



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA**

**AUTOR: ARAUJO CAILLAGUA, ROBINSON ARIEL
DIRECTOR: ING. CALVOPIÑA OSORIO, JENNY PAOLA**

LATACUNGA

2021





“MEDICIÓN DE PRESIÓN EN LA ESTACIÓN DE CAUDAL CCP-001 MEDIANTE UN TRANSMISOR A LA SALIDA DE LA BOMBA PARA PRÁCTICAS DE CONTROL DE PROCESOS”



OBJETIVOS

Objetivo General

- Medir la presión en la estación de caudal CCP-001 mediante un transmisor a la salida de la bomba para prácticas de control de procesos.



OBJETIVOS

Objetivos Específicos

- Desarrollar un programa en el lenguaje ladder para la adquisición de datos de la variable de presión de la estación de caudal CCP-001 mediante un transmisor instalado a la salida de la bomba para prácticas de control de procesos.
- Diseñar un HMI basado en las normas ISA 101 para el monitoreo de la presión en la estación de caudal CCP-001.
- Verificar el correcto funcionamiento del transmisor de presión mediante pruebas para la estación de caudal.



RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como finalidad la adquisición, lectura y monitoreo de presión a través de un transmisor de presión TRAFAG, su unidad de medida es el bar . Se utilizó el PLC S7-1200, para la adquisición de datos dicha señal es enviada a una entrada análoga. En el software TIA PORTAL V15 se realizó la programación ladder, de acuerdo a los parámetros y condiciones del proceso. El proceso funcionara de la siguiente manera; Si el fluido que circula por la tubería es mucho la presión será máxima y si existe poco fluido por la tubería la presión será mínima, una de las condiciones importantes en el proceso es la actuación de las válvulas: válvula manual y válvula automática: la manual dejará pasar el fluido al tanque principal y la automática se encargará de la activación y se desactivación de la bomba conforme a los parámetros ingresados en el HMI. Para que el funcionamiento de la estación sea cíclico, el monitoreo se desarrolla en un HMI el mismo que está diseñado en el software WinCC e importado a la pantalla KTP-700 Basic la misma que permite visualizar la gráfica de la presión en relación al tiempo.



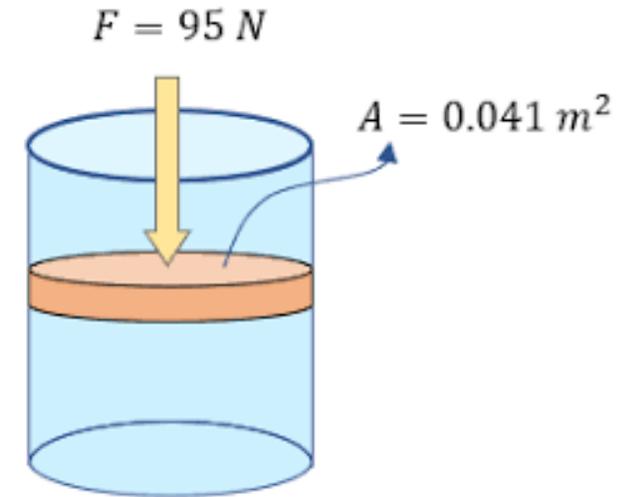
PRESIÓN

Magnitud física escalar que mide el efecto de capacidad o deformación de penetración de una fuerza. Esta se define como la proyección de la fuerza ejercida por unidad de superficie.

Se la representa por la siguiente ecuación:

$$P = \frac{F}{S}$$

Donde **P** es la fuerza de presión, **F** es la fuerza normal, es decir perpendicular a la superficie y **S** es el área donde se aplica la fuerza.



Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

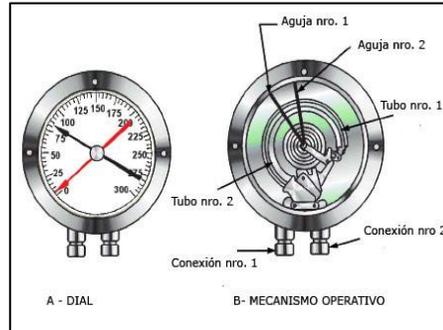
TIPOS DE PRESIONES

- **Presión absoluta:** A la presión real que se ejerce sobre un punto dado.
- **Presión atmosférica:** Es la presión ejercida en un punto dado por la columna de aire.
- **Presión diferencial:** Se refiere al valor que existen entre dos presiones.
- **Presión relativa:** Se le conoce como la diferencia entre presión absoluta y presión atmosférica



PRINCIPIOS DE MEDICIÓN

- **Tubo Bourdon**



- **Fuelle**



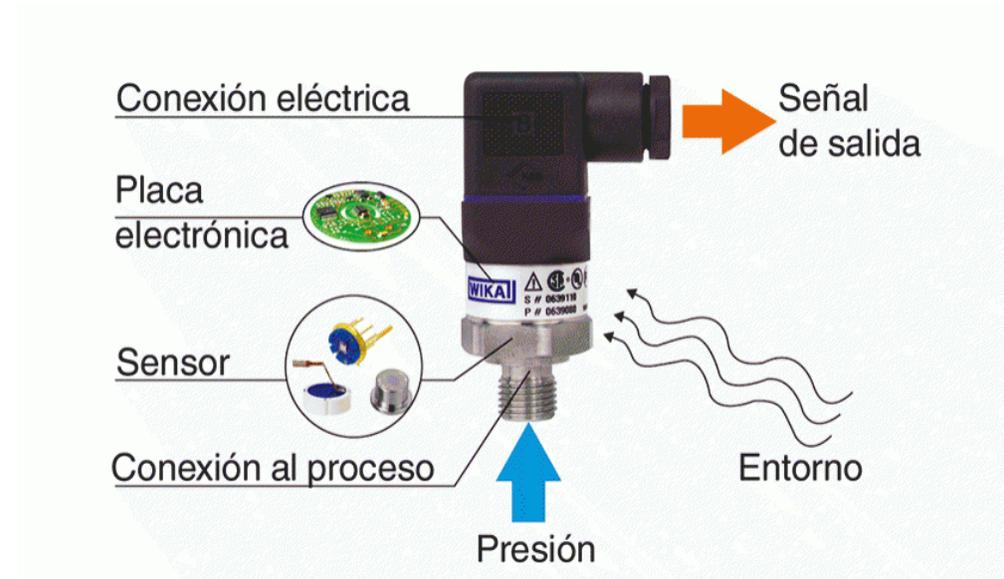
- **Diafragma**



Principio de funcionamiento de un Transmisor de Presión

Es un sensor o equipo de medición que convierte la presión en una señal eléctrica.

- Sensores Resistivos
- Sensores Piezoresistivos
- Sensores Capacitivos
- Sensores Piezoeléctricos



TRANSMISOR DE PRESIÓN (TRAFAG DPC-8380)

Combinación ideal de presostato y transmisor con visualización del valor de presión.

La parametrización se realiza en el aparato o, ahorrando tiempo, con una aplicación para Android vía NFC.



APLICACIONES

- Construcción de maquinaria.
- Sistema de Climatización y Ventilación. (HVAC).
- Equipos de refrigeración.
- Tratamiento de agua.
- Tecnología de procesos.



VENTAJAS

- Parametrizable con una aplicación para Android vía NFC.
- La pantalla y la conexión eléctrica se pueden orientar de forma independiente $335^{\circ}/343^{\circ}$.
- Salida analógica seleccionable mA o V.
- Registrador de datos integrado.
- Rango de medición ajustable.



DATOS TÉCNICOS

Datos técnicos	
• Principio de medición	Capa gruesa de cerámica
• Rango de medición	0 ... 0.2 a 0 ... 100 bar 0 ... 2.5 a 0 ... 1500 psi Ajustable
• Señal de salida	4 ... 20 mA: 24 (15 ... 30) VDC 0 ... 5 VDC: 24 (15 ... 30) VDC 1 ... 6 VDC: 24 (15 ... 30) VDC 0 ... 10 VDC: 24 (15 ... 30) VDC
• Temperatura del medio	-25°C ... +85°C
• Temperatura ambiente	-25°C ... +85°C
• Salida de conmutación	2 transistores PNP
• Unidad de presión de la pantalla	bar, psi, MPa, kPa, mCA, mmCA, %, escala de usuario
• Precisión @ 25°C tip	± 0.5 % FS tip.
• NLH @ 25°C (BSL) tip.	± 0.2 % FS tip.
• Tipo de protección ¹⁾	IP67
• Peso	~189 g



CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Dispositivo que permite ser programado para controlar los datos de máquinas industriales, procesos, plantas y manufacturas de cualquier índole, a través de botoneras, sensores, temporizadores u otros dispositivos que entreguen una señal analógica o digital.

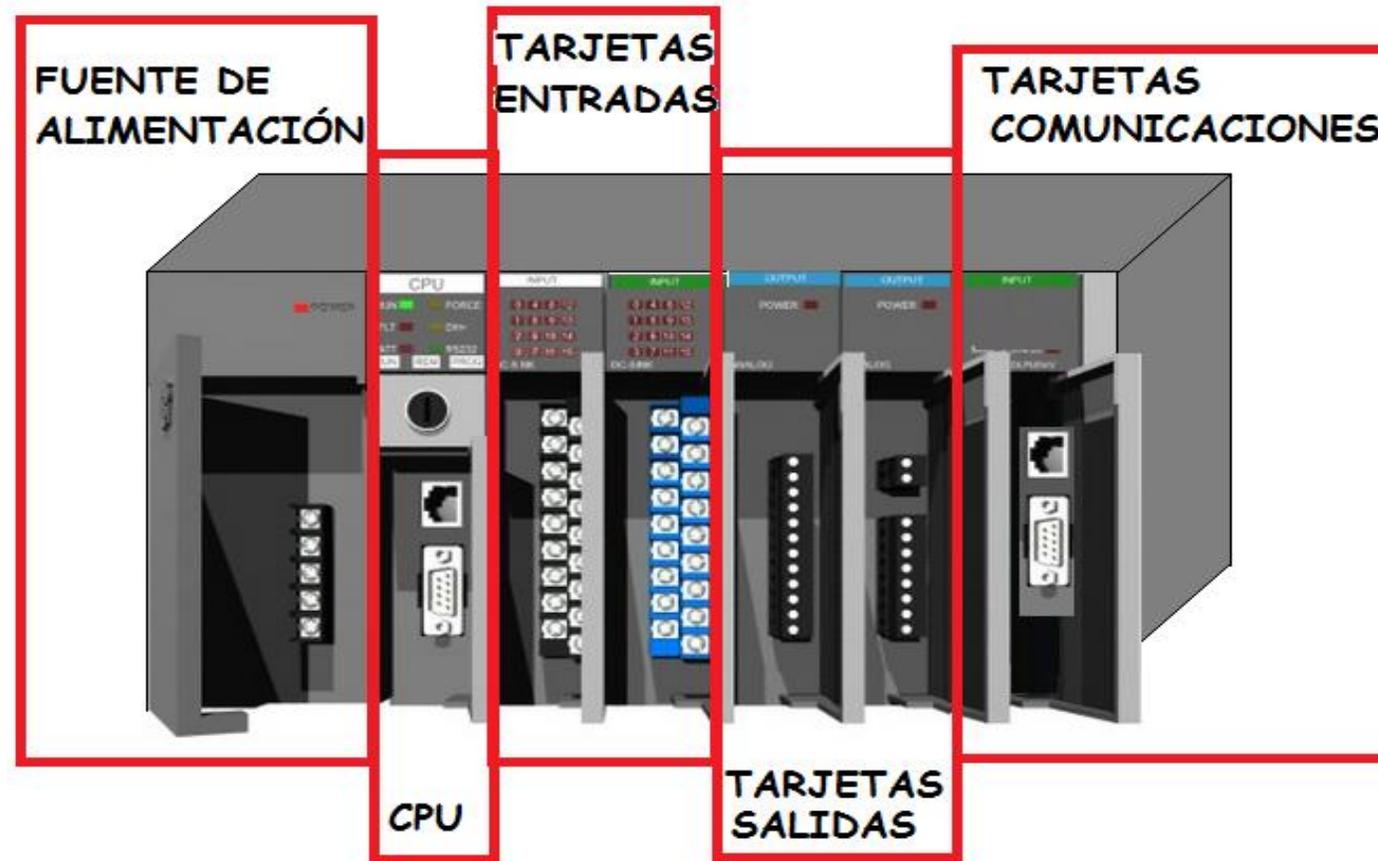


SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN PLC

- Lectura de señales analógicas y digitales desde la interfaz de entradas.
- Ejecución de las instrucciones previamente programadas para obtención de las señales de control y monitoreo.
- Escritura de señales en la interfaz de salidas para acciones de los actuadores, bombas, motores, etc.



PARTES DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Flexibilidad	Personal Calificado
Espacio eficiente	Costos
Reduce la habitual lógica de relé cableada.	
Identificación y solución de problemas	
Reducción de costos	



CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE S7-1200

Ofrece la flexibilidad y potencia necesaria para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización.

Gracias al diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es capaz de controlar una gran variedad de aplicaciones.



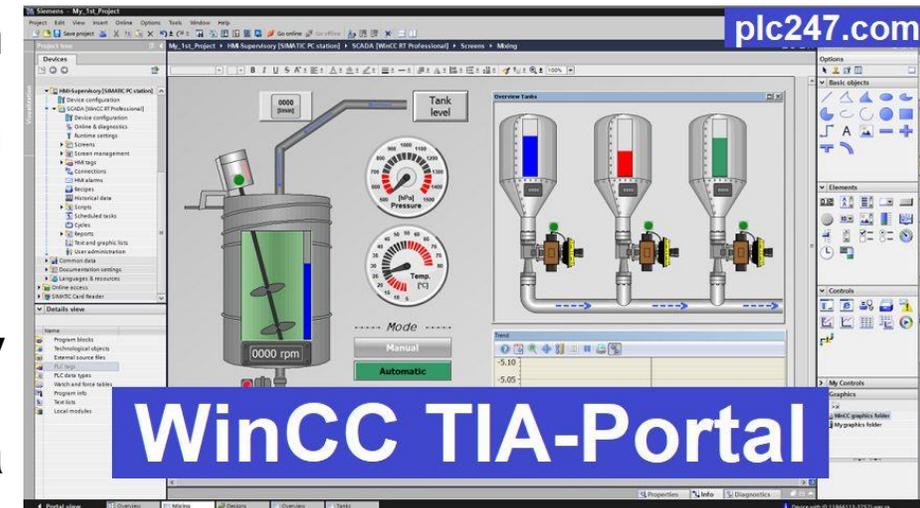
TIA PORTAL V15

- Es un software de ingeniería para implementar soluciones de automatización a todas las industrias del mundo.
- Básicamente con TIA Portal vamos a poder programar los PLC's de la línea S7-1200 S7-1500 y algunos S7-300, variadores de velocidad SINAMICS, HMI, y algunos módulos más.
- Con esta herramienta podemos configurar, programar, simular, y diagnosticar todos los controladores SIMATIC modulares.



WINCC

- Es un entorno de desarrollo de Siemens en el marco de los SCADAS.
- Es un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) e interfaz hombre-máquina (HMI) de Siemens.
- Los sistemas SCADA se utilizan para monitorear y controlar los procesos físicos de la industria y la infraestructura a una gran escala y a largas distancias.



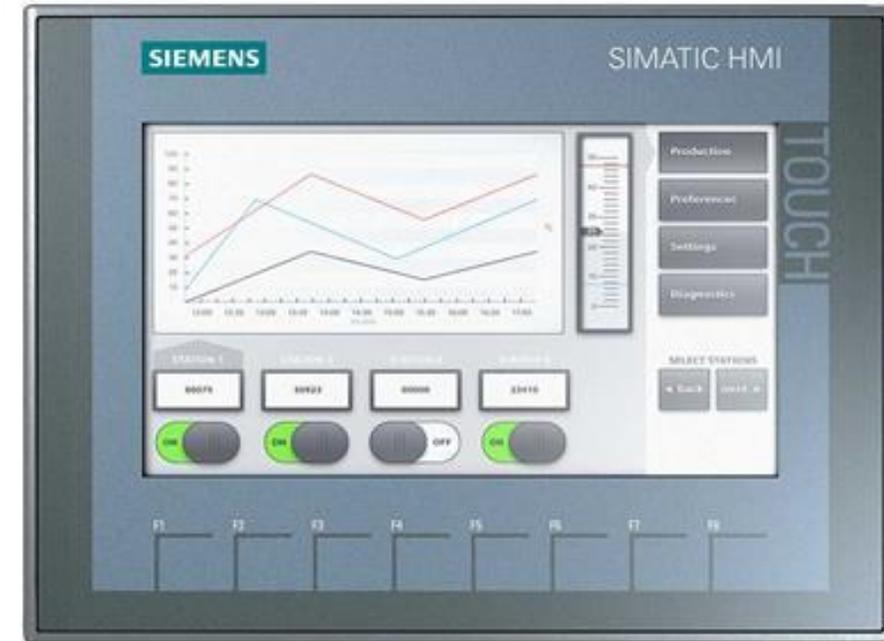
TOUCH PANEL KTP-700

Es un panel táctil cuya medida es de 7" consta de 8 botones de función táctiles adicional pueden programarse y actualmente pertenece a la nueva serie de iniciación HMI de Siemens para aplicaciones sencillas.



CARACTERÍSTICAS

- Funcionalidad táctil y de teclas
- Interfaz de conexión con diferentes PLC
- Archivado por memoria USB
- Programación desde WinCC Basic V13 (TIA Portal)

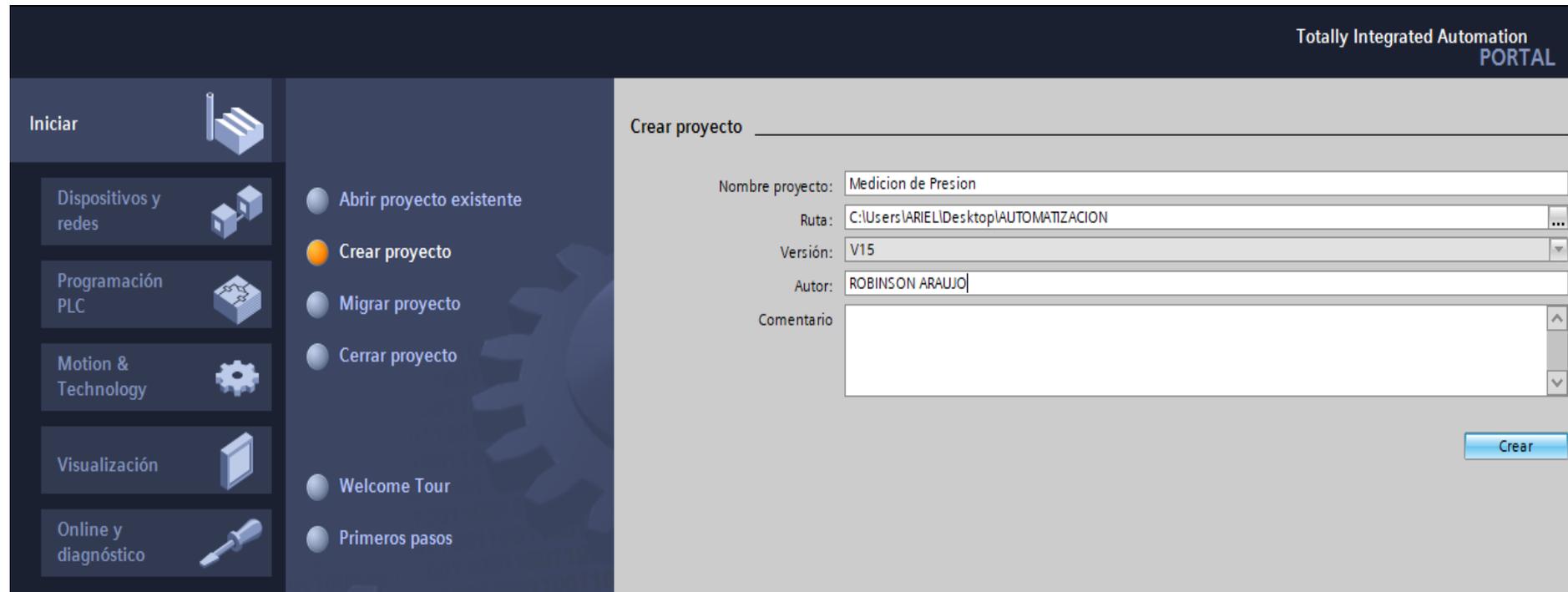


CONFIGURACIÓN, PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE S7-1200



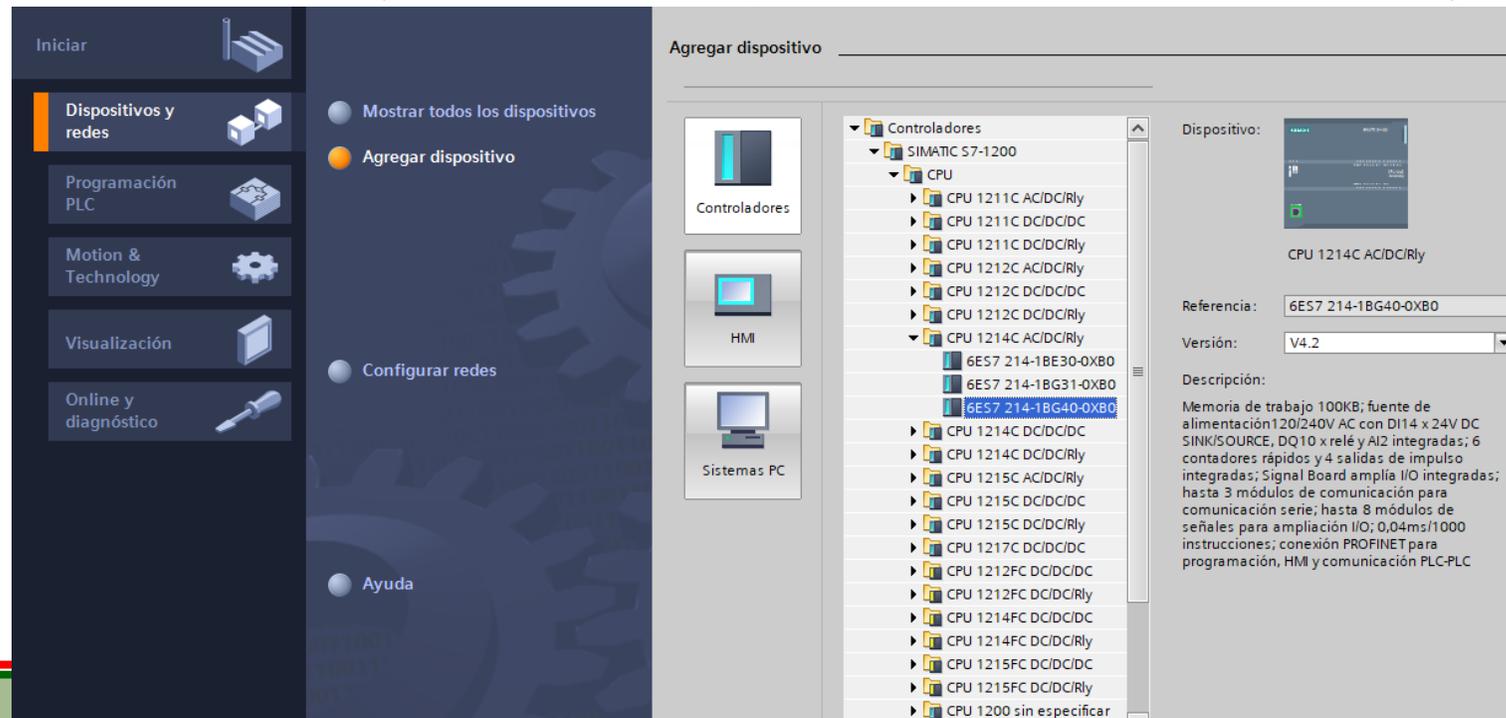
Creación de un Nuevo Proyecto

En TIA Portal V15 se debe crear un Nuevo Proyecto.



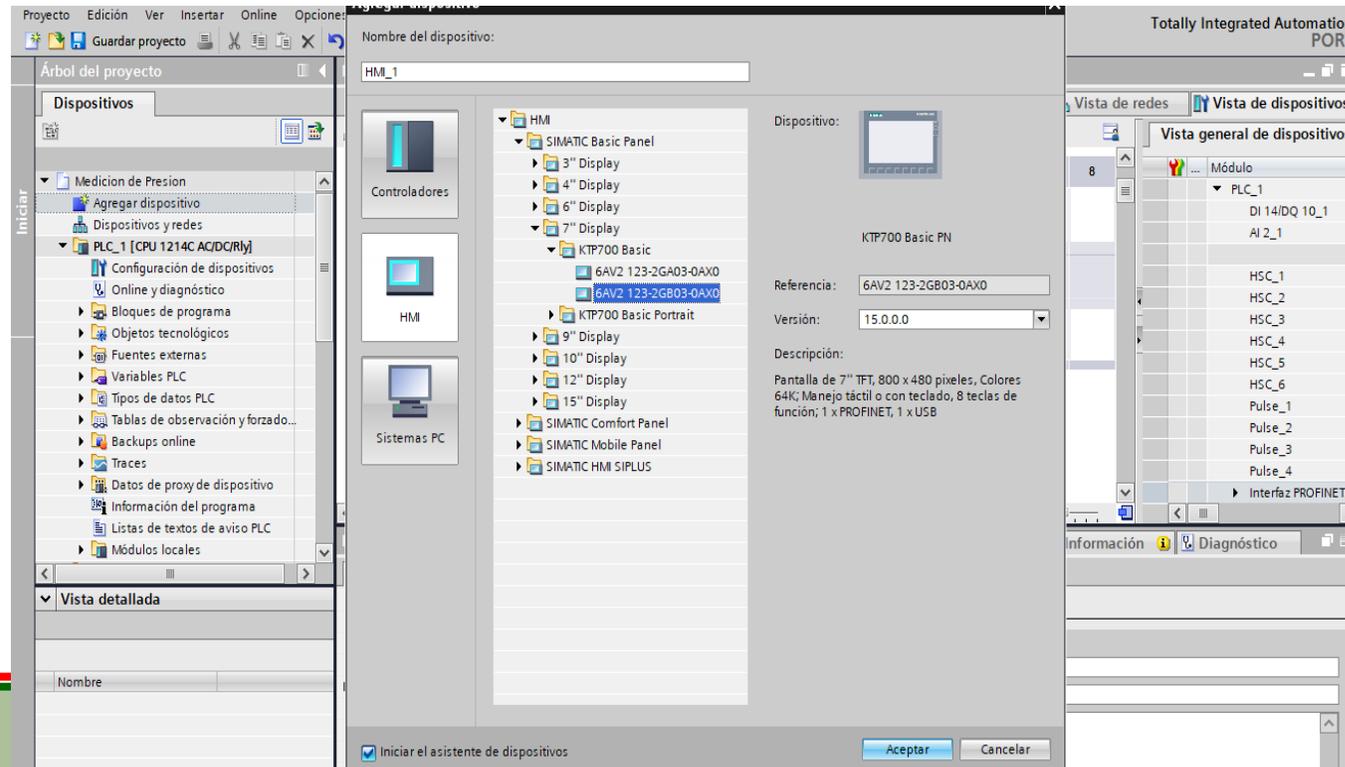
Configuración del Controlador Lógico Programable

Dar clic en Agregar dispositivo, seleccionar el controlador lógico SIMATIC S7-1200, en CPU buscar CPU 1214C AC/DC/Rly, en la referencia 6ES7 214-1BG40-0XB0 y verificar que la versión sea mayor a 4.0.



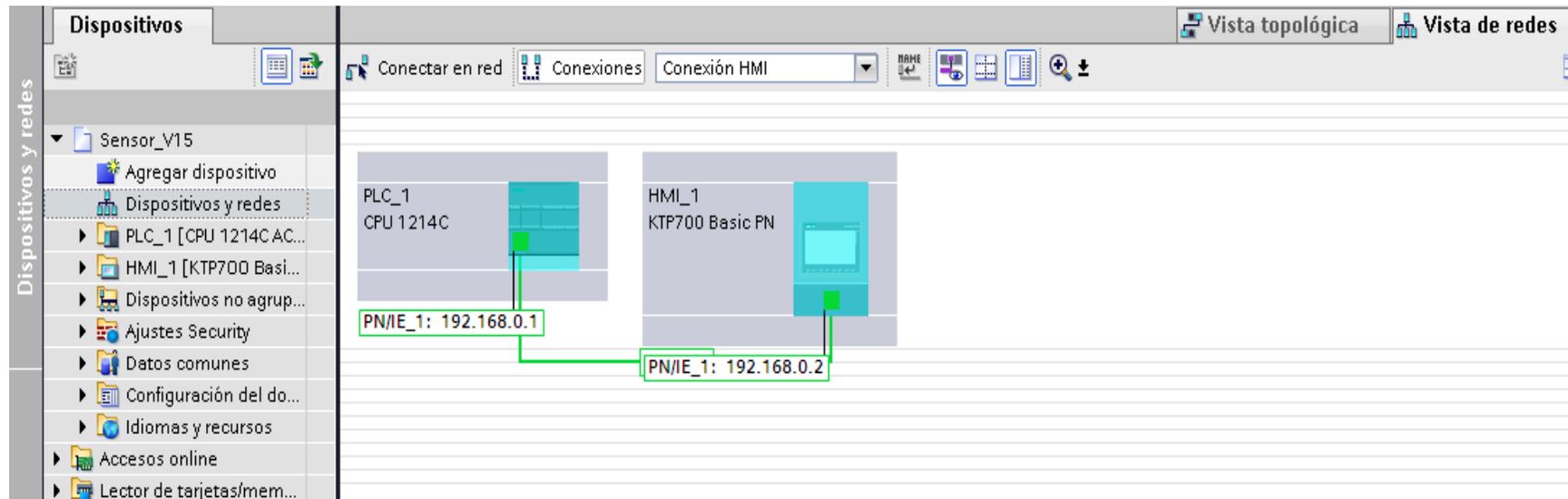
Configuración del HMI

Escoger la opción de Agregar dispositivo, seleccionar la opción de HMI y en la opción de SIMATIC Basic Panel optar por 7" Display, seleccionar la opción de KTP-700 Basic.



Verificación de los IP's del PLC y HMI

Esto se puede verificar en la opción de Dispositivos y redes, la línea verde entre los dos dispositivos significa RED PROFINET.



Creación de un Bloque de Datos para el tanque de Reserva

Seleccionar la opción de Bloques de Programa y escoger Agregar nuevo Bloque y crear un Bloque datos el mismo que sirve para ingresar el valor mínimo y máximo del tanque.

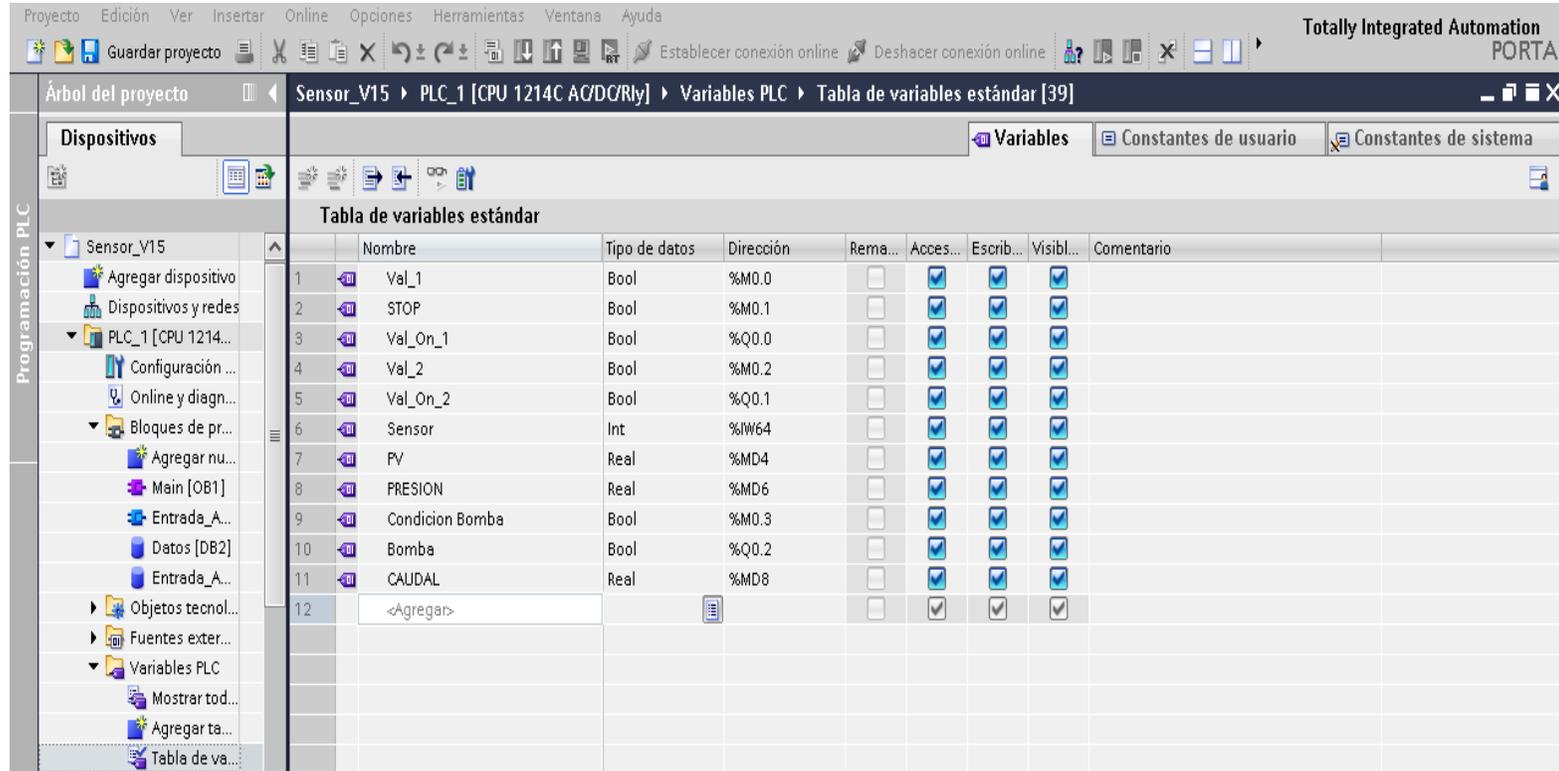
The screenshot shows the Siemens SIMATIC Manager software interface. The main window displays the 'Datos [DB2]' block configuration. The table below shows the data block structure:

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arran...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en...	Valor de ...	Comentario
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Min_Caudal	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Max_Caudal	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



Creación de Variables del Proceso

En la opción Variables del PLC, crear cada una de las variables a utilizar en la programación ladder.



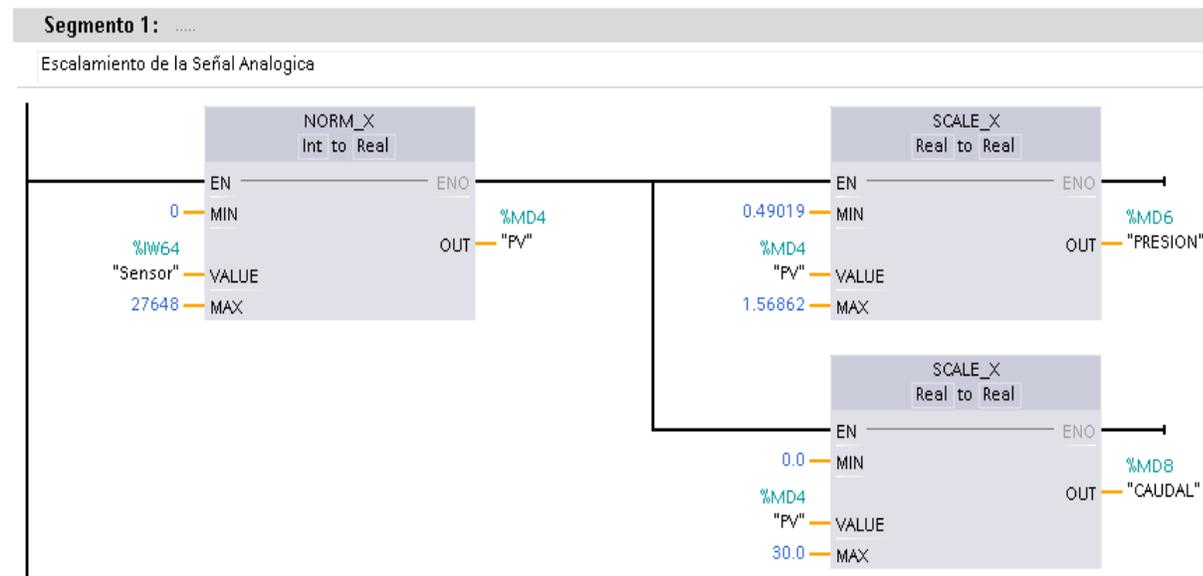
The screenshot shows the 'Tabla de variables estándar' (Standard Variable Table) in the SIMATIC Manager software. The table lists 12 variables with their names, data types, addresses, and access permissions.

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
Val_1	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
STOP	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Val_On_1	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Val_2	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Val_On_2	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sensor	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
PV	Real	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
PRESION	Real	%MD6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Condicion Bomba	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bomba	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CAUDAL	Real	%MD8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	



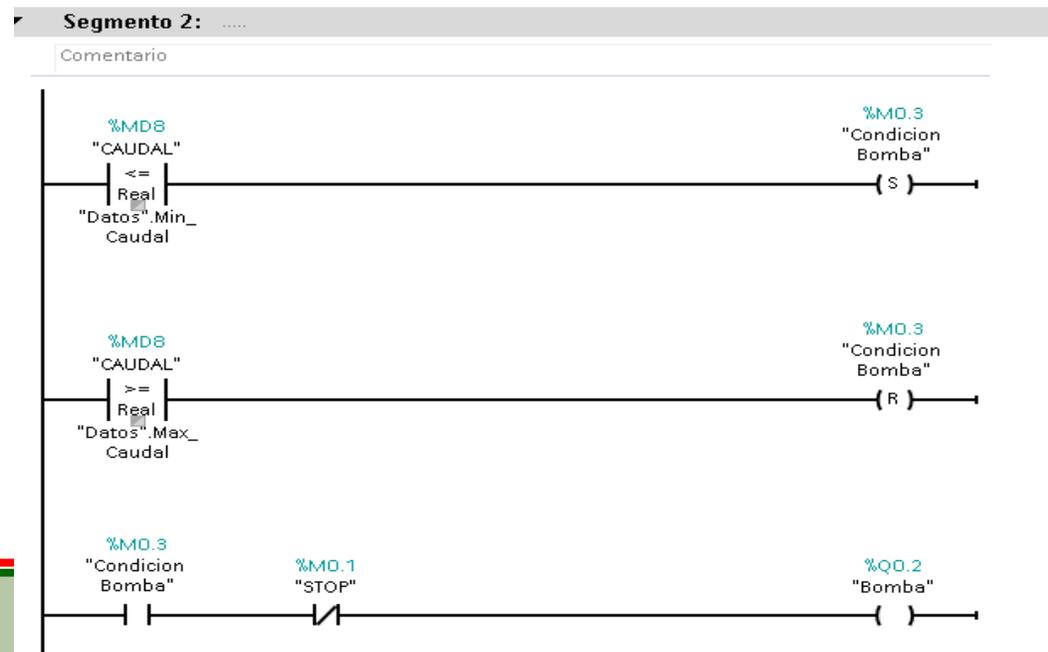
Normalización y Escalamiento de la señal de entrada.

Seleccionar el bloque de datos de Entrada Analógica y proceder al escalamiento de la señal de entrada en este caso de la **%IW64**.



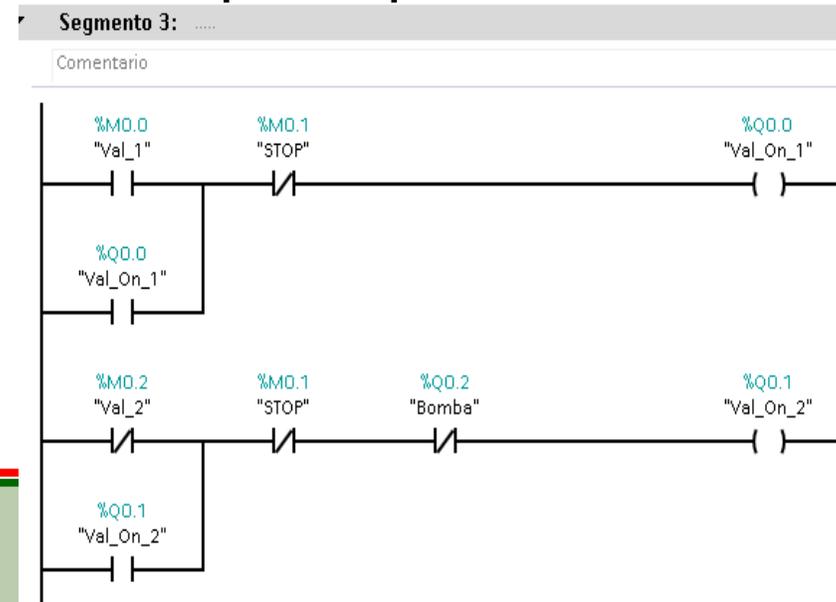
Condición de Encendido y Apagado de la Bomba

Cuando el valor ingresado en el bloque datos sea menor o igual se va activar la marca **%M0.3** (SET), si el valor ingresado es mayor o igual este desactivara la marca **%M0.3** (RESET), **%Q0.2** va ser la bomba y también un contacto normalmente cerrado **%M0.1** para el paro de la bomba.



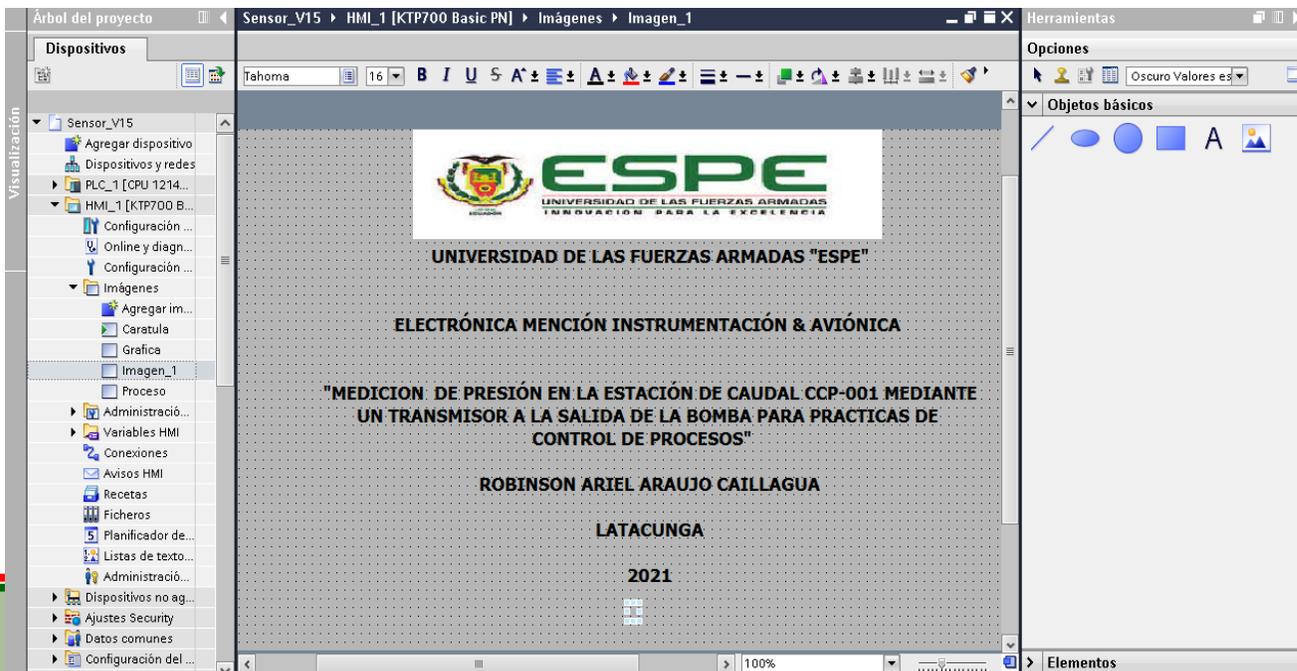
Activación y Desactivación de la Válvula Manual y Automática

El segmento 3 consiste en que la marca **%M0.0** activa la salida **%Q0.0** la misma que está memorizada con su contacto normalmente abierto de **%Q0.0** y la marca **%M0.2** activa la salida **%Q0.1** al igual estará memorizada con su contacto normalmente abierto de **%Q0.1** pero con la condición que tendrá un contacto normalmente cerrado de **%Q0.2** de la bomba esto es para que la válvula 2 se desactive.



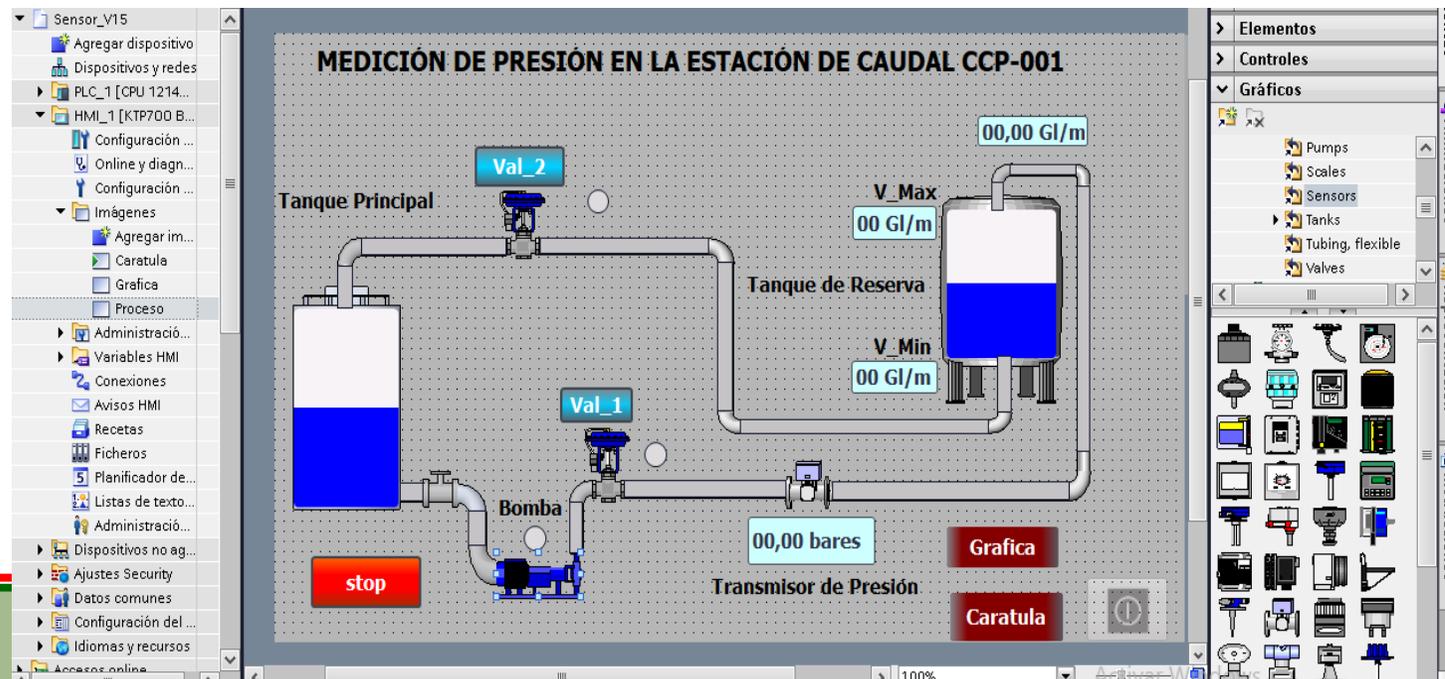
Diseño del HMI (Interfaz Hombre-Máquina)

Escoger a la opción de **HMI_1 KTP-700** y seleccionar la opción **imágenes** y crear una nueva imagen con el nombre de carátula, al lado derecho se observa una opción de **Herramientas**, donde se muestra varias opciones una de ellas es la de **objetos básicos** estos permiten ingresar los datos personales.



Diseño del HMI (Interfaz Hombre-Máquina)

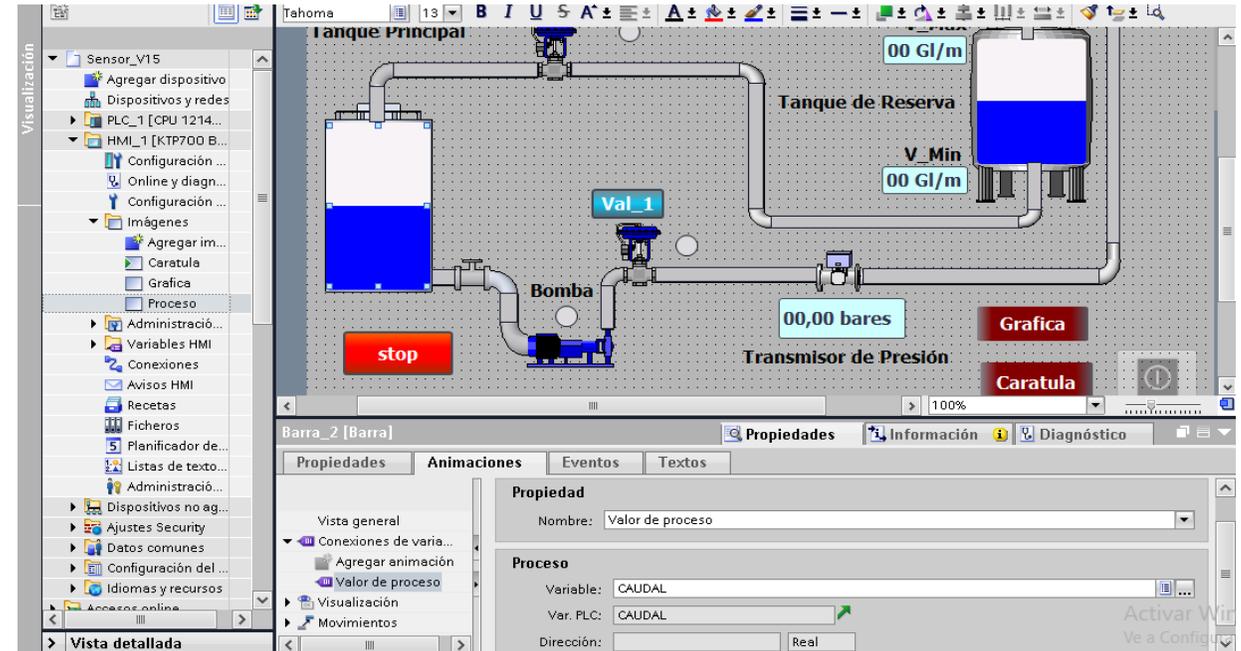
En la imagen de **proceso** se procede a realizar la conexión de tanques, tuberías, bomba, válvulas y el transmisor. Todos estos elementos se los selecciona de la opción de **Herramientas** allí se encuentra un ítem llamado **Gráficos** el cual tendrá muchos elementos para poder realizar nuestro HMI.



Creación y Asignación de Variables del HMI

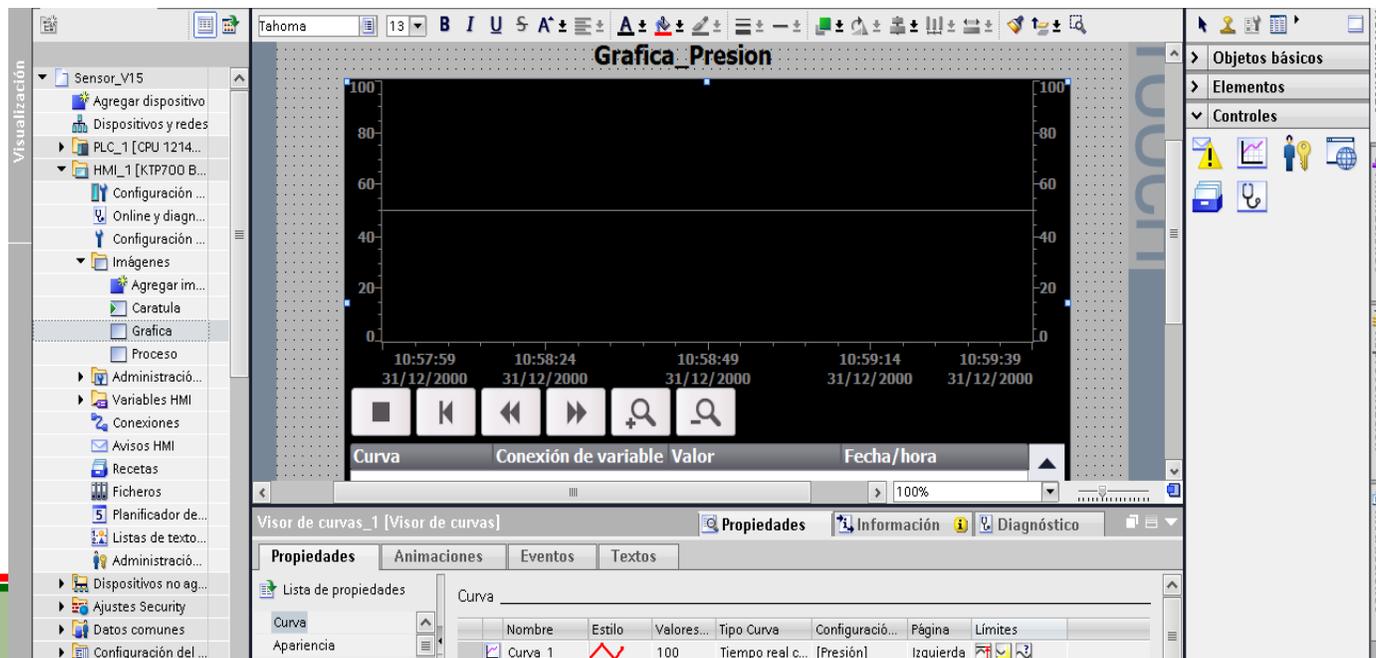
Para que los elementos como las válvulas, tanques, transmisor y tuberías tengan una animación, se asigna las variables que se detallan a continuación.

ELEMENTO	VARIABLE	TAG	TIPO DE DATOS
TANQUE PRINCIPAL	CAUDAL	%MD8	Real
TANQUE DE RESERVA	CAUDAL	%MD8	Real
INDICADOR DE CAUDAL	CAUDAL	%MD8	Real
Bomba	Bomba	%Q0.2	Bool
Datos_Max_Caudal	Datos.Max_Caudal	---	Int
ELEMENTO	VARIABLE	TAG	TIPO DE DATOS
Datos_Min_Caudal	Datos.Min_Caudal	---	Int
Transmisor de Presión	Presión	%MD6	Real
STOP	Stop	%M0.1	Bool
Válvula 1	Val_1	%Q0.0	Bool
Válvula 2	Val_2	%Q0.1	Bool
Entrada Analógica	Entrada_Analogica	%DB1	Real



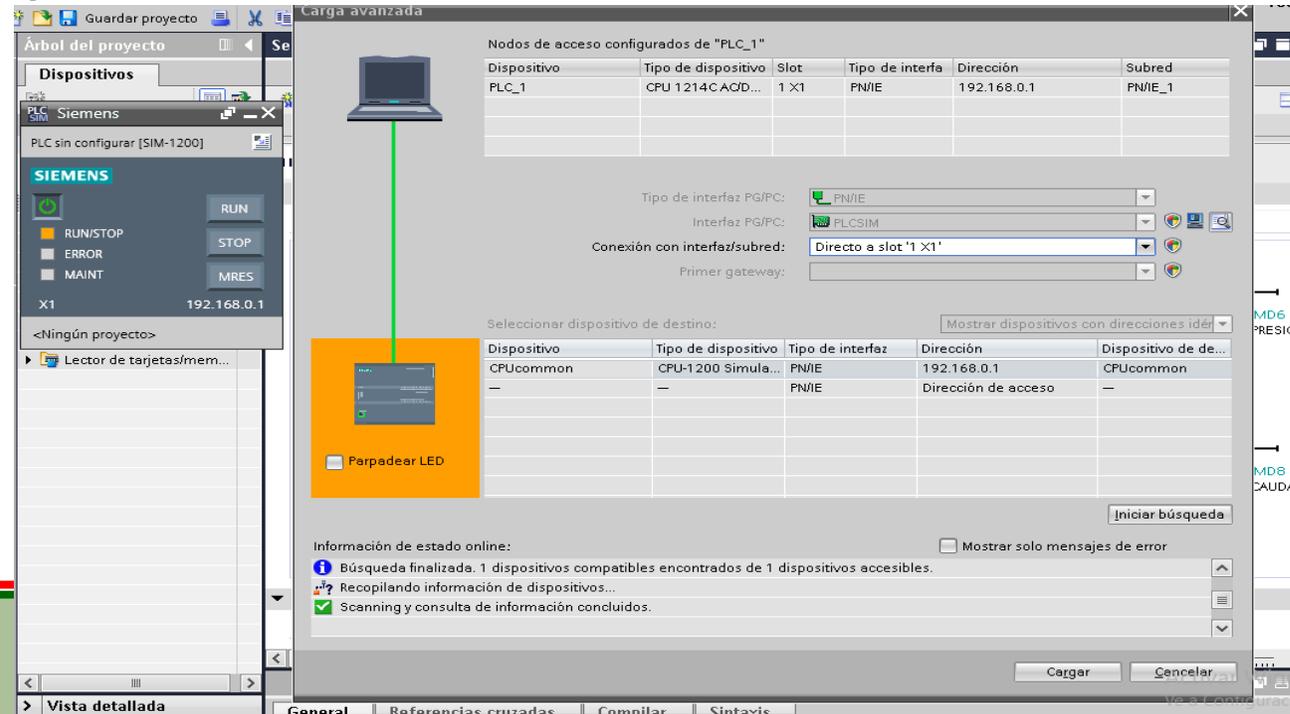
Diseño del HMI (Interfaz Hombre-Máquina)

En la imagen de **gráfica** se observa la visualización de la señal de salida de presión esta es visualizada en una gráfica en relación al tiempo. La gráfica se la obtiene de la opción de **Herramientas** en **Gráficas** con el nombre de visor de curvas allí se configura los parámetros a observar.



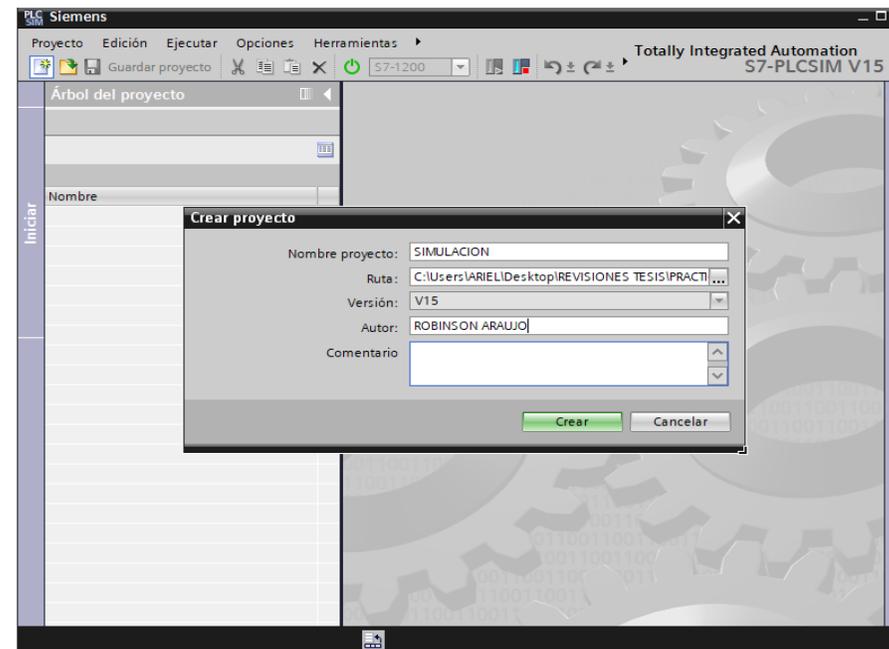
Simulación de la Programación del Proceso

Escoger la opción **Iniciar Simulación**, seleccionar la opción de **cargar en dispositivo** luego se elige **PN/IE** como el tipo de interfaz PG/PC y en la interfaz PG/PC se selecciona **PLCSIM**. Se presiona en iniciar búsqueda y esperar que encuentre los dispositivos disponibles.



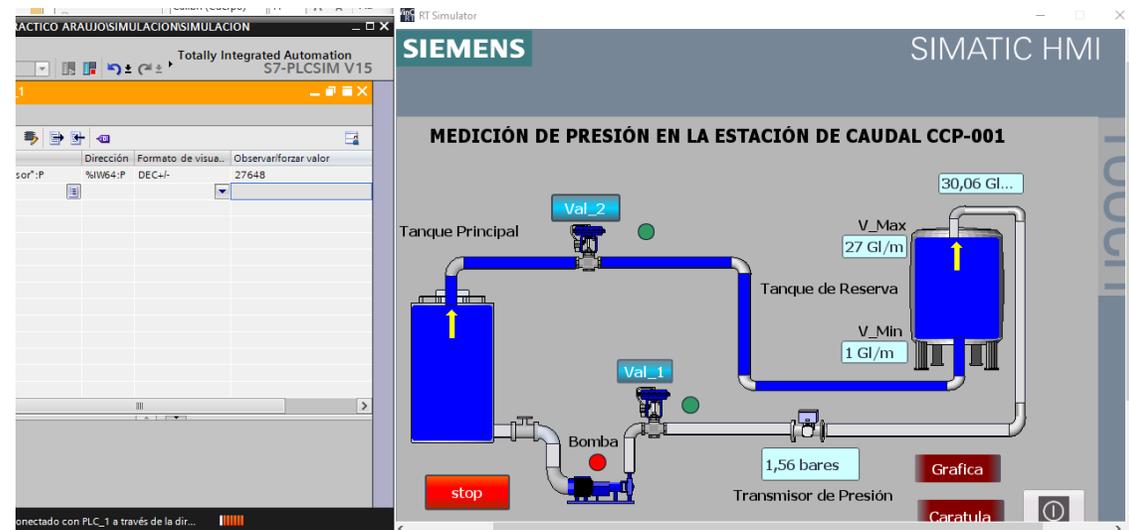
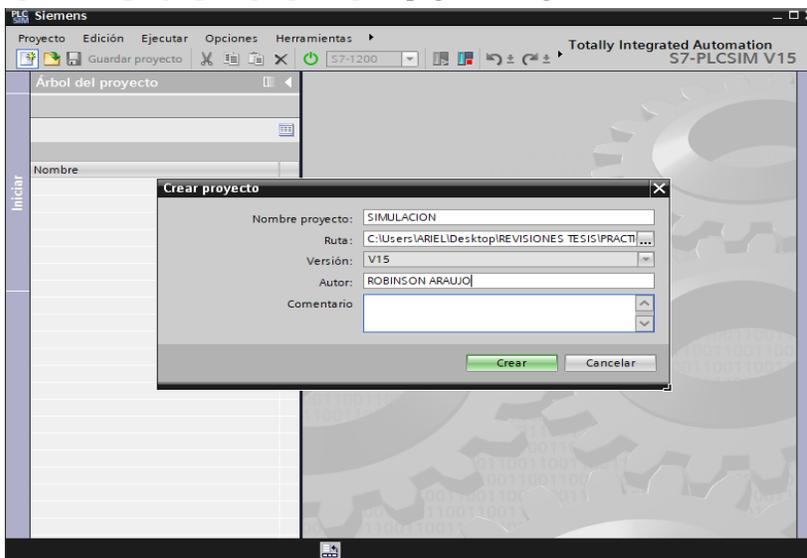
Simulación de la Programación PLCSIM

Para comenzar con la simulación del HMI, compilar la imagen raíz, seleccionar **Iniciar simulación** y se despliega una pequeña ventana donde se escoge la opción de crear un **Nuevo proyecto** el mismo que será utilizado para poder ingresar los bits de entrada de la **%IW64**.



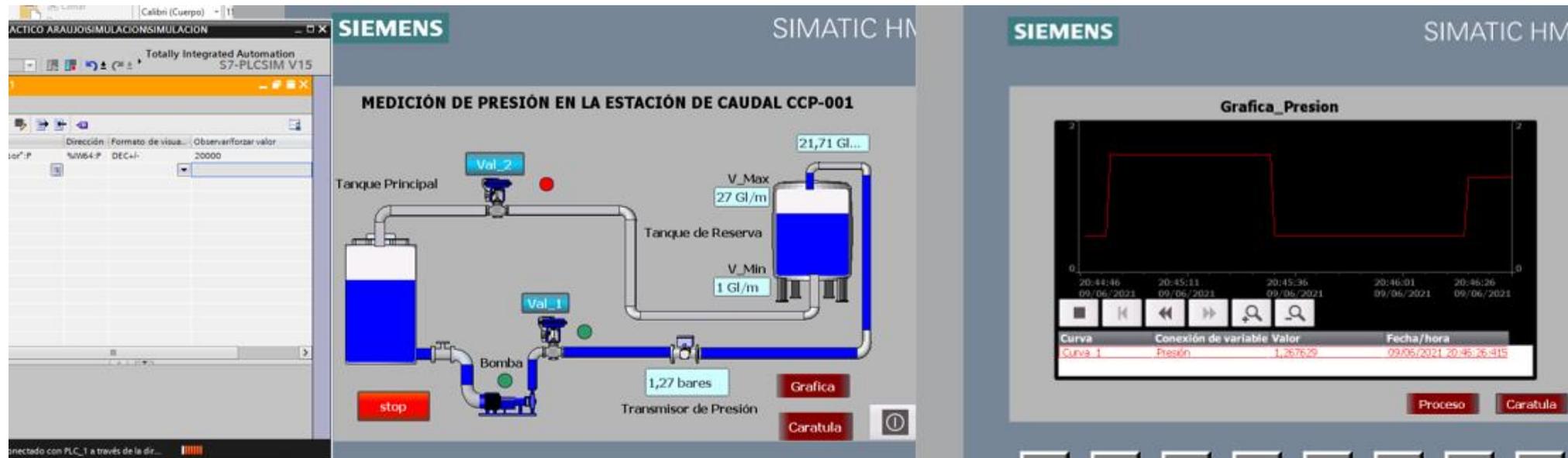
Simulación en PLCSIM

Para comenzar con la simulación del HMI, compilar la imagen raíz, seleccionar **Iniciar simulación** y se despliega una pequeña ventana donde se escoge la opción de crear un **Nuevo proyecto** el mismo que será utilizado para poder ingresar los bits de entrada de la **%IW64**.



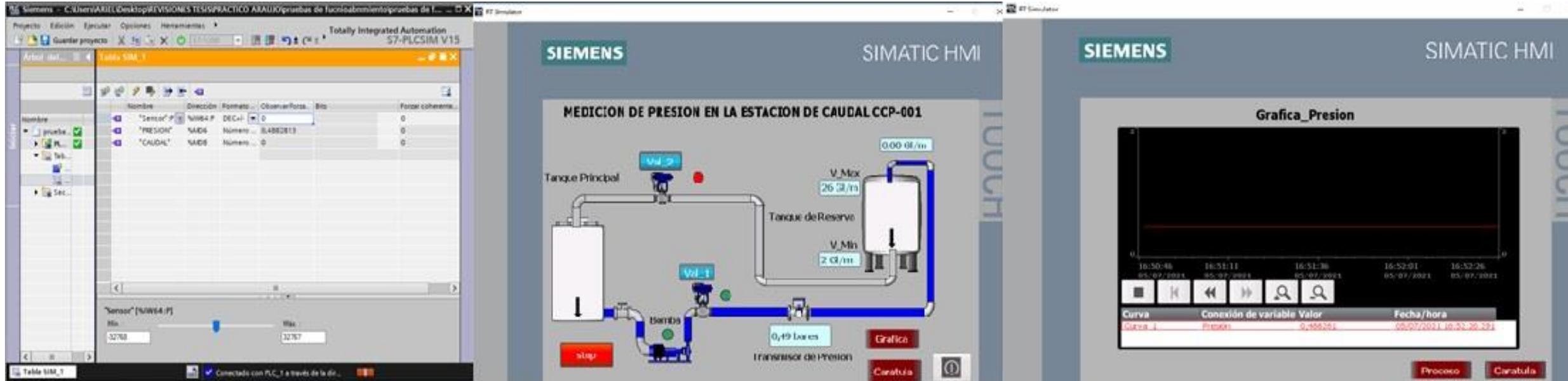
Pruebas de Funcionamiento

Para realizar las pruebas respectivas de la adquisición, control y monitoreo de la magnitud de presión se procede a la variación de bits de la entrada %IW64 desde PLCSIM como se muestra a continuación:



Primera Prueba de Funcionamiento

Se ingresa el valor de 0 bits, donde se obtiene una lectura de 0.49 bares que corresponde a la presión mínima que trabaja la bomba.



Tercera Prueba de Funcionamiento

Se ingresa el valor de 27648 bits, donde se obtiene una lectura de 1.56 bares que corresponde a la presión máxima que soporta la bomba.

The screenshot displays the Siemens SIMATIC HM interface for a water station simulation. On the left, the SIMATIC Manager window shows a table of variables:

Nombre	Descripción	Formato	Observaciones	Bit	Valor coherente
"Sensor"	NIB4-P	DEC-1	27648		0
"PRESION"	NAD6	Número	1,564512		0
"CAUDAL"	NAD6	Número	30,0889		0

The main simulation window shows a schematic titled "MEDICIÓN DE PRESIÓN EN LA ESTACIÓN DE CAUDAL CCP-001". It includes a "Tanque Principal", "Tanque de Reserva", "Bomba", and "Transmisor de Presión". The pressure transmitter displays a reading of "1,56 bares". A flow rate of "30,06 Gl..." is shown. The interface also features a "stop" button and "Grafica" and "Caratula" buttons.

The "Grafica_Presion" window shows a graph of pressure over time. Below the graph is a data table:

Curva	Conexión de variable	Valor	Fecha/hora
Curva 1	Presión	1,564512	05/07/2021 17:01:34-421

CONCLUSIONES

- Se realizó un programa para el control y monitoreo en la estación de caudal CCP-001 del laboratorio de instrumentación virtual, mediante el software Tia Portal V15 utilizando un PLC S7-1200, el programa fue desarrollado en lenguaje ladder en el cual se utilizó bloques de datos, bloques de funciones, para poder obtener los valores de la magnitud de presión, estos datos son en tiempo real así de esta forma el funcionamiento es continuo en la estación.



CONCLUSIONES

- Se desarrolló un HMI mediante el software WinCC basándose en la norma ISA 101, por lo que las imágenes que representan al proceso en la interfaz son intuitivas para el operador, además se mantiene una tonalidad de colores bajos en los elementos que operan bajo los parámetros nominales del proceso, una tonalidad de colores altos para las alertas y de esta forma detonar toda la información del HMI.



CONCLUSIONES

- Concluida toda la programación se realizó las respectivas pruebas de funcionamiento, mediante el ingreso de los valores de la entrada análoga %IW66 correspondiente a un rango entre 0 y 27648 bits, también se concluye que al ingresar los valores del rango establecido se puede observar la lectura y visualización de la presión en el HMI, del mismo modo se pudo verificar que el tiempo de respuesta de la variable es rápida.



RECOMENDACIONES

- Al momento de seleccionar el modelo del controlador lógico programable en el software TIA PORTAL V15, seleccionar una versión mayor o igual a la 4.0 para que la simulación funcione correctamente en el PLCSIM.
- Realizar de manera correcta la programación en TIA PORTAL V15 teniendo en cuenta los parámetros del proceso a realizar ya que el HMI funciona como control y monitoreo del proceso también.



RECOMENDACIONES

- Las direcciones de entradas y salidas que se van a utilizar en la programación deben estar bien definidas por las variables ya que estas serán asignadas al HMI (Interfaz Humano-Máquina) para así no tener ningún inconveniente en la lectura de la presión.
- Para comprobar la correcta comunicación del PLC con el HMI, la interfaz Profinet debe estar de color verde y con sus IP's, ya que el color verde es la que la distingue de las otras interfaces.





1922
ECUADOR