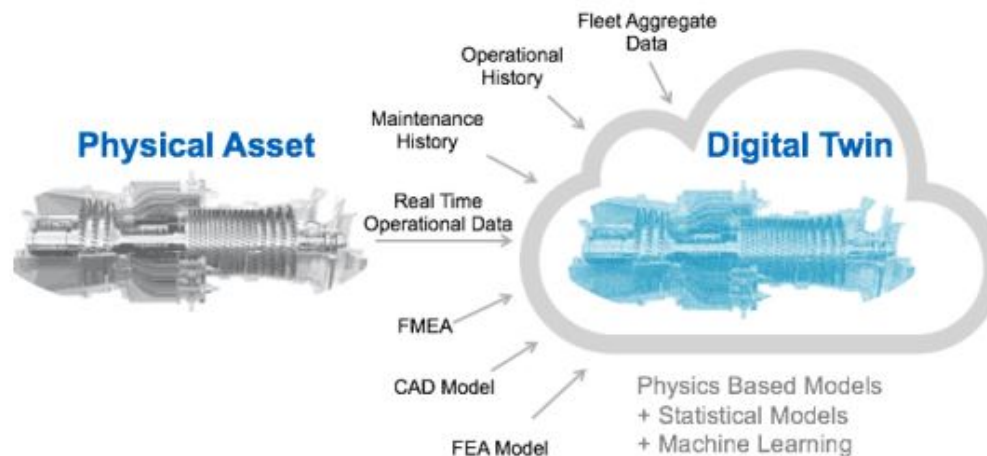
- Los programas de Mecatrónica normalmente imparten temas como:
 - Sensores e Instrumentación
 - Cinemática y dinámica de máquinas
 - Actuadores y electrónica de potencia

- Sistemas de control automático
- Talleres de Mecatrónica
- Diseño electromecánico de máquinas
- Aplicaciones de control digital

Por medio de los distintos temas permiten la enseñanza de conceptos fundamentales del control y manipulación de varias herramientas como de dispositivos en distintos procesos industriales. (NI, 2019)

6.8. Gemelos Digitales

Un gemelo digital es la creación de una réplica virtual, a imagen y semejanza de un producto, proceso o sistema tangible, en donde se obtiene información en tiempo real por medio de sensores o recursos tecnológicos relacionados con el Big Data, que posteriormente es procesada mediante Artificial Cloud Computing y Machine Learning de modo que se pueda generar la representación viva del proceso o producto, capaz de sentir, pensar y actuar (Varas Chiquito y colaboradores, 2020). A continuación en la figura 3, se puede ver un esquema de un gemelo digital:



Fuente: Silvente (2019)

El uso de esta tecnología se remonta al siglo pasado de la ultima década donde la NASA realizaba simulaciones sobre el comportamiento de las naves y equipos con el fin de garantizar la viabilidad de las misiones al mismo tiempo que velaban por la integridad de los astronautas; sin embargo, por el año 2003 Michael Grieves y John Vickers ya explicaban sobre la viabilidad en la creación de representaciones digitales de sistemas físicos que tuvieran entidad por sí mismas, de este modo en 2018 la consultora Garnet identificó a esta tecnología como una de las diez tendencias de aquel año, evidenciando la notable evolución de los gemelos digitales, que además va acompañado por el auge de otras tecnologías como Big Data, Cloud Computing y el internet de las cosas (Varas Chiquito y colaboradores, 2020).

6.8.1. Ventajas y barreras de los gemelos digitales

Según Varas Chiquito y colaboradores (2020), a breves rasgos las áreas de aplicación de esta tecnología son: aeronáutica, automoción, industria, planeación de ciudades, mercadeo e incluso salud, teniendo opción de incluirse en secciones mas específicas, presentando varias ventajas tales como:

- Control de calidad de un determinado producto antes de realizar un prototipo real o entrar a la producción.
- Identificación de la estabilidad de un producto sin necesidad de realizar pruebas de laboratorio a gran escala.
- Monitorización de posibles fallos en base a simulaciones.
- Determinación de áreas o puntos críticos de un producto o proceso para posibles mejoras.
- Mejora en planes de mantenimiento preventivo de maquinaria empleada, usando modelos de producción.
- Favorecimiento en el funcionamiento de manera autónoma, gracias a la capacidad de análisis de escenarios y formulación de soluciones optimizadas

Como toda tecnología en auge, existen una serie de barreras tecnológicas que impiden la materialización e implementación de este tipo de herramientas. Algunas de las mas importantes son (Varas Chiquito y colaboradores, 2020):

- La complejidad técnica que existe en la digitalización y monitorización de manera intensiva de procesos industriales es elevada, debido a la existencia de una variedad

inmensa de sistemas aislados, buses de campo, protocolos propios y dispositivos que pueden llegar a existir.

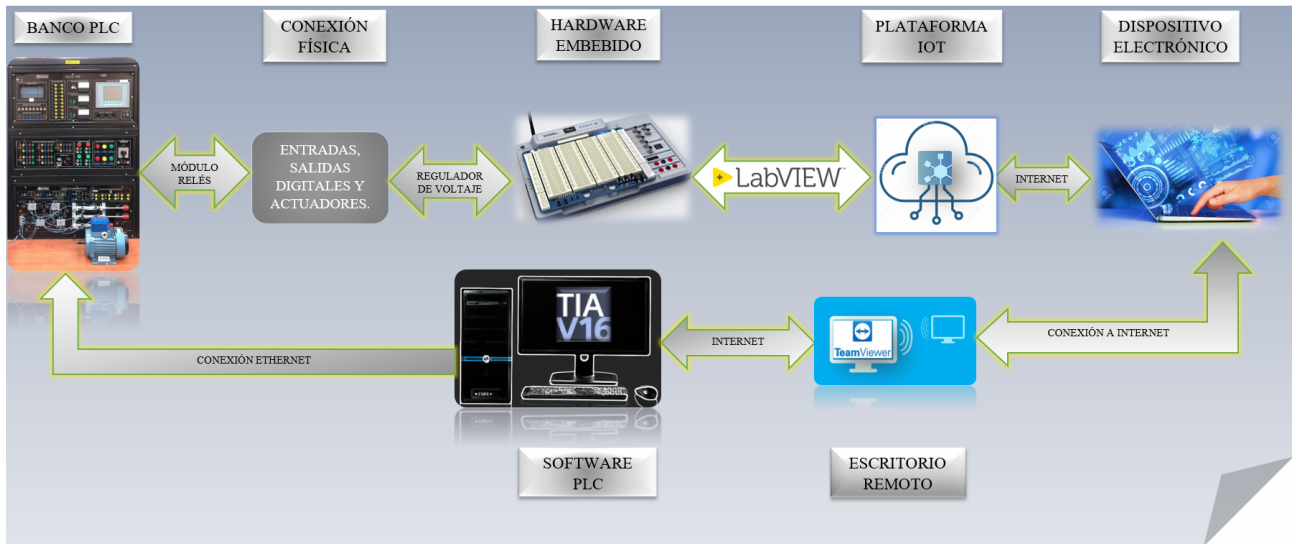
- Los volúmenes de información generados por un sistema de gemelos digitales es considerablemente alto, de modo que los sistemas actuales industriales no cuentan con características suficientes para el tratamiento de toda esta información.
- La representación digital de un equipo, y así mismo la capacidad de realizar varias copias digitales simultáneas que sean capaces de evaluar escenarios alternativos requieren de una complejidad tecnológica elevada.

7. Marco Metodológico

7.1. Estudio de los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

Dentro del presente proyecto se cuenta con el uso de un software de programación, plataformas IoT y sistemas embebidos que necesitan un envío y recepción de datos, por lo que la configuración y determinación de parámetros de funcionamiento inicial es crucial. Es por ello, que en la presente sección se estudian todos los parámetros de los componentes de la red IoT que conforma el banco de trabajo remoto. Mediante la figura 4 se presenta un gráfico de conexión ilustrativo para el desarrollo del laboratorio remoto con un sistema IoT.

Figura 4: Conexión para el banco remoto con un sistema IoT



Fuente: Autor

7.1.1. Banco de PLC

Para el manejo del banco PLC con un sistema IoT, se deberá conocer los parámetros de funcionamiento, el mismo que cuenta con un PLC Siemens S7-1200 con salidas y entradas digitales, las que se encargarán del control de actuadores como luminarias, electroválvulas, contactores y motores trifásicos. Este control de dispositivos se crea mediante conexiones físicas (cables), el cual dependerá de la aplicación a realizar. El banco de trabajo cuenta con los parámetros que se presenta en la tabla 3:

Tabla 3: Parámetros Banco PLC

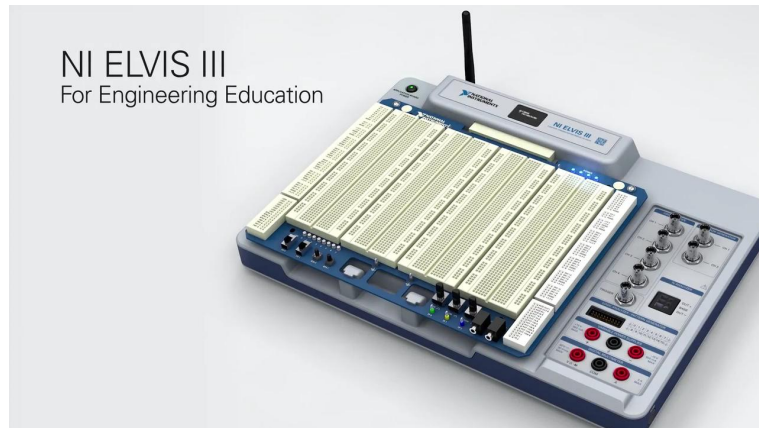
Parámetros	Descripción	Características
Entradas	8 entradas digitales internas	Funcionamiento Binario
Entradas	6 entradas digitales externas	Funcionamiento Binario
Salidas	10 salidas digitales	Funcionamiento Binario
Luminarias	6 luminarias	Control ON/OFF
Cilindros neumáticos	2 Cilindros de doble efecto y 1 de simple efecto	Funcionamiento Electro neumático
Contactores	5 Módulos de contactores	Funcionamiento Electromecánico
Sensores	6 Sensores electromagnéticos	Funcionamiento Binario
Electroválvulas	3 electroválvulas	Funcionamiento Electro neumático
Switch	1 Swicht de encendido del PLC	Accionamiento manual de Encendido/Apagado
Fuentes	1 fuente de 24VDC y 1 fuente trifásica 3X220VAC	Accionamiento manual de Encendido/Apagado

Fuente: Autor

7.1.2. Hardware Embebido

En el desarrollo de un sistema IoT es necesario la adquisición y envío de datos (digitales-analógicas) estas corresponden al accionamiento de un dispositivo en un entorno físico como es el banco PLC, para realizar esta acción se necesita un hardware embebido. El cual a través de la configuración de sus entradas y salidas digitales permite la manipulación de los datos obtenidos. En este trabajo se deberá leer los datos de funcionamiento de las luminarias del banco PLC y activar las entradas digitales que maneja el PLC como también dispositivos que contiene el banco de trabajo. EL hardware embebido que se ha seleccionado para el desarrollo de este trabajo es el NI ELVIS, ver figura 5, que es un hardware basado en LabVIEW que permite la adquisición de datos con funcionalidad mediante la comunicación entre un hardware de control y software de aplicación con tecnología industrial (National Instruments, 2006), además la Universidad Politécnica Salesiana trabaja con componentes y dispositivos de NI, lo que crea una facilidad en la adquisición del hardware embebido para su utilización.

Figura 5: Partes ELVIS III



Fuente: National Instruments. (2019)

El ELVIS III cuenta con 40 entradas analógicas/digitales para la adquisición y manipulación de datos, los mismos que podrán ser utilizados dependiendo de la aplicación.

7.1.3. Software de Ingeniería

Para la etapa de control de los datos adquiridos por el hardware embebido es necesario de un software de ingeniería, en este se diseñará un panel para la manipulación de distintas herramientas virtuales de control como son pulsantes, switches, luminarias entre otras, creando así un gemelo digital del banco físico. El software a través de la programación debe contener todas las funciones necesarias para la operatividad del banco remoto, esta programación permitirá el enlace de forma bilateral. Además el software tendrá la función de comunicación (lectura y escritura de parámetros) hacia la plataforma IoT. El software de ingeniería seleccionado es LabVIEW el cual es un software de NI diseñado con un lenguaje de programación gráfico cuya utilización se enfoca en la creación de aplicaciones de simulación, medición y automatización. Por medio del VI se crea la apariencia de modelación de un sistema o función determinado que incluso permite obtener una interfaz de control interactivo. El software maneja las entradas y salidas de forma sencilla para sus análisis (National Instruments, 2006). Una ventaja de la utilización de LabVIEW es la compatibilidad y manejo de componentes de NI como es el ELVIS III.

7.1.4. Plataforma IoT

En un sistema IoT se debe disponer de una conexión hacia una nube de datos, la misma deberá trabajar con una plataforma IoT, esta permitirá realizar el diseño de un panel (Dashboard) para el monitoreo y visualización de los dispositivos en ejecución del banco remoto, el cual debe ser similar al diseño creado en el software de ingeniería. Además la plataforma debe contar con el envío y recepción de los parámetros que se esta adquiriendo en el hardware embebido a través del software de ingeniería (LabVIEW). La plataforma seleccionada para el sistema IoT es SystemLink cloud, puesto que presenta la facilidad de comunicación debido a su plataforma que forma parte de la nube de National Instruments, SystemLink cloud permite acceder, monitorear e interactuar de forma segura a través de distintos dispositivos electrónicos que contengan una conexión a internet (National Instruments, 2021).

7.1.5. Escritorio remoto

La etapa final de un sistema IoT conforma el escritorio remoto, debido a su función de controlar un ordenador desde cualquier ubicación, la comunicación se realiza por medio de una conexión a internet. En este trabajo se utiliza la aplicación de escritorio remoto para manipular un ordenador que esta conectado por ethernet al PLC y que contiene el software Tia Portal. El escritorio remoto seleccionado para la etapa de comunicación remota es TeamViewer, como se aprecia en la figura 6, esta plataforma permite una conectividad remota basada en una nube, permitiendo conectar a cualquier dispositivo a través de múltiples plataformas sin importar lugar y tiempo con conexiones rápidas y de alto rendimiento debido al manejo de su red global. La plataforma contiene accesos flexibles y escalables, con servidores de forma segura sin la funcionalidad de VPN (TeamViewer, 2021).

Figura 6: Plataforma TeamViewer



Fuente: TeamViewer (2021)

7.2. Enlace del software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT.

El enlace del software de ingeniería con el banco de trabajo PLC se desarrolló mediante el proceso que se visualiza en la figura 7, la cual representa un esquema con las distintas etapas de conexión, la misma permite ver la etapa de enlace entre el software (LabVIEW) con el hardware embebido, continuando hacia el banco de trabajo y terminando con la conexión hacia el PLC.

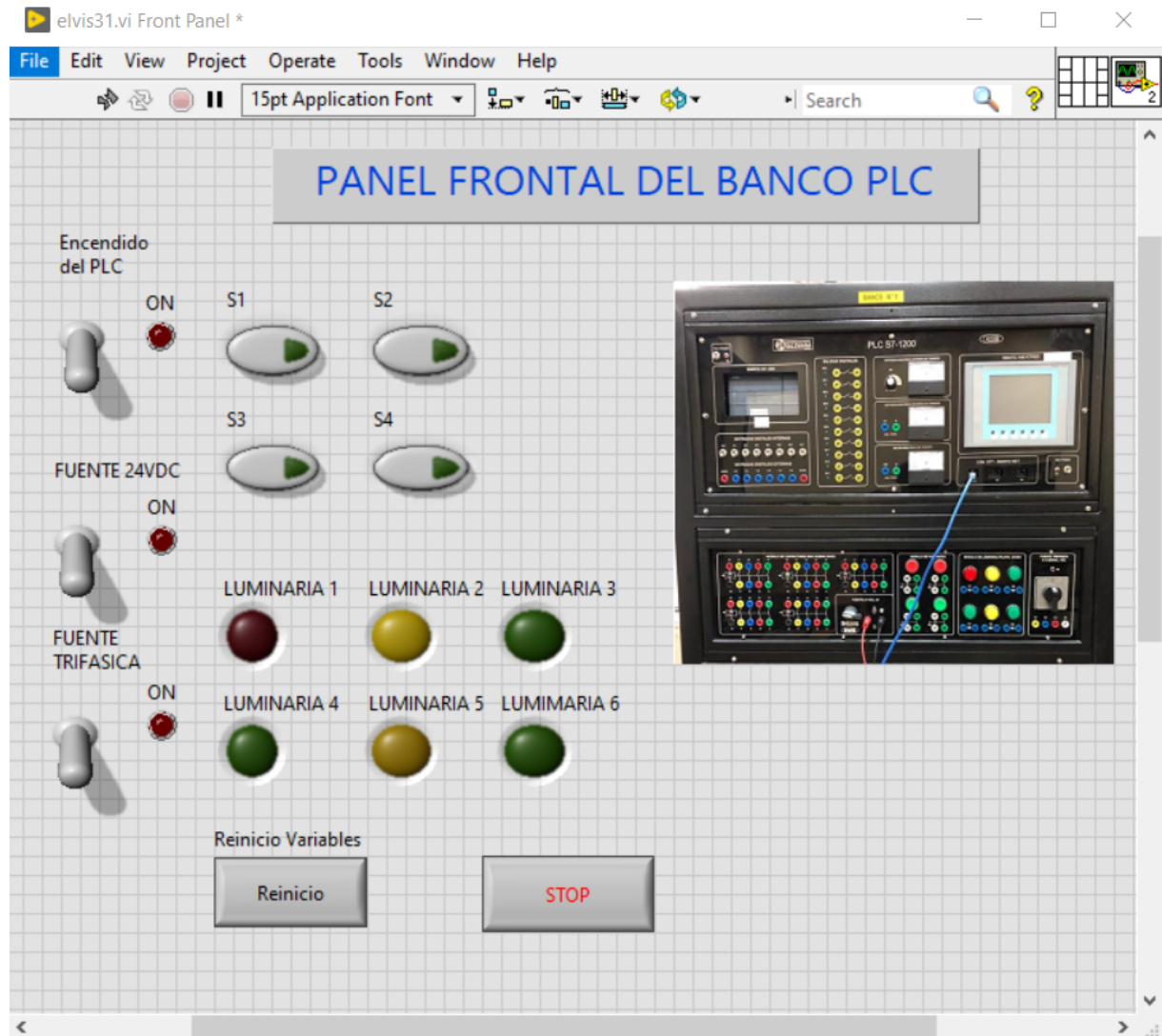
Figura 7: Descripción del Enlace LabVIEW-PLC-ELVIS III



Fuente: Autor

Para el desarrollo del enlace se determinó utilizar cuatro entradas digitales externas del PLC y las seis luminarias presentes en el tablero físico. Mediante las variables seleccionadas se diseñó el panel de control en LabVIEW como se presenta en la figura 8.

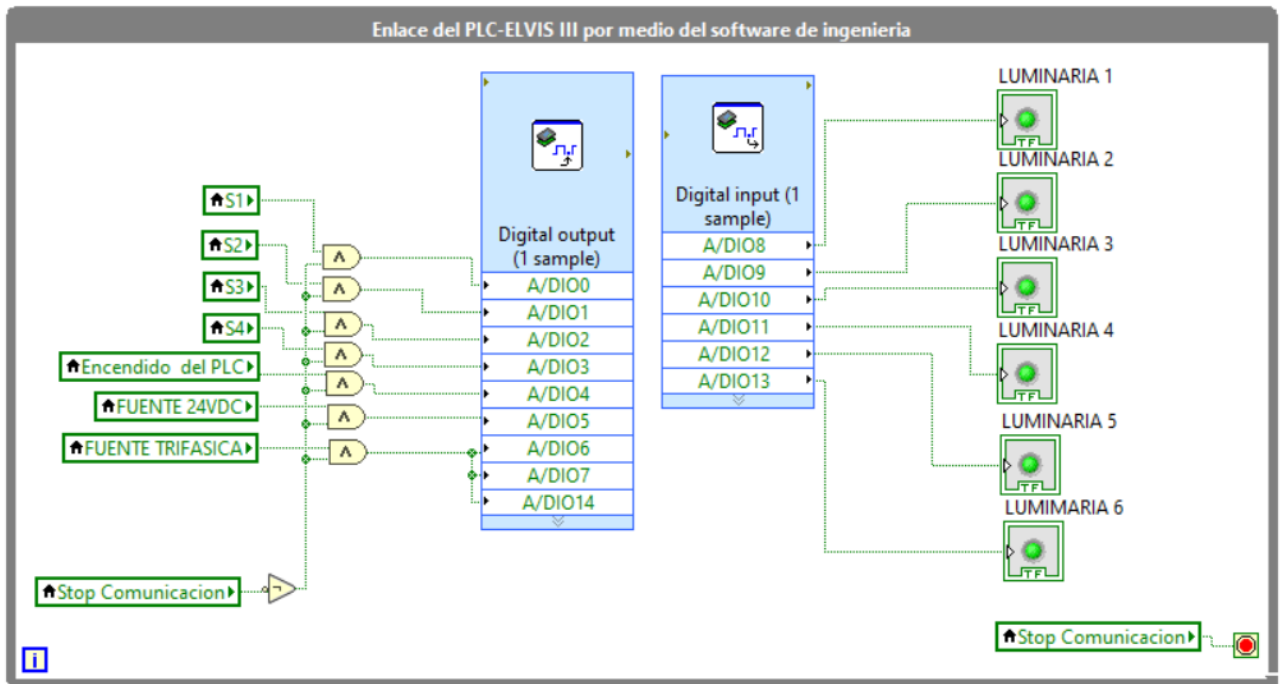
Figura 8: Diseño del panel para el enlace con el banco PLC



Fuente: Autor

De igual manera se desarrolló un lazo de comunicación la cual contiene las entradas y salidas digitales utilizadas en el ELVIS III para la comunicación bilateral con el PLC, en la figura 9 se presenta el enlace creado en el VI de LabVIEW, donde se utilizan etiquetas entre las entradas y salidas del hardware mencionado, permitiendo el control y recepción de estas a través del PLC Siemens S7 1200, los pulsantes (S1, S2, S3, S4, Encendido del PLC, FUENTE 24 VDC y FUENTE TRIFÁSICA) representan las salidas digitales y las luminarias (H1, H2, H3, H4, H5, H6) indican las entradas digitales del ELVIS III.

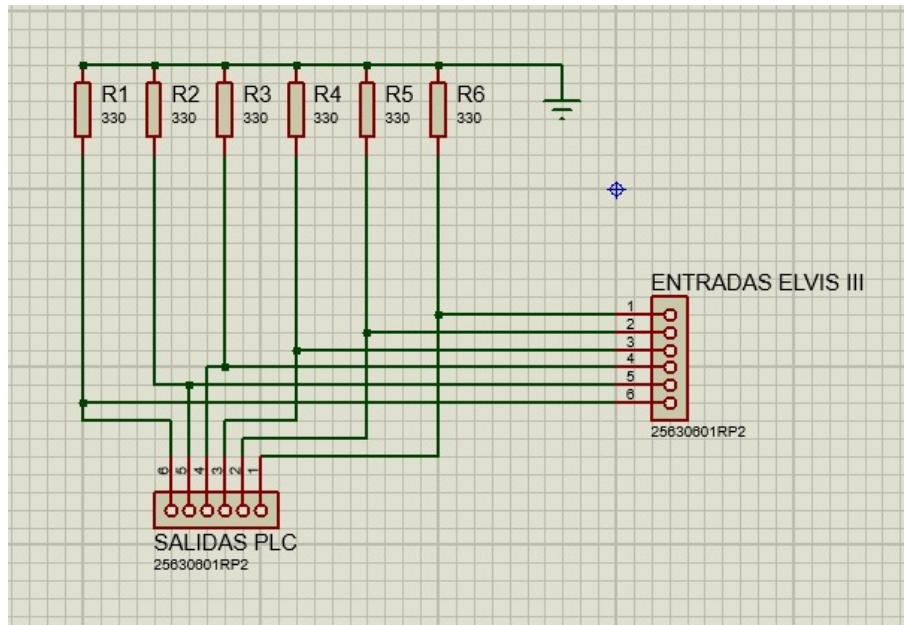
Figura 9: Enlace LabVIEW-PLC-ELVIS III



Fuente: Autor

Debido a la lectura de datos digitales se debe verificar los estados lógicos, para ello se ha diseñado una placa de resistencias PULL DOWN, las que permiten obtener en las entradas del ELVIS III, una caída de tensión a 0V (LOW) cuando la entrada del pin se encuentre en reposo, dando como resultado estados normales de HIGH y LOW, evitando accionamientos accidentales por ruido eléctrico. Como se presenta en la figura 10.

Figura 10: Resistencia PULL DOWN



Fuente: Autor

Debido a la diferencia de tensiones entre los dispositivos se realizó un sistema de conexión como se presenta en la figura 11 esta representa la disposición de los módulos relés y los reguladores de voltaje hacia el ELVIS III y el banco PLC.

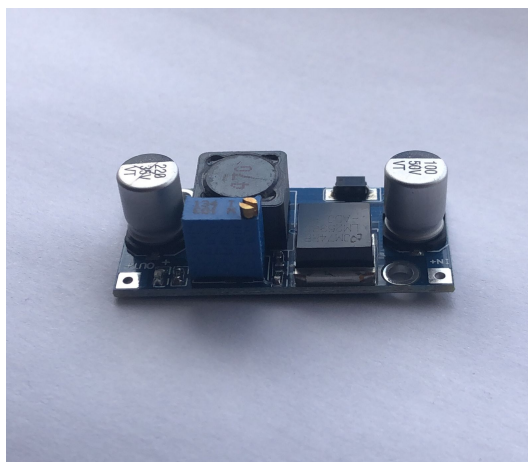
Figura 11: Enlace PLC-ELVIS III con módulos relés y reguladores de voltajes



Fuente: Autor

En los dispositivos que funcionan a distintos voltajes se implementaron circuitos de potencia, debido a que las salidas del PLC manejan 24V, mientras que las entradas y salidas del ELVIS III son a 5V. En la figura 12 se muestra el regulador de voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596, el cual fue utilizado en la adquisición de datos por parte del ELVIS III para las luminarias que se accionan a 24V.

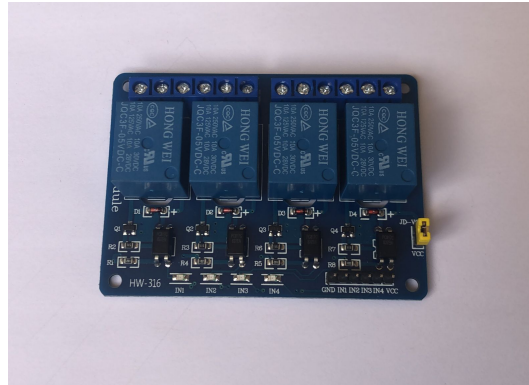
Figura 12: Regulador de voltaje LM2596



Fuente: Autor

Por otro lado, en la figura 13, se presenta un módulo de relés, el cual permitió realizar la transición de voltajes de 5V a 24V para el manejo de las entradas del PLC Siemens S7 1200.

Figura 13: Módulo de relés



Fuente: Autor

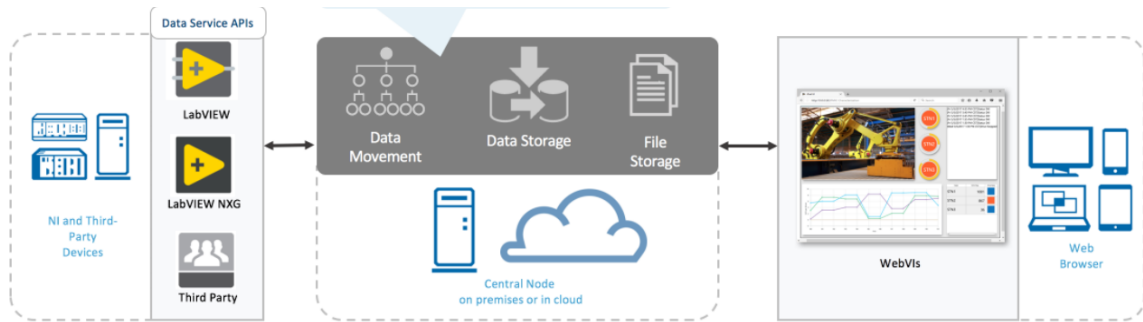
Referirse al Anexo 1 para observar el esquema de conexión completo utilizado para el enlace del software con el banco de trabajo.

7.3. Conexión de un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.

Como se observó en puntos anteriores, para la implementación del laboratorio remoto se ha utilizado la conexión a una plataforma IoT. Para la conexión de la plataforma SystemLink cloud se debe realizar el siguiente proceso:

1. Creación de una clave API y la URL del servidor para la autenticación.
2. Creación de política de seguridad para el establecimiento de la aplicación web.
3. Asignación de la política con relación a la clave API.
4. Conexión a SystemLink Cloud desde un software de programación de NI.

Figura 14: Conexión SystemLink cloud



Fuente: GitHub (2021)

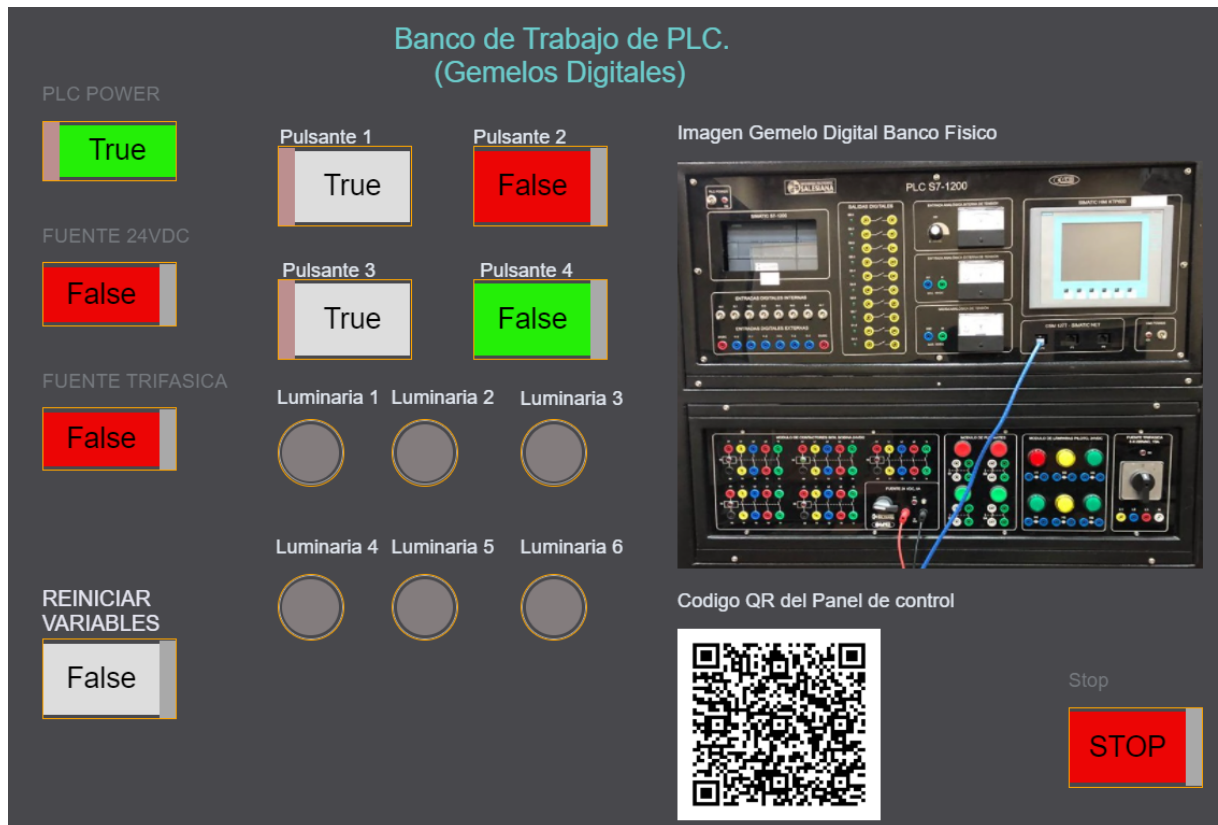
Por medio de la figura 14 se puede apreciar la conexión que tiene SystemLink cloud, destacando la comunicación bidireccional de tres etapas, la primera comunicación se genera entre el software de programación G, como es LabVIEW, la cual tendrá que enviar y recibir datos de los componentes utilizados hacia la nube de SystemLink cloud, la misma que se comunica con los dispositivos como: celulares, ordenadores, tablets, etc, mediante un sitio web, el cual tendrá un panel frontal de la aplicación desarrollada para un control y visualización en tiempo real de los distintos datos.

7.3.1. Dashboard SystemLinkCloud.

Mediante el Dashboard de SystemLink cloud se creó el panel frontal para la interacción del usuario con las distintas herramienta virtuales, el diseño del Dashboard se realizó en base al modelo real del banco del trabajo del PLC como también del diseño del panel frontal del LabVIEW. Apegándose así al concepto del gemelo digital.

En la figura 15 se presenta el Dashboard que contiene los distintos elementos que se puede visualizar de forma física en el banco de trabajo PLC, tales como luminarias y pulsantes. El panel cuenta con un código QR para el ingreso de los distintos usuarios desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

Figura 15: Dashboard Systemlink cloud



Fuente: Autor

7.3.2. Etiquetas(tags) SystemLink cloud

Para el manejo de las herramientas del Dashboard, tanto las entradas y las salidas deben ser asignadas mediante las etiquetas tags para la lectura y escritura en LabVIEW, para el Dashboard de la figura 15 se utilizó las tags presentadas en la figura 16.

Figura 16: Etiquetas tags SystemLink cloud

Tags			
Tags	Files	Storage	
☐ Path		Current Value	
☐ 24VDC		false	⋮
☐ Abierto		False	⋮
☐ BORRAR		false	⋮
☐ Cerrado		True	⋮
☐ H1		FALSE	⋮
☐ H2		FALSE	⋮
☐ H3		FALSE	⋮
☐ H4		FALSE	⋮
☐ H5		FALSE	⋮
☐ H6		FALSE	⋮
☐ LED		false	⋮
☐ Movimiento		False	⋮
☐ PLC		TRUE	⋮
☐ S1		TRUE	⋮
☐ S2		false	⋮
☐ S3		TRUE	⋮
☐ S4		false	⋮
☐ STOP		false	⋮
☐ TRIFASICA		false	⋮

Fuente: Autor

Cada una de las tags tienen designados valores distintos que dependen de la acción que van a ejecutar, estos valores podrán ser booleanos, doubles, integer, string y timestamp.

7.3.3. Lazo de comunicación LabVIEW-Systemlink Cloud

Para poder crear el gemelo digital del banco remoto PLC, todas las lecturas y escrituras están respaldadas por las etiquetas tags creadas en el Dashboard, las mismas deberán ser programadas en el software de LabVIEW, para el control y visualización de los distintos procesos que se ejecutan en el banco de trabajo. Referirse al Anexo 2 para observar la programación utilizada en la lectura y escritura por medio del Express VI de las tags del SystemLink cloud en LabVIEW.

Además en la figura 17 se presenta el Panel Frontal desarrollado para el manejo y visualización del gemelo digital en el software ya implementado el código QR.

Figura 17: Panel Frontal Lazo de LabVIEW-SystemLink cloud

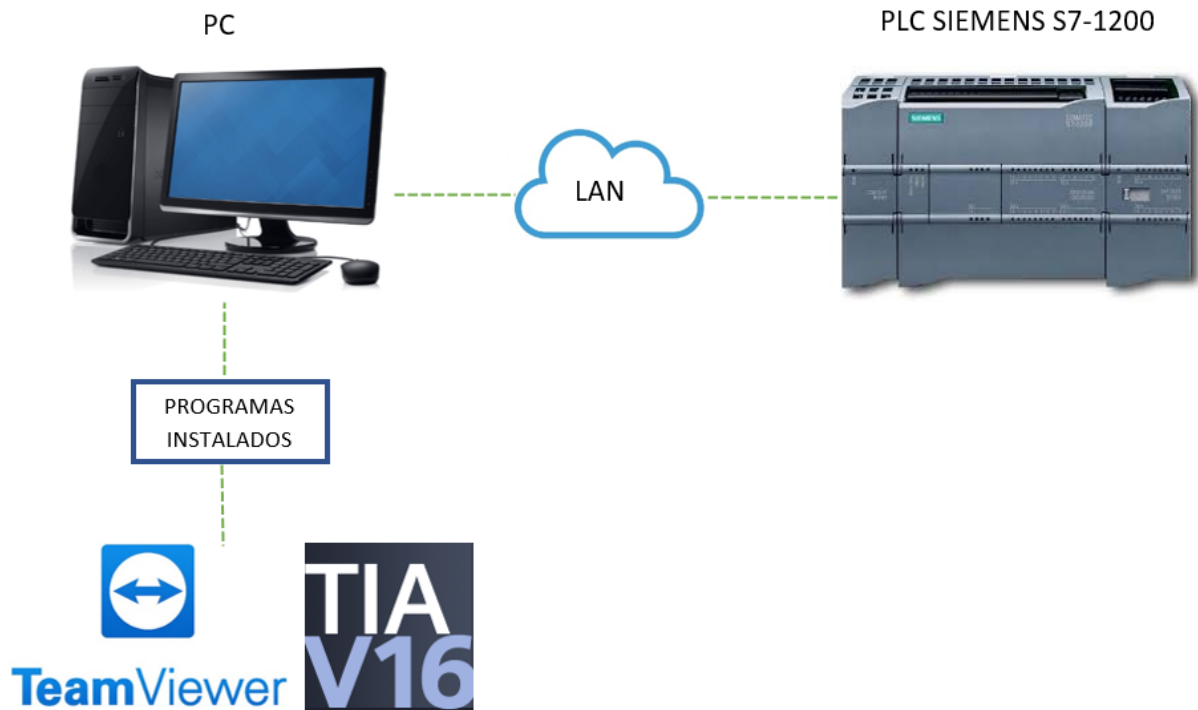


Fuente: Autor

7.4. Comunicación de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

Los programas desarrollados para el funcionamiento del PLC deberán ser cargados a través del software de Tia Portal que es un software de SIEMENS que permite realizar procesos de automatización como diseño, marcha y mantenimiento; el software realiza la configuración del control y de la visualización de un sistema de ingeniería, también consta con lenguajes gráficos de programación y en cadena de secuencia (GRAPH) (Arroyo Piñero y colaboradores., 2018). A continuación en la figura 18 se presenta un esquema de conexión entre el ordenador con los software instalados, para la carga de programas en el PLC (Tia Portal) y el control remoto del ordenador (TeamViewer).

Figura 18: Esquema de conexión ordenador con el PLC



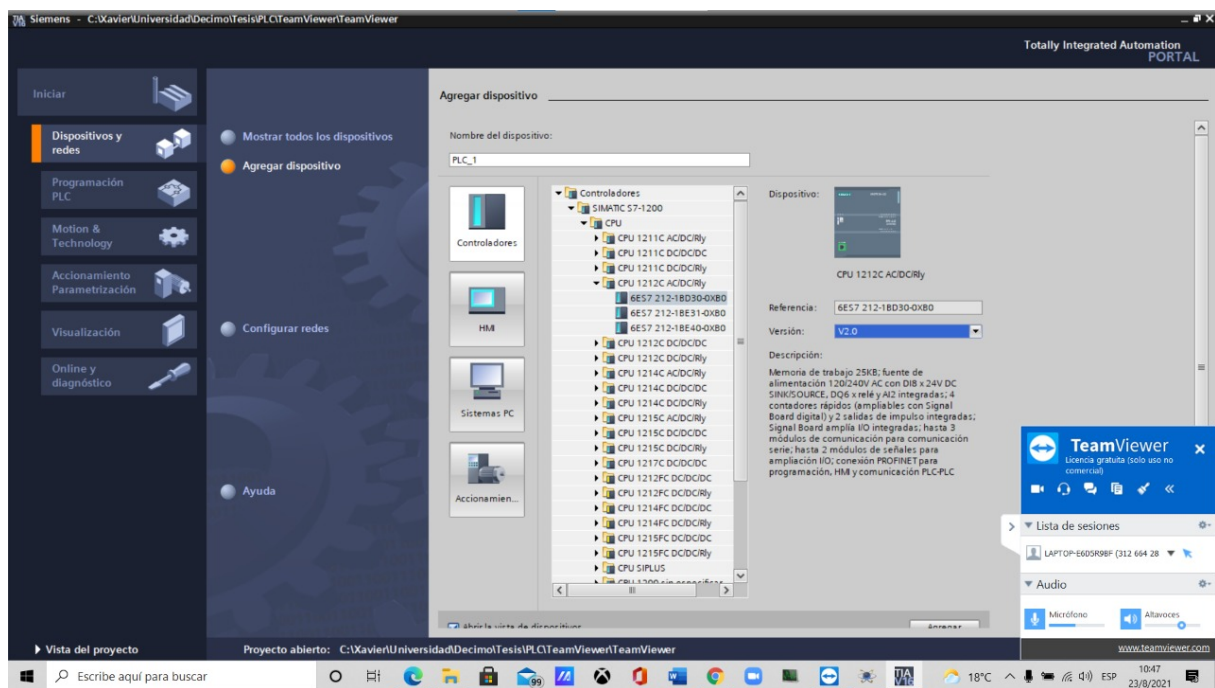
Fuente: Autor

En la etapa de comunicación de forma remota se ha implementado una plataforma que permite realizar la transferencia de archivos y control del ordenador, permitiendo la manipulación de programas (carga, edición, creación, etc.) desde cualquier lugar o momento. La

plataforma se encarga de la comunicación remota de una computadora, la cual está establecida y conectada al banco de trabajo PLC, encargándose de la carga de los distintos programas que el usuario desea visualizar o ejecutar desde una localización distinta de la universidad. Este sistema permite mayor versatilidad y comodidad a los usuarios que utilizan el banco de trabajo PLC.

En este apartado se demuestra la carga de un programa de Tia Portal usando la plataforma de TeamViewer, para ello en el ordenador se ejecutó la plataforma remota generando una conexión con el ordenador al cual está conectado el PLC del banco de trabajo que está ubicado en la Universidad Politécnica Salesiana. Como se aprecia en la figura 19 el ordenador está ejecutando la plataforma TeamViewer donde se está manipulando el software de Tia Portal, en el programa se indicó el PLC que se dispone con todas sus especificaciones.

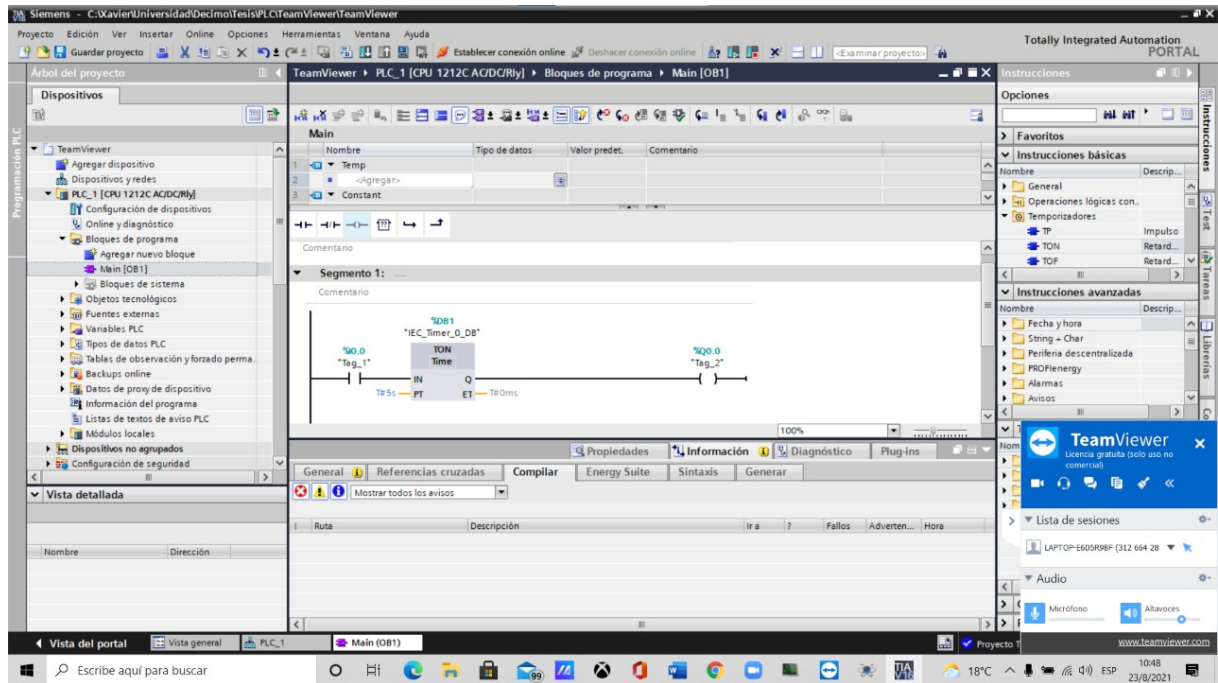
Figura 19: Selección de PLC Siemens S7 1200 EN Tia Portal



Fuente: Autor

Mediante Tia Portal, se ha desarrollado un programa de prueba para la carga en el PLC, este proceso se presenta en la figura 20.

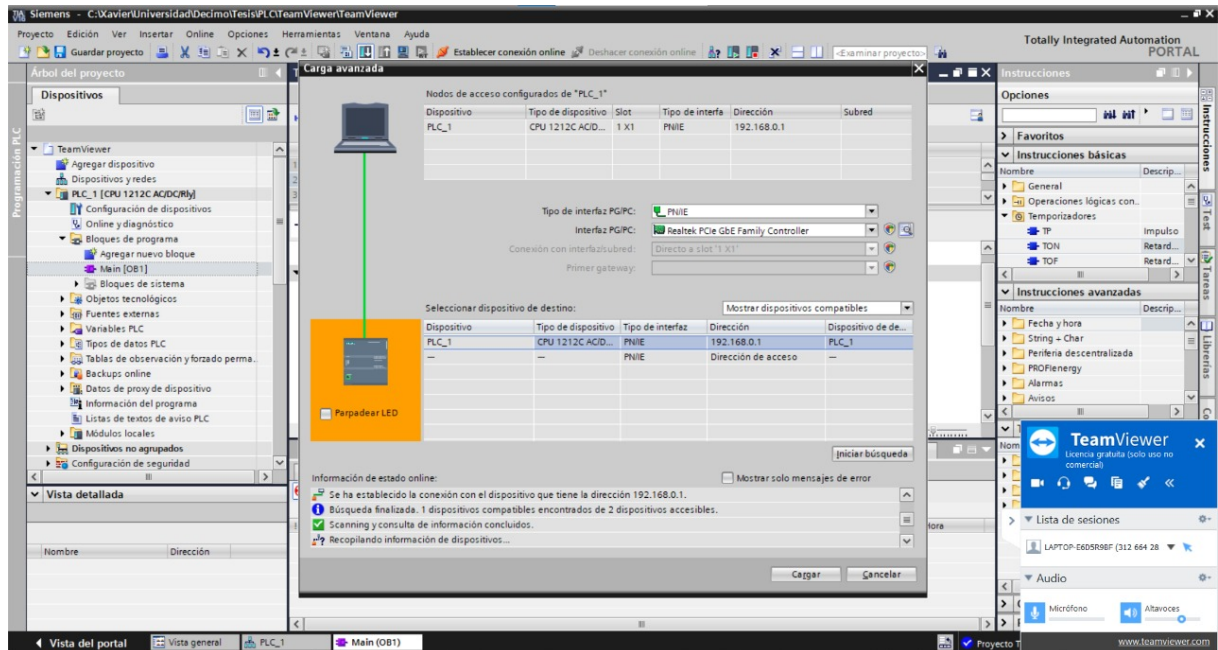
Figura 20: Desarrollo de un programa en Tia Portal



Fuente: Autor

En la figura 21, se visualiza la carga exitosa del programa utilizando la plataforma de TeamViewer, además de la conexión del ordenador mediante su dirección IP hacia el PLC que esta conectado al banco de trabajo de forma física.

Figura 21: Carga de Programa de TIA PORTAL por medio de TeamViewer



Fuente: Autor

7.5. Planteamiento de la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

El campo industrial esta gobernado de proyectos para la automatización de distintos procesos tecnológicos, los mismos que son implementados por empresas o instituciones que manejan sistemas industriales, estos proyectos están conformados por distintos sistemas que deben tener una sinergia de modo que todos los componentes funcionen de manera adecuada. Entre los sistemas más comunes e importantes está el área de Mecatrónica, el cual está compuesta por sistemas mecánicos, de control, electrónicos e informáticos que permiten desarrollar proyectos con avances tecnológicos para mantenerse a la vanguardia, una de las áreas a la cual se puede enfocar la ingeniería Mecatrónica es dar soporte en prácticas relacionadas dentro del ámbito educacional con el fin de aprender, dominar e identificar mejoras de un proceso industrial.

Como propuesta de aplicabilidad del laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT, se presenta la tabla 4, donde se aprecia dos actividades, las mismas que fueron

ideadas para la comprensión del funcionamiento del laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC, además de crear un ambiente de mejor interactividad del estudiante con laboratorio de Automatización y la asignatura de estudio de la carrera.

Tabla 4: Actividades de aplicabilidad Mecatrónica

ACTIVIDADES DE APLICABILIDAD MECATRÓNICA	
Implementación de una cámara WIFI para vigilancia en tiempo real	
Prácticas para estudiantes	Práctica 1: Reconocimiento del sistema IoT con los distintos actuadores.
	Práctica 2: Uso de contadores y temporizadores en el sistema IoT.
	Práctica 3: Uso de temporizadores y compuertas AND en el sistema IoT.

Fuente: Autor

7.5.1. Implementación de una cámara que transmita en tiempo real el funcionamiento del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC

La actividad de la implementación de una cámara en el laboratorio, se crea para la visualización del funcionamiento del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC, para así visualizar el gemelo digital, el cual permite mirar la práctica desarrollada por un usuario y comprobar su ejecución en el banco de trabajo en tiempo real. A través de la visualización de una práctica cualquiera, se da la oportunidad de observar si durante el desarrollo existe un fallo de programación o emergencia por parte del estudiante o usuario que ocupe el equipo. Además crea una interacción por medio de un dispositivo remoto hacia una herramienta que está presente de forma física en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana por parte de los estudiantes, profesores o usuarios que desean utilizar.

La cámara implementada funciona vía IP/WIFI, lo que genera una conexión rápida y fácil para el usuario, también presenta una aplicación para poder observar el vídeo en tiempo real tanto en un ordenador como en otro dispositivo que contenga la aplicación y acceso a internet. El dispositivo que se ha selecciona es una cámara inteligente v380 la cual cuenta con aplicaciones para la videovigilancia para dispositivos móviles como también para ordenadores. En la figura 22 se presenta la cámara inteligente utilizada.

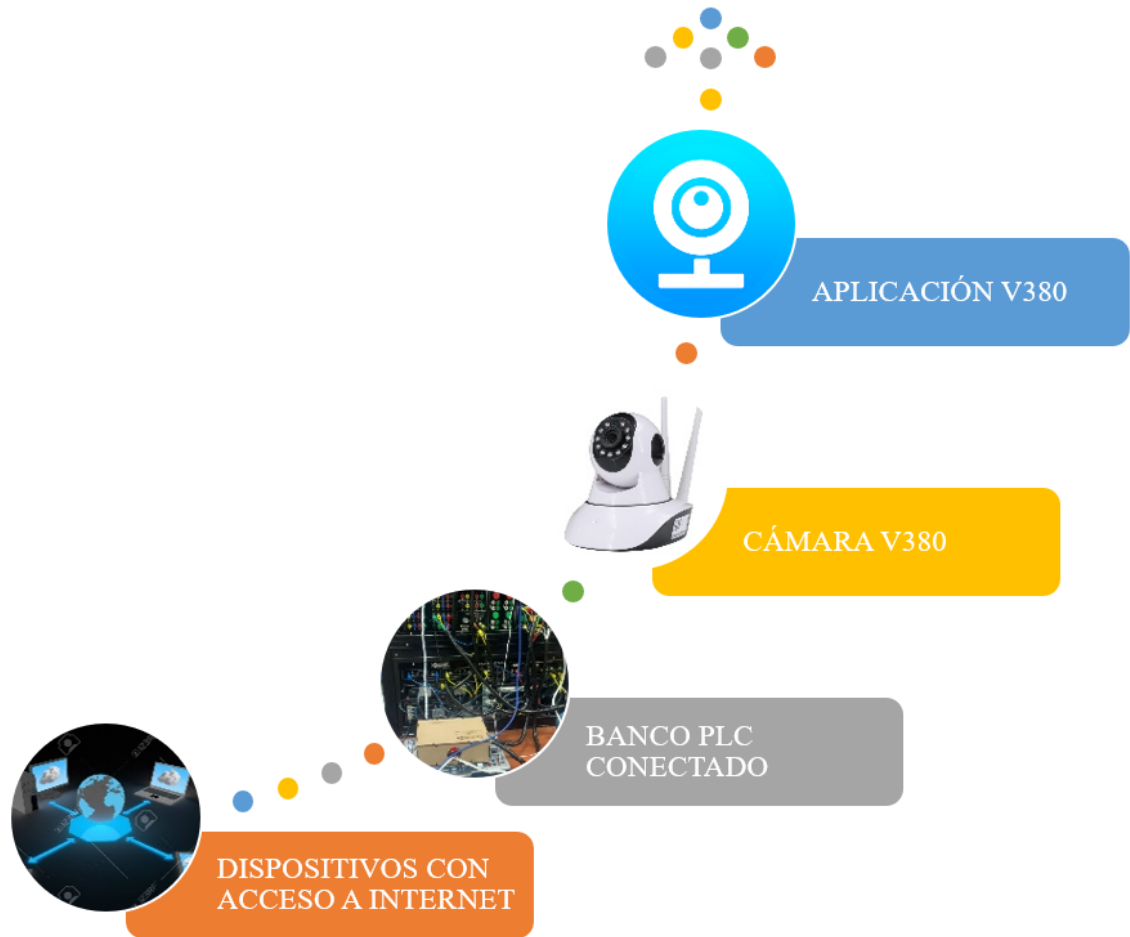
Figura 22: Cámara inteligente v380



Fuente: Autor

Mediante la figura 23 se presenta el sistema de implementación de la cámara inteligente v380, comenzando por el control del sistema IoT del banco remoto en funcionamiento desde cualquier dispositivo hasta culminar con la visualización del vídeo en tiempo real por medio de la aplicación v380 pro.

Figura 23: Sistema de implementación de la cámara inteligente



Fuente: Autor

7.5.2. Desarrollo de prácticas para la prueba del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC

La actividad de desarrollar distintas prácticas para la prueba del laboratorio remoto en el banco de trabajo de PLC fue determinada para una mayor comprensión del funcionamiento del sistema IoT, debido a que al presentar ejemplos de prácticas con los distintos actuadores o componentes del banco PLC, se crea una guía de otras prácticas que podrían desarrollarse a futuro. Además esta actividad verifica el funcionamiento del proyecto.

Las distintas prácticas serán desarrolladas en base a guías de prácticas que serán propuestas más adelante, con su enfoque en la programación del software del Tia Portal con el código a implementar en el PLC y el manejo del banco remoto. Referirse a los ANEXOS 3, 4 Y 5

para observar las guías desarrolladas que contiene los objetivos, requisitos previos, equipos, instrumentos, conexión, proceso y desarrollo de cada una de las 3 prácticas implementadas al banco remoto de PLC.

■ Riesgos y Seguridades

En la implementación de un sistema con servicio IoT se debe en cuenta una gestión de posibles riesgos. Al riesgo se lo entiende como la probabilidad de que ocurra un contratiempo, un evento negativo o una situación de peligro. Para el manejo de este campo es necesario la evaluación del riesgo en un sistema, por lo que se debe partir desde una identificación de las posibles causas como son: indisponibilidad del sistema eléctrico, indisponibilidad del servicio de Internet, paginas web vulnerables, latencias altas de respuesta de comunicación, actualización de dispositivos y aseguramiento de la red local. Luego de este proceso se deberá crear un método de análisis en el cual se determinará parámetros como: el nivel de riesgo, fuentes de riesgo, la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias para al final determinar recursos de seguridad para la protección de los dispositivos que componen el sistema IoT (Gantiva Henao, 2020).

Una metodología de la gestión de riesgos abarca los siguientes temas:

- Amenazas
- Valoración de las Amenazas
- Determinación del Impacto
- Acumulación del Impacto
- Impacto repercutido
- Controles y Seguridades

Un apartado que se debe recordar al momento de implementar un sistema IoT, son las seguridades, en este trabajo es el banco remoto, para la protección de cada uno de los dispositivos que se encuentran conectados a lo largo de este. Cada equipo cuenta con tablas y especificaciones para el trabajo ideal y seguro, por lo que el sistema no solamente debe cumplir con estas sino además de las características del trabajo o aplicación que se va a implementar. Para ello, primero se debe indicar los riesgos evidenciados por los desarrolladores que pueden

suscitarse durante una implementación, con estas consideraciones se presenta la tabla 5. En esta tabla se realiza la valoración de las amenazas detectadas en base a la degradación.

Tabla 5: Posibles riesgos basados a una degradación para el sistema IoT

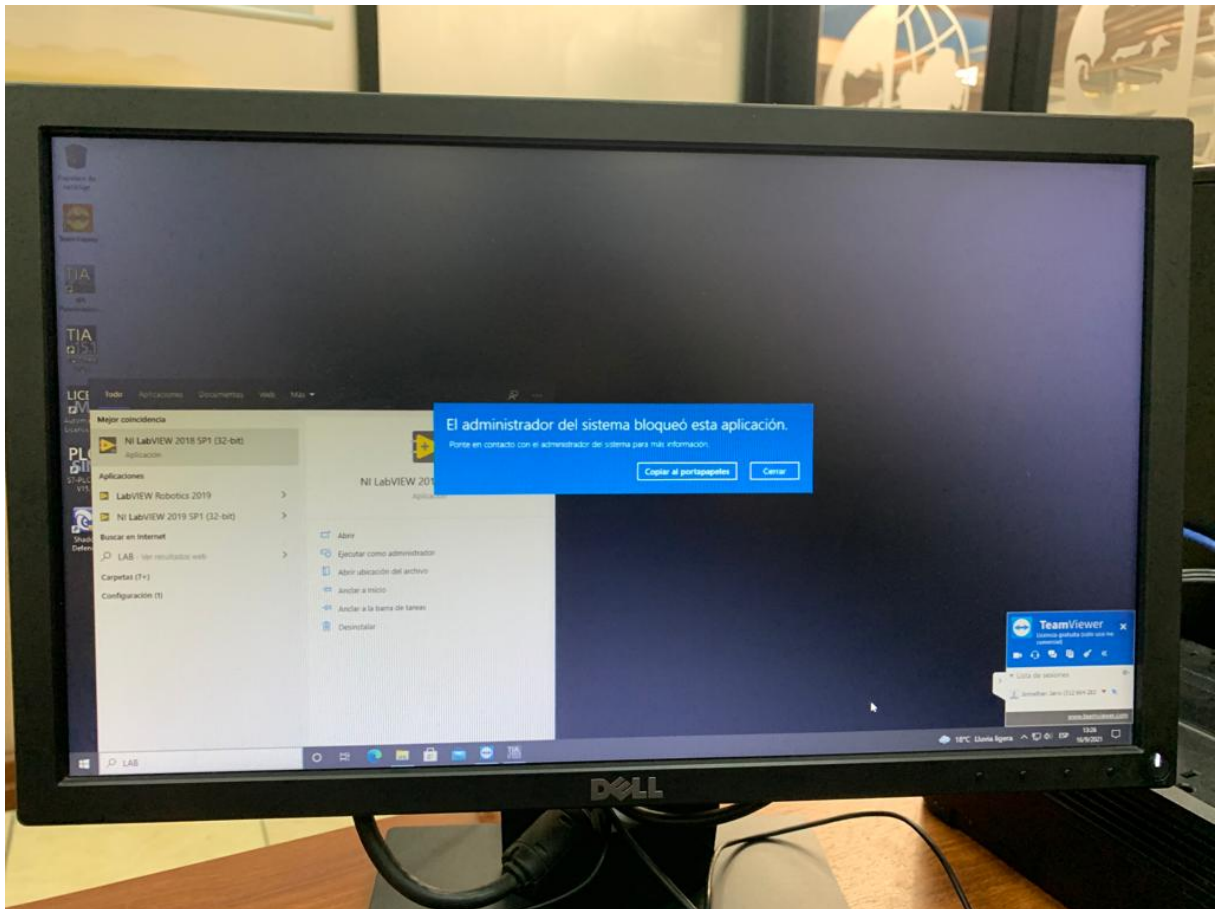
Posibles riesgos del sistema IoT	
Mayor Riesgo	Desconexión de Energía Eléctrica
	Desconexión a internet
	Vulneración de información
Riesgo Medio	Fallo eléctrico del banco de trabajo
	Desconexión del hardware embebido en el sistema IoT
	Desconexión de un componente del sistema IoT
Riesgo Bajo	Falla del suministro del aire comprimido para los actuadores
	Cambio de la configuración determinada del sistema IoT
	Daños en los distintos componentes del banco PLC

Fuente: Autor

Como solución al riesgo de un fallo eléctrico en el banco remoto, se implementó cuatro pulsantes en los paneles de control para la acción de un paro de emergencia y el control de las distintas fuentes de energía tanto continua como alterna así como el encendido del PLC. Estas seguridades permiten desconectar los dispositivos que trabajan con distintos tipos de tensiones como son a 24 VDC y 220 VAC, además de poder detener el sistema IoT de manera completa, esta función se realiza por medio de la desconexión de las distintas fuentes y el apagado del PLC, Estos accionamientos se realizan mediante la conexión de módulos relés en paralelo a los encendidos de las fuentes como del PLC. Los pulsantes se puede observar en el Dashboard presentado en la figura 15.

Una solución al riesgo del cambio de la configuración determinada en el sistema IoT, fue la prohibición del uso de programas y software innecesarios en el ordenador que mantiene la conexión al PLC. Una evidencia del bloqueo de programas se visualiza en la figura 24.

Figura 24: Bloqueo de programas en el ordenador establecido en el laboratorio remoto



Fuente: Autor

8. Resultados

8.1. Estudio de los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

En la presentación de resultados de los parámetros generales para el desarrollo de un laboratorio remoto en un banco de PLC con IoT, se presenta la tabla 6, en forma de resumen de todas las variables (entradas y salidas) utilizadas en las etapas de enlace del software de ingeniería y la conexión de la plataforma IoT hacia el banco remoto de los distintos dispositivos como PLC y ELVIS III.

Tabla 6: Entradas y salidas digitales de los dispositivos

Dispositivo	Cantidad	Descripción
PLC	4	Entradas digitales externas
PLC	7	Salidas digitales
ELVIS III	6	Entradas digitales
ELVIS III	9	Salidas digitales

Fuente: Autor

A continuación se muestran distintas tablas donde se exponen la funcionalidad de cada salida y entrada digital. Para ello en la tabla 7 se presenta la funcionalidad de las entradas digitales del PLC con las salidas digitales del ELVIS III, además implementadas en el dashboard.

Tabla 7: Entradas y salidas digitales de los dispositivos

Función en el Dashboard	ED PLC	SD ELVIS III
S1	I1.0	A/DIO0
S2	I1.1	A/DIO1
S3	I1.2	A/DIO2
S4	I1.3	A/DIO3
Encendido del PLC		A/DIO4
Fuente de 24V		A/DIO5
Fuente trifásica		A/DIO6
Fuente trifásica		A/DIO7
Fuente trifásica		A/DIO14

Fuente: Autor

En la tabla 8 se presenta la funcionalidad de las salidas digitales del PLC en el banco.

Tabla 8: Salidas digitales del PLC

Función en el banco PLC	Salidas digitales PLC
Electroválvula 1 Y1	Q0.0
Electroválvula 1 Y2	Q0.1
Contactor K5	Q0.2
Luminaria H4	Q0.3
Electroválvula 3 Y5	Q0.4
Electroválvula 2 Y3	Q0.5
Electroválvula 2 Y4	Q0.6

Fuente: Autor

En la tabla 9 se presenta las entradas digitales del ELVIS III con su funcionalidad en el banco PLC y su conexión a los actuadores como sensores de proximidad magnéticos y contactores.

Tabla 9: Entradas digitales ELVIS III y su conexión a los actuadores

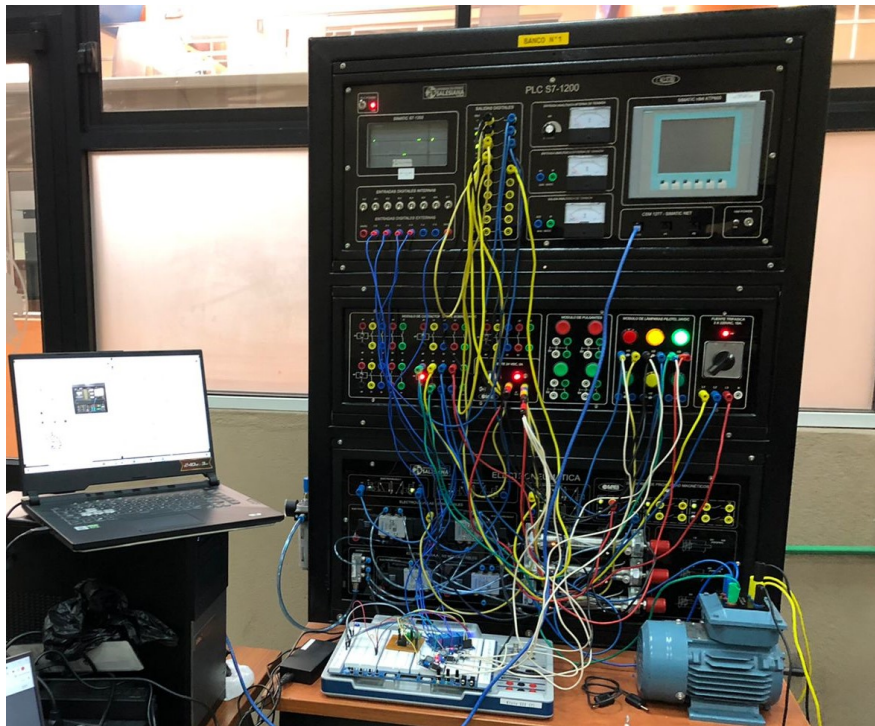
Función en el banco plc	ED ELVIS III	Conexión al actuador
Luminaria H1	A/DIO8	Sensor de proximidad magnético 1S1
Luminaria H2	A/DIO9	Sensor de proximidad magnético 1S2
Luminaria H3	A/DIO10	Contactor K5
Luminaria H4	A/DIO11	Salida digital del PLC Q0.3
Luminaria H5	A/DIO12	Sensor de proximidad magnético 3S1
Luminaria H6	A/DIO13	Sensor de proximidad magnético 3S2

Fuente: Autor

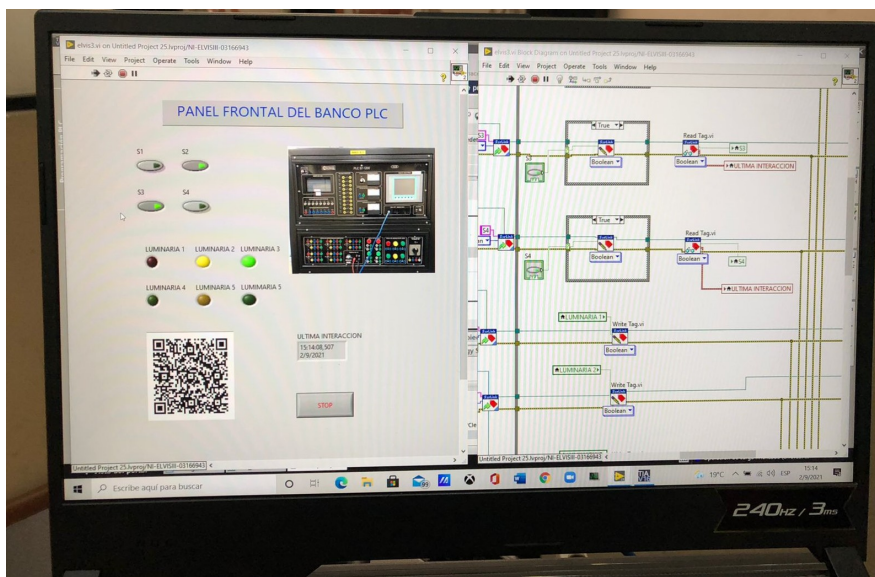
8.2. Enlace del software de ingeniería con el banco de trabajo PLC para desarrollar un laboratorio remoto con IoT

En este apartado de resultado se presentarán distintas imágenes del enlace del software de ingeniería con el banco PLC. En la figura 25 se presenta los resultados del enlace del software de ingeniería (LabVIEW) con el banco PLC, la figura 25a permite visualizar la conexión del ordenador hacia el hardware embebido ELVIS III para el manejo de las entradas y salidas digitales del PLC, como se presentó en la tabla 6. En la figura 25b se presenta el proceso de enlace en ejecución a través de un ordenador verificando su funcionamiento.

Figura 25: Enlace software de ingeniería



(a) Enlace del software de ingeniería de forma física



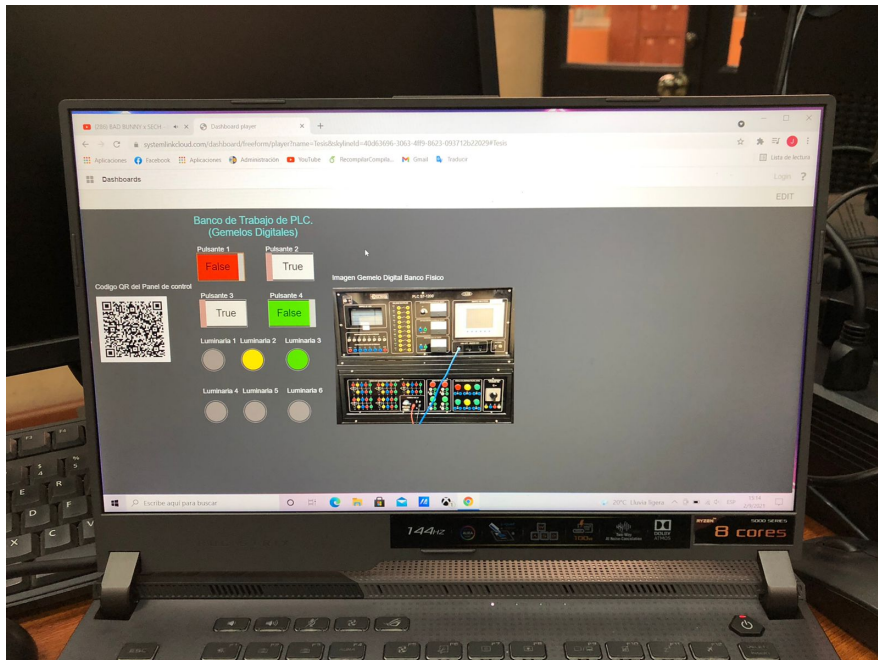
(b) Programa en ejecución del enlace del software de ingeniería

Fuente: Autor

8.3. Conexión de un dispositivo remoto a través de la plataforma IoT para desarrollar un laboratorio remoto en un banco trabajo de PLC con IoT.

Los resultados obtenidos en la conexión de la plataforma IoT se visualizará por etapas de pruebas, en la figura 26 se presenta la prueba del Dashboard como gemelo digital entre la plataforma IoT con el software de ingeniería. Una etapa de prueba del sistema de la plataforma IoT se muestra en la figura 26a debido a que se observa la ejecución de la plataforma IoT en la pagina de SystemLink cloud. En la figura 26b se muestra la ejecución de la plataforma IoT como gemelo digital por lo que se visualiza el ordenador que presenta la página de internet acompañada del ordenador que tiene el control del LabVIEW.

Figura 26: Conexión de la plataforma IoT al banco PLC



(a) Ejecución del Dashboard en el ordenador



(b) Ejecución del gemelo digital

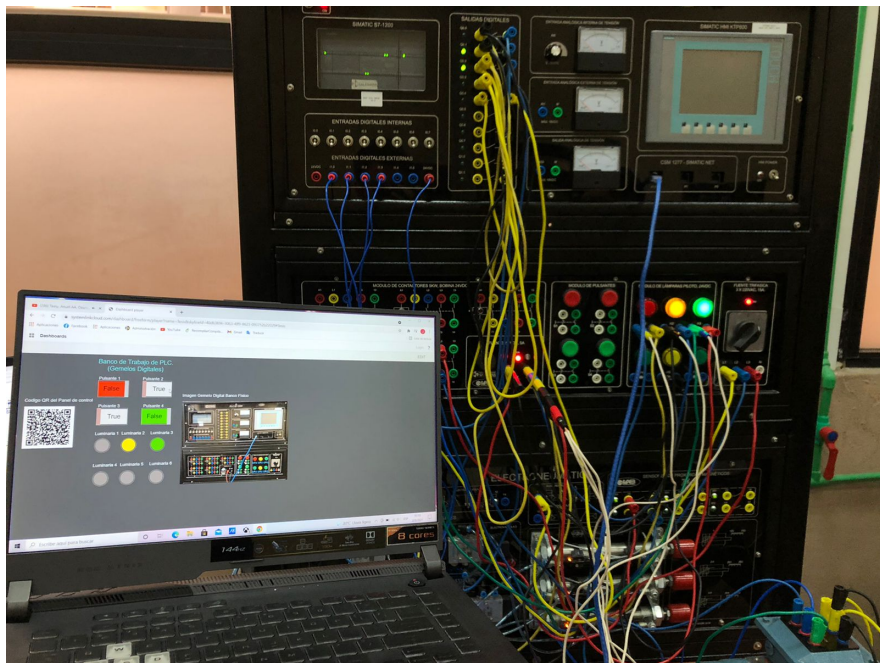
Fuente: Autor

En la figura 27 se presenta las pruebas de funcionamiento de la plataforma IoT con el banco de trabajo. En primera instancia se realizó la prueba de lectura de entradas y salidas digitales del PLC hacia la plataforma IoT este proceso se presenta en la figura 27a. A continuación se realizó la prueba del gemelo digital de la SystemLink cloud con el banco PLC, puesto que las funciones que se obtiene en la pagina web se debe observar en el banco físico del PLC, este proceso se muestra en la figura 27b.

Figura 27: Conexión de la plataforma IoT al banco PLC



(a) Prueba de la plataforma IoT con las entradas y salidas digitales del PLC



(b) Prueba del gemelo digital con el banco de PLC

Fuente: Autor

Para terminar se presenta por medio de la figura 28 el funcionamiento exitoso de la plataforma IoT de manera de gemelo digital en el software de ingeniería como también en el banco remoto PLC.

Figura 28: Funcionamiento de la conexión de la plataforma IoT



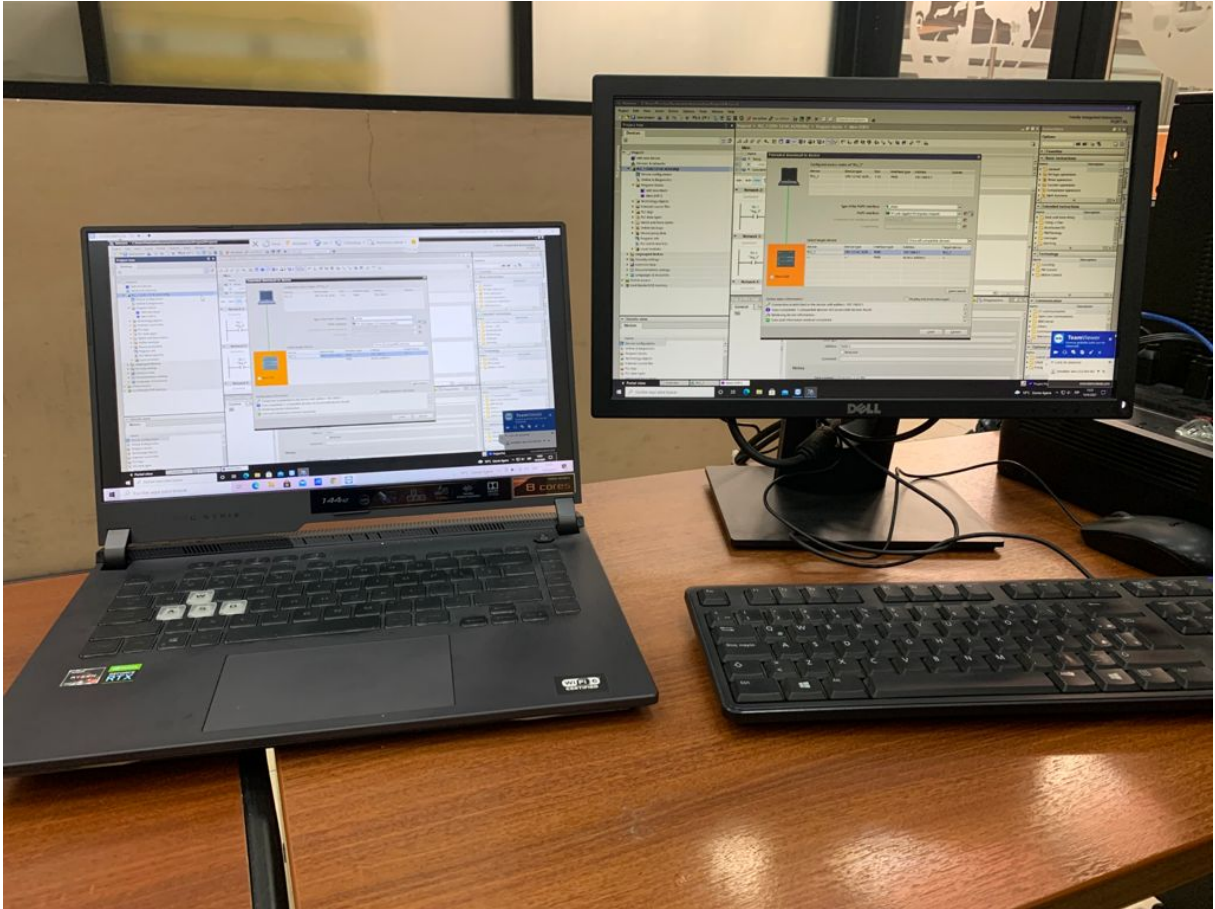
Fuente: Autor

8.4. Comunicación de forma remota desde un dispositivo a un PLC para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

Para los resultados de la comunicación remota desde un dispositivo (ordenador) a un PLC se presenta la figura 29, donde se evidencia el control de un ordenador a través de la plataforma de TeamViewer , por el mismo se observa el manejo del software Tia Portal. La computadora a la cual se realiza la conexión remota está conectada al PLC Siemens s7-1200

del banco por medio del cable Ethernet. Esta acción permite la carga de un programa de manera directa.

Figura 29: Comunicación remota entre dos ordenadores



Fuente: Autor

Para culminar a través de la figura 30 se presenta la comunicación de forma remota completa; entre un ordenador establecido en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana y una laptop conectada a una red WIFI con el TeamViewer en ejecución.

Figura 30: Comunicación remota desde un ordenador hacia el banco PLC



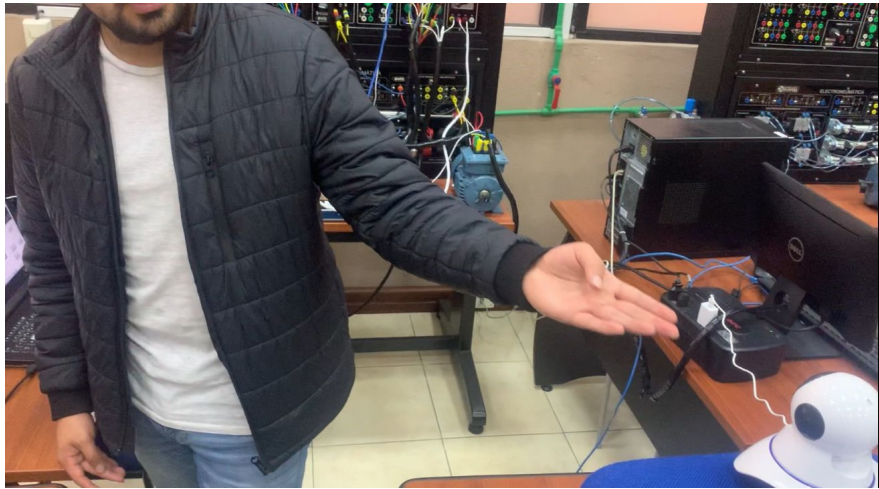
Fuente: Autor

8.5. Planteamiento de la propuesta de aplicabilidad con un enfoque mecatrónico para desarrollar un laboratorio remoto en un banco de trabajo de PLC con IoT.

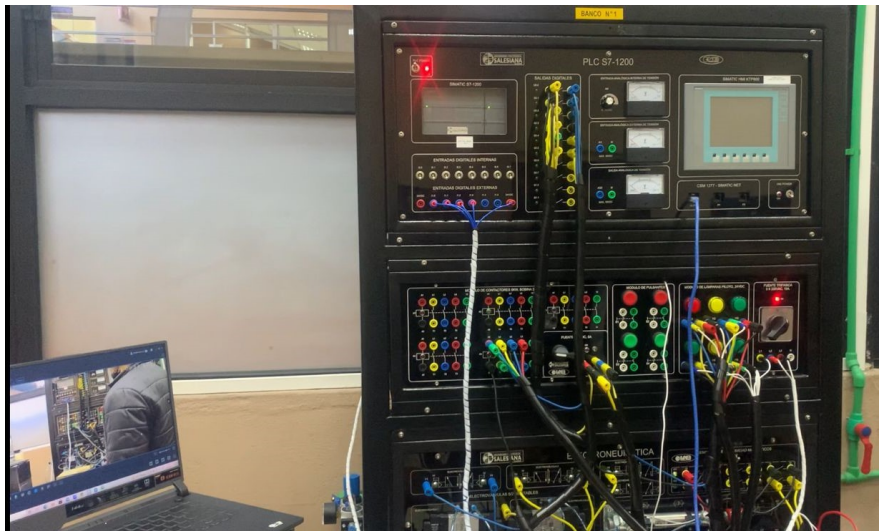
En los resultados de la propuesta de aplicabilidad se muestra el sistema IoT en su funcionamiento completo, debido a que se ha incorporado la cámara inteligente v380 en el sistema. Además de la ejecución de distintas prácticas para la comprobación del funcionamiento del banco de PLC remoto. En la figura 31 se presenta la aplicabilidad de una cámara para la visualización en tiempo real el funcionamiento del banco remoto. De primera instancia en la figura 31a se presenta la ubicación de la cámara inteligente en el sistema IoT para la transmisión de vídeo en tiempo real, por otra parte en la figura 31b se muestra el

funcionamiento de la cámara incorporada a través del software V380 instalado en un ordenador.

Figura 31: Aplicabilidad de una cámara para la visualización del banco PLC



(a) Incorporación de cámara inteligente en el sistema IoT



(b) Visualización del funcionamiento de la cámara en tiempo real

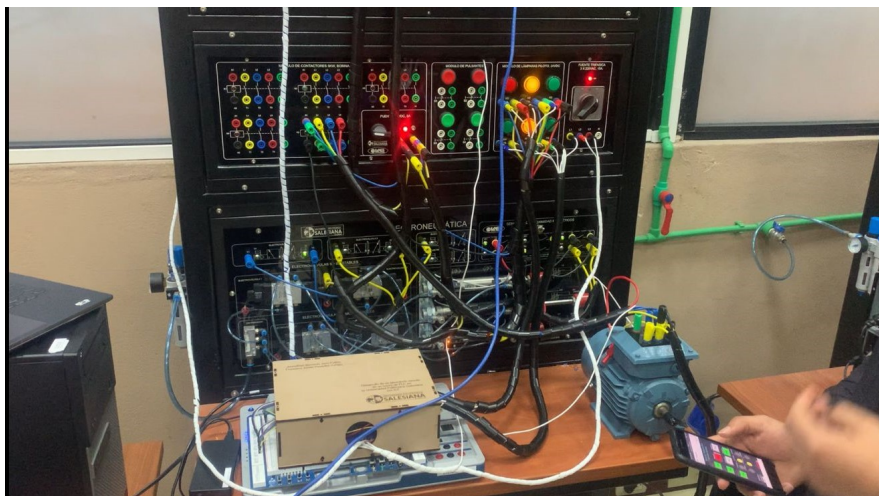
Fuente: Autor

En el apartado de pruebas de todo el sistema IoT de forma operativa se presenta el funcionamiento con las prácticas desarrolladas para los estudiantes, en la figura 32 se presenta, la ejecución de una práctica mencionada en la tabla 4, en la figura 32a como también en la figura 32b, se muestra la funcionalidad del banco remoto a través de un celular por medio de la plataforma IoT en ejecución de la práctica 3.

Figura 32: Funcionamiento del banco remoto con IoT



(a) Prueba del banco remoto mediante un dispositivo móvil



(b) Prueba 2 del banco remoto mediante un dispositivo móvil

Fuente: Autor

9. Conclusiones

- El estudio de parámetros generales permitió determinar las condiciones que se requieren para la implementación del banco remoto con IoT, concluyendo que se necesita: equipos de envío y recepción de datos como el ELVIS III, un programa para el control remoto para conexión con el banco físico en este caso el TeamViewer, el software de LabVIEW que permite la comunicación de todos los subsistemas y la plataforma IoT, SystemLink

cloud para el acceso a dispositivos con conexión a internet, logrando de esta manera definir una secuencia lógica para la comunicación del sistema IoT. Adicionalmente se debe considerar que el banco de trabajo tiene una serie de equipos que permiten diferentes funcionalidades sin embargo para este proyecto se ha utilizado: cuatro entradas digitales externas, siete salidas digitales, seis luminarias, un contactor, un motor trifásico, dos cilindros de doble efecto, un cilindro de simple efecto, tres electroválvulas y cuatro sensores de proximidad magnéticos.

- Mediante el enlace se consiguió el envío y recepción de datos bidireccionalmente desde el software de LabView hacia el PLC Siemens s7-1200 que esta conectado hacia los distintos equipos del banco de trabajo. Esto fue posible gracias al uso de un hardware intermediario, ELVIS III, que facilito la comunicación entre el software y el PLC. Se debe mencionar que el uso de este hardware facilito de forma sustancial la comunicación entre las partes mencionadas debido a la compatibilidad con el software utilizado, permitiendo el uso de bibliotecas y drivers predefinidos.
- Por medio del enlace entre el software LabVIEW y la plataforma IoT se logró una comunicación bilateral de las diferentes variables a manejar, todas de tipo booleano que interactúan en un panel de control donde se visualiza el gemelo digital, además de que cualquier dispositivo con acceso a internet puede acceder a esta plataforma para su uso, mediante el SystemLink Cloud al que se tiene ingreso mediante un código QR que se encarga de direccionar a la aplicación.
- A través del uso de la plataforma se evidenció que el tiempo de muestreo y envío de datos no es el mas óptimo debido a que la plataforma sigue en un proceso de optimización continua, así como en desarrollo tanto en su forma de comunicación como en la gama de funcionalidades que puede llegar a ofrecer.
- La comunicación remota al dispositivo PLC se obtuvo mediante el uso de un escritorio remoto en este caso el TeamViewer con un ordenador que se encuentra físicamente en el laboratorio de PLC con el cual se logró realizar la carga de la programación necesaria para el uso del banco, teniendo en cuenta que en este computador solo se puede usar el TeamViewer y el Tia Portal para garantizar que no se puedan utilizar otros software adicionales que modifiquen las configuraciones determinadas.
- La aplicabilidad en el área de mecatrónica se realiza mediante el desarrollo de las distintas prácticas propuestas en el banco remoto, englobando conocimientos en el manejo de

equipos industriales comúnmente utilizados, pudiendo ser visualizados en tiempo real por medio de una cámara inteligente, además de la incorporación de seguridades para la disminución de riesgos que el sistema IoT pueda presentar.

10. Recomendaciones

- Para el desarrollo de futuros proyectos con sistemas IoT se recomienda utilizar otras funcionalidades que presenta el banco PLC como el uso de variables analógicas, esto permitirá la manipulación de más herramientas en el LabVIEW como también en el SystemLink cloud, creando así mayores aplicaciones.
- Para futuro propuestas de enlace entre software y componentes dispositivos físicos se sugiere estudiar otras opciones de hardware embebidos para la adquisición de datos digitales y analógicos puesto que el utilizado presenta más funciones de las necesarias para el sistema IoT y con un alto valor económico.
- En posteriores desarrollos de conexiones IoT se aconseja un estudio de búsqueda de mas plataformas que contengan una comunicación con un menor tiempo de respuesta y mayor cantidad de herramientas para el diseño del entorno virtual, permitiendo así un correcto análisis en la selección y utilización para una aplicación industrial.
- Se sugiere considerar la implementación de un administrador de las tareas del sistema IoT, donde se centralicen todas las funciones de este haciendo referencia a la configuración, control, visualización, entre otras de todos los subsistemas que componen el sistema IoT.
- Por último se recomienda realizar un estudio de modos de fallas y efecto (FMEA), esto ayudara a determinar y prevenir los riesgos del sistema IoT implementado, para posteriormente aplicar las debidos planes de seguridad.

Referencias

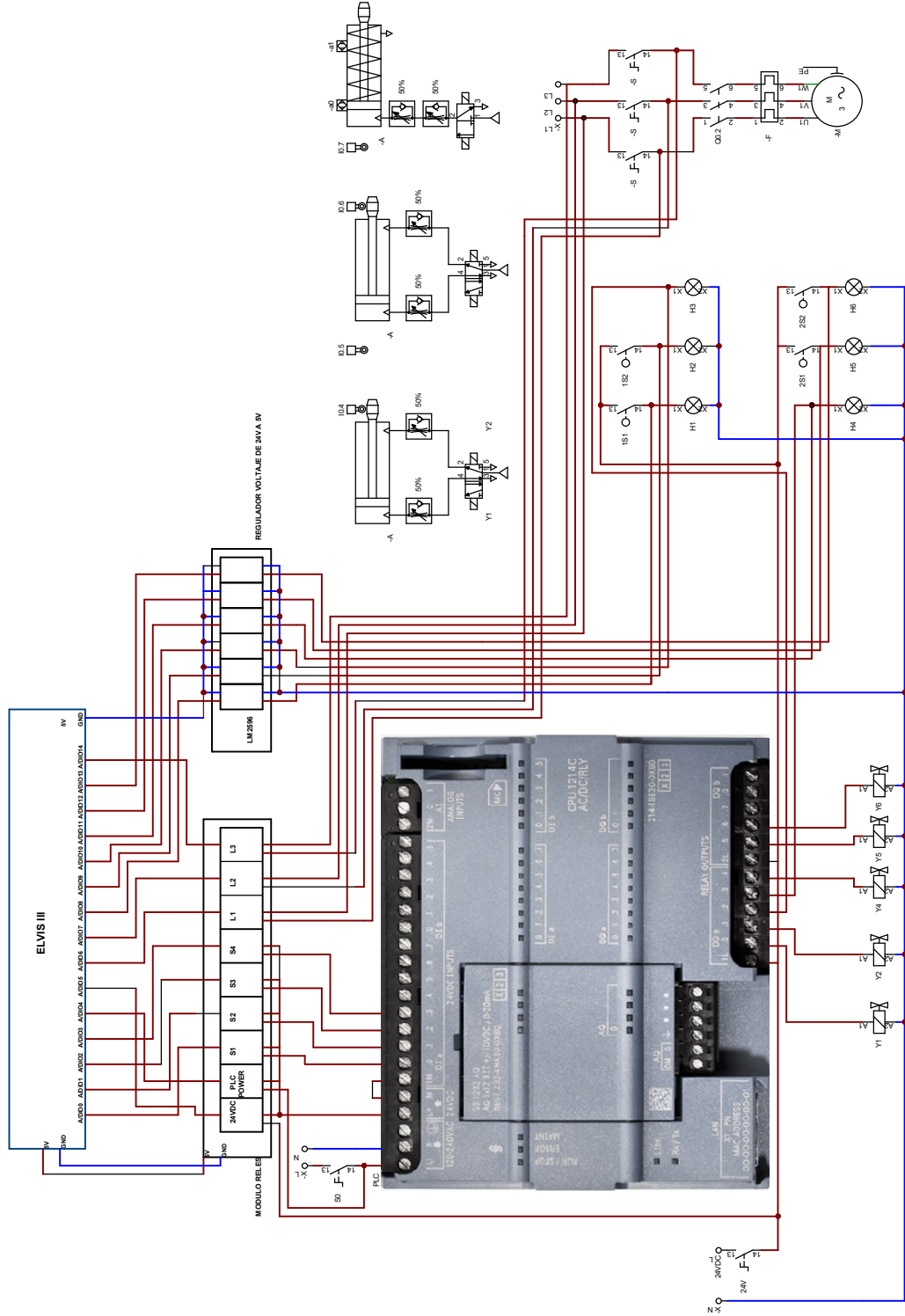
- Acevedo García, G. y Ruiz García, A. (2018). TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES Área de investigación: Informática Administrativa. Technical report.
- Aguilar Juaréz, I. y Heredia Alonso, J. (2003). Simuladores y laboratorios virtuales para ingeniería en computación. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el desarrollo Educativo*, 4.
- Arroyo Piñero, J. et al. (2018). Gestión de una máquina verificadora de componentes del portón de un coche mediante tia portal.
- Benavides, P., Mosquera, W., Peluffo, D., y Terán, D. (s.f.). LA IMPORTANCIA DE LA INFORMÁTICA EN LA INGENIERÍA MECATRÓNICA: UNA EXPERIENCIA REFLEXIVA THE IMPORTANCE OF COMPUTERS IN MECHANICAL ENGINEERING: A REFLECTIVE EXPERIENCE. Technical report.
- Borreiro, F. y Paguay, E. (2010). *Estudio para la optimización del sistema de control de la unidad de bombeo power oil 3 del Campor Auca Central de Petroproducción utilizando PLC'S*. Ingeniería, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Drake, J. M. (2008). Proceso de desarrollo de software.
- Duarte V, O. (2018). *Unvirtuallab un laboratorio virtual basado en openmodelica*. Editorial Universidad de Colombia., Bogotá.
- Gantiva Henao, L. A. (2020). Gestión de riesgos en el internet de las cosas (iot).
- García, F. (2018). Ingeniería en Software. pp. 277–388.
- GitHub (2021). CallSystemLinkDataServices en main · ni / webvi-examples · GitHub.
- Lorandi Medina, A., Hermida Saba, G., Hernández Silva, J., y Ladrón de Guevara Durán, E. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Internacional de Educación en ingeniería*, 25.
- Manotas Campos, J. J. y Martinez Marín, N. (2018). Exploración de las plataformas IOT en el mercado para fomentar el conocimiento, buen uso y efectividad de los dispositivos IOT creados en la facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

- Martínez, R. (2017). *Comparativa y estudio de plataformas IoT*. Ingeniería, Escola Universitária Politécnica de Mataró.
- National Instruments (2006). NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS TM) Hardware User Manual NI ELVIS User Manual. pp. 5–90.
- National Instruments. (2019). NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS). Technical report, National Instruments.
- National Instruments (2021). NI System Link.
- Quiñones-Cuenca, M., González-Jaramillo, V., Torres, R., Jumbo, M., Quiñones-Cuenca, M., González-Jaramillo, V., Torres, R., y Jumbo, M. (2017). Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas. *Enfoque UTE*, 8:329–343.
- Ramos María Agustina (2015). Universidad Nacional del Nordeste. Technical report.
- Rose, K., Eldridge, S., y Chapin, L. (2015). LA INTERNET DE LAS COSAS— UNA BREVE RESEÑA. *Internet Society*, pp. 1–20.
- Silvente, J. (2019). *GEMELO DIGITAL: MODELADO, PROGRAMACIÓN Y SENSORIZACIÓN DE UN CUADRO ELÉCTRICO*. Ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.
- TeamViewer (2021). TeamViewer: The Remote Desktop Software.
- Torres, P., Tecla, S., Libertad, L., Salvador, E., y América, C. (2016). *DOCENTE INVESTIGADORA: PROFA. TÉCNICO BERTHA MARGARITA "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE FUNDAMENTOS DE MECATRÓNICA PARA ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE DIR*.
- Varas Chiquito, M., García, J., Bustamente, M., y Bustamente, C. (2020). Vista de Gemelos digitales y su evolución en la industria. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4(2588-073X):300–308.
- Vargas, J., Cuero, J., y Torres, C. (2020). Laboratorios remotos e iot una oportunidad para la formación en ciencias e ingeniería en tiempos del covid-19: Caso de estudio en ingeniería de control. *Revista ESPACIOS. ISSN*, 798:198–191.

Vega Cruz, M., Olliete Vivas, P., Morales Ríos, C., Gonzales, L., Cedón Martín, B., y Hernández Seco, A. (2015). *Las tecnologías iot dentro de la industria conectada 4.0*. EOI Escuela de Organización Industrial., Madrid.

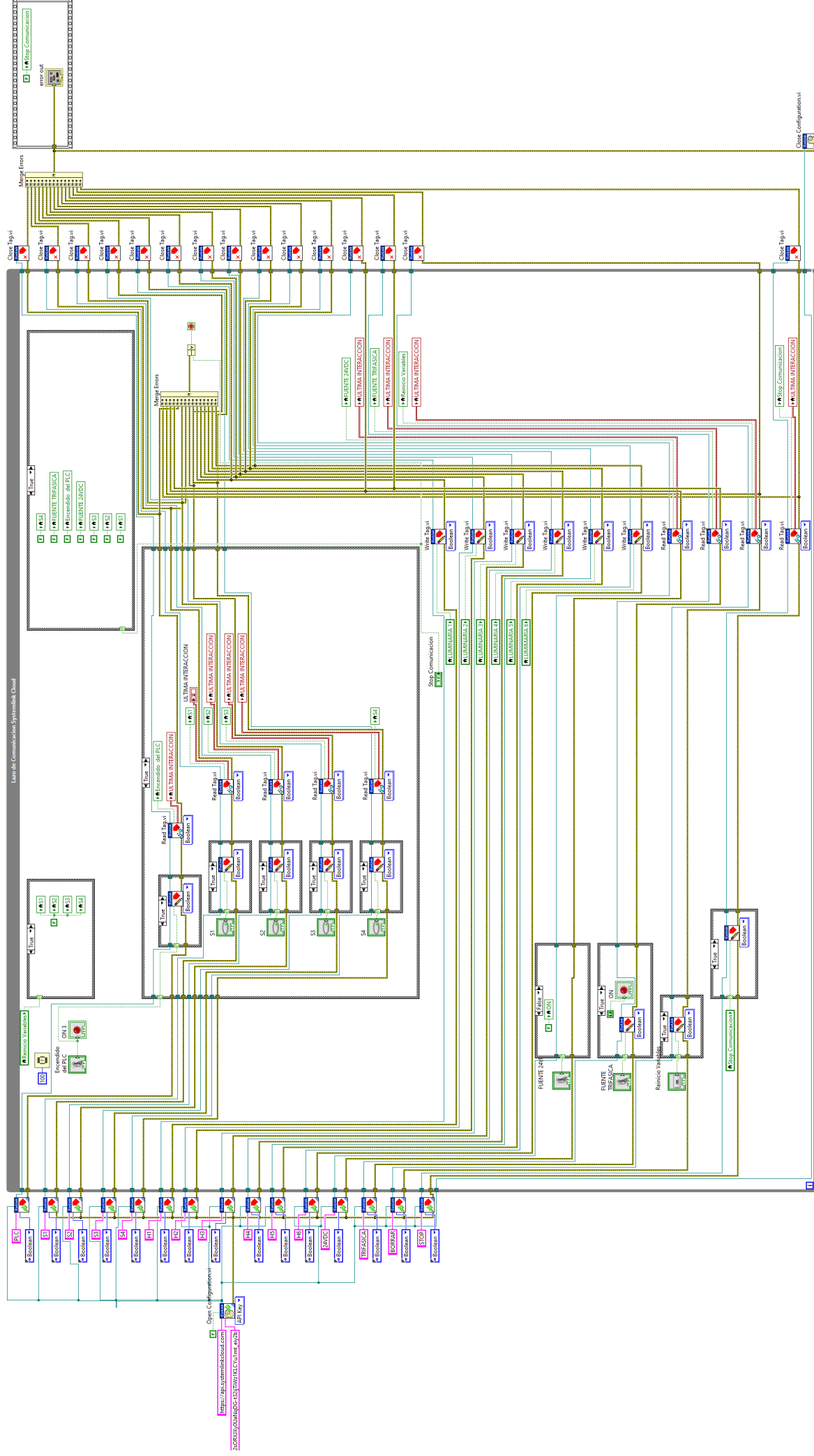
ANEXOS

ANEXO 1



Elaborado	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha	Nombre
Comprobado	18/09/2021	Resendiz_Ja		UPS	Esquema eléctrico	18-Sep-2021	Núñez de 1
	20/09/2021	Pérez Chav					Archivo: Banco PLC esquema 2

ANEXO 2



ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

			FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES		
CARRERA: Ingeniería Mecatrónica			ASIGNATURA:		
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Reconocimientos de los equipos y pruebas			
OBJETIVO (Colocar los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica): - Comprender el funcionamiento y la manera de usar de cada uno de los equipos y software que se encuentran en el banco de trabajo de PLC: SystemLink cloud, Tia Portal, TeamViewer y las conexiones adecuadas para el manejo del banco de trabajo de PLC. - Comprender la comunicación entre el software, plataforma IoT y el hardware: LabVIEW-SystemLink cloud-ELVIS III. - Realizar la comunicación de la plataforma remota TeamViewer entre el ordenador del estudiante con el ordenador ubicado en el laboratorio de PLC. - Realizar y explicar la programación tipo LADDER en TIA PORTAL de la práctica propuesta. - Cargar el programa en el banco de trabajo de PLC a través del software remoto. - Comprobar el funcionamiento de la práctica desarrollada por medio de la página de SystemLink cloud y el software de la cámara implementada en el banco de trabajo de PLC.					
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Requisitos y conocimientos previos a) PLC y redes industriales b) Automatización c) Electroneumática d) Electricidad e) Programación			
		2. Equipos, instrumentos y software - Banco de trabajo plc que incorpora un plc siemens S7-1200 con sus salidas y entradas digitales. - Elvis III - Ordenador remoto establecido en el laboratorio de plc. - LabVIEW 2019 con los paquetes de systemlink toolkit, NI systemlink client - TIA PORTAL - TEAMVIEWER - Programa v380 para la visualización de la cámara. - Módulos de contactores. - Módulo de lámparas piloto 24VDC. - Electroválvulas. - Sensores de proximidad - Cilindros de doble efecto - Cilindro de simple efecto. - Motor trifásico			
		3. Conexión Para el correcto uso del banco PLC se muestra la tabla con todas las salidas de conexión del PLC			

ANEXO 3



VICERRECTORADO DOCENTE

Código: GUIA-PRL-001

CONSEJO ACADÉMICO

Aprobación: 2019/04/06

Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación

Función en el banco plc	Salidas digitales plc
Electroválvula 1 Y1	Q0.0
Electroválvula 1 Y2	Q0.1
Contactor K5	Q0.2
Luminaria H4	Q0.3
Electroválvula 3 Y5	Q0.4
Electroválvula 2 Y3	Q0.5
Electroválvula 2 Y4	Q0.6

Ilustración 1 Salidas digitales del PLC

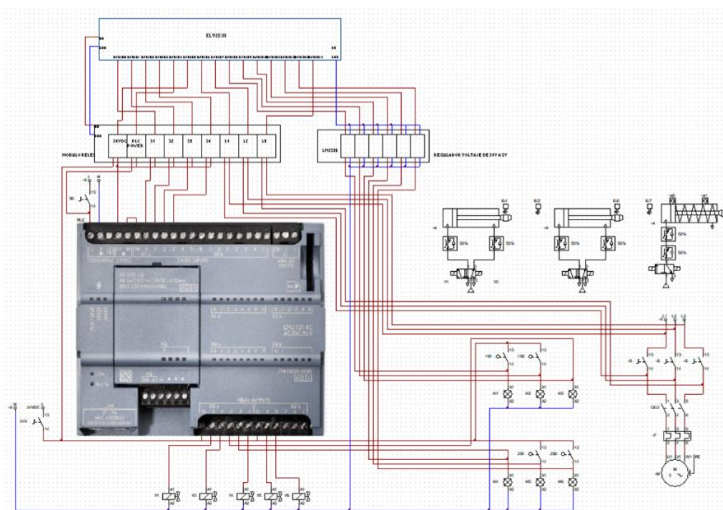


Ilustración 2 Conexión del banco PLC

4. Proceso

ACCIONAMIENTO	FUNCIÓN
Pulsante S1	Activación de la electroválvula para expansión del cilindro de doble efecto 1.
Pulsante S2	Activación de la electroválvula para contraer el cilindro de doble efecto 1.
Pulsante S3	Arranque de un motor trifásico.
Pulsante S4	Encender una luminaria.
Sensores de proximidad magnéticos	Encender las luminarias para mostrar la posición del cilindro de doble efecto.

5. Indicar al profesor para su evaluación de funcionamiento.

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Verificar la comunicación entre el software de ingeniería (LabVIEW) y el hardware (ELVIS III)



Ilustración 3 VI del programa de conexión

2. Prosigue realizar la comunicación entre LabVIEW, la plataforma IoT y el hardware embebido

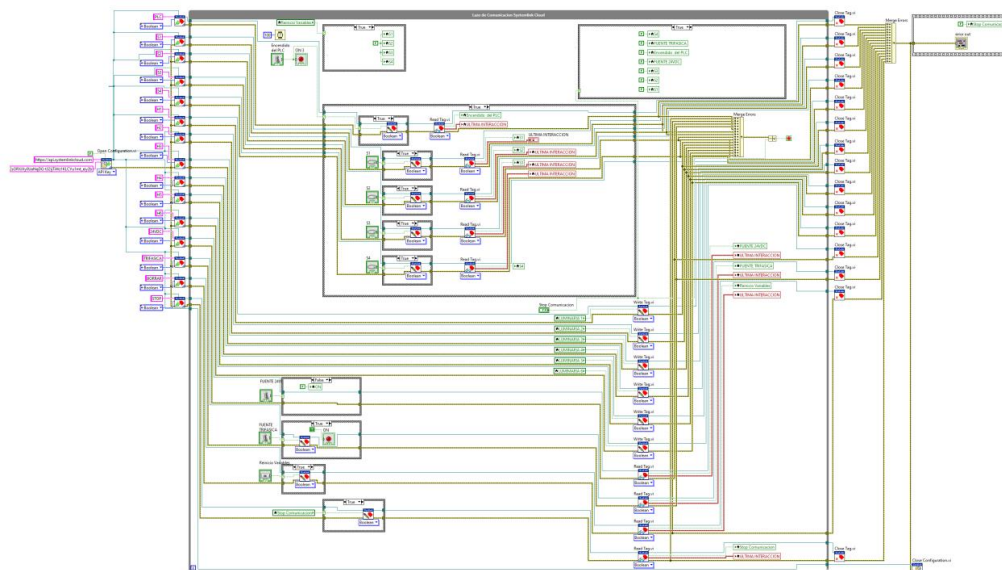


Ilustración 4 Programación de la comunicación

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

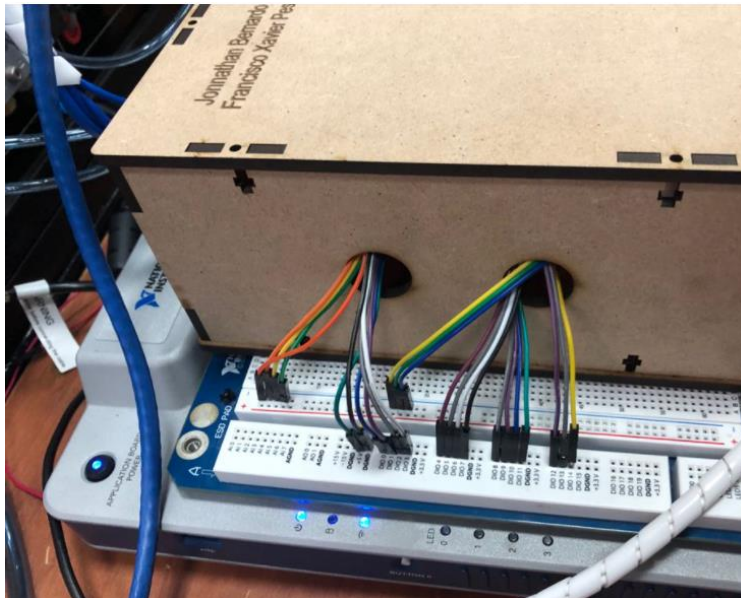


Ilustración 5 Funcionalidad del hardware embebido

- Realizar la comunicación bilateral con la plataforma IoT con el software de ingeniería y el entorno visual ya en funcionamiento.



Ilustración 6 Plataforma IoT y el software trabajando en conjunto

- Se procede con la conexión del TeamViewer hacia el ordenador conectado con el PLC en el laboratorio de la UPS.

Como información adicional para poder escoger de manera correcta el modelo del PLC es el PLC SIEMENS S7 1200 CPU 1214 AC/DC/Rly con referencia: 6ES7 214-1BE30-0XB0 y versión: 2.2.

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

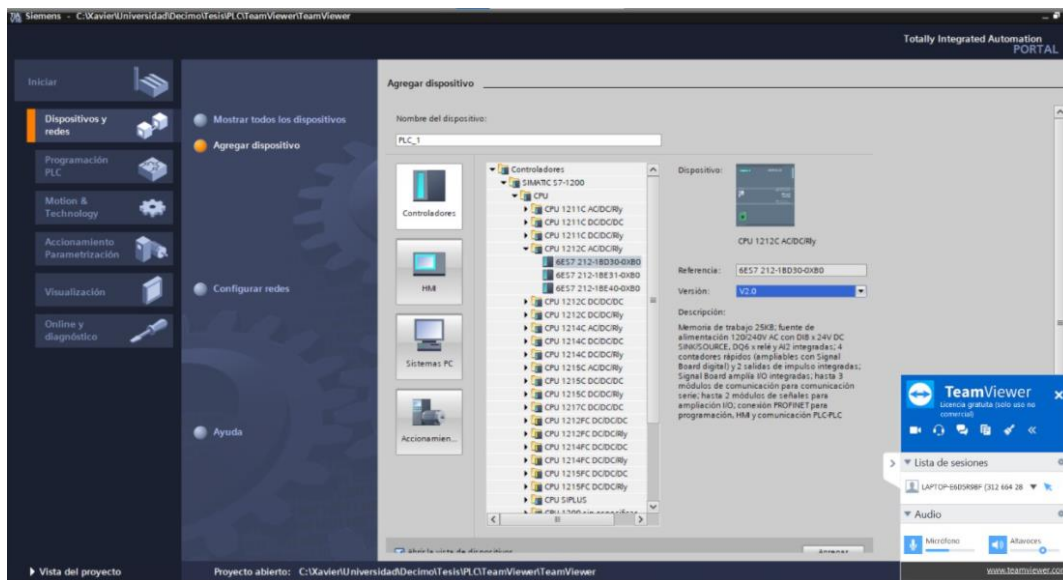


Ilustración 7 Conexión con TeamViewer

- Se carga la programación tipo LADDER en el PLC y se procede a iniciar la práctica de manera total, verificando que se cumplan con todos los parámetros.

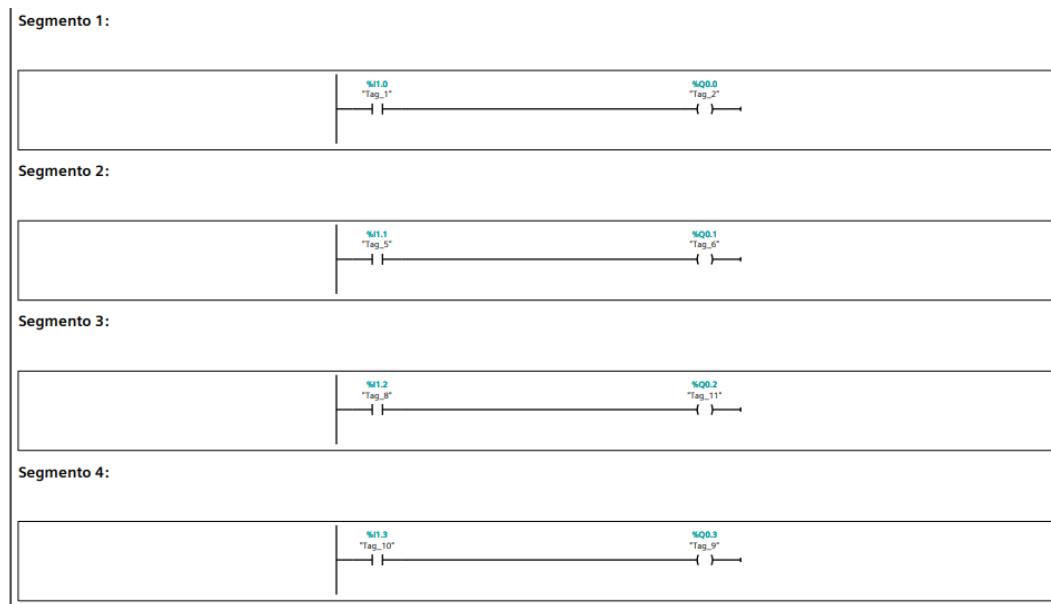


Ilustración 8 Programación de acuerdo con los parámetros

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

6. Visualización desde una cámara web para poder ver el proceso de trabajo del banco PLC esto se logra con la aplicación para móviles y pcs V380.

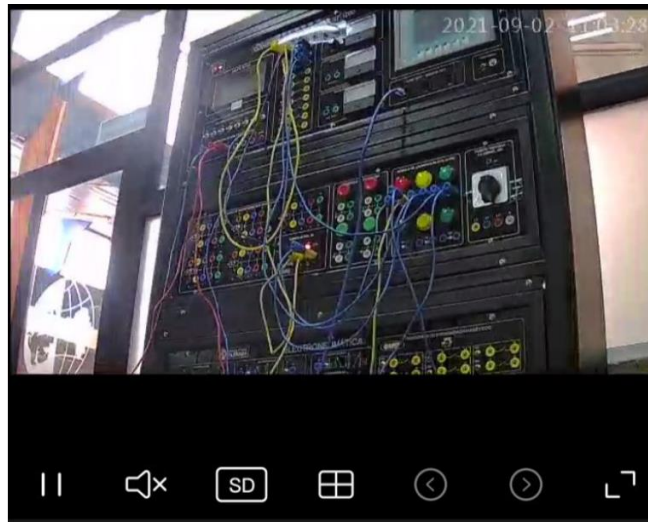


Ilustración 9 Visualización desde la aplicación V380

7. El banco de trabajo está operativo de manera completa.



Ilustración 10 Visualización del banco PLC en funcionamiento

8. Simulación

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

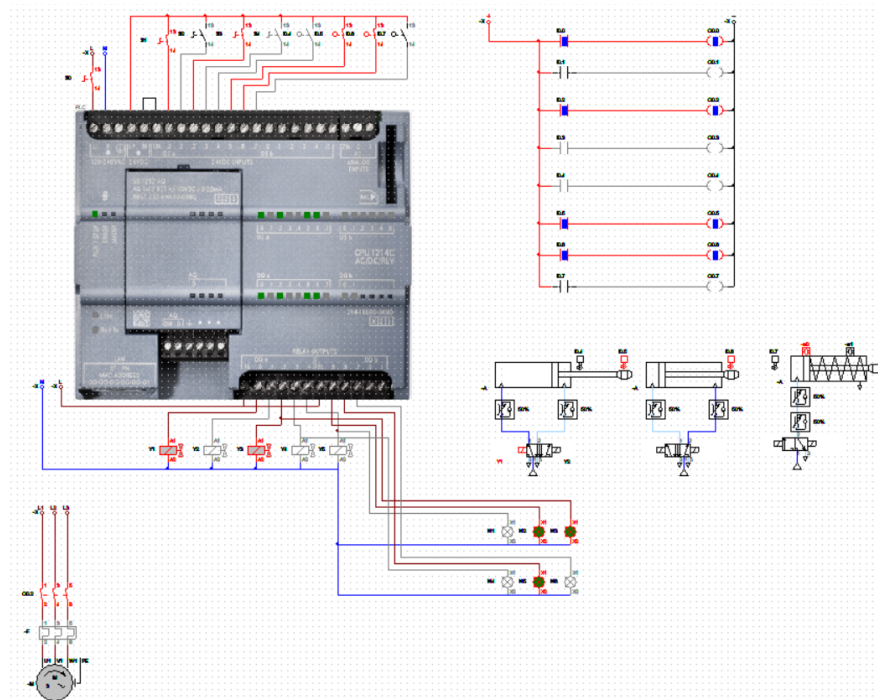


Ilustración 11 Simulación en CADE SIMU

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____

ANEXO 3		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Ingeniería Mecatrónica		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Uso de temporizadores y contadores	
OBJETIVO (Colocar los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica): • Comprender el funcionamiento y la manera de usar de cada uno de los equipos y software que se encuentran en el banco de trabajo de PLC: SystemLink cloud, Tia Portal, TeamViewer y las conexiones adecuadas para el manejo del banco de trabajo de PLC. • Comprender la comunicación entre el software, plataforma IoT y el hardware: LabVIEW-SystemLink cloud-ELVIS III. • Realizar la comunicación de la plataforma remota TeamViewer entre el ordenador del estudiante con el ordenador ubicado en el laboratorio de PLC. • Realizar y explicar la programación tipo LADDER en TIA PORTAL de la práctica propuesta. • Cargar el programa en el banco de trabajo de PLC a través del software remoto. • Comprobar el funcionamiento de la práctica desarrollada por medio de la página de SystemLink cloud y el software de la cámara implementada en el banco de trabajo de PLC.			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Requisitos y conocimientos previos a) PLC y redes industriales b) Automatización c) Electroneumática d) Electricidad e) Programación	
		2. Equipos, instrumentos y software • Banco de trabajo plc que incorpora un plc siemens S7-1200 con sus salidas y entradas digitales. • Elvis III • Ordenador remoto establecido en el laboratorio de plc. • LabVIEW 2019 con los paquetes de systemlink toolkit, NI systemlink client • TIA PORTAL • TEAMVIEWER • Programa v380 para la visualización de la cámara. • Módulos de contactores. • Módulo de lámparas piloto 24VDC. • Electroválvulas. • Sensores de proximidad • Cilindros de doble efecto • Cilindro de simple efecto. • Motor trifásico	
		3. Conexión Para el correcto uso del banco PLC se muestra la tabla con todas las salidas de conexión del PLC	

ANEXO 4



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**

VICERRECTORADO DOCENTE

Código: GUIA-PRL-001

CONSEJO ACADÉMICO

Aprobación: 2019/04/06

Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación

Función en el banco plc	Salidas digitales plc
Electroválvula 1 Y1	Q0.0
Electroválvula 1 Y2	Q0.1
Contactor K5	Q0.2
Luminaria H4	Q0.3
Electroválvula 3 Y5	Q0.4
Electroválvula 2 Y3	Q0.5
Electroválvula 2 Y4	Q0.6

Ilustración 1 Salidas digitales del PLC

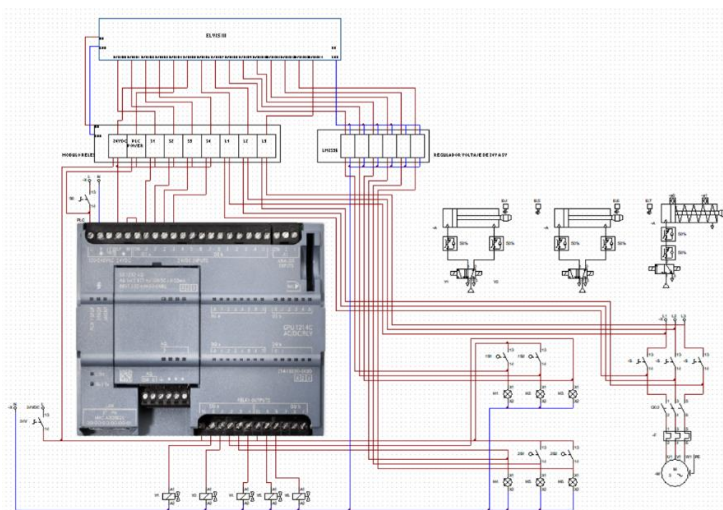


Ilustración 2 Conexión del banco PLC

4. Proceso

ACCIONAMIENTO	FUNCIÓN
Pulsante S1	Activación de un ciclo de trabajo donde se expande el cilindro de doble efecto 1, después de 10 segundos se expande el cilindro de doble efecto 2 y por último después de 10 segundos se expande el cilindro de simple efecto.
Pulsante S2	Activación de un ciclo de trabajo donde se contrae el cilindro de doble efecto 2 y después de 10 segundos se contrae el cilindro de doble efecto 1.
Pulsante S3	Con el uso de un contador realizar dos pulsos para encender una luminaria y resetear con el pulsante S4.
Pulsante S4	Arranque de un motor trifásico.
Sensores de proximidad magnéticos	Encender las luminarias para mostrar la posición de los cilindros de doble efecto.

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

5. Indicar al profesor para su evaluación de funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Verificar la comunicación entre el software de ingeniería (LabVIEW) y el hardware (ELVIS III)

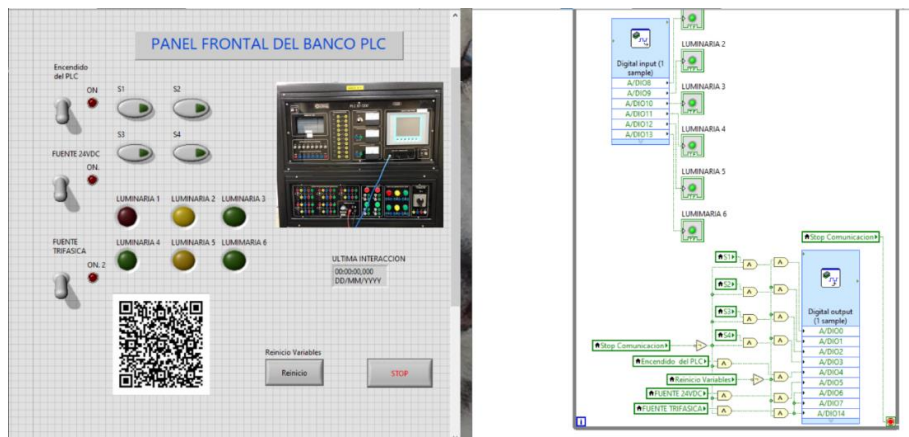


Ilustración 3 VI del programa de conexión

2. Prosigue realizar la comunicación entre LabVIEW, la plataforma IoT y el hardware embebido

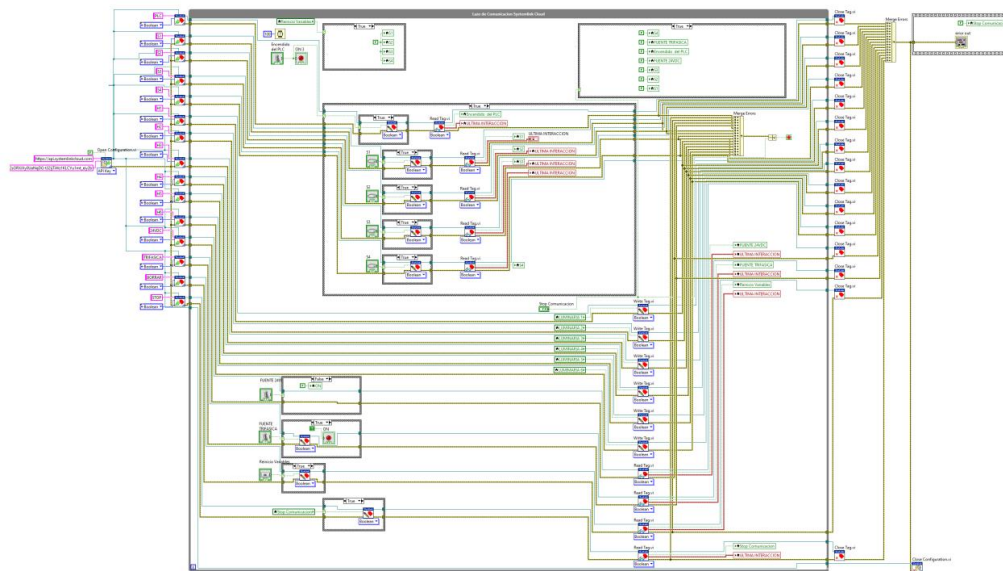


Ilustración 4 Programación de la comunicación

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

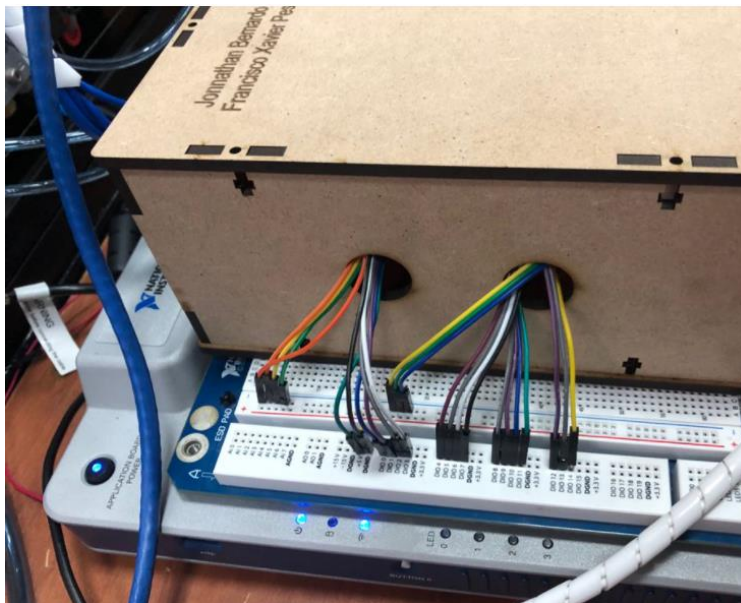


Ilustración 5 Funcionalidad del hardware embebido

- Realizar la comunicación bilateral con la plataforma IoT con el software de ingeniería y el entorno visual ya en funcionamiento.



Ilustración 6 Plataforma IoT y el software trabajando en conjunto

- Se procede con la conexión del TeamViewer hacia el ordenador conectado con el PLC en el laboratorio de la UPS.

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

Como información adicional para poder escoger de manera correcta el modelo del PLC es el PLC SIEMENS S7 1200 CPU 1214 AC/DC/Rly con referencia: 6ES7 214-1BE30-0XB0 y versión: 2.2.

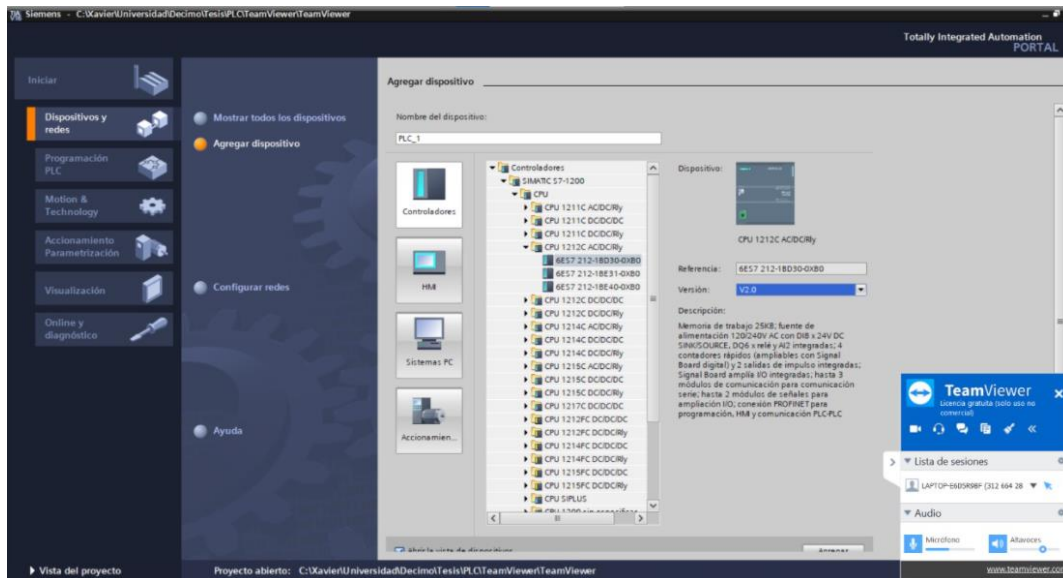


Ilustración 7 Conexión con TeamViewer

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

5. Se carga la programación tipo LADDER en el PLC y se procede a iniciar la práctica de manera total, verificando que se cumplan con todos los parámetros.

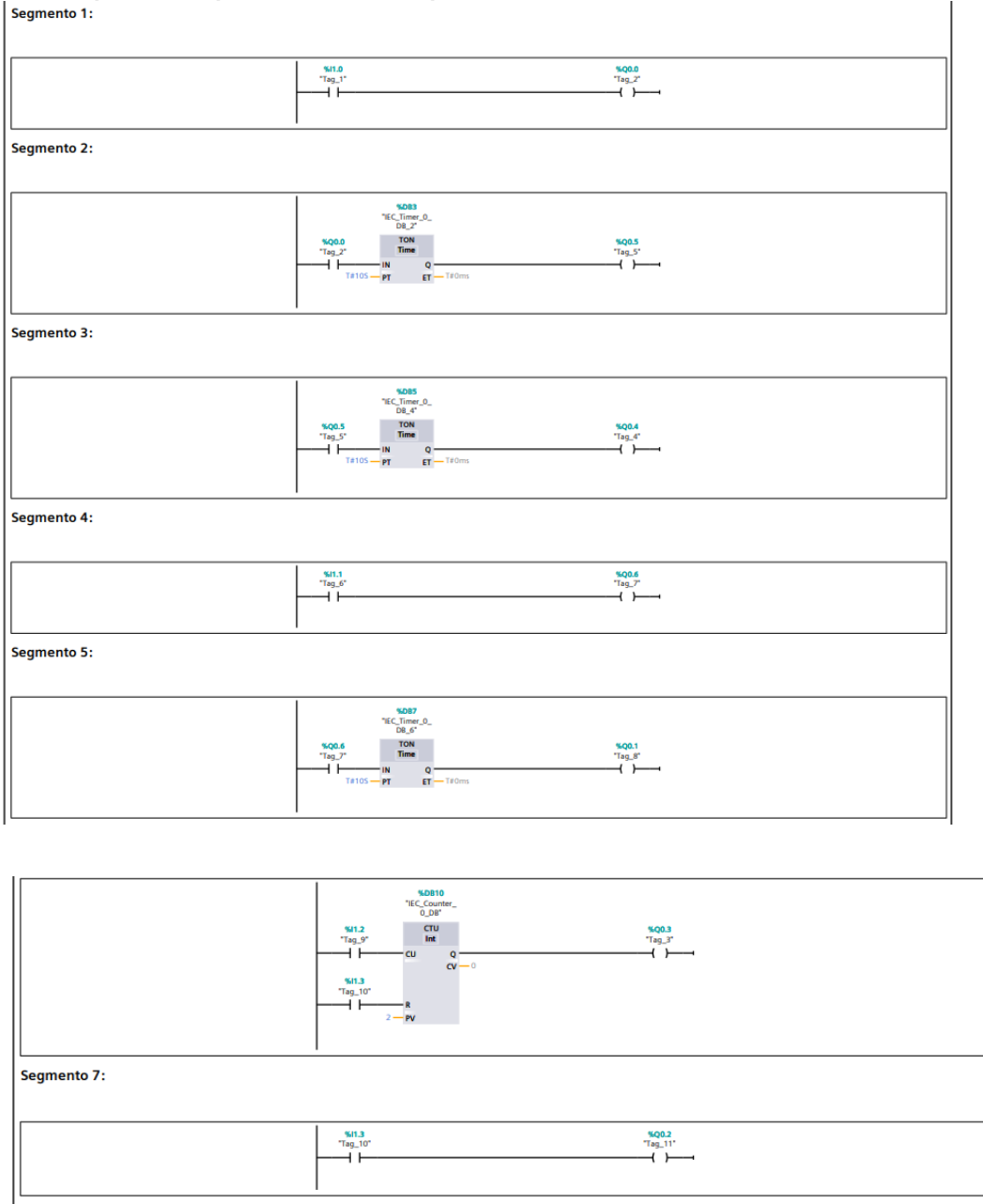


Ilustración 8 Programación LADDER de la práctica

6. Visualización desde una cámara web para poder ver el proceso de trabajo del banco PLC esto se logra con la aplicación para móviles y pcs V380.

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

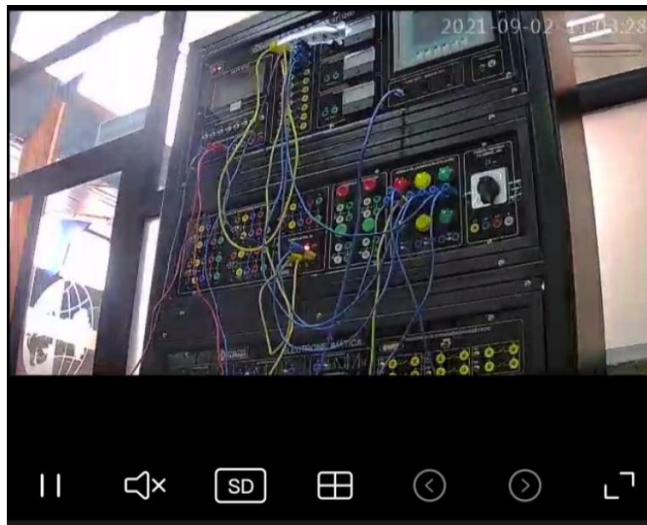


Ilustración 9 Visualización desde la aplicación V380

7. El banco de trabajo está operativo de manera completa.



Ilustración 10 Visualización del banco PLC en funcionamiento

8. Simulación

ANEXO 4



VICERRECTORADO DOCENTE

Código: GUIA-PRL-001

CONSEJO ACADÉMICO

Aprobación: 2019/04/06

Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación

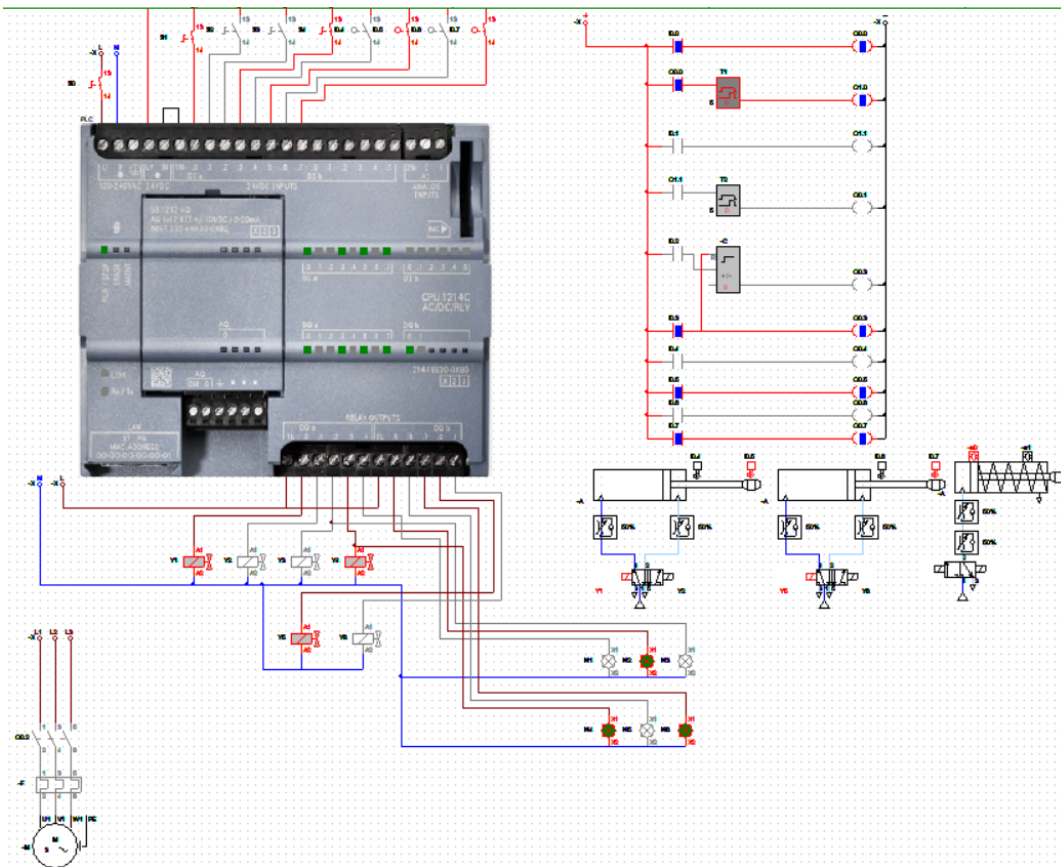


Ilustración 11 Simulación en CADe SIMU de la práctica

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

ANEXO 4		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Ingeniería Mecatrónica		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Uso de temporizadores y ANDs	
OBJETIVO (Colocar los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica): • Comprender el funcionamiento y la manera de usar de cada uno de los equipos y software que se encuentran en el banco de trabajo de PLC: SystemLink cloud, Tia Portal, TeamViewer y las conexiones adecuadas para el manejo del banco de trabajo de PLC. • Comprender la comunicación entre el software, plataforma IoT y el hardware: LabVIEW-SystemLink cloud-ELVIS III. • Realizar la comunicación de la plataforma remota TeamViewer entre el ordenador del estudiante con el ordenador ubicado en el laboratorio de PLC. • Realizar y explicar la programación tipo LADDER en TIA PORTAL de la práctica propuesta. • Cargar el programa en el banco de trabajo de PLC a través del software remoto. • Comprobar el funcionamiento de la práctica desarrollada por medio de la página de SystemLink cloud y el software de la cámara implementada en el banco de trabajo de PLC.			
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):		1. Requisitos y conocimientos previos a) PLC y redes industriales b) Automatización c) Electroneumática d) Electricidad e) Programación	
		2. Equipos, instrumentos y software • Banco de trabajo plc que incorpora un plc siemens S7-1200 con sus salidas y entradas digitales. • Elvis III • Ordenador remoto establecido en el laboratorio de plc. • LabVIEW 2019 con los paquetes de systemlink toolkit, NI systemlink client • TIA PORTAL • TEAMVIEWER • Programa v380 para la visualización de la cámara. • Módulos de contactores. • Módulo de lámparas piloto 24VDC. • Electroválvulas. • Sensores de proximidad • Cilindros de doble efecto • Cilindro de simple efecto. • Motor trifásico	
		3. Conexión Para el correcto uso del banco PLC se muestra la tabla con todas las salidas de conexión del PLC	

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

Función en el banco plc	Salidas digitales plc
Electroválvula 1 Y1	Q0.0
Electroválvula 1 Y2	Q0.1
Contactor K5	Q0.2
Luminaria H4	Q0.3
Electroválvula 3 Y5	Q0.4
Electroválvula 2 Y3	Q0.5
Electroválvula 2 Y4	Q0.6

Ilustración 1 Salidas digitales del PLC

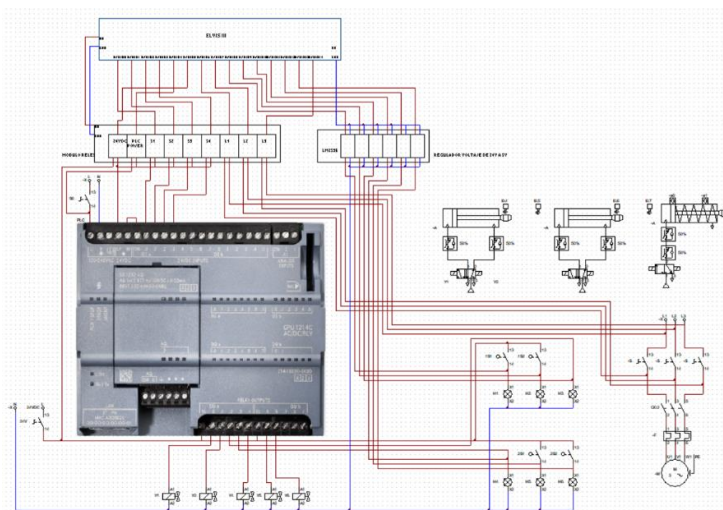


Ilustración 2 Conexión del banco PLC

4. Proceso

ACCIONAMIENTO	FUNCIÓN
Pulsante S1	Activación de la electroválvula para expansión del cilindro de doble efecto 1.
Pulsante S2	Activación de la electroválvula para contraer el cilindro de doble efecto 1.
Pulsante S3	Arranque de un motor trifásico.
Pulsante S4	Encender una luminaria.
Pulsante S3 y S4	Activación de la electroválvula de expansión del cilindro de simple efecto.
Pulsante S2 y S4	Activación de la electroválvula para expansión del cilindro de doble efecto 2 luego de haber pasado 5 segundos.

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

	Pulsante S1 y S3	Activación de la electroválvula para contraer el cilindro de doble efecto 2 luego de haber pasado 5 segundos.
	Sensores de proximidad magnéticos	Encender las luminarias para mostrar la posición del cilindro de doble efecto.
5. Indicar al profesor para su evaluación de funcionamiento.		

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Verificar la comunicación entre el software de ingeniería (LabVIEW) y el hardware (ELVIS III)

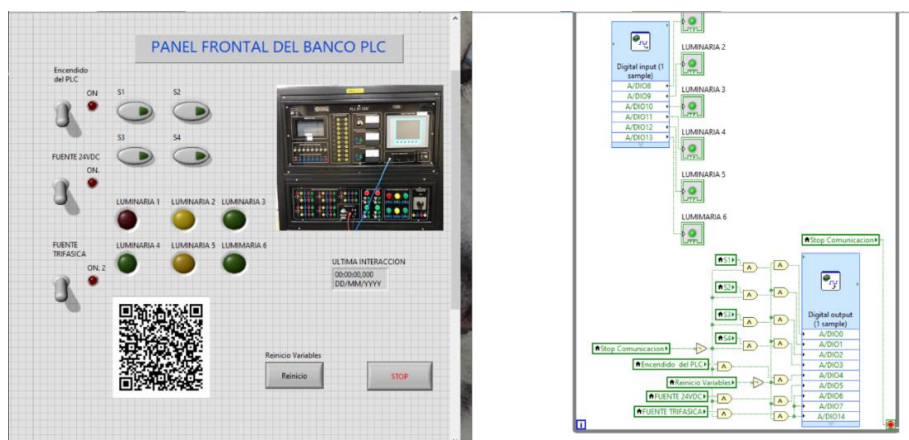


Ilustración 3 VI del programa de conexión

2. Prosigue realizar la comunicación entre LabVIEW, la plataforma IoT y el hardware embebido

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

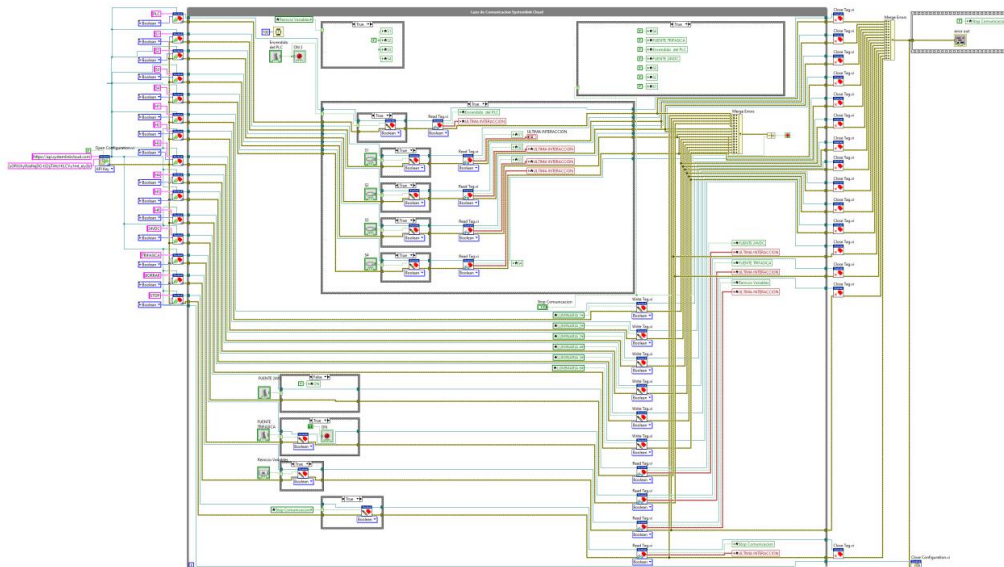


Ilustración 4 Programación de la comunicación

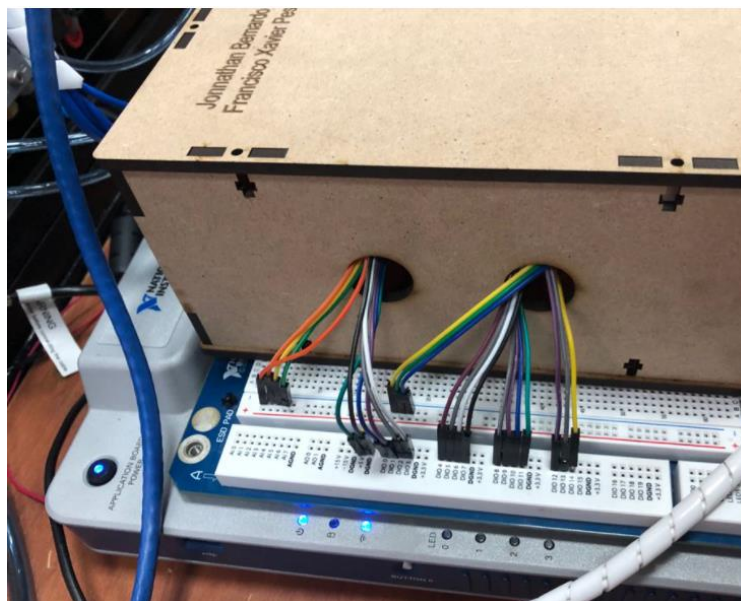


Ilustración 5 Funcionalidad del hardware embebido

- Realizar la comunicación bilateral con la plataforma IoT con el software de ingeniería y el entorno visual ya en funcionamiento.

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

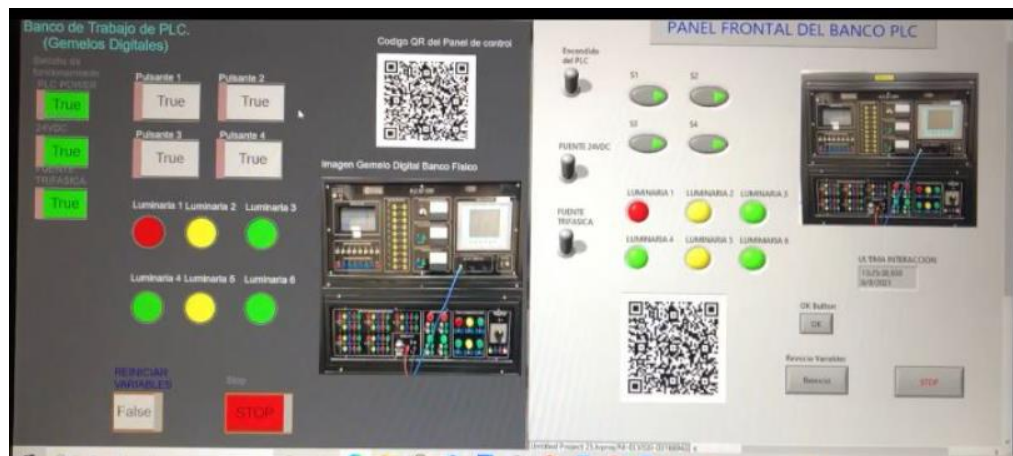


Ilustración 6 Plataforma IoT y el software trabajando en conjunto

- Se procede con la conexión del TeamViewer hacia el ordenador conectado con el PLC en el laboratorio de la UPS.

Como información adicional para poder escoger de manera correcta el modelo del PLC es el PLC SIEMENS S7 1200 CPU 1214 AC/DC/Rly con referencia: 6ES7 214-1BE30-0XB0 y versión: 2.2.

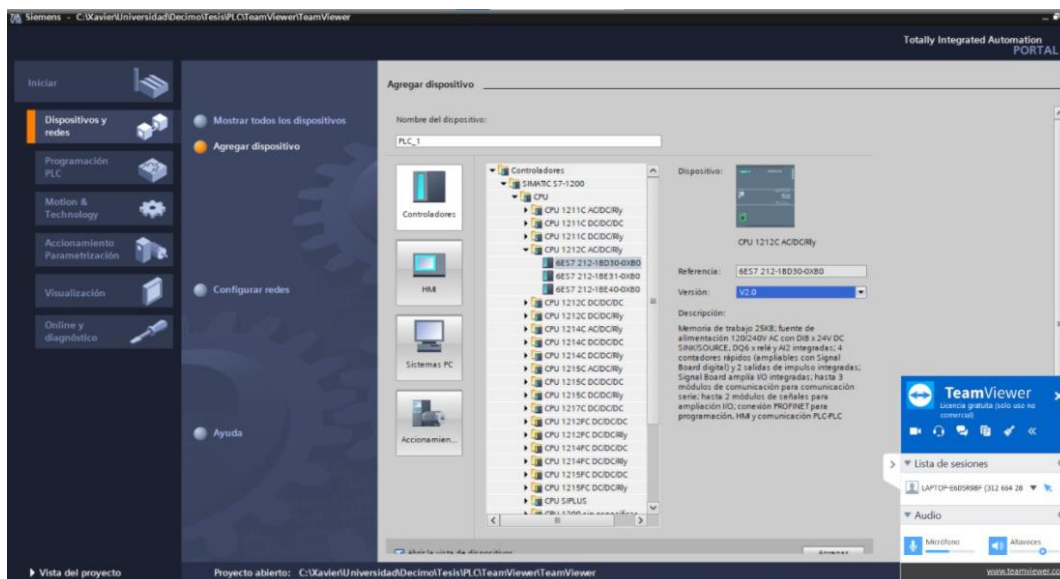


Ilustración 7 Conexión con TeamViewer

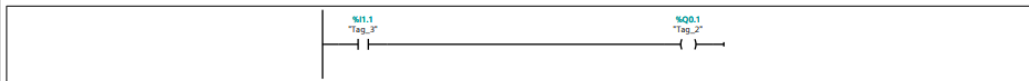
- Se carga la programación tipo LADDER en el PLC y se procede a iniciar la práctica de manera total, verificando que se cumplan con todos los parámetros.

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

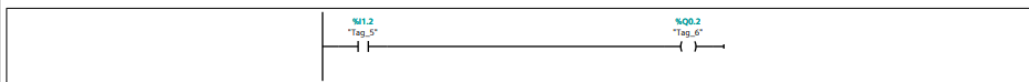
Segmento 1:



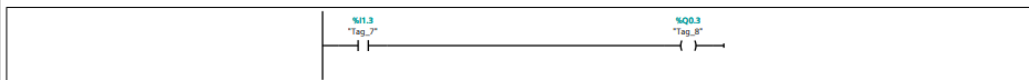
Segmento 2:



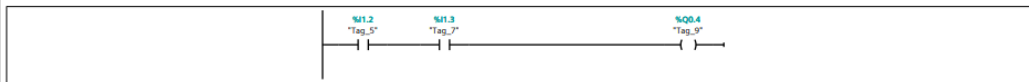
Segmento 3:



Segmento 4:



Segmento 5:



Segmento 6:

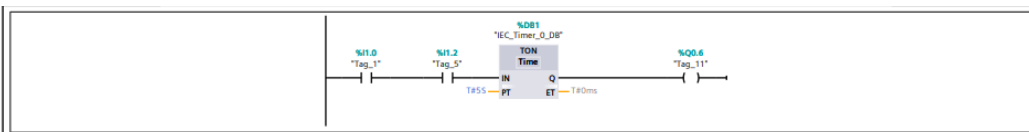
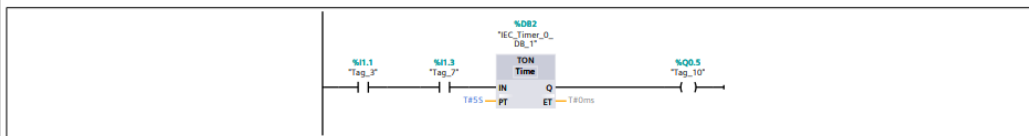


Ilustración 8 Programación LADDER de la práctica

6. Visualización desde una cámara web para poder ver el proceso de trabajo del banco PLC esto se logra con la aplicación para móviles y pcs V380.

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

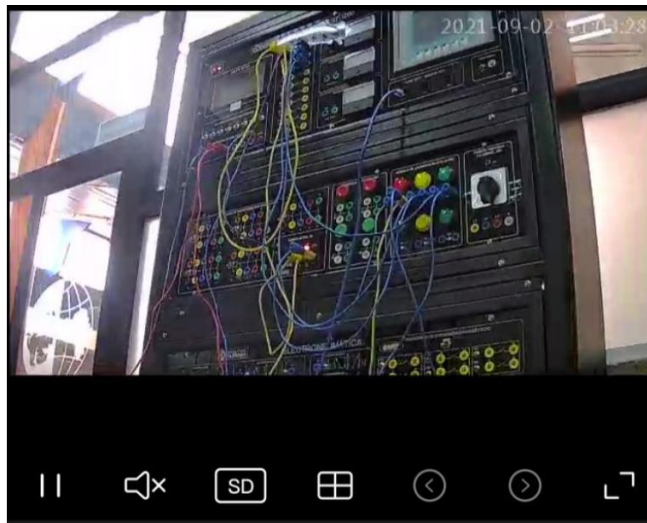


Ilustración 9 Visualización desde la aplicación V380

7. El banco de trabajo está operativo de manera completa.



Ilustración 10 Visualización del banco PLC en funcionamiento

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

ANEXO 5		
	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____