

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN "REY BALDUINO DE BÉLGICA"

COMUNICACIÓN ENTRE PLC Y HTML5 A TRAVÉS DE OPC UA

Trabajo de titulación para optar al título de
ingeniería de ejecución en CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumnos:

Paul Alessandro Palavicino Pino

Gari Alexander Aguilera Albornoz

Profesor Guía:

Nelson Artemio Vásquez Concha

2022

*“Solo dar gracias a Dios
Por la oportunidad y a
Nuestras familias por el
Infaltable apoyo”*

RESUMEN

El presente proyecto posee 3 capítulos donde se busca explicar de forma detallada su implementación.

En el primer capítulo se encuentra el marco teórico, donde se busca detallar los conceptos relacionados al proyecto que se consideran importantes para entender su totalidad.

En el segundo capítulo se da inicio a la primera parte del desarrollo del proyecto donde se explica el levantamiento del servidor usando el protocolo OPC UA, además de dar a conocer información de cada uno de los softwares a utilizar.

En el tercer y último capítulo da a conocer cómo tener acceso a la base de datos en línea y su configuración, además se pretende mostrar cómo crear una página web con HTML5, CSS y JavaScript, finalizando por las pruebas de visualización y sus resultados.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 NACIMIENTO DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS	4
1.2. BENEFICIOS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	5
1.2.1. Es clave para desbloquear gran cantidad de datos.....	5
1.2.2. La visualización permite una absorción casi instantánea de grandes cantidades de datos.....	5
1.2.3. La visualización de datos acelera el proceso de toma de decisiones.....	5
1.2.4. Puede revelar patrones y tendencias.....	6
1.2.5. La visualización de datos muestra rápidamente las relaciones entre operaciones y resultados.	6
1.2.6. Con la visualización, las empresas tienen más probabilidades de acceder a los datos.....	6
1.2.7. Ahorra tiempo a los empleados	7
1.3. FORMAS DE VISUALIZAR UN PROCESO.....	7
1.3.1. HMI local.....	7
1.3.1.1. Que es un HMI.	7
1.3.1.2. Para qué sirve una pantalla HMI	8
1.3.1.3. Funciones básicas de las HMI.	8
1.3.1.4. Diferencia entre HMI y SCADA.....	9
1.3.2. Visualización web.....	9
1.4. PLC.....	10
1.4.1. Que es un PLC.....	10
1.4.2. Estructura física del PLC.....	11
1.4.3. Cómo funciona el PLC.	11
1.4.4. Ventajas del uso de un PLC en la industria.	12

1.5.	PROTOCOLO OPC UA.....	12
1.5.1.	Qué es OPC UA.....	12
1.5.2.	Diferencias entre OPC UA y OPC Classic.....	13
1.5.3.	¿Cómo funciona OPC UA?	14
1.5.3.1.	Modelos	14
1.5.3.2.	Conexiones y flujo de datos	14
1.5.3.3.	Arquitectura orientada a servicios (SOA)	15
1.5.3.4.	Nodos.....	15
1.5.4.	OPC UA e Industria 4.0.....	16
1.6.	SOFTWARE.....	17
1.6.1.	TIA Portal.....	17
1.6.2.	UAExpert.....	17
1.6.3.	MongoDB	18
1.6.4.	Visual Studio Code (Interfaz de programación).....	18
1.7.	EXPLICACIÓN DEL PROYECTO.....	18
CAPÍTULO 2 SERVIDOR OPC UA		20
2.1.	REQUISITOS.....	21
2.1.1.	Controlador lógico programable (PLC).....	21
2.1.2.	Software.....	22
2.1.2.1.	TIA Portal	22
2.1.2.2.	S7-PLCSIM Advanced V3.0	23
2.1.2.3.	UaExpert.....	23
2.2.	DESARROLLO.....	24
CAPÍTULO 3 BASE DE DATOS Y PAGINA WEB		27
3.1.	CONFIGURACIONES BASE DE DATOS	28
3.2.	CREACIÓN PAGINA WEB.....	30
3.2.1.	Siglas	30
3.2.1.1.	JS	30
3.2.1.2.	JSON.....	31
3.2.1.3.	HTML.....	31

3.2.1.4.	CSS	32
3.2.2.	Desarrollo	32
3.2.1.5.	Módulos	32
3.2.1.6.	Variables de comunicación.....	33
3.2.1.7.	Programa principal	33
3.2.1.8.	HTML.....	34
3.2.1.9.	CSS	35
3.2.1.10.	Página Web.....	35
3.3.	CONCLUSIÓN	37
	BIBLIOGRAFIA.....	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1, PLC Siemens S7- 1500 (CPU 1515-2 PN).....	21
Figura 2-2, TIA Portal V16.....	22
Figura 2-3, S7-PLCSIM Advanced V3.0.....	23
Figura 2-4, UAExper.....	23
Figura 2-5, Activación servidor OPC UA.....	24
Figura 2-6, Interfaz de servidor OPC UA.	25
Figura 2-7, Conexión con S7-PLCSIM advanced.	26
Figura 2-8, Visualización en cliente UAExpert.	26
Figura 3-1, Base de datos y colección.....	28
Figura 3-2, Direcciones IP dispositivos	29
Figura 3-3, Enlace de conexión.....	29
Figura 3-4, Módulos instalados.....	33
Figura 3-5, Variables de comunicación	33
Figura 3-6, Parte del programa principal	34
Figura 3-7, Encabezado HTML	34
Figura 3-8, Parte del programa CSS	35
Figura 3-9, Ingreso de usuario	36
Figura 3-10, Ingreso de contraseña	36
Figura 3-11, Pagina web	36

INTRODUCCIÓN

La visualización de procesos hace referencia a la habilidad de un software de automatización industrial para generar representaciones gráficas de los equipos, las operaciones y las condiciones de una planta.

Una representación visual clara simplifica el control de los procesos para los usuarios y puede ofrecer oportunidades para una mayor mejora en todos los factores que abarcan dicho proceso.

Por otro lado, se puede encontrar algo que se complementa de muy buena forma a la visualización de procesos o datos, lo que se conoce como la industria 4.0 que trajo consigo la revolución con el internet de las cosas (IoT), donde ya se comienza a usar los distintos equipos que encontramos en un proceso y se lanza información a la red, se hace uso distintos protocolos y juega un importante rol las bases de datos para trabajar dicha información.

Como se mencionó anteriormente es importante tener claridad de dicha información, ya que se obtendrá muchos beneficios de ésta, ya sea mejorando la producción, la interconexión con otros equipos, la mejora continua de procesos, el estudio y análisis de estos datos, pero para que esto se vuelva un buen complemento también es importante que es de fácil manejo y con acceso cómodo para el usuario sin perder niveles de seguridad.

Por lo tanto, toma relevancia presentar este proyecto donde se busca unificar la visualización web con los datos que entrega un PLC, intentando aprovechar los recursos existentes dentro de la industria y que quienes quieran analizar estos datos no necesiten conocimientos del área más que abrir un link y encontrar la información asociada a su propio usuario.

OBJETIVOS.

Objetivo general

- Generar comunicación de PLC Siemens mediante protocolo OPC UA, enlazado a la nube y con visualización web (HTML5)

Objetivos específicos

- Configuración de Servidor OPC UA en PLC S7 1500
- Creación de Base de datos en la nube
- Diseño de visualización Web a través de HTML5, CSS y JavaScript

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 NACIMIENTO DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS

La historia de las diversas formas de visualizar datos remonta hace mucho tiempo y nace en el siglo II en Egipto en donde catalogaron información astrológica para ayudar a las prácticas de navegación de la época. No obstante, por definición, una tabla es principalmente una representación textual de datos, el concepto detrás de ella es organizar la información en columnas y filas para una visualización más fácil.

Un avance importante ocurrió en el siglo XVII, cuando René Descartes inventó el sistema cartesiano de coordenadas. Este filósofo y matemático francés nos dio el eje X e Y, y quizás la primera representación verdaderamente visual de datos cuantitativos.

Posteriormente William Playfair en el siglo XIX, es considerado el inventor de muchos de los gráficos más populares que se utilizan hoy en día, como el de líneas, barras, círculos y gráficos circulares.

En 1913 la Universidad Estatal de Iowa ubicada en Ames, Estados Unidos, introdujo cursos académicos sobre graficar datos, elevando oficialmente la visualización de datos a una ciencia. En 1977, un profesor de estadística de la Universidad de Princeton presenta el concepto de análisis exploratorio de datos, el cual hace referencia al uso de gráficos y visualizaciones para explorar y analizar un conjunto de datos.

Esos fueron los cimientos de la visualización de datos tal y como se conoce hoy, pero realmente, la visualización de datos, como se entiende hoy en día, se empezó a estudiar a finales de los años noventa

1.2. BENEFICIOS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS

1.2.1. Es clave para desbloquear gran cantidad de datos

Cada vez más empresas recopilan y almacenan grandes cantidades de datos. El problema surge al analizarlos.

La visualización de datos puede resolver estas ineficiencias, ya que permite a las personas captar grandes cantidades de datos presentados a través de formatos particulares instantáneamente.

1.2.2. La visualización permite una absorción casi instantánea de grandes cantidades de datos

Una de las ventajas de la visualización de datos es que permite absorber grandes cantidades de datos al instante.

Al visualizar un gráfico, una tabla u otra representación visual de datos es más interactivo para el cerebro que procesar una lectura, comprender el texto, y luego convertirlo en una visualización mental (que probablemente no sea del todo precisa).

Se estima que aproximadamente el 90% de la información enviada al cerebro es visual.

1.2.3. La visualización de datos acelera el proceso de toma de decisiones

Debido a la capacidad que posee el hombre de comprender rápidamente los datos en forma visual, la visualización de datos puede aumentar significativamente la velocidad de los procesos de toma de decisiones.

La toma de decisiones más rápida es muy valiosa para las empresas. Al tomar medidas oportunas sobre un proceso puede hacer la diferencia para lograr el control a tiempo sobre variables, que finalmente podrían afectar al giro de la empresa y con ello su productividad.

1.2.4. Puede revelar patrones y tendencias

Otra de las ventajas de la visualización de datos es que ayuda a identificar patrones y tendencias. Esto es crucial para la supervivencia de las organizaciones, ya que, las tendencias internas que se revelan mediante la visualización de datos que puede significar la diferencia entre mayores pérdidas o ganancias.

Sin datos de tendencias y patrones, las organizaciones operan metafóricamente, tomando decisiones basadas en suposiciones en lugar de hechos concretos.

1.2.5. La visualización de datos muestra rápidamente las relaciones entre operaciones y resultados.

Una de las razones por las cuales la visualización de datos es esencial para casi cualquier organización es que puede mostrar fácilmente la relación entre operaciones y resultados.

Con el uso de la visualización de datos los responsables de la toma de decisiones pueden elaborar rápidamente y digerir instantáneamente las medidas correctivas. Y si hay anomalías en alguna de estas medidas, las personas a cargo de tomar de decisiones pueden profundizar rápidamente en los datos para revelar qué condiciones operativas o decisiones están en juego y cómo se correlacionan con las medidas anteriormente tomadas.

Esto permite que se realicen análisis y acciones rápidas sobre los problemas, gracias al hecho de que los datos son tan accesibles y fáciles de digerir.

1.2.6. Con la visualización, las empresas tienen más probabilidades de acceder a los datos

Se estima que las organizaciones que utilizan la visualización de datos tienen un 28% más de probabilidades de acceder a información que otras.

El poseer acceso a información en tiempo real puede dar a las empresas una ventaja cuando se trata de un análisis de variables críticas para un proceso industrial.

Desafortunadamente hoy en día muchas organizaciones no tienen acceso a datos en tiempo real.

Otra razón por la cual la visualización de datos puede ser de gran beneficio para crear una estrategia basada en datos.

1.2.7. Ahorra tiempo a los empleados

No es raro que los empleados pasen una cantidad considerable de tiempo modificando tableros, adaptando informes y respondiendo a solicitudes de recuperación de datos concretos para presentar un informe.

Esta ineficiencia es el resultado de sistemas de recuperación engorrosos y el hecho de que la mayoría de estos sistemas solo pueden ser operados por empleados capacitados específicamente en esa área o que no tienen el tiempo de compartir la información que se necesita.

La nueva tecnología de visualización de datos, por otro lado, reduce estos problemas. Los datos se pueden recuperar casi instantáneamente y con poco esfuerzo, y el tiempo de los empleados se puede optimizar para un uso más eficiente.

1.3. FORMAS DE VISUALIZAR UN PROCESO

1.3.1. HMI local

1.3.1.1. Que es un HMI.

HMI es el acrónimo de Human Machine Interface (interfaz hombre-máquina). La definición de una interfaz hombre-máquina es la de una interfaz de usuario o un panel de control que combina software y hardware para ayudar al operario a comunicarse entre sistemas y máquinas.

Aunque el término puede aplicarse técnicamente a cualquier pantalla que permita a un usuario interactuar con un dispositivo, la pantalla HMI se utiliza más comúnmente en el contexto de un proceso industria

1.3.1.2. Para qué sirve una pantalla HMI

Las pantallas HMI se utilizan para optimizar un proceso industrial digitalizando y centralizando los datos. De esta manera, los operadores pueden ver información importante en gráficos, cuadros de mando digitales, ver y gestionar alarmas, y conectarse con sistemas SCADA a través de una consola.

La interfaz hombre-máquina se comunica con los controladores lógicos programables (PLC) y los sensores de entrada/salida para obtener y mostrar información para que los usuarios la vean. Del mismo modo, pueden utilizarse para una sola función, como el monitoreo y el seguimiento, o para realizar operaciones más sofisticadas, como el apagado de máquinas o el aumento de la velocidad de producción, dependiendo de cómo se implementen.

Anteriormente, los operarios tenían que revisar el progreso mecánico de forma visual y registrarlo en una hoja de papel o en una pizarra. En la actualidad, los PLC pueden comunicar información en tiempo real directamente a una pantalla HMI.

En consecuencia, esta tecnología elimina la necesidad de estas prácticas manuales y, por lo tanto, reduce muchos problemas costosos causados por la falta de información o por errores humanos.

1.3.1.3. Funciones básicas de las HMI.

- Visualización de los datos
- Seguimiento del tiempo de producción
- Supervisión de los KPI
- Supervisión de las entradas y salidas de las máquinas

1.3.1.4. Diferencia entre HMI y SCADA.

Los sistemas SCADA se utilizan para supervisar y controlar grandes áreas, normalmente una parte concreta o una planta completa, es decir, una combinación de muchos sistemas que incluyen sensores, RTU y PLC.

Los datos de todos estos sistemas se envían a la unidad central SCADA para ser procesados. A su vez, esta unidad tiene su propia pantalla HMI. Por eso mucha gente se confunde y piensa que SCADA y HMI son lo mismo.

En cambio, una unidad HMI está integrada al sistema SCADA para supervisar y controlar cualquier dispositivo que esté conectado a la pantalla de forma local. En conclusión, la HMI puede formar parte del SCADA, pero el SCADA no puede formar parte de una HMI.

1.3.2. Visualización web

Dentro de la industria actualmente la visualización web está en un momento bastante fuerte donde prácticamente existe distintos softwares, aplicaciones, bases de datos en la nube y formas de levantar servidores que ayudan a que esto se vuelva cada vez más de conocimiento general.

Si bien la visualización web tiene una función similar a la de un HMI donde hace el enlace entre la máquina (proceso) y el hombre, esta se realiza de forma mucho más remota, al nivel que muchas veces no es necesario estar en la misma empresa para poder saber que está ocurriendo, por lo cual esta forma de visualizar datos nos entrega la oportunidad de estar desde nuestra oficina o nuestro hogar y poder adquirir información ya sea para controlar un proceso, la adquisición de datos, KPIs y un sin fin de otros requerimientos que pueda tener un cliente y su producción, esto a través de diversos equipos que pueden conectarse, ya sea de forma directa a la red o a través de un PLC que puede funcionar como intermediario recopilando la información de otros equipos, también teniendo en cuenta que el mismo PLC tiene dentro de sus funciones protocolos que permiten realizar este tipo de

visualización de manera mucho más eficiente como por ejemplo el protocolo OPC UA el cual será el principal actor en este proyecto.

También un punto bastante importante a la hora de tener este tipo de visualización proviene desde quien quiere observar la información, o sea, el cliente, donde es necesario que quienes tengan acceso a esta información puedan ingresar sin dificultad y con un sistema seguro con los privilegios necesarios para su manipulación.

1.4. PLC

1.4.1. Que es un PLC.

Por sus siglas en inglés, significa controlador lógico programable. También se le puede denominar en nuestro entorno: autómatas programables.

Por tanto, su definición es la de un sistema electrónico de funcionamiento digital para uso generalmente en entornos industriales, con una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones de control dadas por el usuario.

Estas instrucciones sirven para implementar funciones específicas como el control lógico, el control de secuencias, la temporización, el conteo y las funciones aritméticas que controlan varios tipos de máquinas y procesos a través de señales de entrada y salida digitales o analógicas.

En principio, un controlador lógico programable es un PC que realiza tareas de control, el cual permite la posibilidad de controlar máquinas y sistemas mediante sensores y actuadores.

Un PLC tiene entradas, salidas, un sistema operativo y una interfaz a través de la cual se puede cargar un programa de usuario (software operativo). El programa de aplicación determina cómo deben controlarse las salidas en función de las entradas

1.4.2. Estructura física del PLC.

Los controladores lógicos programables supervisan de forma continua los valores de entrada en varios dispositivos y a su vez producen la salida correspondiente en función de la característica de la producción.

La estructura física de un PLC por lo general consta de cinco partes principales:

- Rack o chasis
- Módulo de alimentación
- Unidad central de procesamiento (CPU)
- Módulo de entrada y salida
- Módulo de interfaz de comunicación

1.4.3. Cómo funciona el PLC.

A grandes rasgos el funcionamiento básico de un PLC, consta en que recibe información de los sensores o dispositivos de entrada conectados, procesa los datos y activa las salidas basándose en parámetros que fueron programados.

Como el PLC es un controlador específico, ejecuta este programa una y otra vez. Toma muy poco tiempo para ejecutar este ciclo una vez y este tiempo se llama tiempo de escaneo. Este tiempo de escaneo es muy pequeño, por lo general en ms.

Todos los estados de las entradas y salidas deben ser almacenados en la sección de memoria del PLC. La sección de memoria también almacena información compleja como

respuestas de cálculos matemáticos, escalamiento de entradas analógicas, y salidas de otra información compleja.

1.4.4. Ventajas del uso de un PLC en la industria.

- Control más preciso.
- Mayor rapidez de respuesta.
- Flexibilidad Control de procesos complejos.
- Facilidad de programación.
- Seguridad en el proceso.
- Empleo de poco espacio.
- Fácil instalación.
- Menos consumo de energía.
- Mejor monitoreo del funcionamiento.
- Menor mantenimiento.
- Detección rápida de averías y tiempos muertos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin elevar costos.
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómatas

1.5. PROTOCOLO OPC UA

1.5.1. Qué es OPC UA.

OPC UA son las siglas de OPC Unified Architecture, es decir, Arquitectura Unificada de Comunicaciones de Plataforma Abierta.

Se trata de un estándar extensible y a su vez independiente de la plataforma que se utilice nos permite el intercambio seguro de información en sistemas industriales. En 2008, la Open Platform Communications Foundation (OPC) liberó OPC UA, que regula y mantiene

el estándar, los protocolos y las especificaciones de interoperabilidad para la comunicación de datos, principalmente en operaciones de automatización industrial.

OPC UA funciona en sistemas integrados y así como también en aquellos que no tienen sistema operativo, en PC, infraestructuras basadas en la nube, PLC, microcontroladores y etc. Es compatible con Windows, macOS, Android y Linux.

El objetivo de OPC UA es mejorar la interoperabilidad entre hardware y software para la automatización, gestión y control de información.

1.5.2. Diferencias entre OPC UA y OPC Classic.

A diferencia de OPC Classic que se basa en las tecnologías de Microsoft, OPC UA es independiente de la plataforma lo que le da su gran versatilidad.

OPC Classic no dispone de seguridad para el control de acceso, autenticación o encriptación. En cambio, OPC UA permite el cifrado de datos en su origen que garantiza una transmisión segura sin depender de cortafuegos de red en el núcleo del sistema, lo que significa que la seguridad está garantizada desde el inicio de la transmisión de los datos, en lugar de confirmarse sólo cuando estos llegan al cortafuego de la red.

Otra importante diferencia es que todos los perfiles de OPC UA utilizan la misma base de código común, mientras que, en una configuración OPC Classic, cada estándar tiene su propia base de código, lo que crea duplicaciones en sistemas donde se implementa más de una especificación OPC Classic.

1.5.3. ¿Cómo funciona OPC UA?

1.5.3.1. Modelos

OPC UA especifica reglas básicas para exponer datos a cualquier aplicación o dispositivo que los requiera mediante el uso de modelos

OPC UA es, en sí mismo, un modelo de datos centrado en la información. Comprende un modelo de objeto genérico junto con un sistema de tipo extensible con modelos integrados para el acceso a los datos. Estos modelos integrados especifican funciones tales como información de alarmas y eventos, información sobre datos históricos, detalles de acceso a datos, descripciones de dispositivos y programas para ejecutar.

1.5.3.2. Conexiones y flujo de datos

En las organizaciones industriales, OPC UA admite la comunicación entre componentes a cinco niveles: empresa, gestión, operaciones, control y campo (dispositivos específicos del proveedor).

Los dispositivos exponen sus datos a través de OPC UA, que permite el transporte de esta información a través de una red a una aplicación consumidora que utiliza servicios web estándar. La información se transporta utilizando protocolos basados en IP y SOAP, por lo que los servidores de gama baja pueden utilizar UA TCP. El uso de servicios web SOAP estándar a través de HTTP permite a aquellos clientes que no son OPC UA solicitar datos publicados por un servidor OPC UA.

El software de puente y puerta de enlace, conocido como “envoltorios” o wrappers OPC UA, permite la transmisión de datos a través del hardware específico del proveedor entre los niveles de OPC UA.

1.5.3.3.Arquitectura orientada a servicios (SOA)

OPC UA se basa en SOA, el framework de comunicación cliente-servidor. Por tanto, en OPC UA hay servidores y clientes.

Un servidor de OPC UA proporciona a un cliente de OPC UA aplicaciones y sistemas de control, como MES y SCADA, y acceso seguro a datos de automatización industrial utilizando modelos de información OPC UA que especifican la forma en que se organizan, almacenan y recopilan dichos datos. El término "servidor de OPC UA" se refiere al estándar de software OPC UA en la máquina y no al hardware en sí, que podría ser un servidor virtual.

Los clientes de OPC UA solicitan y escriben datos en los componentes de un sistema a través de los servidores OPC UA.

Los sistemas SOA, como OPC UA, integran aplicaciones dispares a través de una red y conectan dispositivos en diferentes nodos de la misma.

1.5.3.4.Nodos

Un nodo es la unidad básica de información en el espacio de direcciones OPC UA y proporciona una forma estándar para que los servidores OPC UA representen objetos para los clientes de OPC UA.

Los nodos son fragmentos de información y consisten en atributos, es decir, el valor real de los datos y una o más referencias a otros nodos, cada uno en su propio espacio de direcciones.

Los nodos se referencian a través de un ID de nodo único: un URI (identificador de recurso único) de espacio de nombres, un tipo de datos y el identificador en sí. Cada nodo pertenece a un espacio de nombres específico. El URI de espacio de nombres se encuentra en una tabla independiente en el servidor OPC UA.

En OPC UA, los nodos poseen múltiples clases que permiten la creación de variantes en el nodo básico. Hay ocho clases de nodos centrales en OPC UA, incluyendo objetos

(entidades físicas), métodos (funciones que almacenan datos cuando se consultan) y variables (los datos reales).

Las clases de nodos de objetos en OPC UA son la clave para crear datos complejos y distinguir entre entidades similares, pero diferentes; por ejemplo, un sensor de temperatura para un aire acondicionado y un sensor de temperatura para una caldera.

1.5.4. OPC UA e Industria 4.0

En el ámbito industrial, los términos Industria 4.0 y Cuarta Revolución Industrial se utilizan indistintamente para referirse a la tendencia hacia una mayor automatización, con un enfoque en la interconectividad de dispositivos, el aprendizaje automático y el internet de las cosas, entre otros.

Las características principales de OPC UA (seguridad incorporada, capacidad de modelado de la información, descubrimiento automatizado de dispositivos, escalabilidad, uso de datos semánticos y estandarización de protocolos) abordan los requisitos para el cumplimiento de la Industria 4.0.

Uno de los principales desafíos para la Industria 4.0 en el sector es la recopilación de datos en tiempo real de dispositivos de bajo nivel. OPC UA permite a una organización industrial integrar un servidor OPC UA en todos sus dispositivos. Esto significa que se pueden enrutar grandes cantidades de datos en tiempo real a sistemas de control y aplicaciones, para analizar, clasificar e intercambiar información con aplicaciones de consumo diferentes.

Para que se pueda catalogar como compatible con Industria 4.0 por la Fundación OPC, un producto debe cumplir con el estándar OPC UA, ya sea mediante el uso de OPC UA integrado o mediante el uso de software de puerta de enlace.

1.6. SOFTWARE

1.6.1. TIA Portal

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Convince por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento.

El TIA Portal incorpora las nuevas versiones de software SIMATIC Step 7, WinCC y Stardrive para la programación, parametrización y diagnóstico de los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos, la nueva versión del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 para la planificación, la programación y el diagnóstico de controladores SIMATIC.

Con una nueva generación de editores de programación más productivos se optimiza la calidad, la eficiencia y la consistencia de todo el proceso de producción. Se dispone así de texto estructurado, diagramas de contactos, esquemas de funcionamiento, listas de instrucciones y la posibilidad de programar la cadena de procesos.

Como parte integrante de TIA Portal, SIMATIC STEP 7 abre nuevas perspectivas para maximizar la eficiencia en la programación y calidad de la energía.

1.6.2. UAExpert

UaExpert es un cliente de prueba OPC UA multiplataforma, admite la funcionalidad OPC UA, como el acceso a datos, alarmas y condiciones, acceso histórico y recuperación de métodos UA.

1.6.3. MongoDB

MongoDB es una base de datos orientada a documentos de código abierto y escrito en C++. Esto quiere decir que, en lugar de guardar los datos en registros, guarda los datos en documentos. Estos documentos son almacenados en BSON, que es una representación binaria de JSON.

1.6.4. Visual Studio Code (Interfaz de programación)

Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft. Es un software libre y multiplataforma, el cual está disponible para Windows, GNU/Linux y macOS. Visual Studio Code cuenta con soporte para depuración de código, y dispone de un sinnúmero de extensiones, que básicamente brinda la posibilidad de escribir y ejecutar código en cualquier lenguaje de programación.

1.7. EXPLICACIÓN DEL PROYECTO.

Luego de tener claro distintos puntos que son de relevancia para el proyecto se puede dar la primera explicación de su fundamento, entendido desde la importancia que tiene la visualización de datos hasta las necesidades del cliente. A continuación, se dará a conocer cómo el proyecto se va enfocando. Es por esto, que la manera de visualizar datos a través de la web de forma sencilla pero con ciertos niveles de seguridad, siendo a su vez un proyecto versátil que se puede adaptar a cualquier proceso sin necesidad de hacer grandes implementaciones, ya que es necesario usar un PLC que contenga dentro sus capacidades el protocolo OPC UA y así poder generar lo demás.

Para llevar a cabo lo mencionado con anterioridad, es necesario dividir el proyecto en tres partes, partiendo con el medio físico quien provee la información y que además es quien tiene dentro de sus particularidades el protocolo de conexión a usar, para este caso se utilizará un PLC Siemens S7-1500, con el cual se busca implementar un servidor OPC UA

en cual se puede usar como medio de transporte de las variables de un proceso que se aloja en el equipo.

A continuación, es necesario poseer claridad donde almacenar estos datos que entrega el servidor OPC UA, para lo cual es necesario tener una base de datos en línea, la cual permite almacenar y distribuir la información, para lo cual se realizan las configuraciones necesarias para dejar operativa la base de datos en MongoDB.

Para finalizar uno de los puntos cruciales del proyecto, es lo que viene de la mano con lo que el cliente necesita, esto sería un entorno de visualización que no solo se enfoca en tener mucha información, si no, que esta información esté ordenada y de fácil acceso, pero sin perder la confidencialidad, por lo cual se propone la creación de una página web en HTML5, con diseños de visualización en CSS y un programa en lenguaje JavaScript para la inclusión de las librerías, módulos y sistema de seguridad como usuarios con privilegios.

CAPÍTULO 2 SERVIDOR OPC UA

2.1. REQUISITOS

Para llevar a cabo la puesta en servicio del servidor OPC UA se debe considerar algunos aspectos necesarios para su implementación, como se observa este proyecto es versátil, puede adaptarse a cualquier proceso y equipo que tenga la capacidad de trabajar con OPC UA, por lo cual a continuación se desglosan los aspectos que se consideran necesarios para dar desarrollo al tema.

2.1.1. Controlador lógico programable (PLC)



Figura 2-1, PLC Siemenes S7- 1500 (CPU 1515-2)

Si bien cualquier PLC puede ser usado en este proyecto, a continuación se define que se usará; el PLC Siemens S7-1500 (CPU1515-2 PN), el motivo por el cual se hace uso de este controlador es porque dentro del proceso de investigación si bien, es una buena opción el S7-1200 (en su versión de firmware v4.4), al intentar simular este mismo, se visualizan ciertos errores con el servidor lo que nos genera la nula conexión con algún cliente, por otro

lado, al intentarlo con el S7-1500 no sólo se posee mejor estabilidad, sino que también, éste cuenta con el protocolo de comunicación OPC UA en modo servido y/o cliente, aunque con fines del proyecto solo se usará su modalidad servidor, es bueno contar con ambas opciones para dar más proyección a futuros proyectos.

2.1.2. Software

2.1.2.1. TIA Portal

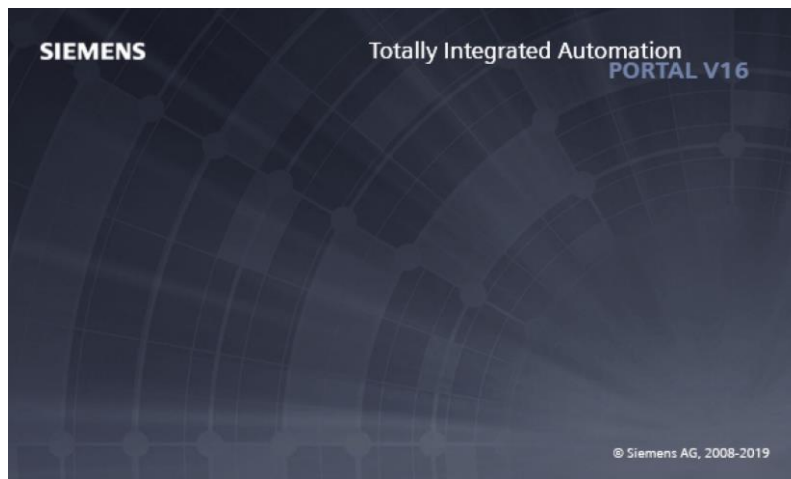


Figura 2-2, TIA Portal V16.

Siguiendo con lo mencionado anteriormente, como se tiene claridad del controlador que se va a usar, se debe tomar en cuenta que este mismo tiene su propio software de configuración, para este caso se utilizó el perteneciente a Siemens y es Totally Integrated Automation (TIA Portal V16), dicho software dentro de su conjunto de aplicaciones contempla todo el proceso de selección y configuración del PLC para su óptimo desempeño que se espera desarrollar más adelante.

2.1.2.2.S7-PLCSIM Advanced V3.0

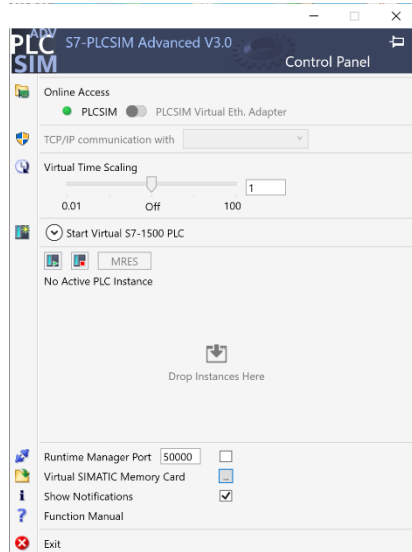


Figura 2-3, S7-PLCSIM Advanced V3.0

Este software que pertenece al conjunto de aplicaciones de TIA Portal, permite realizar la simulación de un PLC Siemens S7-1500, el cual se adapta de muy buena manera a la necesidad que requiera el proyecto.

2.1.2.3.UaExpert



Figura 2-4, UAExpert.

Para finalizar la sección de softwares tenemos UAExpert nuestro cliente OPC UA, con el cual se puede realizar las pruebas de conexión y comprobar si el servidor está en línea, revisando el estado de las variables y realizar modificaciones de ser necesario, además con este programa se puede realizar la comprobación del NodeID el cual es de mucha utilidad más adelante, cuando sea necesario conocer la dirección de nodo específica de la variable que se espera visualizar en la página web.

2.2. DESARROLLO

Luego de tener claro tanto el PLC que se usará y los softwares relacionados para su buena configuración, se procede a dar parte de la explicación de cómo poner en servicio un servidor usando el protocolo de comunicación OPC UA.

Para ello se hace uso del software de TIA Portal V16 en el cual luego de configurar el PLC que se usará se asigna una IP fija y su correspondiente mascarâ de subred, también se realiza la activación en la pestaña de comunicación OPC UA en modo servidor y asignándole una licencia, al realizar estos puntos antes mencionados, se obtiene el enlace o dirección que permite ingresar al servidor OPC UA que estará generando el PLC, mismo enlace que se utilizará más adelante en la configuración de nuestros clientes OPC UA, tanto en pruebas con UAExpert como en el proceso de desarrollo de la página web.

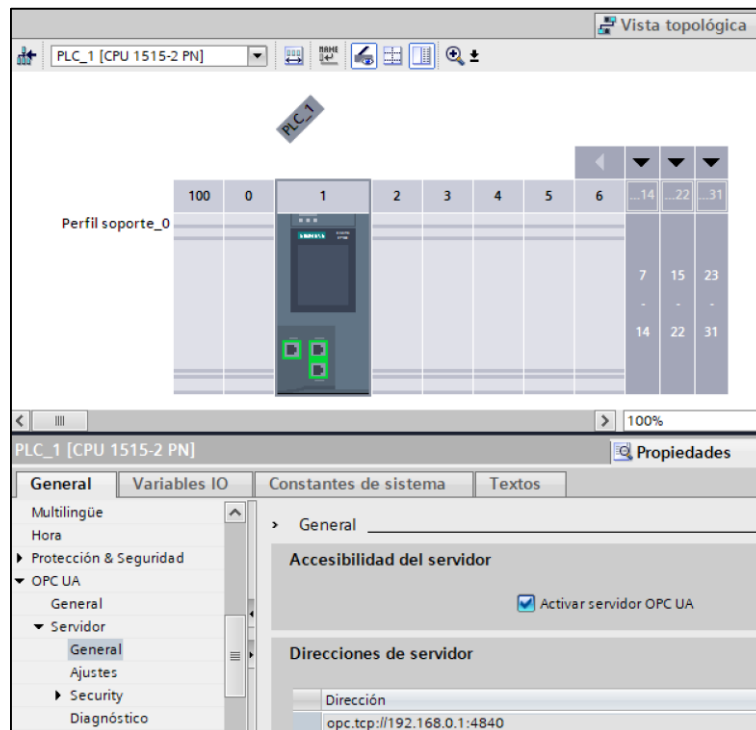


Figura 2-5, Activación servidor OPC UA.

Una vez que se cuente con el servidor OPC UA activo y luego de un proceso de investigación se encontró la necesidad de generar un interfaz de servidor (en este caso INTSer-prueba), esta interfaz sirve para agregar las futuras variables que vienen de un bloque de base de datos, todo lo anterior con fines de realizar pruebas en clientes, más que nada pruebas de visualización de datos y lograr confirmar la estabilidad y operatividad del servidor.

	Browse Name	Tipo de nodo	Datos locales	
1	INTSer-prueba	Interfaz		1
2	BD-prueba	Object		2
3	var1	BOOL	"BD-prueba"."var1"	3
4	var2	INT	"BD-prueba"."var2"	4
5	var3	REAL	"BD-prueba"."var3"	5
6	var4	STRING	"BD-prueba"."var4"	6
7	var5	WORD	"BD-prueba"."var5"	7
8	Prueba	INT	"Prueba"	
9	<Agregar nuevo>			

Figura 2-6, Interfaz de servidor OPC UA.

Para esta parte del proyecto, ya se contará con prácticamente el servidor en línea y con las variables de conveniencia insertas, por lo cual se deben realizar pruebas, aquí en este punto es donde mayor parte de las dificultades llegaron, por no contar con un PLC físico, las simulaciones muchas veces producían problemas, pero es ahí donde luego de intentar distintas pruebas con distintas simulaciones de PLC, se logró a través de PLCSIM Advanced V3.0 conectar el S7-1500, este último proporciona la estabilidad que se necesita y la buena conexión con las configuraciones previamente realizadas.

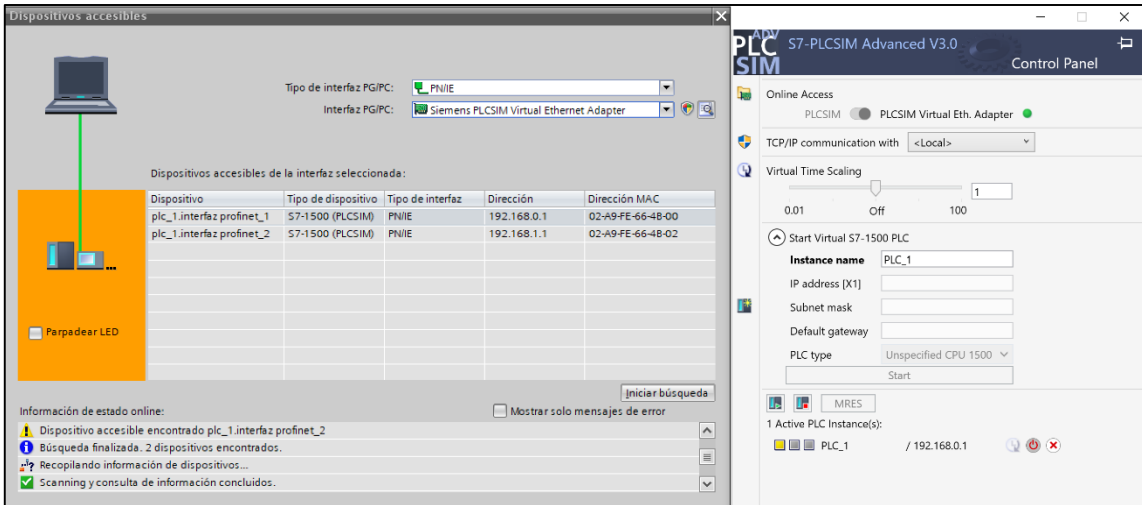


Figura 2-7, Conexión con S7-PLCSIM advanced.

En este punto solo queda realizar las pruebas con un cliente que pueda reconocer el servidor y además visualizar las variables, es ahí donde entra el software de UAExpert, este software se le aplicará la dirección de servidor OPC UA que este mismo genera (`opc.tcp://192.168.0.1:4840`) el software lo reconocerá y se podrá realizar la primera prueba del servidor con buenos resultados, además podremos identificar los nodeid de cada variable para poder insertar en la futura página web a crear.

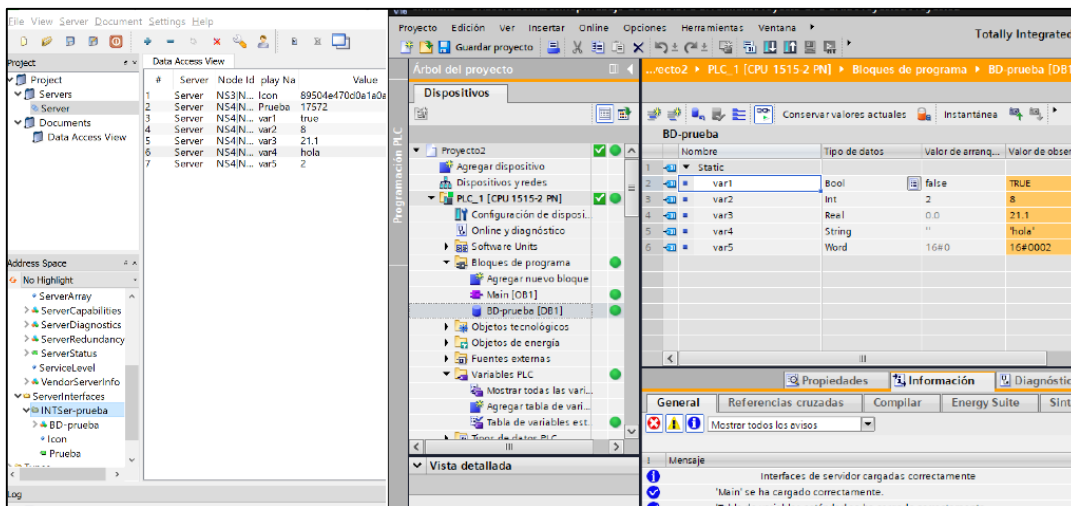


Figura 2-8, Visualización en cliente UAExpert.

CAPÍTULO 3 BASE DE DATOS Y PAGINA WEB

3.1. CONFIGURACIONES BASE DE DATOS

Se comienza el proceso de configuración de la base de datos que se utilizará. Como se mencionó para este proyecto se utilizará MongoDB por su flexibilidad y escalabilidad que esta tiene, además es gratuita en su versión básica y solo se necesita contar con una cuenta de usuario, esto nos permite realizar las pruebas necesarias sobre el funcionamiento del proyecto.

Dentro de las principales configuraciones de MongoDB es necesaria la creación de un proyecto, teniendo nuestro proyecto creado debemos realizar la creación de la base de datos y una colección donde se alojan los datos que se obtienen del servidor OPC UA.

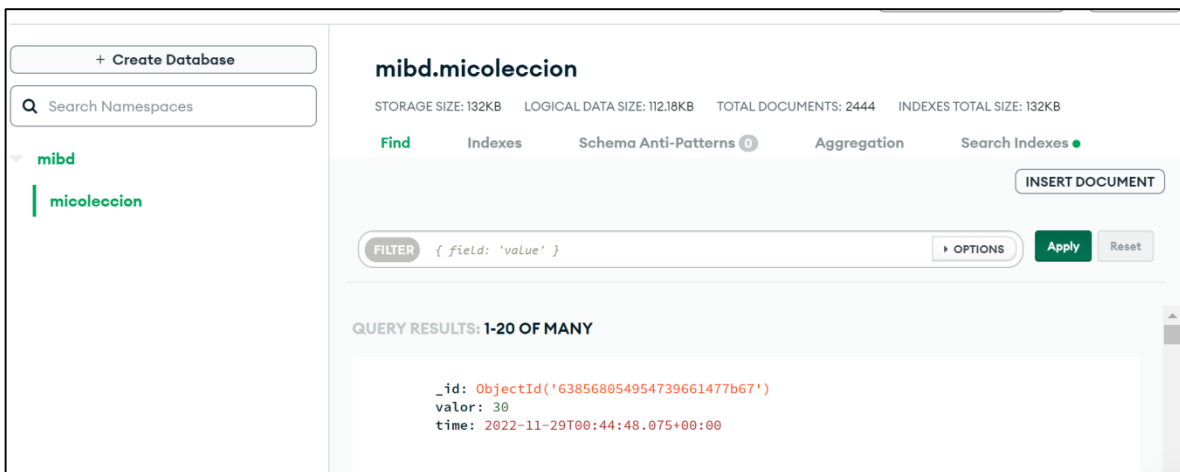


Figura 3-1, Base de datos y colección

Por otro lado, se debe agregar dentro de la configuración del proyecto la dirección IP del dispositivo que se va a conectar a la base de datos, ya que de lo contrario esta no logrará entrar y obtener los datos a visualizar.

GARI'S ORG - 2022-10-08 > PROJECT 0

Network Access

IP Access List Peering Private Endpoint

[+ ADD IP ADDRESS](#)

You will only be able to connect to your cluster from the following list of IP Addresses:

IP Address	Comment	Status	Actions
190.95.46.95/32		● Active	EDIT DELETE
181.42.24.153/32	notebook1	● Active	EDIT DELETE
200.1.20.182/32		● Active	EDIT DELETE
190.5.45.59/32		● Active	EDIT DELETE

Figura 3-2, Direcciones IP dispositivos

Por último, para lograr generar conexión con la aplicación JS se debe obtener un enlace de acceso, el cual se obtiene directamente del método de conexión seleccionado, en este caso este enlace es único y contiene dentro el usuario de acceso al proyecto y su contraseña previamente creada lo que entrega mayor seguridad al trabajar con MongoDB.

Connect to ProyectoDB

[✓ Setup connection security](#)
[✓ Choose a connection method](#)
[Connect](#)

1 Select your driver and version

DRIVER:
 VERSION:

2 Add your connection string into your application code

Include full driver code example

```

mongodb+srv://gari:<password>@proyectodb.plull4a.mongodb.net/?
retryWrites=true&w=majority
  
```

Replace **<password>** with the password for the **gari** user. Ensure any option params are [URL encoded](#).

Figura 3-3, Enlace de conexión.

Todos los puntos antes mencionados son clave ya que estos, permiten pasar al siguiente punto que es la aplicación en JS la cual permite crear nuestra página web en HTML5 y muestra la información que se requiere.

3.2. CREACIÓN PAGINA WEB

Dentro de la creación de la página web se encuentran algunos formatos y siglas de interés que se mencionarán a modo resumen antes de partir con lo que será el desarrollo del programa a crear.

3.2.1. Siglas

3.2.1.1.JS

JavaScript es un lenguaje de programación que se encarga de entregar interactividad y dinamismo a las páginas web. Cuando JavaScript se ejecuta en el navegador, no necesita de un compilador ya que el navegador lee directamente el código, sin necesidad de terceros. Por tanto, se le reconoce como uno de los tres lenguajes nativos de la web junto a HTML (contenido y su estructura) y a CSS (diseño del contenido y su estructura).

JavaScript surgió como una tecnología del lado del navegador para hacer que las aplicaciones web fueran más dinámicas. Por medio de JavaScript, los navegadores eran capaces de responder a las interacciones de los usuarios y cambiar la distribución del contenido en la página web.

A medida que este lenguaje evolucionó, los desarrolladores de JavaScript establecieron bibliotecas, marcos y prácticas de programación y comenzaron a utilizarlo fuera de los

navegadores web. En la actualidad, se puede utilizar JavaScript para el desarrollo tanto como cliente y así también como servidor.

3.2.1.2.JSON

Por sus siglas en inglés “JavaScript Object Notation”, que significa Notación de Objetos de JavaScript, es un formato que almacena e intercambia información estructurada y se utiliza principalmente para transferir datos entre cliente y servidor.

Una de las características más significativas de JSON, al ser un formato independiente de los lenguajes de programación, es que los servicios que comparten información por este método no necesitan hablar el mismo idioma. Es decir que el emisor y el receptor pueden hablar en lenguajes distintos, por ejemplo, Java y Python. Esto es así porque cada uno tiene su propia librería de codificación y decodificación para cadenas en este formato, es decir, JSON.

Por lo tanto, JSON es un formato común para serializar y deserializar objetos en la mayoría de los idiomas, es por eso que se ha adoptado ampliamente en el mundo de la programación.

3.2.1.3.HTML

Por sus siglas en inglés “HyperText Markup Language”, que significa Lenguaje de Marcas de Hipertexto. Es el código que se utiliza para estructurar y desplegar una página web y sus contenidos, por lo tanto, HTML no es un lenguaje de programación; es un lenguaje de marcado que define la estructura del contenido y su significado.

3.2.1.4.CSS

Por sus siglas en inglés “Cascading Style Sheets” que significa Hojas de Estilo en Cascada, es un lenguaje de marcas el cual se encarga y está enfocado en definir, crear y mejorar la presentación de una página web o un documento basado en HTML.

Para ello HTML actuaría como el esqueleto de la página web y CSS añadiría toda la personalización que define su aspecto final.

3.2.2. Desarrollo

Dentro de la creación de la página web o aplicación web donde se busca realizar el enlace entre OPC UA y nuestra base de datos, tenemos distintos puntos de interés que vale la pena mencionar para mostrar parte de lo que fue el proceso de creación de esta.

3.2.1.5.Módulos

En primer lugar se parte con la instalación de módulos dentro de los cuales los principales y más importantes en este caso serán mongodb y node-opcua, estos módulos son fundamentales para hacer enlace con la base de datos y con el servidor.

La instalación de estos módulos se hace a través del comando npm install directamente desde el terminal, al cual se le debe asignar una variable a dichos módulos y por ultimo estos últimos quedan alojados en un nuevo archivo llamado package.json que se debe crear y configurar.

```

1 // Modulos
2 const express = require("express");
3 const {cyan, bgRed} = require("chalk");
4 const listen = require("socket.io");
5 const MongoClient = require('mongodb').MongoClient;
6 const {AttributeIds, OPCUAClient, TimestampsToReturn} = require("node-opcua");
7

```

Figura 3-4, Módulos instalados

3.2.1.6. Variables de comunicación

Para realizar comunicación con los dispositivos se deben realizar la creación de algunas variables como el enlace del servidor, el nodeid de la variable a supervisar, puerto de donde enlazara la aplicación web, entre otros.

```

// Variables de comunicación
// OPC UA
const endpointUrl = "opc.tcp://192.168.0.1:4840";
const nodeIdToMonitor = "ns=4;i=4";

// Apli web
const port = 3700;

//Mongo db
const uri = "mongodb+srv://gari:Tesla2589@proyectodb.plull4a.mongodb.net/?retryWrites=true&w=majority"
const clientmongo = new MongoClient(uri, { useNewUrlParser: true });

```

Figura 3-5, Variables de comunicación

3.2.1.7. Programa principal

Luego, se obtiene lo que sería el extenso código de programa principal, que al igual que los dos anteriores mencionados, esto se encuentra dentro de un programa en formato JavaScript, aquí se encuentra todo lo relacionado a conexión con OPC UA, recepción de los datos, conexión con la base de datos, envío de datos con la estructura a definir, etc.

```

// Principal

(async() => {
  try {
    //Cliente OPC UA
    const cliente = OPCUAClient.create();

    //Perdida de conexión
    cliente.on("backoff", (retry, delay) => {
      console.log("Intentando reconectar a", endpointUrl, "intento", retry);
    });

    //Conectar con servidor
    console.log("Conectar a ", cyan(endpointUrl));
    await cliente.connect(endpointUrl);
    console.log("Conectado a ", cyan(endpointUrl));
    //Interactuar con servidor OPC UA
    const session = await cliente.createSession();
    console.log("Sesion iniciada".yellow);
  }
});

```

Figura 3-6, Parte del programa principal

3.2.1.8.HTML

Luego de creada la aplicación principal en Js, se elabora la estructura de la página web con HTML, en este punto se realiza el ingreso las configuraciones básicas, haciendo los llamados a los distintos scripts en Js que se utilizaron librerías para los gráficos o tablas, se realiza el llamado al master de diseño en CSS, entre otras configuraciones.

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Proyecto</title>
  <script src="Javascript/libraries/RGraph.common.core.js"></script>
  <script src="Javascript/libraries/RGraph.line.js"></script>
  <script src="/socket.io/socket.io.js"></script>
  <link rel="stylesheet" href="CSS/master.css">
  <link href="Javascript/css/tabulator.min.css" rel="stylesheet">
  <script type="text/javascript" src="Javascript/js/tabulator.min.js"></script>

```

Figura 3-7, Encabezado HTML

3.2.1.9.CSS

Al obtener la aplicación y la estructura de la página web, se comienza a dar diseño, ya sea cambiando fuentes, tamaños, acomodando los objetos, títulos, etc.

```

1  body {
2      margin: 0;
3      padding: 0;
4      background: url(../img/48ed39fb12b721fccffd0bbc335b2109.jpg) center top;
5      font-family: sans-serif;
6      background-size: cover;
7      height: 90vh;
8  }
9
10 .titulo {
11     width: 500px;
12     height: 70px;
13     background: transparent;
14     color: ■white;
15     left: 50%;
16     position: absolute;
17     transform: translate(-50%);
18     padding: 7px 7px;
19 }
20
21 .titulo h1{
22     margin: 15px;
23     padding: 0 0 20px;
24     text-align: center;
25     font-size: 30px;
26 }

```

Figura 3-8, Parte del programa CSS

3.2.1.10. Página Web

Por último, se realiza la prueba de todo lo realizado y su resultado final donde se observa desde el ingreso a nuestra página web hasta los datos ya sea graficados o en tablas.

Como sistema de seguridad para dar ingreso a la página se debe contar con un usuario y contraseña sin esto no se podrá ingresar ni tener la opción de revisar dichos datos.

localhost:3700 dice

Ingrese nombre de usuario:

Aceptar Cancelar

Figura 3-9, Ingreso de usuario

localhost:3700 dice

Ingrese su clave:

Aceptar Cancelar

Figura 3-10, Ingreso de contraseña

Luego de ingresar el usuario y contraseña previamente creados en el programa, finalmente se observa un dato aleatorio (0 a 300) en una gráfica y una tabla de alarmas que muestra los valores sobre 170, asimilando que esto podría ser un dato de temperatura, presión, etc.

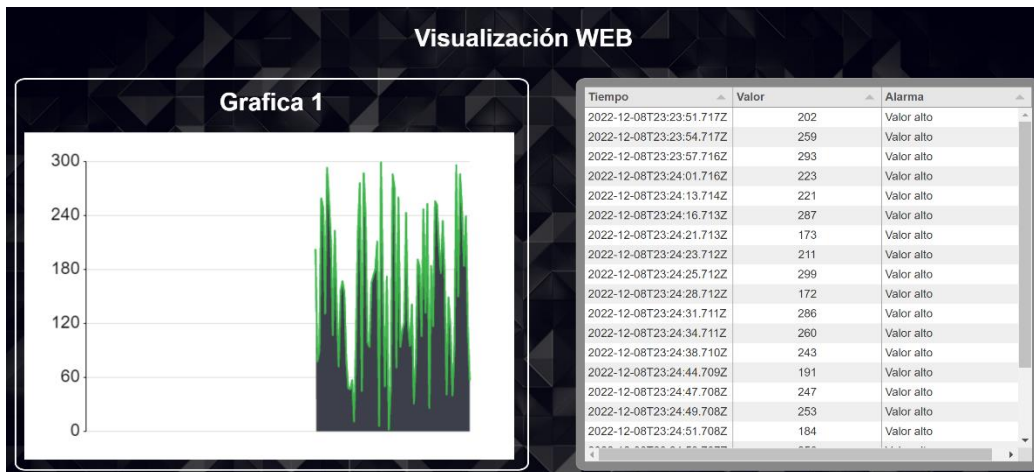


Figura 3-11, Pagina web

3.3. CONCLUSIÓN

Luego de un proceso de bastante estudio, investigación, traducción de la información que respecta al trabajo de título y tomando en cuenta los resultados obtenidos, se posee certeza absoluta de que el proyecto es factible, versátil y de una aplicación de media dificultad, siempre que se obtenga tanto un dispositivo con la capacidad de conexión a través del protocolo OPC UA, el resto es solo aplicar los distintos detalles o tips obtenidos que se aprendieron durante todo el proceso, este proyecto cumple su función y cumple con lo esperado, que es una forma de poder tener datos de un proceso, de manera fácil y que cualquiera que tenga el acceso pueda revisar o supervisar desde cualquier dispositivo con acceso a internet, lo cual se sabe y se tiene claridad que es hacia dónde va la industria a pasos agigantados el día de hoy.

BIBLIOGRAFIA

- <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/>
- <https://www.cursosgis.com/historia-de-la-visualizacion-de-datos/>
- <https://tudashboard.com/ventajas-de-la-visualizacion-de-datos/>
- <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/>
- <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>
- https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/#Que_es_un_PLC
- <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-automata-programable-o-plc-y-como-funciona/>
- https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI08/es_IEA_AI08_Contenidos/website_12_ventajas_y_desventajas_en_el_empleo_de_los_plc.html
- <https://www.paessler.com/es/it-explained/opc-ua>
- <https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/beneficios-de-tia-portal-en-las-tareas-de-automatizacion>
- <https://support.elsist.biz/es/articoli/come-utilizzare-il-server-opc-ua/#:~:text=UaExpert%C2%AE%20es%20un%20cliente,y%20recuperaci%C3%B3n%20de%20m%C3%A9todos%20UA>
- <https://openwebinars.net/blog/que-es-mongodb/>
- <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>
- <https://soyrafaramos.com/que-es-javascript-para-que-sirve/>
- <https://aws.amazon.com/es/what-is/javascript/>
- <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-json>
- <https://www.nextu.com/blog/que-es-json-por-que-es-importante-conocerlo-rc22/>
- https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics
- <https://blog.hubspot.es/website/que-es-css>
- <https://openwebinars.net/blog/que-es-css/>