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

# SISTEMA DE CONTROL LOCAL CON VISUALIZACIÓN REMOTA HACIENDO USO DE WINCC UNIFIED Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA.

Trabajo de titulación para optar al título profesional de Ingeniero de Ejecución en Control e Instrumentación Industrial

Alumno:

Cristian Esteban Canales Andaur

Profesor Guía:

Nelson Vásquez Concha

2024

**DEDICATORIA**

Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas.

*Josué 1:9*

El camino puede ser difícil, pero sé valiente, Dios está contigo.

**RESUMEN**

Mediante este trabajo de título, se realiza un control de un proceso de nivel con histéresis, haciendo uso de tecnología HMI con WinCC Unified, implementando las características nativas de páginas web para el control industrial.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS


INTRODUCCIÓN ..... 1
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 2
PROPUESTA DE SOLUCIÓN ..... 2
OBJETIVO PRINCIPAL: ..... 3
OBJETIVOS ESPECIFICOS: ..... 3
ALCANCE: ..... 3
RESTRICCIÓN: ..... 3
CAPÍTULO 1_ Marco Teórico ..... 4
1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, WINCC UNIFIED SYSTEM Y SUS CARACTERÍSTICAS. ..... 5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO A CONTROLAR ..... 5
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PROCESO MEDIANTE TIA PORTAL. ..... 7
1.2 HMI ..... 12
1.3 WINCC UNIFIED SYSTEM ..... 13
1.3.1 CARACTERÍSTICAS DE WINCC UNIFIED SYSTEM ..... 13
1.4 WEB ..... 15
1.5 HTML 5 ..... 16
1.6 SVG ..... 17
1.7 JAVASCRIPT ..... 18
1.8 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA ..... 19
1.8.1 CARACTERÍSTICAS DE OPC UA ..... 19
1.9 MODELO CLIENTE – SERVIDOR ..... 20
1.10 CIBERATAQUE Y CIBERSEGURIDAD. ..... 21
1.11 PROFINET ..... 22
1.12 ETHERNET ..... 23
CAPITULO 2_ Desarrollo de las HMI con WinCC Unified ..... 24
2. PREPARACIÓN ..... 25
2.1.1 CONFIGURACIONES DE TIA PORTAL V18 PARA LA CREACIÓN UNA HMI CON WINCC UNIFIED ..... 27
2.2 LAYOUT DE LA VISUALIZACIÓN DE LA PANTALLA HMI ..... 32
2.2.1 CREACIÓN DE UNA HMI EN COMPUTADOR MEDIANTE WINCC UNIFIED ..... 36
2.3 PRUEBA DE LA HMI DE MODO LOCAL AL PROCESO ..... 45
2.4 CONEXIÓN DE UNA HMI VÍA REMOTA MEDIANTE EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA. ..... 45
2.4.1 PLC SIEMENS S7 1200 COMO SERVIDOR OPC UA ..... 46
2.4.2 HMI WINCC UNIFIED PC COMO CLIENTE OPC UA ..... 50
2.4.3 CREACIÓN DE PROYECTO DE LECTURA PARA SIMATIC RUNTIME ..... 51
2.4.4 LECTURA DE PROYECTO DE HMI REMOTO CON SIMATIC RUNTIME Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA ..... 53

CAPÍTULO 3_Comparación y evaluación económica de implementación de HMI con WinCC Unified respecto a sistemas convencionales. ..... 54
3.1 COMPARACIÓN DE HMI CON TECNOLOGÍA WINCC UNIFIED VS TECNOLOGÍA CONVENCIONAL ..... 55
3.2 COMPARACIÓN EN LA PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN DE AMBAS TECNOLOGÍAS ..... 57
3.3 COMPARACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA CON WINCC UNIFIED VS TECNOLOGÍA CONVENCIONAL ..... 58
3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA IMPLEMENTACIÓN ..... 62
CONCLUSIÓN ..... 64
BIBLIOGRAFÍA ..... 65
ANEXOS ..... 66

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 _ Proceso a controlar ..... 6
FIGURA 1-2_ Tabla de variables físicas del PLC ..... 8
FIGURA 1-3_ Tabla global de variables ..... 8
FIGURA 1-4_ Bloque del Main, Segmento 1 “escalado de variable de proceso”. ..... 9
FIGURA 1-5 ..... 9
FIGURA 1-6_ Bloque del Main, Segmento 3 “control de histéresis”. ..... 10
FIGURA 1-7 _ Bloque del Main, Segmento 4 “cálculo de volumen del estanque”. ..... 11
FIGURA 1-8 _ Bloque del Main, Segmento 5 “Alarmas”. ..... 11
FIGURA 1-9 _ Ejemplo de pantallas HMI Siemens. ..... 12
FIGURA 1-10_ Diferencia de escalamiento imágenes con formato vectorial respecto a imagen formato por pixeles ..... 14
FIGURA 1-11_ Licenciamiento WinCC Unified ..... 15
FIGURA 2-1_ Esquema de Comunicación ..... 26
FIGURA 2-2_ Configuraciones preliminares de Windows ..... 27
FIGURA 2-3_ Selección de HMI SIMATIC WinCC Unified PC. ..... 29
FIGURA 2-4_ Selección de permitir simulación ..... 29
FIGURA 2-5_ Configuración de Usuarios y roles. ..... 30
FIGURA 2-6_ SIMATIC Runtime Manager. ..... 31
FIGURA 2-7_ Servidor Siemens en página de local host del PC. ..... 31
FIGURA 2-8_ Tamaño de pantalla, dimensiones y disposición ..... 33
FIGURA 2-9_ Estación de PC SIMATIC WinCC ..... 37
FIGURA 2-10_ Asociación de una ventana de imagen a una imagen. ..... 38
FIGURA 2-11_ Dinamización entre ventanas ..... 39
FIGURA 2-12_ Función Abrir ventana de Imagen ..... 40
FIGURA 2-13_ Tabla de variables HMI ..... 41
FIGURA 2-14_ Dinamización del color de la válvula. ..... 42
FIGURA 2- 15_ Tabla de Avisos HMI ..... 43
FIGURA 2-16_ Fichero para obtención de gráficos ..... 43
FIGURA 2-17_ Agregar variables a las variables de ficheros ..... 44
FIGURA 2-18_ Pruebas de la HMI de manera local ..... 45
FIGURA 2-19_ Permitir Acceso comunicación vía comunicación PUT / GET ..... 46
FIGURA 2-20_ Activar opción Servidor OPC UA ..... 47
FIGURA 2-21_ Certificado del servidor ..... 48
FIGURA 2-22_ Selección de licencia básica ..... 48
FIGURA 2-23_ Interfaz del servidor ..... 49
FIGURA 2-24 _ Restricción de permisos de escritura. ..... 49
FIGURA 2-25 _ Configuración como cliente OPC UA ..... 50
FIGURA 2-26_ Vinculación de variables HMI a servidor OPC UA ..... 51

FIGURA 2-27_ Carga de archivo de lectura Runtime ..... 52
FIGURA 2-28_ Apertura del archivo de lectura de la Runtime ..... 53
FIGURA 3-1_ Unified Comfort Panels y Comfort Panels Basic..... 59
FIGURA 3-2_ Licencia Siemens..... 60
FIGURA 3-3_ Evaluación económica..... 62

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1_ Descripción de características y capacidades de los equipos del proceso a controlar ..... 7
TABLA 3-1_ Comparación tecnología WinCC Unified vs Tecnología convencional ..... 58
TABLA 3-2_ Comparación de Costos se WinCC Unified vs HMI con tecnología convencional..... 61

## SIGLA Y SIMBOLOGÍA

HMI _ Interfaz hombre-máquina

PLC _ Programador lógico Programable

OPC UA _ Arquitectura unificada de comunicaciones de plataforma abierta

SCADA _ Control de Supervisión y Adquisición de Datos

API _ Interfaz de programación de aplicaciones

IT_ Tecnología de Información

OT_ Tecnología de operación

HTML _ Lenguaje de marcado de hipertexto

CSS _ Hojas de Estilo en Cascada

SVG _ Gráficos vectoriales ampliables

JS _ JavaScript

M2M _ Maquina a maquina

PC _ Computadora personal

DCS _ Sistema de control distribuido

E/S _ Entradas y Salidas

IP _ Protocolo de Internet

USB _ Bus serial universal

USD _ Dólar estadounidense

# INTRODUCCIÓN

Gracias a las múltiples necesidades que la industria tiene, la tecnología se encuentra en constante desarrollo, por ende, es de vital importancia estar en conocimiento de las nuevas propuestas industriales desarrolladas, sus características y dificultades que estas tienen, además de su funcionamiento e implementación para dar optimas soluciones industriales.

En cuanto a los desarrollos industriales, a pesar de que los instrumentos de campo no se implementan industrialmente con rapidez, no es el caso de las interfaces de comunicación y control de procesos, ya que en la actualidad no solo el personal operador de terreno necesita estar en conocimiento del comportamiento en tiempo real de la planta, y el registro de los datos que esta tiene, sino que por diferentes objetivos industriales, también deben estar en conocimiento tanto personal dueño del área, jefatura, o incluso personal de planificación de la industria, aclarando que los objetivos que estos últimos tienen no son parte del control, sino que son parte de la supervisión de dicha planta para el análisis de su comportamiento y tendencias para la planificación de la misma, todo esto sin comprometer la seguridad industrial.

Siemens como fabricante han desarrollado una tecnología de visualizaciones basada en tecnología Web, llamada WinCC Unified, que presenta un desarrollo innovador a la industria, con la finalidad de lograr una interfaz más amigable y con ello un desarrollo de soluciones de manera intuitiva para el operador, permitiendo además la gestión y visualización industrial para el personal que requiera la supervisión de la planta.

A continuación, se implementará un control y visualización de un proceso, haciendo uso de la tecnología desarrollada por Siemens, con la finalidad de comprobar el funcionamiento, su programación e incluso su comportamiento en cuanto al desarrollo industrial que WinCC Unified pretende entregar, tanto para el control de los procesos en campo, como en la supervisión de este, comprobando sus funcionalidades, seguridad, y limitaciones.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la carrera de Instrumentación y control industrial, es de suma importancia conocer los nuevos métodos y mecanismos de control y supervisión de procesos desarrollados para el área industrial, desgraciadamente la falta de tiempo académico no permite conocer e implementar los nuevos tipos de tecnología de control, por consiguiente, se implementará y analizará el sistema de control desarrollado por Siemens, WinCC Unified un sistema de visualización industrial basado en tecnología Web.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se controlará un proceso a través de una HMI en computador con WinCC Unified de manera local, y además una con una visualización remota, permitiendo la observación de las características que esta tecnología industrial promete.

## OBJETIVO PRINCIPAL:

Diseño de una HMI con WinCC Unified, para el control On- Off con histéresis de un proceso de control de nivel, utilizando un PLC S7 1200 y visualización remota mediante el protocolo de comunicación OPC UA.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer las características propias de WinCC Unified y el protocolo de comunicación OPC UA.
- Implementar un control y visualización en una HMI WinCC Unified.
- Analizar económicamente el uso de una HMI clásica vs una HMI WinCC Unified.

## ALCANCE:

- Evidenciar las ventajas de una solución mediante el uso de WinCC Unified.
- Análisis de costos de implementación con una solución basada en WinCC Unified.

## RESTRICCIÓN:

- Licencias respectivas y costos asociados a los softwares.
- No se cuenta con Hardware necesarios para la implementación de este sistema, SIMATIC HMI Unified Comfort Panels.

# CAPÍTULO 1_ Marco Teórico

# 1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, WINCC UNIFIED SYSTEM Y SUS CARACTERÍSTICAS.

En este capítulo se describirán las bases para el conocimiento del proceso a controlar, los softwares utilizados y las características propias que cada uno de ellos tiene, de esta forma evidenciar detalladamente el desarrollo tecnológico que WinCC Unified tiene para la industria.

El proceso consiste en un control de nivel On- Off con histéresis, ubicado en el laboratorio de control de la Universidad Federico Santa María, este proceso deberá ser controlado de modo local, y visualizado remotamente, haciendo uso de HMI con tecnología WinCC Unified en un computador, en el cual mediante el uso de las características que este sistema posee, se pretende realizar una interfaz para la manipulación de las variables del proceso de manera intuitiva, además para la visualización de manera remota se utilizará el protocolo de comunicación de OPC UA, logrando la implementación y posterior análisis del uso de estos sistemas en la industria.

El control mediante esta HMI tendrá que ser fácil de manipular, con visualizaciones dinámicas, además de permitir el análisis rápido de los estados del proceso, junto con las alarmas, gráficos, etc. utilizando las características que Siemens ofrece con esta tecnología. Cabe destacar que el control por tecnología web será efectuado y diseñado para el uso en un computador, con pantalla y mouse, ya que no se cuenta con paneles HMI con esta tecnología en la Universidad para su implementación, como se utilizaría comúnmente en la industria.

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO A CONTROLAR

El proceso a controlar consiste en una planta de control de nivel de agua de un estanque cilíndrico, con una capacidad de 6,71 litros, la planta es controlada mediante una válvula neumática de regulación tipo diafragma que permite el paso regulado del agua entrante al depósito, además mediante un indicador de caudal de área variable se podrá ir observando el flujo circulante hacia dicho tanque, El nivel de agua almacenada es obtenida mediante un transmisor indicador diferencial de presión, que a través de una toma de presión en el tanque se encuentra en la zona inferior, permite calcular el nivel de altura de agua almacenada. Tanto en la entrada como en la salida del proceso se cuenta con válvulas estranguladoras manuales, que permiten tanto la interrupción del agua entrante como la

que se retira del proceso. El controlador usado en esta planta es un PLC Siemens S7 1200 con un módulo de salida analógica agregada, el controlador se comunica con el transmisor diferencial de presión a través de una señal de 4-20 mA en su entrada analógica, al igual que lo hace en su salida analógica para comunicarse con un transductor corriente-presión y así controlar mediante presión neumática la válvula tipo diafragma que permite el ingreso de agua al depósito (ver Figura 1-1).

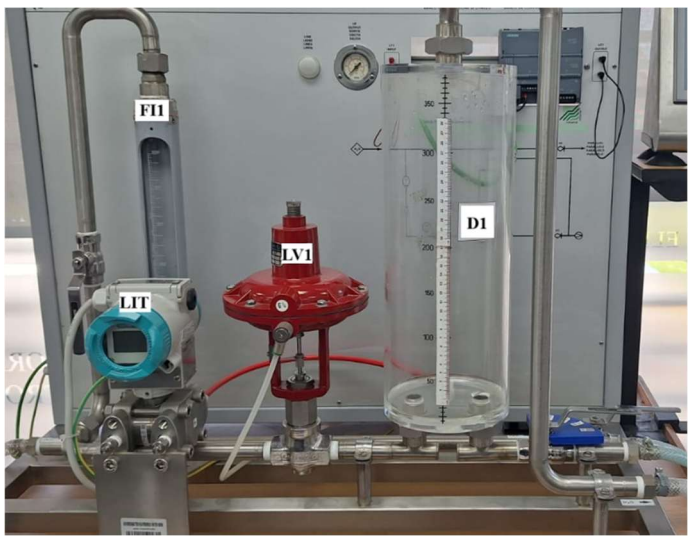


**FIGURA 1-1 _ Proceso a controlar**

A continuación, se presentará una tabla con la descripción de la capacidad de cada componente del proceso.

| TAG | EQUIPO | CAPACIDAD / CARACTERÍSTICA |
|---|---|---|
| **D1** | Tanque acumulador de Agua | Capacidad de 6,71 litros. |
| **LTI** | Transmisor Indicador Diferencial de Presión | Salida de 4-20 mA, 2,5-250 mBar |
| **FI1** | Indicador de caudal de área variable | 100 – 1.000 litros/hora |
| | Transductor Corriente – Presión | Entrada 4-20 mA, Salida 3-15 PSI |
| **LV1** | Válvula neumática tipo diafragma | Entrada 3-15 Psi, Salida 0-100% de apertura |
| | Controlador Lógico Programable | Siemens S7 1200, CPU 1214C DC, DC,DC, 24VDC |
| | Módulo de salida agregada al PLC | Salida de 4-20 mA |
| | Fuente de tensión | 240 VAC – 24VDC |

TABLA 1-1_ Descripción de características y capacidades de los equipos del proceso a controlar

### 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PROCESO MEDIANTE TIA PORTAL.

Mediante el software de TIA Portal conectado por Profinet a un PLC Siemens S7 1200, se ha realizado control On- Off con histéresis de un proceso de control de nivel, con la finalidad de obtener mayor cantidad de variables a transmitir y observar, como se observa la FIGURA 1-2, cabe destacar que al controlador solo se tiene conectada de manera física una variable de entrada (variable de nivel) que es obtenida por el diferencial de presión del estanque, mientras que en su salida se tiene solo una variable correspondiente al transductor de corriente/presión que es la que permite controlar la apertura de la válvula.

| | Nombre | Tipo de datos | Dirección | Rema... | Acces... | Escrib... | Visibl... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | sensor de nivel | Int | %IW66 | ☐ | ☑ | ☑ | ☑ |
| 2 | valvula | Int | %QW80 | ☐ | ☑ | ☑ | ☑ |

**FIGURA 1-2_ Tabla de variables físicas del PLC**

Desde el punto de vista de la programación, las variables a observar y controlar se crearon en un bloque DB, como se puede ver la FIGURA 1-3, estas variables posteriormente serán transmitidas y luego usadas en la implementación de las pantallas HMI.

variables globales

| | Nombre | Tipo de datos | Valor de arranq... | Remanen... | Accesible d... | Escrib... | Visible en ... | Valor de a... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Static | | | | | | | |
| 2 | variable del proceso normalizada de 0-100 | Real | 0.0 | | | | | |
| 3 | variable del proceso normalizada 0 -30 | Real | 0.0 | | | | | |
| 4 | partida | Bool | false | | | | | |
| 5 | parada | Bool | false | | | | | |
| 6 | señal de partida del proceso | Bool | false | | | | | |
| 7 | histeresis | Real | 0.0 | | | | | |
| 8 | set point | Real | 0.0 | | | | | |
| 9 | valor maximo de histeresis del proceso | Real | 0.0 | | | | | |
| 10 | valor minimo de histeresis del proceso | Real | 0.0 | | | | | |
| 11 | led de llenado de estanque | Bool | false | | | | | |
| 12 | apertura de la valvula | Int | 0 | | | | | |
| 13 | led limite maximo nivel estanque | Bool | false | | | | | |
| 14 | led limite minimo de nivel del estanque | Bool | false | | | | | |
| 15 | volumen del estanque | Real | 0.0 | | | | | |
| 16 | dinamizacion llenado | Bool | false | | | | | |
| 17 | alarma_ señal | Bool | false | | | | | |
| 18 | alarma_ proceso detenido | Bool | false | | | | | |
| 19 | alarma_ limite alto | Bool | false | | | | | |
| 20 | alarma_ limite bajo | Bool | false | | | | | |
| 21 | alarma_ parada de emergencia | Bool | false | | | | | |

**FIGURA 1-3_ Tabla global de variables**

En cuanto a la programación del proceso, ésta se ha realizado mediante cinco bloques FB, cada uno con diferentes funciones e integrados al Main (“Escalado de variable de proceso”, “Partida del proceso”, “Control por histéresis”, “Calculo de volumen del estanque” y “Alarmas”).

El segmento 1 “Escalado de variable de proceso” (ver figura 1-4), se ha escalado y normalizado la variable de entrada entregada por el transmisor diferencial de presión (nivel del estanque) y normalizada en una variable de 0-30, equivalente al rango de trabajo de la planta (0 a 30 cm), y una variable de 0-100, equivalente al porcentaje de llenado de

dicha planta (0 al 100%), ya que ambas señales posteriormente servirán para la visualización, dinamismo y obtención de datos de la HMI.

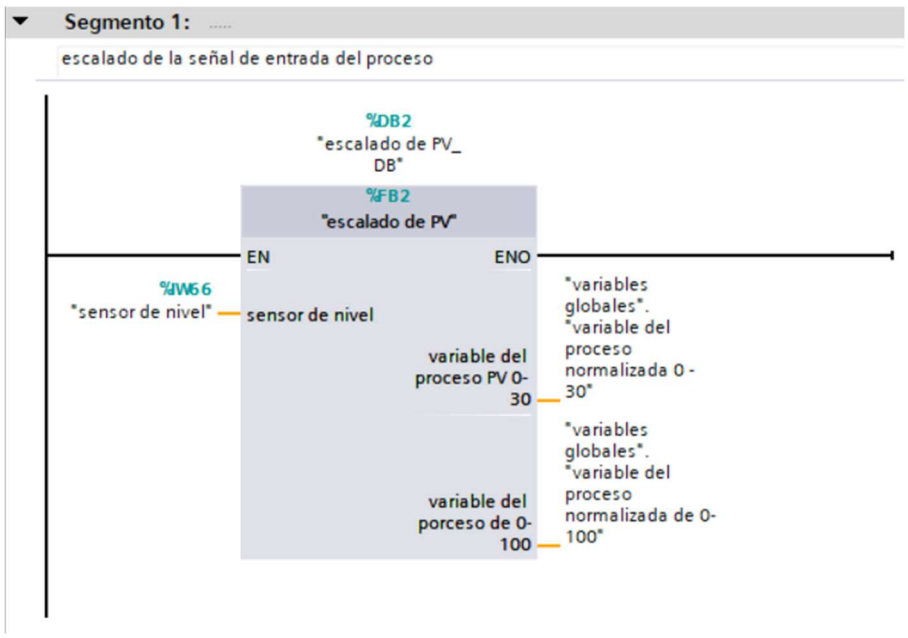


**FIGURA 1-4_ Bloque del Main, Segmento 1 "escalado de variable de proceso".**

El segmento 2 "Partida del Proceso" (ver Figura 1-5), se realizó la partida y detención del proceso de control de nivel, con la finalidad de ir controlando y detectando en la HMI el estado actual del proceso.

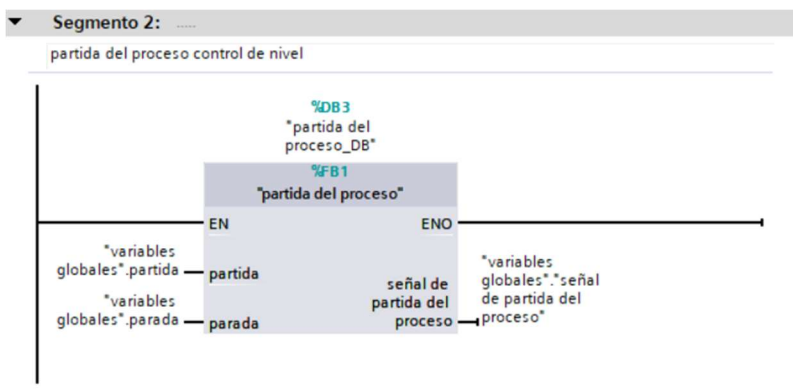


FIGURA 1-5_ Bloque del Main, Segmento 2 "Partida del proceso".

El segmento 3 “control de histéresis” (ver Figura 1-6), es el bloque del control de mayor importancia, ya que en este bloque recae el control y procesamiento de la respuesta de llenado del estanque según el valor actual del nivel, obteniendo valores mínimos y máximos de la histéresis, además de indicadores como “apertura de la válvula”, “límite máximo” y “límite mínimo”.

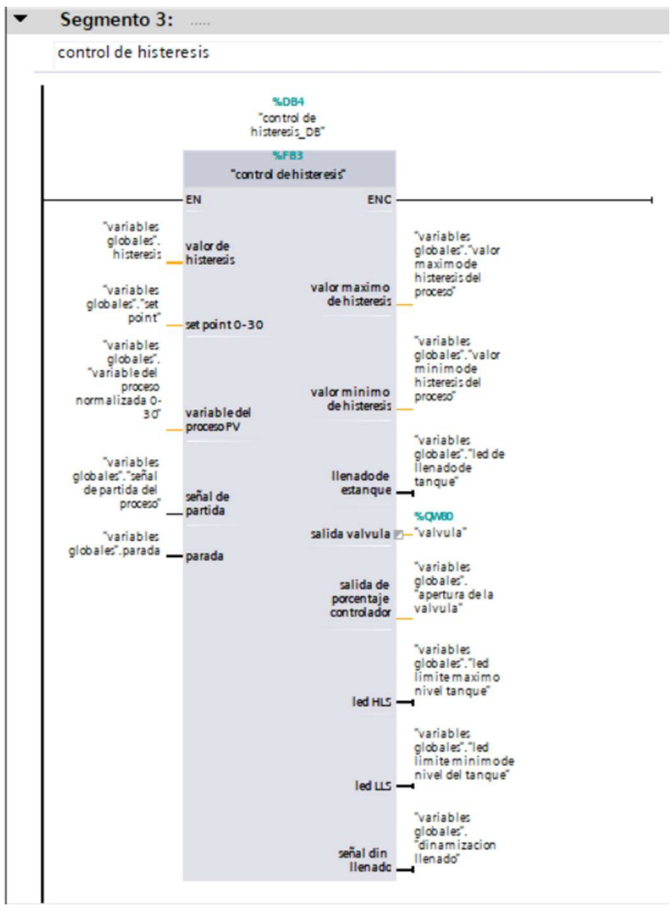


**FIGURA 1-6_ Bloque del Main, Segmento 3 “control de histéresis”.**

El segmento 4 corresponde al “Calculo de volumen del tanque” (ver Figura1-7), este bloque realiza el cálculo de volumen de agua que tiene el tanque cilíndrico, mediante el conocimiento de sus dimensiones y el nivel de líquido que se encuentra dentro de él.

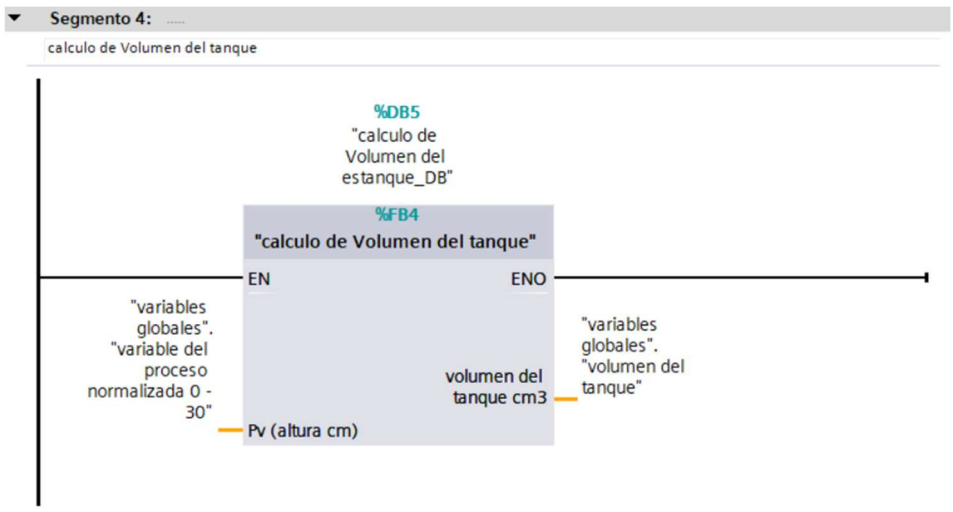


**FIGURA 1-7 _ Bloque del Main, Segmento 4 "cálculo de volumen del estanque".**

El segmento 5 corresponde a "Alarmas" (ver Figura 1-8), este bloque es el encargado de procesar las alarmas que serán mostradas en la tabla de alarmas, además del dinamismo para aviso de alarmas que se usará en la interfaz con el operador.

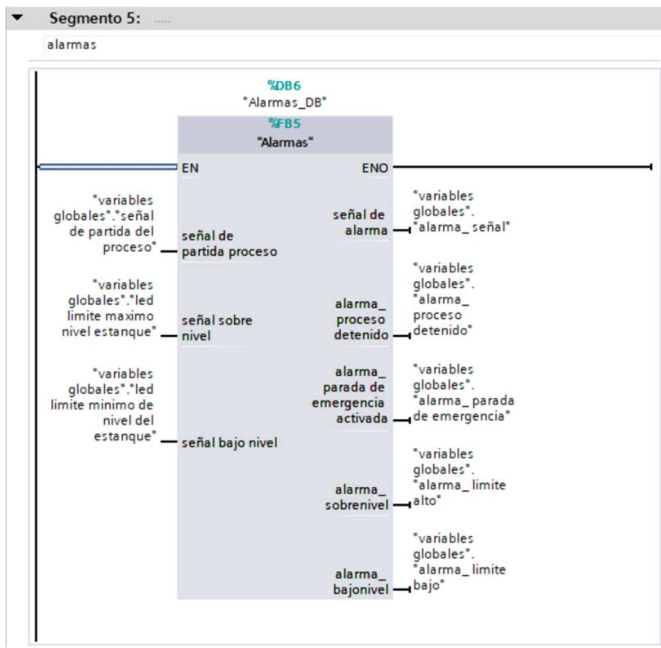


**FIGURA 1-8 _ Bloque del Main, Segmento 5 "Alarmas".**

## 1.2 HMI

Una HMI (Human – Machine Interfase) es una pantalla del entorno industrial que permite a un usuario interactuar con el equipo, visualizando los datos y controlando el proceso (ver Figura 1-9). Esta herramienta es utilizada por los operadores o supervisores de línea para coordinar y controlar los procesos industriales, traduciendo variables de proceso complejas en información utilizable y procesable. Las HMI se especializan en entregar información prácticamente en tiempo real, con gráficos dinámicos que muestran información de los estados de los equipos del proceso entre otros parámetros, entregando una visión operativa, permitiendo el control y optimización del proceso mediante ajustes por los operarios.

Las pantallas HMI se utilizan para optimizar los procesos industriales, digitalizando y centralizando los datos, con la finalidad que los operarios puedan ver la información importante en gráficos, cuadros de mando digitales, observar y gestionar las alarmas, conectarse a sistemas de control superiores como SCADA a través de una consola. Esta interfaz se comunica con los controladores lógicos programables (PLC) logrando obtener la información de las entradas y salidas de este, del mismo modo monitorear el equipo y dar seguimiento a sus variables, y controlar parámetros para control del proceso como encendido y apagado, velocidad de producción, etc.

Esta tecnología permite eliminar la necesidad de prácticas manuales de control de los operarios, como anteriormente se realizaba, donde dicho personal debía revisar el proceso mecánico de forma visual y registrar en una hoja los datos y comportamientos del proceso, ya que en la actualidad este tipo de tecnología permite entregar y registrar dicha información en tiempo real directamente a una pantalla en terreno.

Una HMI bien diseñada permite no solo entregar información del equipo, sino que también permite el control de manera intuitiva y del mismo modo realizar acciones sobre los resultados del sistema.

**FIGURA 1-9 _ Ejemplo de pantallas HMI Siemens.**

## 1.3 WINCC UNIFIED SYSTEM

WinCC Unified es un sistema industrial de visualizaciones presentado por Siemens, su software de programación llamado SIMATIC WinCC Unified junto con TIA Portal, entrega una solución de control y visualización industrial basada en tecnología Web. Este sistema industrial cuenta con su propia generación de HMI (SIMATIC HMI Unified Comfort Panels), el cual proporcionan una gran solución para aplicaciones de HMI y SCADA de visualizaciones dinámicas a nivel industrial.

La Runtime del sistema SIMATIC WinCC Unified en TIA (Totally Integrated Automation) se basa en tecnologías nativas de páginas Web como HTML5, SVG y JavaScript, permitiendo soluciones de conectividad de extremo a extremo desde aplicaciones a nivel de maquina hasta el sistema SCADA, además mediante el uso de interfases API Abiertas como TIA Portal Openness, se logra simplificar considerablemente el intercambio de datos durante la operación, permitiendo acceder a WinCC Unified Runtime a través de todos los navegadores modernos de Internet, sin la necesidad de instalar complementos adicionales.

### 1.3.1 CARACTERÍSTICAS DE WINCC UNIFIED SYSTEM

I. Integración desde nivel de maquina a nivel SCADA:

A nivel de maquinaria entrega una solución mediante WinCC Comfort (paneles HMI) y WinCC Advanced (Monitoreo basadas en PC), mientras que a nivel SCADA entrega solución a través de WinCC v7 (Sistema SCADA) y WinCC Open Architecture (Sistema SCADA especializado), finalmente con WinCC Professional entrega solución Integral, todos con el uso de TIA Portal.

II. Utilización mediante SIMATIC HMI Unified Comfort Panels y SIMATIC IPC con Visualización a través de tecnología Web.

Mediante el uso de tecnología Web nativa como HTML5, SVG y Java Script, permite la conexión a través navegadores Web sin necesidad de complementos adicionales, además de una conexión en múltiples dispositivos, gracias a su escalado de imágenes por vectores y creación de controles dinámicos basados en tecnología web, permiten una expansión de imágenes sin perder su calidad y dinamismo, a

diferencia del procesamiento por pixeles comúnmente usado, como se puede observar en la Figura 1-10.

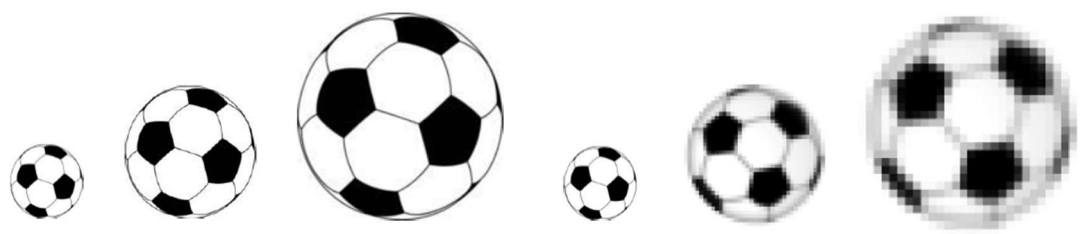

**FIGURA 1-10_ Diferencia de escalamiento imágenes con formato vectorial respecto a imagen formato por pixeles**

III. Visión estándar del Sistema desde nivel maquina hasta nivel SCADA.

WinCC Unified logra la unión entre sistemas desde paneles HMI hasta niveles de SCADA, permitiendo el uso de las mismas imágenes de bloque gráfico, una estructura mediante el uso de ventanas, y controles gráficos comunes, entre ellos el uso de visualización de la planta mediante jerarquía tecnológica.

IV. Integración de herramientas de terceros.

WinCC Unified System permite el intercambio de datos, archivos y tag entre plantas durante el tiempo de ejecución, permitiendo una unificación de esta, además evita ingeniería duplicada permitiendo la observación desde la línea de supervisión mediante el uso de vistas generales combinadas y configuración flexible. Logra la adquisición de datos, la programación de turnos de sistemas regulares, además de análisis de la información de producción mediante el uso de tecnologías de KPI con ISO 22400.

V. Licenciamiento

La licencia de WinCC Unified es válida para ingeniería usando TIA Portal (ver Figura 1-11), además las licencias de más alto nivel de WinCC Unified cuentan

con las prestaciones de las licencias básicas, y el número de clientes puede ser incrementado según la demanda requerida, de forma independiente al tipo licencia de WinCC Unified adquirida.

| WinCC Unified (TIA Portal) V16 | | | WinCC (TIA Portal) V16 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Engineering System valid for.. | Unified Comfort Panels | Unified PC Runtime | Comfort Panels | WinCC RT Advanced | WinCC RT Professional |
| PC (max.) | ✓ | ✓ (max.) | ✓ | ✓ | ✓ (max.) |
| PC (100k) | ✓ | ✓ (100k) | ✓ | ✓ | ✓ (max.) |
| PC (10k) | ✓ | ✓ (10k) | ✓ | ✓ | ✗ |
| Comfort | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |

**FIGURA 1-11_ Licenciamiento WinCC Unified**

## 1.4 WEB

La Web según su vocablo significa “red”, “telaraña”, o “malla”, este concepto es utilizado para nombrar a una red de equipos y generalmente a internet, este término dentro de sus usos menciona a páginas de internet, sitios web o inclusos servidores.

Una página web es un documento digital en formato HTML con textos, imágenes, animaciones, videos, etc. del mismo modo al conjunto de páginas web se le llama sitio web, donde todas las páginas web tienen relación entre sí, esa relación de páginas web, es realizada mediante vínculos o enlaces que permiten la navegación o cambio entre páginas.

Existen múltiples características que debe poseer las páginas web para ser considerada buena y útil, entre las más importantes se considera las siguientes:

- Debe poseer una jerarquía sumamente clara, esto significa que los elementos deben estar organizados y estructurados logrando ser comprensibles fácilmente.
- Necesita cumplir con los estándares Web establecidos.
- Debe utilizar un formato útil para abordar y tratar los asuntos a los que se refiere.
- No menos importante, debe ofrecer algo más al usuario, como información, curiosidades o soluciones.
- Tener claro el público al cual está dirigido para abordar temas.

- Permitir ser sencillo de navegar y rápido, sin grandes tiempos de espera en cargar elementos.
- Debe incluir material audiovisual para ser más interactiva y dinámica.

Un servidor web por otro lado, debe permitir la transferencia de archivos mediante el protocolo HTTP (protocolo web que permite la comunicación de hipertexto seguro).

## 1.5 HTML 5

HTML es un estándar que permite definir el diseño, la estructura y el contenido de una página web, es un lenguaje que define los contenidos de las páginas web como imágenes, texto, tamaños, estilo de letra, etc. cabe destacar que no es un lenguaje de programación, sino que es un lenguaje que conforma el esqueleto de una página web.

HTML 5 combina tres tecnologías web HTML para construir la estructura de la página web, CSS para mejorar la presentación y JavaScript para mejorar las funcionalidades de los elementos, además presenta ciertas características mejoradas, por ejemplo:

- Reduce los tiempos de carga de los documentos, ya que no necesita plugin adicionales como Adobe Flash para incorporar elementos multimedia.
- Agrega funciones de geolocalización para mejorar la experiencia del usuario, permitiendo cambiar idioma, o redirección de páginas web.
- Permite incorporar imágenes en 2D, e incluir acciones específicas para trabajar con diferentes hardware como teclados, mouse, pantallas táctiles, etc.
- Desarrolla aplicaciones con sistemas adaptativos para diferentes dispositivos, como celulares, computadores, Tablet, etc.

HTML 5 funciona utilizando un protocolo de solicitud/respuesta denominada por HTTP para la comunicación entre clientes y servidores, al iniciar una conexión por parte del cliente, este envía una solicitud HTTP al servidor, mientras que el servidor responde a dicha solicitud dando acceso a los clientes con los recursos que este tenga disponible, permitiendo una conexión e intercambio de información entre el cliente y el servidor.

Dentro de las ventajas de la utilización del lenguaje HTML 5, son su gratuidad además que no requiere de un software para comenzar a programar, tiene código claro, ordenado y fácil de aprender, es compatible con los navegadores más populares desarrollados, sus etiquetas descriptivas brindan mejor posicionamiento en buscadores como Google, soporta material multimedia y funciones interactivas, optimiza el tiempo de carga de las páginas web y protege la información de los sitios web.

## 1.6 SVG

El formato SVG (Scalable Vector Graphics) o gráficos escalables vectoriales es un estándar de archivos utilizado para representar gráficos vectoriales en los sitios web, a diferencia de otros formatos como JPG o PNG, el SVG es una representación mediante fórmulas matemáticas en lugar de pixeles, permitiendo escalar y redimensionar las imágenes sin perder la calidad.

Este formato es una especificación desarrollada por el Consorcio World Wide Web (W3C) que, a diferencia de sistemas tradicionales, no almacena información de cada píxel, sino que la información es mediante código, permitiendo imágenes considerablemente más ligeras permitiendo un desarrollo considerable para el rendimiento de la carga de páginas web, además de su adaptación a diferentes dispositivos de distintos tamaños como por ejemplo teléfonos, computadores, etc.

Los elementos SVG son archivos que contienen códigos XML (Extensible Markup Language) que describe la estructura y los elementos gráficos de una imagen vectorial, estos archivos pueden crearse mediante programas de diseño gráfico tales como Adobe illustrator o Inkscape, incluso si se cuenta con el conocimiento necesario se pueden crear mediante códigos de texto, su popularidad en el uso de páginas web recae particularmente por la capacidad de escalamiento, su fácil integración y manipulación con la posibilidad de ser incrustada en el código HTML de un servicio web, además de permitir animar y manipular sus variables mediante el uso de CSS o JavaScript, abriendo múltiples posibilidades creativas para el diseño de las mismas.

## 1.7 JAVASCRIPT

JavaScript (JS) es un lenguaje de alto nivel para la programación y diseño del desarrollo de páginas web, logrando que sean interactivas y dinámicas. Junto con HTML y CSS es una de las herramientas esenciales para la producción del entorno Web. Su utilización radica en acciones tales como la aparición de ventanas emergentes, las acciones al pasar el cursor por un sector de la página, etc., una de las ventajas de este lenguaje de programación es la eliminación de descarga constante de información del servidor, ya que permite ser ejecutada directamente en el navegador del usuario, mejorando la eficiencia de carga y velocidad de los servicios Web.

A pesar de su similitud en el nombre con Java, JavaScript no posee ninguna relación alguna ya que tienen semánticas muy diferentes. JS también es utilizado en entornos fuera de servicios Web como documentos PDF, widgets del escritorio, etc. además de la creación y desarrollo de videojuegos, aplicaciones, aunque normalmente es utilizado para el desarrollo de páginas web en el entorno de HTML.

Dentro de las principales aplicaciones de JavaScript están:

- Validación de formularios: permite validad de una manera rápida que la información ingresada por el usuario cumple con el formato requerido.
- Permite la manipulación de la estructura de la página web, tales como elementos u objetos, sin necesidad de recargar la página.
- Su funcionalidad de permitir animación y transición de las páginas web, permitiendo mejorar la experiencia del usuario con dicho entorno Web.
- Logra recuperar información y enviar datos con el servidor sin necesidad de cargar constantemente la página.
- Las funcionalidades con el entorno multimedia en las páginas web, tales como audios y videos.

## 1.8 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA

OPC UA (Open Plataform Communications Foundation Unified Architecture) es un protocolo de comunicación abierta que permite el intercambio seguro de información en sistemas industriales, permitiendo facilitar el intercambio de información de máquina a máquina (M2M) y mejorar la interoperabilidad entre hardware y software para la automatización industrial y planificación empresarial, logrando converger distintas tecnologías. Este estándar es compatible con Windows, MacOS, Android y Linux, y funciona tanto en PC, PLC, microcontroladores, como en sistemas ciberfísicos (CPS) o infraestructuras basadas en la nube.

OPC UA especifica las reglas básicas para exponer datos en la nube, permitiendo que cualquier aplicación o dispositivo pueda acceder a ellos, logrando un modelo de datos centralizado y una conectividad de información con múltiples equipos, los dispositivos que exponen sus datos a OPC UA permiten que sean transportados a través de la red a una aplicación consumidora. La arquitectura de OPC UA se basa en comunicación cliente-servidor, los servidores proporcionan a través de OPC UA el acceso a la visualización o manipulación de los datos de la automatización de una industria, mientras que los clientes pueden acceder, analizar y escribir sobre esos datos logrando en control industrial. Además, este protocolo respalda las aplicaciones de seguridad industrial, cerrando la planta y aislándola de las redes en caso de un ciberataque, permitiendo de este modo continuar con el proceso mientras se investiga el evento.

### 1.8.1 CARACTERÍSTICAS DE OPC UA

- Descentralización de los componentes del sistema

  OPC UA elimina la estructura de modelo de datos piramidales de componentes del sistema como comúnmente se encuentra en la industria, permitiendo un modelo de datos más flexible en una red de malla, logrando que las aplicaciones empresariales obtengan datos de información del sistema.

- Independencia de la plataforma

  Este software al ser independiente de la plataforma permite que los sistemas industriales puedan integrar software de cualquier proveedor de equipos y en cualquier sistema operativo a la red.

- Escalabilidad de datos

  Permite a las organizaciones generar sistemas SCADA escalables, permitiendo que los equipos ya existentes puedan integrarse con nuevos módulos de software sin necesidad de configuraciones adicionales.

- Descubrimiento

  OPC UA tiene la capacidad de descubrir nuevas plantas a la organización, descubriendo sus redes, configurándolas y añadiéndolas a la industria.

- Interoperabilidad

  Su desarrollo industrial permite que se puedan utilizar dispositivos y software de distintos proveedores.

## 1.9 MODELO CLIENTE – SERVIDOR

El modelo cliente – servidor es un modelo de comunicación que permite la distribución de tareas dentro de una red de hosts u ordenadores. Un servidor puede ser tanto un hardware como un programa informático aceptando las peticiones de los clientes, procesando y proporcionando las respuestas que estos soliciten.

Este tipo de modelo posee ciertas características en la distribución de tareas, mientras que el servidor es el responsable de proporcionar los servicios, tales como procesar y entregar la respuesta solicitada, el cliente solicita y utiliza los servicios proporcionados por el servidor. Un servidor procesa múltiples servicios de manera permanente, permitiendo dar servicios a un gran número de clientes, por otra parte, el cliente solicita activamente los servicios y ejecuta las instrucciones del servidor.

Siguiendo este tipo de modelo un computador puede ser tanto un cliente como un servidor, solo depende del papel que este cumpla dentro de la red y del hecho que el ordenador reciba o solicite recursos o servicios.

Dentro de las principales ventajas que este modelo cliente- servidor proporciona son:

- Simplifica la administración y mantenimiento de los recursos, ya que el servidor se encentra en el centro de la arquitectura donde se concentran los recursos más importantes como la base de datos.
- El almacenamiento central de los recursos permite gestionar el derecho al acceso de los datos, protegiendo y negando el acceso de visualizar o manipular datos sensibles.
- El número de clientes puede amplificarse, ya que múltiples clientes pueden hacer uso de un mismo servidor, solo será necesario que el servidor y el cliente se encuentren conectados a través de la red.

## 1.10 CIBERATAQUE Y CIBERSEGURIDAD.

En el siglo XXI con el constante desarrollo de la evolución tecnológica y de la cuarta revolución industrial, existen numerosas ventajas en la industria, pero también desventajas, ya que este mundo digital tiende a ser vulnerable a ciberataques, es decir, la industria termina siento propensa a múltiples acciones en contra de sus sistemas de información, como su base de datos y redes computacionales, con la finalidad de perjudicar a la industria y a sus sistemas, esta base de datos puede ser espiada, vulnerada, robada, o incluso ser parte de una extorción para la misma. En la actualidad han existido múltiples casos donde existen ciberataques hacia los sistemas de información de la industria, siendo un problema y uno de los desafíos más importantes que las empresas requieren.

En cuanto a los ciberataques, no todos son iguales, existen diferentes tipos como, por ejemplo:

- Phishing_ es un tipo de ciberataque que consiste en envío de un mensaje fraudulento, un enlace, etc. con la finalidad de robar datos sensibles como información de tarjetas de créditos, cuentas bancarias, etc.

- Malware_ softwares maliciosos que integran virus, estos suelen aprovechar las vulnerabilidades para instalar softwares maliciosos, eliminar el acceso a componentes de la red o incluso el robo de información sensible.

- Inyección SQL_ es la integración de un código malicioso que permita la revelación de información protegida de la industria, dejando esta información accesible para su hurto.

- Denegación de servicios_ logra la saturación de los sistemas de red para lograr una incapacidad de la industria en la comunicación.

La norma ISO/IEC 27001 es un estándar que permite aplicar controles para mitigar y reducir los riesgos de un ciberataque, protegiendo la IT (tecnología de información) de una organización, logrando una gestión eficiente de la ciberseguridad, garantizando una confidencialidad, integridad y disponibilidad de su información. Esto lleva a las organizaciones a buscar métodos de avanzar tecnológicamente y poner énfasis en no descuidar la ciberseguridad protegiendo su información de múltiples vulnerabilidades.

La ciberseguridad se ha formado uno de los aspectos decisivos al momento de la integración de múltiples tecnologías en la industria, permitiendo la continuidad operacional y evitando vulnerabilidades de sus sistemas y datos.

## 1.11 PROFINET

Profinet (Process Field Network) es un estándar de comunicación industrial basada en TCP/IP e IT (tecnología de información), desarrollado como mecanismo para intercambiar datos entre controladores (PLC, DCS) y dispositivos (módulos de E/S, computadores, variadores de frecuencia, etc.), protocolo diseñado para ser independiente del fabricante, optimizado para proporcionar un rendimiento óptimo a través de soluciones innovadoras como la detección automática del equipamiento, herramientas de diagnóstico avanzadas y recuperación rápida en caso de fallas.

Como estándar de tecnología de campo para la comunicación de equipos industriales, permite interconectar dispositivos automatizados logrando un ahorro de tiempo en la

comunicación, reducción de costes y un mayor rendimiento. Profinet ofrece una arquitectura escalable, permitiendo añadir dispositivos fácilmente con una velocidad de comunicación desde los 100Mbps, además de funciones de monitorización en tiempo real, diagnostico remoto y análisis predictivo de fallas.

Profinet destaca en el entorno industrial por su capacidad para cumplir con exigencias como comunicación de alta velocidad, complejidad en los procesos y eficiencia energética sin comprometer la estabilidad del sistema de comunicación. Convirtiéndose en un estándar ideal para procesos críticos.

## 1.12 ETHERNET

Ethernet es un protocolo para redes de ordenadores, estandarizado con la norma internacional IEEE 802.3, tecnología que vincula hardware y softwares entre sí, permitiendo el intercambio de datos entre terminales de una red local, por ejemplo, entre computadoras, impresoras, servidores, etc., dicha tecnología ha logrado una gran contribución al desarrollo de ordenadores en el mundo laboral. logrando una velocidad de comunicación de hasta 1000 megabits por segundo, y una extensión de la red de hasta 10 km gracias a la utilización de la fibra de vidrio, permitiendo la implementación de varias opciones de tecnologías, tales como estrella, lineal o anillo, mediante múltiples medios, incluyendo cobre, fibra, inalámbrica, etc.

Ethernet se ha transformado en la mejor opción de conexiones de redes de ordenadores, ya que es utilizado por cerca del 85% de ellas en todo el mundo, gracias a sus grandes ventajas:

- Su facilidad de comprender, implementar, administrar y mantener.
- Implementación de bajo costo.
- Gran flexibilidad de topología de red.
- Garantiza una interconexión y operación de productos que cumplan con el estándar, siendo libre de fabricante.

# CAPITULO 2_ Desarrollo de las HMI con WinCC Unified

## 2. PREPARACIÓN

En este apartado se desarrollará la creación y diseño de las HMI con WinCC Unified, del control On- Off con histéresis del proceso de control de nivel anteriormente mencionado, para ello es requerido planificar y organizar los objetivos necesarios para la implementación adecuada de las pantallas HMI, cabe destacar y recordar que las pantallas HMI serán diseñadas para ser utilizadas y visualizadas en computador con pantalla y mouse, ya que no se cuenta con paneles HMI con esta tecnología en la Universidad. Por otro lado, se presentarán las configuraciones de los softwares utilizados y la forma de creación de las pantallas, la cual cuenta con varias características de diseño para la realización de figuras con dinamismo, propias de los estándares de las páginas web como son HTML5, JS, SVG, en el cual se basa esta tecnología.

Primeramente, se diseñará una pantalla HMI que permitirá el control de manera local con un computador cercano al proceso de control de nivel, asimilando una pantalla de terreno con los permisos necesarios para la realización del control y con una visualización sencilla del proceso y comprensible para un operador. Posteriormente, se creará una HMI que permitirá ser visualizada de madera remota, sin otorgarle los permisos de control del proceso, mediante la comunicación de OPC UA, entendiendo la idea de remoto para este trabajo de título como la capacidad de conectarse encontrándose dentro de la misma red de la Universidad donde se ubica el proceso, en este caso mediante el cableado de red Ethernet del laboratorio de control; Esta segunda pantalla asimilará la visualización que deberá tener el personal que no pertenezca directamente a la producción como el personal de supervisión y continuidad, por eso al trabajar en modo remoto no puede contar con permisos de control, ya que, por motivos de seguridad industrial, y a las personas, es riesgoso dar partida o controlar un proceso que no se tenga una visión de lo que en terreno está sucediendo con los cambios que se estarían realizando.

La HMI local será ejecutada con un PC de manera local mediante TIA Portal con WinCC Unified, permitiendo controlar y modificar las variables de control del proceso, ésta pantalla (computador de estación) se comunicará al PLC S7 1200 mediante el protocolo de red Profinet, el diseño de dicha HMI deberá estar enfocado a un operador de terreno, que pueda de manera fácil, rápida e intuitiva maniobrar, controlar y manipular las variables de control, además de poder conocer las características de los componentes de dicha planta, como alarmas y gráficos respectivos, haciendo uso de las características que Siemens ofrece con esta tecnología.

La HMI remota se comunicará mediante el protocolo de OPC UA al PLC S7 1200 del proceso, siendo ejecutada mediante la licencia SIMATIC Runtime WinCC Unified PC, lo

cual permitirá la visualización del proceso, mediante el protocolo de comunicación (OPC UA) se limitará los permisos de parametrización, es decir, entregarle solo una visualización en formato de página web de la planta, así obtener los datos en tiempo real del proceso y presentarlos de manera visual.

El desarrollo de la HMI local será utilizada como base en su forma y arquitectura para la creación de la pantalla HMI remota, el diseño que ambas presentarán será como comúnmente se visualiza y manipula una página web y así lograr similitud en su operatividad dentro de ella, para esto, primeramente, se deberá preparar los equipos con sus softwares respectivos para la creación y diseño de dichos objetivos.

La arquitectura de control del proceso respectivo se realizará mediante un PLC S7 1200, el cual por medio de la red Profinet se comunicará a un computador local en la estación de trabajo, dicho computador con el TIA Portal v18 con WinCC Unified programará y diseñará las HMI (local y remoto). Posteriormente se controlará y visualizará el control de nivel mediante la pantalla HMI como página web de manera local.

Para la HMI remota, las variables del proceso obtenidas serán comunicadas a través de OPC UA del controlador, para ser transmitidas al computador de visualización remota (HMI en computador remoto), el cual tomará dichos datos y mediante la ejecución de SIMATIC Runtime WinCC Unified PC podrá visualizar el comportamiento de la planta (ver Figura 2-1), en esta HMI para acceder a la visualización de la planta se creará un usuario y contraseña de acceso, evitando con esto, que cualquier persona ajena a la planta pueda acceder y demostrar así uno de sus desarrollos de ciberseguridad.

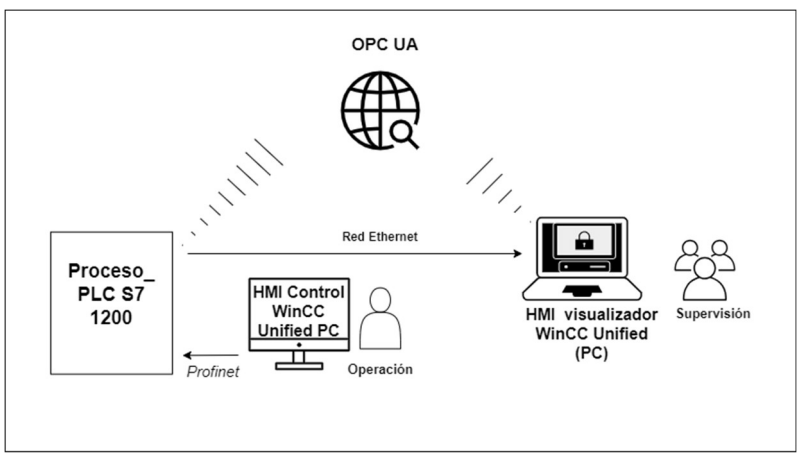


**FIGURA 2-1_ Esquema de Comunicación**

### 2.1.1 CONFIGURACIONES DE TIA PORTAL V18 PARA LA CREACIÓN UNA HMI CON WINCC UNIFIED

Para lograr trabajar y configurar el TIA Portal V18, y así permitir diseñar una HMI de WinCC Unified para un control con un PC, será necesario contar con un equipo que cumpla primeramente con los requerimientos del programa TIA Portal a utilizar, además en algunos computadores será necesario configurar el Windows, así permitir trabajar con el servidor web de Siemens, para ello es necesario antes de la instalación del TIA Portal preparar el sistema operativo, dirigiéndose al "Panel de control", en la categoría "Programas" será necesario abrir la ventana emergente llamada "Activar o desactivar características de Windows", activando las siguientes características que el fabricante Siemens detalla a continuación, las cuales serán destacadas con casilla color rojo (ver Figura 2-2).

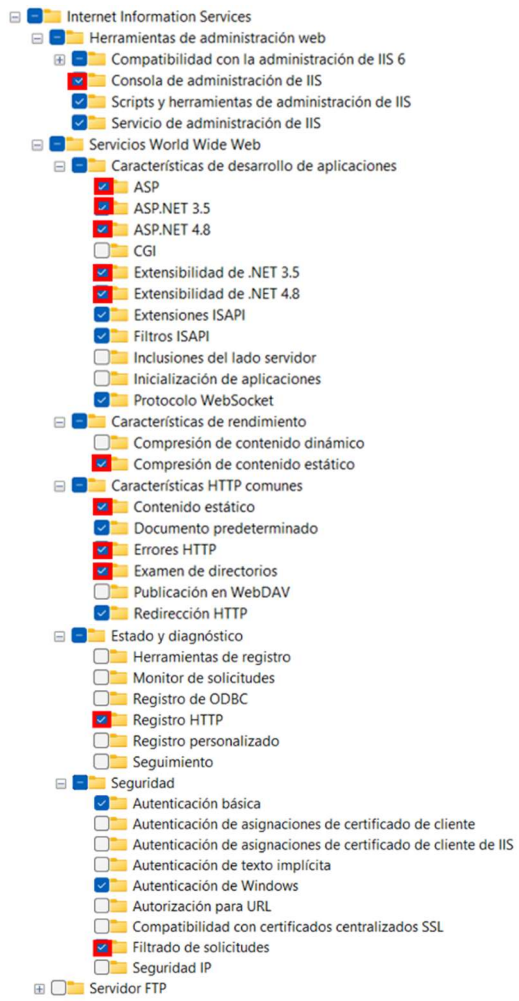


**FIGURA 2-2_ Configuraciones preliminares de Windows**

Teniendo aceptadas las características mencionadas anteriormente, se requerirá reiniciar el equipo para aplicaras al sistema operativo, para luego proceder a instalar el TIA Portal con WinCC Unified, de esta forma la Runtime del TIA Portal podrá acceder a los servicios propios de Siemens en el navegador web, dependiendo de la versión del Windows instalado algunas veces no será necesario esta configuración preliminar, pero en caso de que no permita el acceso al servidor Siemens en la página web el fabricante entrega esta solución evitando inconvenientes.

Cuando el equipo se encuentre preparado, se procederá con la instalación y licenciamiento del TIA Portal con WinCC Unified, junto con sus extensiones propias para trabajar en el diseño de la pantalla HMI en computador SIMATIC WinCC Unified PC (SIMATIC Runtime); SIMATIC WinCC Unified PC es una extensión del TIA Portal con WinCC Unified, que permite la creación de una pantalla HMI WinCC Unified PC y además es la instalación propia de la Runtime, permitiendo que mediante un navegador web común de un equipo poder visualizar la pantalla HMI creada sin la instalación del TIA Portal.

Posteriormente, se procederá a la creación y construcción de la pantalla HMI, para ello se deberán crear los certificados para trabajar con el servidor web de Siemens, esto se logra abriendo el programa “WinCC Unified Configuration” como administrador e instalando su configuración por defecto.

Una vez finalizado en TIA Portal se creará un proyecto nuevo, en la configuración de “Primeros Pasos” se deberá seleccionar en visualización “configuración de un HMI”, una vez ahí en “sistema de PC”, se selecciona” SIMATIC HMI Application” y “SIMATIC WinCC Unified PC” (ver Figura 2-3), aceptando el dispositivo, se deberá dirigir a “vista del proyecto”.

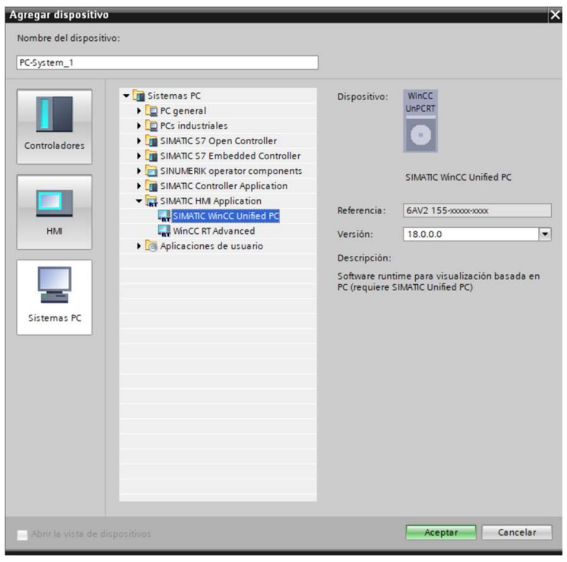


**FIGURA 2-3_ Selección de HMI SIMATIC WinCC Unified PC.**

En “vista del proyecto”, se selecciona propiedades del proyecto, y en protección se selecciona “Permitir simulación al compilar bloques”, aceptando la selección y permitiendo la simulación del proyecto (ver Figura 2-4).

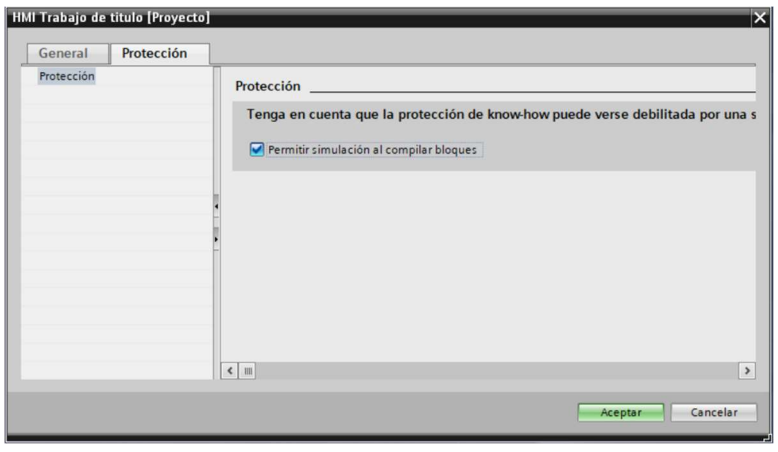


**FIGURA 2-4_ Selección de permitir simulación**

En el menú “PC System” (Estación de PC SIMATIC), submenú “HMI RT” (WinCC Unified PC), se selecciona “Configuración de Runtime”, en la pestaña de “General”, se quita la selección “activar transferencia cifrada”.

Configurado, en menú “PC System”, submenú “Configuración de seguridad”, se selecciona “Usuarios y roles”, una vez ahí se agrega un usuario nuevo, creando un nombre,

contraseña, y seleccionar que Rol cumplirá dicho usuario (ver Figura 2-5); Este apartado es sumamente importante, ya que permite crear múltiples usuarios y sus contraseñas de acceso, además designarles hasta qué punto se le otorgan los permisos, por ejemplo a un usuario se le puede permitir solo la visualización del proceso, como a otro la visualización y el control, o incluso la administración. Logrando mayor seguridad de los datos, y evitando que un personal ajeno al proceso ingrese al control y pueda manipular la planta, obteniendo así ciberseguridad en cuanto al acceso a la pantalla HMI.

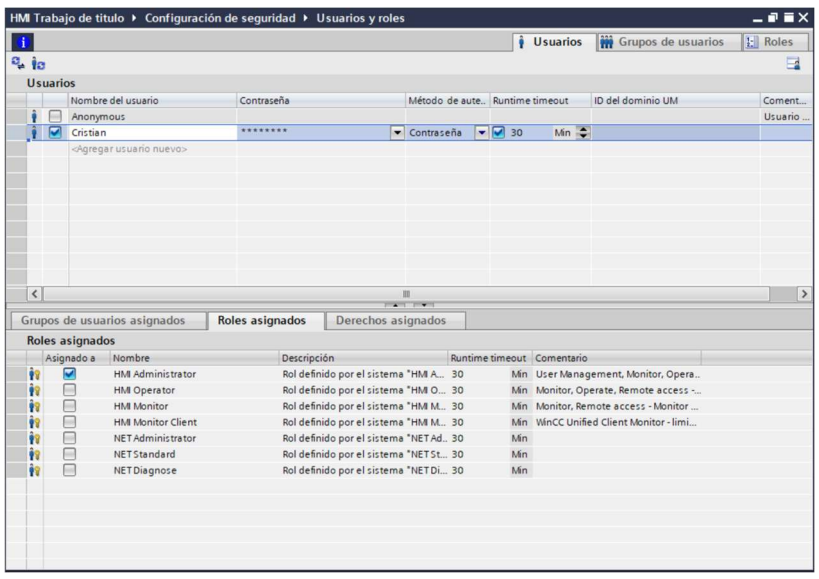


**FIGURA 2-5_ Configuración de Usuarios y roles.**

Cuando se tenga configurado los usuarios, en necesario crear una imagen en la pantalla HMI y compilar, luego en el software WinCC Unified configuración, se seleccionará "aplicar configuración existente", y finalmente se permitirá cargar dicha configuración al PC.

En el software SIMATIC Runtime Manager, ir a configuración y en la pestaña "General" seleccionar la casilla "Activar Inicio de sección Automático", al finalizar aceptar, una vez aceptado, seleccionar el proyecto creado e iniciar el proyecto en la Runtime. La importancia la Runtime en el proyecto, consiste en iniciar el proyecto y llevarlo a la página del servidor de Siemens del Local host, para iniciarlo mediante un navegador web de manera local como se puede ver en la Figura 2-6.

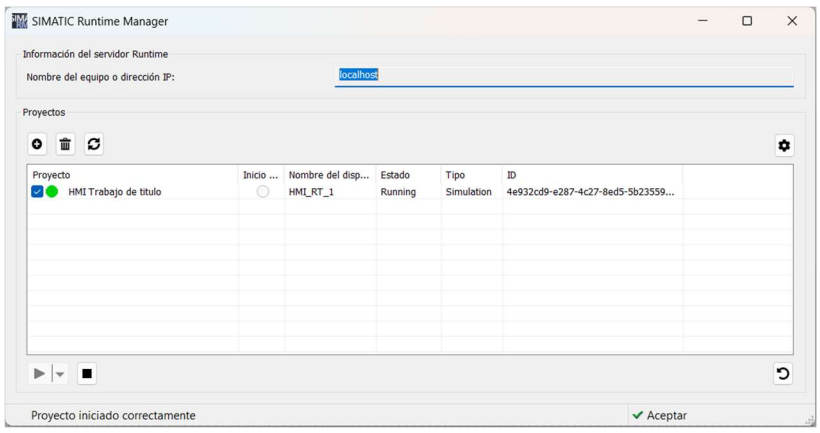


**FIGURA 2-6_ SIMATIC Runtime Manager.**

Finalmente dirigirse a cualquier navegador web, direccionar a la página de local host (https://127.0.0.1) dirigiéndonos al servidor Siemens, introducir nuestro nombre de usuario y contraseña creada en “WinCC Unified RT” (Usuarios y roles) y al iniciar se verá la HMI creada en la página web del servidor como se puede ver en la Figura 2-7, de esta forma ya se podrá ir visualizando el proyecto creado con características nativas de las páginas web.

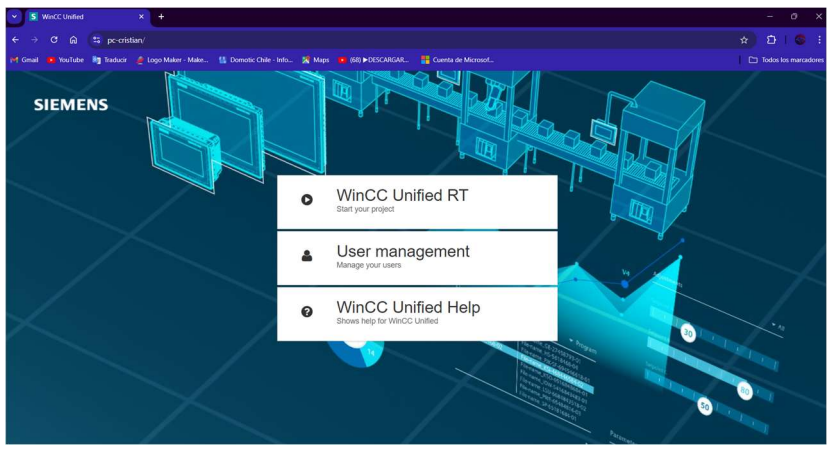


**FIGURA 2-7_ Servidor Siemens en página de local host del PC.**

Como ya se ha configurado y probado el TIA Portal con WinCC Unified para la creación de una HMI, se podrá proceder a la creación de la pantalla y diseño del layout para el control del proceso respectivo.

## 2.2 LAYOUT DE LA VISUALIZACIÓN DE LA PANTALLA HMI

Para cumplir con los objetivos del control de proceso propuesto, se determinará mediante un layout la distribución y contenidos que el HMI en computador tendrá, los cuales se deberán seguir para la construcción de este proyecto.

Primeramente, se determina que la visualización del proceso será como objetivo principal de manera intuitiva, tanto para los operadores del proceso de manera local, como para el personal que visualizará el proceso de manera remota, con la distribución de ventanas utilizando la arquitectura de diseño de las páginas web, el tamaño de la pantalla será de una resolución de 1920 x 1080 pixeles (resolución nativa de la pantalla una página web) para ser trabajada en pantalla completa dentro del navegador web.

A continuación, se detallarán las características que tendrá la pantalla HMI, detallando la posición de sus partes, ítems, contenidos e incluso las imágenes que serán presentadas, con la finalidad de crear una HMI similar a una página web con aspecto llamativo desde sus colores hasta la presentación que esta tenga al usuario tanto local como remoto, se detallará posteriormente la distribución que tendrá cada parte de la página web (HMI) con la función que esta tendrá dentro de la navegación por la misma (ver figura 2-8).

En la distribución de la HMI, en la parte superior de la pantalla se encontrará con un sector de “Encabezado”, con la misma dimensión de ancho de la pantalla pero con una dimensión de altura reducida (1920 x 130 pixeles), donde se podrá visualizar el nombre del proceso (control de nivel), e ítems para la navegación dentro de la página, en la izquierda de este, se dispondrá de un menú donde se desplegará todos los ítems disponibles clasificados para una mayor comprensión y accesibilidad, y en la derecha se encontrará con la selección de esquemáticos (plano PI&D, fotos de la planta, etc.) además del Control de Proceso (visualización dinámica del proceso, alarmas, grafico de tendencias), el objetivo de esta sección superior es que el usuario de manera ordenada pueda desplegar submenús cuando haga contacto con el mouse, sobre una palabra o imagen, de manera tal que al igual que en un software el usuario pueda desplegar ítem de una misma referencia, pero dentro de la HMI.

Bajo el sector de “Encabezado” al lado izquierdo de la pantalla, se encontrará el sector de “Submenú”, donde se desplegarán los ítems relacionados según el contacto que realice el usuario dentro del sector de “Encabezado”, las dimensiones de este sector serán de 370 x 950 pixeles, con la finalidad de disponer para el “Submenú” el restante de la pantalla que se encuentre bajo el “Encabezado”, pero con un ancho reducido ya que este sector solo presentará los submenús para ser presentados en el sector de “Contenido”.

El sector de “Contenido” tendrá una dimensión de 1550 x 950 pixeles, siendo el sector de mayor área dentro de la HMI como sucede en las páginas web, ya que en este sector se presentarán todos los contenidos que se seleccionen de los “Submenús”, por ejemplo, el proceso dinamizado, los gráficos y alarmas, e incluso la información disponible de la planta.

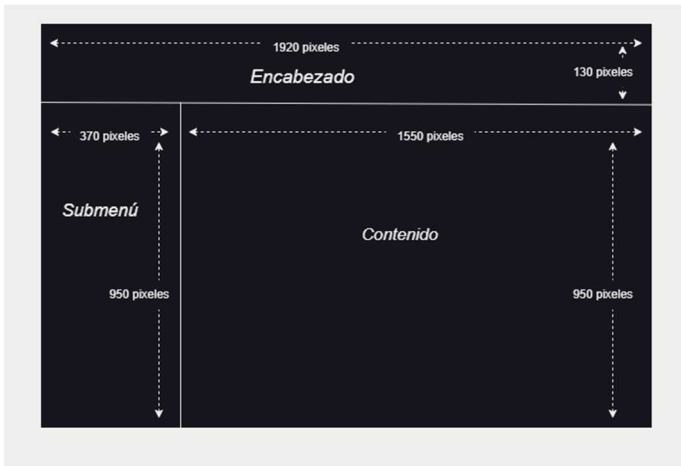


**FIGURA 2-8_ Tamaño de pantalla, dimensiones y disposición.**

Dentro de las características que presenta WinCC Unified para la creación de una HMI, es diseñar visualizaciones llamativas con un amplio espectro de colores y formas, dando aprovechamiento a tales características, se ha determinado crear la HMI con colores de fondo con un degradado de Azul con Burdeos. Para separar entre el “Encabezado” y el resto de la página, se ha determinado jugar con las diferentes tonalidades de los colores del fondo, así formar una imagen llamativa y elegante, resaltando además su disposición como página web y logrando una similitud de diseño de manera intuitiva.

Como será una HMI de un proceso industrial, la primera pantalla deberá mostrar la visualización dinámica del proceso, donde se podrá visualizar y manipular las variables de dicha planta para lograr un control del proceso rápido y eficaz. La visualización dinámica es un esquema representativo y dinámico de la planta, que pretende bajo el concepto de manipulación de las figuras y/o colores representar las distintas variables o comportamientos que tenga la planta, haciendo uso de las características de JavaScript dentro de la tecnología de WinCC Unified. Además, deberá tener disponible una ventana emergente para observar gráficos de tendencias del nivel y el Set Point seleccionado, dicha ventana emergente de grafico de tendencia será desplegado al momento de hacer contacto

con el mouse con el esquema central de la planta, permitiendo moverla o incluso cerrarla para no molestar el control o visualización del proceso.

En el ítem de “Esquemáticos”, se presentará información de esquemas relevantes de la planta, como por ejemplo en el submenú en “Plano P&ID” se presentará el esquema P&ID (Diagrama de tuberías e Instrumentación) simbolizando la instrumentación asociada a la planta. En “Planta física”, se presentará una imagen real de la planta, con el tag asociado a cada elemento, tag que concuerda con el esquema P&ID, además al hacer contacto con el mouse sobre el elemento que se desee conocer, se desplegará las características o datos de placa dadas por el fabricante de cada elemento. En “Esquema de comunicación”, se presentará al usuario un esquema que represente la comunicación con el proceso, en el caso de la HMI local no se presentará el esquema de comunicación, ya que su enfoque es para un operador, pero en la HMI remota, se presentará el esquema que interpretando su comunicación y obtención los datos del proceso. Finalmente, en el ítem de “Esquemáticos”, se presentará el ítem de “Equipamiento”, donde se le entregará al usuario una tabla con el tag asociado a los componentes de la planta de control de nivel con sus características de los datos de placa que estos tienen.

En el ítem de “Control de proceso”, se presentará información del control del proceso en tiempo real, es decir se presentará el comportamiento, los parámetros y la información relevante de la actividad de la planta, el primer ítem de este submenú será la “Visualización dinámica”, que como se ha mencionado anteriormente permitirá la visualización esquemática del comportamiento del proceso en tiempo real, siendo uno de los ítems más importantes de la planta. El segundo ítem dentro de este submenú será el “Grafico de tendencias”, donde se presentará el grafico con el comportamiento actual a tiempo real del nivel de líquido dentro del tanque, además del nivel de Set Point seleccionado, de esta forma el usuario podrá ir observando el historial del nivel de agua dentro del mismo, para mayor aprovechamiento de este gráfico, se dinamizará para que el eje vertical (nivel) cambie de acuerdo a los límites de control actual, con la finalidad de permitir que el usuario aprecie de mejor forma el comportamiento real del nivel de agua en el tanque. Finalmente, en este ítem se presentará la tabla de “Alarmas”, tabla que es sumamente importante en el control de la planta, ya que permite apreciar las alarmas y avisos que la planta tiene.

En cada pantalla se tendrá disponible en la parte superior derecha un símbolo de alarma, que se visualizará cuando se tenga una alarma emergente, permitiendo llamar la atención al usuario y dirigirlo a la tabla de alarmas para su posterior solución, así dar continuidad al funcionamiento del proceso como se llevaría a cabo en un proceso industrial real, en el

caso que no exista una alarma, ese símbolo desaparecerá permitiendo al usuario continuar con el control sin interrupción visual.

Uno de los puntos importantes en el diseño de la interfaz, es que las figuras agregadas a las pantallas HMI, deberán estar en formato SVG (gráficos escalables vectoriales), teniendo la posibilidad de escalar el proyecto para ser trabajado en pantallas de distintas dimensiones, además con este formato de gráficos existe la posibilidad de dinamizar las figuras graficas formando una pantalla de interacción llamativa y animada para el usuario, cabe señalar que para dinamizar figuras propias se requiere de un conocimiento extra para su desarrollo quedando fuera del alcance de este proyecto.

Otro de los aspectos importantes en la creación de la HMI será la animación de las interacciones, puesto que para lograr que esta sea intuitiva deberá presentar al usuario botones, bloques de entrada y salida, luces piloto, etc. de una forma que llame la atención e interprete el comportamiento que la planta tiene, un ejemplo de ello puede ser los botones de partida y parada, los cuales logrando una animación de estos, el usuario podrá interpretar el estado que este tiene en tiempo real, todo esto haciendo uso de las propiedades de las mejoras que JavaScript presenta con WinCC Unified, al igual que en la dinamización de gráficos vectoriales (SVG).

Ahora teniendo los aspectos que se pretenden lograr claros, se procederá a la creación de la pantalla HMI, la interacción con el Usuario y la respuesta con la planta, logrando así los objetivos deseados.

### 2.2.1 CREACIÓN DE UNA HMI EN COMPUTADOR MEDIANTE WINCC UNIFIED

Para la creación de la HMI mediante WinCC Unified, es necesario recordar que se utilizará el diseño, disposición y características planificadas según el layout mencionado en el apartado anterior, además que la creación de dicha interfaz será diseñada con la finalidad de trabajar mediante un computador comandado por mouse y teclado, tomando como base la disposición de una página web.

Para la creación de las interfaces para trabajar en modo local y en modo remoto, se tendrá el mismo diseño y disposición en ambas, solo con algunas diferencias como en el ítem de "esquema de comunicación" que será propio de la HMI remota, además la HMI de modo local tendrá a su disposición los permisos no solo de visualización, sino que tendrá los permisos de control de los parámetros de las variables del proceso, aclarando este punto y para facilitar la creación de dichas pantallas, se construirá una misma HMI en la cual se probará de modo local, para luego modificar solo los puntos anteriormente mencionados y realizar la conexión remota mediante el protocolo de comunicación OPC UA.

Con el TIA Portal v18 abierto y el PLC S7 1200 conectado y enlazado al computador, se probará el funcionamiento del programa de control On – Off con histéresis del proceso de control de nivel, y una vez que el control esté en correcto funcionamiento, se procederá a la creación de la pantalla HMI. Para ello se agregará a dicho proyecto una HMI de computador, agregando a la topología la HMI que se encuentra en "Sistema de PC" en la sección de "SIMATIC HMI Aplicación", la HMI para computador con tecnología WinCC Unified es llamada "SIMATIC WinCC Unified PC", esta interfaz junto con la Runtime permite que la interfaz- hombre maquina sea abierta como página web dentro de un navegador.

La HMI estación de PC SIMATIC WinCC necesita para su funcionamiento un módulo de comunicación, en este caso requiere de un módulo de comunicación Profinet, por el cual se comunicará al proceso que se desea controlar; Para agregarlo en "Módulo de comunicación" en la HMI, en este caso se agregó el módulo comunicación llamado "IE general" (ver Figura2-9) que se encuentra dentro del submenú de Profinet. Luego debe ser agregado a la HMI y conectado dentro de "topología y redes" al módulo de comunicación del PLC, teniendo en cuenta sus respectivas direcciones IP.

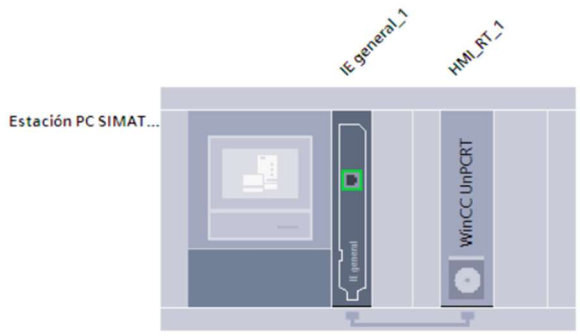


**FIGURA 2-9_ Estación de PC SIMATIC WinCC**

Una vez que la estación de PC SIMATIC WinCC se encuentre conectado se procederá a la construcción de la visualización de la HMI, en “Usuarios y Roles” se creará un usuario con rol de administrador para realizar las pruebas de la pantalla HMI. Cabe señalar que TIA Portal dentro de la creación de las HMI llama a “Imagen” a la construcción de un solo plano de imagen, donde se encuentran múltiples figuras para el control o visualización, es decir una “Imagen” puede ser un sector de la pantalla como la pantalla en sí, dependiendo de cómo esté construida se puede encontrar desde figuras hasta palabras. En este caso para la creación de una “Imagen” que funcione de fondo como se ha planificado, se ha creado una “Imagen” base con los colores deseados, y sobre ella se sobrepondrán imágenes con un fondo transparente.

En primer lugar, se deberá crear la “Imagen” de fondo con las dimensiones de la pantalla respectiva en este caso de 1920 x 1080 pixeles, en la que se le agregará el diseño deseado según el layout anteriormente planificado. Agregando una “Imagen” como pantalla principal, se integrarán “Ventanas de imagen” con las dimensiones y disposiciones planificadas, obteniendo de esta forma la base de la distribución planificada, estas “Ventanas de imagen” cumplen la función de presentar o modificar las “Imágenes” que se encuentren en ella reemplazándolas con otras, las “Ventanas imágenes” se pueden encontrar en ítem de “Controles” al diseñar una imagen de una HMI en TIA Portal, la importancia de la distribución anteriormente planificada de la posición del “Encabezado”, “Submenú” y “Contenido” en la “FIGURA 2.8_ Tamaño de pantalla, dimensiones y disposición” del layout radica en este punto, ya que permite dimensionar y posicionar las “Ventanas de imagen” con la referencia planificada.

Con la creación de una nueva “Imagen” (en este caso imagen de encabezado, ver Figura 2-10), se dimensionará y luego se realizará una asociación la “Ventana de imagen” anteriormente diseñada; En la opción “Imagen” que se encuentra en el ítem “General” en

la “Ventana imagen” se menciona el nombre de la “Imagen” que se desea asociar (en este caso imagen de encabezado).

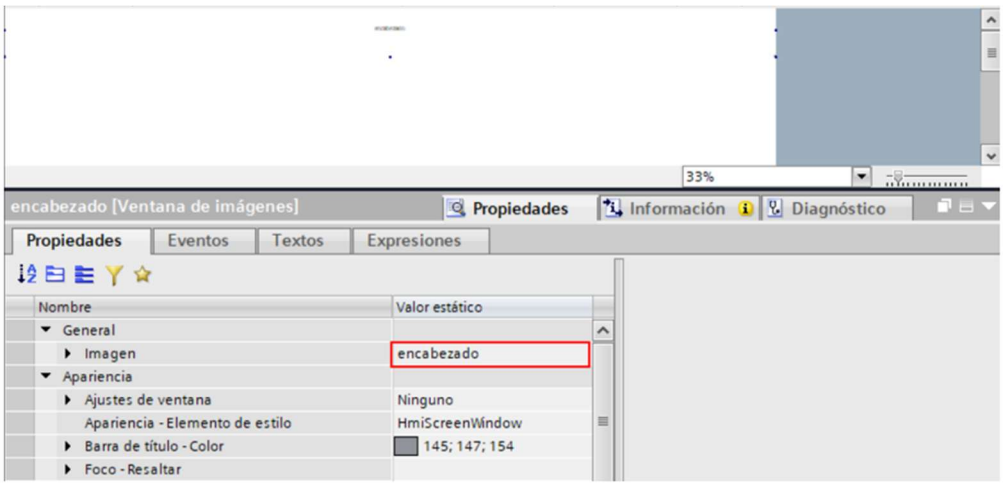


**FIGURA 2-10_ Asociación de una ventana de imagen a una imagen.**

Realizada esta asociación, ya se puede modificar la “Imagen” deseada (en este caso la que se usará en la posición de encabezado) de acuerdo con los requerimientos y disposiciones que se planificaron en la sección del Layout. En la “Imagen” de encabezado se deberá incluir, en este caso, todo lo que se ha propuesto incluir en la parte superior de la pantalla, como el botón de menú, título, logo, etc. Además, ya se puede incluir figuras o gráficos arrastrándolos a dicha pantalla (pueden ser en formatos SVG, JPG, PNG, etc.) como se ha planificado. Las figuras agregadas se realizarán en formato SVG para obtener las ventajas de escalamiento que esta tecnología nos ofrece. De la misma forma, se podrá ir creando nuevas “Imágenes” con las distintas dimensiones y posiciones correspondientes al “Submenú” y “Contenido”, asociándolas a cada “Ventana de imagen” de la “Imagen” principal.

Gracias a las características que ofrece JavaScript en esta tecnología de visualización, se puede realizar una dinamización entre “Ventanas de imagen”, por ejemplo, que al hacer contacto con el mouse del computador en una figura o en una palabra, dentro de una “Imagen” que se encuentre en la “Ventana de imagen” del encabezado, se pueda modificar la “Imagen” actual de la “Ventana de imagen” del submenú, con esto poder lograr una fluidez en la navegación dentro de la HMI del proceso.

Para lograr una dinamización y navegación entre distintas “Ventanas de imagen” (ver Figura 2-11), deberá dirigirse a la figura o palabra donde se desea activar el cambio de “Imagen” de una “Ventana de imagen”, en eventos seleccionar “Clic con botón izquierdo” > “DefinirValorPropiedad”, en “Ruta Objeto de imagen” (1) definir “String” luego de “//nombre de la ventana de imagen que se desea cambiar”, en “Nombre Objeto de Imagen Propiedad” (2), definir “String” luego la ruta de la propiedad que se desea cambiar (se puede copiar de la ruta de la propiedad de la “Ventana de imagen” a cambiar), en “Valor” (3) definir “String” luego el nombre de la “Imagen” por la que se desea cambiar, de esta forma cuando se realice un clic izquierdo en una figura o palabra, se cambiará una “Imagen” por otra dentro de la “Ventana de imagen” señalada, dentro de la “Imagen” principal diseñada con “Ventanas de imágenes”.

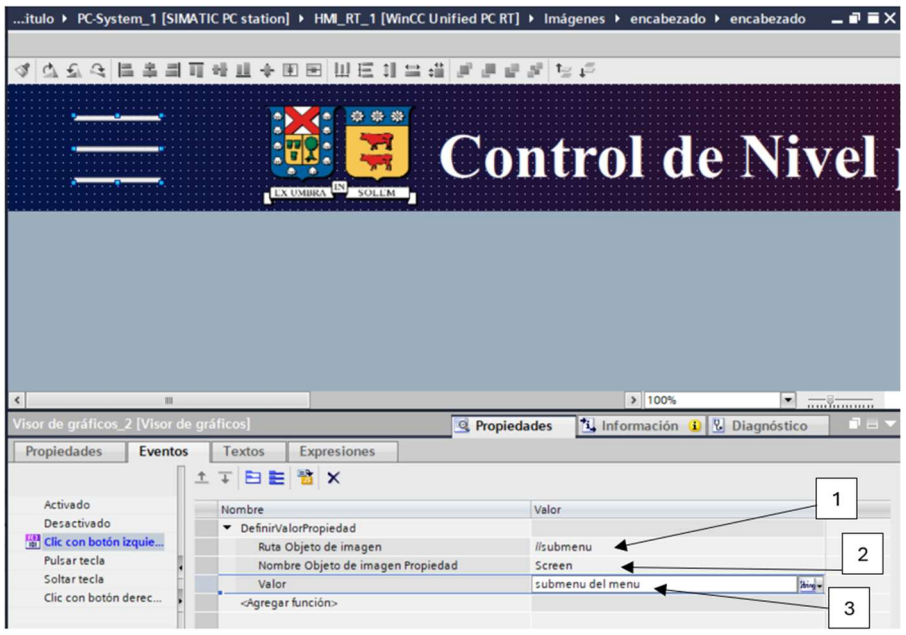


**FIGURA 2-11_ Dinamización entre ventanas.**

Esta dinamización entre ventanas es útil, ya que permite una interacción cómoda y ordenada entre los distintos ítems que se desean mostrar al operador o usuario, siguiendo la base creada anteriormente con la distribución de las páginas web.

Uno de los elementos atractivos que nos entrega WinCC Unified con respecto al concepto de página web es la apertura de ventanas emergentes, que permite moverlas, cerrarlas, expandirlas, abriéndolas al seleccionar una figura o palabra, para ello es necesario tener claro la figura o lugar donde el operador o usuario pueda interactuar y abrir la ventana

emergente, una vez que se ha seleccionado el grafico de interacción se creará una "Imagen" con el tamaño y disposición que se desea abrir en forma de ventana emergente, luego se debe hacer clic en la figura deseada (icono de interacción del operador), y se deberá crear la función de interacción, para ello teniendo seleccionada la figura, se debe dirigir a las "Propiedades", en "Avisos", seleccionar "Clic con botón derecho" y "AbrirImagenEnVentanaEmergente" (ver Figura 2-12), en "Nombre de la ventana Emergente" se escribe el nombre a que se desea llamar a este evento (este nombre no tiene mayor relevancia al momento de su funcionamiento), y en "Nombre de la Imagen" se selecciona la "imagen" que se desea abrir en forma de ventana emergente ("Imagen" recientemente creada). A esta ventana emergente se le puede configurar sus propiedades, tales como permitir cerrar, expandirse, mover, etc. dentro de la pantalla de navegación, formando una interacción visual y atractiva para el usuario.

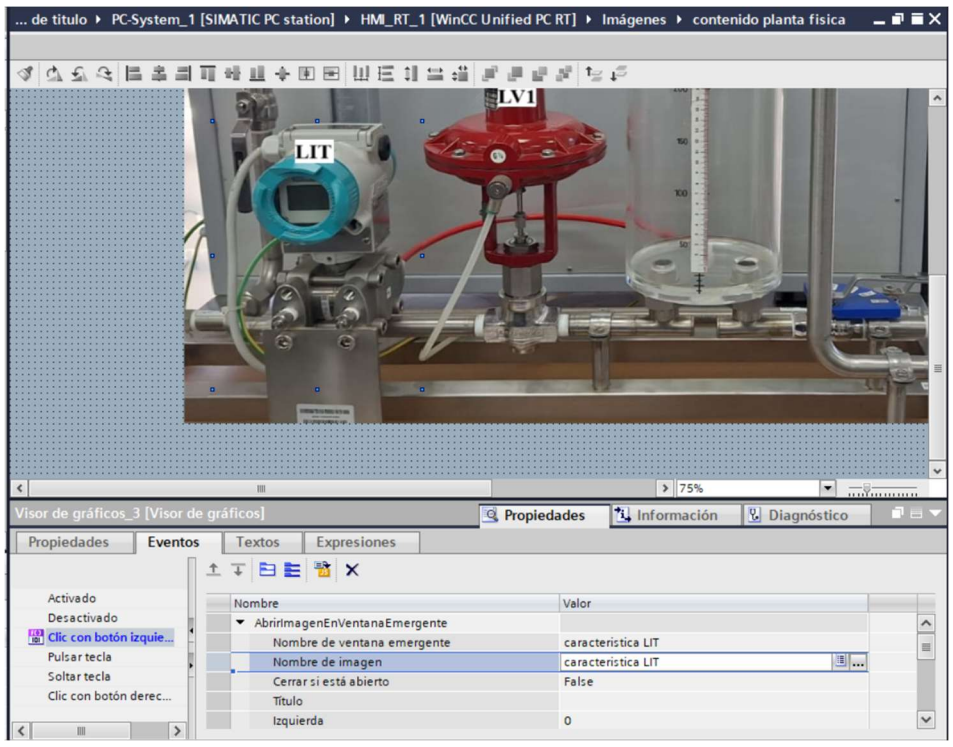


**FIGURA 2-12_ Función Abrir ventana de Imagen**

Teniendo creadas las dinamizaciones entre "Ventanas de imagen", y estas se encuentren posicionadas con cada "Imagen" correspondiente, además de que cada "Imagen" cuente con las figuras que se desean agregar, y/o campos de entrada y salida, botones, luces pilotos, etc. que se requieran. se podrá realizar la conexión de variables, entre las variables de la HMI y las variables del PLC. Para ello se creará una "Tabla de variables" en la HMI,

y se declararán las variables que se requieran necesarias para mostrar o dinamizar en la interfaz; Una vez declaradas las variables, en la columna de “Conexión”, se seleccionará la ubicación de la conexión a la que corresponda la variable de la HMI (ver Figura 2-13). En la Columna “Variable de PLC”, se selecciona la ubicación de la variable de la HMI a la que corresponda dentro de la programación en el PLC, de esta forma enlazar las variables del PLC con las variables a utilizar del HMI.

variables de HMI

| Nombre | Tipo de datos | Conexión | Nombre del PLC | Variable PLC | Dirección |
|---|---|---|---|---|---|
| alarma_ bajo nivel | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."alar.. | |
| alarma_ proceso detenido | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."alar.. | |
| alarma_ señal | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."alar.. | |
| alarma_ sobrenivel | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."alar.. | |
| apertura de la valvula | Int | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."aper | |
| dinamizacion de llenado | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."dina. | |
| histeresis | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales".hister | |
| led limite maximo nivel estanq... | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."led li | |
| led limite minimo nivel estanque | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."led li | |
| led llenado del estanque | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."led .. | |
| parada | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales".parad | |
| partida | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales".partid | |
| señal de partida del proceso | Bool | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."seña | |
| set point | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."set p | |
| valor maximo del proceso | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."valo. | |
| valor minimo del proceso | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."valo. | |
| variable de proceso normalizad. | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."varia | |
| variable de proceso normalizad. | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."varia | |
| volumen del estanque | Real | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | "variables globales"."volu. | |
| <Agregar> | | | | | |

**FIGURA 2-13_ Tabla de variables HMI**

Una de las principales características que nos entrega Siemens con este sistema, son las dinamizaciones de los objetos dentro de la pantalla HMI, gracias al funcionamiento de lenguajes nativos de páginas web (HTML5 y JavaScript), estas dinamizaciones permiten cambiar la forma, el color, el tamaño, etc. de las figuras en SVG según el comportamiento de las variables del proceso o Script definidos, permitiendo la obtención de visualizaciones llamativas dentro de la interfaz, estas dinamizaciones pueden ser creadas a gusto del usuario e integradas a la HMI, si se tiene el conocimiento necesario para la creación de estas, de lo contrario el fabricante nos entrega objetos predeterminados en formato SVG para el diseño y dinamización de las plantas industriales, Estas figuras predeterminadas se encuentran en “Herramientas” en la sección de “Widgets dinámicos”.

Para la dinamización de los objetos en la HMI se requiere seleccionar el objeto (ver Figura 2-14), luego en sus “Propiedades”, se selecciona la propiedad que se requiera dinamizar en la columna de “Dinamización”, teniendo al alcance propiedades como el tamaño, el color, la posición, etc., luego se deberá seleccionar el tipo de dinamización (ejemplo Variable, Script o una Expresión), en el caso de una variable ya sea interna como la de un

PLC se desplegará una ventana lateral para la realización de la dinamización, donde se selecciona el valor de la variable que permitirá la dinamización y el comportamiento que esta propiedad tendrá, en el caso de una Script, se podrá mediante lenguaje estructurado crear la dinamización de la propiedad seleccionada de la figura.

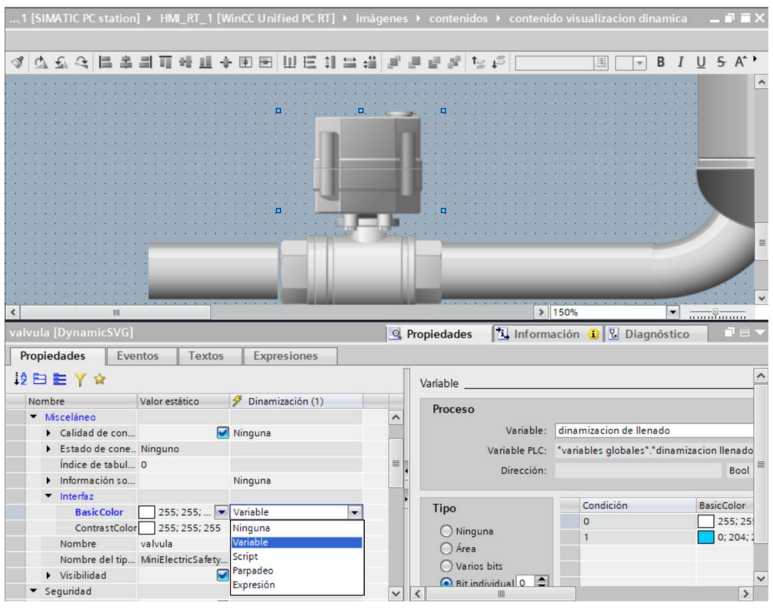


**FIGURA 2-14_ Dinamización del color de la válvula.**

Otro aspecto importante de las pantallas HMI son las alarmas, para crear las alarmas, primeramente se deberá abrir en la HMI del árbol del proyecto el submenú de “Avisos HMI”, en esta sección se pueden agregar desde avisos de variables analógicas (pestaña “Avisos analógicos”), y avisos de variables digitales (pestaña “Avisos de bit”), para agregar las alarmas se selecciona la pestaña según el tipo de variable a la que pertenezca la alarma (ver Figura 2-15), luego se presiona “Agregar” donde se agrega una alarma para ser parametrizada, en la columna “Texto de aviso”, se digita el aviso que entrega la HMI cuando se active la alarma, y en la columna “Variable de disparo” se seleccionará la ruta de la alarma pudiendo encontrarse en las variables HMI o incluso en el PLC si se encuentra conectado de modo local, con la columna “Conexión de la variable de disparo”, se encuentra el método de conexión a la variable, en este caso es de manera local, la cual posteriormente pasará a conexión OPC UA (HMI remota). Finalizando la creación de las alarmas, en una “Imagen” de la HMI se agrega la función de “Función de avisos” que se encuentra en la pestaña de “Controles” de la misma.

**FIGURA 2- 15_ Tabla de Avisos HMI**

Un aspecto de utilidad para los operadores de una HMI, son los gráficos de historial las variables, permitiendo observar y registrar gráficamente el comportamiento y valor que tienen durante el funcionamiento de la planta. Para la creación de los gráficos se deberá crear un fichero de las variables, permitiendo el registro de dichas variables en una memoria, para ello, es necesario en el árbol del proyecto de la HMI abrir el submenú "Ficheros", luego crear un fichero en la pestaña "Ficheros de variables" (ver Figura 2-16), una vez creado el fichero, en las columnas "Medio de almacenamiento" y "Carpeta de almacenamiento" se podrán elegir donde se almacenarán los registros de las variables, mientras que en la columna "periodo de fichero" se podrá determinar el número de días de los que se deberá tener el registro guardado, es decir, en este punto si se seleccionan 7 días solo se tendrán registros de los últimos 7 días, además en la columna "Tamaño máximo de fichero" se podrá determinar el tamaño máximo que se cuenta para la obtención de registros de las variables.

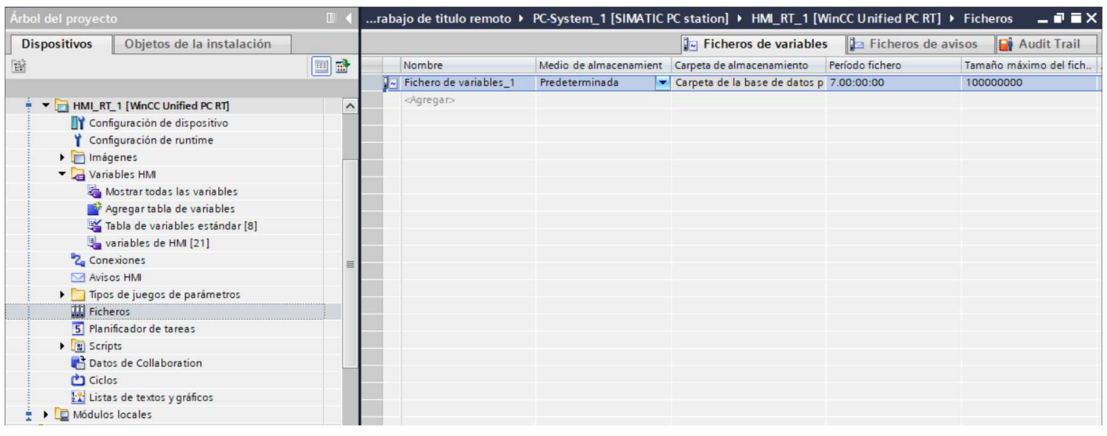


FIGURA 2-16_ Fichero para obtención de gráficos.

Cuando se tenga el fichero parametrizado se podrán agregar las variables que se desean graficar, para ello se debe dirigir a la tabla de “Variables de la HMI” creada, seleccionar la variable a registrar y en la ventana inferior, en la pestaña “Variables de ficheros” seleccionar “agregar”, así ir agregando las variables al fichero para la obtención de sus registros (ver Figura2-17).

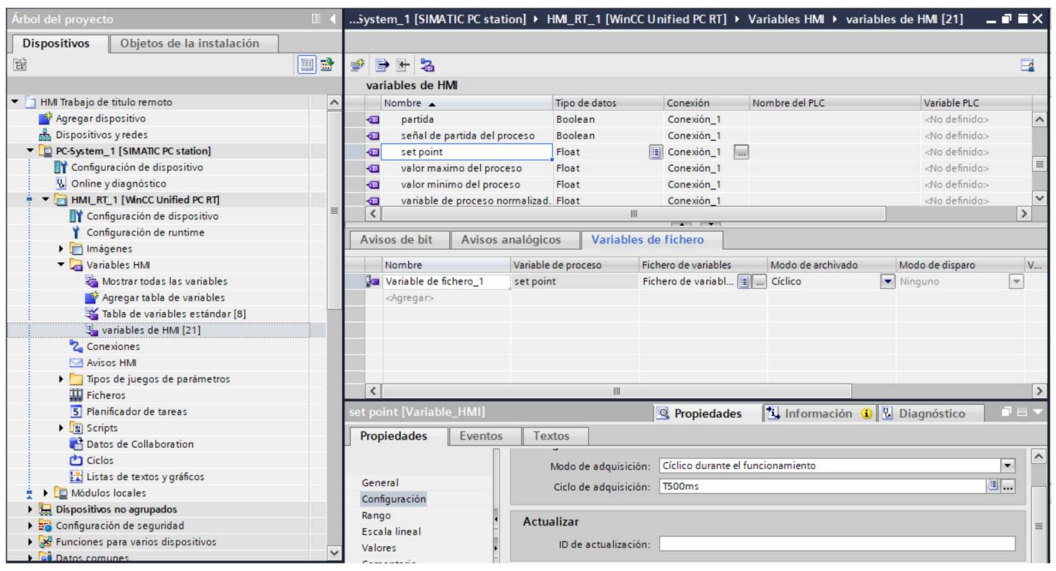


**FIGURA 2-17_ Agregar variables a las variables de ficheros**

Cuando ya se cuente con las variables a registrar agregadas al “Fichero de variables”, se deberá agregar en una “Imagen” de la HMI, la herramienta “Visor de curvas”, y dentro de las propiedades del “visor de curvas” se deberá agregar las variables que han sido registradas en el “fichero de variables”. Para ello WinCC Unified también permite arrastrar las variables al “Visor de curvas” y automáticamente se agregan, permitiendo ser graficadas.

La importancia de agregar las variables al fichero además de agregarlas al gráfico, es que si no son guardadas en el fichero, no se tendrá registro alguno de su comportamiento en tiempo pasado; por lo tanto, no se podrá visualizar el comportamiento de tiempos anteriores (aunque sea mínimo).

## 2.3 PRUEBA DE LA HMI DE MODO LOCAL AL PROCESO

Con la programación creada y la HMI diseñada, se realiza la conexión física del proceso mediante el cable de red Profinet al PC (ver Figura 2-18), como se ha conectado anteriormente, teniendo en consideración las direcciones IP de los equipos dentro del TIA Portal; cuando se tenga el pc conectado, se compilará y cargará la programación del control proceso de control de nivel y se dará ejecución a la Runtime de la HMI creada, con la finalidad de ir probando la programación del proceso con respecto al control realizado con la HMI local.

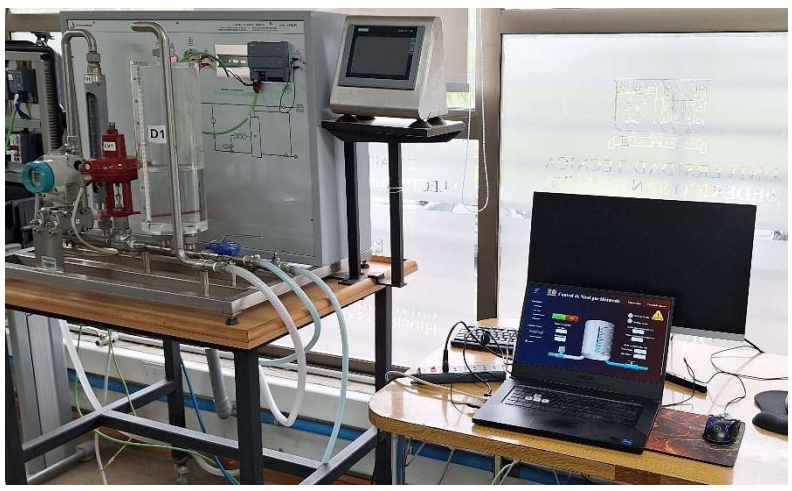

**FIGURA 2-18_ Pruebas de la HMI de manera local**

Dentro de las pruebas se ingresó y verificó distintos escenarios, con la finalidad de encontrar y dar la solución a la mayor cantidad de errores posibles, de esta forma evidenciar un error de comportamiento de la planta o del HMI distinto al deseado, como también la visualización de manera distinta a la planificada.

## 2.4 CONEXIÓN DE UNA HMI VÍA REMOTA MEDIANTE EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA.

Una vez probada la HMI local en su totalidad, se realiza la conexión de manera remota mediante el protocolo de comunicación de OPC UA, como ya se cuenta con el registro de

las variables de la HMI con respecto a la programación creada, se realiza esta comunicación de manera sencilla. Cabe destacar que esta nueva HMI remota será solo de visualización, por lo que se deberán cambiar los permisos de ingreso de parámetros y además cambiar los esquemas anteriormente mencionados dentro de la programación para la nueva HMI remota.

### 2.4.1 PLC SIEMENS S7 1200 COMO SERVIDOR OPC UA

Primeramente, para la realización de la comunicación mediante el protocolo OPC UA, se deberá ingresar a las opciones del PLC S7 1200 para trabajar como servidor OPC UA, para ello se deberá dirigir a las "Propiedades" del PLC, una vez ahí en la pestaña "General" en el menú de "Protección y seguridad", submenú "Mecanismos de conexión", habilitar la opción "permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto" (ver Figura 2-19).

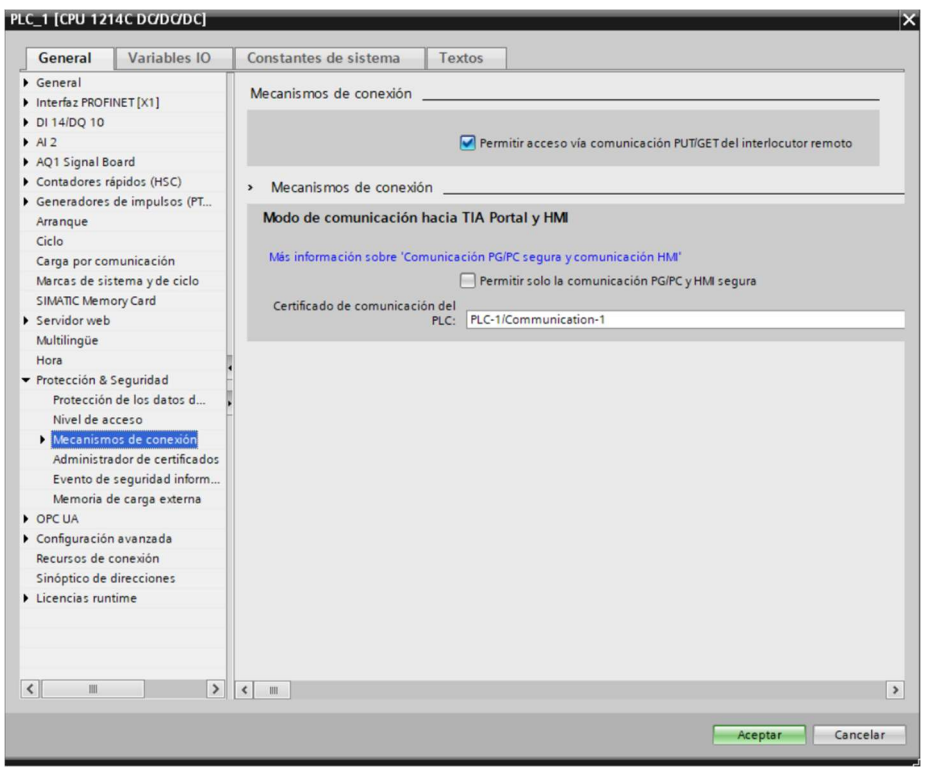


**FIGURA 2-19_ Permitir Acceso comunicación vía comunicación PUT / GET**

En el submenú OPC UA se deberá habilitar la opción activar “OPC UA” (ver figura 2-20), y en la sección “Dirección de servidor” se encontrará la dirección OPC UA, la cual en este caso fue “opc.tcp://10.33.21.13:4840”, lo que refiere al tipo de comunicación, dirección IP y número de puerto, respectivamente. Esta dirección se deberá guardar para su posterior uso con el cliente OPC UA (ver Figura 2-20).

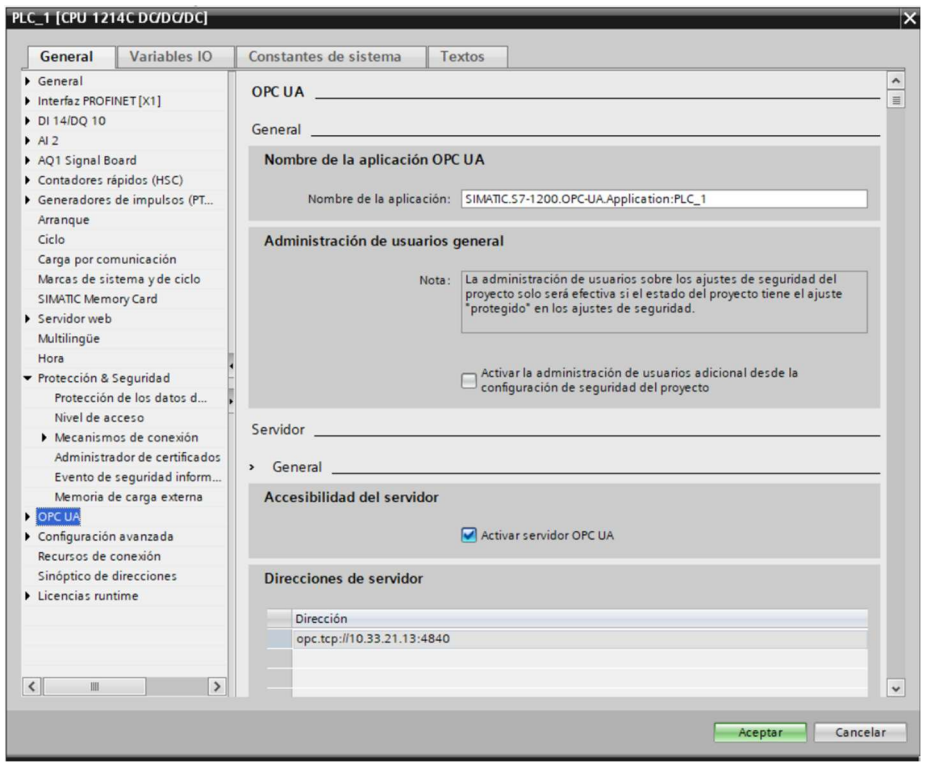


**FIGURA 2-20_ Activar opción Servidor OPC UA**

Además, verificar que en políticas de seguridad se encuentre activada la opción “Ninguna seguridad”, y en ajustes de certificado seleccionar el certificado de OPC UA, bajo este cuadro seleccionar “aceptar automáticamente los certificados del cliente” (opcional si no se quiere aceptar de manera manual), y “activar autentificación de huésped” (ver Figura 2-21).

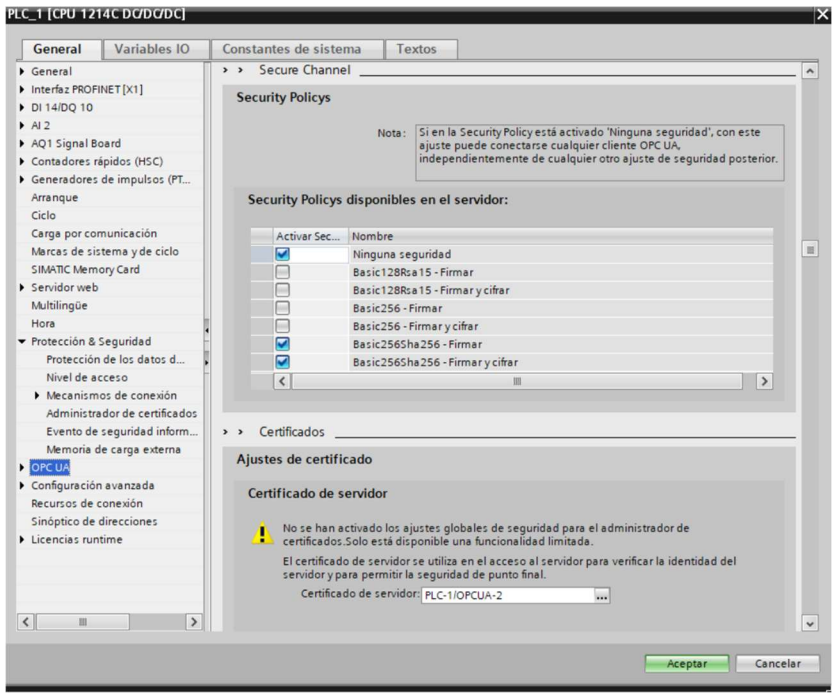


**FIGURA 2-21_ Certificado del servidor**

Finalmente, en el submenú “licencias Runtime”, seleccionar un certificado de seguridad OPC UA (ver Figura2-22), en el caso del PLC S7 1200 se selecciona la licencia básica.

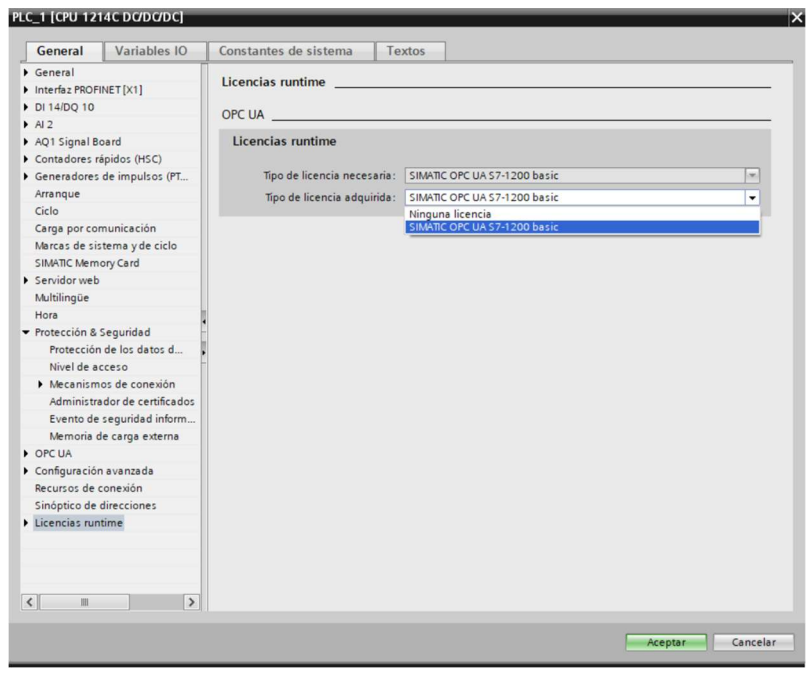


**FIGURA 2-22_ Selección de licencia básica**

Para la DB de variables, se tendrá que verificar que encuentren aceptadas las opciones de permiso de accesibilidad, escritura y visibilidad de cada variable.

Para permitir la comunicación de las variables que se utilizarán a través de OPC UA, se deberá abrir en el árbol del proyecto, el submenú de "Comunicación OPC UA", en "Interfaces del servidor" se deberá agregar una nueva interfaz del servidor (ver Figura 2-23), al abrirla se podrá arrastrar las variables que se deseen comunicar como servidor OPC UA, en esta interfaz del servidor se puede arrastrar cada variable del PLC por si sola, como también agregar bloques de variables completos.

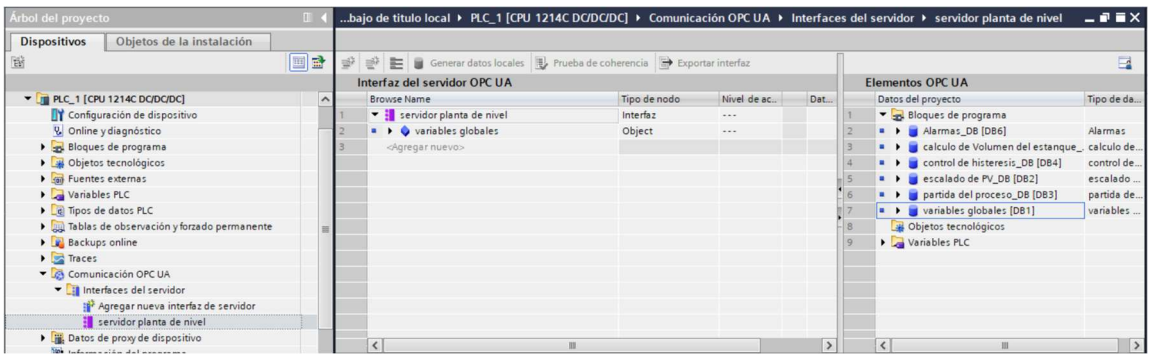


**FIGURA 2-23_ Interfaz del servidor**

Finalmente se deberá limitar los permisos de las variables a solo lectura (RD) dentro de la "Interfaz del servidor" (ver Figura 2-24), de esta forma no permitir que el cliente OPC UA pueda tener control alguno de ellas (según lo planificado). Luego compilar y cargar las modificaciones al PLC, permitiendo que el PLC S7 1200 active la comunicación como servidor OPC UA propio del controlador.

**FIGURA 2-24 _ Restricción de permisos de escritura.**

### 2.4.2 HMI WINCC UNIFIED PC COMO CLIENTE OPC UA

Para la creación de la nueva HMI de forma remota mediante el protocolo de comunicación OPC UA, se utilizará una copia de la HMI anteriormente creada, en la cual se modificará su programación eliminando el PLC S7 1200 de "topología y redes", y lograr comunicarse como cliente al servidor OPC UA anteriormente realizado, cabe destacar que el PC que se comunicará como cliente OPC UA deberá estar conectado a la misma red IP que se ubique el PLC del proceso (servidor OPC UA).

Para lograr la comunicación OPC UA en la HMI creada, en el árbol del proyecto se debe ir a "Conexiones", luego se necesita cambiar la conexión en "driver de comunicación" a la opción "OPC UA", en parámetros en la sección de servidor OPC UA se deberá ingresar la dirección anteriormente creada del servidor, en este caso la dirección "opc.tcp://10.33.21.13:4840" (ver figura 2-25), luego en la opción de selección del servidor OPC se selecciona la opción de servidor local, ya que tanto el servidor como el cliente se encuentran dentro de la misma red.

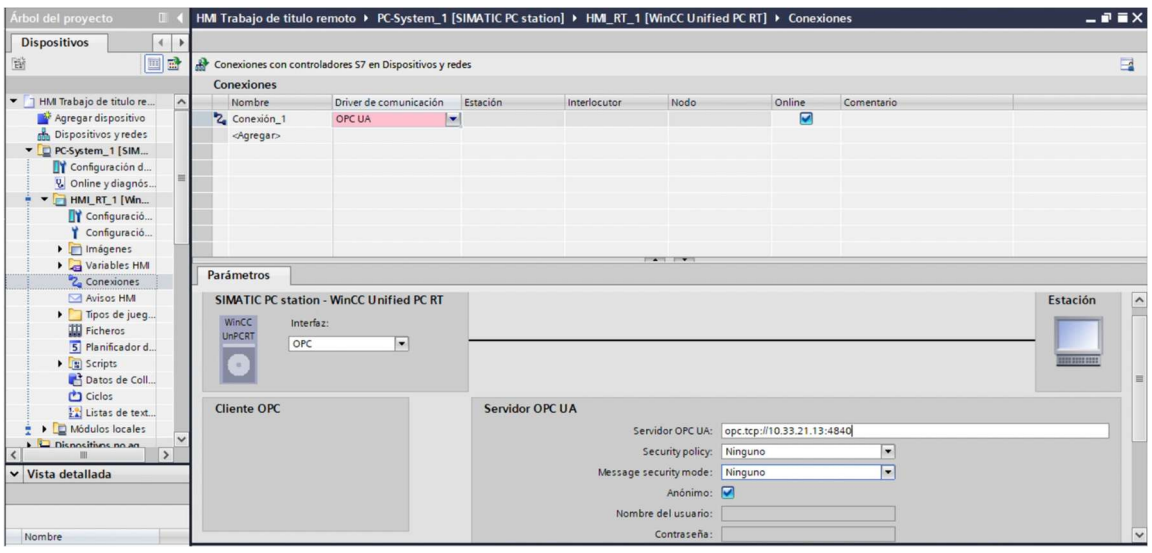


**FIGURA 2-25 _ Configuración como cliente OPC UA**

Dirigirse posteriormente a la tabla de variables de la HMI y cambiar la conexión de las variables a la nueva conexión (conexión por OPC UA). Borrar la selección de la columna de "Variables del PLC" anteriormente realizada, ya que esta HMI no se encuentra conectada directamente al controlador, luego en "Dirección" se deberá seleccionar la ubicación de la variable OPC UA del servidor a la que corresponda la variable HMI

seleccionada (ver figura 2-26), de esta forma vincular cada variable de la HMI a las variables transmitidas por el servidor OPC UA. En este punto dependiendo del requerimiento se puede reducir el ciclo de adquisición de datos, en la columna correspondiente.

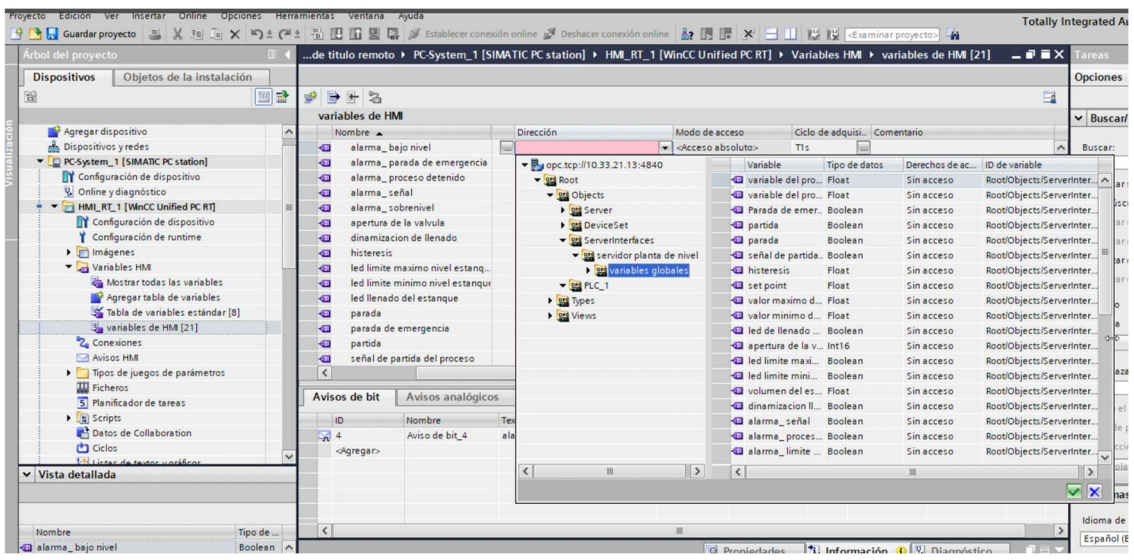


**FIGURA 2-26_ Vinculación de variables HMI a servidor OPC UA**

Una vez realizados los cambios se procede a compilar e iniciar la Runtime, para probar la HMI remota con la comunicación OPC UA, realizando posteriormente las modificaciones pertinentes a la HMI para trabajar solo como lectura en los capos de entrada y salida y/o en botones, no permitiendo ingreso de parámetros, a pesar de que fue limitado mediante el servidor OPC UA.

### 2.4.3 CREACIÓN DE PROYECTO DE LECTURA PARA SIMATIC RUNTIME

Como se ha creado el proyecto de la HMI remota y conectado mediante el protocolo de comunicación OPC UA, es momento de guardar el proyecto de la HMI remota en el formato apto para la lectura mediante la Runtime. Esto nace de la necesidad de reducción de costos en la implementación de HMI PC dentro de la Industria, ya que la licencia del TIA Portal tiene un costo mucho más elevado que el costo de la licencia de la Runtime,

por lo que industrialmente se puede hacer compras de pocas licencias completas del TIA Portal, y con esto crear múltiples archivos para ser visualizados mediante las Runtime en diferentes dispositivos.

Para ello se exportará un archivo desde el PC que estamos diseñando la HMI a un PC que solo cuente con la Runtime del WinCC Unified. Para la instalación de la Runtime se deberá instalar el software SIMATIC WinCC Unified PC, luego instalar los certificados para trabajar con el servidor Siemens mediante WinCC Unified configuración, como se ha hecho anteriormente; Una vez realizado se procederá a la creación del archivo para ser transmitido a este nuevo dispositivo, que cuenta solo con la Runtime, y así lograr la visualización correspondiente.

Primeramente, se deberá tener en cuenta la IP del nuevo dispositivo que se utilizará como HMI remoto, esta IP se configurará a la "Estación de PC" de la HMI en la "topología y redes" del programa en el TIA portal, además se creará un nuevo usuario, contraseña y rol de este, en "Usuarios y roles" en el árbol del proyecto de la HMI , luego en el ítem "lector de tarjetas/memorias USB" en el árbol del proyecto, se seleccionará "agregar lector de tarjetas personalizado", abriéndose una ventana emergente, donde se puede seleccionar una carpeta para guardar el archivo que se transmitirá para ser abierto con la Runtime. Cuando la carpeta se encuentre seleccionada, se creará un archivo de dirección de guardado, en la que se podrá arrastrar en ella el proyecto de la HMI creada (en este caso la HMI_RT_1), ver Figura 2-27, posteriormente se seleccionará carga completa y se cargará el archivo, guardando el archivo de lectura en la dirección seleccionada; Finalmente con un dispositivo de memoria se copiará el archivo creado y se transferirá al nuevo dispositivo para ser abierto con la Runtime WinCC Unified.

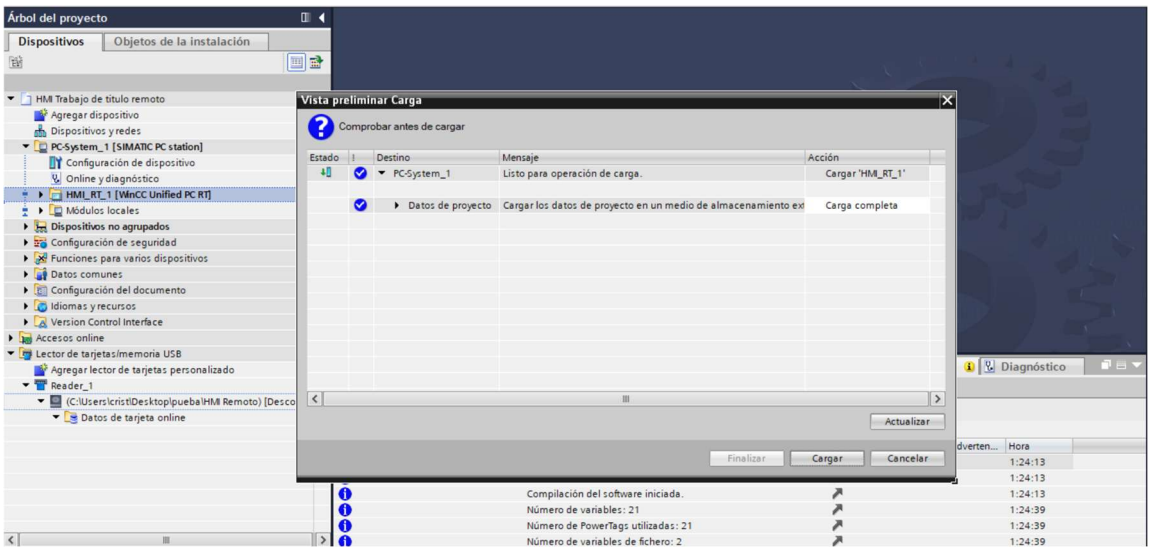


**FIGURA 2-27_ Carga de archivo de lectura Runtime**

### 2.4.4 LECTURA DE PROYECTO DE HMI REMOTO CON SIMATIC RUNTIME Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN OPC UA

Una vez copiado el archivo de lectura al nuevo dispositivo donde se desea visualizar, la cual cuenta con la instalación de SIMATIC Runtime PC, se podrá abrir dicho archivo mediante la Runtime. Cabe destacar que, para conectarse al proceso se deberá estar conectado a la misma red del proceso con la IP anteriormente programada para este dispositivo, ya que el archivo se ha programado con la IP del dispositivo nuevo (PC para la HMI Remota).

Para abrir el archivo se deberá ejecutar el software SIMATIC Runtime Manager, selecciona el símbolo "+", donde se abrirá una ventana emergente, en "Selección fichero del proyecto" se seleccionará la ruta donde se encuentre el archivo, y automáticamente se agregarán los parámetros de información del proyecto, para luego seleccionar agregar.

Cuando se tenga agregado el nuevo archivo, se deberá iniciar la Runtime del proyecto, ver Figura 2-28, quedando el proyecto seleccionado en dicha Runtime con simbología verde, finalmente se deberá abrir un navegador web y direccionar al servidor Siemens como se ha realizado anteriormente, luego junto con el ingreso del usuario y clave creada ingresar a la HMI remota, la cual estará con la comunicación mediante OPC UA, solo permitiendo la visualización del proyecto como se ha planificado.

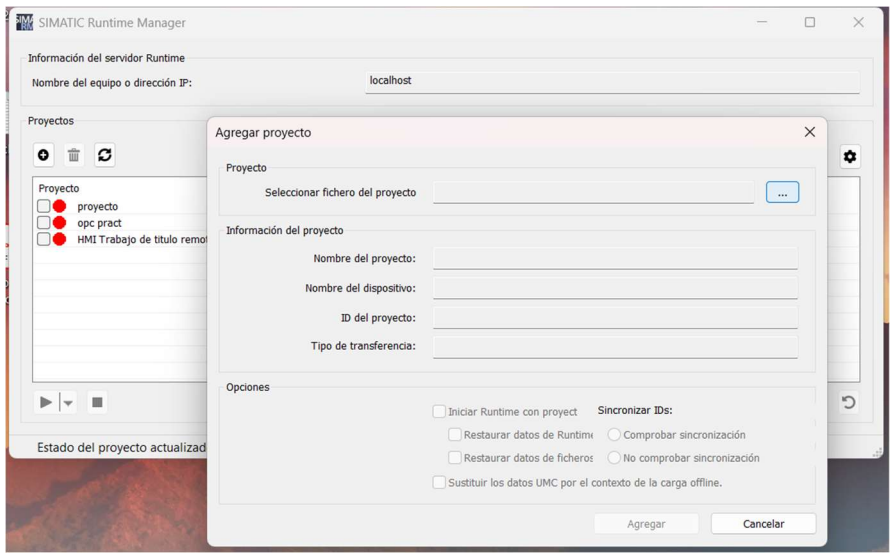


**FIGURA 2-28_ Apertura del archivo de lectura de la Runtime**

# CAPÍTULO 3_Comparación y evaluación económica de implementación de HMI con WinCC Unified respecto a sistemas convencionales.

# 3. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS HMI CONVENCIONALES Y SISTEMAS DE HMI CON WINCC UNIFIED SYSTEM

En este apartado se realizará una evaluación económica entre la implementación de una solución con WinCC Unified, respecto a una solución con una HMI convencional, esta evaluación económica no solo tendrá reflejado los costos asociados, sino que tendrá una comparación entre las prestaciones que estos sistemas entreguen a la industria. El objetivo de la realizar la evaluación económica es analizar industrialmente, los casos en los que la HMI con tecnología WinCC Unified tiene mayor viabilidad que la tecnología convencional. Primeramente, se analizará las características que estas tecnologías prometen dentro de la industria, luego sus características en cuanto a la protección de información, la comparación de sus costos, y finalmente se realizará la evaluación económica de este proyecto.

## 3.1 COMPARACIÓN DE HMI CON TECNOLOGÍA WINCC UNIFIED VS TECNOLOGÍA CONVENCIONAL

Como se ha visto en los capítulos anteriores WinCC Unified presenta características innovadoras respecto a su visualización basada en tecnología web. Su llamativa presentación y su tecnología permite reproducir desde contenidos multimedia, hasta archivos de texto, lo cual presenta una gran ventaja en comparación a la tecnología convencional, además su gama de HMI llamada Unified Comfort Panel permite industrialmente reproducir hasta 16 millones de colores en comparación con la tecnología convencional, que normalmente cuenta con 65 mil colores aproximadamente. Estas características podrían ser de gran importancia en el momento de la creación de una HMI que permita el apoyo a los operadores de terreno, un ejemplo de ello es en el caso de la ocurrencia de un error en el proceso, en que la HMI esté programada para entregar las posibles soluciones o pasos a seguir para encontrar una falla en el proceso, por otro lado, estas visualizaciones permiten que el personal pueda comprender el comportamiento de la planta de una forma más interactiva.

Del punto de vista industrial, las pantallas HMI son pantallas que se encuentran en terreno, expuestas muchas veces a los agentes ambientales del proceso, por lo que continuamente el personal de operación accede a ella para ver o modificar parámetros específicos de la máquina o proceso, respecto a esta realidad las pantallas tradicionales cumplen con esta característica de modificación de parámetros, aunque no cuenten con una visualización

llamativa, permiten la continuidad del proceso entregando el listado de alarmas para la detección de fallas, por lo que no siempre será necesario una inversión de una tecnología nueva.

Otro aspecto llamativo que Siemens ofrece con WinCC Unified, es la visualización a través de distintos dispositivos como celulares, Tablet, computadores, etc. que junto con la integración de imágenes vectoriales permite el escalamiento sin perder calidad, además mediante su servidor web, ofrece una visualización del proceso sin la instalación de complementos adicionales y llevarlos a nivel de visualización SCADA. Esto es un desarrollo significativo al nivel industrial ya que permite de forma segura mediante el control de acceso al servidor web Siemens, otorgar permisos de visualización a tiempo real del estado de la maquinaria de forma remota, fácil y de gran calidad de imagen. Industrialmente puede ser útil, en entornos donde la jefatura de altos mandos o incluso personal de mantención desee observar el comportamiento de la planta. En este punto las HMI tradicionales no pueden competir, ya que no cuentan con la tecnología necesaria en cuanto a su desarrollo, ya que la tecnología tradicional está pensada para la visualización en planta, no obstante, existen tecnologías desarrolladas que mediante protocolos de comunicación permiten la visualización de las variables, así ser llevadas a los departamentos que las requieran, aunque no se cuente con la integración global de visualización de manera sencilla como ofrece WinCC Unified.

En la preparación del personal, para la integración de tecnología con WinCC Unified respecto a tecnologías tradicionales, se puede concluir que en cuanto a la facilidad de diseño, la tecnología tradicional de pantallas HMI permite de una manera sencilla crear una interfaz que logre controlar el proceso, sin mayor preparación del personal programador; en cambio, la tecnología desarrollada con WinCC Unified, el personal programador necesitará adquirir conocimientos de informática además de control de procesos, para el diseño y creación de un sistema industrial que permita sacar el mayor provecho a este tipo de tecnología, ya que se puede desde diseñar animaciones en SVG hasta la integración de herramienta de otros fabricantes para el desarrollo de gestión.

## 3.2 COMPARACIÓN EN LA PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN DE AMBAS TECNOLOGÍAS

Otro aspecto importante para tomar en cuenta es el desarrollo de la protección de información de estas tecnologías, ya que con el desarrollo de supervisión de forma remota puede existir la posibilidad de un ciberataque a los sistemas industriales perjudicando gravemente la industria o a los datos de esta.

Siemens con el desarrollo de WinCC Unified tiene un gran progreso en cuanto la protección de información, mediante la creación de usuarios y claves de acceso, además de la creación de permisos o roles de cada uno, lo que permite una restricción en cuanto al uso y acceso a la información industrial, inclusive en su uso por vía web, aumentando la ciberseguridad de la tecnología de información, ya que en la actualidad han existido múltiples casos de ciberataques.

En cuanto la tecnología convencional, esta no cuenta con una visualización remota vía web de la planta, por lo que al hacerlo dependerá del tipo de comunicación adicional que se integre a la industria, por otro lado, la información con este tipo de tecnología muchas veces es comunicada mediante métodos físicos, lo que permite inclusive reducir el riesgo de que personal ajeno a la industria acceda a ella fácilmente, logrando finalmente limitar el acceso o hurto de información.

En cuanto a la protección de la información ambas tecnologías permiten limitar el acceso de una u otra forma, Siemens como desarrollador de tecnologías industriales, ha progresado e integrado múltiples funciones y formas para la protección de la información industrial, por lo no es de extrañar que WinCC Unified cuente con estas.

| | WinCC Unified System | Tecnología Convencional |
|---|---|---|
| **Hardware de campo** | Unified Comfort Panels | Basic Comfort Panels |
| **Observación de alarmas y gráficos.** | Si | Si |
| **Seguridad de información** | Usuarios, claves de acceso, y roles, además de protocolos de comunicación. | Usuarios, claves de acceso, y roles, además de protocolos de comunicación. |
| **Visualización distintos dispositivos remotamente** | Si | No |
| **Visualización de multimedia** | Si | No |
| **Figuras dinámicas en SVG** | Si | No |
| **Integración nativa de tecnología de análisis** | Si | No |

TABLA 3-1_ Comparación tecnología WinCC Unified vs Tecnología convencional

## 3.3 COMPARACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA CON WINCC UNIFIED VS TECNOLOGÍA CONVENCIONAL

Uno de los aspectos determinantes en la integración de una tecnología dentro del ámbito industrial es el costo que estas tienen, ya sea en el costo de sus softwares, equipos, personal que lo implementará, etc. Por ello en este apartado se realizará una comparación de costos de integración entre distintas tecnologías, para ello, por la existencia de múltiples fabricantes de tecnologías HMI convencionales y una gama de distribuidores, se tomará como referencia la tecnología convencional del fabricante Siemens, además en cuanto a los distribuidores, dentro de una gama de vendedores se ha seleccionado la comparación dentro de un mismo punto de venta con el objetivo de tener una misma referencia, cabe destacar que los valores presentados a continuación serán referenciales y en dólares Americanos, Cabe señalar que las cotizaciones no cuentan con los costos de importación de estos equipos y softwares.

En primer lugar, se ha realizado una comparación de los costos de los hardware, tomando como referencia las mismas dimensiones de pantalla en ambas tecnologías (12 pulgadas), ver Figura 3-1. Una HMI convencional modelo SIMATIC HMI, KTP1200 Basic de 12 pulgadas, tiene un costo aproximado de $742,17 USD, cuenta con pantalla táctil y teclas de navegación, con protocolo de comunicación Profinet, además de una visualización de 65.500 colores. En cuanto a la tecnología WinCC Unified el modelo SIMATIC HMI MTP1200 Comfort (Unified Comfort Panels) de 12 pulgadas, tiene un costo de $2.105,70 USD aproximadamente, cuenta con una pantalla táctil, permite comunicación mediante Profinet, Profibus DP e Interfaz MPI, además proyección de imágenes de 16 millones de colores y una memoria interna de 12 Mb. Por lo que se puede observar que en cuanto al costo asociado al hardware la tecnología WinCC Unified cuesta un 170% más que la tecnología HMI convencional, aunque permita mejores prestaciones para la industria.

**FIGURA 3-1_ Unified Comfort Panels y Comfort Panels Basic**

En cuanto al valor de los softwares asociados a esas tecnologías, se comparará como referencia licencias de ingeniería del tipo flotante con TIA Portal V19, con los Powers tag máximos (tags internos), y que permita la programación de su Hardware correspondiente en ambas tecnologías, ver Figura 3-2. Para la programación de una HMI convencional el software con las características anteriormente mencionadas tiene un costo aproximado de $2.684,77 USD, modelo 6ES7822-1AE06-0YA5 Siemens, este software de ingeniería cuenta de una licencia flotante de TIA Portal, permite la configuración de controladores como S7 1200/ 1500, S7 300/ 400, además de programación de las HMI Comfort Panel Basic. El software de la tecnología WinCC Unified modelo 6AV2103-3XA02-3AK5 Siemens, tiene un costo aproximado de $2.516,31 USD, este software del tipo ingeniería con licencia flotante, permite la configuración de SIMATIC Panels, WinCC RT Advanced y WinCC RT Professional, además de WinCC Unified PC Runtime para la visualización o control de una HMI en PC; Además la tecnología de WinCC Unified permite adquirir

licencias de Runtime por separado, con un costo aproximado de $789,64 USD. Como se puede observar en cuanto a los valores asociados a los softwares son relativamente similares, solo con la diferencia que WinCC Unified System permite la utilización de PC como sistemas de HMI con un costo menor, aunque cada licencia Runtime tiene un valor similar al costo de una HMI convencional.

**FIGURA 3-2_ Licencia Siemens**

A continuación, se presentará una tabla resumen de los costos asociados a la implementación de ambas tecnologías.

| | **WinCC Unified System** | **Comfort Panels Basic** |
|---|---|---|
| **Hardware 12 pulgadas** | Modelo: SIMATIC HMI Unified Comfort Panel MTP1200.<br>Costo: **2.105,70 USD** | Modelo: SIMATIC HMI, Comfort Panels Basic KTP1200.<br>Costo: **$742,17 USD** |
| **Software Para configuración** | Modelo: 6AV2103-3XA02-3AK5<br>Costo: **$2.516,31 USD** | Modelo: 6ES7822-1AE06-0YA5<br>Costo: **$2.684,77 USD** |
| | Licencia de la Runtime Unified SIMATIC PC<br>Costo: **$789,64 USD** | |

TABLA 3-2_ Comparación de Costos se WinCC Unified vs HMI con tecnología convencional

Como se puede observar anteriormente, ver Tabla 3-2, los costos de implementación de la tecnología con WinCC Unified son considerablemente mayores a la implementación de tecnologías convencionales, sin contabilizar con la necesidad y costo asociado al personal competente y preparado para la implementación y programación de este tipo de sistemas. El mayor costo para la implementación de esta tecnología WinCC Unified proviene de sus hardware, lo cual en un proyecto industrial de una planta puede significar costos considerablemente mayores, logrando ser un factor determinante al momento de la elección de tecnologías HMI.

La tecnología de WinCC Unified consta de múltiples beneficios para la industria, logrando un gran avance tecnológico, pero sus costos al ser mucho mayores pueden no ser tan viables en una industria, si no se cuenta con el personal capacitado que permita sacar el máximo provecho a los beneficios que esta tecnología ha desarrollado.

## 3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA IMPLEMENTACIÓN

Para conocer la factibilidad de la implementación entre distintas tecnologías es necesario realizar una evaluación económica, comparando distintos factores de importancia y evaluando cada tecnología con el factor respectivo, así obtener un cálculo cuantitativo de factibilidad.

Primeramente, se ha realizado un listado de factores determinantes para la selección de cada tecnología, como son la visualización de la HMI en cada tecnología, la facilidad del operador para manipular las variables de la planta, la seguridad y protección de datos, la facilidad de programación y mantención (ya que requiere personal capacitado), costo asociado a hardwares y softwares, la Integración con las distintas tecnologías y protocolos industriales, y la posibilidad de creación de figuras dinámicas. Luego a cada factor determinante se le dio un grado de importancia, calificándolo del 1 al 10, para posteriormente obtener un grado de importancia de ese factor respecto a la importancia total. De esta forma ambas tecnologías serán evaluadas de manera cuantitativa, según la calificación que se le entregue por cada factor e importancia de esta, ver Figura 3-3.

| | | | | Tecnologías HMI | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Importancia | | | Tecnología WinCC Unified | | Tecnología convencional | |
| Factores para determinar la implementación tecnología HMI | Nota del 1 al 10 | Porcentaje (%) | Peso | calificación | ponderación | calificación | ponderación |
| Visualización de la HMI | 5 | 9,6 | 0,10 | 10 | 0,96 | 6 | 0,58 |
| Facilidad del operador para el control de la planta | 9 | 17,3 | 0,17 | 8 | 1,38 | 7 | 1,21 |
| Seguridad y protección de datos | 10 | 19,2 | 0,19 | 10 | 1,92 | 10 | 1,92 |
| Facilidad de programación y mantención | 7 | 13,5 | 0,13 | 6 | 0,81 | 9 | 1,21 |
| Costo asociado a hardwares y softwares | 10 | 19,2 | 0,19 | 4 | 0,77 | 8 | 1,54 |
| Integración con distintas tecnologías y protocolos industriales | 9 | 17,3 | 0,17 | 10 | 1,73 | 8 | 1,38 |
| Posibilidad de creación de figuras dinámicas | 2 | 3,8 | 0,04 | 8 | 0,31 | 5 | 0,19 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | 0,0 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| Total | 52 | 100,0 | 1 | | 7,88 | | 8,04 |

**FIGURA 3-3_ Evaluación económica**

La tecnología con WinCC Unified tiene gran desarrollo en cuanto a la visualización de su HMI, seguridad y protección de datos, facilidad de operar, su integración con la industria, además de su posibilidad y facilidad de realizar figuras dinámicas (aunque para figuras con desarrollo propio sea complicado), pero su mayor desventaja consta de su alto costo de implementación asociado a su hardwares y softwares, además de su facilidad de mantención y programación, ya que requiere personal con mayor conocimiento para su

desarrollo y aprovechamiento. Tomando en cuenta estos factores la tecnología con WinCC Unified ha obtenido una puntuación de 7,88 puntos.

La tecnología convencional tiene grandes ventajas en cuanto a su costo asociado, a su hardwares y softwares (costo mucho más bajo), su seguridad y protección de datos, su facilidad de programación y mantención (ya que no necesitará personal tan capacitado), su integración con distintas tecnologías y protocolos industriales, aunque su mayor desventaja es que la visualización de esta tecnología no es tan desarrollada en su HMI, y que para hacer figuras dinámicas se requiere de algunos conocimientos extras, ya que no cuenta nativamente con dinamizaciones como lo hace la tecnología con WinCC Unified. En cuanto a la calificación para la implementación de la tecnología tradicional, se ha obtenido 8,04 puntos.

Por lo que tomando en consideración la evaluación económica realizada, la tecnología con WinCC Unified no es tan factible en implementar como es la tecnología convencional, a menos que se requiera el uso de características como integración de herramientas de gestión, visualización remota o algunas de las características que WinCC Unified presenta de forma nativa.

# CONCLUSIÓN

El sistema de HMI de WinCC Unified tiene grandes características desarrolladas sumamente novedosas y llamativas, como por ejemplo la expansión de las imágenes que se integren, el desarrollo dinámico entre ventanas asimilándose a una página web, la integración de diferentes métodos dinámicos para interactuar con la HMI como gestos para pantallas touch, además de que este sistema de HMI permite visualizarse con una calidad de imagen excepcional.

A diferencia de los sistemas de HMI convencionales, WinCC Unified permite de forma nativa lograr movimiento dinámico de las imágenes que se presenten, movimiento que puede ser programado de acuerdo con el comportamiento de una variable, una Script o incluso de una expresión, lo cual permite que WinCC logre una HMI sumamente intuitiva y fácil de manipular para un operador.

Su programación requiere una cierta complejidad, más aún cuando no se cuenta con el conocimiento básico de la programación de las HMI ya que se asimila demasiado, aunque con ciertos cambios al respecto, como por ejemplo la columna de dinamización, la que permite programar un cambio de colores, tamaños, letras, etc. de una imagen integrada de acuerdo con la interacción que se le programe, además de la integración de una herramienta sumamente funcional llamada “visor de imágenes”, que permite la proyección y cambio de un sector de la HMI, lo cual visualmente hace que el operador de la interfaz interactúe de manera mas sencilla con el sistema HMI.

En cuanto a la integración de este sistema HMI en la industria, cabe destacar que a pesar de ser novedosa y llamativa, su costo es mucho más elevado, y requiere de personal capacitado para lograr sacar el mayor provecho a este sistema, por lo que a menos que se necesite integrar sus características como la visualización remota, integración nativa de herramientas de terceros, etc. tal vez, no seria la mejor opción, ya que se requerirá de mayores recursos monetarios tanto para la compra de los productos cuando se requieran reemplazar, como cuando se requiera realizar mantención a la programación de la HMI, por lo que no es tan factible este sistema en algunos casos.

A pesar de no ser tan factible económicamente como la tecnología convencional, hay que reconocer su gran desarrollo, ya que permite lograr de forma nativa y segura, la integración entre la tecnología de operación (OT) con respecto a la tecnología de información (IT), permitiendo que mediante el servidor Siemens, el personal de supervisión pueda observar y registrar el comportamiento de la planta, por lo que se deberá evaluar las necesidades industriales antes de integrar la tecnología.

# BIBLIOGRAFÍA


- Cisco. (s. f.). *Ethernet*. Cisco. Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.cisco.com/c/es_mx/tech/lan-switching/ethernet/index.html
- *¿Cómo funciona el modelo cliente-servidor?* (2023, enero 31). IONOS Digital Guide. https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/servidores/know-how/modelo-cliente-servidor/
- CORPORATIVA, I. (s. f.). *Ataques cibernéticos: ¿cuáles son los principales y cómo protegerse de ellos?* Iberdrola. Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.iberdrola.com/innovacion/ciberataques
- *El futuro de la visualización*. (2020).
- *HMI - The Interface Between Process and Operators*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.aveva.com/es-es/solutions/operations/hmi/
- *HTML5: Qué es, características y cómo funciona | ESIC*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/html5-que-es-caracteristicas-y-como-funciona-c
- *¿Qué es JavaScript y para qué sirve? | UNIR*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.unir.net/revista/ingenieria/que-es-javascript/
- *Qué es la OPC UA y por qué es fundamental para la automatización industrial | Cognex*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.cognex.com/es-cl/blogs/machine-vision/why-opc-ua-is-essential-for-factory-automation
- *¿Qué es OPC UA? Definición y detalles*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.paessler.com/es/it-explained/opc-ua
- *Qué es un HMI y para qué sirve la Interfaz Humano-Máquina*. (2019, junio 10). https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/
- *Qué es y qué ventajas tiene el formato SVG en imágenes*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://www.godaddy.com/resources/latam/stories/ventajas-formato-svg-imagenes
- Saavedra, J. A. (2023, marzo 22). *¿Qué es HTML5 y para qué sirve?* Ebac. https://ebac.mx/blog/que-es-html5
- *Web—Qué es, definición y concepto*. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2025, de https://definicion.de/web/

# ANEXOS

WiAutomation_ Página de cotizaciones de los productos_ https://cl.wiautomation.com/