



Implementación de un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA

Castro Arias, Esteban Paul y Quimuña Pozo, Mateo Alejandro

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Trabajo de la unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de
Tecnólogo Superior en Automatización e instrumentación

Ing. Pilatasig Panchi, Pablo Xavier

Latacunga, 06 de marzo del 2024



Plagiarism and AI Content Detection Report

Monografia Castro Quimuña.pdf

Scan details

Scan time: March 5th, 2024 at 17:47 UTC

Total Pages: 43

Total Words: 10579

Plagiarism Detection

	Types of plagiarism	Words
0.4%	<input checked="" type="radio"/> Identical	0.2% 20
	<input type="radio"/> Minor Changes	0% 0
	<input type="radio"/> Paraphrased	0.2% 26
	<input type="radio"/> Omitted Words	0% 0

AI Content Detection

	Text coverage	Words
0%	<input checked="" type="radio"/> AI text	0% 0
	<input type="radio"/> Human text	100% 10579

[Learn More](#)

🔍 Plagiarism Results: (2)

🌐 2) Configurar los certificados - Ayuda de Chrome Enterprise and Education 0.2%

<https://support.google.com/chrome/a/answer/3505249?hl=es>

[Saltar al contenido principal](#) [Ayuda de Chrome Enterprise and Education](#) [Iniciar sesión](#) [Ayuda de Google ...](#)

🌐 Servidor OPC UA en TIA Portal - PROGRAMACIÓN SIEMENS 0.2%

<https://programacionsiemens.com/servidor-opc-ua-en-tia-portal/>

[Saltar a la navegación principal](#) [Saltar al contenido principal](#) [Saltar al pie de página](#) [Programación Siemens](#)
Cursos online de TIA Porta...

Firma:

Ing. Pilatasig Panchi Pablo Xavier

C.C. 0502307564



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Certificación

Certifico que el trabajo de la unidad de integración curricular: **"Implementación de un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA"** fue realizada por los señores **Castro Arias, Esteban Paul, y Quimuña Pozo, Mateo Alejandro**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga ,5 de marzo del 2024

Firma:


.....
Ing. Pilatasig Panchi Pablo Xavier
C.C. 0502307564



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Castro Arias, Esteban Paul**, con cédula de ciudadanía N°1727416073 y **Quimuña Pozo, Mateo Alejandro**, con cédula de ciudadanía N°1721853495, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de la unidad de integración curricular: "Implementación de un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA" es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga ,5 de marzo del 2024

Castro Arias, Esteban Paul

C.C.:1727416073

Quimuña Pozo, Mateo Alejandro,

C.C.:1721853495



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Autorización de Publicación

Nosotros, Castro Arias, Esteban Paul, con cédula de ciudadanía N°1727416073 y Quimuña Pozo, Mateo Alejandro, con cédula de ciudadanía N°1721853495, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de la unidad de integración curricular: "Implementación de un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga ,5 de marzo del 2024


.....
Castro Arias, Esteban Paul
C.C.:1727416073


.....
Quimuña Pozo, Mateo Alejandro,
C.C.:1721853495

Dedicatoria

Estudiante Castro Arias Esteban Paul

Dedico este trabajo con especial cariño a mis padres, quienes han sido una fuente inagotable de apoyo y motivación a lo largo de mi travesía académica. Agradezco profundamente a mis abuelitos, tíos, tías y primos, quienes han sido pilares de fortaleza y comprensión en cada paso de este camino. Su aliento y paciencia han sido fundamentales para superar los desafíos que se presentaron.

Quiero expresar mi reconocimiento y gratitud a mi Padrino David, cuya presencia ha sido una constante fuente de inspiración. Agradezco sus valiosas enseñanzas, apoyo incondicional y sabios consejos que han iluminado mi camino a lo largo de esta travesía académica.

A mis queridos compañeros de estudio, les dedico este trabajo en agradecimiento por compartir risas, desafíos y conocimientos a lo largo de nuestra travesía académica. A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este proyecto, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin el respaldo y la colaboración de cada uno de ustedes.

Dedicatoria

Estudiante Quimuña Pozo Mateo Alejandro

Este trabajo de titulación lo dedico con mucho amor a mi mamá Martha del Roció Pozo Suquillo y a mi abuela Mariana Suquillo Guallasamin, dos mujeres competitivas que a lo largo de estos años me ha apoyado de maneras que solo una madre puede hacerlo por lo cual me siento muy agradecido ya que han sido un pilar fundamental que me han impulsado cada vez a seguir mejorando y superándome cada día más.

Agradecimiento

Estudiante Castro Arias Esteban Paul

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a Dios, a mi familia y amigos, quienes brindaron un apoyo incondicional, comprensión y ánimo constante a lo largo de todo este proceso. Mi reconocimiento también se extiende a mis profesores y profesoras, cuyas valiosas enseñanzas sentaron las bases para abordar este trabajo con rigor académico. Agradezco sinceramente su contribución a mi desarrollo académico y me siento afortunado de poder compartir este logro con ellos.

Agradecimiento

Estudiante Quimuña Pozo Mateo Alejandro

En primer lugar, quiero expresar mis agradecimientos a mis padres quienes me brindaron un apoyo incondicional en el transcurso de estos años para no rendirme y poder culminar lo que un día me propuse. A mi novia Yaritza Diaz quien fue mi apoyo moral en momentos de tristeza y soledad, puso su confianza en mi sabiendo que lograría culminar mis estudios. A mis familiares quienes siempre estuvieron apoyándome cada momento a pesar de la distancia, siempre me hacían saber que estaban conmigo en todo momento recordándome lo que de niño fue un sueño, hoy en día poderlo cumplir.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido	10
Índice de figuras	13
Índice de tablas.....	19
Resumen.....	20
Abstract	21
Capítulo I: Introducción	22
Tema.....	22
Antecedentes.....	22
Planteamiento del problema.....	23
Justificación	23
Objetivos.....	24
<i>Objetivo General</i>	24
<i>Objetivos Específicos</i>	24
Alcance	25
Capítulo II: Marco Teórico	26
Controlador Lógico Programable S7 Siemens.....	26

<i>Características de un PLC</i>	27
<i>Características del PLC SIMATIC S7-1200 AC/DC/Relé</i>	27
<i>Características de las entradas digitales</i>	28
<i>Características de las salidas digitales</i>	28
<i>Características de las entradas analógicas</i>	29
<i>Características de las salidas analógicas</i>	29
OPC	30
<i>OPC UA</i>	31
Node- RED	32
<i>Nodos de Node-RED</i>	34
UaEXPERT	46
TIA Portal V17	47
<i>Funciones principales:</i>	47
<i>Lenguaje de programación LADDER</i>	48
PYTHON	51
<i>Cliente OPC UA con PYTHON</i>	52
Visual Studio Code	53
<i>Características principales VSCode</i>	53
Firestore	54
<i>Características de Firestore</i>	55
Capítulo III: Desarrollo	57
Descripción del Proceso	57
Programa principal para habilitar el servidor OPC UA	57
<i>Comunicación OPC UA sin seguridad en UaExpert cliente</i>	66
<i>Comunicación OPC UA con usuario/contraseña en cliente UaExpert</i>	69
<i>Comunicación OPC UA con certificados en cliente UaExpert</i>	72

<i>Comunicación OPC UA sin seguridad en Node RED Cliente</i>	80
<i>Comunicación OPC UA con usuario/contraseña en Node RED Cliente</i>	85
<i>Comunicación OPC UA sin seguridad en ejecutable de Python Cliente</i>	90
<i>Comunicación OPC UA con certificados en ejecutable de Python Cliente</i>	93
<i>Comunicación OPC UA sin seguridad en Cliente Python VSCode</i>	101
<i>Almacenamiento en la nube con Firebase.....</i>	105
<i>Comunicación OPC UA con clientes (UaExpert,VsCode,Node RED) y Firebase</i>	111
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	129
Conclusiones.....	129
Recomendaciones.....	130
Bibliografía	131
Anexos.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>PLC S7 1200 CPU 1215C AC/DC/RLY</i>	26
Figura 2 <i>Problemática sin la implementación de tecnología OPC</i>	30
Figura 3 <i>Pirámide de automatización OPC UA</i>	32
Figura 4 <i>APIs y servicios en línea</i>	33
Figura 5 <i>Representación de conexión de protocolos como nodos y E/S</i>	33
Figura 6 <i>Nodo de inyección</i>	34
Figura 7 <i>Nodo de depuración</i>	35
Figura 8 <i>Nodo de completamiento</i>	35
Figura 9 <i>Nodo atrapar errores</i>	35
Figura 10 <i>Nodo de estado</i>	36
Figura 11 <i>Nodo de enlace de entrada</i>	36
Figura 12 <i>Nodo de enlace de salida</i>	37
Figura 13 <i>Nodo de comentario</i>	37
Figura 14 <i>Nodo de Función</i>	38
Figura 15 <i>Nodo de cambio de cambio</i>	38
Figura 16 <i>Nodo de asignación de rango</i>	38
Figura 17 <i>Nodo de plantilla</i>	39
Figura 18 <i>Nodo de retardo</i>	39
Figura 19 <i>Nodo desencadenar</i>	40
Figura 20 <i>Nodo ejecutivo</i>	40
Figura 21 <i>Nodo de filtro</i>	40
Figura 22 <i>Nodo OpcUa-Articulo</i>	41
Figura 23 <i>Nodo OpcUa-Cliente</i>	41
Figura 24 <i>Nodo OpcUa-Servidor</i>	42
Figura 25 <i>Nodo botón</i>	43
Figura 26 <i>Nodo cambiar</i>	43
Figura 27 <i>Nodo numérico</i>	43
Figura 28 <i>Nodo de entrada de texto</i>	44
Figura 29 <i>Nodo indicador</i>	44
Figura 30 <i>Nodo solicitud HTTP</i>	45
Figura 31 <i>Nodo JSON</i>	45
Figura 32 <i>Nodo valor firebase</i>	45

Figura 33 <i>Conexión de UaEXPERT</i>	46
Figura 34 <i>Lectura de variables UaEXPERT</i>	47
Figura 35 <i>Bloque de programación principal</i>	49
Figura 36 <i>Instrucciones básicas</i>	50
Figura 37 <i>Bloque de escalamiento</i>	50
Figura 38 <i>Bloque de normalización</i>	51
Figura 39 <i>Tabla de variables</i>	51
Figura 40 <i>Código de instalación Python OPCUA</i>	52
Figura 41 <i>Entorno de VSCode</i>	54
Figura 42 <i>Datos almacenados en la nube</i>	55
Figura 43 <i>Planes de Firebase</i>	56
Figura 44 <i>Crea un nuevo proyecto en TIA Portal V17</i>	58
Figura 45 <i>Selección del PLC</i>	58
Figura 46 <i>Protección de datos del PLC</i>	59
Figura 47 <i>Comunicación PG/PC</i>	59
Figura 48 <i>Protección de acceso</i>	60
Figura 49 <i>Resumen de configuración de protección</i>	60
Figura 50 <i>Propiedades del PLC</i>	61
Figura 51 <i>Dirección IP</i>	61
Figura 52 <i>Lenguaje Ladder</i>	62
Figura 53 <i>Tabla de etiquetas</i>	62
Figura 54 <i>Bloques de función</i>	63
Figura 55 <i>Señales escaladas</i>	64
Figura 56 <i>Habilitar servidor OPC UA</i>	64
Figura 57 <i>Añadir una interfaz de servidor OPC UA</i>	65
Figura 58 <i>Nombre de la interfaz</i>	65
Figura 59 <i>Selección de variables al servidor</i>	66
Figura 60 <i>Habilita la autenticación de usuario</i>	67
Figura 61 <i>Carga del programa al PLC</i>	67
Figura 62 <i>Agregar servidor en UaExpert</i>	68
Figura 63 <i>Configuración cliente UaExpert</i>	68
Figura 64 <i>Visualización en cliente OPC UA</i>	69
Figura 65 <i>Servidor OPC UA con usuario/contraseña UaExpert</i>	70

Figura 66 <i>Agregar servidor con usuario/contraseña en UaExpert</i>	70
Figura 67 <i>Configuración cliente UaExpert</i>	71
Figura 68 <i>Visualización en cliente OPC UA con usuario/contraseña</i>	71
Figura 69 <i>Configuración de certificados</i>	72
Figura 70 <i>Gestor de certificados</i>	72
Figura 71 <i>Crear un certificado</i>	73
Figura 72 <i>Configuración de seguridad global</i>	74
Figura 73 <i>Selección del certificado</i>	74
Figura 74 <i>Agregar el certificado creado</i>	75
Figura 75 <i>Ventana de protección de datos</i>	75
Figura 76 <i>Importar los certificados</i>	76
Figura 77 <i>Carpeta con certificados generados</i>	76
Figura 78 <i>Exportar certificados OPC UA</i>	77
Figura 79 <i>Carga del software al PLC</i>	77
Figura 80 <i>Agregar servidor con usuario/contraseña en UaExpert</i>	78
Figura 81 <i>Configuración cliente UaExpert con certificados</i>	78
Figura 82 <i>Configuración de private key UaExpert</i>	79
Figura 83 <i>Visualización en cliente OPC UA con usuario/contraseña</i>	79
Figura 84 <i>Habilita la autenticación de usuario</i>	80
Figura 85 <i>Ejecutar Node RED</i>	81
Figura 86 <i>Insertar URL en el navegador</i>	81
Figura 87 <i>Búsqueda de librería</i>	82
Figura 88 <i>Instalación de nodos</i>	82
Figura 89 <i>Nodos para E/S</i>	83
Figura 90 <i>Configuración de lectura del cliente</i>	83
Figura 91 <i>Cliente OPC UA con usuario/contraseña</i>	84
Figura 92 <i>Indicadores de voltaje y temperatura</i>	84
Figura 93 <i>Panel de monitoreo Node RED</i>	85
Figura 94 <i>Servidor OPC UA con usuario/contraseña en Node RED</i>	86
Figura 95 <i>Ejecutar Node RED</i>	86
Figura 96 <i>Insertar URL en el navegador</i>	87
Figura 97 <i>Nodos para E/S</i>	87
Figura 98 <i>Configuración de lectura del cliente</i>	88

Figura 99 <i>Cliente OPC UA con usuario/contraseña</i>	88
Figura 100 <i>Indicadores de voltaje y temperatura</i>	89
Figura 101 <i>Panel de monitoreo Node RED</i>	89
Figura 102 <i>Habilita la autenticación de usuario</i>	90
Figura 103 <i>Instalación de cliente OPC UA en Python env</i>	91
Figura 104 <i>Ejecución del cliente OPC UA</i>	91
Figura 105 <i>Enlace del servidor y cliente</i>	92
Figura 106 <i>Lectura de variables en cliente OPC UA Python</i>	92
Figura 107 <i>Configuración de certificados</i>	93
Figura 108 <i>Gestor de certificados</i>	93
Figura 109 <i>Crear un certificado</i>	94
Figura 110 <i>Configuración de seguridad global</i>	95
Figura 111 <i>Selección del certificado</i>	95
Figura 112 <i>Agregar el certificado creado</i>	96
Figura 113 <i>Ventana de protección de datos</i>	96
Figura 114 <i>Importar los certificados</i>	97
Figura 115 <i>Carpeta con certificados generados</i>	97
Figura 116 <i>Exportar certificados OPC UA</i>	98
Figura 117 <i>Código ejecución opcua-client</i>	98
Figura 118 <i>Interfaz gráfica OPC UA client</i>	99
Figura 119 <i>Cuadro de dialogo para conectar</i>	99
Figura 120 <i>Carga de certificados</i>	100
Figura 121 <i>Conexión con cliente de python</i>	100
Figura 122 <i>Nuevo proyecto en VSCode</i>	101
Figura 123 <i>Importar libreas OPC UA Client</i>	101
Figura 124 <i>Define el cliente OPC UA</i>	102
Figura 125 <i>Programa nuevo en UaExpert</i>	102
Figura 126 <i>Selección del servidor</i>	103
Figura 127 <i>Servidor sin seguridad</i>	103
Figura 128 <i>Dirección NS de las variables</i>	104
Figura 129 <i>Recepción de datos en Visual Studio Code</i>	104
Figura 130 <i>Cliente OPC UA en VSCode</i>	105
Figura 131 <i>Plataforma Firebase</i>	106

Figura 132 Configuración proyecto Firebase	106
Figura 133 Asignación de nombre al proyecto	107
Figura 134 Resumen de servicios de google	107
Figura 135 Crear proyecto en Firebase	108
Figura 136 Realtime Database Firebase.....	108
Figura 137 Crear una base de datos en tiempo real	109
Figura 138 Asignación del lugar de almacenamiento la base de datos	109
Figura 139 Configuración de base de datos.....	110
Figura 140 Activación de modo escritura y lectura.....	110
Figura 141 Crear nuevo proyecto	111
Figura 142 Reconocimiento del PLC en TIA PORTAL V17.....	112
Figura 143 Protección de información del PLC.....	112
Figura 144 Comunicación PG/PC.....	113
Figura 145 Configuración acceso total.....	113
Figura 146 Resumen de configuración	114
Figura 147 Propiedades del PLC.....	114
Figura 148 Configuración del IP del PLC en TIA Portal V17	115
Figura 149 Bloque de programación Ladder.....	115
Figura 150 Añadir interfaz OPC UA.....	116
Figura 151 OPC UA interfase	116
Figura 152 Escalamiento entrada analógica	117
Figura 153 Escalamiento salida analógica.....	117
Figura 154 Totalizador de galones.....	118
Figura 155 Tabla de asignación de etiquetas OPC UA	118
Figura 156 Carga del programa al PLC	119
Figura 157 Asignación de URL a UaExpert.....	119
Figura 158 Cliente UaExpert conectado	120
Figura 159 Nuevo proyecto en VSCode.....	120
Figura 160 Librería cliente opcua.....	121
Figura 161 Código para la lectura de variables.....	121
Figura 162 Cliente VSCode/Python	122
Figura 163 Ejecución de Node RED	123
Figura 164 Búsqueda de URL en el navegador	123

Figura 165 <i>Búsqueda de librería</i>	124
Figura 166 <i>Instalación de nodos</i>	124
Figura 167 <i>Nodos para E/S con envío de datos a la nube</i>	125
Figura 168 <i>Configuración de lectura del cliente</i>	125
Figura 169 <i>Cliente OPC UA</i>	126
Figura 170 <i>Base de datos en tiempo real</i>	127
Figura 171 <i>Configuración HTTP de Firebase</i>	127
Figura 172 <i>Clientes OPC UA ejecutados con almacenamiento en Firebase</i>	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Especificaciones del PLC SIMATIC S7-1200 AC/DC/Relé</i>	27
Tabla 2 <i>Especificaciones de las entradas digitales</i>	28
Tabla 3 <i>Especificaciones de las salidas digitales</i>	28
Tabla 4 <i>Especificaciones de las entradas analógicas</i>	29
Tabla 5 <i>Especificaciones de las salidas analógicas</i>	29

Resumen

El presente proyecto de integración curricular lleva como objetivo la comunicación OPC UA de un PLC S7 1200 para monitorear las variables que se obtienen de los diferentes módulos del laboratorio los cuales están orientadas al ámbito industrial. Los módulos con los que el PLC puede comunicarse son los diversos equipos que se tienen en el laboratorio de instrumentación. El PLC S7 1200 realiza la función de servidor, puede controlar los diferentes tipos de entradas y salidas para monitorear procesos, la información de esos procesos puede visualizarse por medio de clientes OPC UA. Los protocolos de seguridad para la comunicación OPC UA fueron habilitados en el software TIA Portal V17. Se crearon diferentes interfaces para permitir la visualización de los datos adquiridos y enviarlos a la nube por medio Node RED y Firebase, esto permitirá que los estudiantes realicen prácticas de laboratorio de comunicación OPC UA de una manera que sea semejante en el ámbito laboral permitiendo que el conocimiento de los estudiantes sea extenso. Finalmente se realizó el dashboard en Node RED el cual cumple con la función de interactuar con el sistema para permitir la visualización de las variables adquiridas de las estaciones del laboratorio.

Palabras clave: LADDER, Node RED, Comunicación OPC UA, Python, HMI, PLC S7 1200, Clientes OPC UA.

Abstract

The objective of this curricular integration project is the OPC UA communication of an S7 1200 PLC to monitor the variables obtained from the different modules of the laboratory which are oriented to the industrial field. The modules with which the PLC can communicate are the various equipment in the instrumentation laboratory. The S7 1200 PLC performs the function of a server, it can control different types of inputs and outputs to monitor processes, the information of these processes can be viewed through OPC UA clients. Security protocols for OPC UA communication were enabled in the TIA Portal V17 software. Different interfaces were created to allow the visualization of the acquired data and sending it to the cloud through Node RED and Firebase, this will allow students to carry out OPC UA communication laboratory practices in a way that is similar in the workplace, allowing the students' knowledge is extensive. Finally, the dashboard was created in Node RED which fulfills the function of interacting with the system to allow the visualization of the variables acquired from the laboratory stations.

Keywords: LADDER, Node RED, OPC UA Communication, Python, HMI, PLC S7 1200, OPC UA Clients.

Capítulo I

Introducción

Tema

Implementación de un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA.

Antecedentes

La industria ha experimentado un rápido avance tecnológico, lo que ha llevado a una mayor automatización y monitoreo. La comunicación OPC UA (Unified Architecture), que se presenta como un pilar fundamental para la conectividad y la comunicación. OPC UA contribuye para monitorizar las variables. Basándonos en proyectos anteriores de titulación, se desarrolló una iniciativa de almacenar datos en la nube que aprovecha el servidor web integrado en los PLCs. Este proyecto se enfocó en recopilar las señales cruciales, trasladándolas a un entorno más accesible para diversos usuarios, convirtiéndolas en indicadores de producción. Se creó una aplicación web que emplea tecnologías de última generación y servicios en la nube para visualizar los procesos (Pando, 2022).

Además, se diseñó un entorno específico para la visualización de variables en dispositivos inteligentes como teléfonos y tabletas, permitiendo a los operadores supervisar el proceso desde ubicaciones remotas o directamente en las líneas de producción.

La ventaja destacada del trabajo con PLCs de la familia Simatic es su servidor web integrado. En este proyecto, se desarrolló una aplicación utilizando Python, que permite a los usuarios utilizar cualquier navegador, ingresando la dirección IP del PLC para monitorear y controlar las variables del proceso. Otro método de integración de variables presentado en este proyecto es a través de la plataforma Node-RED. Aquí, se configuran los nodos según las necesidades de la planta, reduciendo significativamente la complejidad del esquema de

programación al cambiar del lenguaje nativo al formato JSON, que es auto explicativo y fácil de comprender (Pando, 2022).

Gracias a la programación basada en nodos, es posible enviar alertas configurables a través de mensajes de texto mediante la plataforma Telegram o por correo electrónico. La recopilación de las variables más cruciales del proyecto se almacena en una base de datos. Finalmente, se desarrolla un panel dinámico en la nube mediante la plataforma, facilitando la monitorización en tiempo real de los procesos, ya sea desde una PC o cualquier dispositivo móvil (Pando, 2022).

Planteamiento del problema

Para la automatización industrial, la comunicación eficiente entre dispositivos y sistemas esclavo para responder a las necesidades cambiantes de la industria. El PLC S7 1200 Siemens es ampliamente utilizado en la industria para el monitoreo en las prácticas de comunicación utilizando el protocolo OPC UA.

El protocolo OPC UA crea una brecha entre la teoría adquirida en entornos académicos y la aplicación práctica de ese conocimiento en entornos industriales. Esta brecha afecta a los estudiantes, limitando su conocimiento para resolver desafíos en la automatización industrial, donde la conectividad es fundamental.

Justificación

Para dar solución al problema de comunicación entre dispositivos se implementó un PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA con Node-RED para crear un panel de visualización al igual que los datos serán enviados a la nube para el monitoreo de variables desde cualquier dispositivo, la comunicación con el software Factory IO para crear

escenas de plantas que tengan sensores, esto permitirá a los estudiantes realizar las prácticas de laboratorio en un entorno industrial.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un módulo mediante el PLC S7 1200 para realizar prácticas de comunicación OPC UA.

Objetivos Específicos

- Revisar hojas técnicas de cada dispositivo que se realizará la lectura de variables del laboratorio mediante la investigación bibliográfica.
- Activar el servidor OPC UA del PLC S7 1200 para que se comuniquen con el software UaExpert.
- Comunicar el servidor OPC UA del PLC S7 1200 con Node Red para enviar las variables compartidas a la nube.

Alcance

Para realizar la comunicación OPC UA se deberá habilitar el servidor OPC UA del PLC desde el software TIA Portal V17 .Se instalará Python, Node Red ,UA EXPERT y Visual Studio Code para configurar un cliente OPC UA con el fin de facilitar el monitoreo de la lectura de variables en tiempo real con representación en un DASHBOARD de Node RED a la misma instancia enviar los datos recibidos en tiempo real a Firebase y facilitar la visualización desde cualquier dispositivo y saber que está sucediendo en tiempo real en la planta con OPC UA y las escena creada en Factory IO.

Capítulo II

Marco Teórico

Controlador Lógico Programable S7 Siemens

Basado en (Autycom) un Controlador Lógico Programable es una computadora utilizada en el ámbito de la ingeniería en automatización para las industrias para el control y adquisición de datos de las estaciones de una industria.

Para la programación de este PLC se permite utilizar diferentes tipos de lenguajes, por ejemplo:

- Diagrama de Bloque Funcionales (FBD).
- Gráfica Funciones Secuenciales (SFC).
- Diagrama Ladder (LD).
- Lista de Instrucciones (IL).
- Texto estructurado (ST).

Figura 1

PLC S7 1200 CPU 1215C AC/DC/RLY



Nota. La imagen representa al Controlador Lógico Programable S7 1200 (SIEMENS, 2023).

Características de un PLC

Según DAKROX (2023) estas son las siguientes características de un PLC:

- Procesamiento de señales y ejecución de cálculos a alta velocidad.
- Se puede interactuar con diferentes dispositivos mediante sus entradas y salidas.
- Se puede realizar varias programaciones en diferentes tipos de lenguajes.
- En ámbitos industriales son muy resistentes.

Características del PLC SIMATIC S7-1200 AC/DC/Relé

Tabla 1

Especificaciones del PLC SIMATIC S7-1200 AC/DC/Relé

Características	
Modelo	SIMATIC S7-1200 AC/DC/Relé
Marca	Siemens
Tensión de alimentación	120 V AC-230 AC
Consumo de corriente	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Versión de Firmware	V4.5
Memoria integrada	200 KB
Número de interfaces	1; 2 puertos (conmutador) RJ45
Ethernet	
Número de interfaces	1; 2 puertos (conmutador) RJ45
PROFINET	

Nota. La tabla representa las especificaciones del PLC S7 1200. Tomada de (SIEMENS, 2023).

Características de las entradas digitales

Tabla 2

Especificaciones de las entradas digitales

Características	
Número de entradas digitales	14 integradas
Para funciones tecnológicas	6 HSC(High Speed Counting)
M/P	SI

Nota. La tabla representa las especificaciones de las entradas digitales (SIEMENS, 2023).

Características de las salidas digitales

Tabla 3

Especificaciones de las salidas digitales

Características	
Número de salidas digitales	10 tipo Relé
Protección contra cortocircuito	NO
	Carga resistiva max 2 A
Poder de corte de las salidas	Carga tipo lampara max 30 W
	DC,200W AC

Nota. La tabla representa las especificaciones de las salidas digitales (SIEMENS, 2023).

Características de las entradas analógicas

Tabla 4

Especificaciones de las entradas analógicas

Características	
Número de entradas analógicas	2
Tensión	SI
Rangos de entrada	0 a + 10V con resistencia de $\geq 100\text{ K}\Omega$

Nota. La tabla representa las especificaciones de las entradas analógicas (SIEMENS, 2023).

Características de las salidas analógicas

Tabla 5

Especificaciones de las salidas analógicas

Características	
Número de salidas analógicas	2
Rangos de salida (0 a 20 mA)	SI
Longitud del cable	100 m, apantallado, par trenzado
Apantallado Max	

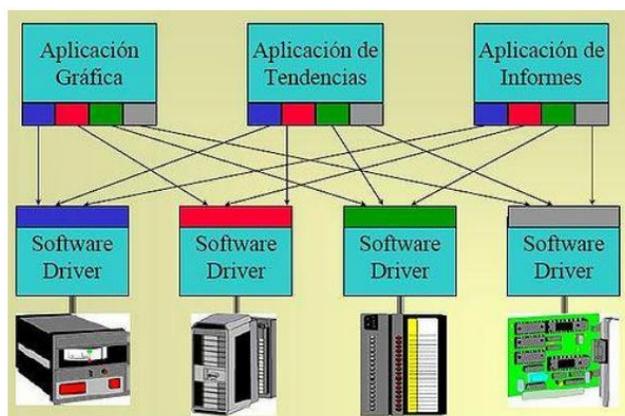
Nota. La tabla representa las especificaciones de las salidas analógicas (SIEMENS, 2023).

OPC

OPC, cuyas siglas en inglés corresponden a OLE for Process Control, constituye una tecnología diseñada para optimizar la comunicación segura y eficiente de datos entre aplicaciones en diversos sectores, especialmente en la industria. Inicialmente concebida para funcionar en sistemas Windows, OPC surge como una solución a los desafíos inherentes a la comunicación entre distintas tecnologías en procesos de automatización, eliminando la necesidad de adquirir múltiples licencias, controladores y pasarelas (Andrango).

Figura 2

Problemática sin la implementación de tecnología OPC



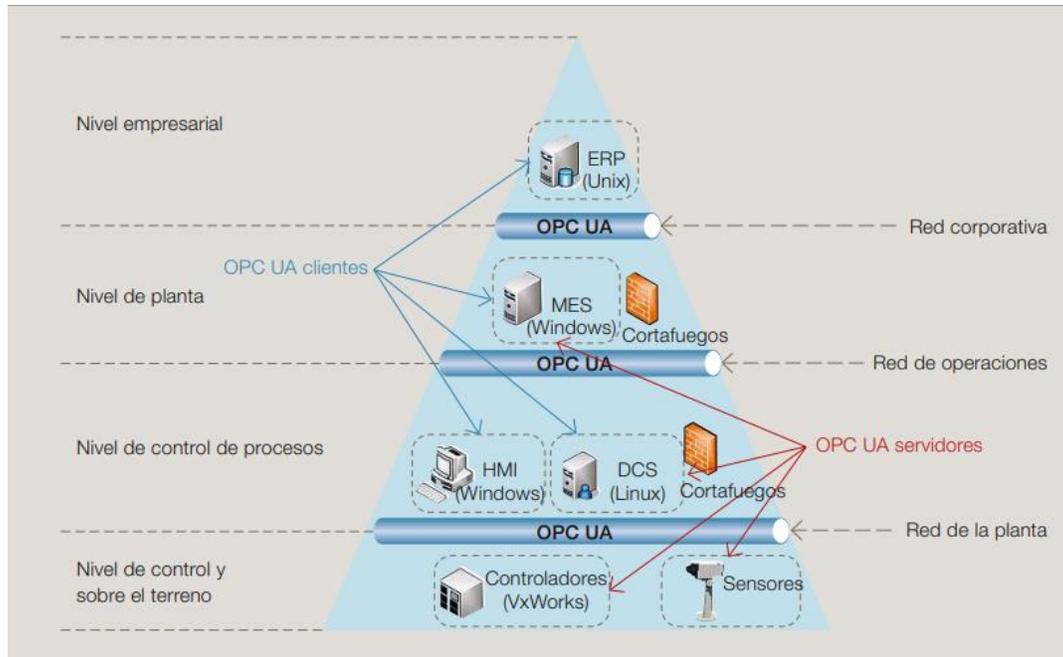
Nota. La imagen representa la problemática sin la implementación de tecnología OPC. Tomada de (Andrango).

Esta plataforma, independiente de fabricantes, garantiza un flujo de información fluido entre componentes provenientes de diversos proveedores, permite que un servidor gestione varios dispositivos operando con una interfaz uniforme, consolidándose como la tecnología estándar en comunicación industrial, al igual facilita el intercambio de información entre dispositivos y aplicaciones de control sin restricciones de fabricantes (Andrango).

La arquitectura cliente-OPC, como estándar abierto, sustenta su interoperabilidad en especificaciones estándar creadas y mantenidas por un grupo multidisciplinario sin inclinaciones hacia marcas específicas. La primera especificación, OPC Data Access, surgió de la colaboración entre fabricantes y Microsoft, utilizando DCOM como base tecnológica. Los Servidores OPC, esenciales en esta tecnología, tienen la capacidad de adquirir datos de dispositivos de campo y servirlos en OPC. Inicialmente, traducían un solo protocolo a OPC DA, pero los líderes actuales son capaces de gestionar una amplia gama de protocolos desde una única aplicación, sirviéndolos a través de OPC DA y OPC UA. Esto permite desvincular los sistemas de explotación de datos superiores de las particularidades específicas de campo, facilitando la integración de información proveniente de sistemas diversos (Kepware, 2019)

OPC UA

La arquitectura unificada OPC (OPC UA) se posiciona como la última especificación estándar para la interconectividad en la vanguardia de la automatización industrial. Esta innovadora especificación no solo ofrece amplias posibilidades para la modelización de la información, sino que también suplanta con eficacia las actuales especificaciones OPC DA, HDA y A&E. OPC UA establece un robusto marco de interoperabilidad diseñado para abarcar no solo la próxima década, sino también para adaptarse a los desafíos tecnológicos en evolución en la automatización industrial a largo plazo (Mahnke & Helmut Leitner, 2009).

Figura 3*Pirámide de automatización OPC UA*

Nota. La imagen representa la UA (arquitectura unificada) en OPC que puede utilizarse para aplicaciones en la pirámide de automatización. Tomada de (Mahnke & Helmut Leitner, 2009).

Node- RED

Basado en PickData (2020) Node-RED es una herramienta de desarrollo open-source creada por IBM, se presenta como una destacada solución de programación visual diseñada para la conexión de dispositivos de hardware, APIs y servicios en línea.

Figura 4

APIs y servicios en línea

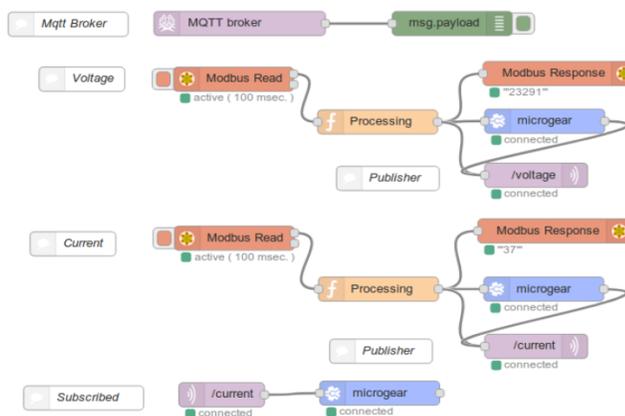


Nota. La imagen representa las APIs y servicios en línea. Tomada de (Navarro, 2022).

Según PickData (2020) con la gestión y adquisición de datos en tiempo real brinda soluciones con su enfoque gráfico permite la conexión de nodos predefinidos, formando flujos que integran nodos de entrada, procesamiento y salida.

Figura 5

Representación de conexión de protocolos como nodos y E/S



Nota. La imagen representa los protocolos que se pueden usar en NODE-RED. Tomada de (PickData, 2020).

Nodos de Node-RED

Según (Dario) dentro de Node-RED, los nodos se clasifican en dos categorías: nodos de inyección o nodo de función. De inyección los que generan mensajes sin entrada y nodos de función, que operan sobre una entrada específica.

- **Nodos comunes**

Basado en FlowFuse (2023) los nodos de operaciones comunes son los que se muestran a continuación:

- **Inyectar:** Este nodo marca el punto de inicio para diversos flujos que requieren activarse manualmente. La caja situada a la izquierda de este nodo se encarga de enviar mensajes a los nodos interconectados.

Figura 6

Nodo de inyección



Nota. La imagen representa el nodo de inyección. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Depurar:** Se emplea para integrar tanto el mensaje como los datos que circulan a lo largo de sus flujos.

Figura 7

Nodo de depuración

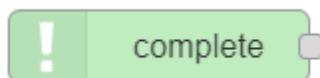


Nota. La imagen representa el nodo de depuración. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Completo:** Inicia un proceso automatizado cuando otro nodo ha finalizado la manipulación de un mensaje, desencadenando así un flujo de acciones consecuentes.

Figura 8

Nodo de completamiento



Nota. La imagen representa el nodo de completamiento. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Atrapar:** Identifica y señala posibles errores generados por nodos ubicados en la misma pestaña, proporcionando así una notificación instantánea en caso de inconvenientes.

Figura 9

Nodo atrapar errores



Nota. La imagen representa el nodo de atrapar errores. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Estado:** El nodo de Estado permite supervisar nodos individuales y el conjunto en ejecución en el flujo, brindando información detallada sobre el rendimiento, sin generar una carga de datos significativa.

Figura 10

Nodo de estado



Nota. La imagen representa el nodo de atrapar errores. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Enlace de entrada:** se utiliza para ayudar a los desarrolladores de Node-RED a organizar sus flujos para que sean más fáciles de entender.

Figura 11

Nodo de enlace de entrada

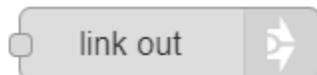


Nota. La imagen representa el nodo de enlace de entrada. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Enlace de salida:** desempeña un papel en la estructuración de flujos en Node-RED, proporcionando una herramienta esencial para optimizar la comprensión y la arquitectura de sus proyectos desde una perspectiva técnica y eléctrica.

Figura 12

Nodo de enlace de salida



Nota. La imagen representa el nodo de enlace de salida. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Comentario:** Al prolongar la ejecución de flujos, la inclusión del nodo de comentario no solo ahorra tiempo, sino que también minimiza errores de interpretación en el contexto eléctrico y técnico, mejorando así la eficiencia del proceso.

Figura 13

Nodo de comentario



Nota. La imagen representa el nodo de comentario. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Nodos de función**

Según FlowFuse (2023) los nodos de función permiten gestionar el curso, impedir o transmitir mensajes suplementarios, son acciones que pueden ser ejecutadas para supervisar y dirigir eficazmente el flujo de información dentro del sistema.

- **Función:** Una función JavaScript en nodos opera en mensajes, generalmente representados como objetos 'msg', con 'msg.payload' como contenido principal. La función suele devolver mensajes, pero puede optar por no hacerlo para detener el flujo.

Figura 14

Nodo de Función



Nota. La imagen representa el nodo de función. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Cambiar:** Facilita la orientación de mensajes mediante condiciones específicas, actuando como una herramienta de toma de decisiones. Establece reglas para dirigir mensajes a distintas salidas.

Figura 15

Nodo de cambio de cambio



Nota. La imagen representa el nodo de función. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Rango:** Posibilita la asignación de un valor numérico desde un intervalo a otro.

Figura 16

Nodo de asignación de rango



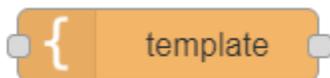
Nota. La imagen representa el nodo de asignación de rango. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Plantilla:** Se emplea para la creación y manipulación de plantillas de texto, siendo útil, por ejemplo, en la generación de HTML, archivos de

configuración y otras cadenas de texto fundamentadas en diversas aplicaciones.

Figura 17

Nodo de plantilla



Nota. La imagen representa el nodo de plantilla. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Retardo:** brinda la capacidad de insertar un lapso de tiempo en la secuencia de mensajes entre nodos, resultando especialmente útil en diversas situaciones donde es necesario controlar el tiempo de procesamiento de los mensajes.

Figura 18

Nodo de retardo



Nota. La imagen representa el nodo de retardo. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Desencadenar:** Establece el tiempo de espera en milisegundos para un mensaje, activándose solo si el nodo permite que el mensaje anule el intervalo de retardo predeterminado. La propiedad "reiniciar" en un mensaje elimina cualquier espera o repetición en curso, evitando la activación.

Figura 19

Nodo desencadenar



Nota. La imagen representa el nodo desencadenar. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Ejecutivo:** Este nodo posibilita la ejecución de un comando de manera similar a la línea de comandos, presentando una entrada y tres salidas.

Figura 20

Nodo ejecutivo



Nota. La imagen representa el nodo ejecutivo. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Filtro:** Presenta dos modos de operación, "banda muerta" y "banda estrecha", que posibilitan a los usuarios controlar el tráfico de red, registrar operaciones y limitar informes de valores fuera de un rango significativo.

Figura 21

Nodo de filtro



Nota. La imagen representa el nodo de filtro. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Nodos OPC UA**

De acuerdo con Node-RED (2024) los nodos OPC UA son especializados en optimizar la comunicación y la provisión de servicios entre nodos a través de OPC UA, haciendo uso eficiente de las capacidades ofrecidas por el nodo-opcua.

- **Artículo OpcUa:** Se utiliza para definir los conceptos de elemento, tipo y valor en OPC UA. Un elemento consiste en una dirección válida de OPC UA, como por ejemplo ns=2;i=4 o ns=3;s=variable.

Figura 22

Nodo OpcUa-Articulo



Nota. La imagen representa el nodo de OpcUa-Articulo. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **OpcUa-Cliente:** Establece conexión con un punto final, por ejemplo, opc.tcp://host:port/UA/EndpointName. Las acciones disponibles son: Lectura, Escritura, Exploración.

Figura 23

Nodo OpcUa-Cliente



Nota. La imagen representa el nodo de OpcUa-Cliente. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **OpcUa-Servidor:** Establece un servidor OPC UA que incorpora variables personalizadas, estructuras de objetos y métodos propios en un punto final específico. Es posible proporcionar los parámetros PUERTO y RutaRecurso para la configuración del servidor, utilizando un archivo que contenga la información de nombre de usuario, contraseña y rol.

Figura 24

Nodo OpcUa-Servidor



Nota. La imagen representa el nodo de OpcUa-Servidor. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Nodos de panel**

De acuerdo Node-RED (2024) el nodo es esencial en aplicaciones industriales globales, posibilitando la creación de una interfaz personalizada para supervisar y controlar dispositivos y maquinaria mediante gráficos y botones, con accesibilidad web según las necesidades del usuario.

- **Nodo botón:** La personalización del ícono se logra configurando el material o eligiendo íconos. Asimismo, se puede ajustar el color y fondo. Cuando el widget tiene un ancho de 1, la visualización del ícono prevalece.

Figura 25

Nodo botón

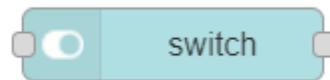


Nota. La imagen representa el nodo de botón. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Cambiar:** Configura dos íconos y/o colores, los cuales se ajustarán según el estado particular en el que se encuentre. Esto proporciona una flexibilidad adicional para personalizar la apariencia en diferentes situaciones.

Figura 26

Nodo cambiar



Nota. La imagen representa el nodo de Cambiar. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Numérico:** Entrada numérica con botones para aumentar o disminuir valores. Esta característica facilita la interacción al permitir a los usuarios ajustar los números de forma rápida y precisa mediante botones de incremento y decremento.

Figura 27

Nodo numérico



Nota. La imagen representa el nodo numérico. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Entrada de texto:** Cuadro de entrada de texto, con etiqueta opcional, que también puede admitir modos de contraseña, correo electrónico y color.

Figura 28

Nodo de entrada de texto



Nota. La imagen representa el nodo entrada de texto. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Indicador:** Ofrece cuatro modos: estándar, donut, brújula y onda, permitiendo visualizar datos de manera versátil. Permite personalizar el rango de colores para indicadores estándar y donut, adaptándose a diversas necesidades de representación visual de información.

Figura 29

Nodo indicador



Nota. La imagen representa el nodo indicador. Tomada de (Node-RED, 2024).

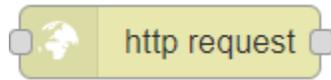
- **Nodos destinados a la transferencia de datos hacia la nube**

Los nodos encargados de leer y enviar datos a la nube de manera eficiente incluyen solicitudes HTTP y archivos en formato JSON.

- **Solicitud http:** Envía solicitudes HTTP y recibe las correspondientes respuestas.

Figura 30

Nodo solicitud HTTP



Nota. La imagen representa el nodo solicitud HTTP. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **JSON:** Convierte entre una cadena JSON y su representación como objeto en JavaScript, en ambas direcciones.

Figura 31

Nodo JSON



Nota. La imagen representa el nodo JSON. Tomada de (Node-RED, 2024).

- **Valor Firebase:** Genera mensajes para eventos. `on()` de Firebase.

Figura 32

Nodo valor firebase



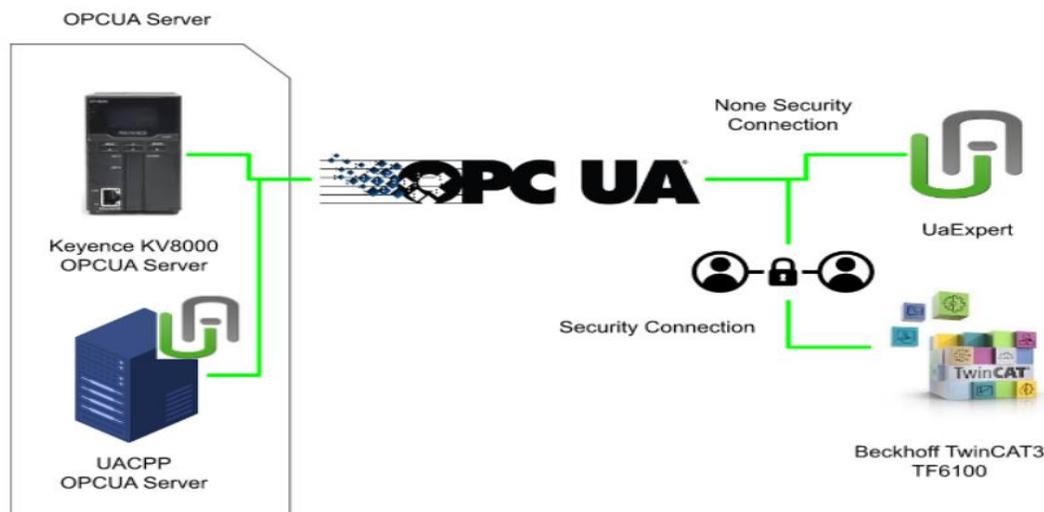
Nota. La imagen representa el nodo de valor firebase. Tomada de (Node-RED, 2024).

UaEXPERT

UaExpert se distingue como una aplicación cliente OPC UA, desempeñando un papel esencial al simplificar la exploración, conexión y presentación visual de datos en entornos industriales. Su funcionalidad abarca la capacidad de interactuar de manera eficiente con servidores OPC UA, posibilitando la monitorización y gestión en tiempo real de información crítica en sistemas de control de procesos industriales (Soup, 2023).

Figura 33

Conexión de UaEXPERT



Nota. La imagen representa el servidor por medio de UaEXPERT. Tomada de (Soup, 2023).

Según Soup (2023) el software UaExpert ofrece la funcionalidad de visualizar la dirección de almacenamiento de variables en el servidor OPC UA del PLC, ejemplificado por identificadores como ns=4;i=5.

Esta característica no solo permite una identificación clara de la ubicación de las variables, sino que también facilita el monitoreo y análisis de los datos del PLC. La interfaz

intuitiva del UaExpert simplifica la interpretación, garantizando una gestión eficiente de las señales y contribuyendo así a una supervisión efectiva en entornos industriales. (Soup, 2023).

Figura 34

Lectura de variables UaEXPERT

#	Server	Node Id	Display Name	Value	Datatype	Source Timestamp	Server Timestamp	Statuscode
1	KV OPC UA Ser...	NS4[String]MyA...	MyArrayVariable	(0,0,0,0,0,0,0,0,0...	Int32	9:11:58.310 AM	9:11:58.310 AM	Good
2	KV OPC UA Ser...	NS4[String]MyR...	MyReal	0	Float	9:11:58.310 AM	9:11:58.310 AM	Good
3	KV OPC UA Ser...	NS4[String]MyV...	MyVariables1	0	UInt16	9:11:58.310 AM	9:11:58.310 AM	Good

Nota. La imagen representa la lectura de variables de UaEXPERT. Tomada de (Soup, 2023).

TIA Portal V17

Según infoPLC (2023) TIA Portal V17 (Portal de automatización totalmente integrada) es un software para la configuración, programación y diagnóstico de PLC y HMI en entornos de automatización. Facilita el desarrollo y la gestión de proyectos en la industria.

Funciones principales:

infoPLC (2023) indica que TIA PORTAL V17 se distingue por sus funciones principales, las cuales incluyen:

- **Programación PLC:** La creación y depuración de programas para PLCs S7 300, S7 1200, S7 1500 y S7 400 se realiza de manera efectiva. Se emplean diversos lenguajes de programación como GRAFCET, LADDER y Texto Estructurado para abordar de manera versátil las necesidades de desarrollo.
- **Integración de dispositivos:** Facilita añadir diversos elementos, como variadores de frecuencia, módulos de E/S y servomotores, asegurando una implementación eficiente y sin inconvenientes en el sistema.

- **HMI:** Permite la creación de interfaces interactivas con HMI, ofreciendo control y visualización en tiempo real de procesos con eficacia y precisión.
- **Diagnóstico y mantenimiento:** Facilita la identificación de posibles fallos, ejecuta sistemas de control y, al mismo tiempo, configura alertas para un mantenimiento eficiente y proactivo.

Lenguaje de programación LADDER

De acuerdo con Villalobos (2023) la programación ladder se asocia a una disposición simbólica en segmentos, evocando la organización de una escalera. Cada segmento en el programa representa un escalón donde se incorporan diversas instrucciones lógicas de manera única.

LADDER está formado por:

- **Contactos:** Las instrucciones gráficas específicas en un circuito de contactos están conectadas entre sí a través de conexiones en serie y paralelo, dando forma a una estructura de escalera.
- **Bobinas:** En la programación ladder, las bobinas son símbolos gráficos que representan salidas, indicando la activación o desactivación de dispositivos. Son cruciales para controlar y supervisar la lógica del programa
- **Operaciones de conversión:** En el TIA Portal, la conversión de escala adapta valores entre escalas, mientras que la normalización ajusta valores a rangos específicos. Ambas son cruciales para la eficaz gestión y manipulación de datos.

Ventana de programación de LADDER (S7 1500, S7 1200, S7 400, S7 300)

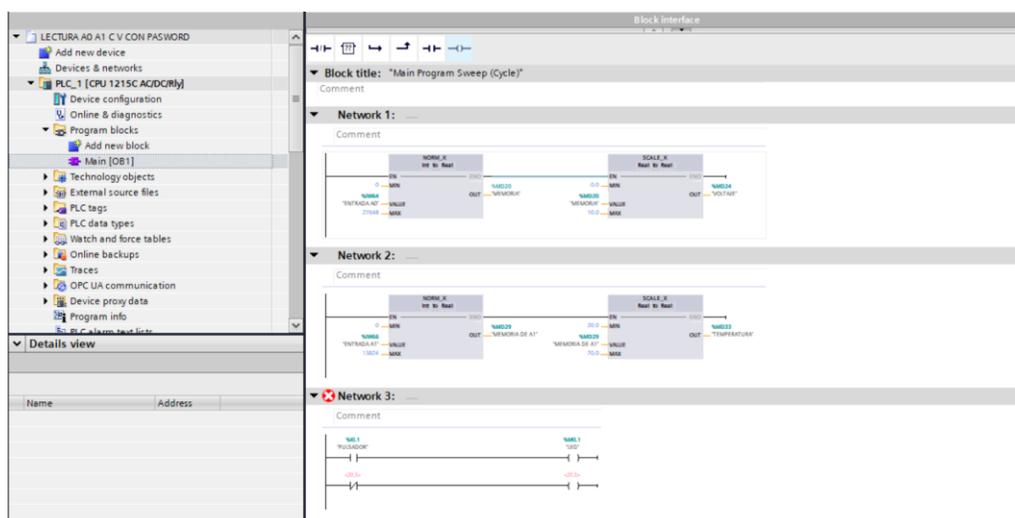
En este sector, es posible llevar a cabo la programación GRAFCET, ofreciendo al mismo tiempo acceso a todas las secciones del bloque de función GRAFCET.

Estructura de la ventana de programación: Basado en Portal (2023) la estructura de la ventana de programación es:

- **Vista de bloque de programación:** La siguiente figura indica el bloque de programación principal de lenguaje Ladder.

Figura 35

Bloque de programación principal

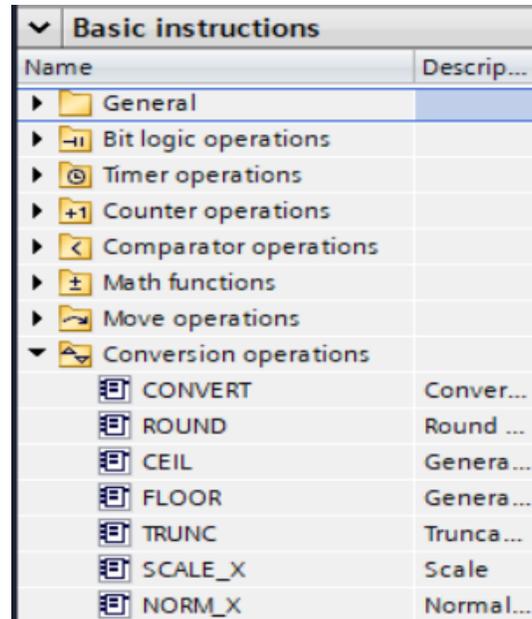


Nota. La imagen representa el bloque de programación de TIA Portal. Tomada de (Portal, 2023).

- **Instrucciones básicas:** Mediante bloques de función, se ejecutan operaciones lógicas, aritméticas, control de temporizadores y contadores de eventos. También se manejan bits y bytes, gestionando variables y constantes.

Figura 36

Instrucciones básicas

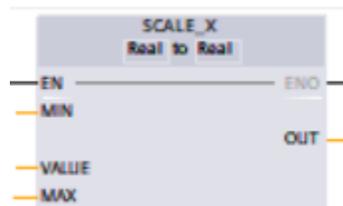


Nota. La imagen representa los bloques instrucciones básicas de TIA Portal. Tomada de (Portal, 2023).

- **Escalamiento_X:** En TIA Portal, la operación de conversión de escalado convierte valores de una escala a otra.

Figura 37

Bloque de escalamiento

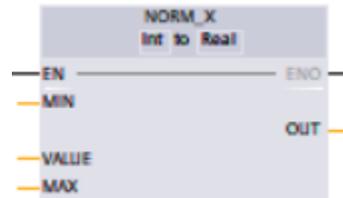


Nota. La imagen representa el escalamiento de TIA Portal. Tomada de (Portal, 2023).

- **Normalización_X:** La normalización ajusta valores a unidades específicas o rangos deseados.

Figura 38

Bloque de normalización



Nota. La imagen representa la normalización de TIA Portal. Tomada de (Portal, 2023).

- **Tabla de visualización de variables:** En esta área de TIA Portal, se presentan los nombres asignados a las variables empleadas.

Figura 39

Tabla de variables

Linea	Variable	Tabla de etiquetas	Tipo	Indicador	Comando	Comando	Comando	Comando	Comando
1	ENTRADA A0	Default tag table	Word	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	MEMORIA	Default tag table	Real	%MD20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	VOLTAJE	Default tag table	Real	%MD24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ENTRADA A1	Default tag table	Word	%IW66	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	MEMORIA DE A1	Default tag table	Real	%MD29	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	TEMPERATURA	Default tag table	Real	%MD33	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PULSADOR	Default tag table	Bool	%IO.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	LED	Default tag table	Bool	%MO.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<Add new>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. La imagen representa la tabla de variables en TIA Portal. Tomada de (Portal, 2023).

PYTHON

De acuerdo con Weisheim (2023) Python es un lenguaje versátil, compatible con diversas arquitecturas de sistemas, se emplea en una amplia variedad de aplicaciones, desde desarrollo web hasta aprendizaje automático.

Según Weisheim (2023) Python se caracteriza por:

- **Facilidad de Aprendizaje:** Python se distingue por su proceso de aprendizaje gradual, convirtiéndolo en una elección idónea para novatos en programación. Su sintaxis clara y fácil de entender fomenta la creación de código ordenado y comprensible.
- **Multiplataforma:** Python es compatible con una variedad de sistemas operativos, permitiendo la portabilidad de aplicaciones entre distintas plataformas sin requerir modificaciones significativas.
- **Desarrollo Web:** Python se utiliza extensamente en el desarrollo web mediante frameworks como Django y Flask, simplificando la creación de aplicaciones web robustas y escalables.

Cliente OPC UA con PYTHON

Según Siincos (2022) la implementación del OPC UA en Python se logra mediante la instalación de bibliotecas específicas en la computadora cliente.

Figura 40

Código de instalación Python OPCUA

```
pip3 install opcua opcua-client PyQt5 crypto cryptography pyqtgraph numpy
```

Nota. La imagen representa la instalación OPC UA en PYTHON. Tomada de (Siincos, 2022).

OPC UA es un estándar de comunicación fundamental para el intercambio de datos en sistemas de control industrial. Para llevar a cabo la lectura, es necesario que la computadora cliente disponga de Python con una versión superior a 3.7 y tenga acceso al terminal/CLI. Este proceso es aplicable en diversas plataformas como Windows, Linux o macOS (Siincos, 2022).

Entorno virtual con Python

Un entorno virtual en Python es un espacio aislado que gestiona dependencias y configuraciones de proyectos, previniendo conflictos y asegurando reproducibilidad. Facilita el desarrollo organizado y eficiente. La creación de un entorno virtual de Python para el proyecto utilizando venv, aunque también es viable realizar la instalación sin este entorno. Las bibliotecas esenciales para acceder al SIMATIC S7 son OPC UA (Siincos, 2022).

Visual Studio Code

De acuerdo con Zúñiga (2024) Visual Studio Code, se presenta como un editor de código abierto, gratuito y multiplataforma destinado a programadores. Su desarrollo proviene de Microsoft, una empresa con experiencia en la creación de entornos de desarrollo integrados (IDEs).

Se destaca como una herramienta ligera y práctica a pesar de compartir parte del nombre con otra herramienta de Microsoft, Visual Studio IDE, VSCode es una aplicación independiente con una base de código diferente y tecnologías distintas. A diferencia de Visual Studio, orientado principalmente a los lenguajes y tecnologías exclusivos de Microsoft, VSCode es versátil y puede adaptarse a cualquier lenguaje de programación, evitando así limitaciones asociadas con la preferencia de tecnologías específicas (Zúñiga, 2024).

Características principales VSCode

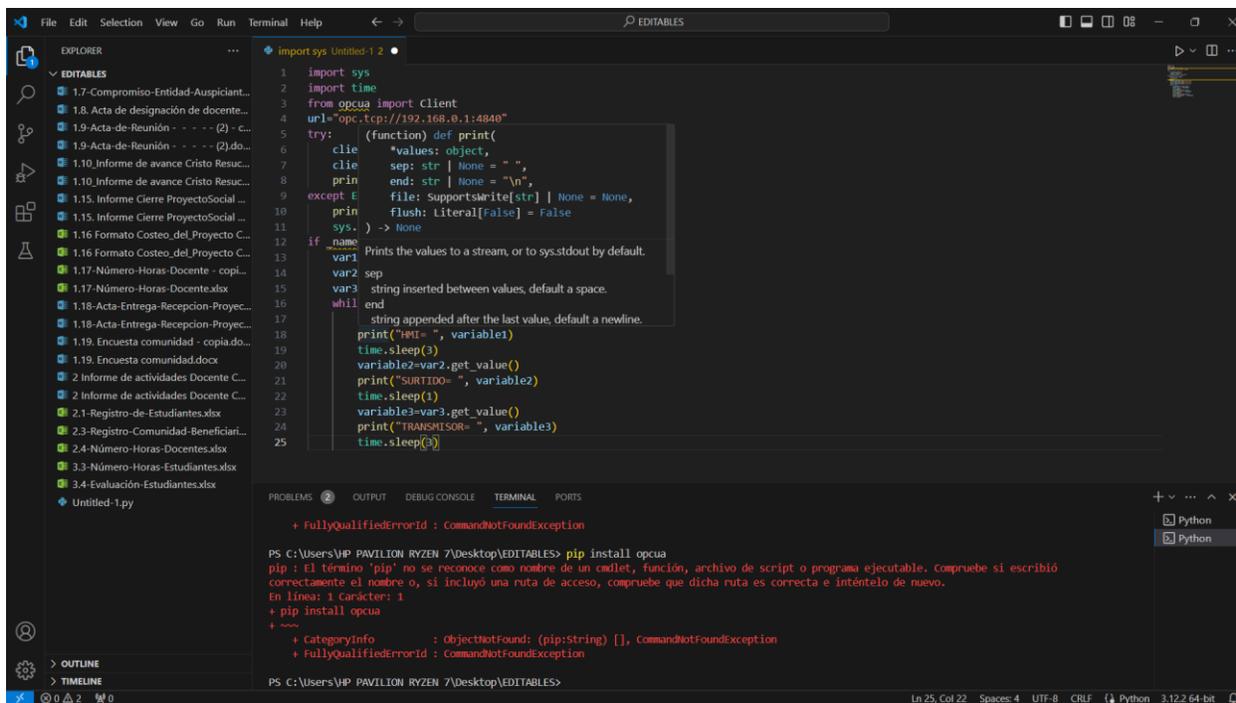
Según Zúñiga (2024) algunas características que destacan de Visual Studio Code son:

- **La gestión de proyectos y carpetas:** se simplifica con herramientas integradas que facilitan la organización de archivos.
- **Desarrollo web y front-end:** es ampliamente preferido por su adaptación a lenguajes como HTML, CSS y JavaScript. Su utilidad se extiende al desarrollo

siendo compatible con una amplia gama de lenguajes como PHP, Python, Go, Java, NodeJS y Ruby, gracias a extensiones especializadas.

Figura 41

Entorno de VSCode



Nota. La imagen representa el entorno de programación en VSCode. Tomada de (Zúñiga, 2024).

Firebase

Es una plataforma móvil de Google se enfoca en agilizar y mejorar la creación de aplicaciones de alta calidad de manera rápida. Su objetivo es ampliar la base de usuarios y aumentar los ingresos. Al estar en la nube, es accesible en diversas plataformas, como iOS, Android y web. Ofrece diversas funciones para que los desarrolladores personalicen la plataforma según sus necesidades (Cardona, 2016).

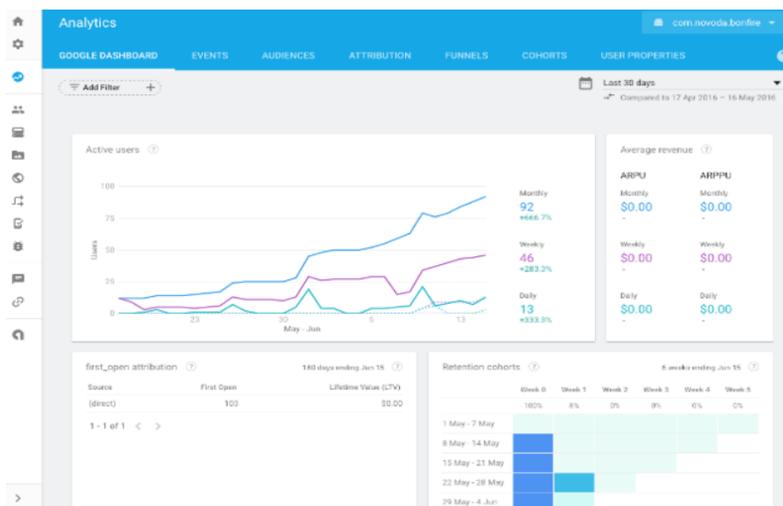
Características de Firebase

De acuerdo con Cardona(2016) las características son las siguientes:

- **Desarrollo:** Almacenamiento en la nube, análisis y configuración remota son atributos destacados.
- **Análisis:** Firebase ofrece un control total del rendimiento de la aplicación mediante métricas gratuitas y un panel único, proporcionando datos fundamentales para tomar decisiones informadas.
- **Flexibilidad:** Firebase ofrece aplicaciones multiplataforma con APIs integradas en SDK individuales para iOS, Android y JavaScript permitiendo la gestión eficiente de diversas aplicaciones desde la misma plataforma.

Figura 42

Datos almacenados en la nube



Nota. La imagen representa los datos almacenados en la nube. Tomada de (Cardona, 2016).

De acuerdo con Cardona (2016) Firebase ofrece un plan gratuito para desarrolladores, brindando acceso a funciones esenciales sin costos iniciales. Aunque limitado en

almacenamiento y conexiones, es ideal para proyectos iniciales. Para necesidades avanzadas existen planes pagos como "Frame" y "Blaze"

Figura 43

Planes de Firebase



Nota. La imagen representa el plan gratuito de Firebase. Tomada de (Cardona, 2016).

Capítulo III

Desarrollo

Descripción del Proceso

En este capítulo, se describe la comunicación OPC UA de un PLC S7-1200 para realizar prácticas en los módulos existentes del laboratorio.

El proceso central para establecer la comunicación OPC UA implica la comunicación mediante diferentes clientes OPC UA con 3 niveles de seguridad sin contraseña, con contraseña y con certificados. Esto posibilita la visualización, envío y recepción de datos a través de un dashboard en Node-RED, específicamente diseñado para leer las variables adquiridas en las entradas analógicas del PLC S7-1200 y controlar las salidas analógicas del mismo. Además, el cuarto proceso implica la comunicación con varios clientes OPC UA, enviando los datos adquiridos desde el PLC S7-1200 hacia Node RED almacenando en la nube de Firebase y generando un historial accesible desde cualquier dispositivo con acceso.

Programa principal para habilitar el servidor OPC UA

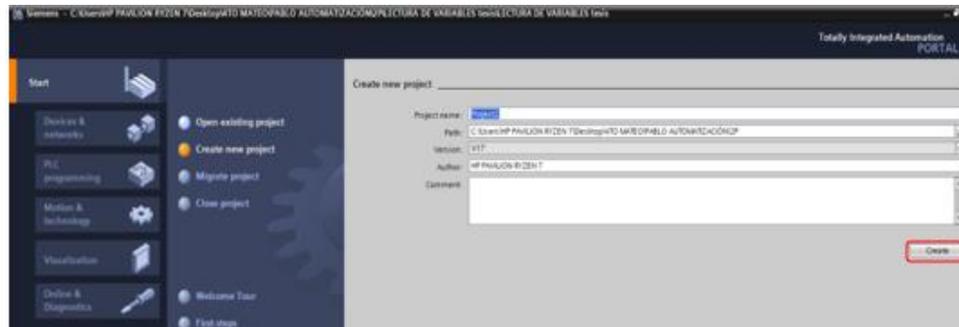
Inicia el software TIA Portal V17, una vez que la aplicación se encuentra en ejecución, selecciona la opción "Crear nuevo proyecto" para dar inicio al proceso de configuración y desarrollo.

Al optar por crear un nuevo proceso inicial para tener un pilar fundamental, proporcionando la estructura necesaria para la ejecución exitosa de las etapas posteriores.

Asignar un nombre distintivo al nuevo proyecto en TIA Portal V17. Seleccionar la opción "Crear" para formalizar la creación del proyecto con el nombre especificado.

Figura 44

Crea un nuevo proyecto en TIA Portal V17

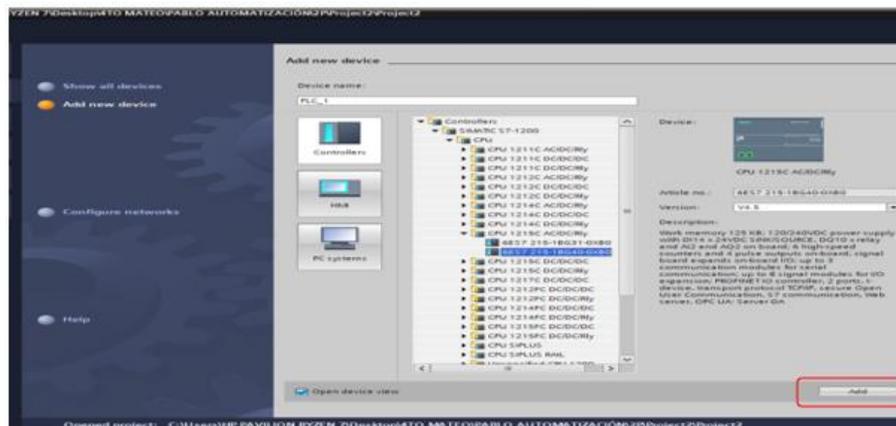


Nota. Esta imagen muestra la creación de un nuevo proyecto en el software TIA Portal V17.

Selecciona el modelo S7 1200 CPU 1215C AC/DC/RLY para garantizar una configuración de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Figura 45

Selección del PLC



Nota. Esta imagen muestra la creación de un nuevo proyecto.

Desactivar la opción de protección de datos tanto del PLC como del proyecto en TIA Portal. Asegurando así la accesibilidad y manipulación eficiente de los datos continua con la configuración.

Figura 46

Protección de datos del PLC

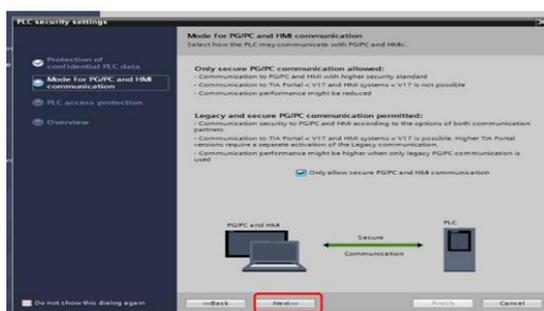


Nota. Esta imagen muestra la configuración de protección de los datos.

Navega hacia la sección destinada a la comunicación PG/PC y HMI en TIA Portal V17. Marca la casilla permitir dispositivos confiables PG/PC limitando la comunicación a los dispositivos autorizados.

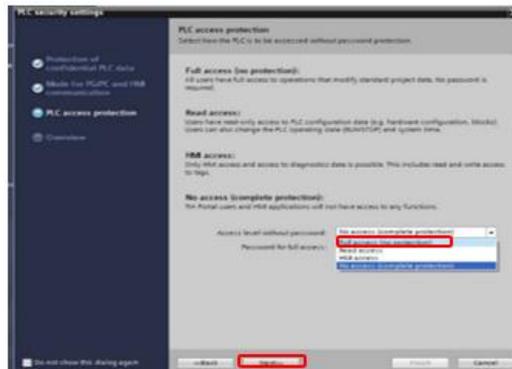
Figura 47

Comunicación PG/PC



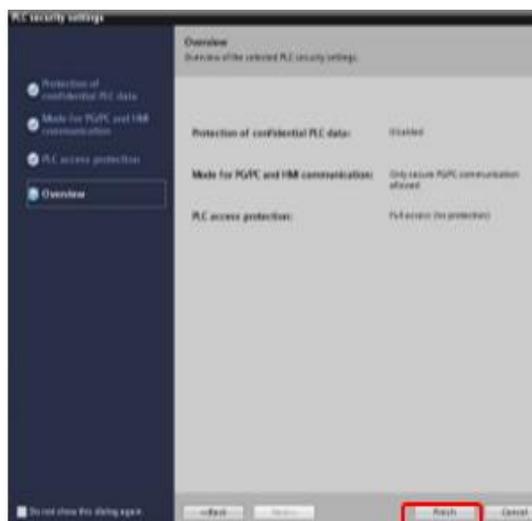
Nota. Esta imagen muestra la configuración de protección de los datos.

Desplaza las opciones de seguridad para el acceso del PLC en la casilla que se especifica los niveles de Seguridad. Seleccionar la opción que permite establecer un nivel de acceso sin necesidad de contraseña

Figura 48*Protección de acceso*

Nota. Esta imagen muestra el acceso completo a las funciones del PLC.

En la siguiente ventana, se presenta un resumen detallado de la configuración de seguridad elegida para el PLC en el programa proporcionando una visión general de las medidas de seguridad implementadas.

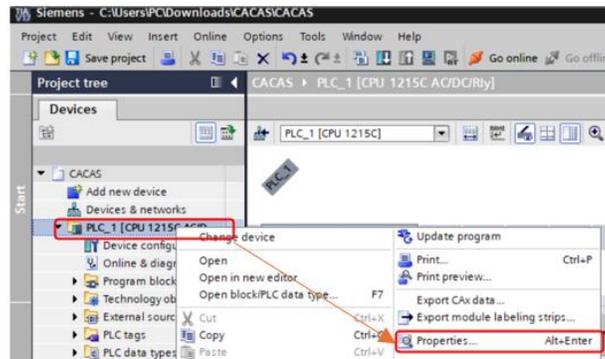
Figura 49*Resumen de configuración de protección*

Nota. Esta imagen muestra el resumen de las funciones del PLC seleccionadas.

Accede a la ventana de propiedades del controlador. Para ello, realiza un clic derecho sobre el PLC y selecciona la opción "Propiedades".

Figura 50

Propiedades del PLC

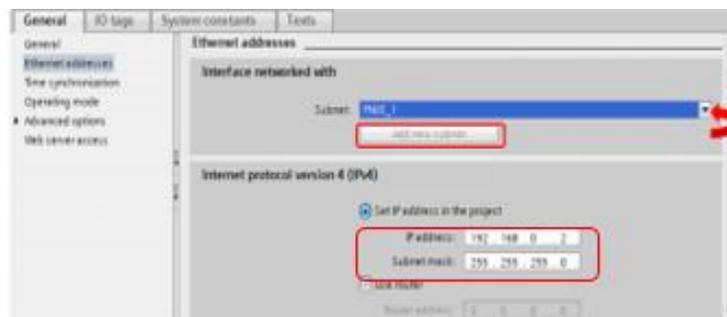


Nota. Esta imagen muestra las propiedades del PLC.

En la ventana de propiedades del PLC selecciona las direcciones ethernet dirígete a interfaz de red y da clic en "añadir una subred" automáticamente se asigna "PN/IE_1", designa la dirección IP en el protocolo de internet.

Figura 51

Dirección IP

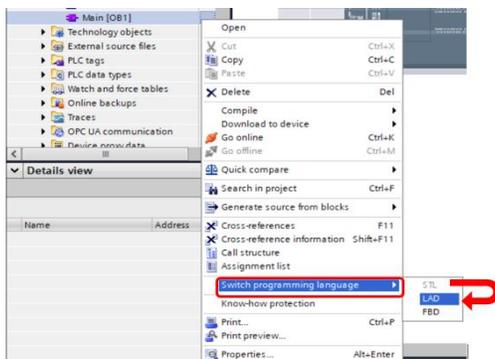


Nota. Esta imagen presenta la dirección IP del PLC en TIA Portal V17.

En el programa principal “Main [OB1]” da un clic derecho sobre y cambia lenguaje de programación a Ladder (LAD).

Figura 52

Lenguaje Ladder



Nota. Esta imagen muestra el cambio del bloque de programa a lenguaje Ladder en TIA Portal V17.

En el apartado “PLC tags” selecciona “Show all tags” accede a la opción que permite visualizar todos los tags. Dentro de esta sección, procede a declarar un nuevo tag, especificando el tipo de dato y dirección correspondiente.

Figura 53

Tabla de etiquetas

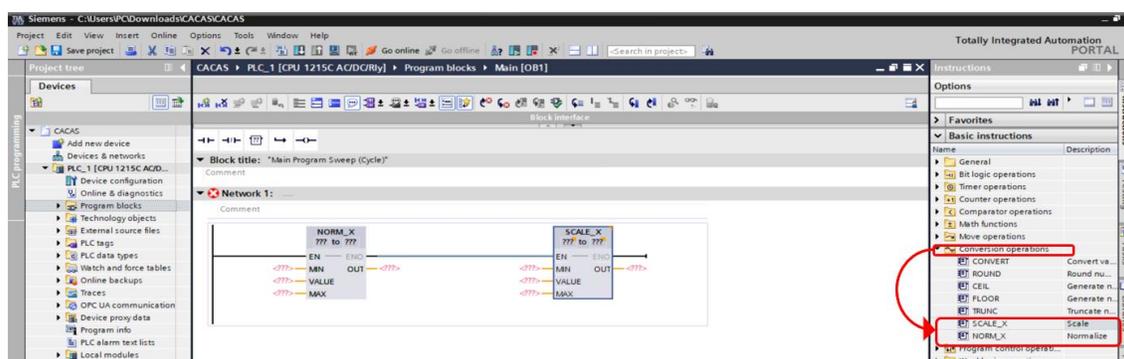
Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
<add new>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nota. Esta imagen muestra el procedimiento de agregar nuevos tags en TIA Portal V17.

Accede al apartado de Bloque de programa y selecciona el programa principal "Main [OB1]" para iniciar la programación del proyecto abre la sección de instrucciones y selecciona la categoría de instrucciones básicas. A continuación, elige operaciones de conversión y procede a insertar los bloques de función "normalizar" y "escalar" en el programa.

Figura 54

Bloques de función



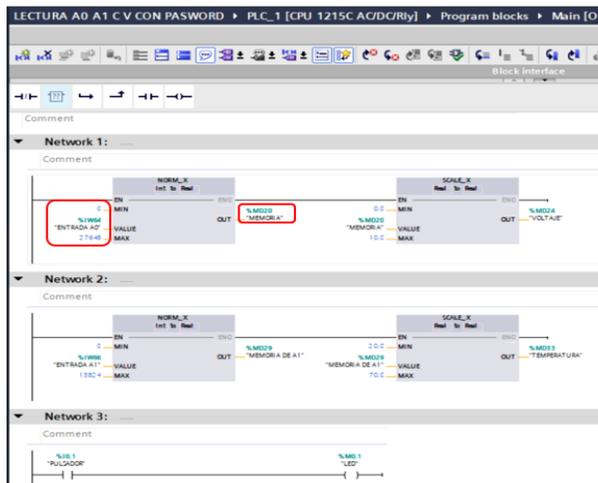
Nota. Esta imagen muestra el procedimiento de agregar conversiones en TIA Portal V17.

Asigna a las entradas analógicas del (PLC) S7-1200 las variables específicas para cada dirección o registro correspondiente. La entrada A0, asigna la variable "%IW64", mientras que para la entrada A1, asigna la variable "%IW66".

Se establece el rango de 0 a 27648 en tipo de dato entero para el bloque "NORM_X" y se añade una memoria "%MD20" asociada a la salida del bloque "NORM_X" y a la entrada del bloque "SCALE_X".

Figura 55

Señales escaladas

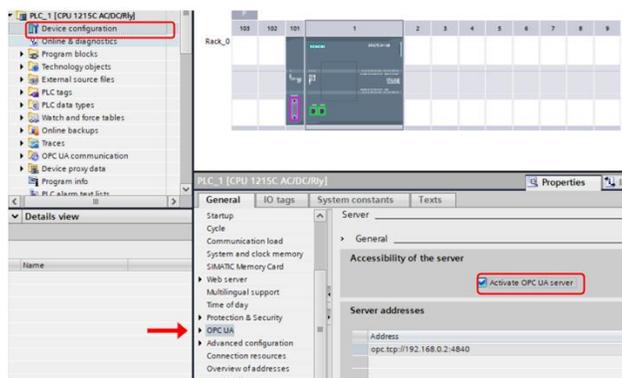


Nota. Esta imagen muestra el procedimiento para escalar en TIA Portal V17.

Para habilitar el servidor OPC UA ingresa a la carpeta "PLC_1[CPU 1215C]" y activa el servidor accediendo a las propiedades "Generales" del PLC en el apartado "OPC UA" marca el recuadro "Activate OPC UA server".

Figura 56

Habilitar servidor OPC UA

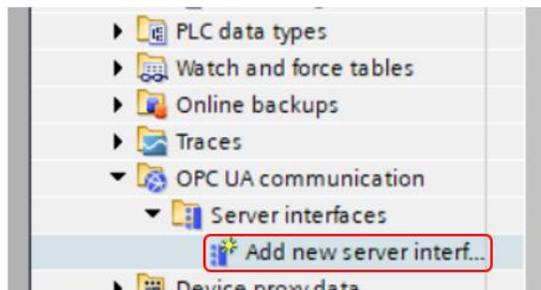


Nota. Esta imagen muestra como habilitar el servidor OPC UA en TIA Portal V17.

Añadir una nueva interfaz de comunicación OPC UA en la carpeta "OPC UA communication" selecciona la opción "añadir nuevo servidor".

Figura 57

Añadir una interfaz de servidor OPC UA

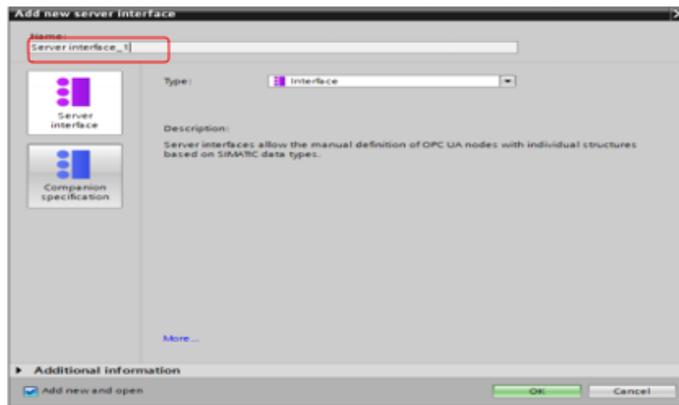


Nota. Esta imagen muestra el procedimiento añadir la interfaz de un servidor OPC UA en TIA Portal V17.

Asignar un nombre a la interfaz del servidor que estamos a punto de crear. Esta interfaz de servidor posibilita la comunicación a través del estándar OPC UA.

Figura 58

Nombre de la interfaz

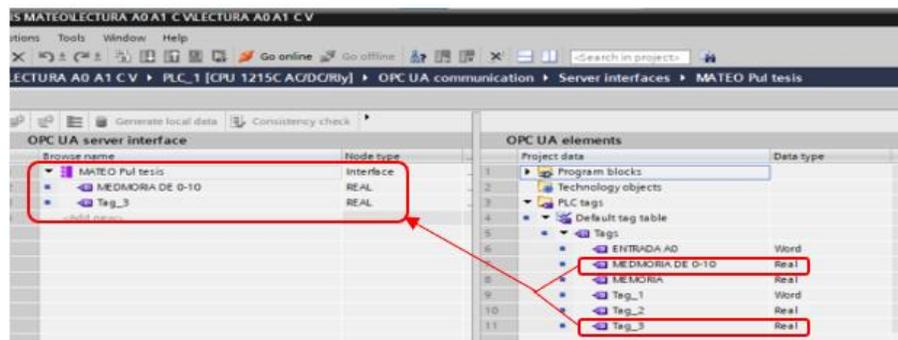


Nota. Esta imagen muestra creación de la interfaz OPC UA en TIA Portal V17.

Definir las variables que serán compartidas a través de la interfaz del servidor OPC UA y arrástralas al OPC UA server. Estas variables representan los datos específicos que serán compartidas mediante el servidor.

Figura 59

Selección de variables al servidor



Nota. Esta imagen representa las variables compartidas por el servidor en TIA Portal V17.

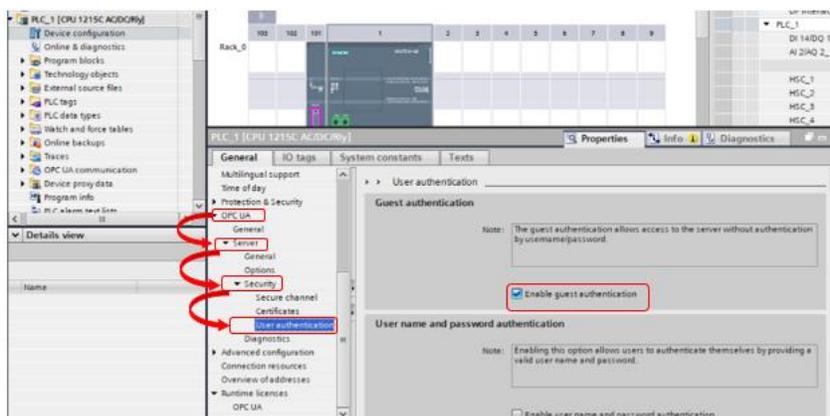
Comunicación OPC UA sin seguridad en UaExpert cliente

En base al programa inicial para habilitar el servidor OPC UA continuar configurando el apartado de seguridad del PLC. Despliega la carpeta "PLC_1[CPU 1215C]" abre la configuración de dispositivos y entra a las propiedades generales del PLC.

Ingresa a "OPC UA" luego abre las opciones de "Server" ingresa a las opciones de "Security" y selecciona "User authentication", marca la casilla de "Enable guest authentication".

Figura 60

Habilita la autenticación de usuario

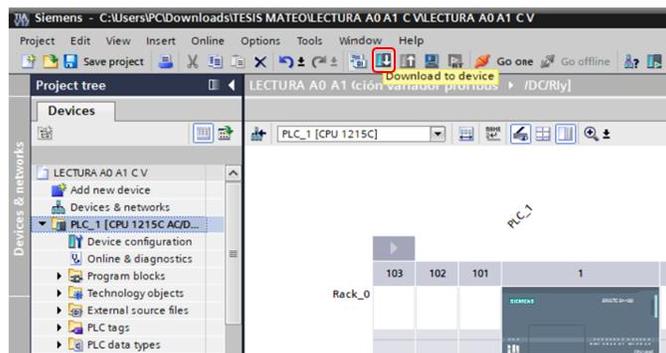


Nota. Esta imagen representa la habilitación para ingresar sin usuario a los datos del OPC UA en TIA Portal V17.

Comienza la carga del programa hacia el PLC, conectar el cable de ethernet al puerto del PLC y al de la computadora, da clic en la opción cargar al dispositivo.

Figura 61

Carga del programa al PLC

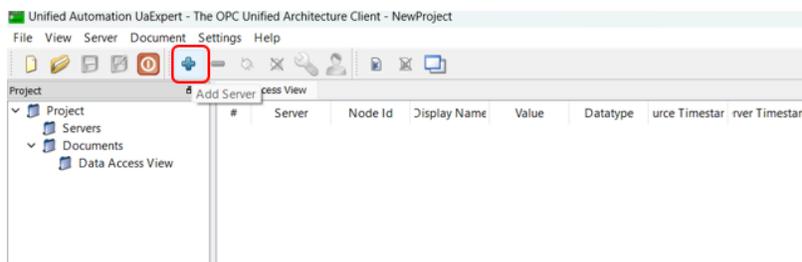


Nota. Esta imagen representa la carga del programa de TIA Portal V17 al PLC.

Ejecutar el cliente UaExpert para obtener los datos enviados por medio de la interfaz OPC UA sin seguridad. Agrega un servidor en el símbolo “+”.

Figura 62

Agregar servidor en UaExpert

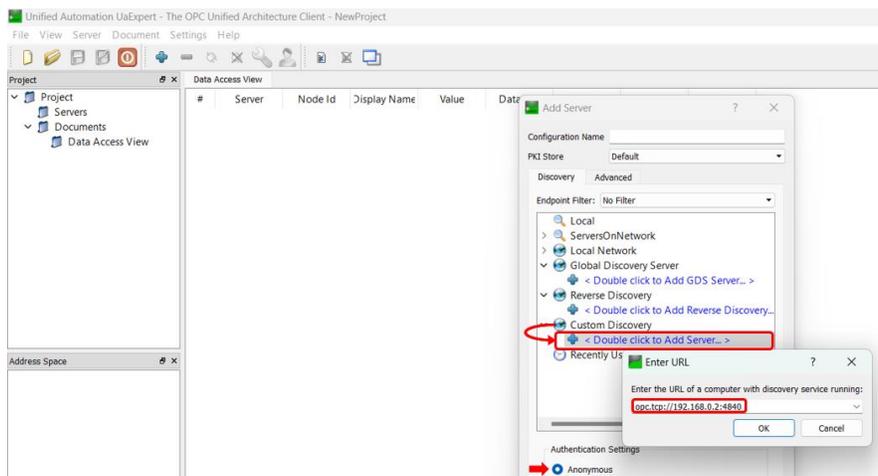


Nota. Esta imagen representa como añadir un servidor en el cliente UaExpert.

Selecciona la opción “Custom Discovery” marcando la casilla de “Authentication Settings” en modo anónimo luego da clic 2 veces para ingresar el URL del Servidor el cual se muestra en la figura 55 con el formato [opc.tcp://192.168.0.2:4840].

Figura 63

Configuración cliente UaExpert

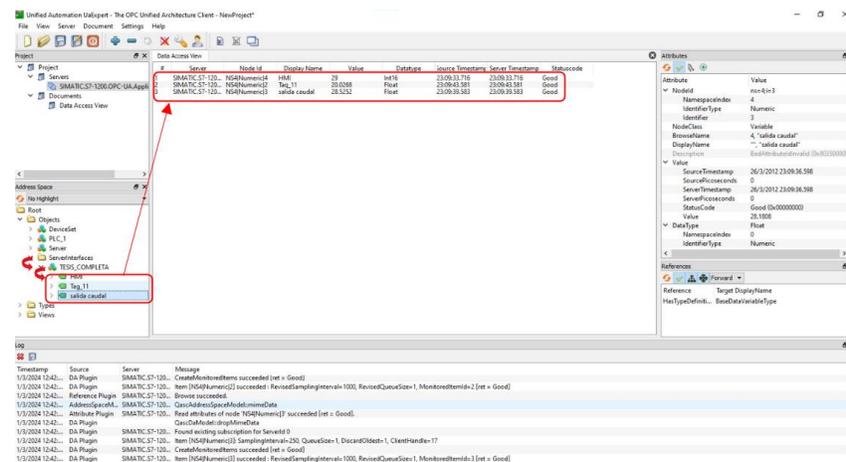


Nota. Esta imagen representa como añadir el URL del servidor en el cliente UaExpert

Traslada las variables a la ventana de visualización de datos previamente definidas en la interfaz del servidor OPC UA que se encuentran en la carpeta “Serverinterfaces” la opción “TESIS_COMPLETA” y se pueden visualizar las etiquetas.

Figura 64

Visualización en cliente OPC UA



Nota. Esta imagen muestra la conexión entre el servidor OPC UA y el cliente UaExpert.

Verificar que los datos adquiridos por el cliente OPC UA con usuario/contraseña, con el nivel de seguridad con autenticación permite la visualización y conexión solo a los usuarios que ingresan usuario/contraseña correcta.

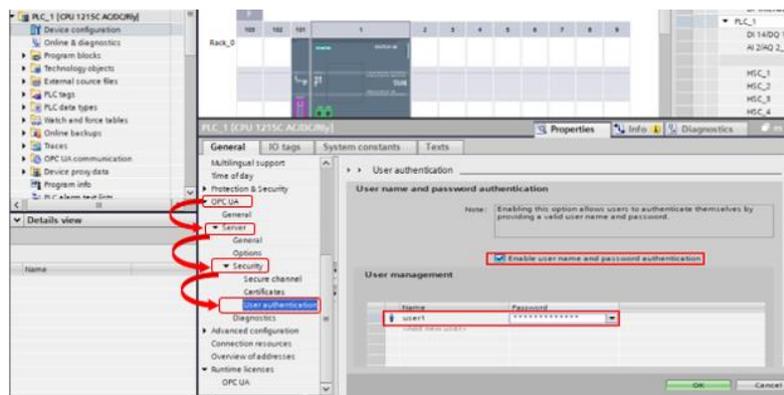
Comunicación OPC UA con usuario/contraseña en cliente UaExpert

Continuar desde los pasos del programa principal con la habilitación del servidor, accede a la configuración de seguridad del PLC. Selecciona la carpeta correspondiente al PLC desplegando la configuración de dispositivos e ingresar a las propiedades generales.

En las configuraciones del PLC, en la sección “OPC UA”, activamos la autenticación de usuario y habilitamos la autenticación de usuario/contraseña para reforzar la seguridad. Digitar el usuario y contraseña que se requiera guardar y acepta la configuración

Figura 65

Servidor OPC UA con usuario/contraseña UaExpert

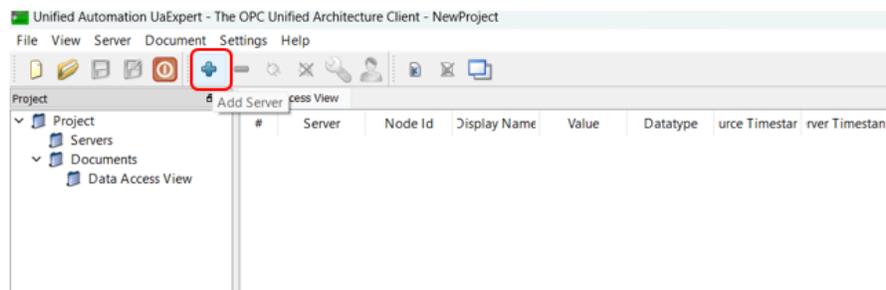


Nota. Esta imagen muestra como añadir protección usuario/contraseña al PLC en TIA Portal.

Iniciar el cliente UaExpert con el propósito de adquirir los datos transmitidos a través de la interfaz OPC UA con medidas de seguridad requieren ingresar un usuario y contraseña. Incorpora un nuevo servidor oprimiendo el símbolo "+".

Figura 66

Agregar servidor con usuario/contraseña en UaExpert

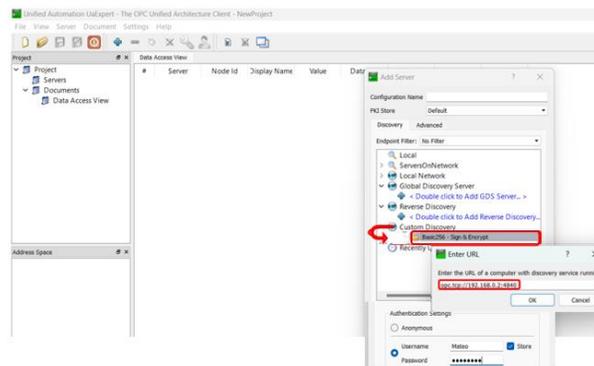


Nota. Esta imagen representa como añadir un servidor nuevo en el cliente UaExpert.

Selecciona la opción "Custom Discovery" y activa la casilla de "Authentication Settings" en "Sing & Encrypt". Ingresar el URL del servidor, tal como se ilustra en la figura 66, con el formato [opc.tcp://192.168.0.2:4840] y añade el usuario/contraseña establecida en TIA Portal v17.

Figura 67

Configuración cliente UaExpert

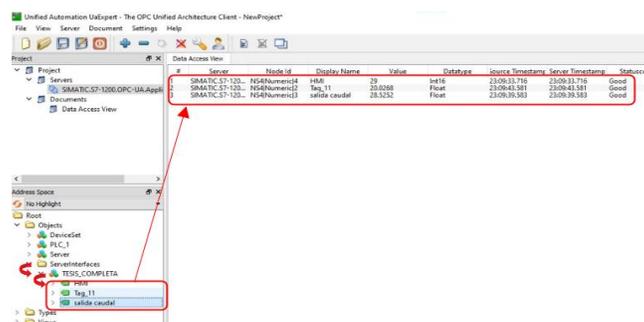


Nota. Esta imagen representa como añadir el URL del servidor en el cliente UaExpert

Añade las variables del servidor OPC UA ubicadas en la carpeta "Serverinterfaces", a la ventana de visualización de datos. A partir de esta acción, las etiquetas correspondientes a estas variables se vuelven visibles, permitiendo el monitoreo de los datos asociados.

Figura 68

Visualización en cliente OPC UA con usuario/contraseña



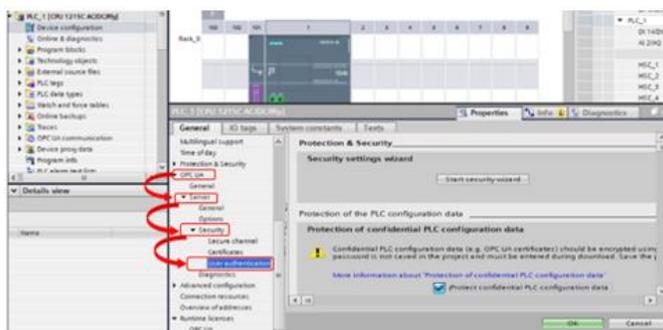
Nota. Esta imagen muestra el servidor con usuario/contraseña OPC UA y el cliente UaExpert.

Comunicación OPC UA con certificados en cliente UaExpert

Accede a la ventana de propiedades generales selecciona el apartado de protección y seguridad. Activa la opción que resguarda los datos confidenciales de configuración del PLC, incluyendo certificados OPC UA.

Figura 69

Configuración de certificados



Nota. Esta imagen muestra como habilitar certificados en el servidor OPC UA en TIA Portal.

Seleccionar la opción “OK” en la ventana del gestor de certificados.

Figura 70

Gestor de certificados

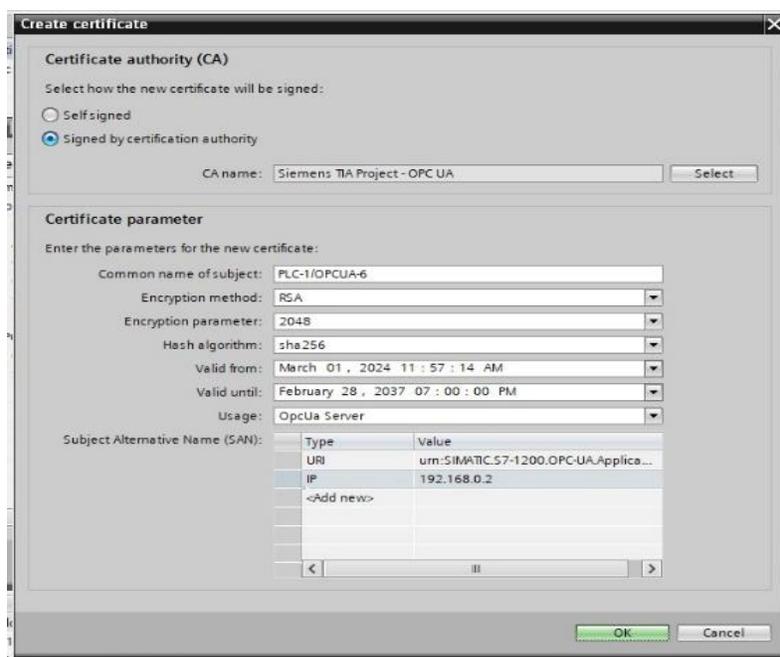


Nota. Esta imagen muestra como habilitar certificados OPC UA en TIA Portal V17.

Genera un certificado en la sección de Autoridad de Certificado. Selecciona la opción "Firmada por la Autoridad de Certificación" y asigna un nombre distintivo al certificado. Posteriormente, elige los parámetros específicos del certificado y confirma la configuración haciendo clic en el botón "Aceptar".

Figura 71

Crear un certificado



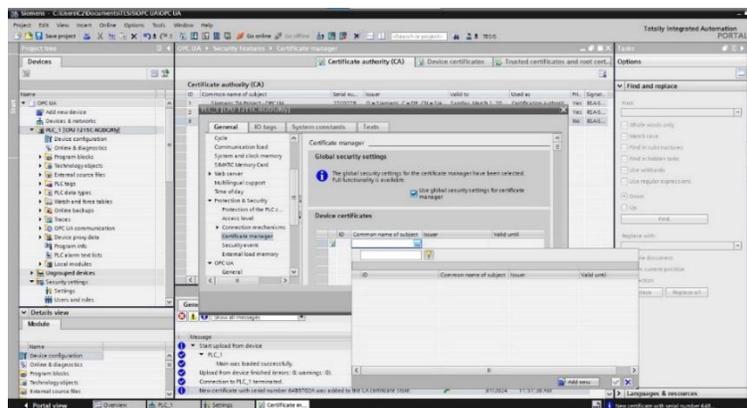
Nota. Esta imagen muestra como habilitar el certificado de autoridad.

Accede a la ventana de propiedades y selecciona el apartado "Gestor de Certificados" en la sección de configuración global de seguridad.

Verificar que esté habilitada la opción para utilizar la configuración de seguridad global para el administrador de certificados. En la sección de "Certificados de Dispositivos", procede a incorporar el certificado previamente creado.

Figura 72

Configuración de seguridad global

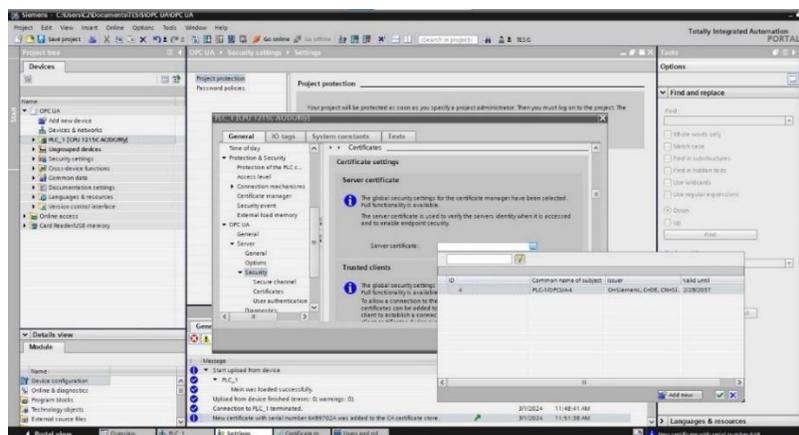


Nota. Esta imagen muestra como habilitar el certificado de autoridad.

Navega hacia la ventana de propiedades y selecciona la opción OPC UA. Dentro de la sección Servidor, accede a la opción de Seguridad y, posteriormente, al apartado de Certificados. En la configuración de certificados, incorpora el certificado del servidor que previamente se creó.

Figura 73

Selección del certificado

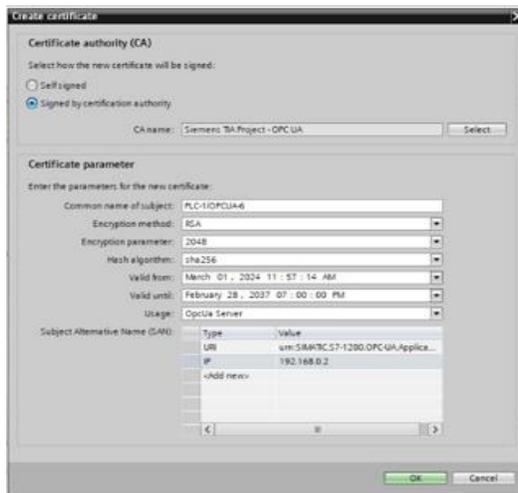


Nota. Esta imagen muestra como agregar un certificado de autoridad.

Selecciona el certificado creado posteriormente da clic en la opción “OK”.

Figura 74

Agregar el certificado creado

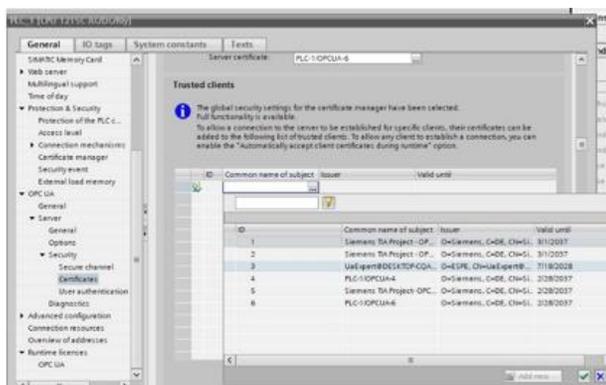


Nota. Esta imagen muestra las configuraciones de un certificado de autoridad.

En la ventana de propiedades y selecciona la opción OPC UA. Dirígete al apartado Servidor y luego a la opción Seguridad. Incorpora el certificado del servidor generado.

Figura 75

Ventana de protección de datos

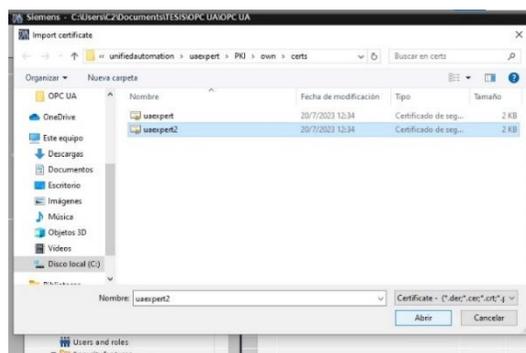


Nota. Esta imagen muestra como agregar un certificado de autoridad.

Realiza la importación de los clientes de confianza que pueden conectarse al servidor OPC UA en el entorno del software TIA Portal V17. Importa el certificado del cliente UaExpert desde la ruta C:\Users\C2\AppData\Roaming\unifiedautomation\uaexpert\PKI\own\certs.

Figura 76

Importar los certificados

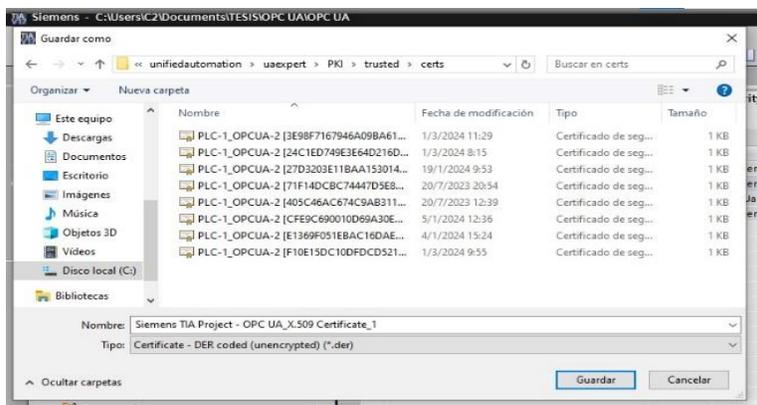


Nota. Esta imagen muestra la carpeta para el certificado para el TIA Portal V17.

Exporta los certificados (*.der) del servidor desde la ruta C:\PKI\trusted\certs para enlazarlos con el cliente UaExpert.

Figura 77

Carpeta con certificados generados

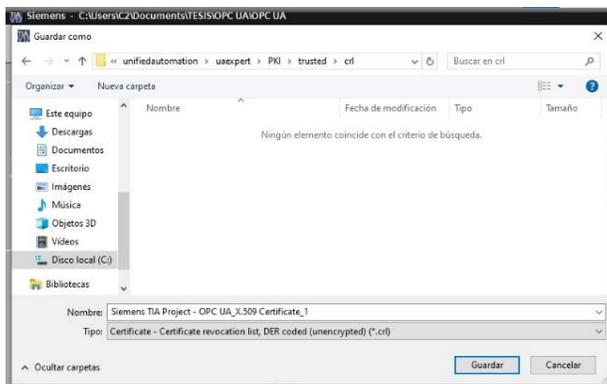


Nota. Esta imagen muestra la carpeta para el certificado para el TIA Portal V17.

Exporta los certificados (*.crf) del servidor ubicados en la ruta
 C:\Users\C2\AppData\Roaming\unifiedautomation\uaexpert\PKI\trusted\crf.

Figura 78

Exportar certificados OPC UA

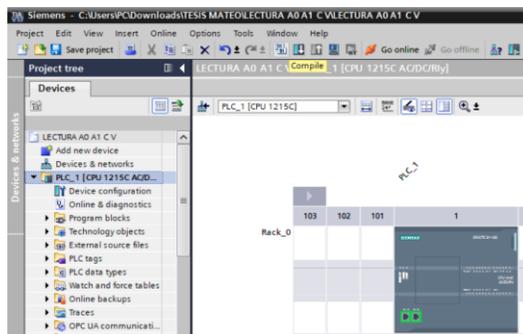


Nota. Esta imagen muestra la carpeta para exportar certificados del TIA Portal V17.

Compila y carga el programa a al PLC como se indica en la imagen pulsando el icono en cajilla roja.

Figura 79

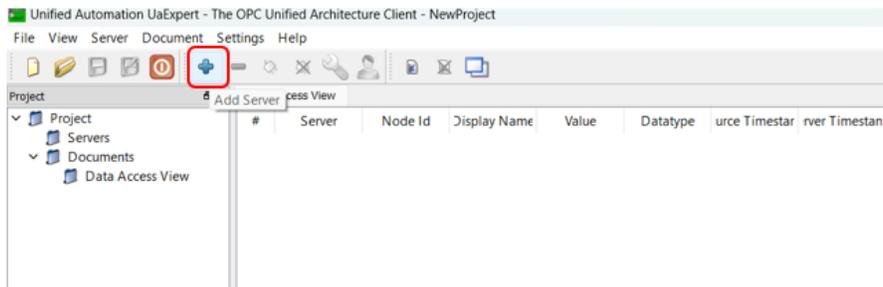
Carga del software al PLC



Nota. Esta imagen representa la carga del programa OPC UA al TIA Portal V17.

Figura 80

Agregar servidor con usuario/contraseña en UaExpert

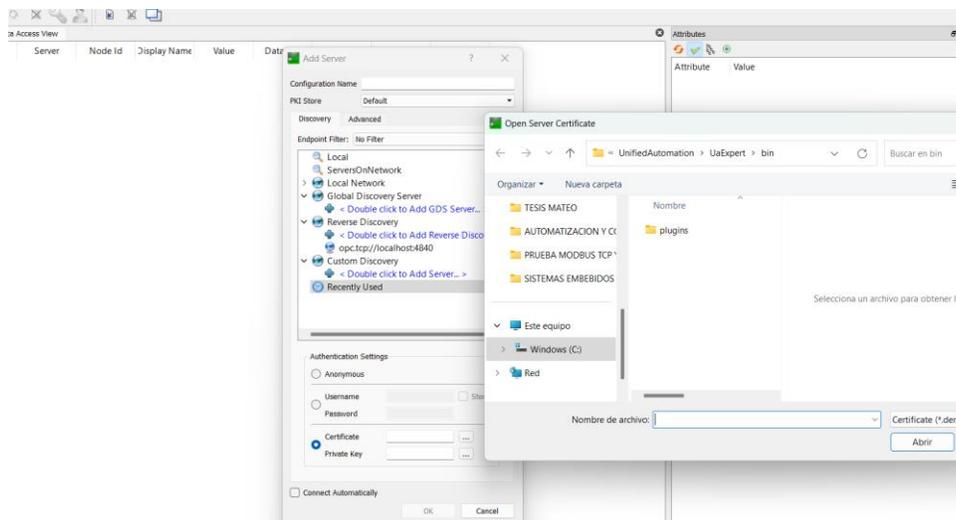


Nota. Esta imagen representa como añadir un servidor nuevo en el cliente UaExpert.

Selecciona la opción "Custom Discovery" y activa la casilla de "Authentication Settings" en "Sing & Encrypt". Ingresar el URL del servidor, tal como se ilustra en la figura 66, con el formato [opc.tcp://192.168.0.2:4840] y añade el usuario/contraseña establecida en TIA Portal v17.

Figura 81

Configuración cliente UaExpert con certificados

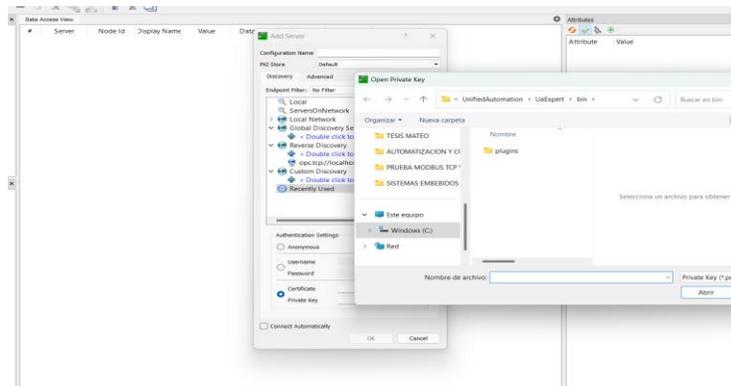


Nota. Esta imagen muestra como habilitar OPC UA en TIA Portal V17.

Selecciona los certificados creados en las carpetas, designa un nombre al certificado y da clic en aceptar.

Figura 82

Configuración de private key UaExpert

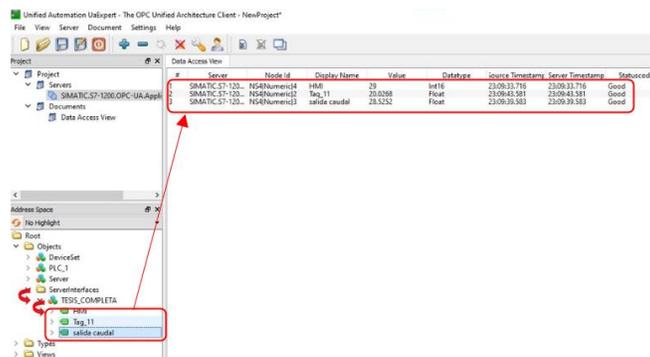


Nota. Esta imagen muestra como habilitar el certificado de autoridad.

Añade las variables del servidor OPC UA ubicadas en la carpeta "Serverinterfaces", a la ventana de visualización de datos. A partir de esta acción, las etiquetas correspondientes a estas variables se vuelven visibles, permitiendo el monitoreo de los datos asociados.

Figura 83

Visualización en cliente OPC UA con usuario/contraseña



Nota. Esta imagen muestra el servidor con usuario/contraseña OPC UA y el cliente UaExpert.

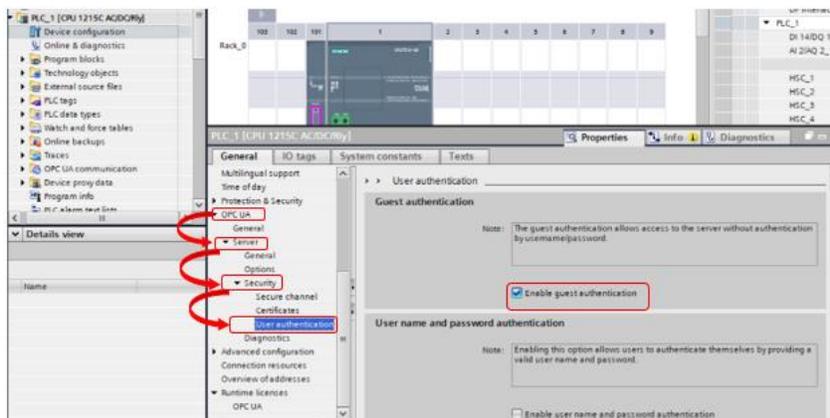
Comunicación OPC UA sin seguridad en Node RED Cliente

A partir del programa inicial para activar el servidor OPC UA, procede con la configuración adicional del apartado de seguridad del PLC. Navega hacia la carpeta "PLC_1 [CPU 1215C]", accede a la configuración de dispositivos y entra en las propiedades generales del PLC.

Dentro de "OPC UA", despliega las opciones de "Server" y accede a las configuraciones de "Security". Selecciona la opción "User authentication" y activa la casilla de "Enable guest authentication".

Figura 84

Habilita la autenticación de usuario



Nota. Esta imagen representa el apartado ingresar sin usuario a los datos del OPC UA en TIA Portal V17.

Ejecutar el programa de Node RED una vez se haya concluido la carga del programa sin configuraciones de seguridad.

Figura 85

Ejecutar Node RED

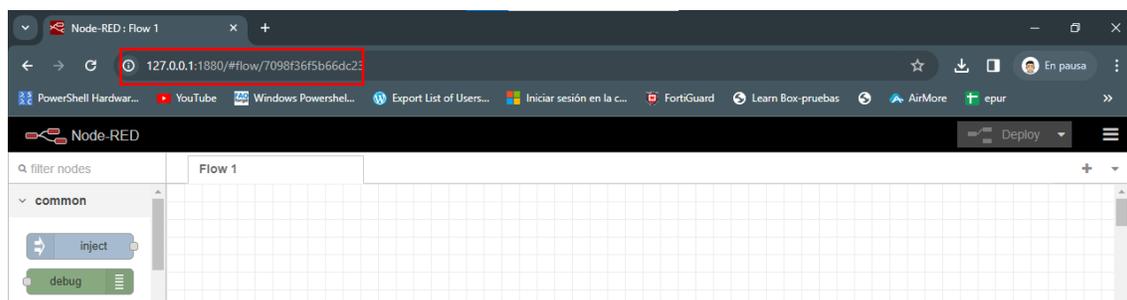
```
node-red
C:\Users\Alex-PC>Node-RED
23 Feb 22:29:50 - [info]
Welcome to Node-RED
-----
23 Feb 22:29:50 - [info] Node-RED version: v3.1.5
23 Feb 22:29:50 - [info] Node.js version: v20.11.1
23 Feb 22:29:50 - [info] Windows_NT 10.0.19045 x64 LE
23 Feb 22:29:53 - [info] Loading palette nodes
Using nodejs crypto (native)
23 Feb 22:30:01 - [info] Dashboard version 3.6.2 started at /ui
23 Feb 22:30:02 - [info] Settings file : C:\Users\Alex-PC\.node-red\settings.js
23 Feb 22:30:02 - [info] Context store : 'default' [module-memory]
23 Feb 22:30:02 - [info] User directory : \Users\Alex-PC\.node-red
23 Feb 22:30:02 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
23 Feb 22:30:02 - [info] Flows file : \Users\Alex-PC\.node-red\flows.json
-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.
If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.
You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----
23 Feb 22:30:02 - [warn] Encrypted credentials not found
23 Feb 22:30:02 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
23 Feb 22:30:02 - [info] Starting flows
23 Feb 22:30:02 - [info] Started flows
```

Nota. Esta imagen representa el código de Node RED para la ejecución del programa en el navegador.

Ingresar al navegador con la dirección proporcionada por node-red (<http://127.0.0.1:1880/>) para llegar al entorno de desarrollo de Node-RED.

Figura 86

Insertar URL en el navegador

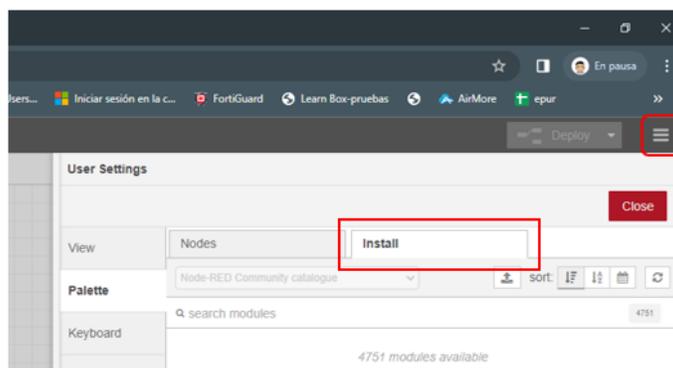


Nota. Esta imagen se muestra la ejecución del programa Node RED en el navegador.

En el menú representado por las tres barras en la esquina derecha superior de Node-RED. Accede a la pestaña "Manage Palette" y seleccionando la opción "Install" te permitirá explorar y agregar nuevos nodos o paquetes a Node-RED para ampliar su funcionalidad.

Figura 87

Búsqueda de librería

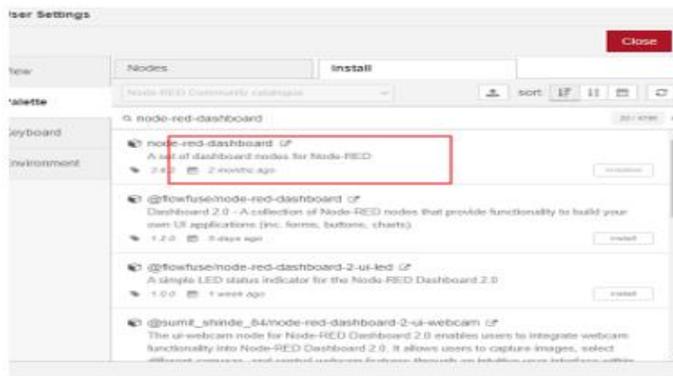


Nota. Esta imagen se muestra la ejecución del programa Node RED en el navegador.

Instalar los paquetes "node-red-dashboard" , "node-red-contrib-opcua" accediendo a la pestaña "Manage Palette" y seleccionando la opción "Install" buscar los nodos para instalar.

Figura 88

Instalación de nodos

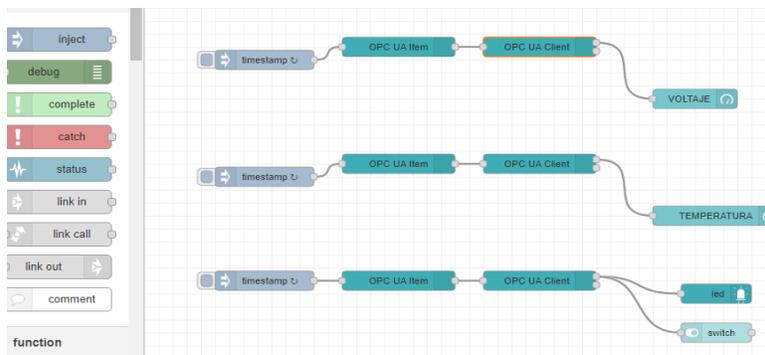


Nota. Esta imagen se muestra el nodo para instalar en Manage Palette.

Agrega los nodos correspondientes a OPC UA y al dashboard al área de trabajo de Node-RED.

Figura 89

Nodos para E/S

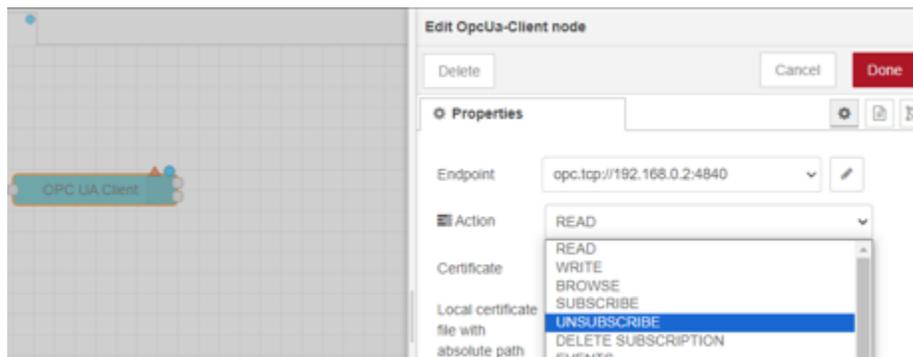


Nota. Esta imagen se muestra los nodos OPC UA Client en Node RED

Configura el nodo OPC UA cliente con la URL del servidor en el apartado “Endpoint” a modo de lectura para que permita monitorear los datos del servidor.

Figura 90

Configuración de lectura del cliente

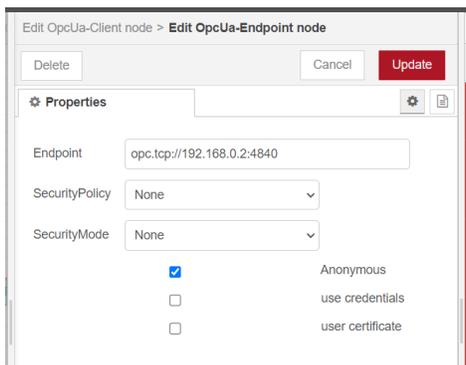


Nota. Esta imagen se muestra la configuración del cliente OPC UA de Node RED.

Ingresa la configuración de autenticación anónima para el servidor OPC UA.

Figura 91

Cliente OPC UA con usuario/contraseña

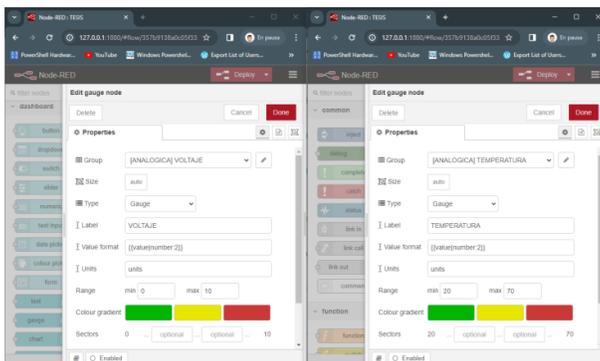


Nota. Esta imagen muestra donde se configura el servidor OPC UA sin autenticaciones.

Ajusta la configuración de cada nodo del dashboard para que realice la lectura de las variables provenientes del servidor OPC UA. Crea grupos de entradas analógicas en el dashboard.

Figura 92

Indicadores de voltaje y temperatura

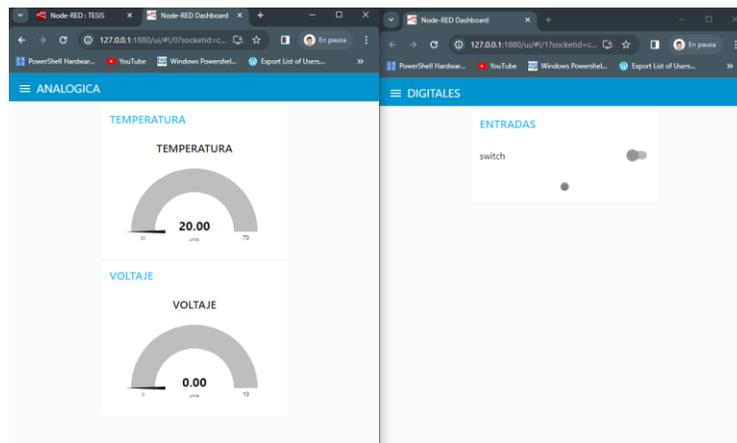


Nota. Esta imagen se muestra la configuración de los indicadores de variables.

Procede a hacer clic en "Deploy" para aplicar las modificaciones realizadas en los nodos del área de trabajo de Node-RED. Accede al dashboard creado y realiza interacciones con sus elementos.

Figura 93

Panel de monitoreo Node RED



Nota. Esta imagen representa el panel en Node RED para el monitoreo de variables

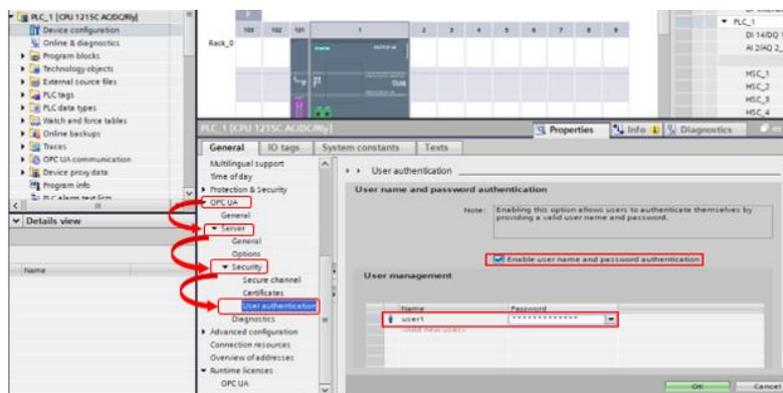
Comunicación OPC UA con usuario/contraseña en Node RED Cliente

Prosigue desde la fase del programa principal, habilita el servidor y accede a la configuración de seguridad del PLC. Identifica la carpeta vinculada al PLC, desplegando la configuración de dispositivos y accede a las propiedades generales.

Dentro de las configuraciones del PLC, específicamente en la sección "OPC UA", activa la autenticación de usuario y habilita la opción de autenticación mediante usuario/contraseña para reforzar la seguridad. Ingresas las credenciales de usuario y contraseña requeridas, confirma la configuración para su almacenamiento.

Figura 94

Servidor OPC UA con usuario/contraseña en Node RED



Nota. Esta imagen muestra como añadir protección usuario/contraseña al PLC en TIA Portal.

Ejecutar el comando” node-red “en el símbolo de sistema.

Figura 95

Ejecutar Node RED

```

C:\Users\Alex-Pc>node-red
C:\Users\Alex-Pc>Node-RED
23 Feb 22:29:50 - [info]
Welcome to Node-RED
-----
23 Feb 22:29:50 - [info] Node-RED version: v3.1.5
23 Feb 22:29:50 - [info] Node.js version: v20.11.1
23 Feb 22:29:50 - [info] Windows NT 10.0.19045 x64 LE
23 Feb 22:29:53 - [info] Loading palette nodes
using nodejs crypto (native)
23 Feb 22:30:01 - [info] Dashboard version 3.6.2 started at /ui
23 Feb 22:30:02 - [info] Settings file : C:\Users\Alex-Pc\.node-red\settings.js
23 Feb 22:30:02 - [info] Context store : 'default' [module-memory]
23 Feb 22:30:02 - [info] User directory : \Users\Alex-Pc\.node-red
23 Feb 22:30:02 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
23 Feb 22:30:02 - [info] Flows file : \Users\Alex-Pc\.node-red\flows.json
23 Feb 22:30:02 - [warn]

-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.
If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----
23 Feb 22:30:02 - [warn] Encrypted credentials not found
23 Feb 22:30:02 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
23 Feb 22:30:02 - [info] Starting flows
23 Feb 22:30:02 - [info] Started flows

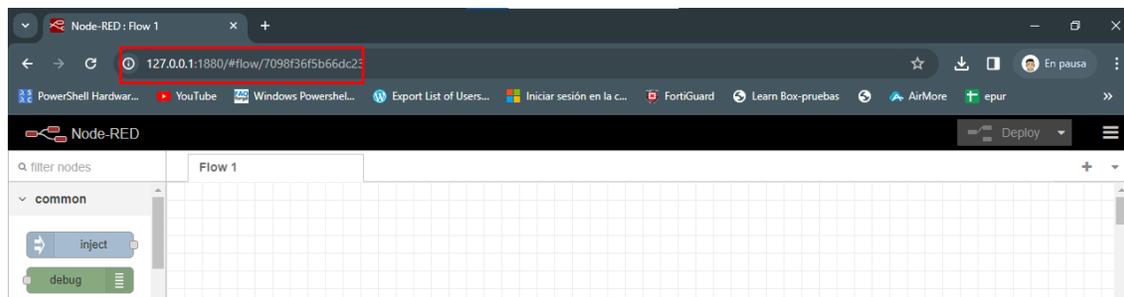
```

Nota. Esta imagen representa el comando Node RED para la ejecución del programa.

Entra al navegador y accede a la dirección proporcionada por node-red
(<http://127.0.0.1:1880/>) para llegar al entorno de desarrollo de Node-RED.

Figura 96

Insertar URL en el navegador

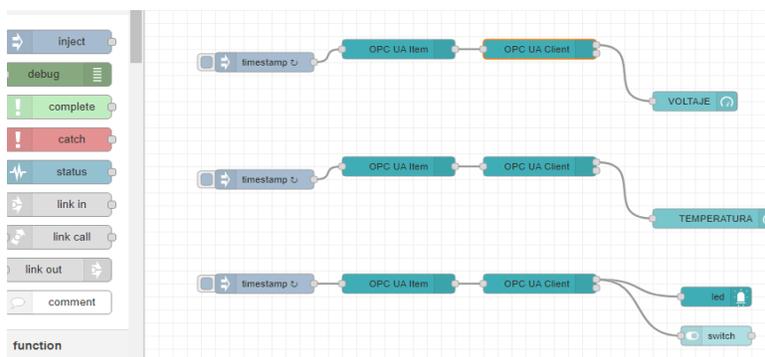


Nota. Esta imagen se muestra el programa Node RED en el navegador.

Traslada los nodos correspondientes a OPC UA y al dashboard hacia el espacio de trabajo. Este procedimiento implica el acto de arrastrar y soltar los nodos específicos desde la paleta de nodos a la interfaz principal de Node-RED.

Figura 97

Nodos para E/S

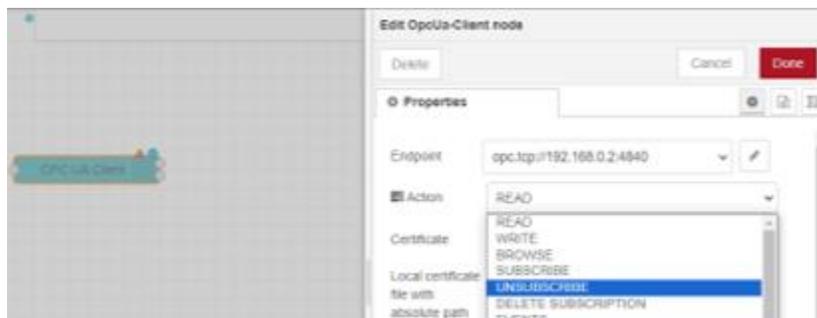


Nota. Esta imagen representa la lectura de nodos OPC UA cliente.

Configura los nodos OPC UA cliente a modo de lectura para que este pueda adquirir los datos del servidor.

Figura 98

Configuración de lectura del cliente

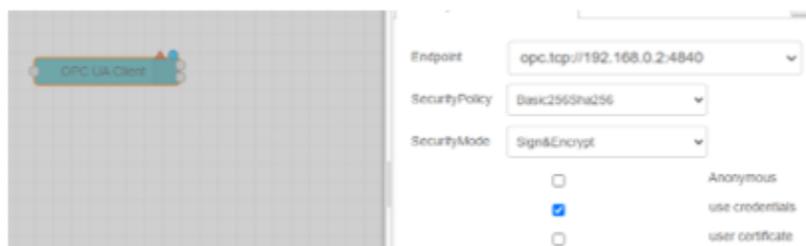


Nota. Esta imagen se muestra la configuración del cliente OPC UA de Node RED.

Ingresa la dirección URL del servidor al cliente a su vez ingresamos la autenticación con usuario y contraseña del servidor OPC UA, configura el nivel de seguridad en usuario/contraseña.

Figura 99

Cliente OPC UA con usuario/contraseña

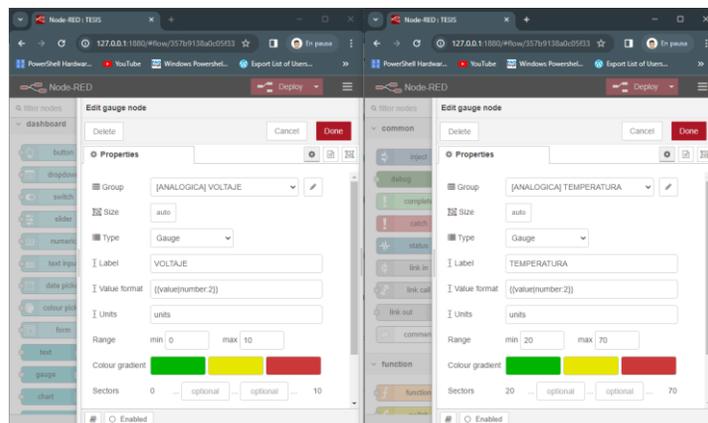


Nota. Esta imagen muestra donde se introduce las autenticaciones como usuario y contraseña del servidor OPC UA.

Configurar los nodos indicadores en el dashboard para la visualización de variables del servidor OPC UA, crea grupos de entradas analógicas en el dashboard.

Figura 100

Indicadores de voltaje y temperatura

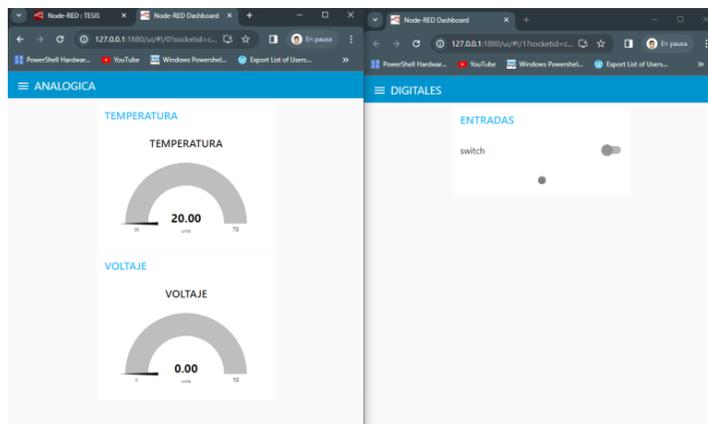


Nota. Esta imagen se muestra la configuración de cada nodo de dashboard para el monitoreo de variables.

Seleccionar "Deploy" para implementar las modificaciones realizadas en los nodos del área de trabajo. Posteriormente, accede al dashboard configurado, interactúa con sus elementos y verifica la lectura de las variables del servidor en dicho dashboard.

Figura 101

Panel de monitoreo Node RED



Nota. Esta imagen representa el panel en Node RED para el monitoreo de variables.

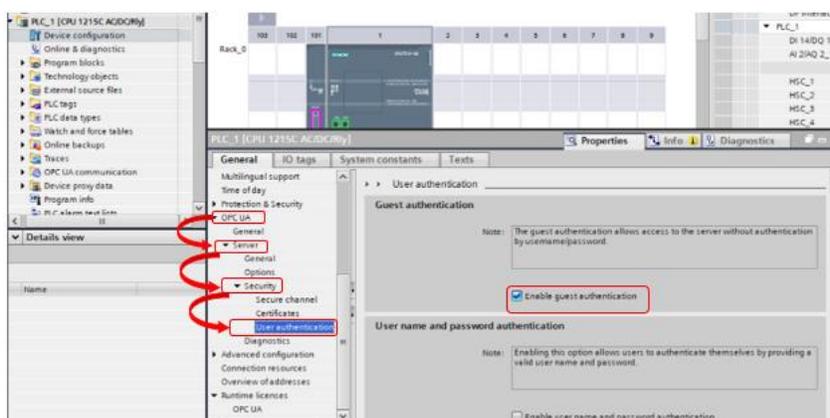
Comunicación OPC UA sin seguridad en ejecutable de Python Cliente

En base al programa inicial para habilitar el servidor OPC UA continuar configurando el apartado de seguridad del PLC. Despliega la carpeta "PLC_1[CPU 1215C]" abra la configuración de dispositivos y entra a las propiedades generales del PLC.

Ingresa a "OPC UA" luego abre las opciones de "Server" ingresa a las opciones de "Security" y selecciona "User authentication", marca la casilla de "Enable guest authentication".

Figura 102

Habilita la autenticación de usuario

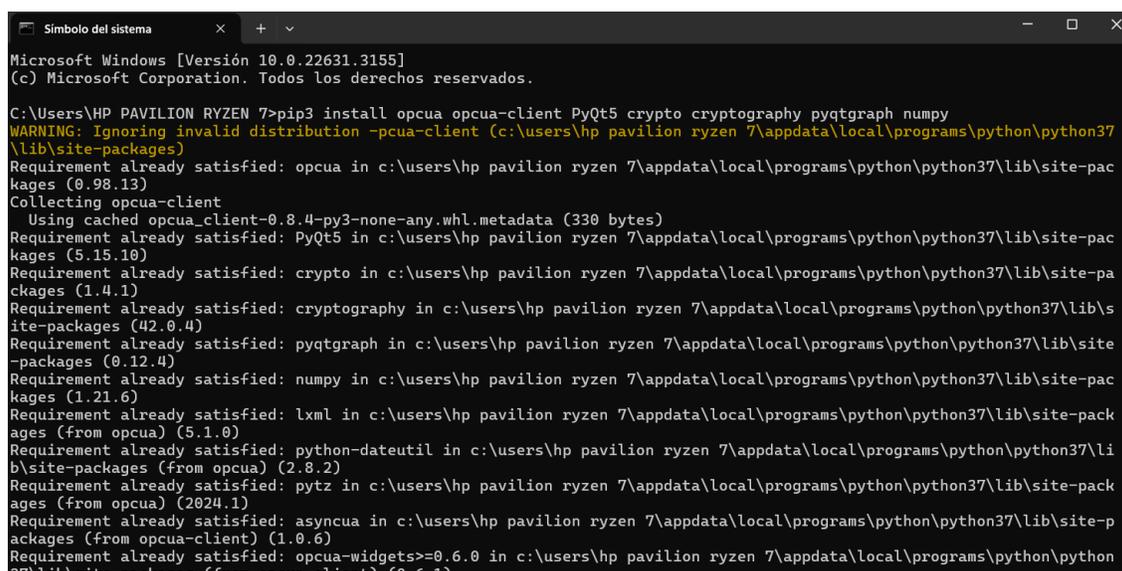


Nota. Esta imagen representa el programa sin medidas de seguridad en TIA Portal V17.

Descargue las bibliotecas requeridas para cliente OPC UA en Python mediante el símbolo de sistema (CMD). Ingresar el comando “pip3 install opcua opcua-client PyQt5 crypto cryptography pyqtgraph numpy.” .

Figura 103

Instalación de cliente OPC UA en Python env



```

Microsoft Windows [Versión 10.0.22631.3155]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\HP PAVILION RYZEN 7>pip3 install opcua opcua-client PyQt5 crypto cryptography pyqtgraph numpy
WARNING: Ignoring invalid distribution -pcua-client (c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages)
Requirement already satisfied: opcua in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (0.98.13)
Collecting opcua-client
  Using cached opcua_client-0.8.4-py3-none-any.whl.metadata (330 bytes)
Requirement already satisfied: PyQt5 in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (5.15.10)
Requirement already satisfied: crypto in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (1.4.1)
Requirement already satisfied: cryptography in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (42.0.4)
Requirement already satisfied: pyqtgraph in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (0.12.4)
Requirement already satisfied: numpy in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (1.21.6)
Requirement already satisfied: lxml in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opcua) (5.1.0)
Requirement already satisfied: python-dateutil in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opcua) (2.8.2)
Requirement already satisfied: pytz in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opcua) (2024.1)
Requirement already satisfied: asynqua in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opcua-client) (1.0.6)
Requirement already satisfied: opcua-widgets>=0.6.0 in c:\users\hp pavilion ryzen 7\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opcua-client) (0.6.1)

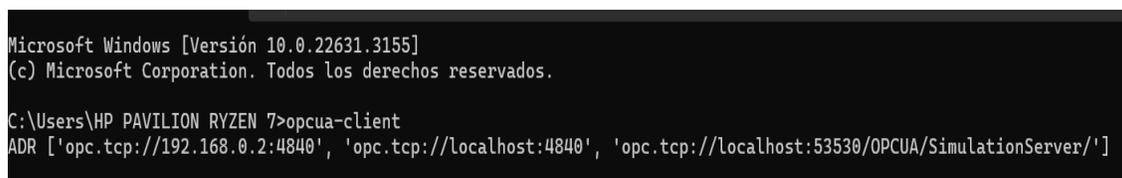
```

Nota. Esta imagen representa la instalación del cliente OPC UA en Python desde CMD.

Una vez completada la instalación del cliente, inicie el cliente OPC UA ejecutando desde la línea de comandos del CDM utilizando el siguiente comando: (opcua-client).

Figura 104

Ejecución del cliente OPC UA



```

Microsoft Windows [Versión 10.0.22631.3155]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\HP PAVILION RYZEN 7>opcua-client
ADR ['opc.tcp://192.168.0.2:4840', 'opc.tcp://localhost:4840', 'opc.tcp://localhost:53530/OPCUA/SimulationServer/']

```

Nota. Esta imagen representa la ejecución del cliente OPC UA desde CMD.

Conectar entre el servidor OPC UA y el cliente ejecutado en Python. Utiliza la dirección proporcionada al activar el servidor OPC UA en el software de simulación TIA Portal V17. Copia esta dirección del servidor y pégala en el cliente Python. Posteriormente, haz clic en "Conectar".

Figura 105

Enlace del servidor y cliente

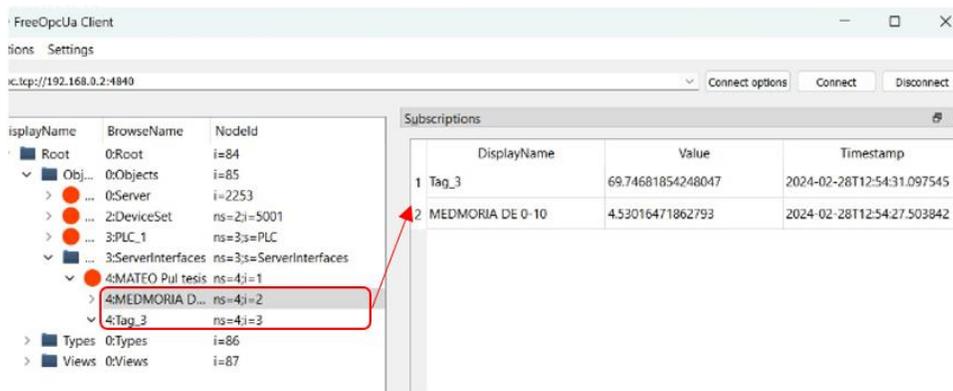


Nota. Esta imagen muestra el enlace del servidor OPC UA con el cliente OPC UA Python.

Agregar los datos provenientes de la interfaz del servidor OPC UA arrastrando las etiquetas a la parte de visualización. Añade las etiquetas a una suscripción de tal forma que se monitorea la señal.

Figura 106

Lectura de variables en cliente OPC UA Python



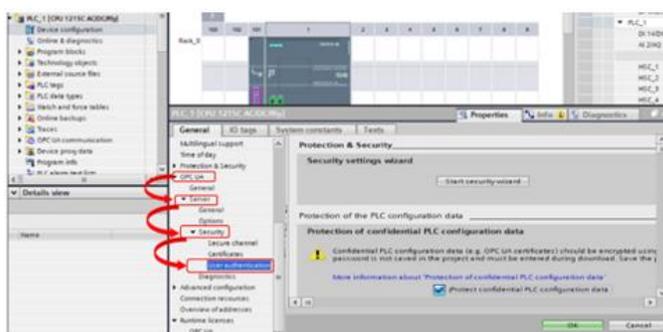
Nota. Esta imagen muestra el cliente OPC UA Python adquiriendo datos del servidor OPC UA.

Comunicación OPC UA con certificados en ejecutable de Python Cliente

Ingresa a la ventana de propiedades generales y selecciona la protección y seguridad. Habilita la opción que salvaguarda los datos confidenciales de configuración del PLC, abarcando los certificados OPC UA.

Figura 107

Configuración de certificados



Nota. Esta imagen muestra como habilitar certificados en el servidor OPC UA en TIA Portal.

Continuar con la configuración seleccionando la opción “OK” en el gestor de certificados.

Figura 108

Gestor de certificados

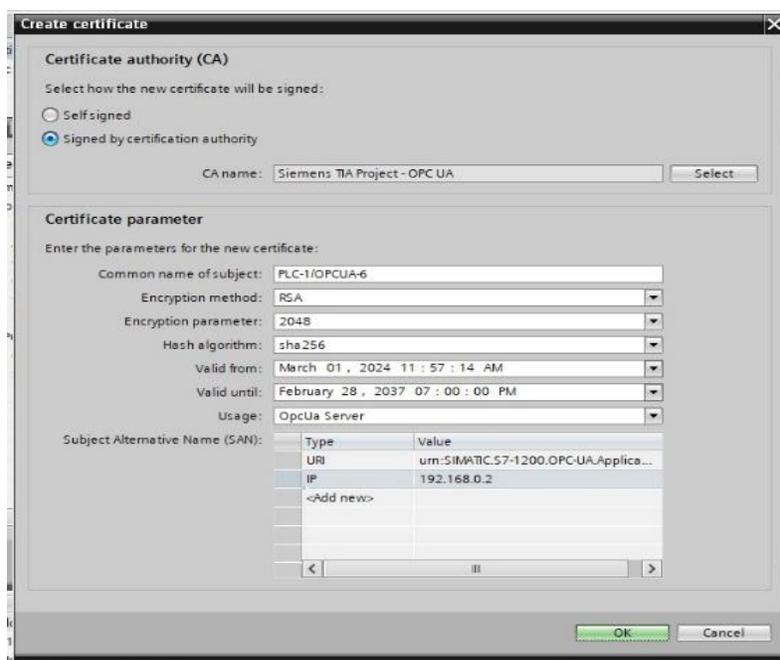


Nota. Esta imagen muestra como habilitar certificados OPC UA en TIA Portal V17.

Crear un certificado en la sección de Autoridad de Certificado. Opta por la alternativa "Firmada por la Autoridad de Certificación" y asigna un nombre único al certificado. A continuación, define los parámetros específicos del certificado y valida la configuración mediante el botón "Aceptar".

Figura 109

Crear un certificado

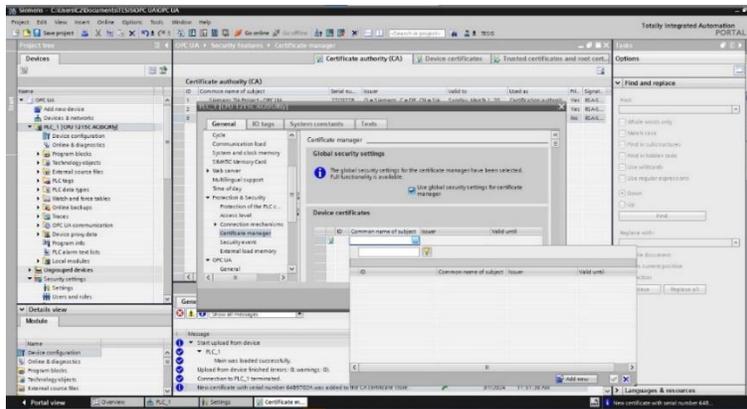


Nota. Esta imagen muestra como habilitar el certificado de autoridad.

Ingresa a la ventana de propiedades y elige la sección "Gestor de Certificados" en la configuración global de seguridad. Asegúrate de confirmar que la opción para utilizar la configuración de seguridad global para el administrador de certificados esté activada.

Figura 110

Configuración de seguridad global

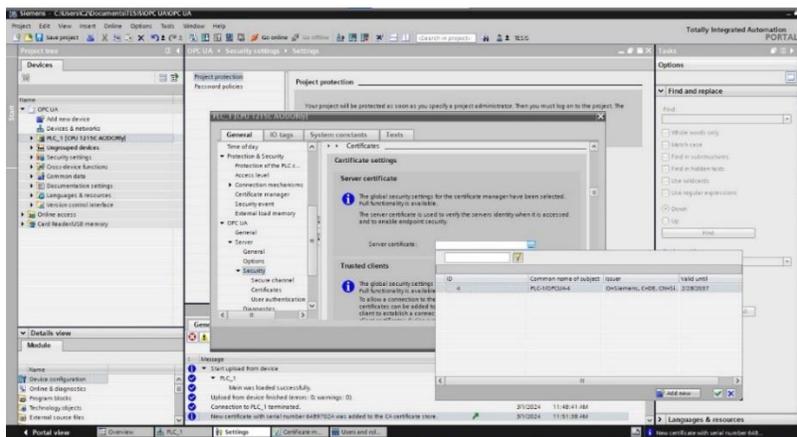


Nota. Esta imagen muestra como habilitar el certificado de autoridad.

En la ventana de propiedades, elige la pestaña OPC UA. Dentro de la sección Servidor, accede a la opción de Seguridad y, a continuación, al apartado de Certificados. En la configuración de certificados, añade el certificado del servidor que se generó anteriormente.

Figura 111

Selección del certificado

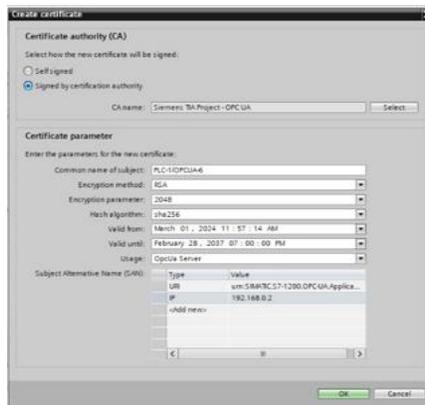


Nota. Esta imagen muestra como agregar un certificado de autoridad.

Selecciona el certificado creado posteriormente da clic en la opción “OK”.

Figura 112

Agregar el certificado creado

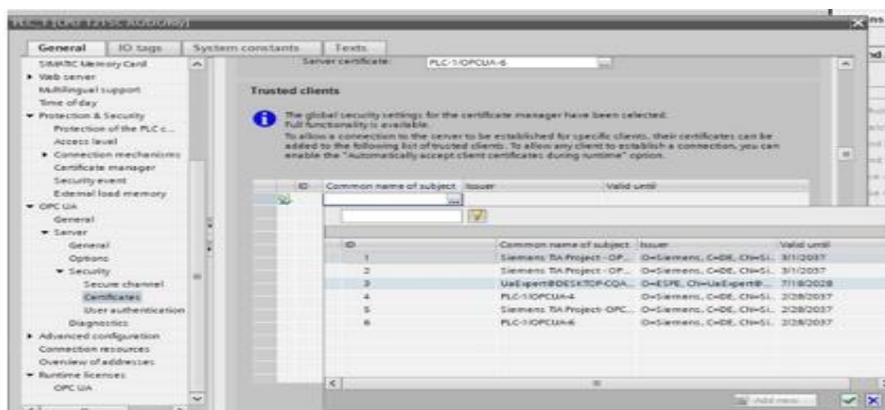


Nota. Esta imagen muestra las configuraciones de un certificado de autoridad.

Accede a la ventana de propiedades en la opción OPC UA selecciona el apartado Servidor y, a continuación, a la opción Seguridad. Agrega el certificado del servidor que has generado previamente.

Figura 113

Ventana de protección de datos

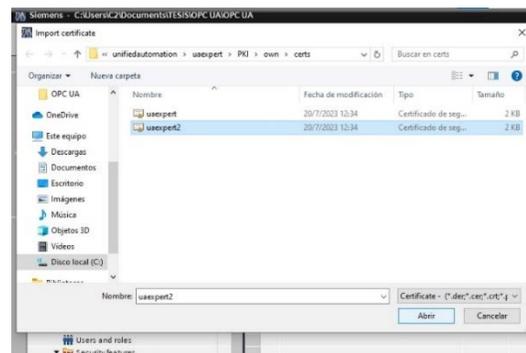


Nota. Esta imagen muestra como agregar un certificado de autoridad.

Lleva a cabo la importación de los clientes confiables capaces de conectarse al servidor OPC UA dentro del software TIA Portal V17. Importa el certificado del cliente UaExpert desde la ubicación C:\Users\C2\AppData\Roaming\unifiedautomation\uaexpert\PKI\own\certs.

Figura 114

Importar los certificados

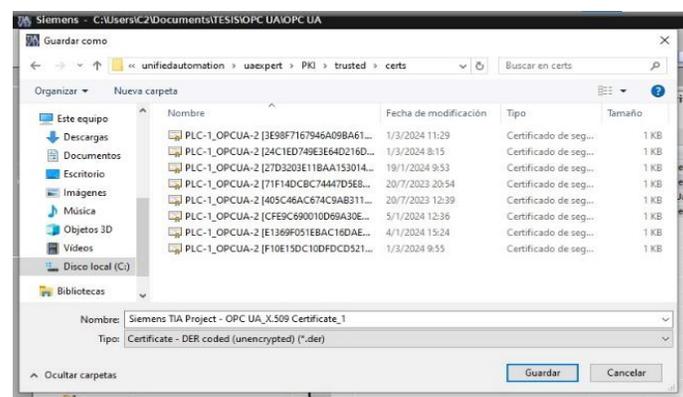


Nota. Esta imagen muestra la carpeta para el certificado para el TIA Portal V17.

Exporta los certificados (*.der) del servidor desde la ruta C:\PKI\trusted\certs para enlazarlos con el cliente UaExpert.

Figura 115

Carpeta con certificados generados

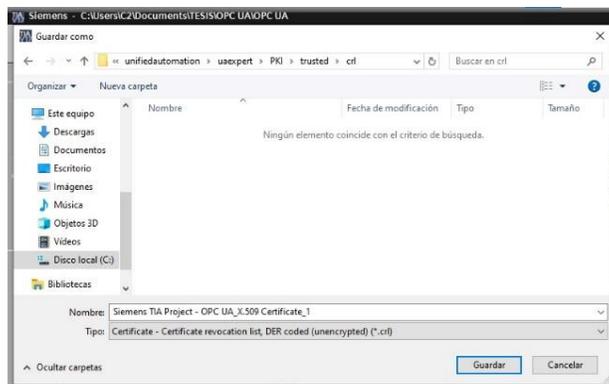


Nota. Esta imagen muestra la carpeta para el certificado para el TIA Portal V17.

Exporta los certificados (*.crl) del servidor ubicados en la ruta
 C:\Users\C2\AppData\Roaming\unifiedautomation\uaexpert\PKI\trusted\crl.

Figura 116

Exportar certificados OPC UA



Nota. Esta imagen muestra la carpeta para exportar certificados del TIA Portal V17.

Compila y carga el programa a al PLC como se indica en la imagen pulsando el icono en cajilla roja.

Ejecutar el comando "opcua-client" desde la línea de comandos (CMD) para la apertura del cliente Python,

Figura 117

Código ejecución opcua-client

```
Microsoft Windows [Versión 10.0.22631.3155]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

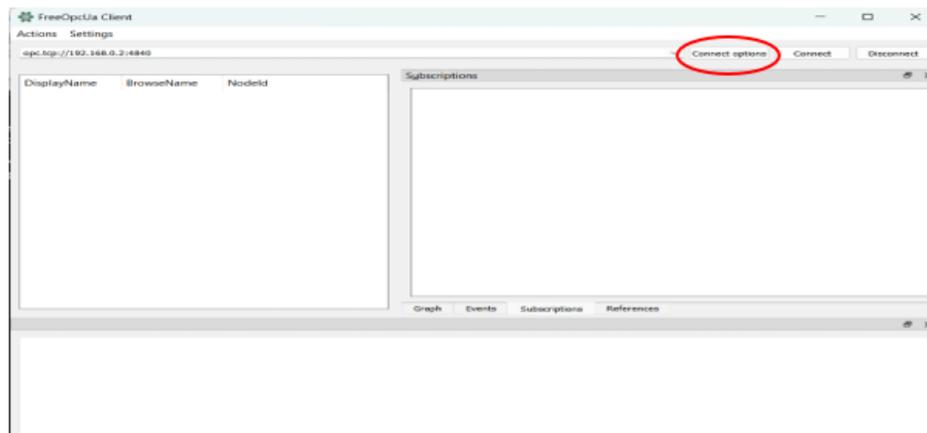
C:\Users\HP PAVILION RYZEN 7>opcua-client
ADR ['opc.tcp://192.168.0.2:4840', 'opc.tcp://localhost:4840', 'opc.tcp://localhost:53530/OPCUA/SimulationServer/']
```

Nota. CDM ejecutando el código de apertura de opc ua client

Al introducir el comando, la interfaz del cliente Python se presenta. Para establecer la conexión digita la URL del servidor OPC UA da clic en "Connect Options".

Figura 118

Interfaz gráfica OPC UA client



Nota. Conexión del cliente con el PLC

En el cuadro seleccionar la opción de "Select certificate" para cargar los certificados previamente generados en TIA Portal V17.

Figura 119

Cuadro de dialogo para conectar

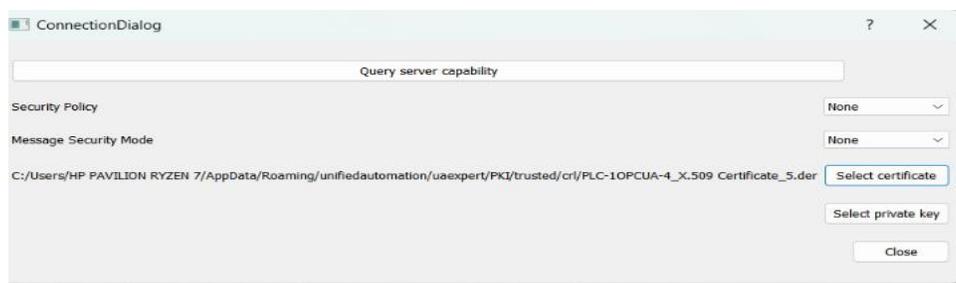


Nota. Conexión del cliente con certificado

La conexión respaldada por un certificado en OPC UA garantiza una comunicación segura entre el cliente y el servidor. Los certificados, generados en TIA Portal.

Figura 120

Carga de certificados

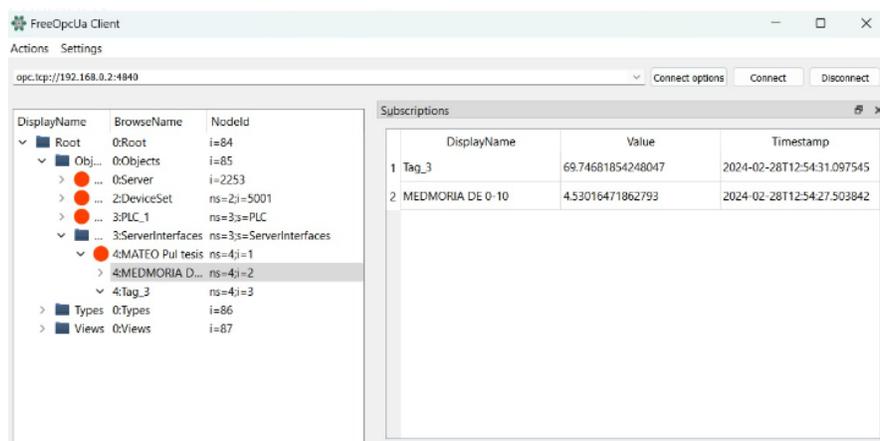


Nota. Esta imagen representa la carga al cliente con certificado

Se realiza la conexión entre el PLC y el cliente Python, permitiendo la visualización de los datos almacenados en el PLC. un seguimiento continuo de estos datos resulta esencial trasladar los tags a la sección de suscripción.

Figura 121

Conexión con cliente de python



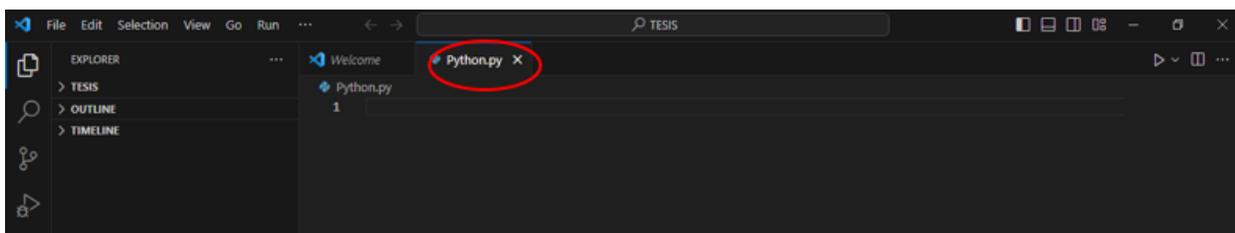
Nota. Esta imagen muestra el cliente OPC UA Python adquiriendo datos del servidor OPC UA.

Comunicación OPC UA sin seguridad en Cliente Python VSCode

Crear un nuevo archivo en el software Visual Studio Code, el archivo debe ser en lenguaje Python.

Figura 122

Nuevo proyecto en VSCode



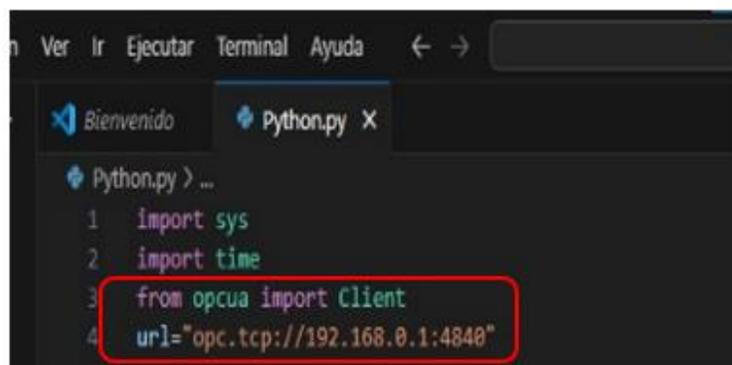
Nota. Esta imagen muestra la apertura de un proyecto nuevo en Visual Studio Code.

Realiza la programación en Python para crear un cliente OPC UA que permita el monitoreo de variables que recibe ser servidor OPC UA.

Pega el URL del servidor para poder conectar el cliente OPC UA.

Figura 123

Importar libreas OPC UA Client



Nota. Esta imagen muestra la apertura de un proyecto nuevo en Visual Studio Code.

Figura 124

Define el cliente OPC UA

```
try:
    cliente=client(url)
    cliente.connect()
except Exception as err:
    print("err",err)
    sys.exit(1)
```

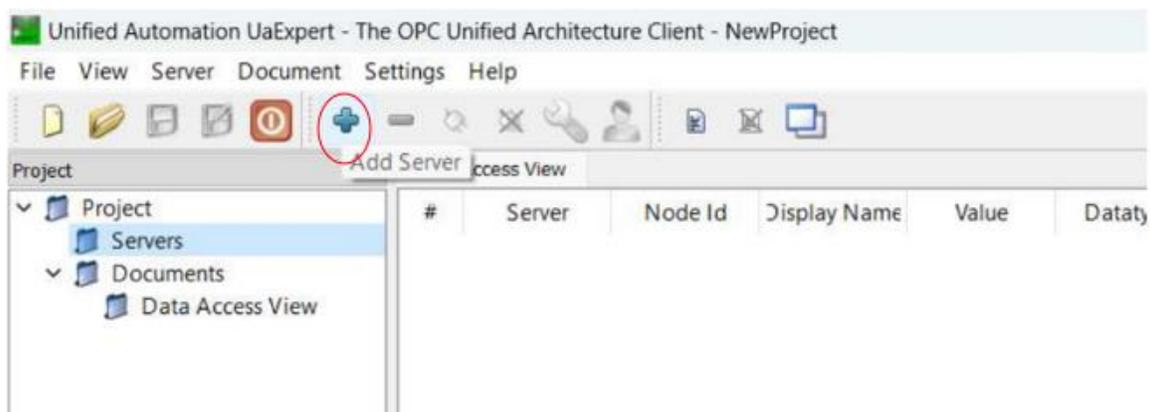
Nota. Esta imagen muestra como leer la URL del servidor en Visual Studio Code.

Para continuar con la programación en Python debemos identificar las direcciones a las pertenecientes a las variables del servidor OPC UA.

Inicia el software UaExpert, genera un nuevo proyecto para poder visualizar los datos que se requiere poner en el cliente Python.

Figura 125

Programa nuevo en UaExpert

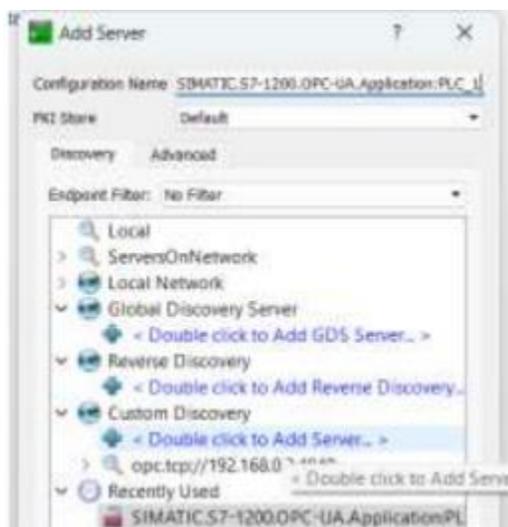


Nota. Esta imagen representa la configuración del PLC en UaExpert

Selecciona la opción añadir servidor y coloca la URL del servidor OPC UA.

Figura 126

Selección del servidor

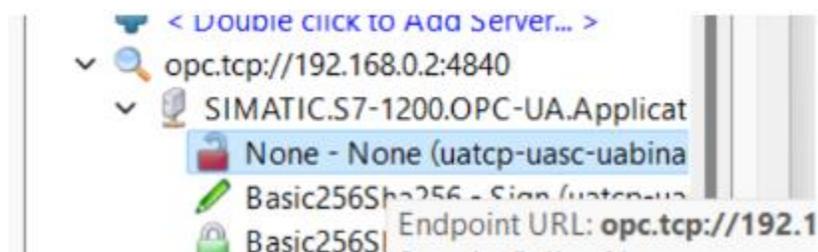


Nota. Esta imagen representa la asignación del PLC en UaExpert

Posteriormente selecciona el cliente sin ninguna seguridad para enlazar la comunicación entre cliente y servidor.

Figura 127

Servidor sin seguridad

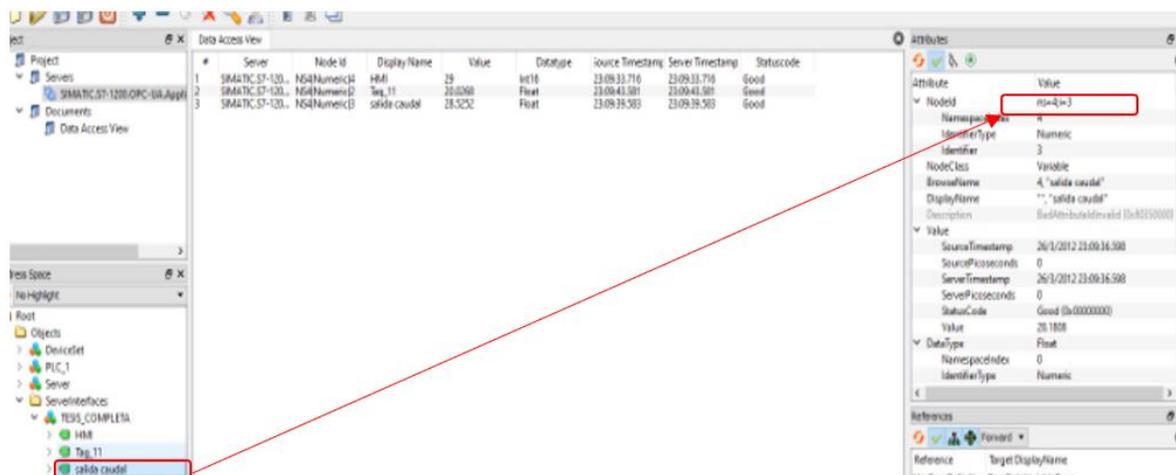


Nota. Esta imagen representa la seguridad del servidor en UaExpert

Selecciona la variable para observar la dirección en la ventana de atributos.

Figura 128

Dirección NS de las variables



Nota. Esta imagen representa como visualizar las direcciones NS en UaExpert.

Crea variables para adquirir las señales a esta se debe añadir la dirección NS de los nodos del servidor OPC UA.

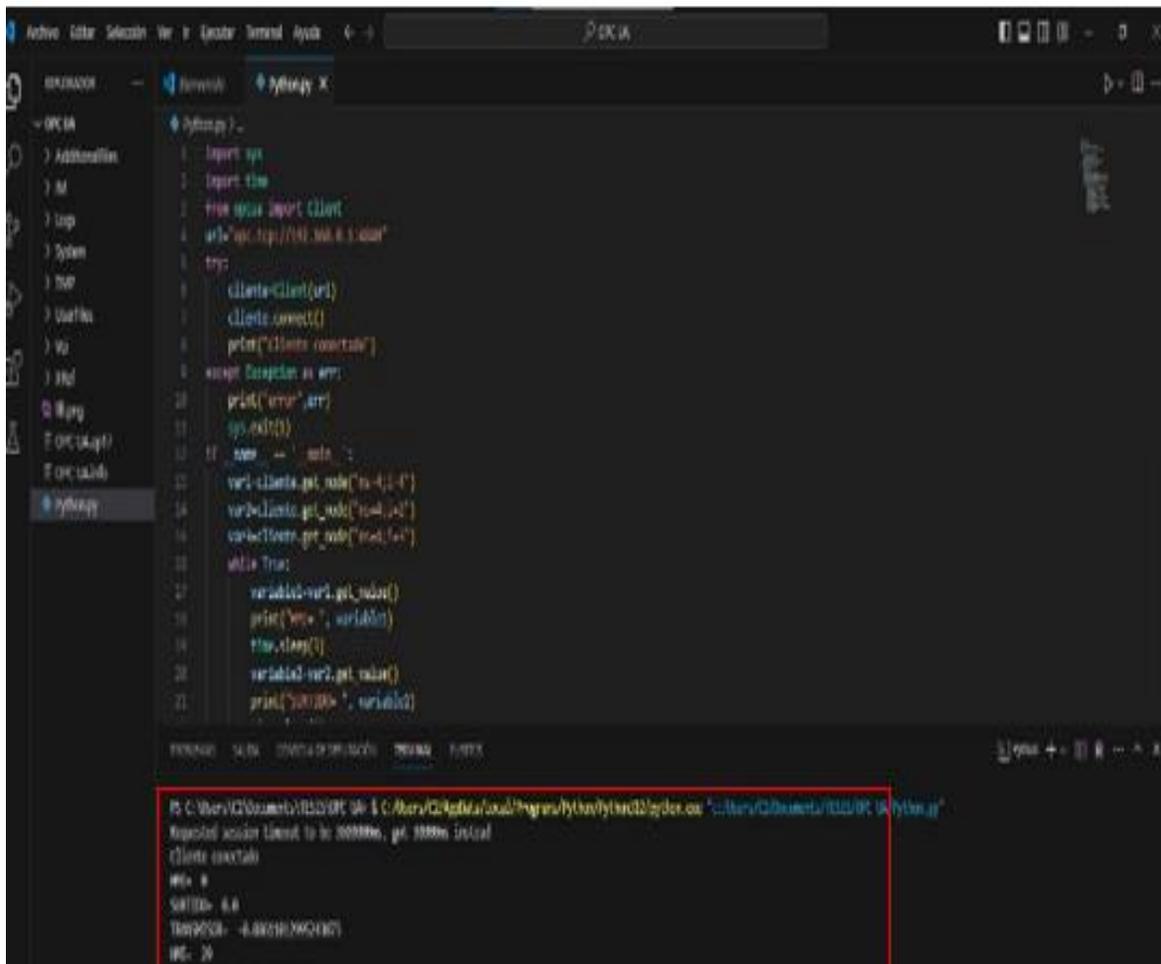
Figura 129

Recepción de datos en Visual Studio Code

```
if __name__ == '__main__':
    var1=cliente.get_node("ns=4;i=4")
    var2=cliente.get_node("ns=4;i=2")
    var3=cliente.get_node("ns=4;i=3")
```

Nota. Esta imagen representa la lectura de los datos del servidor en el cliente programado en Visual Studio Code.

Ejecuta el código realizado en Visual Studio Code, se representa en la consola la lectura de las variables recibidas en el cliente OPC UA.

Figura 130*Cliente OPC UA en VSCode*


```

1 import sys
2 import time
3 from opcua import Client
4 url="opc.tcp://192.168.1.104:4840"
5
6 try:
7     cliente=Client(url)
8     cliente.connect()
9     print("Cliente conectado")
10 except Exception as err:
11     print("error",err)
12     sys.exit()
13 if __name__ == '__main__':
14     var1=cliente.get_node("ns=1;i=1")
15     var2=cliente.get_node("ns=1;i=2")
16     variable1=var1.get_node("i=1")
17     while True:
18         variable1=var1.get_node()
19         print("var1 = ", variable1)
20         time.sleep(1)
21         variable2=var2.get_node()
22         print("var2 = ", variable2)

```

```

C:\Users\luis\Documents\132\OPC UA\1 C:\Users\luis\Documents\132\OPC UA\ytba.py
Reported action failed to be performed. get: 3000ms interval
Cliente conectado
var1 = 4
var2 = 4.8
variable1 = 4.8000000000000007
var2 = 4

```

Nota. Esta imagen muestra la lectura de datos del servidor en el cliente en Visual Studio Code.

Almacenamiento en la nube con Firebase

Ingresa a la plataforma de Google Firebase para crear una base de datos y enlaza una cuenta Gmail para tener acceso a la plataforma de Firebase.

Selecciona la opción “comenzar” para iniciar el proceso de configuración de la base de datos.

Figura 131

Plataforma Firebase

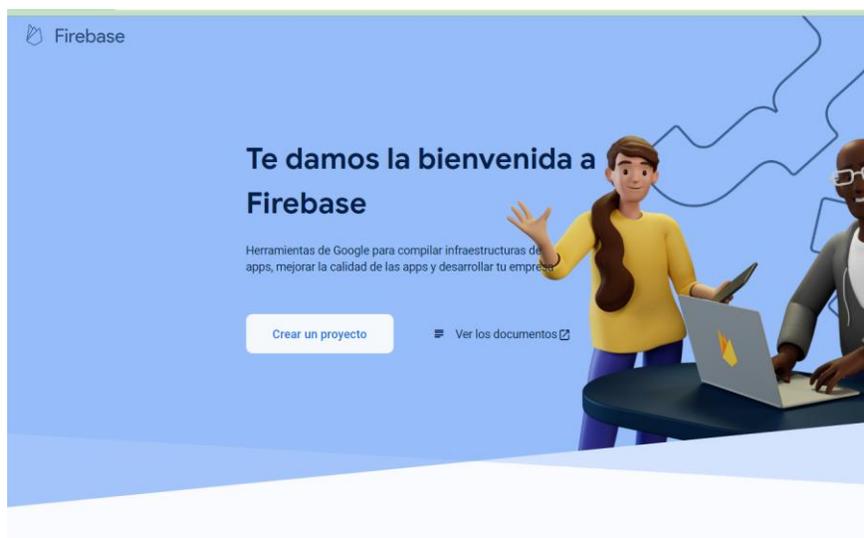


Nota. Esta imagen muestra cómo crear una base de datos en Firebase.

Selecciona la opción crear un proyecto para continuar con la configuración del proyecto.

Figura 132

Configuración proyecto Firebase



Nota. Esta imagen muestra cómo crear un proyecto en Firebase.

Asigna un nombre al proyecto para identificar la base de datos que se utiliza. Acepta los términos y condiciones, continua con el proceso de creación.

Figura 133

Asignación de nombre al proyecto



Comencemos con el nombre de tu proyecto[®]

Nombre del proyecto

TESIS OPC UA

tesis-opc-ua

Acepto las [condiciones de Firebase](#).

Confirmando que usaré Firebase exclusivamente para fines relacionados con mi trabajo, empresa, oficio o profesión.

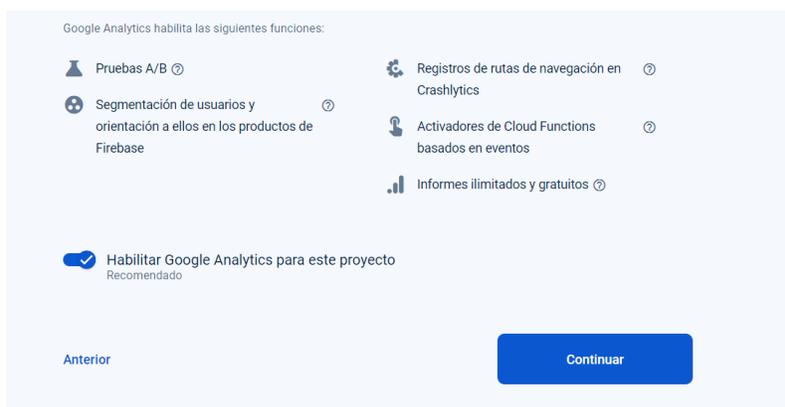
Continuar

Nota. Esta imagen muestra el nombre de la base de datos creada.

Continuar con el proceso de configuración.

Figura 134

Resumen de servicios de google



Google Analytics habilita las siguientes funciones:

- Pruebas A/B
- Segmentación de usuarios y orientación a ellos en los productos de Firebase
- Registros de rutas de navegación en Crashlytics
- Activadores de Cloud Functions basados en eventos
- Informes ilimitados y gratuitos

Habilitar Google Analytics para este proyecto
Recomendado

Anterior

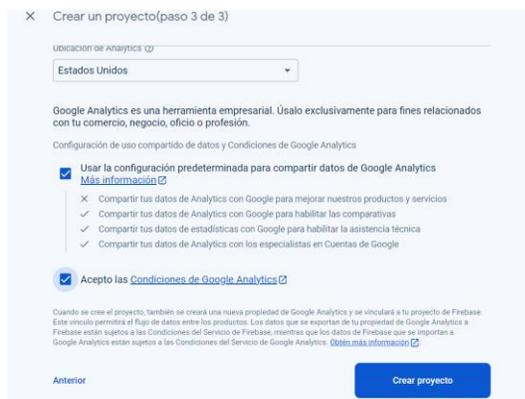
Continuar

Nota. Esta imagen muestra como continuar con el proceso de creación del proyecto.

Selecciona la ubicación de la base de datos. Aceptar los términos y condiciones de Google analytics y crea el proyecto.

Figura 135

Crear proyecto en Firebase

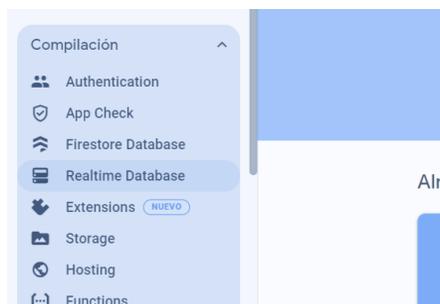


Nota. Esta imagen muestra como continuar con el proceso de crear el proyecto.

Despliega las opciones de la carpeta de compilación y selecciona la función de Realtime Database.

Figura 136

Realtime Database Firebase



Nota. Esta imagen muestra cómo crear una base de datos en tiempo real.

Selecciona la opción crear una base de datos.

Figura 137

Crear una base de datos en tiempo real

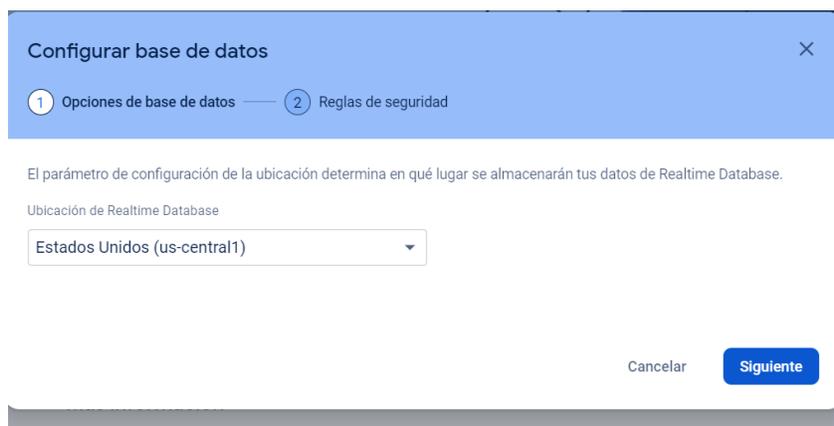


Nota. Esta imagen muestra cómo crear una base de datos en tiempo real.

Selecciona la opción de almacenamiento de la base de datos en Estados Unidos (Us central).

Figura 138

Asignación del lugar de almacenamiento la base de datos



Nota. Esta imagen muestra las configuraciones para crear la base de datos.

Selecciona la opción comenzar en modo bloqueado y habilita la base de datos con estas configuraciones.

Figura 139

Configuración de base de datos



Nota. Esta imagen muestra las configuraciones de seguridad de la base de datos.

Habilita la lectura y escritura en la base de datos colocando “true”.

Figura 140

Activación de modo escritura y lectura



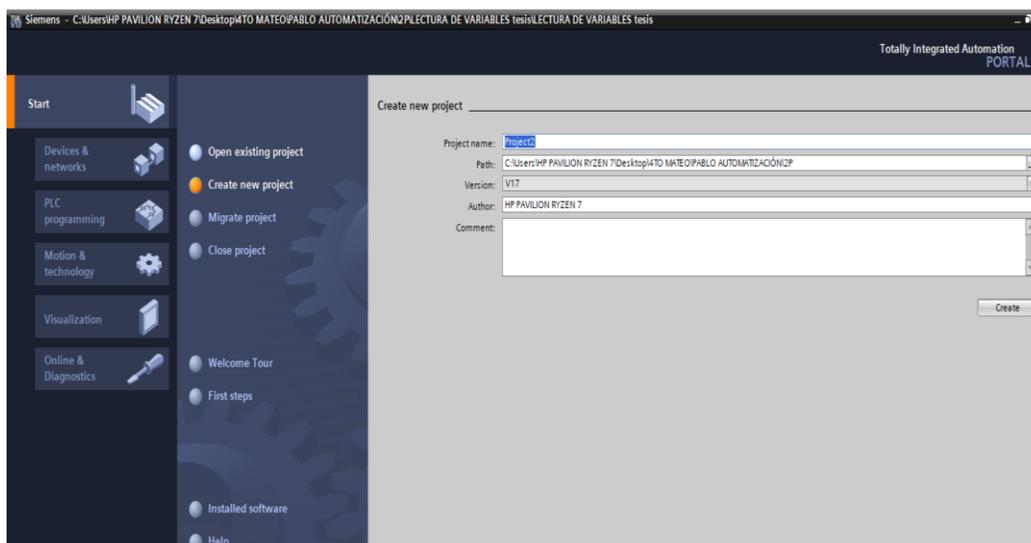
Nota. Esta imagen muestra las configuraciones de seguridad de la base de datos.

Comunicación OPC UA con clientes (UaExpert, VsCode, Node RED) y Firebase

Creo un nuevo proyecto para realizar la comunicación OPC UA entre varios clientes ejecutados al mismo tiempo.

Figura 141

Crear nuevo proyecto

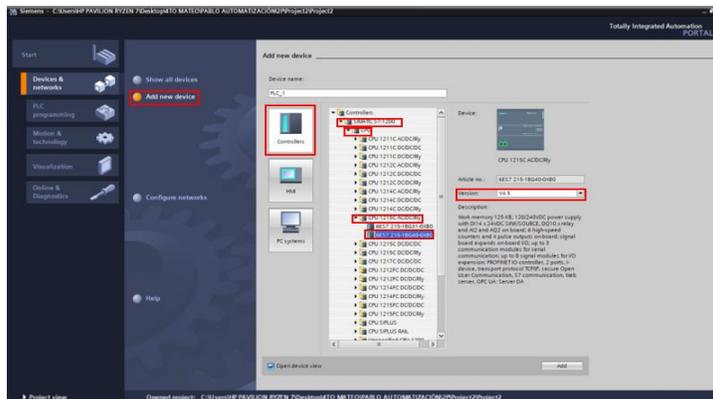


Nota. Esta imagen representa en inicio del software de programación TIA Portal V17.

Selecciona el modelo S7 1200 CPU 1215C AC/DC/RLY para garantizar una configuración de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Figura 142

Reconocimiento del PLC en TIA PORTAL V17



Nota. Esta imagen representa el PLC agregado en del software de programación TIA Portal V17.

Desactivar la opción que resguarda los datos de configuración tanto del PLC como del proyecto del TIA Portal.

Figura 143

Protección de información del PLC



Nota. Esta imagen representa la selección de seguridad en el software de TIA Portal V17.

Configura la seguridad del PLC. Habilitada la opción que restringe la comunicación únicamente al PG/PC y al HMI de manera segura.

Figura 144

Comunicación PG/PC

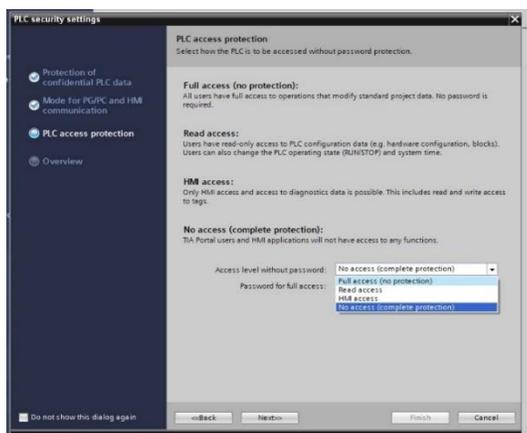


Nota. Esta imagen representa la comunicación PG/PC dentro del software de TIA Portal V17.

Seleccionar la opción de acceso sin contraseña, garantizando así el acceso completo.

Figura 145

Configuración acceso total

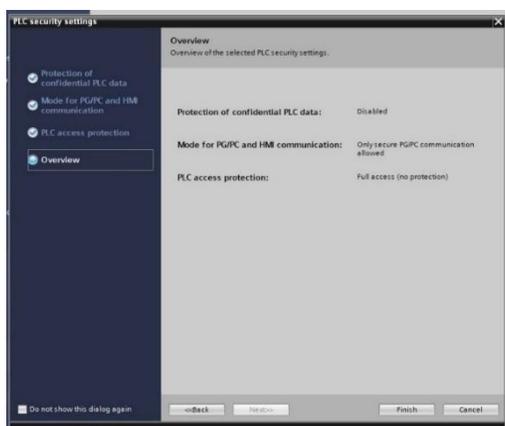


Nota. Esta imagen representa la protección de acceso al PLC en TIA Portal V17.

Sigue el proceso y examina detenidamente las configuraciones de seguridad actualmente aplicadas en el PLC.

Figura 146

Resumen de configuración

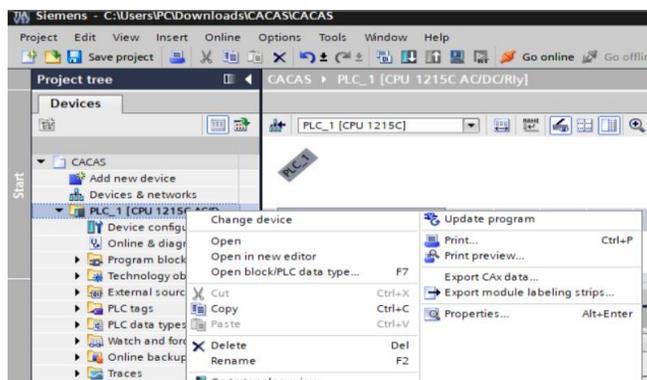


Nota. Esta imagen representa el resumen de las configuraciones del PLC en TIA Portal V17.

Despliega la carpeta de propiedades del controlador mediante un clic derecho en el PLC y selecciona la opción correspondiente a "Propiedades".

Figura 147

Propiedades del PLC

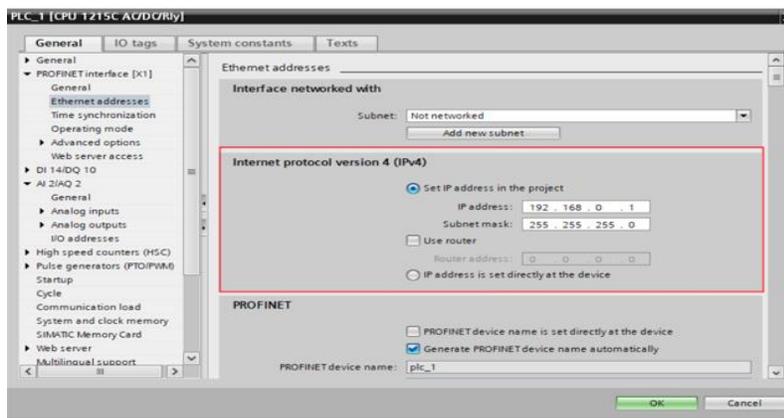


Nota. Esta imagen muestra la configuración general del PLC en TIA Portal V17.

Introducir la dirección IP. Acceder al ícono de Ethernet, realiza un doble clic y ajusta la dirección IP del CPU, que es 192.168.0.1.

Figura 148

Configuración del IP del PLC en TIA Portal V17

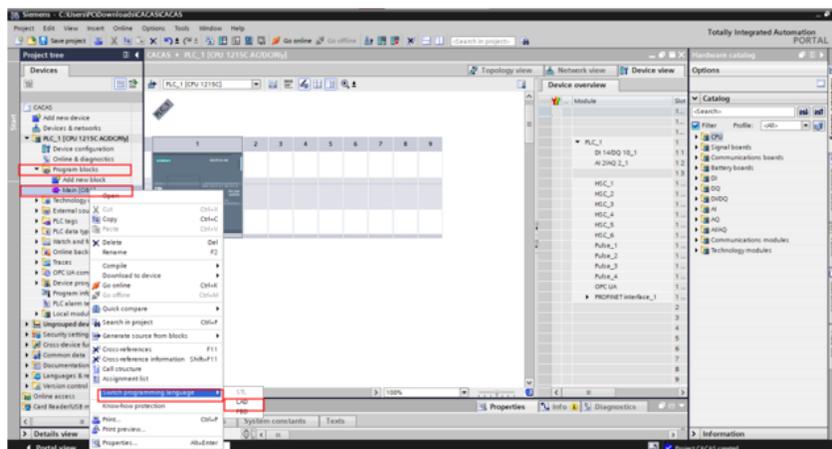


Nota. Esta imagen representa la asignación de la dirección IP al PLC en TIA Portal V17.

Avanza a la interfaz de redes y selecciona "PN/IE_1".

Figura 149

Bloque de programación Ladder

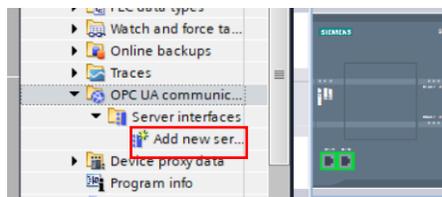


Nota. Esta imagen representa el bloque de programación Ladder que se creó.

Selecciona la opción “Add new server”. Para añadir un servidor nuevo para la comunicación OPC UA.

Figura 150

Añadir interfaz OPC UA

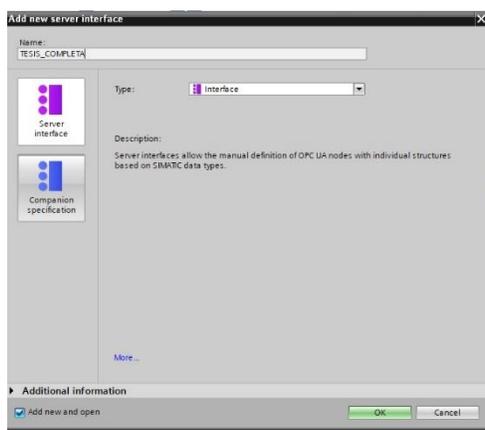


Nota. Esta imagen representa como se añade una interfaz OPC UA.

Designa un nombre a la interfaz del servidor, esta interfaz de servidor facilitará la comunicación mediante OPC UA.

Figura 151

OPC UA interfase



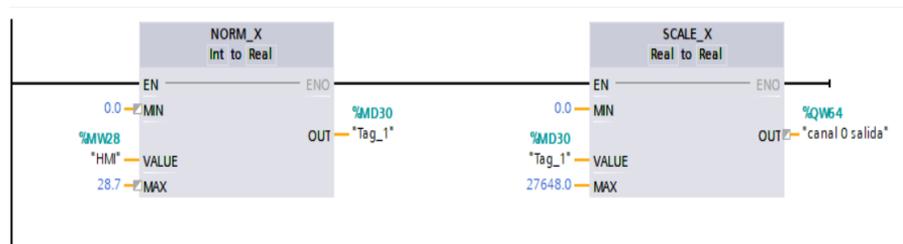
Nota. Esta imagen representa como se nombra a la interfaz OPC UA.

Realiza el escalamiento de la entrada analógica por medio de los bloques de normalización y escalamiento.

Figura 152*Escalamiento entrada analógica*

Nota. Esta imagen representa como escalar una señal analógica de entrada.

Realiza el escalamiento de la salida analógica por medio de los bloques de normalización y escalamiento.

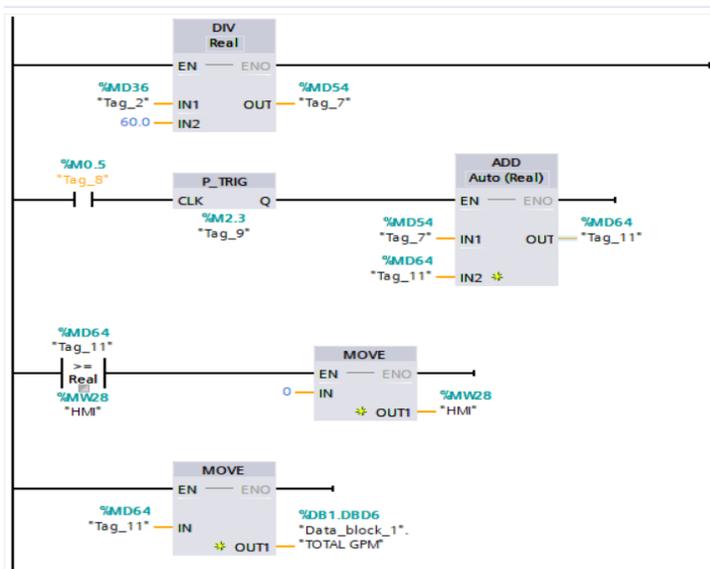
Figura 153*Escalamiento salida analógica*

Nota. Esta imagen representa como escalar una señal analógica de salida.

El escalamiento de las señales de entradas y salidas deben guardarse en la memoria saltándose 4 espacios de esta para que no exista ningún conflicto.

Figura 154

Totalizador de galones

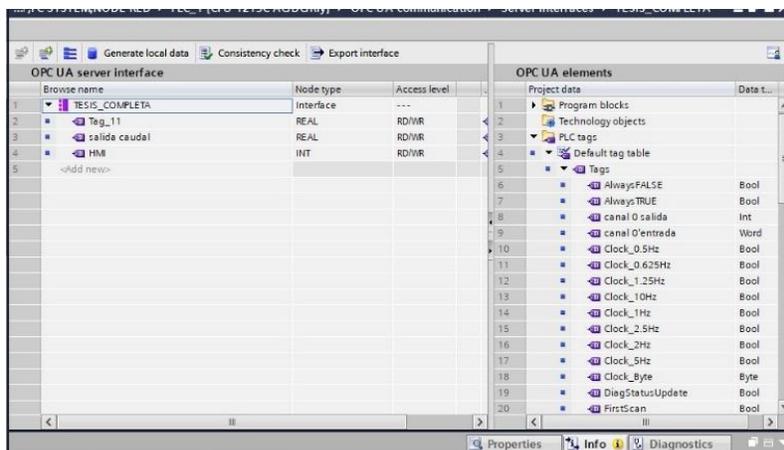


Nota. Esta imagen representa como se realiza el conteo de galones suministrados por minuto.

Vuelve a la sección de la interfaz OPC UA para especificar qué etiquetas se enviarán desde este servidor al cliente.

Figura 155

Tabla de asignación de etiquetas OPC UA

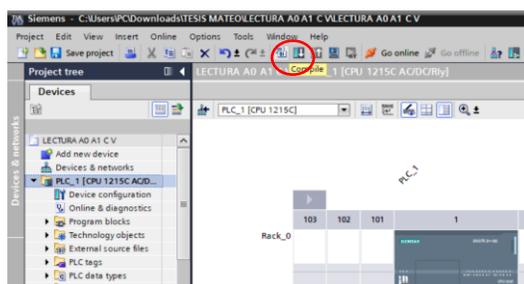


Nota. Esta imagen representa como se realiza la asignación de tags de las variables a monitorear en OPC UA.

En esta instancia, selecciona el botón "Compilar" y "Cargar el programa" en TIA Portal.

Figura 156

Carga del programa al PLC

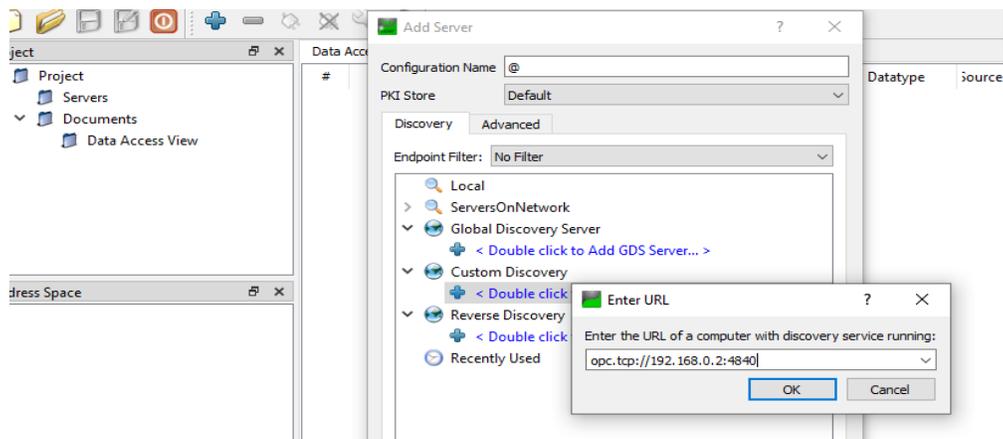


Nota. Esta imagen representa como se realiza la carga del programa al PLC en TIA Portal V17.

Ingresa el URL del servidor OPC UA que has creado en TIA Portal y luego haz clic en "Aceptar".

Figura 157

Asignación de URL a UaExpert

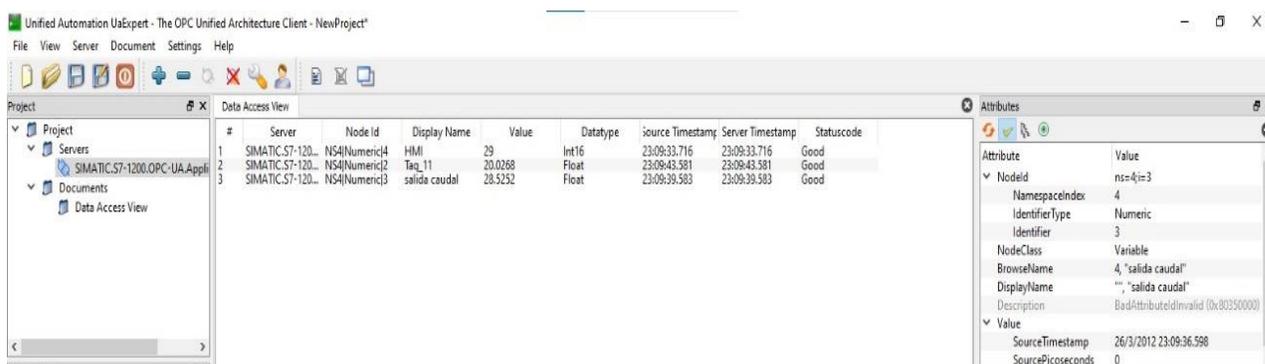


Nota. Esta imagen representa como se enlaza en UaExpert con el servidor PCU del PLC.

Arrastra las variables desde la interfaz del servidor OPC UA hasta la vista de acceso a datos. Luego, haz clic en "Conectar" y verifica la conexión del cliente con el servidor para la recepción de datos de las variables.

Figura 158

Cliente UaExpert conectado

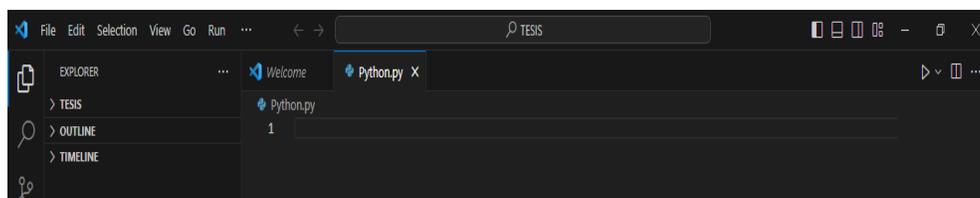


Nota. Esta imagen representa como UaExpert realiza el monitoreo de datos del PLC.

Para establecer la comunicación con Visual Studio Code, genera un archivo nuevo en el software, asegurándote de que la extensión del archivo sea .py.

Figura 159

Nuevo proyecto en VSCode

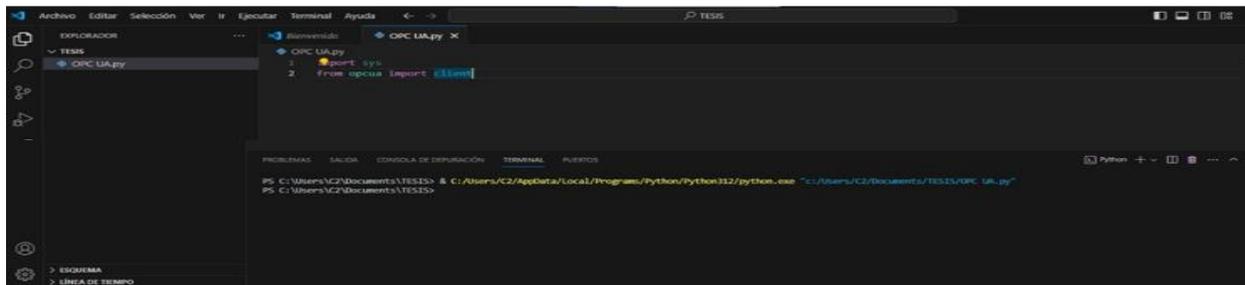


Nota. Esta imagen representa el archivo creado con el nombre de Python.py.

Digitar las dos líneas de código y verifica que no haya errores al importar la biblioteca del cliente. `librería client.`

Figura 160

Librería cliente opcua



Nota. Esta imagen representa la biblioteca sin errores en VSCode.

Desarrolla el código en Python para construir un cliente destinado a un servidor OPC UA. Introduce el URL del servidor para establecer la conexión.

Figura 161

Código para la lectura de variables

```

1  import sys
2  import time
3  from opcua import client
4  url = "opc.tcp://192.168.0.2:4840"
5
6  try:
7      cliente=client(url)
8      cliente.connect()
9  except Exception as err:
10     print("err",err)
11     sys.exit(1)
12
13 if __name__ == '__main__':
14     var = cliente.get_node("ns=4;i=3")
15     var2 = cliente.get_node("ns=4;i=3")
16
17     while True:
18         variable=var.get_value()
19         print("valor-",variable)
20         variable2=var2.get_value()
21         print("valor-",variable2)
22         time.sleep(2)
23
24

```

Nota. Esta imagen representa el código de lectura del cliente OPC UA en VSCode.

Haz clic en "Ejecutar archivo Python" dentro de Visual Studio Code. Asegúrate de verificar si los datos del servidor coinciden con los proporcionados por el cliente.

Figura 162

Cliente VSCode/Python

The image shows the Visual Studio Code interface with a Python script named 'Python.py' open in the editor. The script imports 'sys' and 'time', and uses the 'opcua' library to connect to an OPC UA server at 'opc.tcp://192.168.0.1:4848'. It defines a 'Cliente' object and connects to it. The script then retrieves three nodes: 'ns=4;i=4', 'ns=4;i=2', and 'ns=4;i=3'. It enters a loop that prints the value of the first node every 3 seconds. The terminal at the bottom shows the execution output, including the connection message and a series of 'SURTIDO-' and 'TRANSMISOR-' messages with numerical values.

```

Python.py
1 import sys
2 import time
3 from opcua import Client
4 url="opc.tcp://192.168.0.1:4848"
5 try:
6     cliente=Client(url)
7     cliente.connect()
8     print("Cliente conectado")
9 except Exception as err:
10    print("error",err)
11    sys.exit(1)
12 if __name__ == '__main__':
13    var1=cliente.get_node("ns=4;i=4")
14    var2=cliente.get_node("ns=4;i=2")
15    var3=cliente.get_node("ns=4;i=3")
16    while True:
17        variable1=var1.get_value()
18        print("HUI= ", variable1)
19        time.sleep(3)

```

```

PS C:\Users\C2\Documents\TESIS\OPC UA & C:/Users/C2/AppData/Local/Programs/Python/Python312/python.exe "c:/Users/C2/Documents/TESIS/OPC UA/Python.py"
Requested session timeout to be 360000ms, got 30000ms instead
Cliente conectado
HUI= 29
SURTIDO- 3.981167631149292
TRANSMISOR- 28.52524757385254
HUI= 29
SURTIDO- 7.2386651039123535
TRANSMISOR- 28.504985899326172
HUI= 29
SURTIDO- 10.556447982788086
TRANSMISOR- 28.439138412475586
HUI= 29
SURTIDO- 13.86518383826123
TRANSMISOR- 28.439138412475586
HUI= 29
SURTIDO- 17.19113540649414
TRANSMISOR- 28.35302734375

```

Nota. Esta imagen representa el monitoreo del cliente creado en VSCode con lenguaje Python.

Para configurar el cliente Node RED ejecuta el comando "node-red" en la terminal. Posteriormente, copia el URL generado en la terminal y accede al entorno de desarrollo.

Figura 163

Ejecución de Node RED

```

node-red
C:\Users\Alex-PC>Node-RED
23 Feb 22:29:50 - [info]
welcome to Node-RED
*****
23 Feb 22:29:50 - [info] Node-RED version: v3.1.5
23 Feb 22:29:50 - [info] Node.js version: v20.11.1
23 Feb 22:29:50 - [info] Windows_NT 10.0.19045 x64 LE
23 Feb 22:29:53 - [info] Loading palette nodes
using nodejs crypto (native)
23 Feb 22:30:01 - [info] Dashboard version 3.6.2 started at /ui
23 Feb 22:30:02 - [info] Settings file : C:\Users\Alex-PC\.node-red\settings.js
23 Feb 22:30:02 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
23 Feb 22:30:02 - [info] User directory : \Users\Alex-PC\.node-red
23 Feb 22:30:02 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
23 Feb 22:30:02 - [info] Flows file : \Users\Alex-PC\.node-red\flows.json
23 Feb 22:30:02 - [warn]
-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.
If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.
You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----
23 Feb 22:30:02 - [warn] Encrypted credentials not found
23 Feb 22:30:02 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
23 Feb 22:30:02 - [info] Starting flows
23 Feb 22:30:02 - [info] Started flows

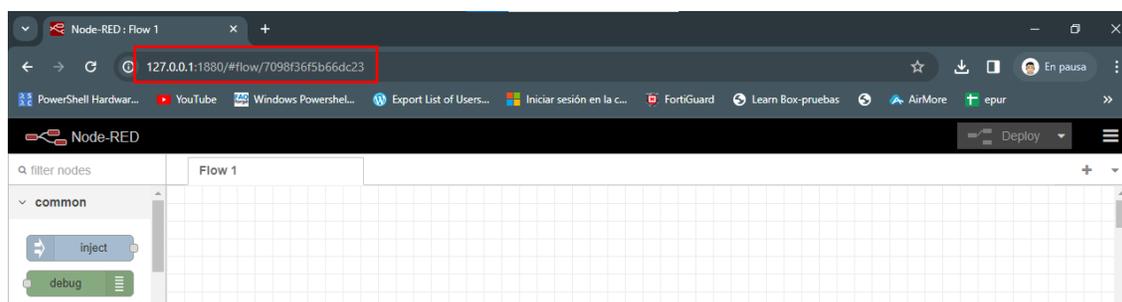
```

Nota. Esta imagen representa la apertura de Node-RED.

Entra al navegador y accede a la dirección proporcionada por node-red (<http://127.0.0.1:1880/>) para llegar al entorno de desarrollo de Node-RED.

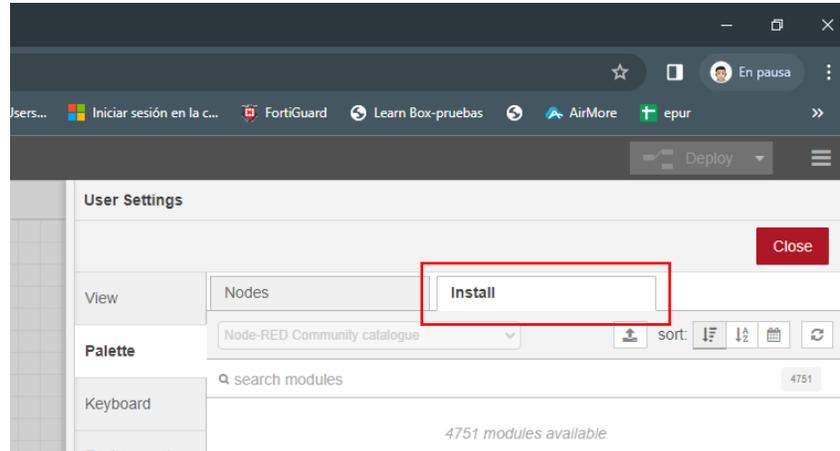
Figura 164

Búsqueda de URL en el navegador



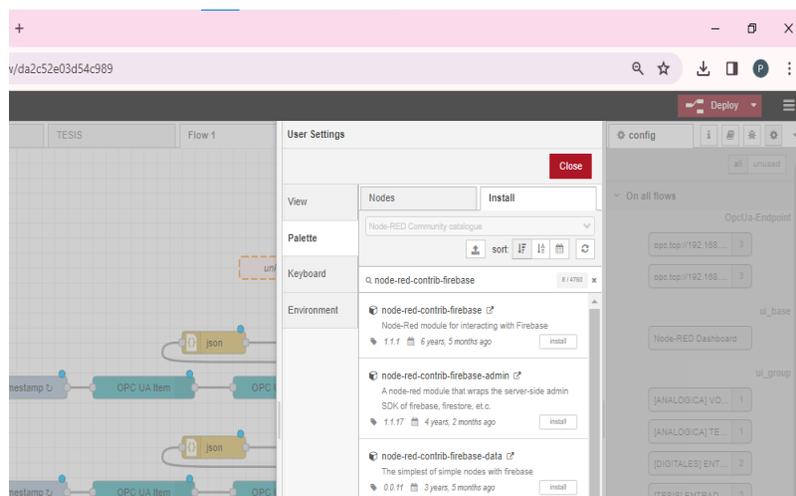
Nota. Esta imagen se muestra la ejecución del programa Node RED en el navegador.

Instala nuevas librerías de Node-RED en la pestaña (Manage Palette) > (Install).

Figura 165*Búsqueda de librería*

Nota. Esta imagen se muestra la ejecución del programa Node RED en el navegador.

Instala el paquete (node-red-contrib-firebase) en Node-RED. Realiza esto desde la interfaz web de Node-RED en la pestaña (Manage Palette) > (Install).

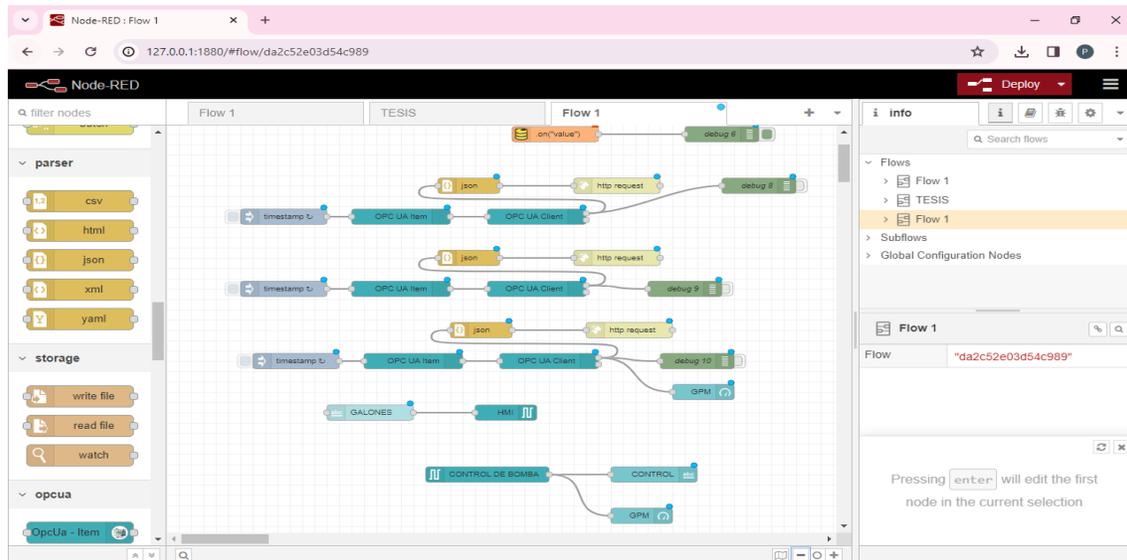
Figura 166*Instalación de nodos*

Nota. Esta imagen se muestra el nodo Firebase para instalar en Manage Palette.

En este punto, arrastra los nodos de OPC UA y dashboard al área de trabajo.

Figura 167

Nodos para E/S con envío de datos a la nube

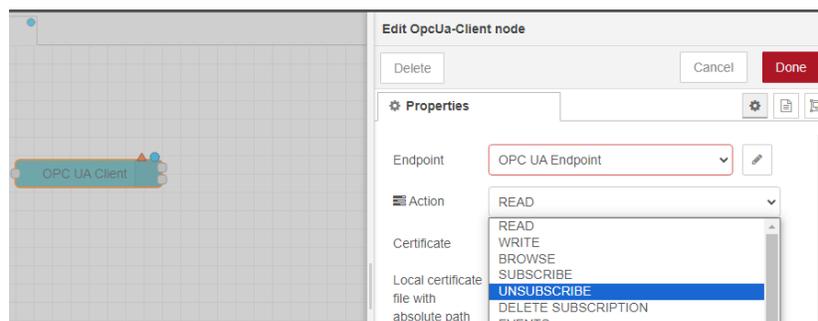


Nota. Esta imagen se muestra los nodos encargados de monitorear el servidor OPC UA..

Configurar los nodos OPC UA cliente a modo de lectura para adquirir los datos del servidor.

Figura 168

Configuración de lectura del cliente

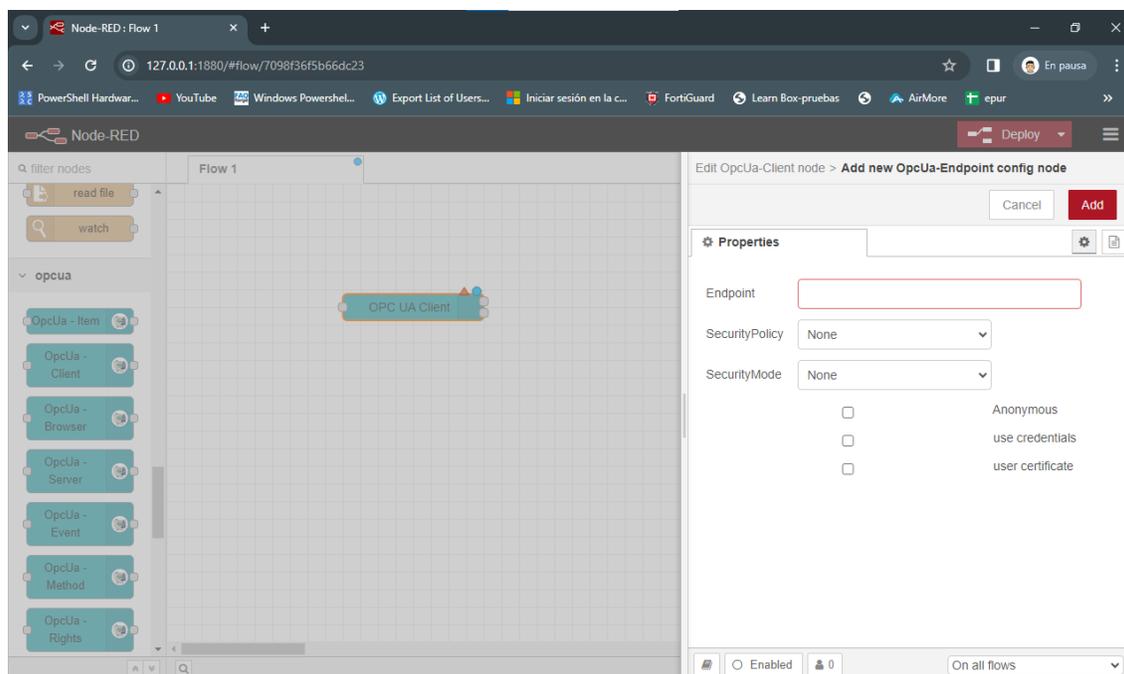


Nota. Esta imagen se muestra la configuración del cliente OPC UA de Node RED.

Introducir la dirección URL del servidor en el cliente luego ajusta la política de seguridad y el modo de seguridad del servidor OPC UA en el entorno de Node-RED.

Figura 169

Cliente OPC UA



Nota. Esta imagen muestra donde colocar el URL del servidor OPC UA.

Configura cada nodo del dashboard para lectura de las variables del servidor OPC UA, Asigna grupos de entradas analógicas en el dashboard.

Acceder a Firebase a través de tu navegador; al ingresar a la página, se genera automáticamente una cuenta vinculada a un correo electrónico Gmail.

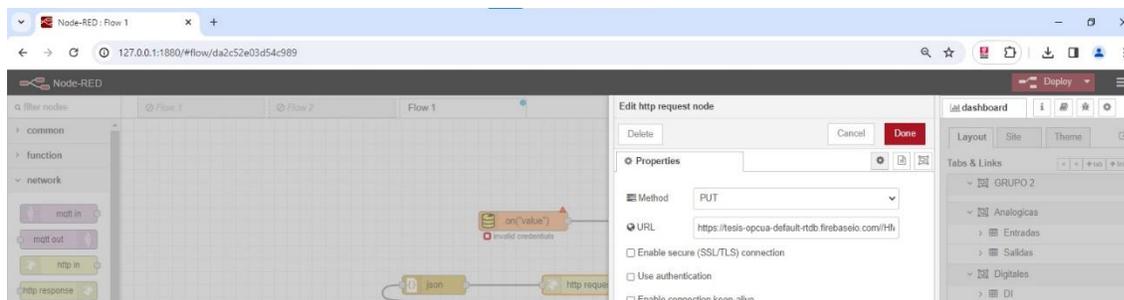
Crear las variables de almacenamiento en la base de datos, copia el link que proporciona Firebase.

Figura 170*Base de datos en tiempo real*

Nota. Esta imagen muestra la asignación de variables para almacenar en Firebase.

Ajustar los nodos del panel de control para la lectura de las variables provenientes del servidor OPC UA para almacenar en la nube.

Enlazar los nodos de Firebase con la URL proporcionada de la base de datos en Firebase.

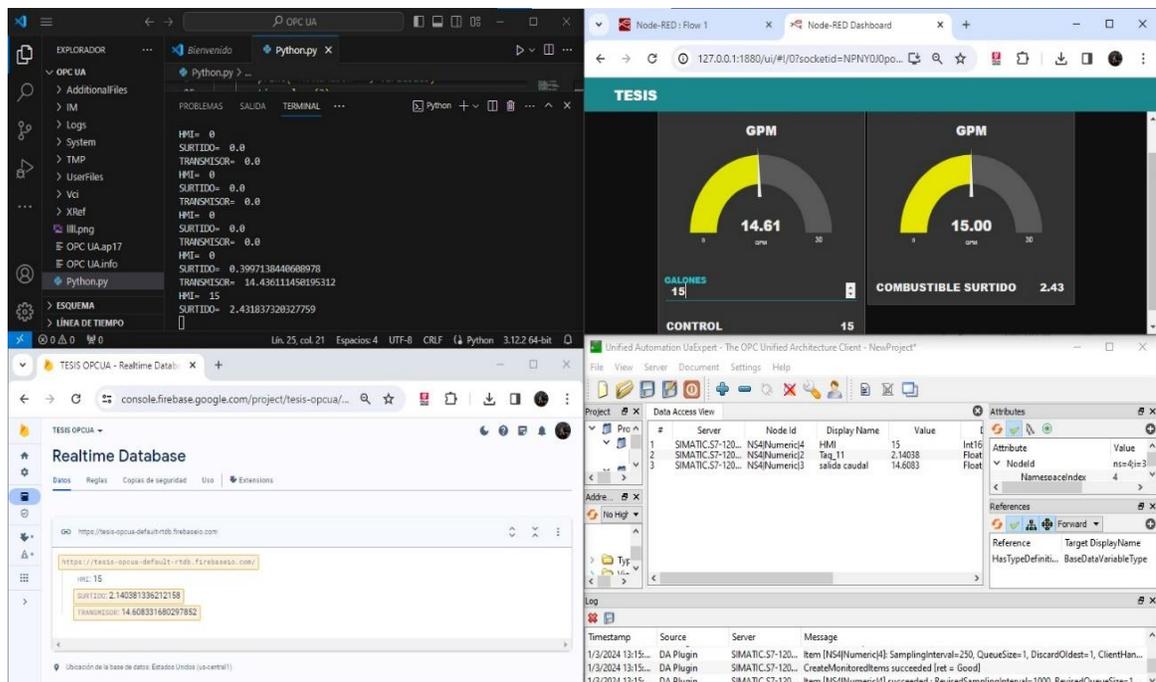
Figura 171*Configuración HTTP de Firebase*

Nota. Esta imagen representa como comunicar Firebase con Node RED.

Iniciar todos los clientes que estén conectados al servidor OPC UA, verificar el almacenamiento en la nube de la información adquirida desde el servidor OPC UA.

Figura 172

Cientes OPC UA ejecutados con almacenamiento en Firebase



Nota. Esta imagen representa la integración de todos los clientes incluido el poder subir datos a Firebase con Node RED.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se demostró que la implementación de un módulo OPC UA mejora significativamente la eficiencia en la comunicación entre estaciones y dispositivos que pueden acceder mediante el almacenamiento en la nube de los datos en tiempo real, permitiendo la transmisión de datos de manera estandarizada y segura.
- Se analizó los diferentes tipos de seguridad que ofrece la implementación de OPC UA, ya que ofrece protocolos de seguridad avanzados, garantizando la integridad de los datos y la confiabilidad en la transmisión, esencial para entornos industriales críticos.
- Se creó una interfaz de HMI para el control por Node RED de los módulos existentes en el laboratorio por medio del controlador S7-1200 con comunicación OPC UA
- Se realizaron los códigos y programaciones en diferentes softwares para ofrecer una amplia variedad de clientes en la comunicación OPC UA para determinar cuál es el adecuado según la estación del laboratorio.

Recomendaciones

- Elaborar un plan de actualizaciones periódicas para el módulo OPC UA, Software como Node RED y las estaciones que se encuentren conectadas, asegurando el cumplimiento de los estándares de seguridad y funcionalidad.
- Verificar y colocar la IP del PLC S7 -1200 conjunto con el URL que nos da la interfaz de OPC UA correctamente en el software TIA Portal V17 para permitir la comunicación entre cliente y servidor.
- Usar el programa gratuito de Google Firebase para la gestión de datos y subir a la nube ya que cuenta con funciones que en otros softwares son de paga y con limite.

Bibliografía

- Andrango, E. S. (s.f.). *Desarrollo de un sistema de monitorización de planta piloto mediante servidor OPC-UA empotrado*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/130297/Maila%20%20Desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20monitorizaci%C3%B3n%20de%20planta%20piloto%20mediante%20servidor%20OPC-UA%20empotrado....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Autycom*. (s.f.). Obtenido de <https://www.autycom.com/para-que-sirve-un-plc/>
- Cardona, M. P. (14 de Octubre de 2016). *IEBS*. Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/firebase-que-es-para-que-sirve-la-plataforma-desarrolladores-google-seo-sem/>
- DAKROX*. (19 de Julio de 2023). Obtenido de <https://dakrox.com/aprende/plc/que-es-plc-como-funciona/>
- Dario, J. (s.f.). *Developers*. Obtenido de <https://www.toptal.com/nodejs/programacion-visual-con-node-red-conectando-el-internet-de-las-cosas-con-facilidad>
- FlowFuse*. (28 de Junio de 2023). Obtenido de <https://flowfuse.com/node-red/core-nodes/debug/>
- infoPLC*. (11 de Mayo de 2023). Obtenido de <https://www.infoplcn.net/descargas/107-siemens/software-step7-tiaportal/tia-portal/3459-que-es-tia-portal-siemens>
- kepware*. (8 de Mayo de 2019). Obtenido de [kepserverex:
https://www.kepserverexopc.com/que-es-opc-y-que-es-un-opc-server/](https://www.kepserverexopc.com/que-es-opc-y-que-es-un-opc-server/)

Mahnke, W., & Helmut Leitner, S. (2009). *Revista ABB*. Obtenido de

https://www.infoplcn.net/files/documentacion/comunicaciones/infoplcn_net_56_61_3M903_SPA72dpi.pdf

Navarro, J. (17 de Junio de 2022). *NBX*. Obtenido de

<https://nbxsoluciones.com/2022/06/17/que-es-una-api-y-para-que-sirven/>

Node-red. (2024). Obtenido de <https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-opcua>

Node-RED. (2024).

Node-RED. (2024). Obtenido de <https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard>

Pando, J. C. (2022). Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22574/1/UPS%20GT003731.pdf>

PickData. (2 de Mayo de 2020). Obtenido de <https://www.pickdata.net/es/noticias/node-red-programacion-visual-iot>

Portal, T. (2023). Información del sistema.

SIEMENS. (7 de Noviembre de 2023). Obtenido de

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/126496?pti=pi&dl=es&lc=es-EC>

Siincos. (04 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://siincos.com/auslesen-von-prozessdaten-aus-einer-simatic-s7-1200-s7-1500-mit-opc-ua-und-python-opc-ua-secure.html>

Siincos. (04 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://siincos.com/auslesen-von-prozessdaten-aus-einer-simatic-s7-1200-s7-1500-mit-opc-ua-und-python-opc-ua-secure.html>

Soup. (7 de Enero de 2023). Obtenido de <http://soup01.com/en/2022/10/17/projectsetup-security-opcua-connection-wtih-twinCAT-tf6100-x-keyence-kv8000-2/>

Villalobos, J. D. (1 de Julio de 2023). *LAPS4*. Obtenido de <https://www.laps4.com/preguntas-y-respuestas/como-funciona-un-ladder>

Weisheim, R. (26 de Junio de 2023). *HOSTINGER*. Obtenido de

<https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-python>

Zúñiga, F. G. (3 de Enero de 2024). *arsys*. Obtenido de [https://www.arsys.es/blog/que-es-](https://www.arsys.es/blog/que-es-visual-studio-code-y-cuales-son-sus-ventajas)

[visual-studio-code-y-cuales-son-sus-ventajas](https://www.arsys.es/blog/que-es-visual-studio-code-y-cuales-son-sus-ventajas)

Anexos