



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE DIFERENTES
PROTOCOLOS DE PLCS PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DEL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CEMENTO EN TIEMPO REAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Electrónica

AUTOR: HENRY MARCELO CARDENAS CAJAMARCA

TUTOR: ING. EDUARDO GUILLERMO PINOS VELEZ, PhD.

Cuenca – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Henry Marcelo Cardenas Cajamarca con documento de identificación N° 0106631484; manifiesto que:

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

Cuenca, 13 de febrero del 2025

Atentamente,



Henry Marcelo
Cardenas Cajamarca
Time Stamping
Security Data

Henry Marcelo Cardenas Cajamarca

0106631484

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

Yo, Henry Marcelo Cardenas Cajamarca con documento de identificación N° 0106631484, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Propuesta de un sistema de comunicación entre diferentes protocolos de PLCs para la obtención de información del proceso de elaboración de cemento en tiempo real”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 13 de febrero del 2025

Atentamente,



Henry Marcelo Cardenas Cajamarca

0106631484

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eduardo Guillermo Pinos Velez con documento de identificación N° 0102942190, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutora fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE DIFERENTES PROTOCOLOS DE PLCs PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE CEMENTO EN TIEMPO REAL, realizado por Henry Marcelo Cardenas Cajamarca con documento de identificación N° 0106631484, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 13 de febrero del 2025

Atentamente,



Ing. Eduardo Guillermo Pinos Velez M.Sc, Ph.D

0102942190

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la salud y la sabiduría necesarias para afrontar los desafíos a lo largo de mi vida universitaria y por permitirme alcanzar esta meta.

De manera especial, expreso mi gratitud a mis abuelos, Luis Cajamarca y Dolores Quizhpe, y, en particular, a mi madre, Carmita Cajamarca, quien ha sido tanto padre como madre para mí. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para seguir adelante. Asimismo, agradezco a mi hermano, Alex, por ser un pilar esencial en mi camino académico, siempre alentándome a no rendirme.

Extiendo mi agradecimiento a mis tíos, tías y primos más cercanos, quienes han creído en mí y me han brindado palabras de aliento en los momentos más difíciles.

Finalmente, valoro profundamente a mis amigos, con quienes he compartido conocimientos y experiencias, y que me han acompañado en la realización de este trabajo de titulación.

Por último, agradezco al Ing. Eduardo Pinos como director y al Ing. Julio César Montesdeoca, como cotutor de tesis quienes me aportaron con sus conocimientos, paciencia y tiempo en cada una de las etapas del trabajo de titulación.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

Dedicatoria de Henry Marcelo Cárdenas Cajamarca

Quiero dedicar este proyecto de titulación primero a Dios, por darme la sabiduría necesaria para afrontar las dificultades y gracias a él he triunfado. También dedico este trabajo a mis abuelos, a mi madre y hermano, quienes han sido el pilar fundamental y el motivo de superación en el transcurso de mi vida universitaria.

Índice general

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Índice General	III
Índice de figuras	V
Resumen	VI
Abstract	VII
Antecedentes	1
Justificación	4
Objetivos	5
Introducción	6
1. Fundamentación Teórica	8
1.1. Estado del arte	8
1.2. Estructura de un Sistema Automatizado	10
1.3. Automatización en Procesos Industriales	11
1.4. Modelo OSI	11
1.4.1. Aplicación de Sistemas de control en la Industria	13
1.5. Aplicación de la IoT en la Industria	14
1.6. Diferentes Protocolos de Comunicación	16

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	IV
2. Fabricantes de Equipos de Automatización	17
2.1. ABB	17
2.2. Siemens	18
2.3. Schneider Electric	18
2.4. Pasarela o Gateways	19
3. Propuesta de Simulación del Proyecto	20
3.1. Arquitectura de la Propuesta	20
3.2. Descripción del Sistema	21
3.3. Hardware	22
3.4. Software	22
4. Resultados y Análisis	23
5. Conclusiones y Trabajos Futuros	26
Glosario	28
Referencias	31
A. Simulaciones	32
Anexo A: Simulaciones	32
B. Gráficas y datos	34
Anexo B: Gráficas y datos	34
C. Programa	35
Anexo C: Programa	35

Índice de figuras

1.1. Modelo estructural de un Sistema automatizado [8].	10
1.2. Esquema de seguridad [17].	15
2.1. Gateway PLX32-EIP-PND [27].	19
3.1. Descripción grafica del Sistema.	21
4.1. Descripción del Sistema	24
4.2. Procesamiento de Velocidad y Nivel de Silo o Tanque	25
4.3. Procesamiento Porcentaje de Error y Sensor Analógico	25
A.1. Vista General Simulación	32
A.2. Clasificación y Llenado del Tanque o Silo	32
A.3. Tanque o Silo lleno	33
B.1. Gráficas en el dashboard de Grafana	34
B.2. Información enviada a través de MQTT	34
C.1. Tags Tia Portal	35
C.2. Network Tia Portal	36
C.3. Network Tia Portal	37
C.4. Network Tia Portal	38
C.5. Network Tia Portal	39
C.6. Network Tia Portal	40
C.7. Network Tia Portal	41
C.8. Node-red General	42

Resumen

En el presente documento se describe el desarrollo de una propuesta de un sistema con interfaz gráfica para el control del proceso de elaboración de cemento en la industria, con el cual el operador o técnico de turno podrá obtener la información necesaria del proceso en tiempo real. Se realizó un programa de un sistema SCADA en Tia Portal mediante la conexión a un servidor con Node-red, MQTT y Grafana. El mismo nos permite la interconexión de hardware, API y servicios en línea mediante distintos protocolos de entrada y salida para monitorear el comportamiento de diferentes señales del proceso en la elaboración del cemento. En la arquitectura del sistema se buscó mantener la escalabilidad y compatibilidad con diferentes módulos de acuerdo con las necesidades o exigencias que demande cada proyecto. A fin de validar el sistema se ejecutaron pruebas a través de los diferentes simuladores implícitos en el proceso. Mediante las simulaciones se observaron resultados satisfactorios al enviar y recibir datos en tiempo real, se diseñó la arquitectura propuesta para un sistema escalable y se evidenció la necesidad de usar protocolos de comunicación estándar como ProfiBus y sus respectivas pasarelas o gateways. Finalmente en el futuro se podrá implementar esta propuesta en la industria facilitando el trabajo de los operadores.

Palabras clave: Tia Portal; Node-red; Grafana; Industria 4.0; Automatización industrial.

Abstract

This document describes the development of a proposal for a system with graphical interface for controlling the cement production process in the industry, with which the operator or technician on duty can obtain the information necessary process in real time. A SCADA system program was carried out in Tia Portal using the connection to a server with Node-red, MQTT and Grafana. He himself allows us the interconnection of hardware, API and online services through different protocols input and output to monitor the behavior of different process signals in the production of cement. The system architecture sought to maintain scalability and compatibility with different modules according to needs or demands that each project demands. In order to validate the system, tests were executed through the different simulators implicit in the process. Through the simulations, satisfactory results were observed when sending and receive data in real time, the proposed architecture for a system was designed scalable and the need to use standard communication protocols was evident such as ProfiBus and their respective gateways. Finally, in the future it will be possible to implement this proposal in the industry facilitating the work of operators.

Keywords: Tia Portal; Node-red; Grafana; Industry 4.0; Industrial automation.

Antecedentes

El desarrollo de las tecnologías, como la digitalización de procesos, es el primer paso para la implementación de la Industria 4.0, en donde las empresas mejorarán su rendimiento y eficiencia de los procesos productivos, con el fin de impulsar el bienestar social y el desarrollo económico [1]. Con el avance de tecnologías como la inteligencia artificial, la robótica, el IoT (Internet of Things o Internet de las cosas) y la nanotecnología, se han modificado y beneficiado los modelos de negocios, capital humano y activos de las organizaciones [2]. La Industria 4.0 combina tecnologías y soluciones inteligentes con técnicas avanzadas de producción, lo que permite la digitalización progresiva de los procesos hasta alcanzar una automatización casi completa [3]. En esta cuarta revolución industrial, para que las empresas logren mayor accesibilidad, es fundamental contar con información amplia y precisa proveniente de diversas fuentes, lo que les permitirá crear y mantener un flujo continuo y cíclico de sus procesos físicos [1]. En la Industria 4.0 o la cuarta revolución industrial hay tres niveles que tienen impacto dentro de las organizaciones donde se implementan. Uno de los niveles es el proceso de digitalización, el cual no solo mejora los procesos en curso, sino que también ofrece ventajas como la eficiencia en las interacciones con proveedores y clientes, y sirve como un soporte importante para atraer nuevos inversionistas [2]. Otro nivel de la transformación industrial es el aumento de la capacidad de adaptación, lo que permite que las empresas sean mucho más flexibles, predictivas y proactivas [3]. Por último, la Industria 4.0 tiene un impacto importante en las empresas, ya que agiliza las actualizaciones, redefine los roles, facilita el intercambio de información y fomenta el trabajo en equipo [1]. En la Industria 4.0, los procesos de manufactura inteligente son parte de la transformación tecnológica en fabricación y gestión. Estas tecnologías permiten la creación de sistemas

innovadores de manufactura y negocios que optimizan los procesos de fabricación, incrementan la flexibilidad y eficiencia, y mejoran las propuestas empresariales hacia los clientes, cubriendo las necesidades del mercado [1]. Aunque muchas tecnologías han sido utilizadas de manera aislada, su integración tiene el potencial de transformar la industria manufacturera al optimizar procesos y lograr mejores resultados [2]. Prepararse para la cuarta revolución industrial implica iniciativas de apoyo, formación y adaptación tecnológica en diferentes países, permitiendo a las empresas corregir errores y anticiparse a desafíos, lo que contribuye a disminuir los costos productivos [3]. La pandemia del COVID-19 ha acelerado la adopción de tecnologías clave de la Industria 4.0, como la inteligencia artificial y la impresión 3D, que han demostrado gran potencial en diversos sectores [2]. Sin embargo, la implementación de nuevas tecnologías y sistemas digitales plantea desafíos. Entre ellos destacan las comunicaciones industriales, que consisten en la transmisión de datos desde el nivel de campo al nivel del sistema de control. Esto puede lograrse mediante Ethernet, tecnologías inalámbricas, protocolos de red y sistemas de bus de campo como Profinet, OPC UA y Profibus. Estos protocolos garantizan una comunicación eficiente del sistema [1].

Los sistemas de automatización industrial deben contar con una sólida red de comunicación para garantizar una transformación digital eficiente en los procesos de producción. Estas redes son esenciales para el intercambio de datos, el control de procesos y la flexibilidad en la comunicación con equipos de distintos fabricantes [4]. La comunicación de datos implica la conversión y transmisión de información mediante protocolos específicos, que son fundamentales para establecer una estructura digital adecuada [5]. Las redes de comunicación son ampliamente utilizadas para gestionar el envío de datos entre dispositivos de campo, como PLCs (controladores lógicos programables) de diferentes fabricantes, o entre estos y sistemas de control superiores. En este contexto, el sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es uno de los más empleados en la industria, y su comunicación se lleva a cabo a través de protocolos industriales estandarizados [6]. Un dispositivo pasarela permite la interconexión entre distintos sistemas, formando parte de una red más amplia. Esto facilita tareas de mantenimiento y cambios en

los sistemas según sea necesario. Las pasarelas son fundamentales para mejorar la conectividad en aplicaciones como generadores eléctricos, sistemas de refrigeración y otras maquinarias industriales. Muchas de estas utilizan protocolos como Modbus o Ethernet/IP para transmitir datos a servidores de manera eficiente [4]. Entre las principales ventajas de las pasarelas en redes de comunicación destacan su programación simplificada, mediante bloques funcionales preconfigurados, y la comunicación bidireccional que ofrecen. Además, su compatibilidad con protocolos como PROFIBUS, PROFINET y MODBUS TCP amplía su aplicabilidad en diferentes contextos industriales [5].

Justificación

Debido a las necesidades de la empresa en la cual se va a desarrollar una propuesta de un sistema de comunicación para PLCs, con las nuevas tecnologías de la industria 4.0, se pueden digitalizar de mejor manera los procesos que estos tienen en producción, lo cual sería un beneficio bastante bueno, ya que se puede replicar en otras empresas o industrias que requieran digitalizar sus procesos, es necesario la implementación de estas nuevas tecnologías que permitan adquirir la información necesaria para mejorar sus procesos. Por ejemplo, este tipo de sistemas se pueden implementar en las industrias o empresas que tengan procesos de producción en productos alimenticios, de bebidas, etc. Con la finalidad de aportar al desarrollo de una tecnología que beneficie a la empresa y al cliente, se propone un sistema de comunicación entre diferentes protocolos de PLCs.

En este sistema el operador tendrá opciones como: la obtención de la información de los PLCs conectados, también tendrá la opción de escoger las variables del PLCs del cual se requiera información de producción y finalizado la selección de variables se podrá imprimir dicha información seleccionada.

Este tipo de sistemas son de gran ayuda en este tipo de procesos porque mediante la información o la base de datos se determina donde se pueden aplicar nuevas tecnologías. En base a la información proporcionada de cada uno de los PLCs, podemos observar los parámetros necesarios para la producción de Cemento, como también observamos los actuadores que la planta requiere para llevar a cabo todo su proceso de producción.

Objetivos

Objetivo General

- Proponer y simular un sistema de comunicación industrial entre diferentes protocolos de PLCs para el monitoreo de las variables del proceso de elaboración de cemento en tiempo real.

Objetivos específicos:

- Verificar los protocolos de comunicación los PLCs existentes en la empresa “INDUATENAS”.
- Proponer y simular un sistema de red de comunicación para el monitoreo de datos de los diferentes procesos industriales con diferentes protocolos.
- Visualizar las señales de las variables del sistema de comunicación propuesto en una plataforma de monitoreo y análisis.

Introducción

La Cuarta Revolución Industrial, conocida como Industria 4.0, surgió a principios de la década del 2010 como una visión para integrar tecnologías digitales avanzadas en la industria. Fue introducida oficialmente durante la Feria de Hannover en 2011, promoviendo la automatización, el uso de IoT y la convergencia entre tecnologías físicas, digitales y biológicas [7]. Este enfoque buscaba transformar los procesos industriales mediante conectividad en tiempo real y análisis de datos avanzados, la robótica avanzada y la impresión 3D han redefinido la forma en que las industrias operan y se conectan globalmente. Este cambio ha impulsado un nivel sin precedentes de automatización, personalización y eficiencia en una amplia variedad de sectores marcando el inicio de una nueva era en la manufactura global.

En base al cambio de tendencia en la industria, en el presente trabajo se propone desarrollar un sistema con interfaz gráfica para obtener información sobre el proceso de elaboración de cemento, para que en conjunto con una plataforma digital se facilite al operador la obtención de información sobre el proceso que se está llevando a cabo mediante la lectura de gráficas y métricas obtenidas de los sensores y actuadores.

En el Capítulo 1 se encuentra la revisión del estado del arte con los fundamentos de los procesos industriales, la aplicación de IoT en la industria y la integración de diferentes protocolos de comunicación.

En el Capítulo 2 se describen los diferentes fabricantes de equipos de automatización, así como los diferentes protocolos propietarios de cada uno. A fin de verificar la integración de los diferentes equipos existentes dentro de las diferentes procesos industriales.

En el Capítulo 3 se presenta la propuesta de simulación del proyecto donde se mencionará la arquitectura, la descripción, el hardware y software del sistema.

En el Capítulo 4 se presentan los resultados y análisis, explicando brevemente lo observado en la simulación y sobre la arquitectura aplicada en una industria real.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y las recomendaciones con base a los objetivos planteados para el desarrollo de la propuesta. Se plantean las recomendaciones para trabajos futuros con base a los resultados y pruebas.

Capítulo 1

Fundamentación Teórica

1.1. Estado del arte

En los últimos años, la automatización industrial ha experimentado avances significativos gracias a la integración de tecnologías emergentes y al enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia. Diversos proyectos recientes destacan por su innovación en entornos reales y su relevancia en la industria. La automatización y monitorización en la actualidad ha implementado un sin número de aplicaciones tecnológicas yendo estas más allá que la simple comunicación entre dispositivos abarcando desde inteligencia artificial, robótica, IoT hasta integraciones con modelos de visión asistida por computadora. El avance tecnológico en todas las áreas ha ofrecido soluciones a problemas en la industria permitiendo niveles de automatización superiores tal como se puede evidenciar a continuación. Los sistemas de monitoreo desde el principio de la automatización industrial presentan ciertas arquitecturas que conforman la base para la automatización moderna, dividiéndose básicamente entre la parte operativa y de control, así como redefiniendo el modelo OSI [8].

En el 2024 se presenta la propuesta de diseño la implementación de un sistema remoto de monitoreo y control de laboratorio de mecatrónica basado en IoT e inteligencia artificial para la Universidad de Galati [9]. En el mismo se menciona el uso del robot industrial ABB IRB 20 el cual consta de 6 ejes, tiene una carga útil de 3kg [10]. El sistema usa varios sensores IoT que monitorean la posición, alineamiento y fuerza aplicada, además se adapta en tiempo real a través de modelos de inteligencia

artificial en la nube.

En 2023 S. Li et al., de la Universidad Xi'an Jiaotong en China ofrece una revisión integral del monitoreo y mantenimiento de líneas de producción en el contexto del Internet Industrial [11]. En este artículo se destaca la arquitectura y tecnologías clave para el denominado internet industrial. Distribuye la tecnología en tres diferentes capas:

1. Capa física: Tecnologías de adquisición de datos, edge computing
2. Capa de transporte: Tecnologías de comunicación, fog computing
3. Capa de aplicación: Big Data, inteligencia artificial, análisis de datos, optimización de operación y mantenimiento, sustentabilidad

La descripción de las anteriores capas son una reinterpretación basada en el modelo OSI aplicando una arquitectura con los componentes tecnológicos más relevantes, demostrando posiblemente un nuevo estándar para las industrias.

En el 2024 en la Universidad de Cornell se presenta un sistema de automatización y control que genera rutas optimas en base al procesamiento de imágenes. Estas redes permiten la transmisión de datos críticos en tiempo y seguridad para monitorear y controlar procesos industriales, mejorando la eficiencia y reduciendo costos [12]. En el 2021 J.I.A. Lugo et al., se presenta el estado del arte de la aplicación de las interfaces HMI en México. Se destaca la necesidad de crear más literatura sobre la instalación, programación y uso tanto del hardware como del software de las HMI's en entornos de la industria. [13]. Se menciona que al menos la mitad de las empresas mexicanas tienen sus interfaces a una distancia de alrededor de 1 metro del proceso y cableado, con esto concluye que entre a más distancia del cableado se reduce el número de empresas que tienen estos sistemas por lo que se puede evidenciar la falta de implementación de monitoreo remoto en tiempo real. También evidencia que en promedio los dispositivos HMI implementados tienen alrededor de 5 años.

Se evidencia las tecnologías a través de arquitecturas basadas principalmente en implementaciones que han existido desde el comienzo de la automatización industrial, además demuestra la importancia de aplicar distintas tecnologías basadas

en el desarrollo de la industria 4.0, así como la necesidad implícita de actualizar los sistemas ya implementados como puede ser en este caso en la industria cementera.

1.2. Estructura de un Sistema Automatizado

El sistema automatizado se puede clasificar en **la parte operativa** la cual está conformada por máquinas, dispositivos o subprocesos diseñados para realizar funciones específicas de fabricación (mecanizado, destilación, fundición, etc.). La segunda parte es **la de control o mando** la cual coordina las operaciones de la parte operativa, puede estar basada en tecnologías electrónicas, neumáticas o hidráulicas.

El correcto funcionamiento del sistema automatizado depende de un intercambio continuo de información entre sus componentes. Los sensores binarios y transductores analógicos o digitales recopilan datos sobre las magnitudes físicas a controlar y sus cambios de estado, enviando esta información a la parte de control para su procesamiento. Una vez procesados los datos, se generan órdenes de mando que se transmiten a través de los preaccionadores, dispositivos que permiten gestionar grandes potencias mediante señales de baja potencia emitidas por la parte de control. Se puede observar esta estructura en la Figura 1.1[8].

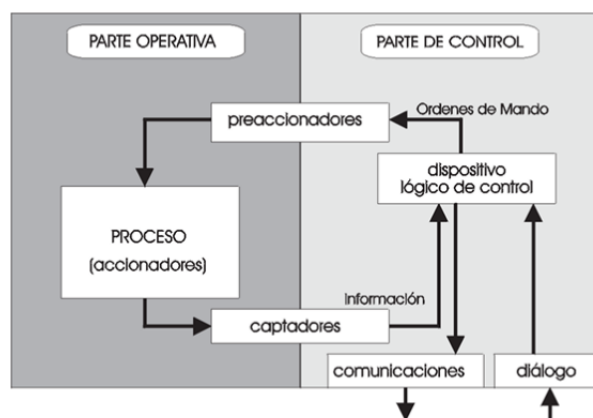


Figura 1.1: Modelo estructural de un Sistema automatizado [8].

1.3. Automatización en Procesos Industriales

La Industria 4.0 marca un cambio significativo al integrar tecnologías avanzadas con los sistemas productivos y la sociedad digital. Este enfoque busca satisfacer las demandas de consumo de manera más rápida y eficiente, al tiempo que minimiza el impacto ambiental. Tecnologías como big data, inteligencia artificial, robótica avanzada, nanotecnología y realidad aumentada, entre otras, permiten optimizar procesos industriales. Además, estrategias innovadoras y sostenibles aprovechan herramientas como la computación en la nube, blockchain y redes 6G para garantizar un equilibrio entre desarrollo económico y protección ambiental [14].

La Industria 4.0 tiene como objetivo, construir una plataforma de fabricación inteligente y abierta para aplicaciones de información en red industrial, para las empresas manufactureras de todos los tamaños obtener un acceso fácil y asequible a tecnologías de modelado y análisis que se puedan personalizar para satisfacer sus necesidades [15].

Este enfoque consiste en la integración de tecnologías avanzadas como sistemas de control, sensores, actuadores y software para gestionar y monitorear los procesos industriales de manera autónoma.

1.4. Modelo OSI

La modelo OSI es una referencia fundamental en este ámbito. Está compuesta por 7 capas: [16].

1. Capa física

La primera capa, la física, se encarga de la transmisión y recepción de datos en forma de señales eléctricas, ópticas o de radio a través de un medio físico. Este es el caso de los cables Ethernet, la fibra óptica o los conectores RJ45.

2. Capa de enlace de datos

La siguiente capa se encarga de la comunicación entre dispositivos en la misma red local. Esta, gestiona la detección y corrección de errores en el enlace de datos y evita que puedan existir colisiones de datos. Estamos hablando, por ejemplo, de Switches y protocolos Ethernet.

3. Capa de red

La capa de red se ocupa del direccionamiento y enrutamiento de paquetes de datos a través de múltiples redes. Su tarea es la de determinar la mejor ruta para enviar los datos desde el origen hasta el destino, a menudo a través de diferentes redes intermedias. Utiliza para ello las direcciones IP. Ejemplos claros de esta capa son los Routers o los OSPF (*Open Shortest Path First*).

4. Capa de transporte

La cuarta capa, la de transporte, se encarga de la transferencia fiable de datos entre dos sistemas finales, asegurando que los datos lleguen completos y en el orden correcto. Maneja el control de flujo y la corrección de errores. Se encarga de la segmentación y reensamblaje de datos. En este caso nos encontramos con el TCP (*Transmission Control Protocol*) y el UDP (*User Datagram Protocol*).

5. Capa de sesión

La capa de sesión administra y controla las sesiones de comunicación entre aplicaciones. Establece, mantiene y finaliza las conexiones entre aplicaciones de red. Se ocupa de gestionar el intercambio de datos y controla el diálogo entre los sistemas. Algunos ejemplos de esta tecnología son los protocolos de sesión como RPC (*Remote Procedure Call*) o el NetBIOS (*Network Basic Input/Output System*).

6. Capa de presentación

Su tarea es traducir, cifrar y comprender los datos que encontramos entre el formato que utiliza la red y el formato que utiliza la aplicación. Asegura que los datos

sean entendidos correctamente por el sistema receptor. Son, por ejemplo, los códigos de compresión y cifrado como JPEG, GIF, SSL/TLS.

7. Capa de aplicación

Para terminar, nos encontramos con la capa más cercana al usuario final, la de aplicación. Esta es la que proporciona servicios de red directamente a las aplicaciones del usuario. Facilita la interacción con las aplicaciones de software que requieren comunicación en red. Estamos hablando de protocolos como HTTP, FTP, SMTP o DNS

1.4.1. Aplicación de Sistemas de control en la Industria

En la industria moderna, los sistemas de control como los PLCs y SCADA son fundamentales para garantizar la precisión y confiabilidad en los procesos. Los PLCs permiten ejecutar tareas específicas en tiempo real, mientras que los sistemas SCADA supervisan y recopilan datos para análisis posterior. Por ejemplo, en la producción de alimentos y bebidas, los sistemas de control monitorean parámetros como temperatura, presión y flujo para garantizar la calidad del producto final [6]. Además, el uso de algoritmos de inteligencia artificial en sistemas SCADA permite detectar patrones y optimizar los procesos en función de datos históricos [2].

Automatización en Manufactura

La automatización en manufactura ha sido clave para aumentar la productividad y reducir costos operativos. Por ejemplo, la implementación de robots colaborativos en líneas de ensamblaje ha permitido disminuir el tiempo de producción y mejorar la precisión en tareas repetitivas [1].

Integración de IoT en procesos Industriales

La integración de IoT en procesos industriales ha permitido a las empresas monitorear y controlar operaciones en tiempo real, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones. Un ejemplo destacado es la implementación de

sensores inteligentes conectados a plataformas en la nube, lo que permite analizar datos desde cualquier ubicación y optimizar la gestión de recursos

1.5. Aplicación de la IoT en la Industria

El internet de las cosas ha revolucionado la industria al permitir la interconexión de dispositivos y sistemas, facilitando la recopilación y análisis de datos en tiempo real. Esta interconectividad mejora la eficiencia operativa, optimiza la producción y permite una toma de decisiones más informada. Por ejemplo, la implementación de tecnologías IoT en líneas de producción ha demostrado aumentar la eficiencia y optimizar recursos y procesos, facilitando la toma de decisiones basadas en datos extraídos de la producción [13]. IIoT ha emergido como una tecnología clave en la modernización de los sistemas de manufactura y automatización industrial. A través de la interconexión de dispositivos inteligentes, el IIoT permite la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real, mejorando la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en entornos industriales, [11]este se basa en IoT y la Industria 4.0, donde la automatización y la comunicación M2M desempeña un papel fundamental. A diferencia del IoT convencional, que se centra en la interacción entre dispositivos de consumo, el IIoT está diseñado para optimizar procesos industriales mediante CPS, proporcionando un mayor control y supervisión de los activos industriales. Esta integración facilita la toma de decisiones basada en datos, permitiendo ajustes dinámicos en los procesos de manufactura para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos [11].

Entre las principales oportunidades del IIoT destaca su capacidad para habilitar el monitoreo remoto y el mantenimiento predictivo, reduciendo el tiempo de inactividad y optimizando la planificación del mantenimiento de equipos críticos. La implementación de sensores inteligentes en las líneas de producción permite la detección temprana de fallos y el ajuste automático de los parámetros operativos, minimizando desperdicios y mejorando la calidad del producto final. Además, la integración con plataformas en la nube y el uso de análisis de datos avanzados permiten una supervisión más eficiente de los procesos industriales, facilitando la

automatización de tareas y la optimización de recursos [11].

La interoperabilidad entre dispositivos y sistemas de distintos fabricantes sigue siendo un obstáculo clave, requiriendo el desarrollo de estándares de comunicación y protocolos de integración más eficientes. Asimismo, la seguridad y la privacidad de los datos industriales son preocupaciones fundamentales, ya que la conectividad a gran escala aumenta el riesgo de ciberataques y accesos no autorizados. Además, la eficiencia energética es un factor crítico en el diseño de dispositivos IIoT, ya que muchos de ellos operan con recursos limitados y requieren soluciones innovadoras para prolongar su vida útil sin comprometer el rendimiento del sistema [11].

Con el desarrollo de la ciberseguridad en relación con el internet también los dispositivos IoT quedan expuestos a ciberataques, sobre todo es importante destacar la importancia de los sistemas de seguridad en la industria donde su aplicación es crítica. A continuación se presenta en la figura 1.2 un modelo de seguridad y de arquitectura para la Industria IoT[17].

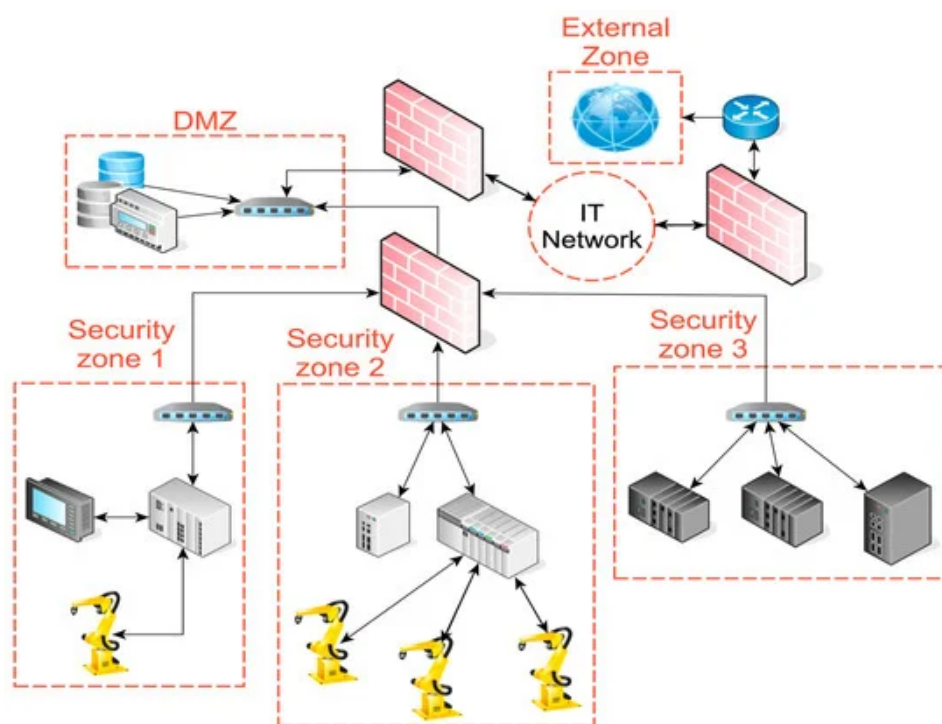


Figura 1.2: Esquema de seguridad [17].

1.6. Diferentes Protocolos de Comunicación

En la industria, la comunicación eficiente entre dispositivos es esencial para garantizar la interoperabilidad y el control en tiempo real. La elección del protocolo adecuado depende de las necesidades específicas de la aplicación, considerando factores como la velocidad de comunicación, la complejidad de la red y la compatibilidad con los dispositivos existentes. Existen diversos protocolos de comunicación utilizados en sistemas de automatización industrial, entre los cuales destacan:

1. **Modbus:** Un protocolo de comunicación sencillo y robusto que opera en el modelo maestro-esclavo, ampliamente utilizado para conectar dispositivos electrónicos en entornos industriales [18].
2. **PROFINET:** Proporciona comunicación en tiempo real y se basa en Ethernet estándar, siendo ideal para aplicaciones que requieren alta velocidad y precisión [19].
3. **OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture):** Permite una integración avanzada al proporcionar comunicación interoperable y segura entre dispositivos industriales de diferentes fabricantes [20].

Capítulo 2

Fabricantes de Equipos de Automatización

En el ámbito de la automatización industrial, varios fabricantes líderes proporcionan soluciones integrales que incluyen hardware y software para optimizar los procesos de producción. A continuación, se destacan algunos de los principales fabricantes y distintos protocolos propietarios de cada uno:

2.1. ABB

Ofrece una amplia gama de productos de automatización y control, incluyendo PLCs, sistemas SCADA y soluciones robóticas, enfocándose en mejorar la eficiencia y la productividad industrial.

Protocolos propietarios

- **ABB Fieldbus:** Este protocolo se utiliza principalmente para conectar dispositivos de campo en redes industriales. Es conocido por su alta velocidad y confiabilidad en entornos industriales críticos [21].
- **DriveBus:** Utilizado para la comunicación interna entre controladores y variadores de frecuencia en sistemas de automatización avanzados [22].

2.2. Siemens

Reconocido por su plataforma TIA Portal, Siemens proporciona soluciones de automatización que integran hardware y software, facilitando la ingeniería y el mantenimiento de sistemas industriales.

- **PROFINET:** Un estándar de comunicación basado en Ethernet diseñado para aplicaciones industriales en tiempo real. Es ampliamente utilizado en entornos automatizados para garantizar la interoperabilidad [23].
- **PROFIBUS:** Protocolo de comunicación en serie utilizado para conectar sensores, actuadores y sistemas de control en plantas industriales. Destaca por su robustez y flexibilidad en aplicaciones de control de procesos [24].

2.3. Schneider Electric

Proporciona soluciones de automatización y control que incluyen PLCs, interfaces HMI y software de gestión de energía, enfocándose en la sostenibilidad y la eficiencia energética.

Estos fabricantes juegan un papel crucial en la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, proporcionando herramientas que permiten la digitalización y la interconexión de los procesos industriales.

- **ModBus:** Desarrollado originalmente por Schneider Electric, este protocolo maestro-esclavo es ampliamente utilizado en sistemas SCADA y redes de dispositivos. Es conocido por su simplicidad y compatibilidad universal [6] [25].
- **EcoStruxure:** Es una arquitectura abierta que permite la integración de dispositivos conectados para la supervisión y gestión de energía en sistemas industriales [26].

2.4. Pasarela o Gateways

Las pasarelas o gateways son dispositivos que permiten la intercomunicación de varios protocolos de comunicación en la industria, por ejemplo, la conexión profinet y ethernet u otros de diferentes fabricantes, entre estas por ejemplo se encuentra el modelo PLX32-EIP-PND Ethernet/IP a PROFINET como se muestra en la Figura 2.1, este ofrece transferencia bidireccional entre un controlador profinet y una red ethernet. Provee dos puertos Ethernet y cada puerto usa una diferente subnet. [27].



Figura 2.1: Gateway PLX32-EIP-PND [27].

Capítulo 3

Propuesta de Simulación del Proyecto

La propuesta de simulación se basa en el desarrollo de un proceso industrial que integra varias tecnologías clave: TIA Portal, Grafana, Factory I/O y Node-RED. Este proceso simula la clasificación de diferentes elementos y el llenado de un tanque el mismo que representa un silo de almacenamiento de cemento en la industria, permitiendo un control y monitoreo eficiente en tiempo real. En esta simulación se hará uso del PLC SIM-1200 el cual posee las características necesarias para el este proceso industrial.

3.1. Arquitectura de la Propuesta

La arquitectura del sistema se organiza de la siguiente manera:

1. Simulación en Factory I/O y Tia Portal: Se utiliza Factory I/O como entorno principal para simular los componentes físicos del proceso industrial, incluidos sensores y actuadores necesarios para la clasificación de elementos y el llenado del tanque. En Tia Portal se realiza la simulación del módulo PLC
2. Interacción con Node-RED: A través del protocolo TCP, Node-RED se conecta con Factory I/O para interactuar con los sensores y actuadores virtuales, transformando los datos crudos obtenidos del sistema en formatos adecuados para su análisis posterior.
3. Transmisión de datos con MQTT: Node-RED publica los datos transformados

mediante varios tópicos en el protocolo MQTT, permitiendo una transferencia eficiente y organizada hacia las herramientas de visualización.

4. Visualización en Grafana: Los datos enviados mediante MQTT son consumidos por Grafana, donde se configuran paneles interactivos para visualizar en tiempo real las métricas clave del proceso industrial, como el estado de los sensores, la clasificación de los elementos y el nivel del tanque.

3.2. Descripción del Sistema

El sistema usa distintas interfaces de red y protocolos, en este caso simula la conexión tcp/ip entre los dispositivos industriales y el PLC, además con la interfaz a node red. Mediante el protocolo MQTT se realiza la interfaz con Grafana. Se usa el protocolo MQTT debido a que permite la conexión de varios clientes en varios dispositivos simultáneos lo que resulta útil a la hora de visualizar información. En la Figura 3.1 se describe la interacción de las diferentes interfaces.

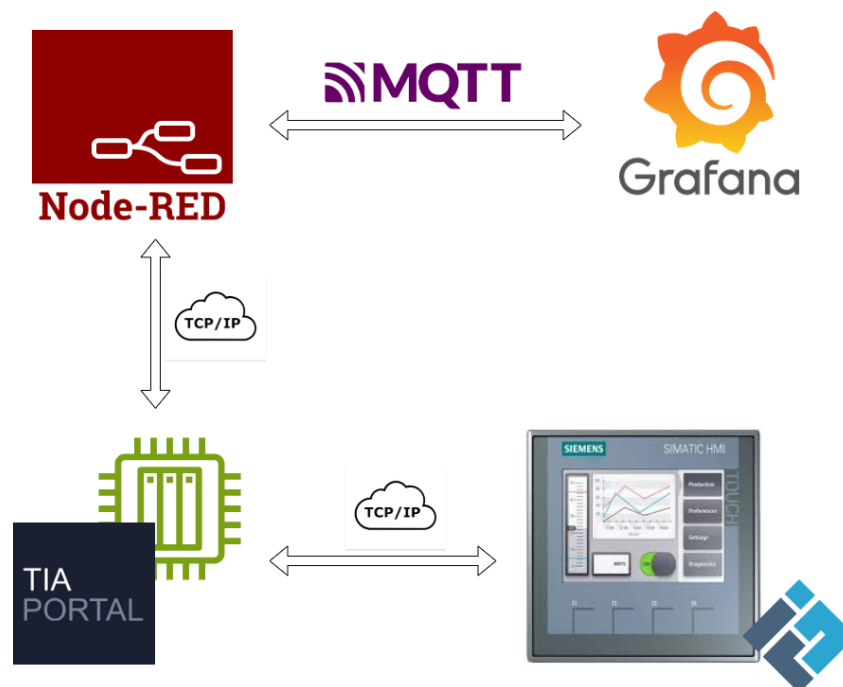


Figura 3.1: Descripción grafica del Sistema.

3.3. Hadware

- Computadora con capacidad de ejecución para Factory I/O y Node-RED.
- Sensores y actuadores virtuales disponibles en Factory I/O.

3.4. Software

- Factory I/O: Entorno de simulación industrial que permite modelar procesos físicos.
- Node-RED: Herramienta de programación basada en flujos, utilizada para integrar datos de los sensores y transformarlos antes de enviarlos a otros servicios.
- MQTT: Protocolo de comunicación ligero utilizado para la publicación y suscripción de datos.
- Grafana: Plataforma de visualización para configurar gráficos y paneles interactivos.
- TIA Portal: Software utilizado para programar y controlar los PLCs que intervienen en la simulación.

Capítulo 4

Resultados y Análisis

Una vez realizada la simulación es posible diseñar un diagrama de red como en la Figura 4.1 aplicable en la industria, por ejemplo usando un protocolo de comunicación industrial como PROFIBUS para intercomunicar al PLC con los distintos actuadores, sensores y dispositivos de manera robusta y con altos estándares, luego mediante ethernet logramos conectarnos a una red mediante el protocolo TCP/IP, este a su vez se conecta a la red de la planta la cual debe estar debidamente protegida mediante un firewall y demás medidas de seguridad. Finalmente, mediante una red local o una red expuesta a internet se procede a conectar a un servidor el cual tendrá instalado node-red y servirá la interfaz a los diferentes clientes autorizados la visualización de datos con grafana.

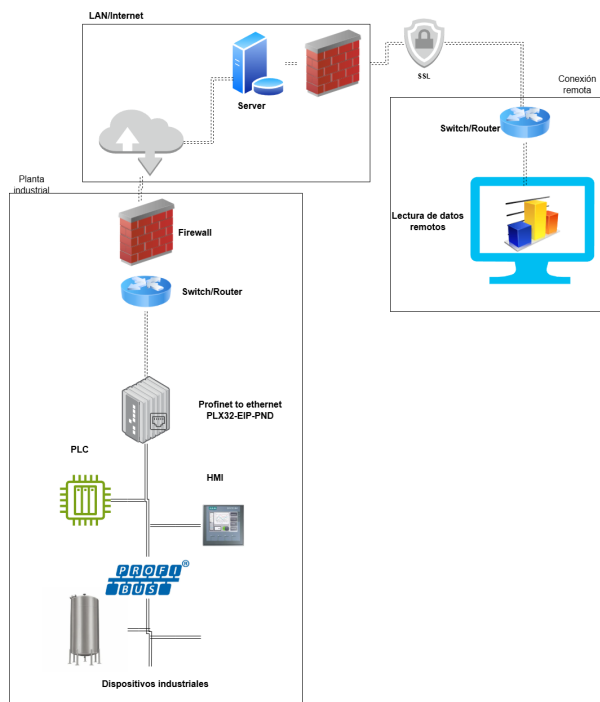


Figura 4.1: Descripción del Sistema

Durante la simulación se constata una variación en el tiempo de ejecución de ciertos sensores y actuadores, sobre todo cuando se agregan cada vez más elementos en pantalla, lo que provoca imprecisión a la hora de realizar la lógica para eventos como por ejemplo la medición de ciertos pesos, para solucionar este problema se realiza una lógica que permite esperar a que los pesos lleguen a un valor máximo previo a realizar las comparaciones en vez de simplemente suponer que todos los sensores de peso demorarían una cierta cantidad de tiempo.

Es importante tomar en cuenta que tanto en las simulaciones como en la industria pueden existir variaciones que se deben tomar en cuenta para un ajuste fino o un cambio de lógica que permita eliminar el error. Mediante la herramienta de programación Node Red se pudo realizar un procesamiento previo al posterior envío de datos a través de MQTT para adecuar las señales a las especificaciones de cada gráfica mostrada en Grafana. En la figura 4.2 se puede observar cómo se unen diferentes estados del nivel de silos para obtener una salida que indique el porcentaje de llenado. En la figura 4.3 se destaca la unión de señales para medir el porcentaje de error en el proceso de medición.

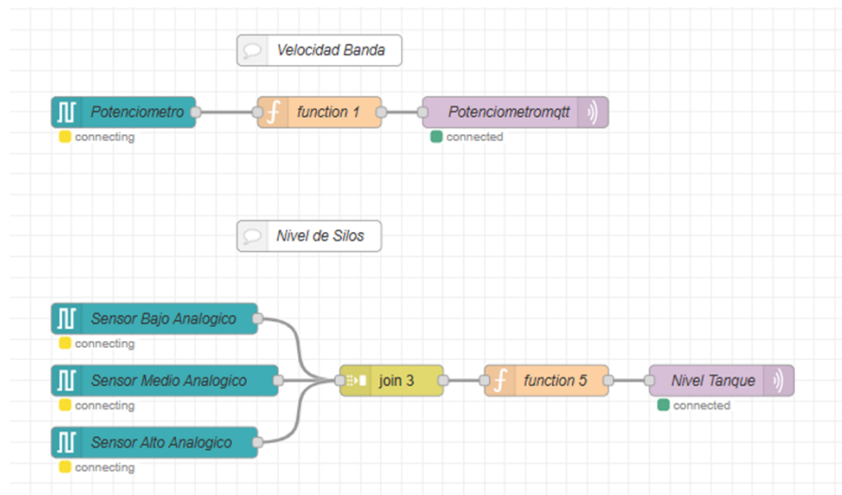


Figura 4.2: Procesamiento de Velocidad y Nivel de Silo o Tanque

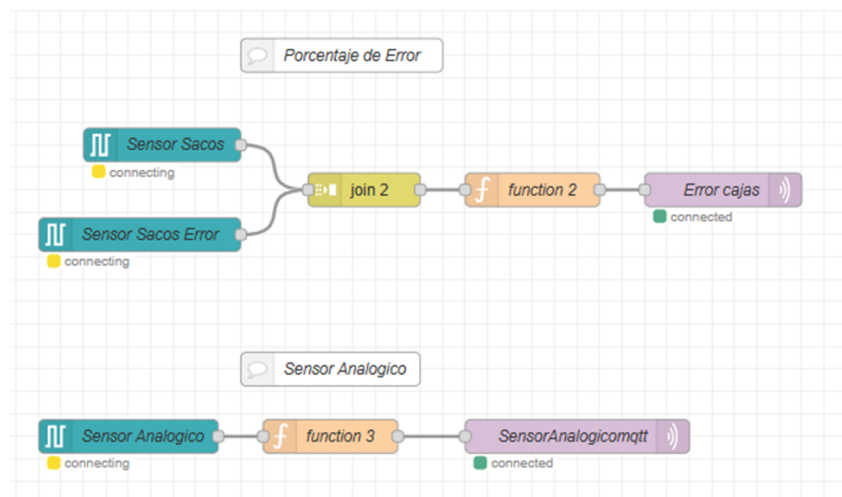


Figura 4.3: Procesamiento Porcentaje de Error y Sensor Analógico

Capítulo 5

Conclusiones y Trabajos Futuros

Se evidencia mediante la literatura la necesidad de soluciones de monitoreo modernas que mejoren la interacción del operario. Las simulaciones realizadas evidencian un resultado satisfactorio al poder observar gráficas en tiempo real en la interfaz web de grafana cumpliendo así el objetivo de desarrollar un sistema escalable. Al realizar la arquitectura de red descrita en la Figura 4.1 se concluyó que el protocolo PROFIBUS es adecuado para las conexiones a sensores y actuadores a través de los módulos CM 1242-5 y CM 1243-5 para el PLC S7-1200. De igual manera para mantener la escalabilidad del sistema se sugiere hacer uso del protocolo PROFINET el cual es adecuado para conectar en red varios PLCs de ser necesario.

El uso del protocolo MQTT se integra con facilidad en múltiples interfaces como en este caso Grafana y Node-red, esto debido a su naturaleza Open Source y su amplia utilización en sistemas tanto de uso industrial como en otros ámbitos donde se requiera comunicación en tiempo real. Este protocolo tiene la ventaja que permite controlar la calidad de servicio o QOS el cual se puede ajustar en función de la importancia de ciertos datos, por ejemplo, en este caso se usó QOS 0 en las gráficas en tiempo real que permite enviar un streaming de datos rápidamente sin comprobación, en cambio se usa QOS 1 al recibir o enviar comandos que son indispensables que lleguen al receptor. Para futuros trabajos en base a este proyecto se recomienda ampliar información y aplicaciones sobre la ciberseguridad enfocada en la industria, ya que se pueden generar potenciales puertas de entrada al exponer acceso la red a los usuarios y servidores.

Glosario

API Interfaz de programación de aplicaciones.

CPS Sistemas ciberfísicos (Cyber Physics Systems).

ETHERNET tecnología o conjuntos de tecnologías que sirven para conectar diferentes dispositivos electrónicos en una red local.

HMI Interfaz humano máquina (Human interface machine).

IIOT Internet de las cosas industrial (Industrial internet of things).

IOT Se denomina a el conjunto de dispositivos en red de diferentes ambitos (Internet of things).

MODBUS protocolo de comunicación basado en una arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor.

MQTT Protocolo de comunucación IOT (Message Queuing Telemetry Transport).

OSI Modelo que conceptualiza la arquitectura de capad de interconexión de sistemas abiertos.

PLC controladores lógicos programables (Programmable Logic Controller).

PROFIBUS son las siglas de PROcess FIeld BUS, hace referencia a un protocolo de comunicación industrial.

PROFINET estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación PROFIBUS Internacional.

QOS Calidad del servicio (Quality of service).

SCADA Sistema que permite supervisión y adquisición de datos en la industria (Supervisory Control and Data Acquisition).

SSL Capa de seguridad y cifrado de red TCP (secure sockets layer).

TCP El Protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol, TCP).

Referencias

- [1] H. Kagermann, W. Wahlster y J. Helbig, «Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group,» Acatech – National Academy of Science y Engineering, Germany, inf. téc., 2013.
- [2] Y. Lu, «Industry 4.0: A survey on technologies, applications, and open research issues,» *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 6, págs. 1-10, 2017.
- [3] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business, 2017.
- [4] T. Hughes, G. Irwin y E. Katopis, *Industrial Communication Systems*. ISA – International Society of Automation, 2019.
- [5] S. Mackay, E. Wright y D. Reynders, *Practical Industrial Data Communications: Best Practice Techniques*, 3rd. Newnes, 2021.
- [6] K. E. John, *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*. New York: Momentum Press, 2017.
- [7] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, 2016.
- [8] E. Moreno, *Automatización de procesos industriales*. Alfaomega, 2001, ISBN: 9789701506585.
- [9] Łukasz Mikulski, K. Foit, P. Machnik y D. Kasperek, «IoT-Cloud, VPN, and Digital Twin-Based Remote Monitoring and Control of a Multifunctional Robotic Cell in the Context of AI, Industry, and Education 4.0 and 5.0,» *Sensors*, vol. 24, n.º 23, pág. 7451, 2024. DOI: 10.3390/s24237451.
- [10] A. Robotics, *Especificaciones del producto IRB 120*, 2024.
- [11] S. Li, L. D. Xu y S. Zhao, «Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions,» *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 14, n.º 11, págs. 4724-4734, 2018. DOI: 10.1109/TII.2018.2852491.

- [12] B. A. Huerfano y F. Jimenez, «Control and Automation for Industrial Production Storage Zone: Generation of Optimal Route Using Image Processing,» *arXiv preprint arXiv:2403.10054*, 2024.
- [13] J. I. A. Lugo, J. E. I. Esquer y M. A. Bernal, «Aplicación del internet industrial de las cosas (IoT) en líneas de manufactura por proceso de moldeo por inyección de plástico,» *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, vol. 9, n.º 2, págs. 1-22, 2020.
- [14] G. B. López, «Reducing the peak-to-average power ratio of multicarrier modulation by selected mapping,» *Alpha publicaciones*, vol. 3, n.º 3.1, págs. 98-115, 2021. DOI: 10.33262/ap.v3i3.1.80.
- [15] N. H. N. A. Mohd Aiman Kamarul Bahrin Mohd Fauzi Othman y M. F. Talib, *Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic*. Malaysia: Centre for Artificial Intelligence y Robotic, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur, 2016.
- [16] P. Tyagi, Rahul y N. Priyadarshi, «Understanding Computer Networks: A Comprehensive Overview of Types, Configurations, and the OSI Model,» *arXiv preprint arXiv:2403.11296*, 2024.
- [17] S. Lohani, A. Nayyar y J. J. P. C. Rodrigues, «The Role of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning in Future Internet of Things: A Technical Review,» *Future Internet*, vol. 16, n.º 11, pág. 394, 2024. DOI: 10.3390/fi16110394.
- [18] J. A. E. Roque, *Protocolos de comunicaciones industriales*, Logicbus S.A. de C.V.
- [19] H. T. Giovanni Pardo Chamorro, «Protocolo de Comunicación Industrial,» págs. 1-14,
- [20] L. F. Cuero Granobles, W. Gutiérrez Marroquín e I. M. Londoño, «LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN, UNA BASE PARA LA DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES: Communication protocols, a basis for the digitalization of industrial processes,» *Revista Teinnova*, vol. 5, n.º 1, 69–84, 2021. DOI: 10.23850/25007211.3423.
- [21] ABB, *Conectividad Fieldbus*, 2025.
- [22] ABB, *AC 800M Version 6.0 DriveBus*, 2025.
- [23] PROFINET, *PROFINET - The Standard for Industrial Automation*, 2025.
- [24] PROFIBUS Argentina, *¿Qué es y cómo funciona PROFIBUS?* 2025.
- [25] Modbus Tools, *Modbus Protocol Overview*, 2025.

- [26] Schneider Electric, *EcoStruxure Building Operation - System Overview*, 2025.
- [27] P. Technology, *EtherNet/IP to PROFINET Gateway for Dual Subnets (PLX32-EIP-PND)*, 2024.

Apéndice A

Simulaciones

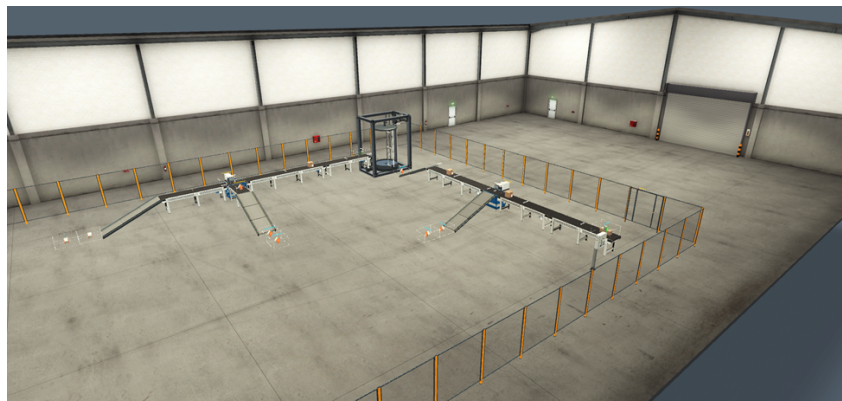


Figura A.1: Vista General Simulación

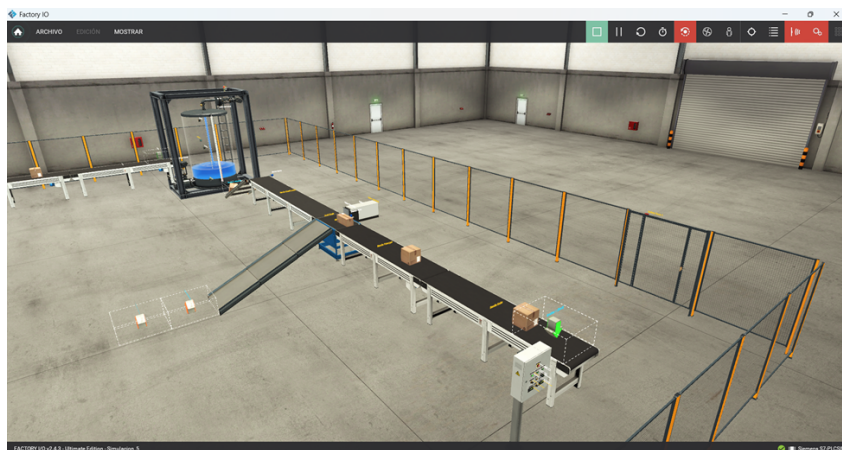


Figura A.2: Clasificación y Llenado del Tanque o Silo

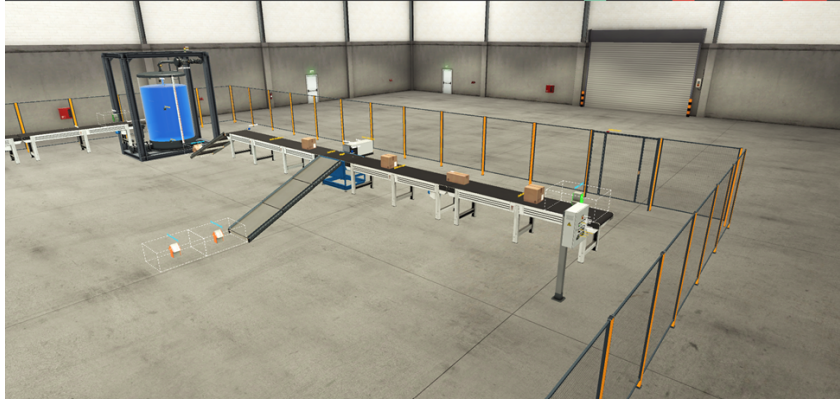


Figura A.3: Tanque o Silo lleno

Apéndice B

Gráficas y datos

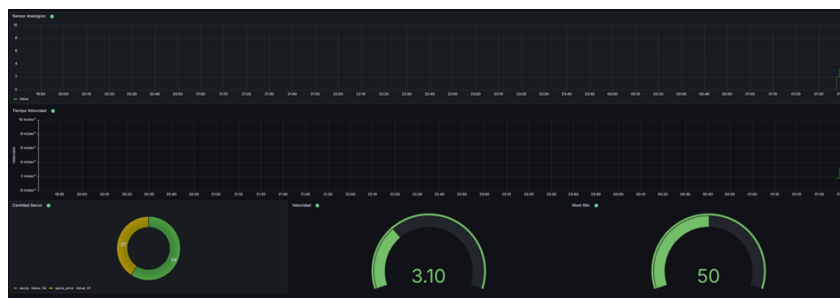


Figura B.1: Gráficas en el dashboard de Grafana

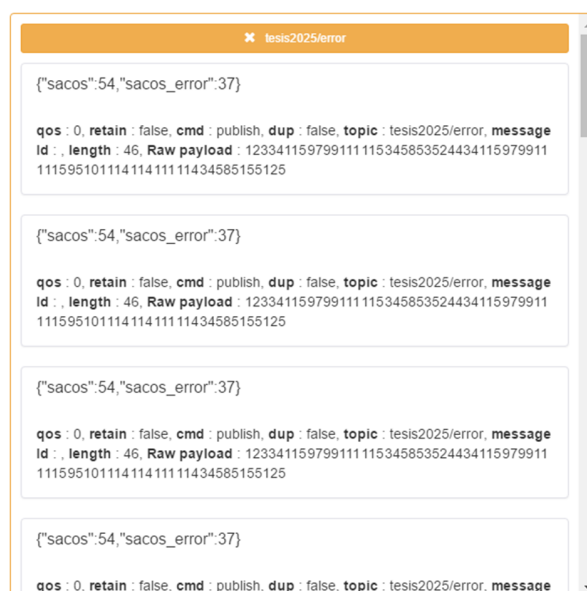


Figura B.2: Información enviada a través de MQTT

Apéndice C

Programa

Name	Path	Data Type	Logical Address
Apagado General	Default tag table	Bool	%I0.0
Pulsante HE	Default tag table	Bool	%I0.1
Inicio proceso	Default tag table	Bool	%M0.0
Indicador HE	Default tag table	Bool	%Q0.0
Banda Sube	Default tag table	Real	%QD38
Banda Principal	Default tag table	Bool	%Q0.2
Load Scale	Default tag table	Bool	%Q0.3
Banda Clasificacion	Default tag table	Bool	%Q0.4
Sensor Peso	Default tag table	Bool	%I0.2
Aux1	Default tag table	Bool	%M0.1
Weight	Default tag table	Real	%ID32
Sensor Salida 1	Default tag table	Real	%ID34
Peso Kg	Default tag table	Real	%ID38
Aux2	Default tag table	Bool	%M0.2
Pusher 1	Default tag table	Bool	%Q0.5
Front Limit	Default tag table	Bool	%I0.3
Sensor Final	Default tag table	Bool	%I0.4
Tanque	Default tag table	Bool	%M0.3
Llenado	Default tag table	Real	%QD30
Despacho_1	Default tag table	Bool	%M0.4
Nivel_normlizado	Default tag table	Real	%MD2
SP	Default tag table	Int	%MW6
Sensor_nivel	Default tag table	Real	%ID42
Cuenta_nivel	Default tag table	Real	%MD8
Indicador Nivel Alto	Default tag table	Bool	%Q0.7
Llenado Tanque	Default tag table	Bool	%Q0.6
Pulsante Despacho	Default tag table	Bool	%I0.5
Sensor Nivel Bajo	Default tag table	Bool	%I0.6
Sensor Nivel Medio	Default tag table	Bool	%I0.7
Indicador Despacho	Default tag table	Bool	%Q1.2
Banda Despacho	Default tag table	Bool	%Q1.3
Despacho	Default tag table	Bool	%Q1.4
Banda Ensacado	Default tag table	Bool	%Q1.5
Indicador Nivel Bajo	Default tag table	Bool	%Q1.0
Vaciado	Default tag table	Bool	%Q1.1
Despachos	Default tag table	Bool	%M0.6
Pausa Despacho	Default tag table	Bool	%I1.0
Indicador Pausa Despacho	Default tag table	Bool	%Q1.6
Load Scale Exit	Default tag table	Bool	%Q1.7
Banda HE	Default tag table	Bool	%Q2.0
Aux3	Default tag table	Bool	%M0.7
Aux 4	Default tag table	Bool	%M1.0
Sensor Peso 2	Default tag table	Bool	%I1.1
Pusher 2	Default tag table	Bool	%Q2.1
Weighth 2	Default tag table	Real	%ID52
Sensor Salida 2	Default tag table	Real	%ID70

Figura C.1: Tags Tia Portal

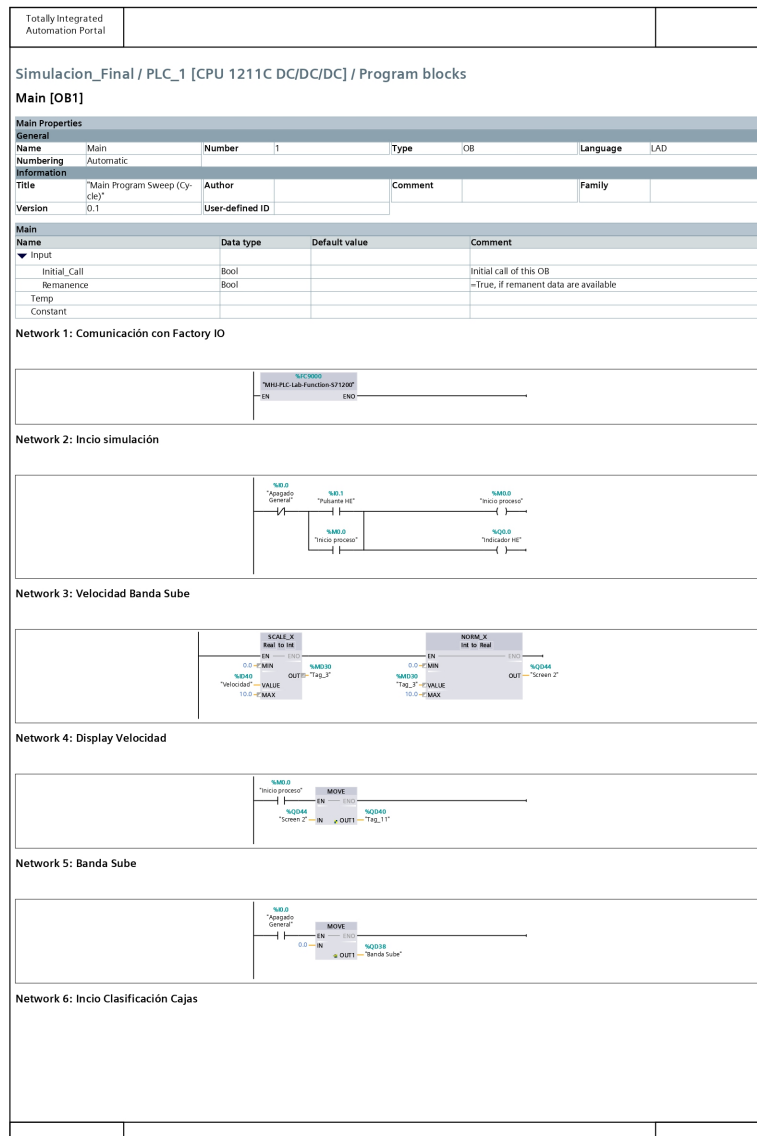


Figura C.2: Network Tia Portal

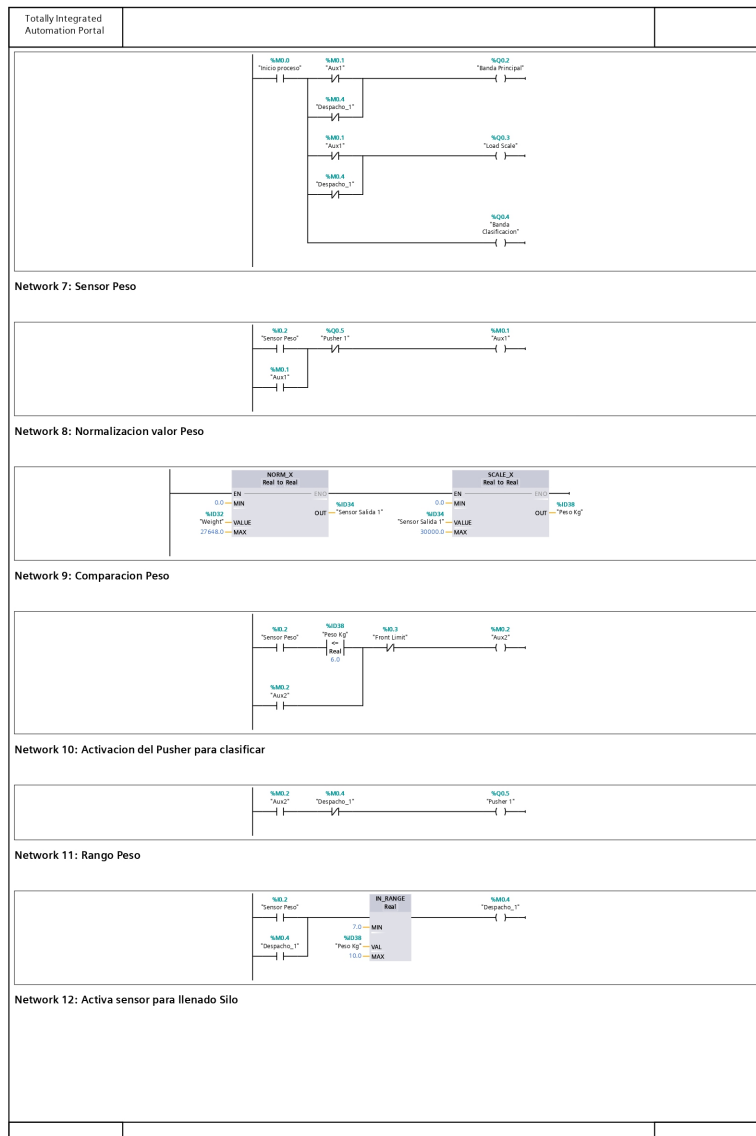


Figura C.3: Network Tia Portal

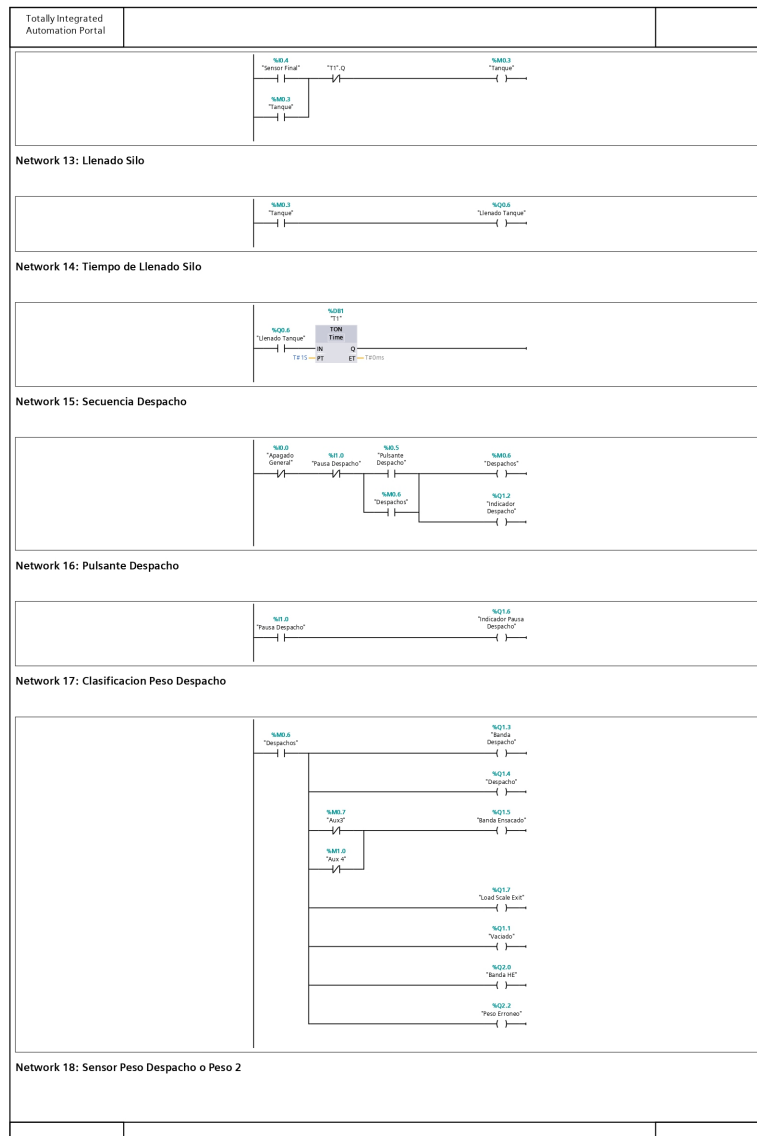


Figura C.4: Network Tia Portal

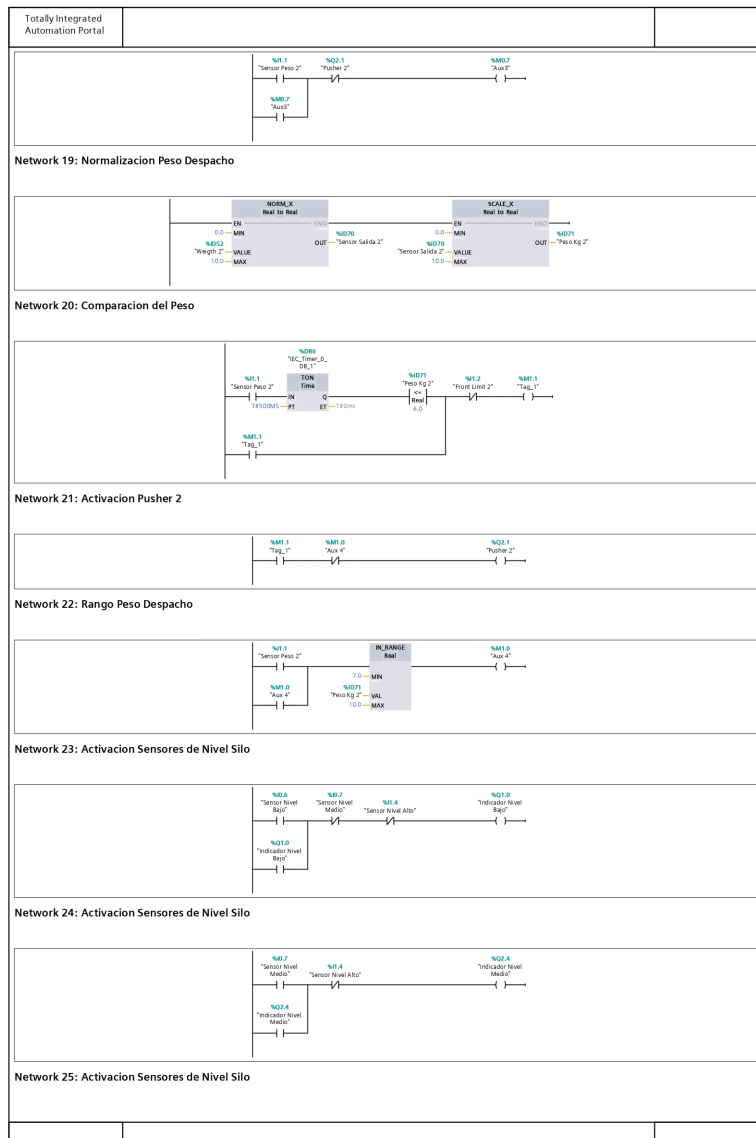


Figura C.5: Network Tia Portal



Figura C.6: Network Tia Portal

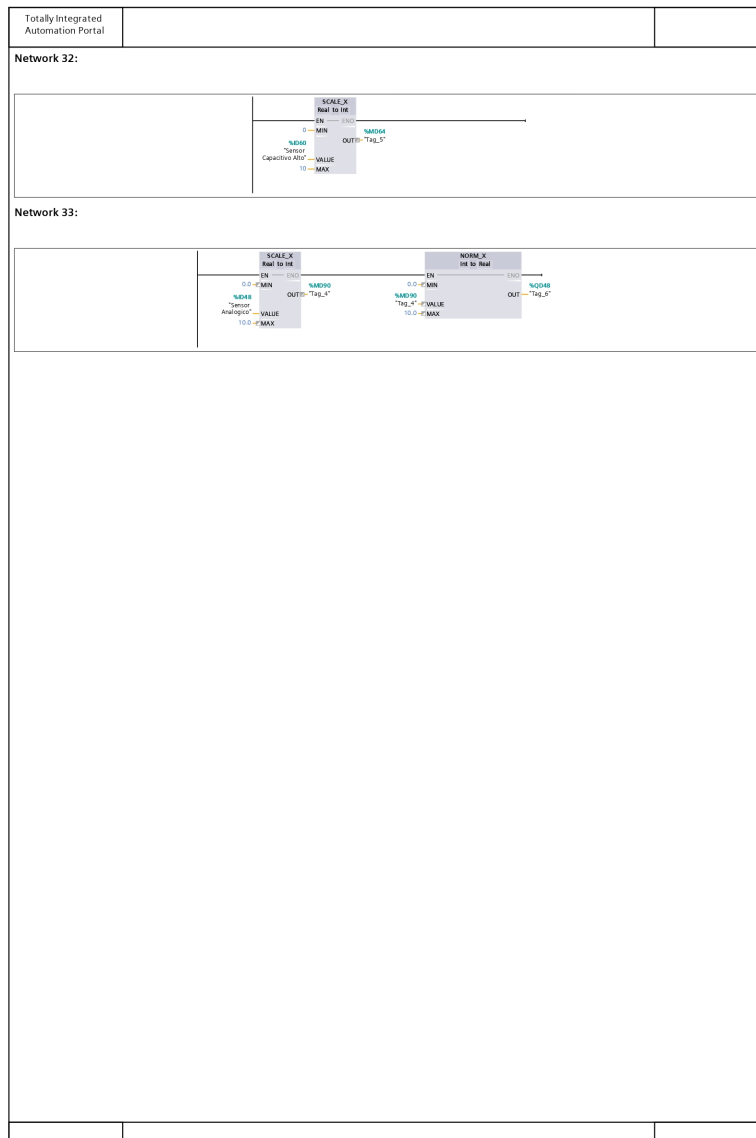


Figura C.7: Network Tia Portal

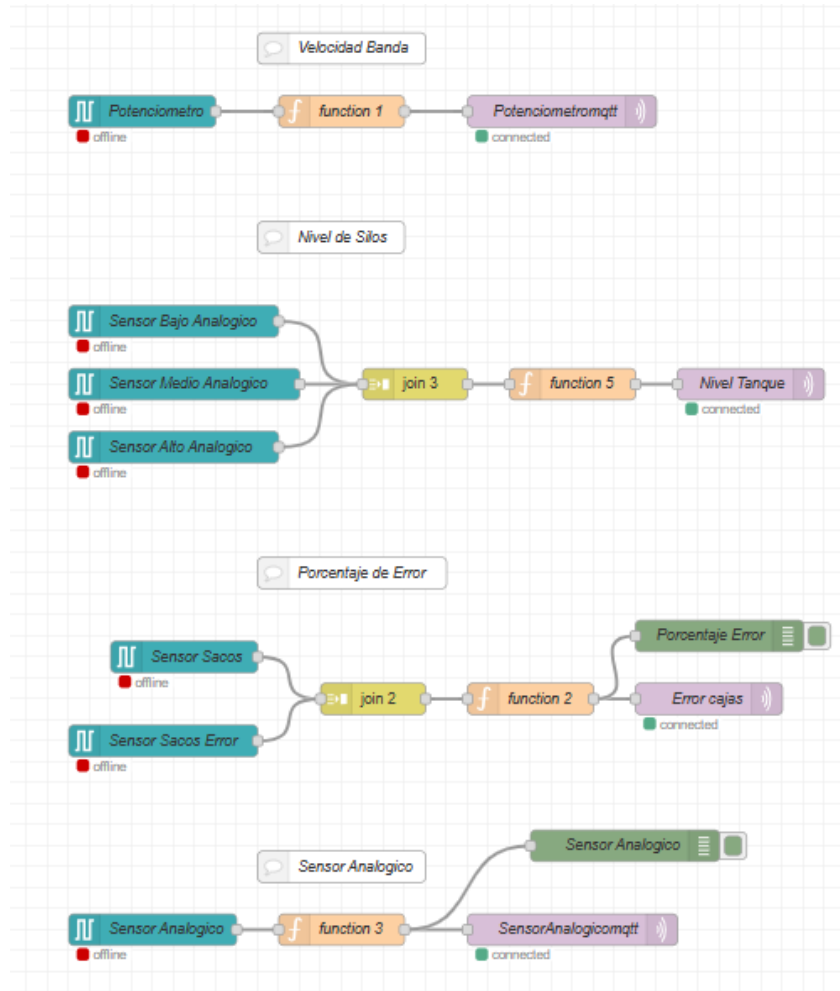


Figura C.8: Node-red General