



Diseño y simulación de un sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia

Camilo Andrés Muñoz Díaz

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Villavicencio, Colombia

2021

Diseño y simulación de un sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia

Camilo Andrés Muñoz Díaz

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Electromecánico

Director:

DSc. Elkin Gutiérrez

Línea de Investigación:

Automatización y Control

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Villavicencio, Colombia

2021

Los sacrificios que se hacen en la vida son recompensados por sus logros, pero más los que otras personas hacen para que los logres. Dedico esto a cada uno de ellos quienes realizaron sacrificios por encima de ellos para que esto fuera posible y dar un paso más adelante.

Resumen

A través de la historia el ser humano ha buscado la forma de evolucionar, hemos observado que las revoluciones industriales han significado el cambio de la forma de vida, la invención de máquinas que desarrollen mejores productos y que cada día lo realicen más rápido, también ha significado que cada día las personas crecen académicamente para afrontar estos desafíos tecnológicos en las industrias, la cuarta revolución no solo precisa que los procesos industriales deben ser más rápidos y eficientes sino que también sean inteligentes, autónomos que tengan retroalimentación constante y que puedan tomar decisiones que generen mejores prácticas en el proceso.

El diseño de un banco de procesos de control de temperatura con integración de PLC y IoT permite capacitar a las personas que desean entrar o hacen parte de la Industria y la Revolución 4.0. En este banco se podrán conocer conceptos de programación de PLC mediante desarrollo de programas de la industria real, utilizando equipos como el PLC S7-1200 de Siemens y su programa en Tia Portal, trabajar con instrumentos de medición de procesos como termo resistencias o sensores de temperatura que permiten simular procesos y variables actualmente vistas en las industrias, además de trabajar con tecnología IoT con el equipo IoT 2040 de Siemens que permite el envío de la información que el PLC recibe por medio de una pasarela la cual es la encargada de enviar estos datos a una plataforma en la Nube, y registrar todos estos datos en tiempo real en plataformas como Ubidots, que permite que el personal encargado de revisar, analizar y tomar decisiones sobre los procesos tengan conocimiento real y actual de lo que sus fábricas producen .

Palabras clave: Control de temperatura, Industria 4.0, Tecnología IoT, Nube, Control de procesos.

Abstract

Throughout history the human being has looked for a way to evolve, we have observed that the industrial revolutions have meant change of the way of life, the invention of machines that develop beer products and that every day they do it faster, it has also meant that every day people grow academically to meet these technological challenges in industries, the fourth revolution not only specifies that industrial processes must be faster and efficient but also smart, autonomous and have constant feedback and that they can make decisions that generate better practices in the process.

The design of a temperature control process bench with integration of PLC and IoT it allows to train people who want to enter or are part of the industry and the revolution 4.0, in this bench you will be able to know programming concepts of PLC through real industry program development, using equipment like PLC S7-1200 of Siemens and your program in Tia Portal, work with process measurement instruments such as thermos resistors or temperature sensors that allow simulating processes and variables currently seen in industries, in addition to working with technology IoT with the equipment IoT 2040 of Siemens that allows the sending of the information that the PLC receives through a gateway which is responsible for sending this data to a cloud platform and record all that data in real time on platforms like Ubidots that allows the personnel in charge of reviewing, analyzing and making decisions about the processes have real and current knowledge for what their factories produce.

Keywords: Revolution, Programming, Cloud, Gateway, Processes.

Contenido

Lista de Figuras	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 1. Introducción	10
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.2 Contextualización del problema.....	14
1.2.1 Objetivo General	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 Justificación	15
Capítulo 2. Marco teórico	18
2.1 Antecedentes de la investigación	18
2.2 Bases teóricas.....	19
2.2.1 Internet de las cosas (IoT).....	19
2.2.2 Internet de las cosas Industriales (IIoT).....	19
2.2.3 Controlador Lógico Programable (PLC).....	20
2.2.4 IoT 2040.....	20
2.2.5 Node-Red	21
2.2.6 La Nube.....	21
2.2.7 Ubidots.....	21
Capítulo 3. Marco metodológico	22
3.1 Población / Muestra	22
3.2 Materiales.....	22
3.3 Procedimiento	23
3.3.1 Selección de equipos eléctricos y electrónicos.	23
3.3.2 Diseño de planos eléctricos.....	24
3.3.3 Diagrama P&ID	25

3.3.4 Programación del proceso de control	25
3.3.5 Desarrollo de la pantalla de simulación	26
3.3.6 Configuración de Node-Red	27
3.3.7 Configuración de la Plataforma Ubidots	28
Capítulo 4. Análisis de los resultados de la investigación.	29
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	37
5.1 Conclusiones	37
5.2 Recomendaciones.....	39
Bibliografía	41

Anexos

1 Anexo. Alimentación principal	43
2 Anexo. Alimentación de dispositivos	44
3 Anexo. Alimentación salida digitales	45
4 Anexo. Entradas digitales del PLC	46
5 Anexo. Salidas digitales del PLC.....	47
6 Anexo. Alimentación resistencias y ventilador.....	48
7 Anexo. Lazo de control de instrumento de medición	49
8 Anexo. Diseño del banco de medición	50
9 Anexo. Diagrama P&ID.....	51
10 Anexo. Tablas de variables	52
11 Anexo. Programación del bloque OBA1	53
12 Anexo. Programación del proceso de control bloque FC1(Valor Temperatura).	54
13 Anexo. Programación del proceso de control bloque FC2(Ventilador).	55
14 Anexo. Programación del proceso de control bloque PID	56
15 Anexo. Pantalla de simulación.....	57
16 Anexo. Ingreso a Node Red.....	58
17 Anexo. Verificación programación activa	59
18 Anexo. Configuración de PLC en Node Red.....	60
19 Anexo. Ingreso de nodo	61
20 Anexo. Ingreso de programación para enlazar datos a Ubidots.....	62
21 Anexo. Configuración final de nodos en NodeRed	63
22 Anexo. Verificación de lectura de nodos en Ubidots.....	64
23 Anexo. Creación del dashboards en Ubidots	65
24 Anexo. Tablero final Ubidots	66

Tablas

Tabla 1. Equipos eléctricos y electrónicos	23
Tabla 2. Criterios de selección de plataforma.....	32
Tabla 3. Costo de producción del banco de procesos	36

Capítulo 1. Introducción

El desarrollo de una nueva revolución implica cambios no solamente en lo tecnológico sino también en lo cultural, educativo y la forma en que hacemos y vemos las cosas, es un reto para países tercermundistas en las cuales su industria se basa en tecnologías antiguas y escasez de personal capacitado y por ende la poca competitividad con países desarrollados tecnológicamente (Basco Ines et al., 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente capítulo tiene como objetivo establecer el contexto en el que se desarrolló el presente proyecto, el diagnóstico realizado para determinar las necesidades y tomar las decisiones necesarias para resolver el problema. En la primera parte se realiza el planteamiento del problema a estudiar, en la segunda parte, se aborda la contextualización del problema, se proponen herramientas para el diagnóstico de necesidades y se finaliza con la justificación del proyecto desarrollado.

1.1 Planteamiento del Problema

La industria constantemente se encuentra desarrollando nuevo conocimiento que permita sobresalir en un mundo competitivo y cada vez más acelerado. La cuarta revolución o revolución 4.0 inicialmente propuesta por Alemania como proyecto futurista de expansión tecnológica en poco tiempo se ha convertido en políticas públicas entre las potencias mundiales (Xu et al., 2018), con el claro objetivo de transformarse en epicentros de la industrialización tecnológica e informática más avanzada.

El estado adoptado por las industrias y los gobiernos por acelerar e innovar los procesos productivos de forma exponencial hacen que la complejidad de las tecnologías utilizadas para desarrollar tales producciones sugieran la integración física de sistemas electrónicos y mecánicos para luego integrar los instrumentos, dispositivos, máquinas, procesos y sistemas industrializados por medio de la Tecnología de la información y la comunicación (TIC), hasta la integración digital de toda la industria (Carvajal, 2017), donde la integración del Internet de las Cosas (IoT) o Internet de las Cosas Industriales (IIoT) y Sistemas Ciber-Físicos (CPS), precisen una arquitectura empresarial más estructurada en la cual los sistemas están directamente entrelazados, tanto vertical como horizontalmente, permitiendo la salida de información por la red por medio de protocolos de comunicación para ser almacenados, clasificados y analizados mediante plataformas de Big Data que permita a múltiples usuarios en diferentes lugares, conocer las diversas variables del ciclo de

vida productivo y tomar decisiones para mejorar los rendimientos y generar futuras líneas de producción (Xu et al., 2018).

La cuarta revolución industrial implica un desafío no solamente tecnológico y estructural, sino también educativo, el cual permita que el capital humano, así como el tecnológico se modernicen y adquieran nuevos conocimientos en temas de Industria 4.0 con enfoque diferencial a lo relevante y adquisitivo, aprendiendo a aprender, desarrollando la capacidad de observar, analizar, razonar y proponer, afrontando los retos de la globalización, la inteligencia artificial, la interacción en cualquier lugar y momento y un entorno digital donde el auto aprendizaje garantice la mejora continua del proceso (Garrell & Guilera, 2019).

Estos conceptos fueron utilizados por la empresa Educatia SAS para el desarrollo de su actividad principal, la cual está orientada a la realización de cursos virtuales para el sector industrial, específicamente en temas relacionados con automatización industrial, instrumentación industrial industria 4.0, siendo este último el más solicitado y el objeto de este proyecto de grado. El curso virtual de IoT con PLC requiere de un componente práctico elevado que le permita al estudiante la comprensión de ejercicios mediante la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP). Para el desarrollo del curso, la empresa ha implementado la estrategia didáctica de aula invertida para abordar el componente teórico. Sin embargo, al finalizar el último curso virtual de instrumentación industrial, se obtuvo como retroalimentación por parte de los estudiantes que la modalidad utilizada (aula invertida), según los datos aportados por la empresa, más del 80% de los estudiantes presentó los siguientes problemas:

- Disponibilidad de tiempo para observar el material didáctico,
- Falta de equipos para realización de prácticas,
- Problemas de acceso remoto a los equipos para los ejercicios de IoT
- Problemas de conectividad por las restricciones de acceso a los equipos (redes ethernet)

De acuerdo con lo anterior, el principal problema en la empresa Educatia SAS radica en el acceso remoto que los estudiantes deben tener para configurar los sistemas IoT, teniendo en cuenta que los bancos de practica actuales no tiene la tecnología necesaria para la implementación del curso, el cual se planteó inicialmente virtual. Por lo tanto, la empresa Educatia necesita bancos de practica que permitan generar e impartir conocimientos técnicos mediante procesos industriales que simulen las diferentes variables, tipo de mediciones, programaciones y plataformas que permitan captar, almacenar y organizar la información para su interpretación, implementando sistemas IoT o IIoT, .

1.2 Contextualización del problema

Países como Alemania, Italia, Suecia, Francia, España, Dinamarca y Estonia entre otros, han logrado avances importantes en la era de la cuarta revolución industrial, donde se han desarrollado leyes que permiten concentrar recursos públicos y privados para realizar investigación de las nuevas tecnologías de la cuarta revolución, alianzas público-privadas que permiten compartir desarrollos tecnológicos, leyes que garantizan el respeto a los derechos humanos por parte de los creadores de nuevas tecnologías como la de los robots o Agencias que estén vigilando y supervisando los procesos de innovación y desarrollo de tecnologías y poder intelectual (Ruiz, 2018).

En el continente americano los países con grandes recursos como EEUU, México o Brasil han logrado tener avances significativos en el campo de la cuarta revolución haciendo que sus procesos industriales estén más sólidos y logren ser competitivos en el mercado global. Por otra parte, Colombia que no cuenta con amplios recursos para invertir en investigación y tecnología ha logrado generar alianzas con países como India para realizar estudios de desarrollo científico o políticas a través de Colciencias y el ministerio de las TIC con la finalidad de avanzar en el conocimiento, investigación y desarrollo de tecnologías para la Industria 4.0 (Fuentes 2019).

No obstante, ha sido poco lo logrado si se compara con lo hecho ya por países desarrollados, por lo que las industrias colombianas y especialmente las del Departamento del Meta no están preparadas para afrontar la cuarta revolución, contando con equipos de hace ya varias décadas para realizar el control y seguimiento de sus procesos, y no se cuenta con recursos inmediatos para realizar este tipo de actualizaciones tecnológicas.

De acuerdo con los datos suministrados por la empresa, más del 80% son personas que laboran en el sector industrial, el porcentaje restante pertenece a personas que desean capacitarse para obtener empleo en el mismo sector, específicamente en las áreas de automatización industrial y las nuevas tendencias del internet de las cosas (IoT). Actualmente, la empresa cuenta con los equipos suficientes para atender esta población estudiantil, sin embargo, hace falta un sistema de monitoreo que permita conexión y supervisión remota de los bancos de práctica que permitan desarrollar todo el concepto de industria 4.0

Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar y simular un sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar los planos eléctricos y diagramas de instrumentación (P&ID) para el banco de control de temperatura.
- Programar el control de temperatura mediante el software TIA PORTAL (SIEMENS, 2021c) y PLC S7 1200 (SIEMENS, 2021b) para la automatización del proceso a simular.
- Simular el proceso de temperatura mediante el software WINCC RUNTIME ADVANCED DE SIMATIC para control de temperatura en el PLC.
- Registrar los datos del proceso de control de temperatura mediante IoT2040 (SIEMENS, 2021a), Node-Red (Node-Red, 2021) y plataforma Ubidots (ubidots, 2021) para aplicar conceptos de Industria 4.0.

1.3 Justificación

A lo largo de la historia, los seres humanos han tenido que aprender a realizar diferentes trabajos para su supervivencia, desde las épocas prehistóricas en las cuales se tenía que aprender a cazar para sobrevivir, el descubrimiento del fuego, las herramientas o las formas en que se empieza a cultivar los alimentos y cada una de las acciones o procesos que han determinado la evolución y desarrollo del ser humano al día de hoy. Las revoluciones industriales son un claro ejemplo del desarrollo constante que busca el ser humano para lograr beneficios propios o colectivos pero que determinaron un salto en la historia, como se ve en la Figura 1, en el cual se puede observar que fue definitivo de cada revolución un concepto que permitió la fabricación en masa y en serie, mejorándolo en cada revolución con máquinas, sistemas, software y comunicación, los cuales fueron los constructores de los pilares de cada revolución.

La Cuarta revolución presenta retos como lo es la automatización del 100% de los procesos, la respuesta de los equipos a los diferentes estados del mismo; la comunicación autónoma entre cada uno de los equipos del proceso, la capacidad de adecuarse a cambios en los procesos en menor tiempo; la transferencia de información en tiempo real no solo de forma local, si no remota; la

capacidad de almacenar millones de datos sin saturar el sistema; el procesamiento de información y clasificación de la información; análisis con enfoque diferencial que permita a la industria la toma de decisiones en el menor tiempo y que permita corregir fallas y ajustar parámetros en la marcha del proceso sin tener que para la producción; mejorar y proporcionar tecnología de punta para satisfacer esta y muchas otras necesidades de la industria son algunos de los retos que ésta nueva revolución presenta (Rosin et al., 2020).

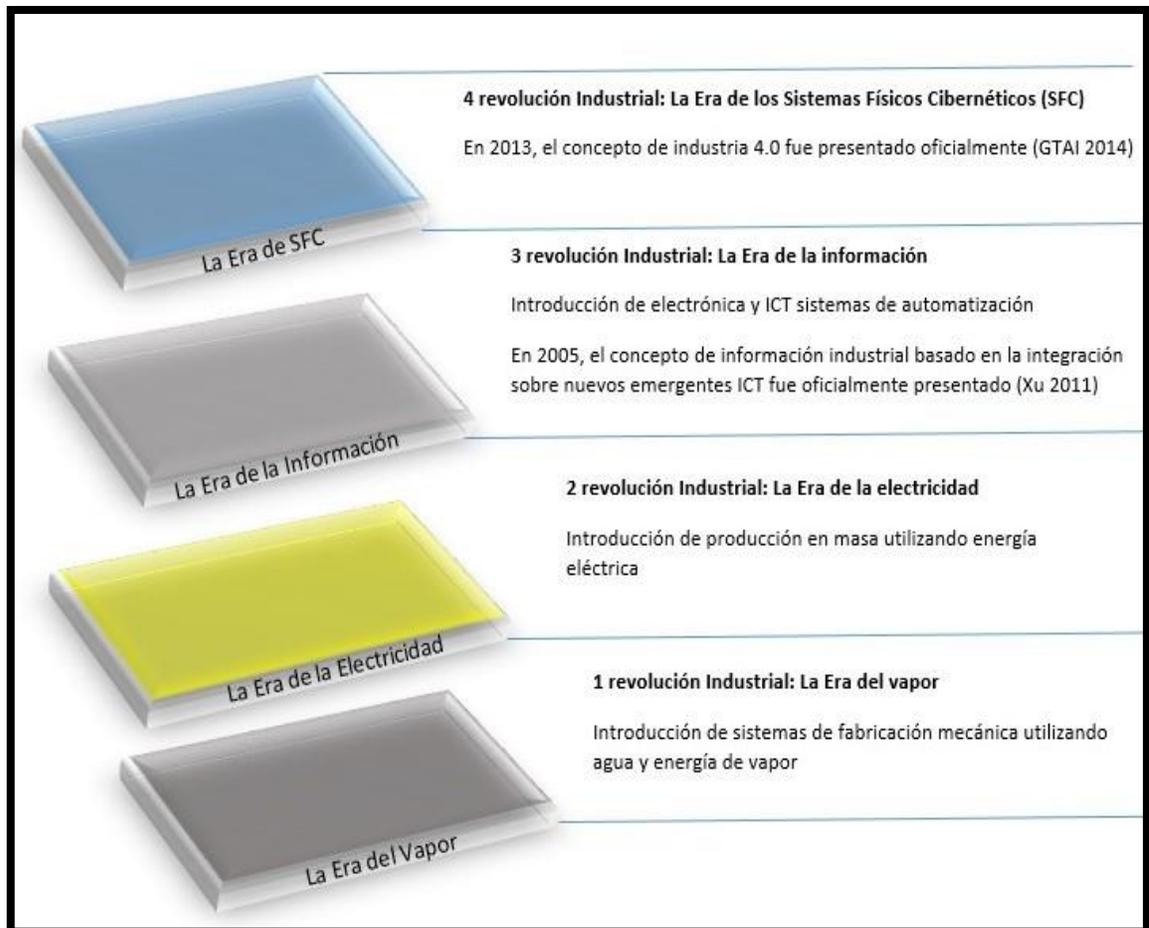


Figura 1. Evolución de la Industria 1.0 a la Industria 4.0. Tomado de *Industria 4.0: estado del arte y tendencias futuras, International* (Xu et al., 2018).

Es por esto que, para el ser humano que desea o está inmerso en cada engranaje de la fuerza que mueve la industria, es de vital importancia adquirir y mejorar los conocimientos en los diferentes campos de proceso que la nueva revolución nos enseña, campos como la IoT (Internet de las Cosas) que permite comunicar todos los equipos del proceso en un solo lugar, los CPS (Sistemas Ciberfísicos) donde se encuentra la inteligencia artificial en equipos físicos, el Big Data que permite almacenar, clasificar y analizar cientos de millones de unidades de información, que a través de tecnología RFID (Identificación por Radio Frecuencia) permite que equipos y productos se

comuniquen o identifiquen por medio de una señal inalámbrica, o la Ciberseguridad que protege la información de piratas cibernéticos entre muchos otros (Rozo, 2020).

Para afianzar los conceptos anteriormente descritos en los cursos ofrecidos por la empresa y resolver el problema de acceso a sistemas remotos que permitan el monitoreo de variables como por ejemplo temperatura, se diseñará un banco de prácticas que le permita configurar y observar las diferentes variables del proceso a través de una página web.

Adicionalmente, mediante el diseño y simulación de un proceso de control, la empresa Educatia quiere demostrar como un proceso de control industrial convencional, como lo es la temperatura, deja de ser convencional y evoluciona hacia la revolución 4.0, lo cual hace posible centralizar la información de diversas variables para trasladarlas a la Nube a través de internet, donde servidores remotos soporten procesos de Big Data. Con este proyecto se pretende demostrar que procesos sencillos o complejos pueden ser monitoreados en tiempo real y eficientemente, proporcionando herramientas para toma de decisiones concretas y efectivas.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se relacionan algunos proyectos relacionados en el tema de la Industria 4.0, que involucran monitoreo de variables físicas y utilizan herramientas propias de la Cuarta Revolución a nivel internacional y nacional.

Carles Dolz Perea de la Universidad Politécnica de Valencia, a través de su proyecto de grado: “Monitorización de un puesto de prácticas 4.0”, construyó un banco de pruebas con equipos industriales como un motor de inducción, diferentes tipos de variadores, servomotores y equipos de medición de tensión y corriente, los cuales mediante la programación de un PLC, realizan una serie de procesos que son monitoreados en la nube por medio de Node-Red con diferentes protocolos de comunicación como MQTT y un dispositivo IoT 2040 de Siemens que permite la recopilación de los datos entregados al controlador lógico programable. (Dolz, 2019)

De otro lado, Iván Velastegui y David Fernández de la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Azuay de Ecuador, a través de su proyecto de grado: “Diseño e Implementación de la Arquitectura del Internet Industrial de las Cosas para la Recolección de Datos en un Proceso de Manufactura”, realizaron la arquitectura y puesta en servicio de la recolección de información de un banco de trabajo, el cual hacía parte de un proceso de separación de productos metálicos y no metálicos que incorporaba un brazo robótico y diferentes sensores, y que, mediante un PLC y un dispositivo IoT 2040 de Siemens con pasarela de comunicación MQTT, y con plataforma en la nube ThingsBoard, recopilaron y organizaron los datos suministrados por el banco de pruebas del proceso industrial simulado (Velasteguí & Fernández, 2020).

Asimismo, Lisbeth Rivera de la División de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Santo Tomás, sede Bucaramanga, con su proyecto: “Soluciones IoT para la optimización del proceso de piscicultura en el Centro de Desarrollo Agroalimentario El Limonal”, monitorearon piscinas de peces para controlar parámetros como la temperatura, alcalinidad y PH por medio de una tarjeta electrónica Arduino, tecnología Lora WAN y el software de análisis Weka, haciendo uso del protocolo de comunicación HTTP (Rivera, 2020).

De igual forma, Diego Castelblanco y Diego Marroquín de la Escuela Colombiana de Ingeniería, del Programa de Ingeniería Biomédica, con su proyecto: “Sistema de monitoreo remoto de variables medioambientales en las salas de cirugía de una clínica de cuarto nivel de complejidad mediante el uso de internet de las cosas (IoT)”, monitorearon las condiciones de las salas de cirugía haciendo seguimiento de variables como la presión, el nivel de ventilación y el número de partículas, utilizando una tarjeta de desarrollo ESP8266 con características de conectividad Wifi, que mediante un protocolo de comunicación MQTT, almacenaba la información en la base de datos de Google, Firebase Real Time, alojada en la nube, con una interfaz que permitía visualizar los resultados de ese monitoreo (Castelblanco et al., 2020)

2.2 Bases teóricas

A continuación, se describe la terminología que será utilizada para el desarrollo del presente estudio, con el objetivo de establecer una base teórica que permita la comprensión de este documento.

2.2.1 Internet de las cosas (IoT)

Se entiende por IoT a la interacción entre elementos físicos y entornos virtuales, lo que permite que cada elemento físico tenga la capacidad de proporcionar información que pueda ser almacenada en plataformas virtuales por medio del Internet, generando millones de datos que una vez procesados proveen información que se utiliza para determinar posibles anomalías en los productos, componentes o modos de fabricación, estados y usos frecuentes; suministrando información en tiempo real en cualquier lugar (Tavizon et al., 2016).

El IoT ha tenido avances en diferentes aspectos, lo que ha permitido su introducción en diversos sectores, uno de ellos es el bajo costo al cual se consiguen los diferentes equipos, permitiendo acceso a diferentes grupos poblacionales. Los protocolos de red o de comunicación también han tenido un gran avance, al ser más fácil su integración a la nube, además del desarrollo de diferentes plataformas en la Nube que permiten almacenar, clasificar y supervisar la información de los procesos, productos y equipos, en tiempo real, permitiendo la recolección de tal información de manera rápida y confiable (Oracle.com, 2021).

2.2.2 Internet de las cosas Industriales (IIoT)

Este concepto es utilizado para llevar el término IoT a un nivel industrial, en el cual existen elementos como sensores, controladores y diversos sistemas que hacen parte de una planta de producción industrial, los cuales se encuentran directamente relacionados entre sí, permitiendo sinergia y

comunicación en toma de decisiones autónomas de acuerdo a la información que suministra cada uno de estos elementos; la cual es gobernada por plataformas en la Nube mediante comunicación a través de Internet. Así mismo, esta recopilación de datos permite la clasificación, análisis e intercambio de la información entre las diferentes etapas de un proceso, con el fin de darle valor agregado a un producto, aumentar la producción, reducir costos de producción y/o solucionar problemas en tiempo real (Boyes et al., 2018).

2.2.3 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un Controlador Lógico Programable (PLC) es un equipo electrónico que permite ejecutar o realizar tareas individuales o conjuntas, con monitoreo constante, gracias a la integración de una CPU, que garantiza que los procesos que se estén interviniendo por medio de este dispositivo sean realizados de manera confiable y que en caso de errores o fallas en el programa o en el sistema, estos puedan ser detectados oportunamente, garantizando la integridad de los productos y los equipos que hacen parte del proceso (Sehr et al., 2020)

2.2.3.1 SIMATIC S7 1200

Es un controlador de la empresa Siemens que permite automatizar procesos industriales, diseñado con una CPU compacta, con señales de entrada y salida en el mismo dispositivo, y que permite incluir módulos adicionales que robustecen su capacidad. Es una interfaz que permite comunicar los instrumentos de medición, válvulas y diferentes variables con el PLC ya sean análogas o digitales, este equipo permite reconocer y realizar seguimiento de modo que sea comprensible para el personal que maneja el proceso de programación y mediante pantallas de visualización como las HMI se permite que el operador encargado del proceso en planta visualice y manipule fácilmente las variables que influyen en el funcionamiento del mismo, permite el manejo de protocolos de comunicación como PROFIBUS, PROFINET, IO-LINK lo que es una ventaja a la hora de generar soluciones para los diferentes procesos sin tener que instalar otro PLC.(SIEMENS, 2021b).

2.2.4 IoT 2040

Es un dispositivo electrónico de la empresa Siemens que funciona como puerta de enlace a la Nube, permite la captación de información de forma segura y confiable, la cual es recopilada por un PLC y transferida por ETHERNET al dispositivo que, mediante protocolos abiertos, permite que información de sensores, equipos y procesos, suba a la Nube, para luego ser almacenada, clasificada y procesada para toma de decisiones de alto impacto y en tiempo real (SIEMENS, 2021a).

2.2.5 Node-Red

Es una herramienta tecnológica que funciona como *bróker* o intermediario entre un cliente publicador y un cliente suscriptor, basado en una programación de flujo que permite unir cajas o nodos de información que facilitan la programación del usuario habilitando la conexión de hardware, API (Interfaz de programación de aplicaciones) y servicios en línea como AWS (Amazon Web Service) o Microsoft Azure. Esta herramienta dispone de un editor de flujo basado en el navegador, lo que permite la conexión de miles de nodos guardados en sus librerías y guardar funciones o plantillas que podrán ser utilizadas en otros programas desarrollados con esta herramienta (Node-Red, 2021)

2.2.6 La Nube

Es un término utilizado para describir una red mundial de servidores conectados entre sí, el cual genera un ecosistema en la red, lo que permite, a las empresas o creadores de contenido, guardar información, almacenar datos y contenido, ejecutar aplicativos o entregar a los usuarios servicios o contenido. Lo que antes se tenía que hacer en un equipo local ahora se puede hacer de forma virtual, desde cualquier parte del mundo, solo conectándose a la Internet (Microsoft Azure, 2021).

2.2.7 Ubidots

Es una plataforma Web que utiliza la Nube para almacenar información y permitir crear aplicaciones en las cuales se pueden conocer las diferentes variables transmitidas por los equipos de IoT de las empresas o industrias. En esas aplicaciones, se pueden organizar y clasificar datos de acuerdo a los parámetros requeridos por la empresa, lo que permitirá la toma de decisiones y el conocimiento en tiempo real de los valores en cada equipo y paso del proceso; también permite enviar mensajes de texto con alertas o avisos importantes parametrizados por el usuario. La recopilación de información centralizada permite asignar un rol a cada usuario y establecer una jerarquía que permite a cada uno de ellos conocer estrictamente las variables a las cuales le otorgaron acceso (Ubidots, 2021).

Capítulo 3. Marco metodológico

El presente capítulo se realiza la explicación de las acciones que se van a llevar a cabo durante la implementación del presente proyecto para el desarrollo de sistema de monitoreo para un proceso de control de temperatura mediante PLC e IoT para la empresa Educatia.

3.1 Población / Muestra

La población objeto de este proyecto de grado son todas aquellas personas que pertenezcan al campo laboral en las industrias, que estén directamente involucrados en los procesos de producción, monitoreo, programación o mantenimiento; estudiantes universitarios que desean adquirir conocimientos de la industria 4.0 que los lleve a ser personal idóneo para la cuarta revolución.

Actualmente, la empresa cuenta con más de 500 personas suscritas en su plataforma web, más de 14.000 seguidores en su canal de YouTube y 20 estudiantes aproximadamente realizando curso de IoT con PLC de forma virtual. De acuerdo con los datos suministrados por la empresa, más del 80% son personas que laboran en el sector industrial, el porcentaje restante pertenece a personas que desean capacitarse para obtener empleo en el sector industrial. Con el desarrollo de este proyecto se pretende con este proyecto lograr una base para la construcción del banco de Temperatura, permitiendo a las personas que estudian en este centro de formación adquirir conocimientos de la cuarta revolución.

3.2 Materiales

A continuación, se presentan los componentes que se utilizaron para la implementación de este proyecto:

- Software de diseño de planos eléctricos EPLAN.
- Software de Diagrama P&ID Microsoft Visio.
- Software de programación TIA PORTAL V16.
- Herramienta tecnológica en la internet para la recepción y envío de datos Node-Red.
- Plataforma web de almacenamiento y visualización de datos Ubidots.

- PLC S7-1200 de Siemens.
- Dispositivo electrónico IoT 2040 de Siemens.
- Computador.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Selección de equipos eléctricos y electrónicos.

Para la selección los equipos eléctricos y electrónicos fueron convocados a las instalaciones de la empresa Educatia, el docente encargado del curso de instrumentación, un técnico en automatización industrial, el programador web y el ponente del proyecto de grado, con el objetivo de definir los criterios de selección de los dispositivos necesarios para mejorar el acceso remoto a los bancos de practica y para el diseño de uno nuevo que permita integrar sistema de monitores con componentes IoT. En la Tabla 1 se listan los componentes seleccionado para la implementación del sistema propuesto.

Tabla 1. Equipos eléctricos y electrónicos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	PLC S7-1200 / CPU 1212C / DC/DC/RLY	1
2	Módulo AI/AQ SM 1234	1
3	SIMATIC IoT 2040	1
4	Barraje 2 Polos 100 A	1
5	Fuente De Voltaje 24 VDC/ 1.5 A	1
6	Bombillo Incandescente 100W	2
7	Ventilador 110VAC	1
8	Transmisor de temperatura entrada 24 VDC salida 4 A 20 mA	1
9	Interruptor termo magnético 1X10A	1
10	Interruptor termo magnético 1X6A	1
11	Interruptor termo magnético 1X2A	2
12	rele bobina A 24 VDC/ 2 NA	2
13	Pulsadores	4
14	Paro de emergencia	1
15	Selector de 3 posiciones	1

3.3.2 Diseño de planos eléctricos.

Los planos de control y de potencia del banco de control de temperatura se elaboraron mediante el software EPLAN. Estos planos permiten identificar la forma en que se deben realizar las conexiones de los diferentes componentes que estarán incorporados en el banco. Además, se incluye el diseño del banco donde se proponen las dimensiones y distribución de los equipos. Ver anexos 1 al 8.

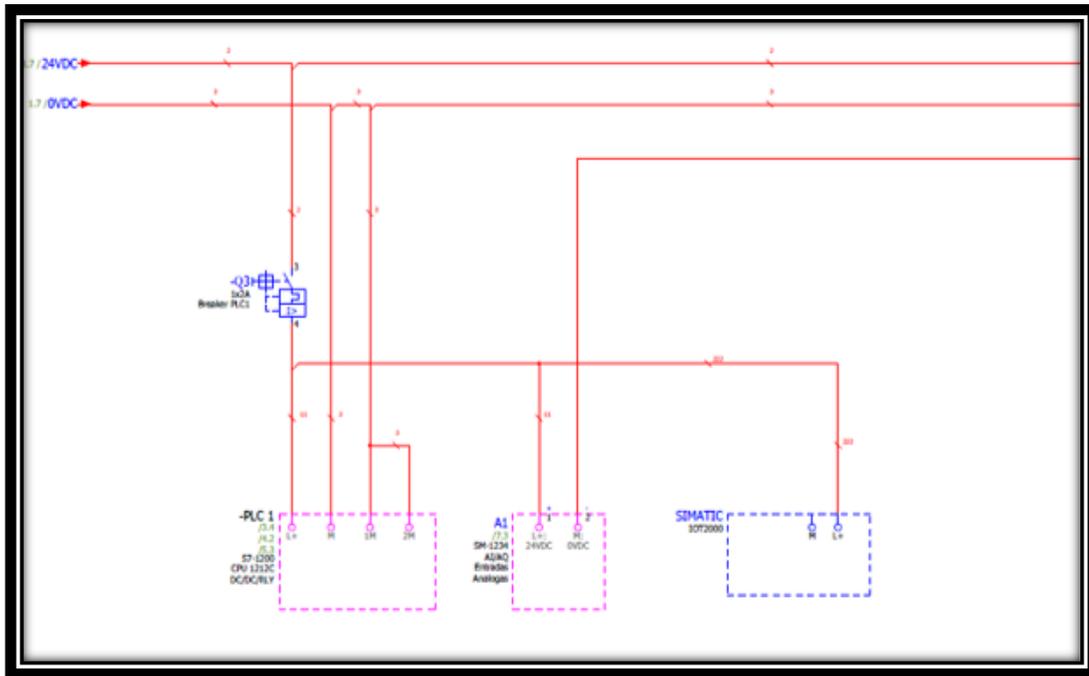


Figura 2. Imagen diseño de circuitos electricos

En el 1 anexo se visualiza la tensión a la cual se trabajará, además de una fuente de voltaje de 24 V DC que será energizada y llevada a un barraje, el cual permitirá derivar esta señal en los diferentes componentes. En el 2 y 3 anexo se visualiza la alimentación del PLC 1200 de un módulo de entradas analógicas, el IoT 2040 y un módulo de salidas digitales. En el anexo 4 se dan a conocer los componentes manuales que debe tener el banco de procesos tales como un mando de encendido, un mando de apagado y una parada de emergencia entre otros.

En el 5 anexo se observa la salida de las variables digitales tanto de calefacción como de enfriamiento de los bits del PLC, las cuales llegan a un relé el cual es energizado para que en el 6 anexo permita el paso de la energía por medio de un contacto de estos relés para que sean energizados los actuadores en el sistema. Por último, en el 7 anexo se muestra el lazo de control el cual permite que el transmisor sea energizado y permita enviar, la información censada, al PLC por medio de una señal de 4 a 20 mA.

3.3.3 Diagrama P&ID

El diagrama P&ID del banco de control de temperatura se elaboró mediante el software Microsoft Visio®, el cual permite identificar la instrumentación que se utiliza para este banco, las diferentes señales que se generan, los componentes que están involucrados en el proceso, los TAG de los equipos y el lazo de control del proceso. Ver anexo.

3.3.4 Programación del proceso de control

La programación del proceso de control de temperatura se realizó mediante el software Tia Portal V16 ya que el PLC que se utiliza en el proyecto es S7-1200, siendo los dos dispositivos de la empresa Siemens. El proceso de programación se inició elaborando las tablas de variables, las cuales permiten llamar a los diferentes componentes de entrada, salida y marcas, que se utilizan durante la programación, la cual se realiza mediante el lenguaje *Ladder* o escalera. Ver 10 anexo.

La base de la programación se realizó en un bloque OB1, en el cual se verificaron las condiciones iniciales del proceso, para garantizar que ningún elemento esté en funcionamiento antes de empezar el proceso, al iniciar la programación los bloques FC1 (Valor de temperatura) y FC2 (Ventilador), se energizan para que se logre realizar el proceso que dentro de cada bloque se describe en el párrafo a continuación. se da la secuencia de encendido y apagado de los equipos y el encendido y apagado del paro de Emergencia. Ver 11 anexo.

El bloque FC1 es el encargado de recibir la señal que envía el transmisor de temperatura TT-110, la cual es de 4 a 20 mA y el bloque NORM X traduce en un valor de palabra de 0 a 27648, el cual reconoce el PLC, para luego en el bloque SCAL X escalar ese valor de palabra en un valor de la variable física que se está censando, que es temperatura en este caso (°C). Ver 12 anexo.

El bloque FC2 es el encargado de encender el ventilador mediante unos bloques de comparación que deciden si el valor entregado por el TT-110 está por encima del *set point*, que es ajustado por el operador en pantalla, dando inicio a un bloque temporizado, que es predeterminado por el operador

en pantalla, el cual decide cuantos segundos debe esperar para iniciar el proceso de ventilación. Ver 13 anexo.

Un bloque de PID en el cual ingresa el valor ya escalado y lo compara con el *set point*, entregado por el operador en pantalla, permitiendo a este bloque realizar procesos proporcionales, integrales y derivativos; para enviar una señal de salida que permita al sistema o al actuador llegar más rápido al *set point*, y que continúe en ese valor, en el menor tiempo posible. Ver 14 anexo.

También se utilizó un bloque de datos, que permite almacenar o guardar las variables entregadas por el operador en pantalla, y que estas no se borren si el programa se apaga o los equipos presentan una caída del suministro de energía, permitiendo restablecer el valor al iniciar de nuevo los equipos en los últimos introducidos por el operador.

Por último, se estableció la conexión con el PLC para supervisar la programación y conocer si las variables y los parámetros fueron programados de forma correcta. Para lo cual, en la parte superior del Tia portal se encuentra un ícono (anaranjado) con el aviso de “establecer conexión online”, donde aparece una ventana en la cual se debe hacer el enlace al PLC mediante la dirección IP.

3.3.5 Desarrollo de la pantalla de simulación

la pantalla de simulación fue desarrollada en el software Tia Portal mediante HMI_RT_1 (*WinCC Runtime Advance*), en la cual se parametrizan cada uno de los elementos de control, como lo son el *Start*, el *Stop*, la parada de emergencia y el *set point*. Igualmente, se puede visualizar si el transmisor este encendido, si los actuadores están funcionando y el valor actual del sistema. Además, se les dio forma y color para ofrecer una interfaz amigable, que permita realizar el control del sistema, permitiendo realizar la simulación del proceso de control de temperatura a través de un computador personal. Ver 15 anexo.

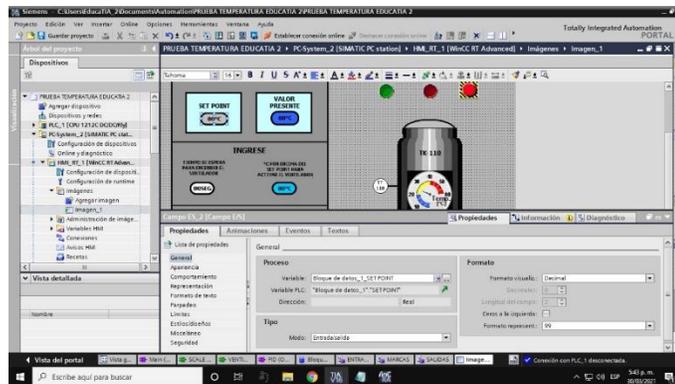


Figura 3. Grafica de simulacion en proceso de construccion

3.3.6 Configuración de Node-Red

Para ingresar a Node-Red se debe acceder a una pestaña del navegador y digitar la dirección IP del IoT 2040 seguido de “:” y los números 1880, en la cual se encontrará el bróker o pasarela, la cual se configuró para que los datos que se envíen por medio del IoT 2040 sean transmitidos por Node-Red y entregados a la plataforma en la Nube. Ver 16 anexo.

Es imprescindible que el programa en el PLC ya este activo, para supervisar que los valores que registra el PLC los esté recibiendo Node-Red y, posteriormente, los esté leyendo Ubidots. Ver 17 anexo.

En el lado izquierdo de la pantalla se encuentra una barra de herramientas o nodos que permiten realizar diversos procesos, para el proyecto se debe encontrar el nodo del PLC “s7 in” nodo que se encuentra en color verde. El cual permite mediante parametrización del nodo traer una variable de nuestro PLC para ser reconocida por Node-Red. En esta parametrización se debe escribir la dirección IP del PLC y darle un nombre al dispositivo (Ver 18 anexo). También se debe indicar la variable que se quiere supervisar. Para esto Node-Red dispone de una tabla de conversión del lenguaje de programación del S7 que es el tipo de lenguaje de programación de Tia portal, donde se realiza la programación del proceso a controlar al lenguaje Node-Red, el cual es fundamental para que la pasarela pueda reconocer la variable y transportarla hasta su destino final que para este caso es Ubidots.

El siguiente paso es seleccionar de la barra de nodos un nodo llamado Ubidots Out, el cual es el nodo de la plataforma en la Nube, la cual será el encargado de enviar la variable y realizar su comprobación y registro en tiempo real. Para lograr este objetivo es necesario entrar a la plataforma Ubidots para copiar el *token* que será importante en la sincronización de datos entre Node-Red y Ubidots. Además, se debe dar nombre al bloque de entrada para que la reconozca en Ubidots. Ver 19 anexo.

Luego se debe seleccionar de la barra de nodos, un nodo de nombre función que permite mediante escritura de código JSON leer la variable de String (Cuerda) a JSON (JavaScript Notación de Objeto) lo que permitirá que el destino en la Nube la pueda leer. Ver 20 anexo.

Para terminar, se deben unir los nodos mediante lazos de conexión que serán los encargados de la transmisión virtual de los datos mediante la pasarela y la recepción de la información en tiempo real en la plataforma Ubidots. Ver 21 anexo.

De esta manera, se genera la transmisión por la pasarela de las diferentes variables que se quieran visualizar en la Nube mediante la plataforma Ubidots.

3.3.7 Configuración de la Plataforma Ubidots

Al ingresar a la plataforma Ubidots, se debe revisar si el nodo creado en Node-Red sí está siendo leído por Ubidots. Para ese fin, se debe ir a las opciones de la parte superior y dar clic en *Devices*, y ubicar el nodo con el nombre que se registró en el nodo de Ubidots agregado, luego se debe dar clic en él, y revisar que el valor que está leyendo es el mismo que el que está registrando el PLC. Ver 22 anexo.

Luego de reconocer el nodo, se debe generar un *dashboard* en el cual se visualizarán todas las variables que se quieran conocer del proceso de control de temperatura, para ello se agrega el nombre al *dashboard*, el cual será Banco de control de temperatura. Ver 23 anexo.

Por último, se realiza la visualización de las variables mediante gráficas, imágenes e ilustradores con los que cuenta la plataforma para permitir conocer y monitorear de una forma amigable los valores que está registrando el proceso en tiempo real, además de variables internas del PLC, como el valor de la palabra que entrega, en la figura 3 se muestra las primeras trazas de datos y diseño de tablero. También, Ubidots permite el almacenamiento en la nube, lo que garantiza la generación de reportes del comportamiento de las variables o del estado de las mismas. Ver 24 anexo.

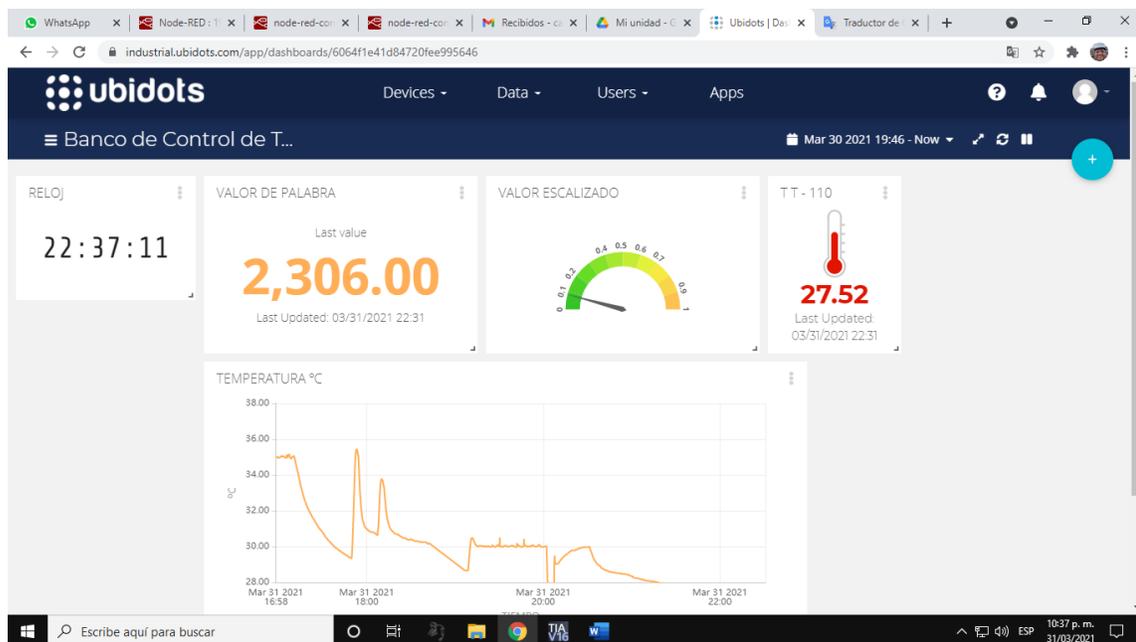


Figura 4. Bosquejo de la pantalla inicial de Ubidots

Capítulo 4. Análisis de resultados

El proyecto de grado se enfocó en diseñar un banco de control de temperatura para el monitoreo de variables a Travers de un sistema IoT, que se utiliza en los cursos virtuales que ofrece la empresa Educatia, especialmente, en el curso de automatización industrial, lo anterior, con el objetivo de optimizar el acceso remoto de sus estudiantes y el porcentaje de estudiantes que se conectan al sistema previo a la sesión de clase.

Otro objetivo del presente proyecto es diseñar un banco de control de procesos, específicamente de la variable temperatura que permita lograr mejorar las habilidades de resolución de problemas y comprensión de conocimientos y desarrollar el concepto de Iot con PLC mediante un monitoreo remoto del banco de práctica.

Antes de iniciar se tenía un gran problema en las instalaciones de la empresa Educatia y se basaba en la baja capacidad de internet que tenían lo que interfería en las operaciones de los cursos de forma virtual para lo cual fue necesario el cambio de operador y garantizar una estabilidad y velocidad que fuera capaz de soportar los procesos educativos y necesarios para realizar las diferentes etapas del proyecto a ejecutar de una forma más eficiente.

4.1 Análisis del resultado para el objetivo “Realizar los planos eléctricos y diagramas de instrumentación (P&ID) para el banco de control de temperatura”.

Para realizar los planos eléctricos y los diagramas P&ID cumpliendo con el objetivo establecido se requería de un software de diseño para lo cual la empresa no contaba con licencia para ningún programa en los cuales se puede realizar estos diagramas generando así un problema, por lo anterior fue necesario descargar el software gratuito que permite un acceso limitado y que al momento que se vencía su tiempo de prueba se tenía que desinstalar el programa del computador y si era necesario formatear el equipo para que se lograra instalar de nuevo la versión de prueba y terminar de realizar los diagramas presentados.

Con el diseño de los planos eléctricos, la selección de materiales y el diagrama P&ID, la empresa Educatia puede realizar la construcción del banco de practicas cuando disponga de los recursos

necesarios para la compra de todos los dispositivos. Esto permite avanzar en la implementación del sistema IoT con PLC.

El diseño de los planos eléctricos permite la interpretación grafica de cada uno de los componentes que intervienen dentro del sistema, permitiendo a la persona que realizara las prácticas reconocer y/o aprender la forma en la que cada componente se diseña en el plano y la forma en que se deben leer e interpretar para un mejor aprendizaje. El diagrama P&ID permite la interpretación de los instrumentos de medición que se realizan en el banco de trabajo además de saber y conocer la forma en que se maneja la simbología que se utiliza en este tipo de diagramas, también se realiza el análisis del proceso que se realiza en el banco de trabajo mediante el diagrama P&ID lo cual garantiza que la persona que realizara las pruebas obtenga claros conceptos de interpretación de planos eléctricos y de instrumentación mediante las pruebas practicas y formativas acorde a los procesos que se realizan en las diferentes industrias del Departamento del Meta y también a nivel Nacional.

4.2 Análisis del resultado para el objetivo “Programar el control de temperatura mediante el software TIA PORTAL y PLC S7 1200 para la automatización del proceso a simular”.

Para la selección del software de programación se realizó una búsqueda de los diferentes softwares de programación de PLC que se tienen disponibles en el mercado obteniendo como resultado de la búsqueda los siguientes productos:

- Software de programación de PLC Allen-Bradley RSLogix 500.
- Software de programación de PLC Siemens Tía Portal V16
- Software de programación de PLC Schneider Modicon 241/251
- Software de programación de PLC ABB Automation Builder
- Software de programación de PLC independiente del fabricante Codesys

De los cuales el software de la empresa Siemens fue el seleccionado ya que la empresa donde se ejecuta el proyecto cuenta con un equipo s7-1200 a demás la forma en la que el software presenta su contenido hace que el trabajo de programación sea mas amigable con el programador, con iconos y ventanas muy fáciles de interpretar, comandos y bloques de programación que permiten el entendimiento del sistema y del programa de una forma más rápida.

La empresa Educatia al no contar con una licencia del software fue necesario descargar la versión gratuita para el desarrollo del objetivo y la programación del Banco de monitoreo lo que permitirá en el momento de la construcción poder implementar de forma inmediata la programación al proceso

lo que será de mucha ayuda para la empresa generando la posibilidad de ofrecer a los estudiantes la posibilidad de realizar las prácticas en este sistema de forma inmediata.

Se tomó el criterio basados también en la mayoría de industrias del departamento las cuales utilizan equipos de la marca siemens que es comercial y de fácil acceso y configuración, que soporta trabajos de industria y responde a las necesidades industriales como las de palma de aceite, caña de azúcar, lecheras entre otras industrias que trabajan con estos equipos y con el software de programación Tia Portal V16, lo que permitirá que las personas que realicen las prácticas en este banco de pruebas estén identificadas con los equipos industriales que en la actualidad se manejan.

4.3 Análisis del resultado para el objetivo “Simular el proceso de temperatura mediante el software WIN CC RUNTIME ADVANCE DE SIMATIC para control de temperatura en el PLC”.

Para el proceso de simulación del banco de pruebas inicialmente se presento el software de simulación VirtualmakTCP el cual pretendía mostrar en pantalla el proceso que se estaba controlando en el banco de procesos de temperatura, pero al momento de indagar y revisar las plantillas de trabajo de este software se concluyo que no cuenta con una forma adecuada de presentar las variables que se están midiendo y los gráficos que se utilizan no logran realizar el trabajo de visualización del proceso.

Dando como resultado a este problema la implementación del software que viene dentro del paquete de Tia Portal WIN CC el cual permite realizar una pantalla que es diseñada desde un comienzo y que permite la inclusión de los procesos y variables que en este banco de procesos se quiere mostrar, también permite fácil vinculo entre las variables del programa y las imágenes en las cuales se van a mostrar esos datos que el proceso este llevando a cabo. Ya en el momento de ejecutar el programa es muy fácil ejecutar la imagen virtual del proceso interactivo que me permite tener una simulación real de un proceso SCADA que se realiza en las grandes industrias del Departamento y a nivel nacional, logrando el objetivo de llevar a las personas que realicen el banco de pruebas tener una inmersión real o una simulación de un proceso industrializado que permita formar y mejorar las capacidades de interpretación de componentes, llamado de variables, parametrización y ejecución de valores que determinen el comportamiento del proceso y los valores a los cuales desea trabajar. Pantalla que es posible visualizar en la figura. 16. Pantalla de simulación.

Teniendo en cuenta los diferentes aspectos que debía tomar la pantalla se realizó un bosquejo de la misma la cual fue presentada a la empresa Educatia (ver figura 5), generando diferentes conceptos técnicos con relación a lo que se quería lograr con la visualización de la pantalla que da como resultado la pantalla terminada en su totalidad lo que permitirá a la empresa Educatia al momento de la construcción de banco de monitoreo, la carga y ejecución del proyecto al PLC S7 1200 tener de forma local la visualización de las variables que se están midiendo y que también serán observadas de forma remota por medio de la página web garantizando mejorar el aprendizaje de los estudiantes garantizando la fidelidad de los datos vistos en pantalla y los enviados a la Nube.

4.4 Análisis del resultado para el objetivo “Registrar los datos del proceso de control de temperatura mediante IoT2040, Node-Red y plataforma Ubidots para aplicar conceptos de Industria 4.0”.

Tabla 2. Criterios de selección de plataforma

Criterio de selección	AWS	Ubidots	Watson IoT
Acceso gratuito	NO	SI	NO
Material de apoyo	NO	SI	NO
Comunidad de desarrolladores	NO	SI	NO
Comunicación con PLC	SI	SI	SI
Uso industrial	SI	SI	SI
Integración con Node red	SI	SI	SI
Cantidad de variables	SI	SI	SI

Los criterios de selección establecidos en la Tabla 4, se encuentran ordenados de acuerdo con su importancia, siendo el acceso gratuito el criterio de mayor peso y cantidad de variables el de menor peso, de acuerdo con lo anterior, solo 1 de los 3 programas analizados cumplen con el primer criterio de software libre y gratuito por lo cual se eligió este software Ubidots como plataforma en la Nube para realizar el proceso de integración IoT.

Ya con la selección del programa a utilizar se inicia la creación del tablero con los diferentes elementos interactivos que la plataforma tiene para lograr obtener una visualización más armónica del proceso que se está monitoreando, se presenta a la empresa Educatia un tablero inicial los cuales

son puestos a evaluación del personal de la empresa generando una lluvia de ideas y mejoras para el tablero final y que gracias al trabajo realizado con los aportes se logra crear el tablero final que permite la interpretación clara y detallada del monitoreo de las variables de temperatura y demás variables que están inmersas en el proceso.

El diseño del tablero en la plataforma Ubidots será el resultado que inmediatamente esté funcionando físicamente el proceso será habilitado por la empresa Educatia a sus estudiantes y nuevos ingresos al programa garantizando toda la ruta de aprendizaje de la industria 4.0 y que manejando la filosofía inicial de la empresa facilitara que las personas que tomen el curso de forma virtual puedan conocer los valores reales que se están manipulando y ejecutando en el banco de monitoreo de temperatura.

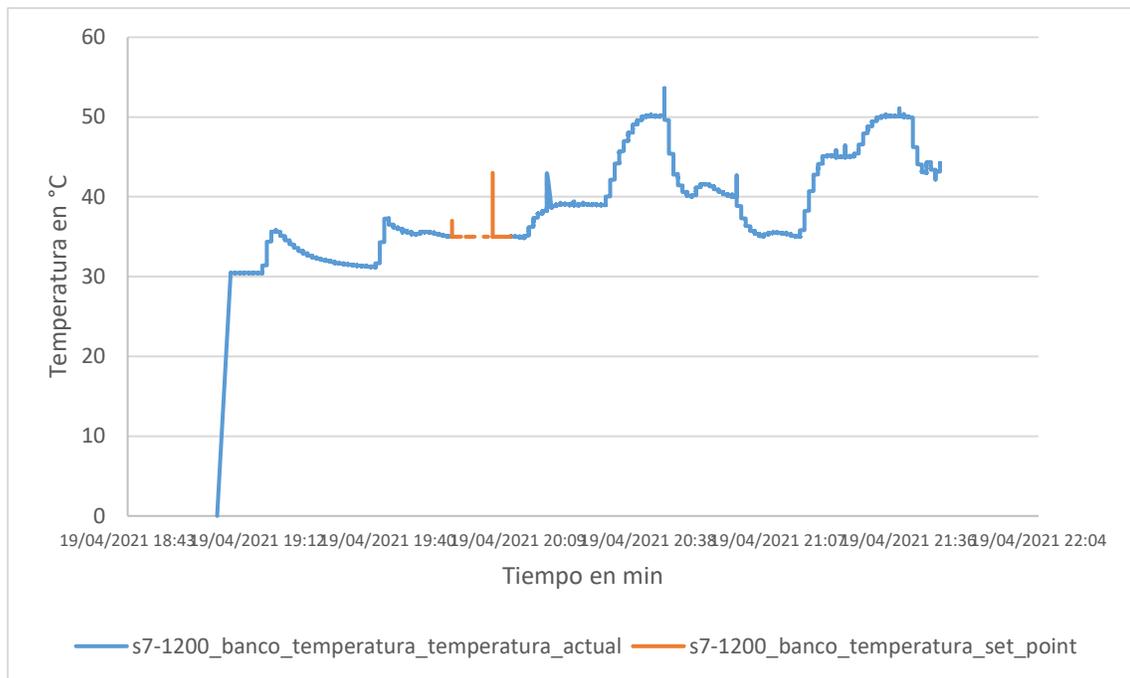


Figura 5. Recepción de información a plataforma en la Nube del proceso de control de temperatura del banco de procesos.

La Figura permite identificar el comportamiento que tienen los datos enviados a la plataforma, en la que se puede apreciar en azul el valor actual del parámetro observado y en anaranjado el valor al cual tiene que llegar la variable censada. La Figura, también permite observar que no se presenten fallas en la transmisión de la información a la Nube, garantizando fiabilidad y seguridad en la transmisión en los datos.

De acuerdo con la Figura , se logró determinar que el banco de procesos de control de temperatura en su fase de ejecución, envió a la base de datos de la plataforma en la Nube Ubidots aproximadamente 5496 datos, en un periodo de tiempo que data de las 19:06 a las 21:43 para un intervalo total de 2 horas y 37 minutos, lo que permite identificar la gran capacidad que tiene el sistema de captar información del proceso que esté realizando.

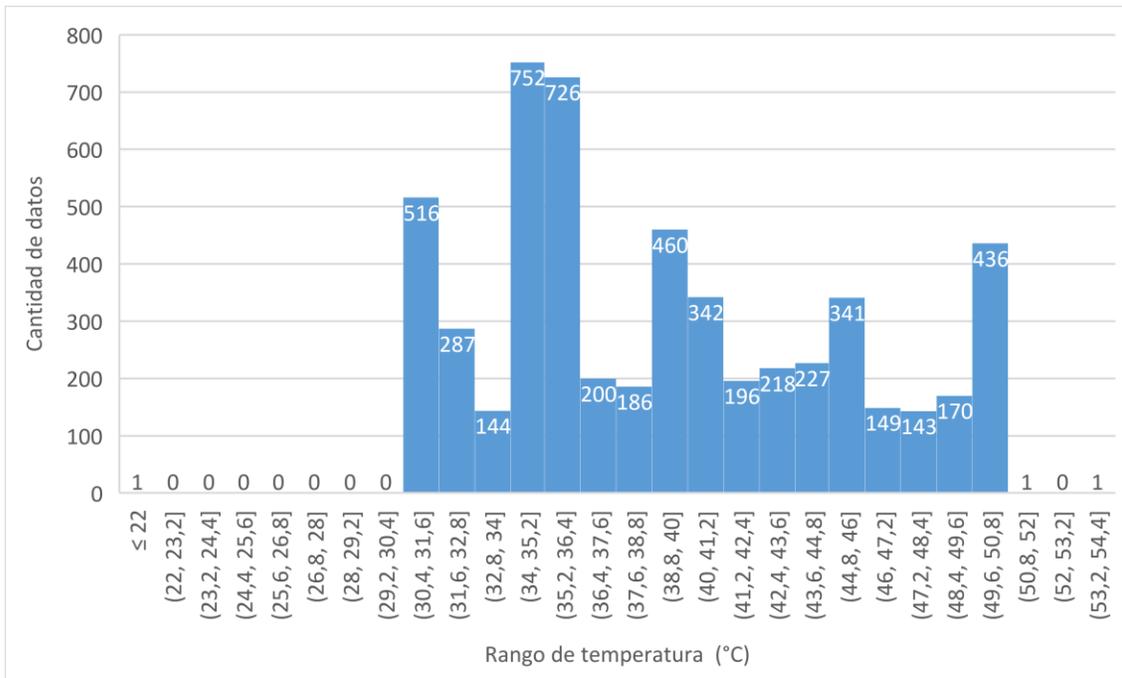


Figura 6. Número de datos de temperatura entregados a la nube por rangos de temperatura.

Es importante resaltar que el sistema responde a los cambios que presenta el proceso, por lo cual observamos en la gráfica 4.1 los diferentes rangos de temperatura y la cantidad de cambios que se produjeron en éstos, logrando el objetivo de captar la información en tiempo real, lo que permite un constante monitoreo de los procesos que estos sistemas estén evaluando, y permite a partir de cambios bruscos de temperatura, reaccionar de forma eficiente y oportuna.

Debido al análisis realizado de los datos que este sistema de monitoreo envía a la plataforma Ubidots es necesario que cada persona que realice la ejecución de las prácticas en este banco de monitoreo tenga que registrarse en la página web con el objetivo de tener una cuenta de prueba que le permita tener el Tablero diseñado en este proyecto y que puede medir ver y analizar los procedimientos que

con esta plataforma se pueden realizar y el docente que ejecute la practica pueda monitorear lo que el estudiante realiza.

Mediante este proceso se pudo analizar que, por medio de la plataforma Ubidots, es posible enviar información al PLC para que los dispositivos o el programa que se está ejecutando lo puedan realizar. En las pruebas realizadas se diseñó, en la interfaz de la Nube, un elemento que permitió manipular el *set point*, o punto de referencia, en el momento en que las pruebas se estaban realizando. La manipulación de esta variable en la red obtuvo una respuesta inmediata en el programa diseñado en Tia portal, y se pudo comprobar que este tipo de tecnología es capaz de resolver problemas en los procesos, sin que un operador se encuentre permanentemente involucrado en el proceso o se encuentre en área de trabajo.

En la Tabla 2 se describen los costos que se tendrían a la hora de realizar la inversión del montaje del banco de pruebas, el cual no es tan costoso comparado con el aprendizaje que estos módulos podrían llegar a prestar a las personas, es también de tener presente que los costos varían dependiendo del momento y la fluctuación del dólar ya que algunos equipos son importados. También el tipo de licencia que el centro de formación desee comprar del software de programación TIA PORTAL y de la plataforma en la Nube con la cual se desee trabajar son costos adicionales que se deben asumir, además de los equipos de cómputo para que se puedan visualizar los procesos que se están realizando.

Tabla 3. Costo de producción del banco de procesos

Ítem	Descripción	Cant.	Vr. Unitario	Vr. Total
1	PLC S7-1200 / CPU 1212C / DC/DC/RLY	1	\$ 1.300.00,00	\$ 1.300.00,00
2	Módulo AI/AQ SM 1234	1	\$ 450.00,00	\$ 450.00,00
3	SIMATIC IoT 2040	1	\$ 930.000,00	\$ 930.000,00
4	Barraje 2 Polos 100 A	1	\$ 100.00,00	\$ 100.00,00
5	Fuente de voltaje 24 VDC/ 1.5 A	1	\$ 210.00,00	\$ 210.00,00
6	Bombillo incandescente 100W	2	\$ 2400.00	\$ 4800.00
7	Ventilador 110VAC	1	\$ 35.00,00	\$ 35.00,00
8	Transmisor de temperatura entrada 24 VDC salida 4 A 20 mA	1	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
9	Interruptor termo magnético 1X10A	1	\$ 87.000,00	\$ 87.000,00
10	Interruptor termo magnético 1X6A	1	\$ 62.000,00	\$ 62.000,00
11	Interruptor termo magnético 1X2A	2	\$ 49.000,00	\$ 98.000,00
12	Rele bobina A 24 VDC/ 2 NA	2	\$ 70.000,00	\$ 140.00,00
13	Pulsadores	4	\$ 18.000,00	\$ 88.000,00
14	Paro de emergencia	1	\$21.000,00	\$21.000,00
15	Selector de 3 posiciones	1	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00
16	Manómetro	1	\$ 50.00,00	\$ 50.00,00
17	Cable apantallado 2X22AWG /m	3	\$ 8.000,00	\$ 24.000,00
18	Accesorios de montaje		\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
19	Tanque con facilidad roscada de ½ NPT	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
20	Estructura soporte	1	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
21	Mano de obra		\$ 450.000,00	\$ 450.000,00
TOTAL MONTAJE BANCO DE PRUEBAS				\$ 3.109.000,00

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Con el banco de procesos de control de temperatura se logró conocer mediante los diagramas de potencia y control los diferentes componentes que se necesitan para que estos procesos funcionen, la implementación de salidas y entradas analógicas y digitales por medio del PLC y como todo debe ser ejecutado por medio de una cadena de trabajo para que el sistema pueda ser capaz de realizar y ejecutar la labor por la cual se ha diseñado.
- El desarrollo del diagrama de instrumentación y tubería que se desarrolló en este proyecto, permitió conocer la importancia que se tiene en el buen desarrollo y ejecución de este tipo de documentos, ya que son fundamentales para los instrumentistas en el proceso de garantizar que los procesos que se plasman en estos documentos se puedan hacer en las áreas de trabajo y cumplan con su propósito. La implementación de formación en esta área del conocimiento permitirá que las personas que sean capacitadas forjen o adquieran conocimientos vitales en busca de mejorar sus aptitudes y competencias laborales en una industria tan competitiva.
- La implementación de tecnología que se utiliza en las áreas de trabajo en la industria local, permite que el desarrollo de este proyecto brinde herramientas que permiten a la persona adquirir conocimientos en áreas de la programación de PLC o controladores lógicos programables en lenguajes de programación simples y capaces de realizar tareas que diariamente son manejadas en la industria como el control de temperatura, y que mediante la arquitectura que se planteó son fácilmente capaces de ser replicados en procesos industriales como el control de presión, nivel o caudal entre otros procesos que la industria local, nacional o internacional maneja debido a los estándares internacionales que se manejan en la actualidad.
- La Industria 4.0 o cuarta revolución nos lleva mediante este proyecto a la utilización de equipos de última generación como el IoT 2040 de Siemens que permitió que la base de esta revolución fuese posible, la captura de datos y envío a plataformas en la Nube y que por medio de este proyecto fue posible permitiéndonos afirmar que los procesos industriales que en la actualidad manejamos y que se necesitan de robustez y espacio para su obtención y

discriminación ya serán capaces de ser reemplazados por sistemas en la Nube los cuales permitirán como lo pudimos observar en este trabajo obtener miles y miles de datos que serán almacenados en infraestructuras que no tendrán que ser ocupadas en las empresas y que garantizaran el flujo de la información por los responsables de tomas de decisiones de forma más rápida y eficiente.

- La herramienta desarrollada permitirá a las personas estar un paso más adelante en la tecnología actual, asimismo, favorecerá que las empresas adquieran a personal con capacidades en procesos industriales que no solo garanticen que los procesos cumplan unos parámetros, sino también, que serán personas capacitadas para llevar esos procesos a la nueva era a la era de 4.0, donde los procesos serán más eficientes gracias a la automatización de procesos con instrumentación de vanguardia, lo que permitirá censar las variables críticas de los procesos, y que permitirá, mediante plataformas tecnológicas actuales, acceder a la información que les permitirá tomar decisiones más eficientemente y enviarlas directamente por la red para que se puedan tomar decisiones en tiempo real.
- La ejecución de este proyecto le permitirá a la empresa Educatia contar con Diagramas, programaciones y Diseño de Pantallas que al momento de tener los recursos para la construcción no tengan que generar tiempo ni gastos extras en el diseño de los componentes mencionados, garantizando una aceleración en la ejecución del proyecto permitiendo disponer de toda la práctica en un cien por ciento de forma más efectiva y en menor tiempo.
- Es importante analizar la cantidad de datos que se quieren almacenar en la nube ya que este factor es importante a la hora de escoger la aplicación con la cual se quiere trabajar y es un factor determinante en el valor que se debe pagar por adquirir el servicio o como en la ejecución del proyecto se menciona encontrar un sistema que sea gratuito para fines educativos y no genere costo alguno, siendo esto asequible para todas las personas.
- La implementación de las nuevas tecnologías IoT como lo son el IoT 2040 de Siemens requieren de pruebas que permitan garantizar el adecuado funcionamiento del sistema ya que si no se realiza de manera adecuada la parametrización de estos dispositivos con el entorno de trabajo se corre el riesgo de tener fallas en la recepción de datos en la Nube que genere desconfianza de este tipo de tecnología.
- La implementación de este proyecto en la empresa Educatia permitirá desarrollar más procesos de monitoreo con otras variables como presión, nivel, caudal entre otros procesos que mediante la base del programa que en este documento se trabajó, garantiza una base que permite la ampliación de los bancos de trabajo y la ampliación de cobertura institucional tanto presencial como de forma virtual ya que contamos con tecnología IoT en el proyecto.

- Para que la programación del proceso se efectúe de manera más eficiente y ordenada es importante que antes de iniciar la programación en ladder organice sus tablas de variables las cuales irá ingresando a medida que se escriba el código de programación y determine una línea de trabajo que le permita llevar una secuencia ordenada de lo que quiere ver reflejado en la programación final, hay que tener presente que el programa Tia portal cuenta con diversos bloques de programación que permiten al usuario realizar diferentes procesos para llegar o obtener un resultado y para esto se debe sino se tiene el concepto apoyarse con las ayudas que el software tiene para conocer más acerca de los diferentes bloques.
- Después de realizar las diferentes pruebas del proceso e identificar las características de la plataforma se puede concluir que es cierto que este tipo de plataformas son importantes porque almacenan la información en servidores privados que el usuario final del proceso podrá ver y descargar en el momento que lo considere, pero se debe tener precaución al momento de elegir el proveedor que se quiera utilizar ya que estos sistemas después de determinado tiempo realizan cobros por tener esa información guardada costos que son adicionales o que no se tienen previstos así como también al momento de descargar los informes o bajar de la nube la información de las variables por cada determinado número de datos que se retira o se exporta el proveedor cobrará un porcentaje por realizar esta operación de estas dos cosas la importancia de analizar muy bien para que se quiere y como se puede utilizar obteniendo el mejor provecho a un muy bajo costo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que en la implementación de este tipo de proyectos en la industria se tenga en cuenta que la cantidad de datos que se pueden adquirir por medio de esta nueva tecnología es muchísima y que es necesario contemplar una plataforma que sea capaz de almacenar dicha información y que permita la discriminación de la información para ser almacenada de forma adecuada y sea posible realizar un análisis de cada variable o dato entregado por el proceso sin que esto se convierta en un almacenamiento de datos en forma desordenada que no será posible interpretar.
- La seguridad en estos procesos se vuelve vital ya que todos los datos que una empresa manejaría sería por la red o la internet y hay que ser conscientes que las personas tratan de adquirir dicha información para obtener ventajas o realizar chantajes o sobornos empresariales, para lo cual se recomienda que para la implementación de este tipo de

proyecto en la industria se asesore en la parte de ciberseguridad y se plantee un paquete de medidas tecnológicas que impidan la fuga de información o la infiltración a los procesos y así permitir que esta tecnología sea una aliada y no un dolor de cabeza.

- Se recomienda a la empresa Educatia que compren la licencia del software de programación Tia Portal V16 lo que permitirá el desarrollo de los programas a futuro que se quieran realizar o las diferentes variables que se pueden incluir o manejar con la base del programa que se realizó en el proyecto descrito en el documento, así como para la capacitación del mismo.
- Se recomienda a la empresa Educatia hacerse a una cuenta profesional en la plataforma Ubidots que le permita crear usuarios para cada uno de los estudiantes que tomen el curso y se logre garantizar la formación idónea del proceso, también permitirá centralizar los conceptos, las variables y los tableros que de esta y nuevos procesos de monitoreo salgan.

Bibliografía

- Basco Ines, Beliz Gustavo, Coatz Diego, & Garnero Paula. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=geiGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=industria+4.0&ots=n-CL9mzfSO&sig=fu01O0-36H_BaGjMtxswAZ<cxdh1erLr8#v=onepage&q=industria 4.0&f=false
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, 101, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.04.015>
- Carvajal, J. (2017). *La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe*. <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/4ri-4-0-impacto-educacion-superior-ingenieria.pdf>
- Castelblanco, D. F., Marroquín Hidalgo, A. E., Biomédico, I., & Time, F. (2020). Sistema de monitoreo remoto de variables medioambientales en las salas de cirugía de una clínica de cuarto nivel de complejidad mediante el uso de internet de las cosas (IoT). *Instname: Universidad Del Rosario*. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/24441#.YGQ1DU0hxRU.mendeley>
- Dolz, C. (2019). *Monitorización de un puesto de prácticas 4.0*.
<https://riunet.upv.es:443/handle/10251/123743>
- Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*.
<https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/106378?page=27>
- Microsoft Azure. (2021). *Qué es la nube: definición | Microsoft Azure*.
<https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-the-cloud/>
- Node-Red. (2021). *Node-RED*. <https://nodered.org/>
- Oracle.com. (2021). *¿Qué es Internet of Things (IoT)? | Oracle Colombia*.
<https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>
- Rivera, L. (2020). *Solución IoT para la optimización del proceso de piscicultura en el Centro de Desarrollo Agroalimentario El Limonal*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/23368>
- Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1644–1661.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1672902>
- Rozo, F. (2020). *Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0*.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/10720/10491>
- Ruiz, R. (2018). *Trabajo Fin de Grado ÍNDICE DE CONTENIDOS 1. RESUMEN 1 2. ABSTRACT 1 3. OBJETIVOS 454 2 4. METODOLOGÍA 3 5. INTRODUCCIÓN 4 6. LA INDUSTRIA*

PREVIA A LA CUARTA REVOLUCIÓN. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/8533>

Sehr, M. A., Lohstroh, M., Weber, M., Ugalde, I., Witte, M., Neidig, J., Hoeme, S., Niknami, M., & Lee, E. A. (2020). *Programmable Logic Controllers in the Context of Industry 4.0*. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3007764>

SIEMENS. (2021a). *SIMATIC IOT2040*. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10321262>

SIEMENS. (2021b). *SIMATIC S7-1200 | Controladores SIMATIC | Siemens Mexico*. <https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

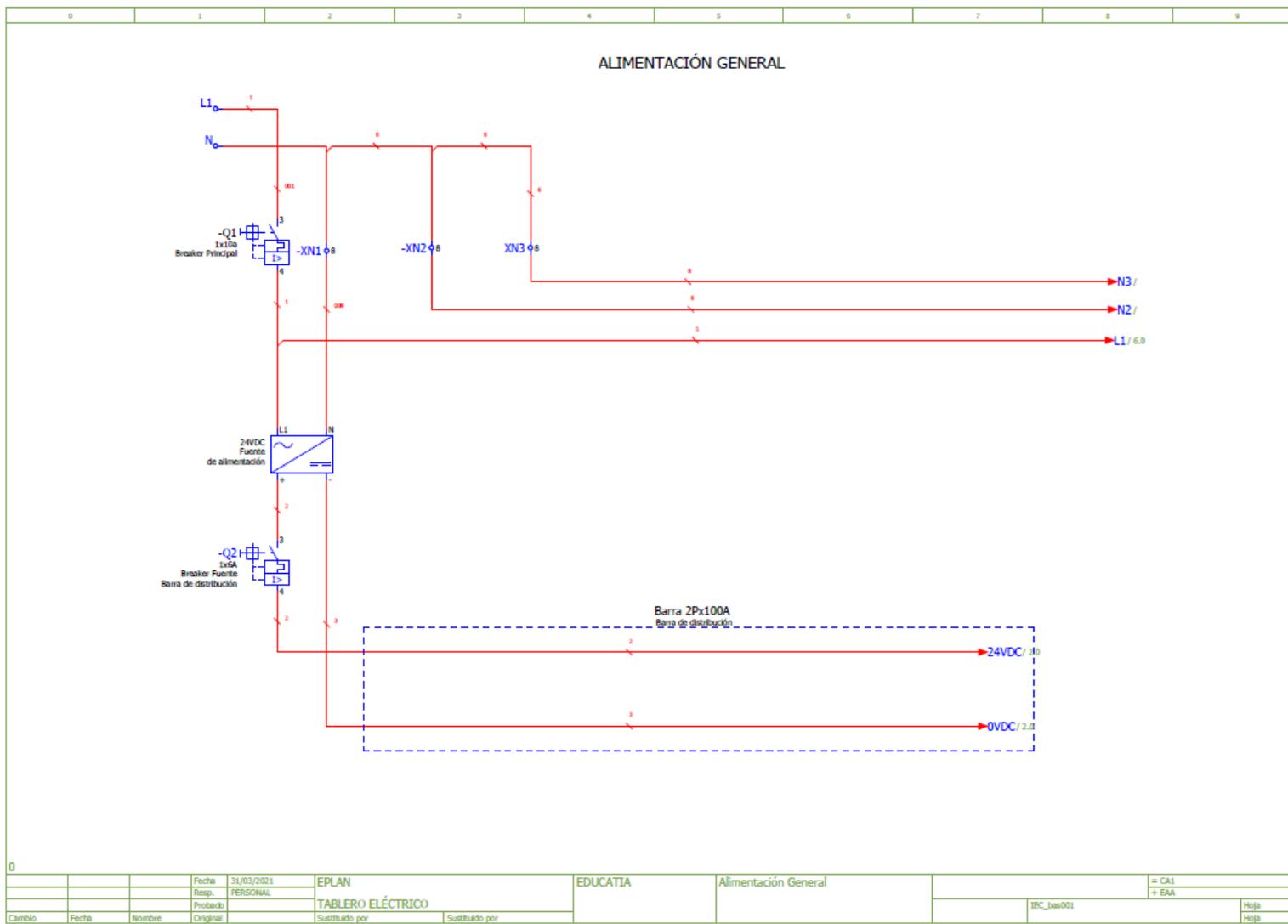
Tavizon, A., Guajardo, T., & Laines, C. (2016). *IOT, el internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones The Path of New Business Models and Innovation Management View project*. <https://www.researchgate.net/publication/326129401>

Ubidots. (2021). *Conceptos básicos de Ubidots: aplicaciones, organizaciones y usuarios explicados | Centro de ayuda de Ubidots*. <https://help.ubidots.com/en/articles/887328-ubidots-basics-applications-organizations-and-users-explained>

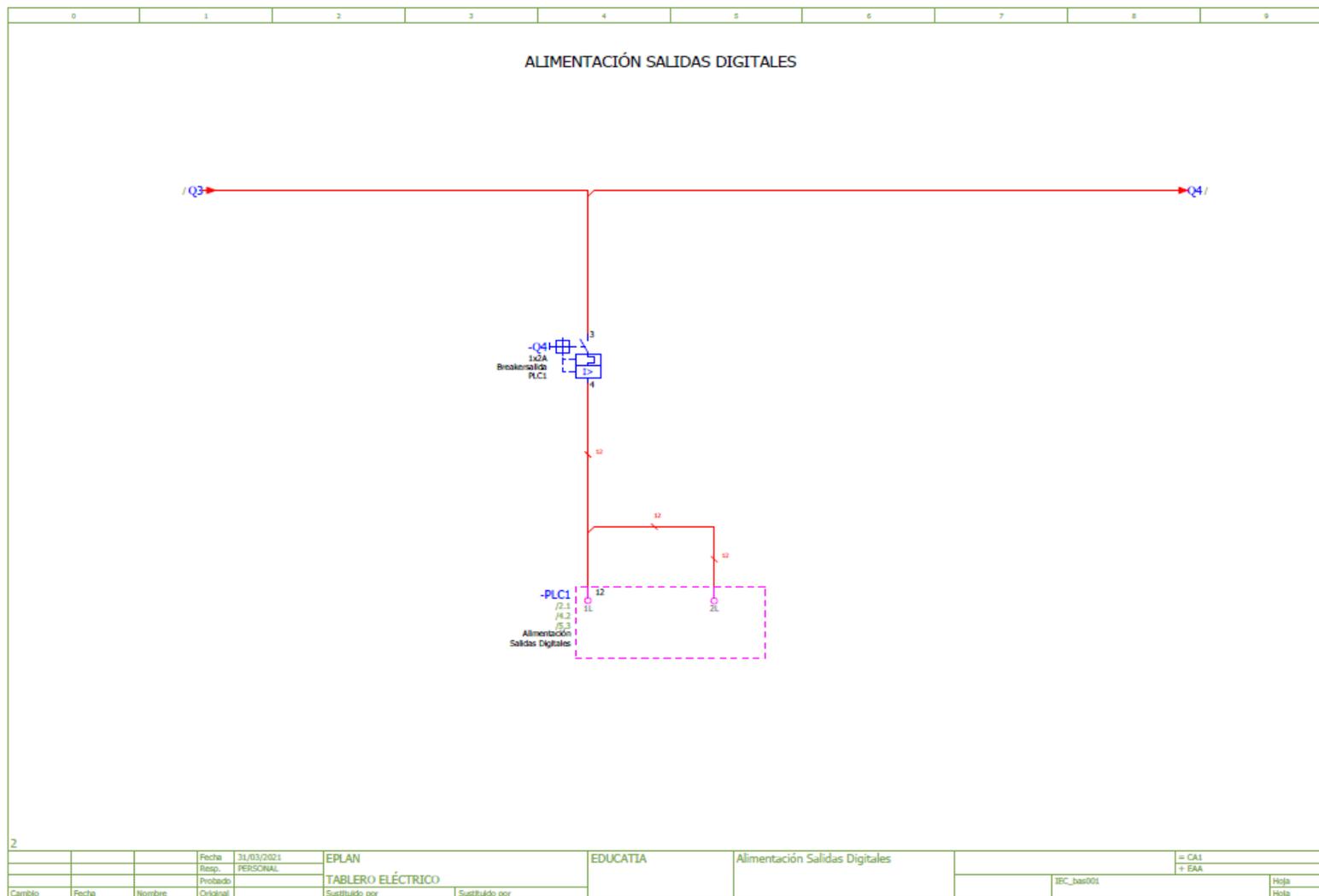
Velasteguí, I., & Fernández, D. (2020). *Diseño e Implementación de la Arquitectura del Internet Industrial de las Cosas para la Recolección de Datos en un proceso de manufactura*. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9814>

Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

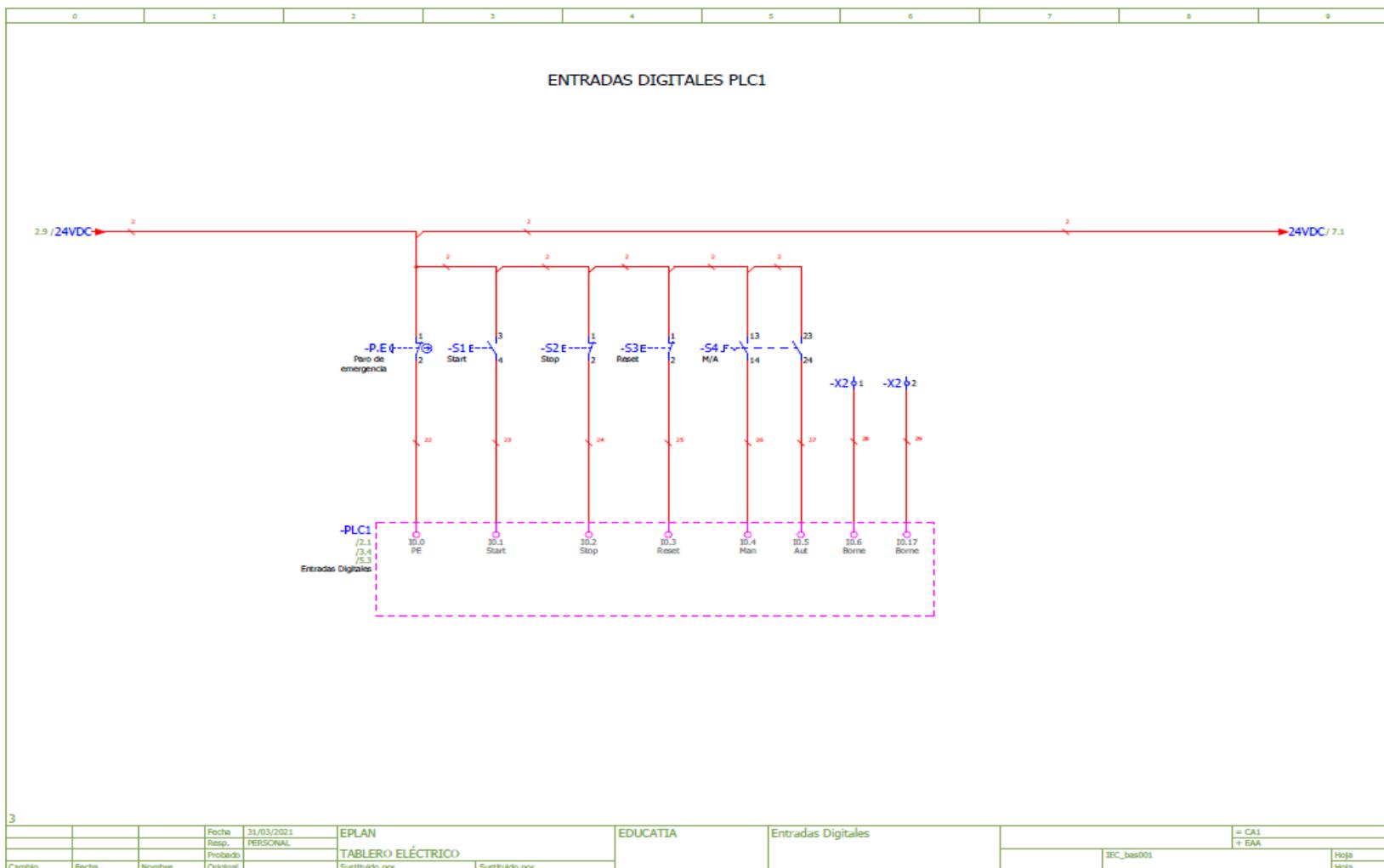
1 Anexo. Alimentación principal.



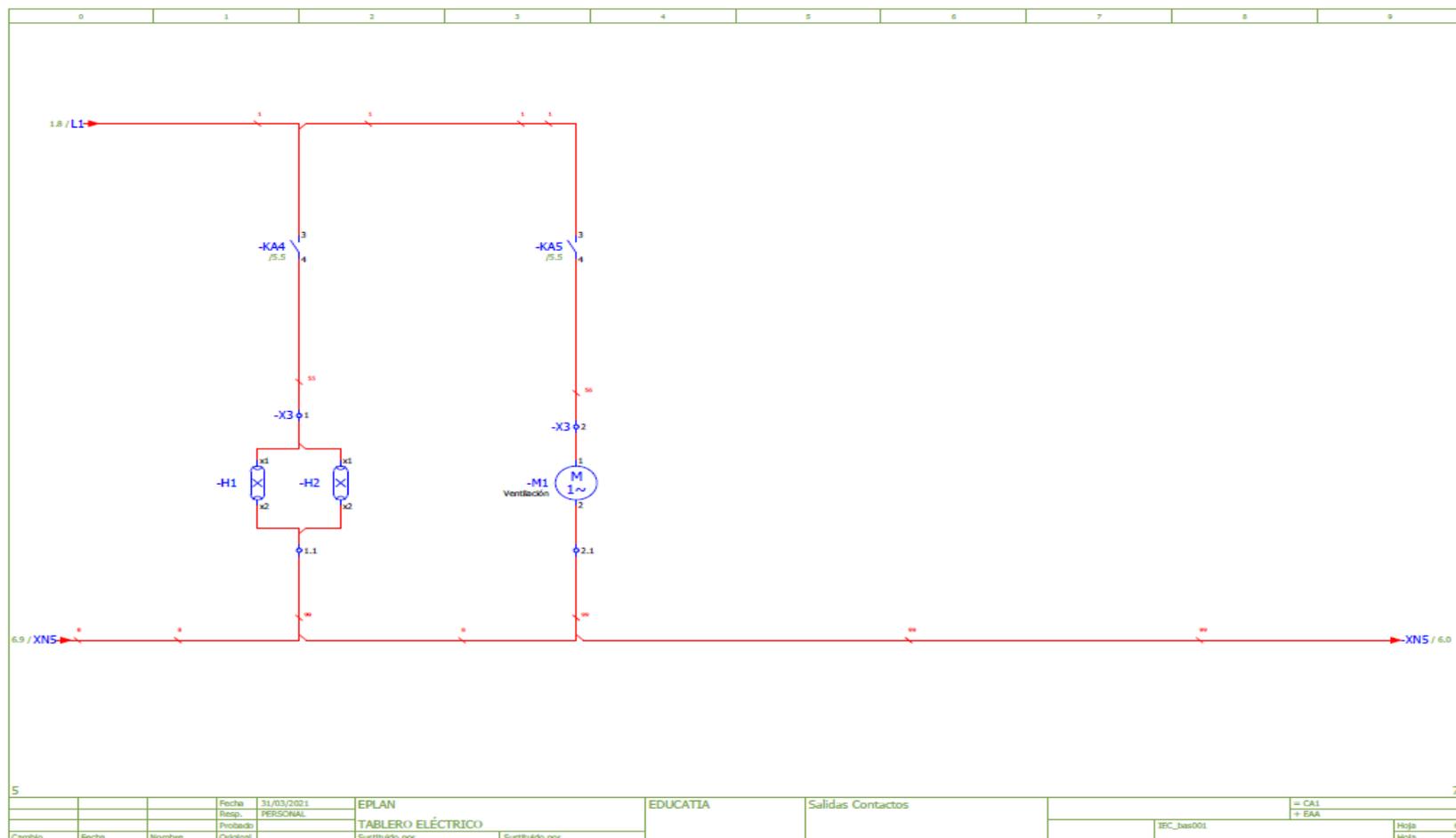
3 Anexo. Alimentación salida digitales.



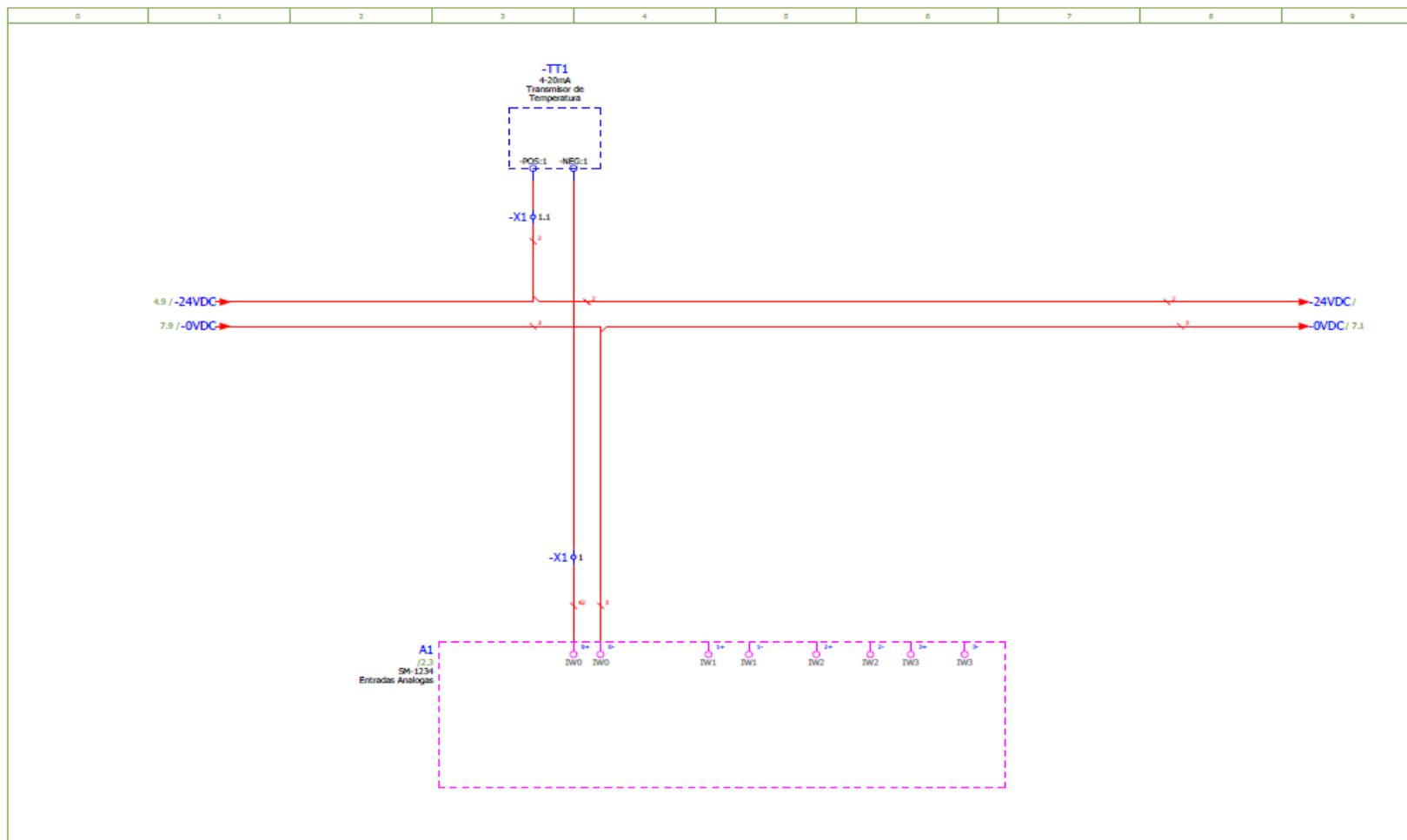
4 Anexo. Entradas digitales del PLC.



6 Anexo. Alimentación resistencias y ventilador.

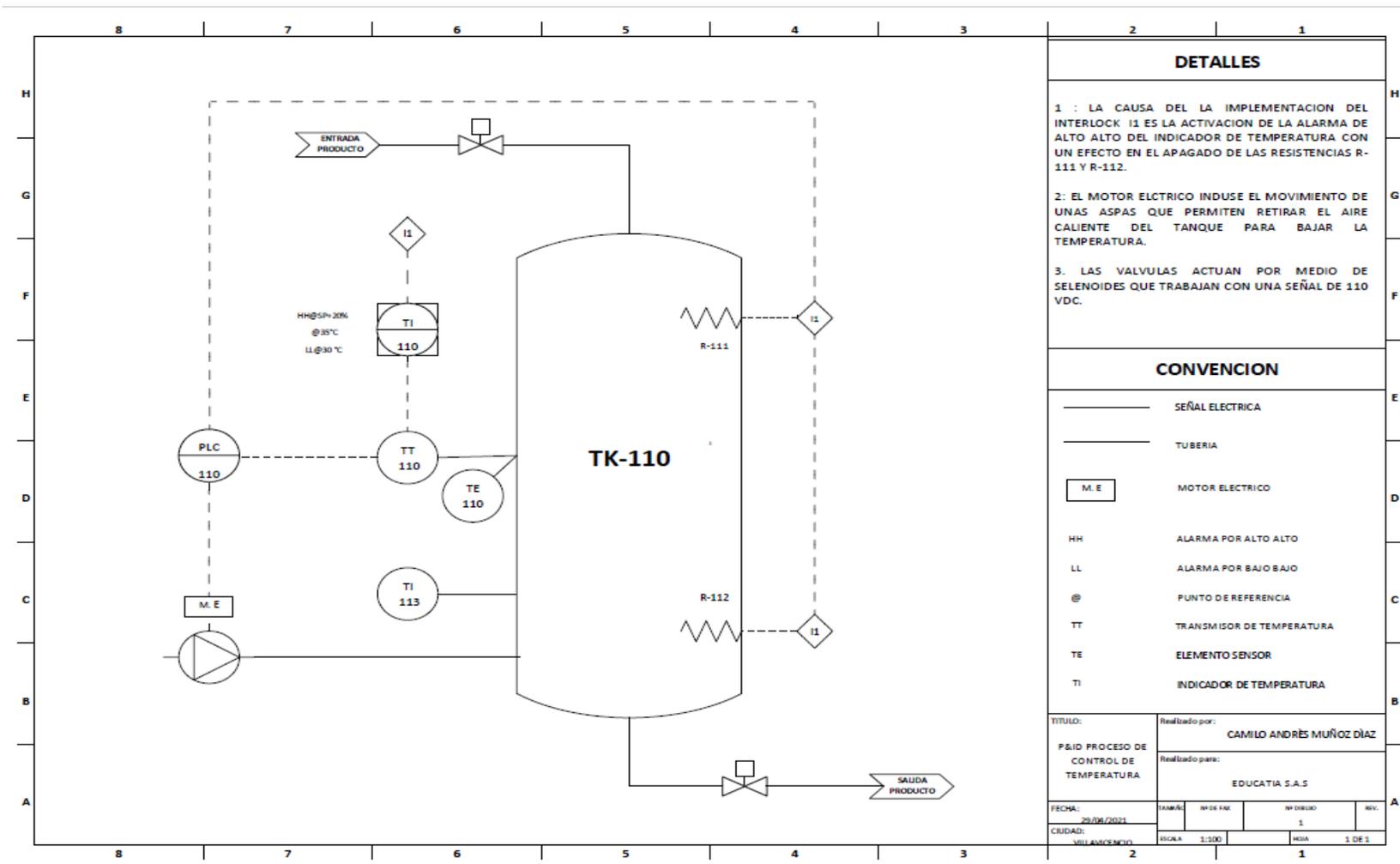


7 Anexo. Lazo de control de instrumento de medición.



6				10							
Fecha		31/03/2021		EPLAN		EDUCATIA		Entradas Analogas		= CA1	
Resp.		PERSONAL		TABLERO ELÉCTRICO						T EAA	
Probado				Sustituido por		Sustituido por		IEC_bas001		Hoja 7	
Cambio		Fecha		Nombre		Original				Hoja 9	

9 Anexo. Diagrama P&ID.



10 Anexo. Tablas de variables.

ENTRADA							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	V TEMPERATURA	Int	%IW98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(a)

SALIDAS							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	VENTILADOR	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	BOMBILLO	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

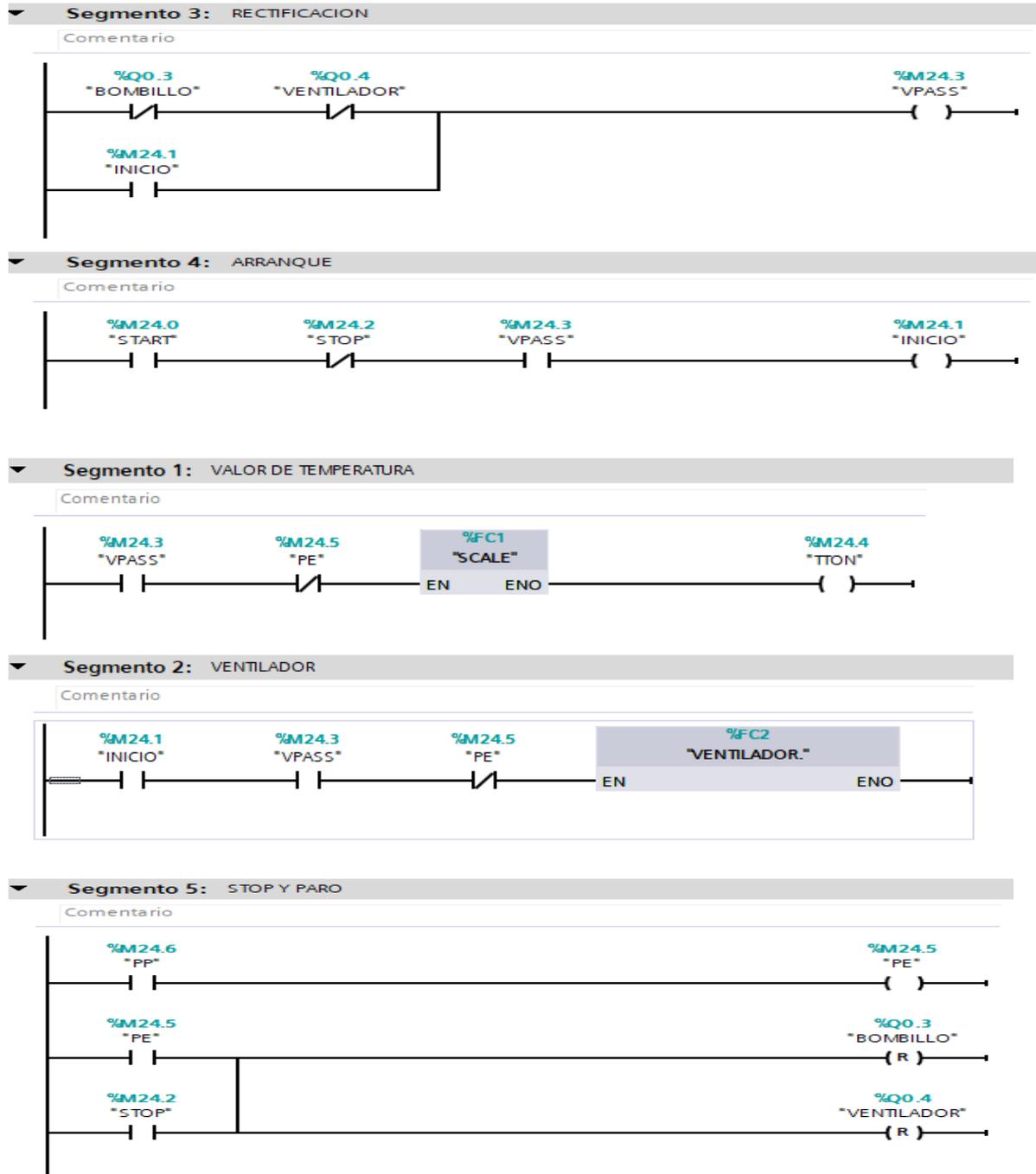
(b)

MARCAS							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	TEMP NORM	Real	%MD0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	TEMP SCALE	Real	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	SUMA °C	Real	%MD8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	SEG TEMPO	Real	%MD12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	TIEMPO TEMPO	Dint	%MD16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	MSEG ON VENT	Dint	%MD20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	COMPARACION	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	START	Bool	%M24.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	INICIO	Bool	%M24.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	STOP	Bool	%M24.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	VPASS	Bool	%M24.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	PE	Bool	%M24.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	PP	Bool	%M24.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	ON VT	Bool	%M24.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	ON VENTILADOR	Bool	%M25.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TTON	Bool	%M24.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(c)

; c) Marcas

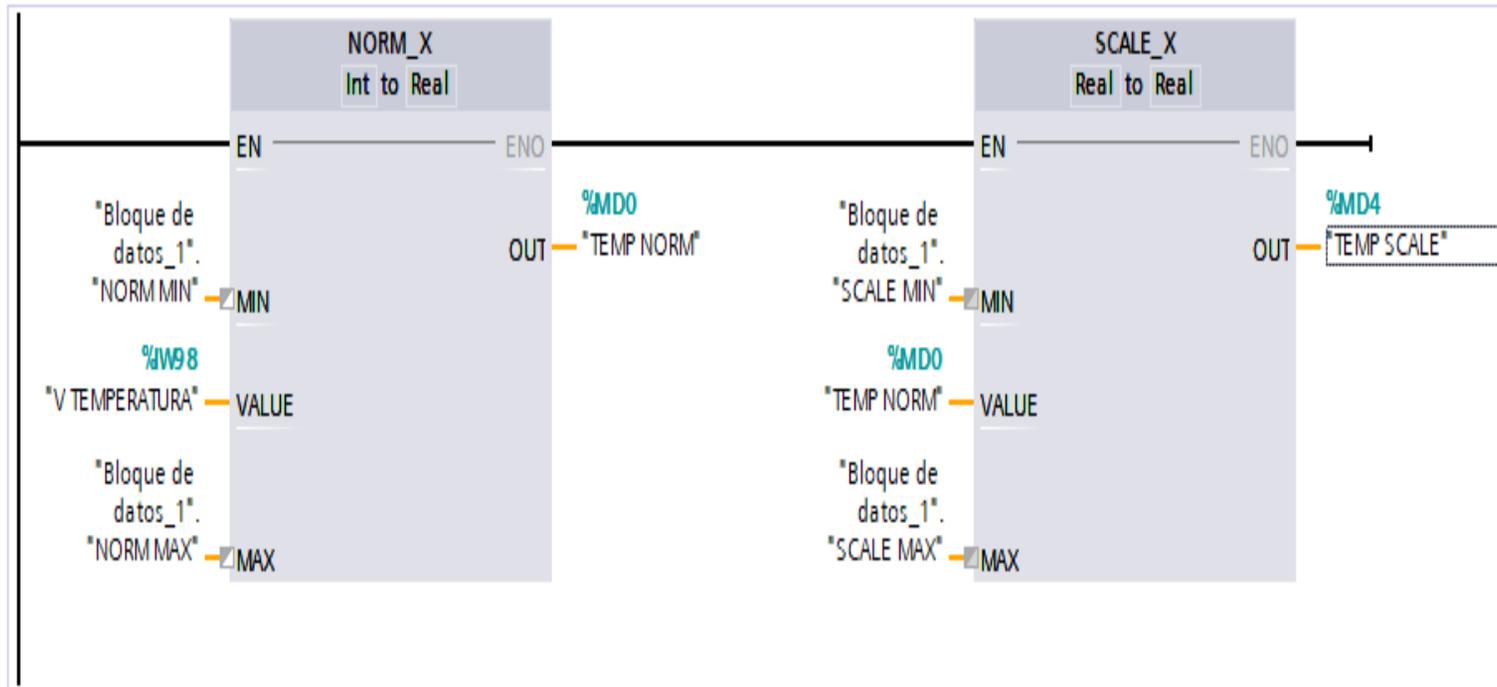
11 Anexo. Programación del bloque OBA1.



12 Anexo. Programación del proceso de control bloque FC1(Valor Temperatura).

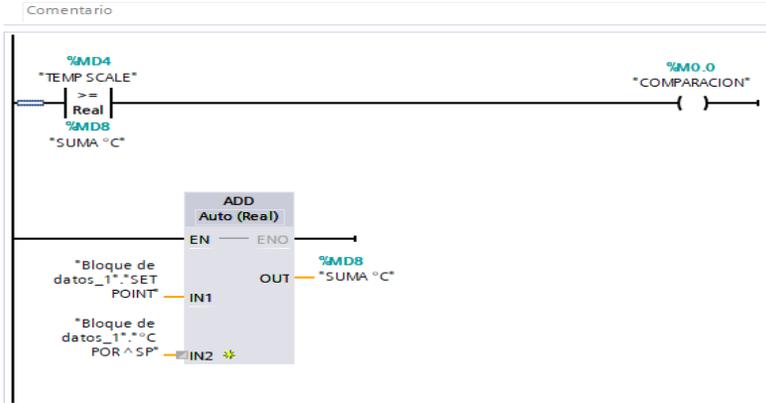
▼ Segmento 1: Valor Temperatura

Comentario

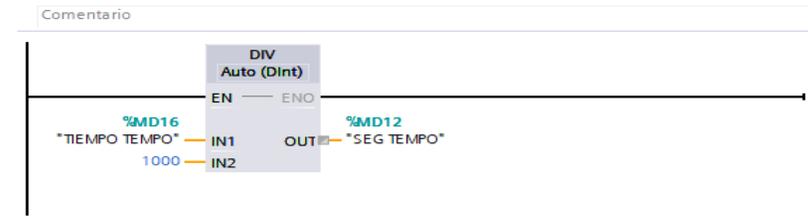


13 Anexo. Programación del proceso de control bloque FC2(Ventilador).

Segmento 1: PROCESO GRADOS POR ENCIMA DEL SET POINT



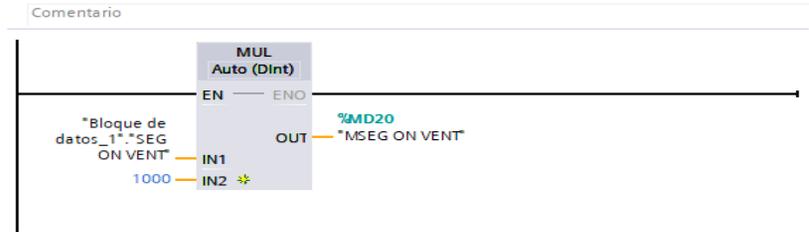
Segmento 4: CONVERSION DE MSEG A SEG



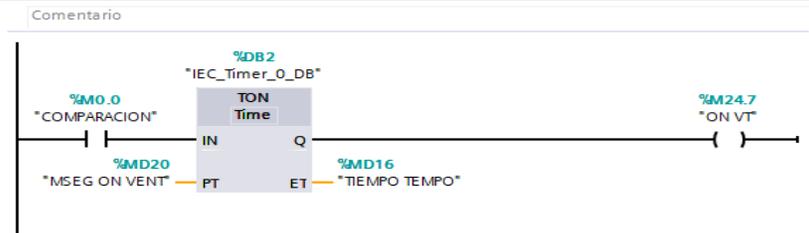
Segmento 6: ACTIVACION VENTILADOR



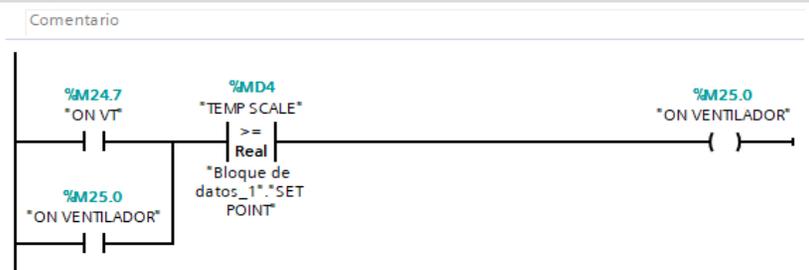
Segmento 2: CONVERSION DE SEG A MSEG



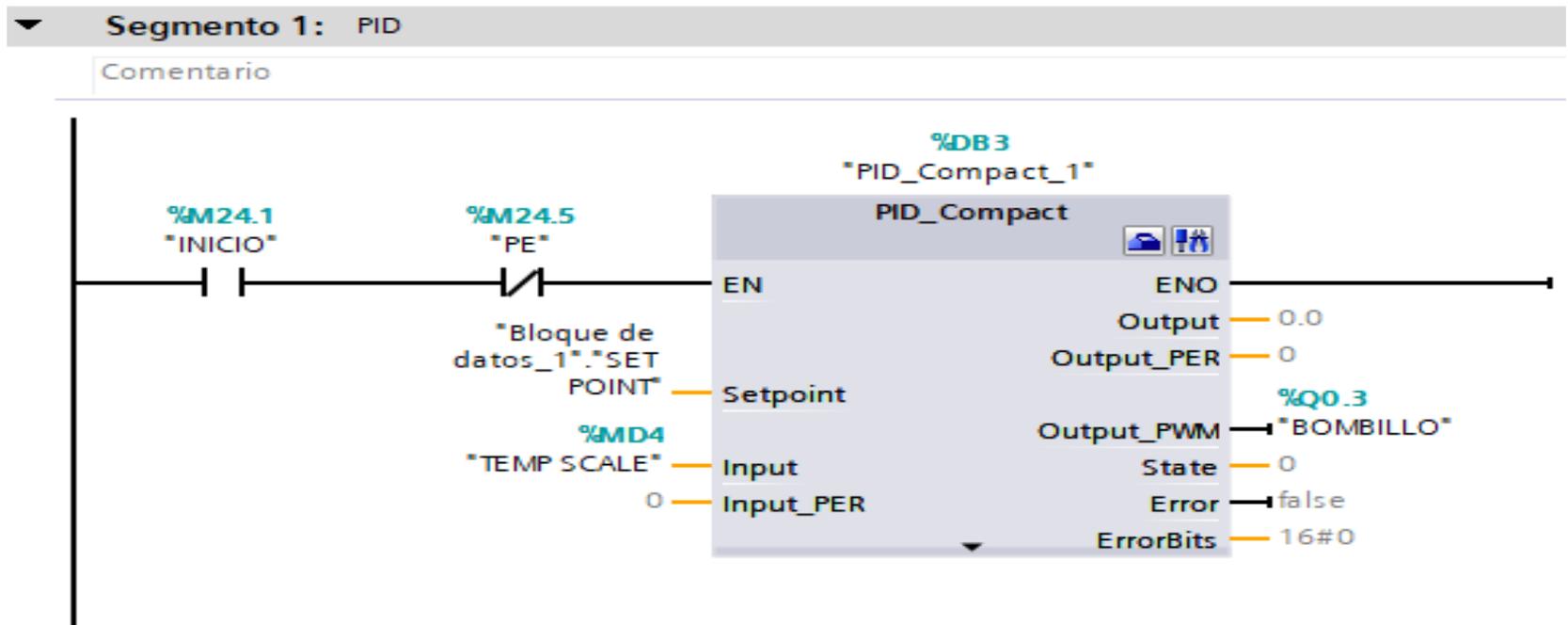
Segmento 3: TEMPORIZADOR



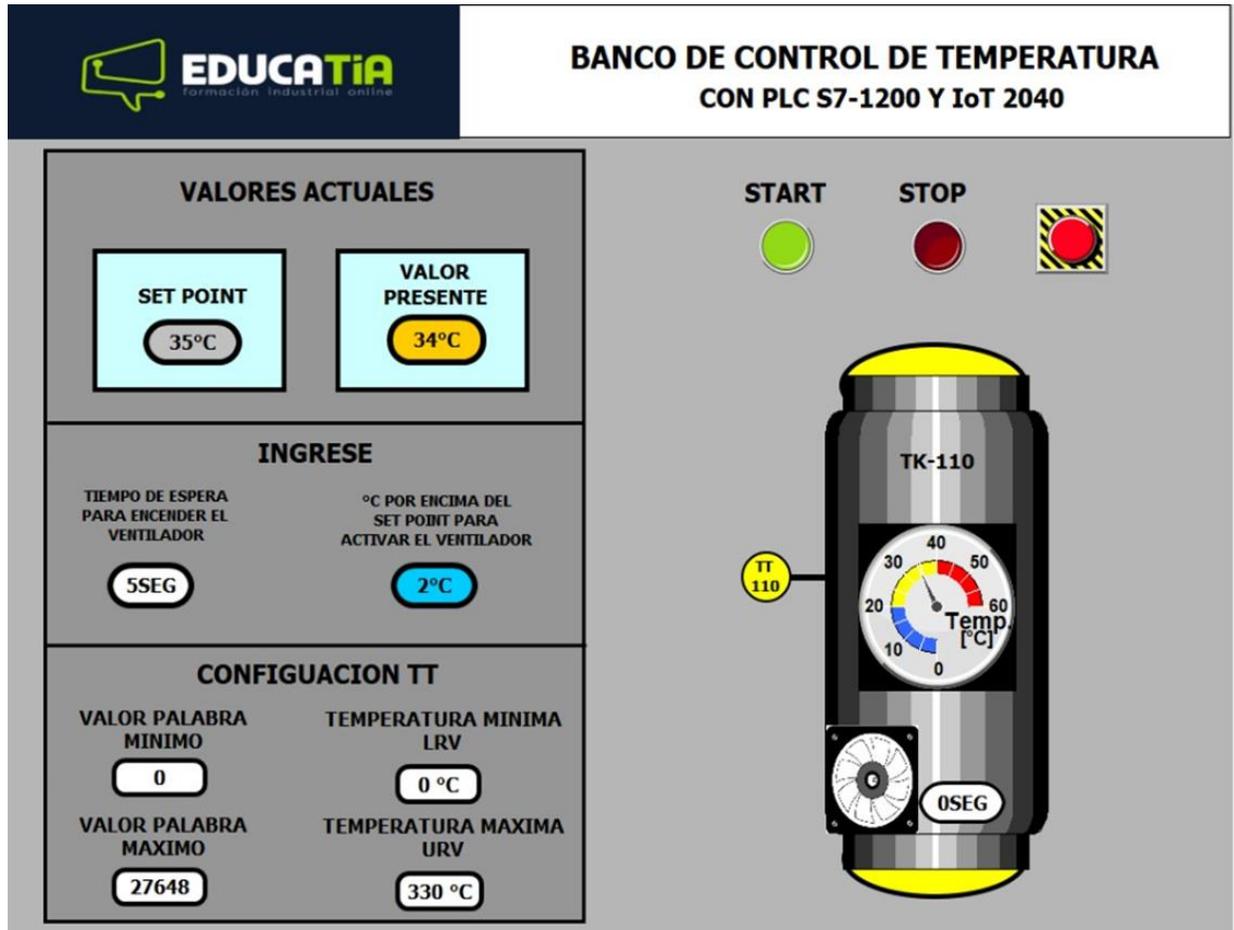
Segmento 5: CONDICION



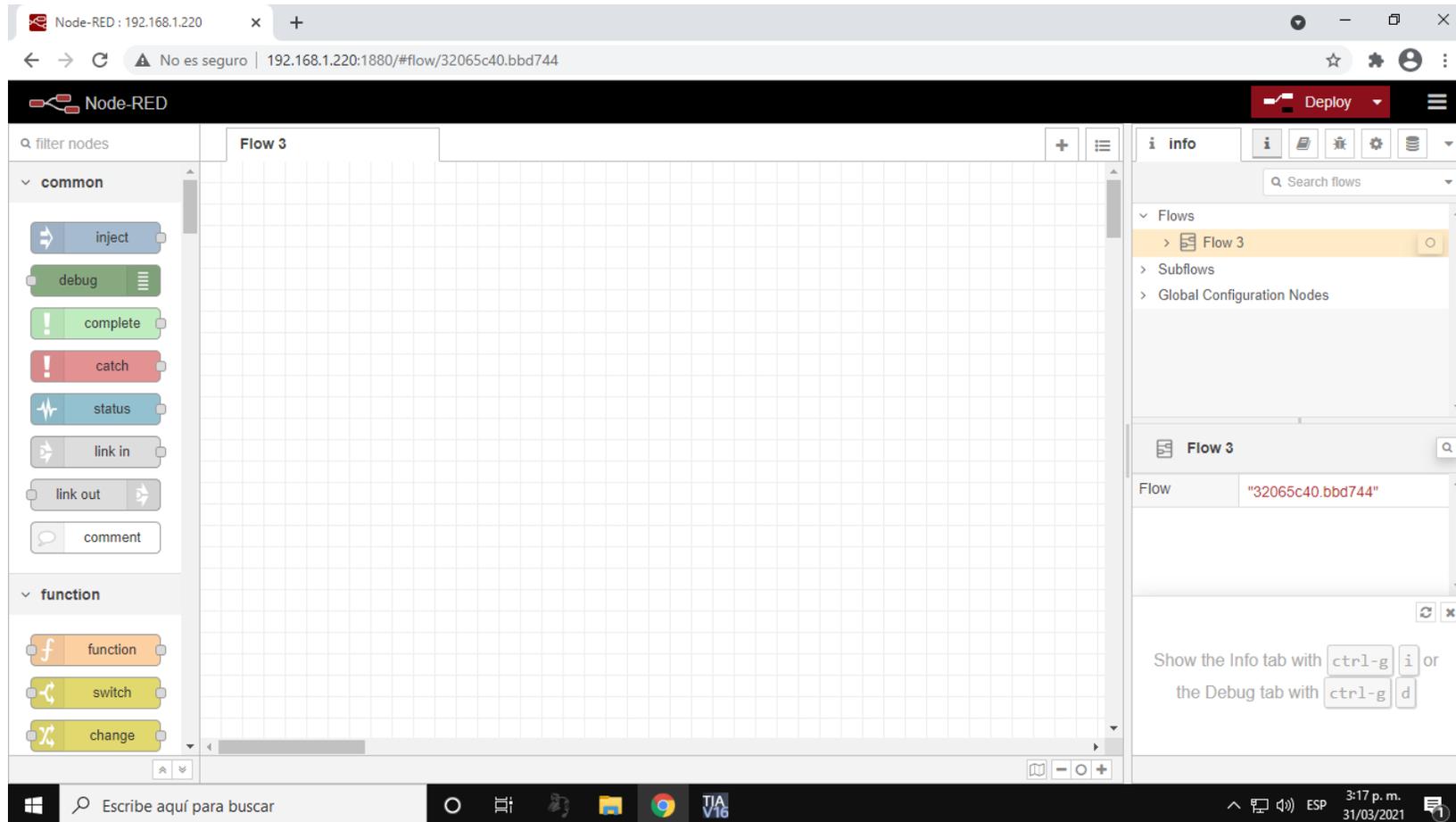
14 Anexo. Programación del proceso de control bloque PID.



15 Anexo. Pantalla de simulación.



16 Anexo. Ingreso a Node Red.



17 Anexo. Verificación programación activa.

Siemens - C:\Users\EducaTIA_2\Downloads\PRUEBA TEMPERATURA EDUCATIA 2\PRUEBA TEMPERATURA EDUCATIA 2

Totally Integrated Automation PORTAL

Proyecto Edición Ver Insertar Online Opciones Herramientas Ventana Ayuda

Guardar proyecto Establecer conexión online Deshacer conexión online

Árbol del proyecto PRUEBA TEMPERATURA EDUCATIA 2 PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/Rly] Bloques de programa SCALE [FC1]

Dispositivos

PRUEBA TEMPERATURA EDUCATIA 2

Agregar dispositivo

Dispositivos y redes

PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/Rly]

PC-System_2 [SIMATIC PC stat...]

Dispositivos no agrupados

Configuración de seguridad

Funciones para varios dispositivos:

Datos comunes

Configuración del documento

Idiomas y recursos

Version Control Interface

Accesos online

Lector de tarjetas/memoria USB

Vista detallada

Módulo

Nombre

Configuración de dispositivo

Online y diagnóstico

HML_RT_1

Módulos locales

SCALE

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1 Input			
2 <Agregar>			
3 Output			

No se ha definido ninguna condición.

Segmento 1:

Comentario

100%

Propiedades Información Diagnóstico

Vista del portal Vista general Main (OB1) PID (OB30) SCALE (FC1) VENTILADOR... Bloque de da...

Conectado con PLC_1 a través de la dir...

Escribe aquí para buscar

TJA V16 w inC RA

5:49 p. m. 31/03/2021

18 Anexo. Configuración de PLC en Node Red.

The screenshot displays the Node-RED web interface in a browser window. The browser's address bar shows the URL `192.168.1.220:1880/#flow/32065c40.bbd744`. The interface is divided into several panels:

- Left Panel (Library):** Contains various nodes categorized by protocol. Under the 'plc' category, the 's7 in' node is selected. Other nodes include 's7 out' and 's7 control'. Under 'telegram', there are 'receiver', 'command', 'event', 'sender', and 'reply' nodes. Under 'boolean logic', there are several logic nodes.
- Center Panel (Canvas):** Shows a workspace with a grid. A single 's7 in' node is placed on the canvas.
- Right Panel (Edit s7 endpoint node):** This panel is active and shows the configuration for the selected node. It includes:
 - Buttons:** 'Delete', 'Cancel', and 'Update'.
 - Properties:** A tabbed interface with 'Connection' and 'Variables' tabs.
 - Connection Settings:**
 - Transport: Ethernet (ISO-on-TCP)
 - Address: 192.168.1.221, Port: 102
 - Mode: Rack/Slot
 - Rack: 0, Slot: 1
 - Cycle time: 500 ms
 - Timeout: 1500 ms
 - Debug: Default (command line)
 - Name: S7-1200_Banco_de_Temperatura
 - Footer:** A checkbox for 'Enabled' (checked), a status indicator '0 nodes use this config', and a dropdown for 'On all flows'.
- Far Right Panel (Info):** Shows information about the node:
 - Node ID: "67b05d36.7e5014"
 - Type: s7 endpoint
 - Instructions: "Hold down `ctrl` when you `click` on a node port to enable quick-wiring"

The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text 'Escribe aquí para buscar', several application icons (including Chrome, Visual Studio Code, and Word), and the system tray with the date '31/03/2021' and time '3:29 p. m.'.

19 Anexo. Ingreso de nodo.

The screenshot displays the Node-RED web interface in a browser. The address bar shows the URL `192.168.1.220:1880/#flow/32065c40.bbd744`. The interface includes a left sidebar with a node palette, a central workspace, and a right sidebar with an information panel.

Node Palette:

- input:** serial in, ubidots_in
- output:** serial out, ubidots_out
- sequence:** split, join, sort, batch
- parser:** (empty)

Flow 3 Workspace:

- A green node labeled `Temperatura_Actual` with a value of `35.09114456176758`.
- A blue node labeled `Ubidots out`.

Right Sidebar (Info Panel):

- Search flows:
- Navigation: > Flows, > Subflows, > Global Configuration Nodes
- Node details for `Ubidots out`:

Node	"d42eb097.3fc27"
Type	ubidots_out
- Footer: `ctrl-space` will toggle the view of this sidebar

The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text "Escribe aquí para buscar", system tray icons, and the date/time: 4:12 p.m., 31/03/2021.

20 Anexo. Ingreso de programación para enlazar datos a Ubidots.

The screenshot displays the Node-RED web interface in a browser. The browser's address bar shows the URL `192.168.1.220:1880/#flow/32065c40.bbd744`. The interface is divided into several panels:

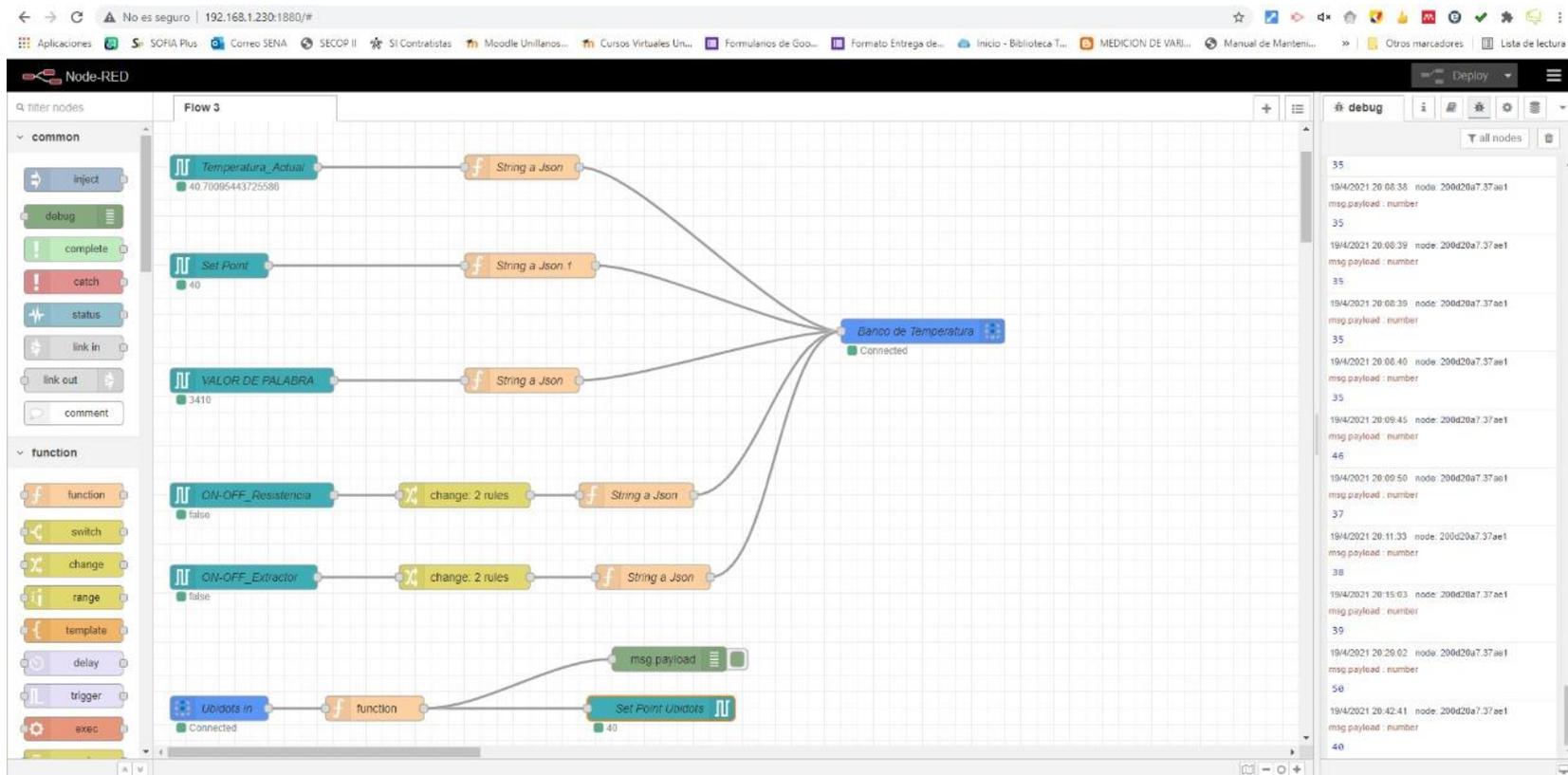
- Left Panel (Node Palette):** A search bar labeled "filter nodes" is at the top. Below it, a "function" category is expanded, showing various nodes like "function", "switch", "change", "range", "template", "delay", "trigger", "exec", "serial request", and "rbe".
- Center Panel (Canvas):** A flow named "Flow 3" is visible. A node labeled "Temperatura" with a value of "35.01953125" is connected to the function node.
- Right Panel (Edit function node):** This panel is active, showing the configuration for the "String a Json" function node. It includes a "Name" field with the value "String a Json", a "Function" tab, and a code editor containing the following JavaScript code:

```
1 var json= {"Temperatura_Actual":msg.payload};
2 return {"payload": json};
```

Below the code editor, there is an "Outputs" field set to "1" and an "Enabled" checkbox.
- Far Right Panel (Info):** This panel shows the node's details, including its ID "b987d97e.aca478" and type "function". It also includes a search bar for flows and a note that "ctrl-space will toggle the view of this sidebar".

The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text "Escribe aquí para buscar", several application icons, and the system tray displaying the time "4:57 p. m." and date "31/03/2021".

21Anexo. Configuración final de nodos en NodeRed.



22 Anexo. Verificación de lectura de nodos en Ubidots.

The screenshot displays the Ubidots web application interface. The browser's address bar shows the URL `industrial.ubidots.com/app/devices/6064f08573efc33e65d54046`. The page header includes the Ubidots logo and navigation menus for 'Devices', 'Data', 'Users', and 'Apps'. A 'Devices' sidebar on the left lists details for the selected device: 's7-1200_banco_temper...', 'Description: Change description', 'API Label: s7-1200_banco_temperatura', 'ID: 6064f08573efc33e65d54046', and 'Token:'. The main content area features a world map and a 'SET LOCATION' button. A prominent orange card displays a temperature reading of '35.02 temperatura_actual' with a cloud upload icon and the text 'Last activity: a few seconds ago'. A dashed box labeled 'Add Variable' is overlaid on the map. At the bottom, a 'VARIABLES PER PAGE' dropdown is set to '30'. The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text 'Escribe aquí para buscar', several application icons, and the system tray with the date '31/03/2021' and time '5:02 p. m.'.

23 Anexo. Creación del dashboards en Ubidots.

The screenshot displays the Ubidots web interface for creating a new dashboard. The main dashboard area shows a list of existing dashboards with icons and titles: 'T° Cuartos Semilla', 'Total Cuartos', 'Prueba IoT', and 'Temperatura'. A modal window titled 'Add new Dashboard' is open, showing the 'General Information' tab. The name field contains 'con PLC S7-1200y IoT 204d'. Other settings include 'Default time range' set to 'Last 24 hours', 'Dynamic Dashboard' disabled, 'Screen size' set to 'Auto', and 'Date format' set to '03/31/2021 17:02'. The 'Appearance' section has 'Floating widgets' disabled, 'Widgets opacity' set to 100, and 'Custom style' set to 'Add style'. A green checkmark button is visible at the bottom right of the modal.

24 Anexo. Tablero final Ubidots.

